

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie



Prostorová orientace slovenského kopova v terénu
se zaměřením na rozdíly způsobené vlivem
cirkadiálních rytmů a magnetického počasí

Bakalářská práce

Autorka: Hana Fialová

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

2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Hana Fialová

Provoz a řízení myslivosti

Název práce

Prostorová orientace slovenského kopova v terénu se zaměřením na rozdíly způsobené vlivem cirkadiánních rytmů a magnetického počasí

Název anglicky

Spatial orientation of the Slovakian Hound focusing on differences caused by the influence of circadian rhythms and magnetic weather

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je získat pomocí behaviorálních přístupů nové poznatky o prostorové orientaci loveckých psů ve vztahu k probíhajícím kognitivním procesům a jejich možném propojení s magnetorecepcí. Konkrétně využitím GPS technologie popsat způsob orientace loveckých psů v terénu se zaměřením na rozdíly způsobené vlivem cirkadiánních rytmů a „magnetického počasí“.

Metodika

Sběr dat bude probíhat formou individuálních denních a nočních vycházek především v lesních terénech. Na začátku trasy bude sledovanému psovi nasazen GPS obojek. Majitel psa bude vybaven přijímačem, který ukládá jeho vlastní trasu a zároveň ukazuje on-line polohu psa. Pes bude vypuštěn na volno a poslán prohledávat terén s cílem najít ukrytou zvěř. Směr, kterým pes vyrazí za zvěří i místo, ze kterého se bude muset vracet zpět k majiteli, určuje pronásledovaná zvěř. V momentě zahájení sledování zvěře se pes nechá pracovat samostatně, majitel bude čekat na jeho návrat. Při sběru dat za denního světla bude pes navíc vybaven kamerou, která bude pořizovat audiovizuální záznam trasy. Zaznamenaná trasa (tzn. útěk psa za zvěří a jeho návrat psa zpět k majiteli), bude následně zpracována pomocí softwaru Garmin BaseCamp. Data budou vyhodnocena s využitím cirkulární statistiky v programu Oriana.

Do 31.12.2017 budou posbírána data pro statistické zpracování a předána vedoucímu práce. Literární rešerše bude průběžně konzultována s vedoucím práce a zpracována nejpozději do 31.12.2017. První rukopis bakalářské práce bude předložen ke kontrole vedoucímu práce nejpozději do 28. února 2018.

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran textu

Klíčová slova

slovenský kopov, GPS, prostorová orientace, cirkadiánní rytmy

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. *Mamm. Biol.* 78,10-20.
- Burda, H., Marhold, S., Westenberger, T., Wiltschko, W. & Wiltschko, R. 1990 Magnetic compass orientation in the subterranean rodent *Cryptomys hottentotus* (Bathyergidae, Rodentia). *Experientia* 46, 528-530.
- Červený, J., Begall, S., Koubek, P., Nováková, P. & Burda, H. 2011 Directional preference may enhance hunting accuracy in foraging foxes. *Biol. Lett.* 7, 355-357.
- Červený, J., Burda, H., Ježek, K., Kušta, T., Husinec, V., Nováková, P., Hart, V., Hartová, V., Begall, S. & Malkemper, E.P. Magnetic alignment in warthogs *Phacochoerus africanus* and wild boars *Sus scrofa*. *Mammal Rev.* 47(1), doi:10.1111/mam.12077.
- 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. *Front. Zool.* 10(80), doi:10.1186/1742-9994-10-80.
-

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Petra Nováková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

Elektronicky schváleno dne 5. 5. 2017

doc. Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2018

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 13. 04. 2018

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Prostorová orientace slovenského kopova v terénu se zaměřením na rozdíly způsobené vlivem cirkadiálních rytmů a magnetického počasí vypracovala samostatně pod vedením Ing. Petry Novákové, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne.....

Podpis autora

Ráda bych tímto poděkovala paní Ing. Petře Novákové, PhD. za odborné konzultace a rady v průběhu zpracování této bakalářské práce.

Prostorová orientace slovenského kopova v terénu se zaměřením na rozdíly způsobené vlivem cirkadiánních rytmů a magnetického počasí

Hana Fialová

Bakalářská práce se zabývá sledováním orientace slovenského kopova v terénu s ohledem na cirkadiánní rytmy a magnetismus. V teoretické části je zmíněn princip magnetické orientace, cirkadiánních rytmů, problematika vyhodnocování získaných dat, původ a využití slovenského kopova. Z těchto poznatků z teoretické části jsou následně v praktické části práce vyhodnoceny záznamy a trasy útěků psa, získané z GPS lokátoru a kamery, pomocí statistického programu Oriana. Z výsledků nebyla potvrzena ani vyvrácena hypotéza, zda se pes orientuje či nikoliv dle magnetického pole Země.

Klíčová slova:

Magnetická orientace, slovenský kopov, cirkadiánní rytmy, GPS

Spatial orientation of the Slovakian Hound focusing on differences caused by the influence of circadian rhythms and magnetic weather

Hana Fialová

The bachelor thesis deals with the orientation of the Slovakian hound in the field with regard to circadian rhythms and magnetism. In the theoretical part, the principle of magnetic orientation, circadian rhythms, problems of evaluation of acquired data, origins and utilization of the Slovakian hound. From these findings from the theoretical part, in the practical part of the thesis will be evaluated the records and routes of dog escapes, obtained from GPS locator and camera, using Oriana statistical program. From the evaluated data, the hypothesis whether the dog is oriented or not according to the magnetic field of the earth will be confirmed or refuted

Key words:

Magnetic orientation, slovakian hound, circadian rhythms, GPS

Obsah

1.	Úvod a cíle práce	9
2.	Magnetické pole Země.....	10
2.1	Magnetické bouře.....	12
2.2	Magnetický a geografický sever	13
2.2.1	Faktory ovlivňující magnetické pole Země	13
3.	Magnetorecepce	14
3.1	Cirkadiánní rytmy	14
4.	Orientace zvířat.....	15
5.	Slovenský kopov.....	19
5.1	Zařazení plemene	19
5.2	Historický vývoj.....	19
5.3	Vzhled plemene.....	20
5.3.1	Charakteristika plemene.....	20
5.3.2	Klub slovenského kopova	20
6.	Metodika	22
6.1	Sledovaný pes.....	22
6.2	Sledování.....	22
6.3	Časové období sledování.....	23
6.4	Lokalita sledování	23
6.5	Zpracování dat, časové periody útěků.....	24
7.	Výsledky	25
7.1	Způsoby návratu.....	25
7.2	Dělení úseků.....	26
7.2.1	Rozdělení doby sledování	26
7.2.2	Podílové zastoupení sledované zvěře.....	27

7.2.3	Průměrný čas útěků a délka tras.....	27
7.2.4	Vzdálenost psa od majitelky	28
7.2.5	Rychlost úseků	28
7.2.6	Rychlost outbound úseků.....	28
7.2.7	Rychlost po otočce.....	29
7.3	Cirkadiánní rytmy	29
7.3.1	Délka trasy a denní doba.....	29
7.3.2	Typy návratu a denní doba.....	30
7.3.3	Počet zastávek zpátky a denní doba.....	32
7.4	Vliv magnetického počasí	33
7.4.1	Vyhodnocení azimutu, kterým pes vybíhal od majitelky	33
7.4.2	Vyhodnocení úseku posledního azimutu před návratem	34
7.4.3	Vyhodnocení azimutu prvního bodu návratu.....	35
7.4.4	Ovlivnění psa vůdcem.....	38
7.5	Situace magnetického počasí vzhledem k útěkům.....	40
8.	Diskuze	43
9.	Závěr	44

1. Úvod a cíle práce

Magnetické pole Země je zkoumáno stovky lety. Zájem o to, co přitahuje předměty k zemské půdě, jevíli už naši předci ve starověku. Díky nim dnes můžeme například vědět, že činnost magnetického pole Země má určité fáze, že existují magnetické a geomagnetické póly Země, nebo že existují magnetické bouře, které zcela jistě ovlivňují činnost magnetického pole Země. Veškerá činnost na zemském povrchu je závislá na magnetické přitažlivosti. I činnost a chování živočichů, o kterých jsme se díky mnoha výzkumům mohli dozvědět, se pravděpodobně také řídí dle magnetického pole Země, často v severojižních směrech. Orientace podle magnetického pole Země je zkoumána na řadě živočichů, od bakterií, přes ryby, až po velké savce (Nordmann et al., 2017).

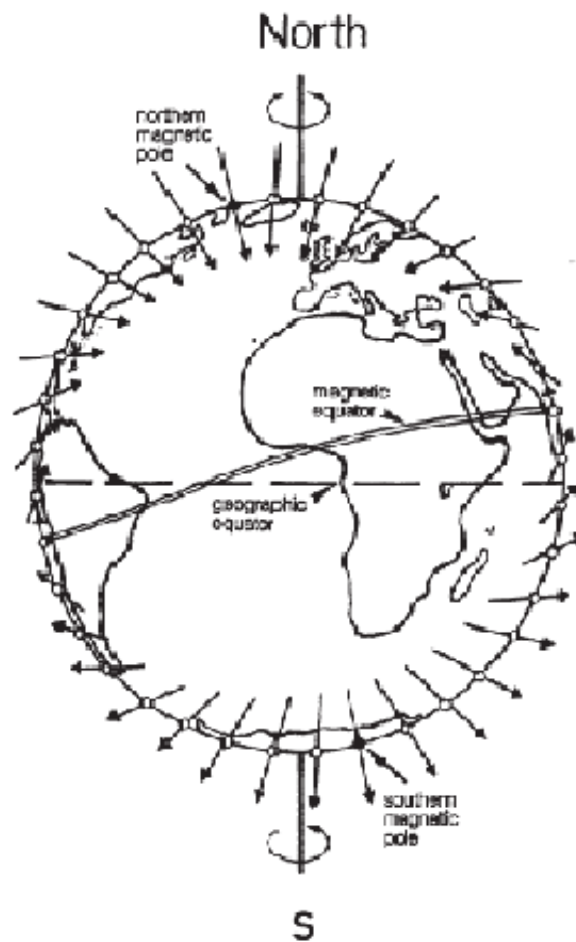
Tato bakalářská práce se zabývá studiem orientace psa při útěcích za zvířít. Hlavní částí sledování je v tomto případě způsob návratu, kterým se pes vrací. Teoretická část se zmiňuje o funkci magnetického pole Země, informuje nás o magnetických bouřích a magnetorecepci zvířat. Právě poslední zmíněný bod je v oblasti šelem téměř neprobádaný a z toho důvodu si autorka práce vybrala toto téma. Může to být další krok k pochopení živočišné říše a pospojování souvislostí týkajících se zemského jádra a veškerých živočichů na planetě Zemi. Praktická část se zabývá typy útěků, rozčleněním dat a vyhodnocováním v závislosti na cirkadiálních rytmech a magnetickém počasí. Cílem je alespoň částečně prozkoumat spojitost magnetického pole a zvířat a potvrdit tak možnost využití magnetorecepce, která funguje u dalších zvířat. Pravděpodobnost, že se pes vrací v závislosti na magnetickém poli Země, je čistě hypotetická a tímto výzkumem můžeme hypotézu alespoň z části potvrdit, či vyvrátit. Díky mnoha studiím zahraničních, ale i českých vědců se k tomuto tématu můžeme aspoň okrajově přiblížit v teoretické části bakalářské práce.

2. Magnetické pole Země

Již ve starověku se naši předci zajímali o zemskou přitažlivost, magnetismus a funkci magnetu jako takového. V 17. století francouzský vědec Gilbert sepsal spis „de Magnete!“. Dělal velké množství pokusů, ze kterých nakonec vůbec poprvé vznikla myšlenka, že je Země jeden velký magnet. Na něj v pozdějších letech navázal astronom Halley. „*Halley rozeznal, že některé prvky pole zemského magnetismu se s postupujícím časem posouvají k západu, a z toho s podivuhodnou jasnozřivostí usoudil, že Země má „jádro“, které je nositelem magnetismu, a že toto jádro se opožďuje v rotaci za vnější vrstvou Země. Svoje závěry publikoval v roce 1698, ale nesetkal se tehdy s kladnou odezvou.*“ (Janáčková, 1995)

Činnost geomagnetického pole Země (dále jen GMP) klesá před úplňkem o necelá 4 % a po úplňku se opět aktivita zvyšuje po dalších sedm dní. Světelná efektivita měsíce ovlivňuje jak zvířata, tak lidi a podněcuje v nich často agresí a netypické chování. Vlnové délky měsíčního svitu mají barevnou kombinaci červené a žluté. (Nishimura et Fukushima, 2009). Geomagnetické pole Země je ovlivňováno elektrickými proudy v ionosféře, které způsobují variace v GMP. V oblasti magnetického pole jsou variace dvě. Trvale se opakující slapové jevy ve vysoké atmosféře způsobené přitažlivostí Měsíce a Slunce a periodicky proměnný ohřev denní strany vysoké atmosféry. Druhou variantou jsou vlivy sluneční erupce, které vrhají do atmosféry množství elektricky nabitých částic. To způsobí reakci mezi magnetickým polem Země a rychle letícími elektricky nabitými částicemi. Tento jev dále označujeme jako magnetické poruchy, popřípadě bouře. Viditelný je tento jev ve vysokých zeměpisných šířkách jako „polární záře“ (Janáčková, 1995).

Geografická definice zemských pólů říká, že severní pól je v oblasti Arktidy a jižní v oblasti Antarktidy. Oproti tomu geomagnetické póly jsou umístěny naopak. Rovněž i geografický rovník, který popisujeme jako „čáru“ dělící zeměkouli na severní a jižní je v geomagnetickém měřítku umístěn šikmo skrz obě poloviny zeměkoule (viz Obr.1).



Obrázek 1– Wiltshko et Wiltshko, 1995 „Schematický pohled na Zemi a geomagnetické pole. Šipky na obvodu jsou úměrné k intenzitě magnetického pole. Jejich odchylka od vertikální polohy značí sklon magnetického pole v daném místě. Oba magnetické póly jsou vyznačeny v závislosti na rovník.“

Geografické a magnetické póly se neshodují – severní směry se obvykle odchylojí pod určitým úhlem. Popis magnetického pole je určován dle jeho intenzity a směru, tedy sklonu a odklonu od geografického pólu. Tato odchylka bývá menší 30° ve většině oblastí, ovšem v blízkosti magnetických pólů dosahuje výraznějších až extrémních odchylek. Sklon magnetického pólu se popisuje jako svislá poloha udávající úhel mezi vektorem a horizontální rovinou. K tomu slouží kartézské souřadnice, popisující polohu ve třech směrech X, Y a Z. Poloha GMP není nikdy stálá. Větší odchylky jsou zaznamenávány

minimálně, anomálií je město Kursk v Rusku, na kterém dosahuje odchylka až trojnásobné hodnoty oproti normálu. Naopak v oblastech moří a oceánů bylo zjištěno, že magnetické pole je více stálé, než na zemském povrchu. Denní aktivita magnetického pole se mění v průběhu celého dne díky působení elektromagnetického záření Slunce. Intenzita v severních oblastech klesá až do pravého poledne, pak se znovu zvětšuje. V letních měsících je intenzita kolísání o něco větší (Wiltschko et Wiltschko, 1995).

2.1 Magnetické bouře

Magnetické bouře jsou každodenním jevem souvisejícím s aktivitou Slunce a magnetického pole Země. Jsou to výkyvy, které jsou velmi malé, liší se ovšem v každé zeměpisné šířce. Aby byly tyto výkyvy dostatečně přesně zaznamenány, byly vytvořeny hodnotové indexy, které charakterizují časový průběh GMP. Jedním z indexů je tzv. Kp-index, který vyjadřuje míru kolísání v průběhu tříhodinového intervalu na základě maximálních rozdílů. Obsahuje logaritmickou stupnici, kdy 1 indexový stupeň zvýšení znamená zdvojnásobení výkyvů GMP. Kp-index je vytvořen takovým způsobem, aby byl schopný zohledňovat geografické rozdíly (údolí, hory apod.). Další indexy fungují na principu časových a místních měřítek. (Wiltschko et Wiltschko, 1995).

Wiltschkovi (1995) se ve své publikaci zmiňují také o tzv. sekulárních (dlouhodobých) variacích. Tyto variace charakterizuje jako pomalé změny sklonu, odklonu a intenzity GMP. Jsou časově zanedbatelné v průběhu života člověka i zvířete. Častým jevem jsou elektromagnetické šумы, často označované právě jako magnetické bouře, způsobené zařízeními, jako jsou generátory, nebo vedení vysokého napětí. To potvrzuje i odborný výzkum o července obecně zmíněný níže (Wiltschko et al., 2011). Tato elektrická zařízení vytvářejí oblastní geomagnetické výkyvy především v hustě osídlených oblastech. Další technická zařízení, která fungují na principu elektrotechniky, způsobují pouze dočasné výkyvy. Je otázkou, zda tyto výkyvy nepovedou k dezorientaci živočichů, či vážným onemocněním.

2.2 Magnetický a geografický sever

Zásadní význam v této problematice a jejím praktickém využití má rozdělení severu na magnetický a geografický. Díky Rayleighovu testu, který dokázal změřit významnou odchylku 5,4 stupně ve prospěch magnetického severu je dán předpoklad, že magnetický sever je ve výzkumu o magnetismu o něco přesnější. Rayleighův test pracuje s hypotézami, zda existují statistické důkazy o směrové jednostrannosti (Batschelet, 1981).

V rámci tohoto výzkumu byla po celém světě vyhodnocena i deklinace – souřadnice udávající úhlovou vzdálenost od světového rovníku. Na jižní polokouli je záporná, na severní kladná. To znemožnilo dementaci při vyhodnocování výsledků. Výsledné vektorové veličiny měřící se na lokalitách s vysokou deklinací, jak zápornou, tak i kladnou, se významně lišily při využití geografického severu jako referenční hodnoty. Použití magnetického severu bylo v tomto ohledu lepší, nebyl totiž zaznamenán žádný velký rozdíl mezi naměřenými hodnotami (Begall et al., 2008).

Působení magnetického pole Země na živočichy je již známé, je ale potřeba zmínit i další faktory, které mohou výzkum v této oblasti určitými způsoby ovlivnit.

2.2.1 Faktory ovlivňující magnetické pole Země

Vítr jako veličina není při měřeních důležitým faktorem, jelikož většina divoce žijící zvíře při odpočinku, ale i pastvě vyhledává místa, kde nejsou extrémní větrné podmínky. Naopak Slunce může živočichy a nasměrování jejich těla ovlivňovat hned ve třech různých způsobech, a to termoregulací, světelnou polarizací a oslněním. V rámci udržení tělesné teploty jsou zvířata často vystavována podmínkám, které vyvolávají metabolický stres – přehřátí, nebo podchlazení. Polarizaci světla využívá většina ptáků, například při návratu na hnízdiště (dálkové lety). K oslnění živočichů Sluncem dochází málokdy. Nejpravděpodobnější doba oslnění Sluncem je v ranních nebo pozdních odpoledních hodinách, kdy je Slunce nízko nad obzorem. Spousta biologických studií však tento aspekt vylučuje z důvodu speciálních parametrů sítnice v oku (Begall et al., 2008).

3. Magnetorecepce

První zmínky o magnetorepcepci a orientaci dle magnetického pole byly demonstrovány u ptáků. V průběhu dalších dvaceti let se vývoj testů a výzkumů rozšířil o další druhy zvířat, u kterých byl identifikován magnetický smysl. Do dnešní doby je magnetorecepce prokázána u hmyzu, ptáků, savců, želv, ryb a u bakterií (Nordmann et al., 2017).

Základem magnetického vnímání u všech zvířat je malé množství buněk a molekul. Tyto buňky zprostředkovávají uvolnění neurotransmiterů (látka sloužící k přenosu vzruchů), aktivaci sekundárních neuronů a následný informační posun do centrální nervové soustavy. V současné době existuje několik teorií, kde se nacházejí receptory integrující magnetický smysl u zvířat. Jednou z hypotéz je přítomnost magnetitu. Pokud by mělo dojít k detekci magnetického pole pomocí buněčných membrán, musel by být membránový protein spojen s feromagnetickou strukturou tvořenou oxidem železa – v tomto případě magnetitem. To potvrzuje i fakt, že je mnoho druhů schopných tvořit biogenní magnetit. Hlavním představitelem této hypotézy byly magnetotaktické bakterie, které vytvářejí řetězec magnetitových krystalů (Nordmann et al., 2017).

Zajímavým objevem pak byla studie týkající se evropských úhořů (*Anguilla anguilla*), u kterých byla testována schopnost magnetické orientace pomocí laboratorních testů a testů v přirozeném prostředí norských pobřeží. Úhoři byli testováni v laboratoři a zároveň i v moři, kde 98 % z nichjevilo preferovanou orientaci (sever-jih) v rámci přílivových cyklů. Rovněž i během uměle vytvořeného přílivu v laboratoři za pomoci simulace magnetického pole, byla zaznamenána stejná preference, avšak s nižší procentuelní hodnotou (71 %). Tato studie poukázala na souvislost magnetorecepce a cirkadiánních rytmů (Cresci et al., 2017).

3.1 Cirkadiánní rytmy

Definici cirkadiánních rytmů v odborném článku (Muraro et Ceriani, 2014) popisují jako biologické rytmy s periodou přibližně 24 hodin. Tyto rytmy jsou modifikovány jako třídílný systém složený z oscilátoru (molekulárních hodin), který je synchronizován díky indikátorům prostředí (tzv. vstupům) a tím produkuje změny parametrů (výstupy)

(Muraro, N.I., Ceriani, M.F., 2014). Tyto „hodiny“ umožňují živočišnému organismu předvídat každodenní změny prostředí. Tímto jsou schopni přizpůsobit své chování prostředí – tzn. fyziologickým podnětům a potřebám, jako je odpočinek, spánek, pastva, v závislosti na denním světle a potřebám organismu (Satchidananda et al., 2002).

Výzkum prokázal zároveň i fakt, že cirkadiánní rytmy jsou ovlivňovány nejen světlem a teplem, ale i běžnou formou v podobě 24 hodinového časového rozmezí a za nepřítomnosti žádného z vnějších podnětů. To poukazuje na přítomnost „biologických hodin“ uvnitř živočichů, které jsou však odolné vůči mnoha formám zásahu do nervového systému. Takovéto zásahy byly prováděny v hlavní vedoucí části cirkadiánních rytmů – v oblasti hypotalamu – na potkanech. Změny cirkadiánních rytmů u potkanů bylo možné změnit za předpokladu, že byl chirurgicky izolován přední hypotalamus od mediálního bazálního hypotalamu (Stephan et Zucker, 1972).

4. Orientace zvířat

Orientace každého zvířete je ojedinělá, ale v mnoha ohledech se podobá smyslům, které jsou pro zvířata velmi důležitá a jsou to – zrak, sluch, čich, chuť a hmat. Díky celosvětovým výzkumům bylo zjištěno, že orientace některých druhů zvířat může být ovlivňována i poněkud jiným smyslem, a to smyslem pro vnímání magnetického pole Země, tzv. magnetorecepcí (Barry et Burgess, 2014).

V praxi nám zvířata ukazují tento smysl při migračních „vlnách“, například ze severu na jih. Němec et Vácha (2007) uvádějí, že „*Například ptáci používají k určení směru kromě magnetického pole Země též polohu Slunce, hvězd a polarizované světlo oblohy*“. Orientace ptáků byla testována na stěhovavých druhích, konkrétně na července obecné (*Erithacus rubecula*). Tento malý pták je typický svými nočními přelety. Na jaře severo – východnějším směrem, na podzim jiho-západnějším směrem (Wiltschko et al., 2011).

Při výzkumu měly červenky držené v zajetí stejnou tendenci vracet se ve stejných směrech, i když předtím nebyly ve volné přírodě. Jako hlavní důkaz se považuje experiment s červenkami drženy v zajetí, který se konal ve Frankfurtu nad Mohanem, kde zdejší geomagnetické pole má hodnotu 46 μT . Ptáci držení v tomto místě byli značně dezorientováni, avšak když byli přemístěni, byli opět schopni se orientovat (Wiltschko et Ritz, 2011).

Tak, jako všechny smysly u zvířat i lidí mají své receptory, tak i magnetismus by pravděpodobně mohl mít své "receptory". Již v roce 2004 bylo zmiňováno, že receptory citlivé na magnetismus, jsou pravděpodobně umístěny na hlavě. V průběhu let se zjistilo, že receptory se mohou nacházet i v tkáních nebo v podobě chemických reakcí na geomagnetické pole Země (Němec et Vácha, 2007). Studii na toto téma v minulosti publikovali Begall et al (2008). Zabývala se orientací skotu a jelenovitých při pastvě a odpočinku. V praxi bylo zjištěno, že velcí býložravci dávají přednost poloze osy těla v severojižním směru. Sledování probíhalo na tisících kusech zvířat po celém světě, přičemž byly brány v potaz meteorologické jevy – ty byly vyloučeny. Vymezení pojmu magnetorecepce tedy souvisí s orientací všech živočichů a dá se přirovnat k „přírodnímu kompasu“, či GPS systému, který má každý živočich v sobě uložený již od narození (Begall et al., 2008).

Profesor Burda na toto téma poprvé informoval veřejnost již koncem minulého století. Studie se týkala rypošů hotentotských (*Cryptomys hottentotus*), kteří byli studováni v laboratorním prostředí. Byla založena na principu jak rypoši staví svá hnízda. Rypoši (skupina rodičů a třech dospělých potomků) si v kruhových arénách o průměru 82 cm a výšce 30 cm, nepropouštějící světlo, stavěli svá hnízda u stěn. Pokus byl prováděn v Helmholtzově cívce, která umožňovala změnu magnetického pole. Jednalo se o tři změny, kterým byla aréna s rypoši vystavěna. První byly kontrolní testy v lokálním geomagnetickém poli. Druhá změna byla zkouška v geomagnetickém poli, u kterého byl sever pootočen o 120° proti směru hodinových ručiček, přičemž celková intenzita a sklon nebyly změněny. Poslední změnou bylo převrácení severu a jihu, přičemž sklon a intenzita byly opět nezměněny. Ukázalo se, že nejlepší rozmístění hnízd rypošů bylo v jiho-východním směru. V průběhu obou zmiňovaných změn rypoši pokračovali ve stavbě hnízd ve stejném směru, ačkoliv byl změněn na severo-západ. Watson-Williamsův test v tomto experimentu naznačil, že rypoši se dokážou orientovat dle magnetického pole Země a jsou schopni tímto lokalizovat směr (Burda et al, 1990).

Později byly prováděny studie i v případě volně žijící zvěře z pozorování zálehů ve sněhu, kdy bylo možné zjistit, zdali se zvěř i při odpočinku staví do polohy severo – jižní osy. Důležitým poznatkem bylo zjištění, že skot se při pastvě natáčí svým tělem v severo-jížní ose ve většině zkoumaných případů, pokud není ovlivněn počasím (nárazové větry, silný déšť apod.) (Begall et al., 2008). Důležité je ale zmínit, že dobytek se při špatném počasí otáčí vždy nejmenší plochou svého těla proti větru, kvůli úbytku energie a tepla.

Dalším studovaným živočichem v oblasti magnetorecepce je prase divoké (*Sus scrofa*). Divoká prasata se považují za jedny z nejchytřejších zvířat z říše živočichů. Jejich sluch a čich jsou velmi dobře vyvinuty. Orientace v severo – jižní ose je u prasat viditelná především při hledání potravy či odpočinku. Otisky těl prasat (vyhrabané zálehy) poskytují dostatečné důkazy k tomu, že tato zvířata využívají magnetismus jako jeden ze svých smyslů. Představuje pro ně strategii, která je důležitá především pro druhy zvířat, která se musí rychle přizpůsobovat změnám, ať už potravním, či ekologickým. (Červený et al., 2016).

U šelem, konkrétně u lišek (*Vulpes vulpes*), byl prováděn výzkum v roce 2011. Lišky byly pozorovány při lovu myši na sněhu. Tyto šelmy využívají při lovu především svůj výborný sluch k lokaci kořisti, pokud jsou zrakové možnosti omezeny – vysoká vegetace, sníh. Pohybují se velmi pomalu a tiše a po přesném zaměření kořisti vyskočí vysoko do vzduchu a úderem předních končetin svou kořist usmrtí. Dalo by se říct, že se tedy liška orientuje pouze podle sluchu. Výzkum Červený et al. (2011) však potvrdil, že se tyto šelmy neorientují jen podle sluchu, nýbrž i podle magnetického pole Země. Červený et al. (2011) uvádí, že úspěšné útoky na kořist byly vždy směřovány k severu, zatímco útoky jinými směry se neshledaly s úspěchem. 74 % sledovaných útoků bylo směřováno na sever, 15 % na jih a ostatní byly neúspěšné. Výjimkou byl lov pod vedením vysokého napětí, kdy je narušeno geomagnetické pole Země (to platí i pro ostatní živočichy). Předpoklad, že šelma pes domácí – v našem případě slovenský kopov, bude také při lovu/sledování zvěře využívat tento směr, je více než pravděpodobné.

Jedním z důležitých odborných článků v rámci tématu orientace psů je výzkum, který byl prováděn na vlčích (*Canis lupus*) a psech domácích (*Canis familiaris*). Tato studie byla založena na základě teorie Bensona Ginsburga, která vypovídá o tom, že psi ve srovnání s vlky vykazují sníženou schopnost orientace v trojrozměrném prostoru a poté manipulace s různými předměty. Zkoumáno bylo devět vlků, z toho sedm mladých a čtyřicet dospělých německých ovčáků. Za úkol měl každý ze zkoumaných šelem vytáhnout lano zavěšené ze stropu. Obtížnost se zvyšovala přidáváním dalších lan a změnou prostorového uspořádání. Výzkum poukázal na to, že se většině mladých vlků i psů v období před sexuální zralostí dovednost orientace zvyšuje. Mladiství (juvenilní) vlci neměli téměř vůbec potíže manipulovat s jedním až dvěma lany, ovšem při přidání třetího lana chybovali. Psi byli úspěšní v případě jednoho lana i dvou, při přidání třetího lana uspělo pět psů ze čtyřiceti. V kategorii dospělých vlků byla úspěšnost maximální ve všech ohledech.

Odborná publikace (Hart et al., 2013) o orientaci psů během vyměšování psů miňuje, že při výzkumu bylo zohledněno behaviorální chování (majitel – pes), ale nepřidává se tomu jakákoliv váha vzhledem k tomu, že psi při výzkumu vykonávali každodenní rutinu a tudíž pravděpodobnost, že byli ovlivněni svými majiteli, je minimální. Testováno bylo několik desítek psů, různého věku a pohlaví ve volném pohybu, bez jakéhokoliv omezení, a především mimo vedení vysokého napětí a silničního provozu. Psi během defekace otáčejí hlavu do jiného směru, aby vyrovnali již zmiňovanou směrovou osu. I přes tento rozsáhlý výzkum však není známé, zda se pes rovná v tomto směru kvůli pohodlnosti, nebo cítí jakýsi stimul k otočení. Bylo zjištěno, že se psi rovněž vyhýbají východním a západním směrům. V částech dne, kdy je magnetické pole klidné, psi orientují svá těla severojižně, zatímco v případě magnetických bouří a neklidného magnetického pole je směr zcela náhodný. Mínění, že se psi orientují dle vizuální „mapy“ a vyhodnocují tak severní směr je možná stejné tak v případě lidí orientujících se dle mapy. „Kalibrace kompasu“ v tomto případě probíhá pravděpodobně zastavením, vyhodnocením směru a pokračováním v pohybu.

Změny magnetického pole během dne jsou zásadní pro veškeré výzkumy týkající se tohoto tématu. V dopoledních hodinách je deklinace magnetického pole směřována spíše k západu, zatímco v odpoledních hodinách je směřována k východu. Nejstabilnější dobou je noc. Ovšem je nutno zmínit, že tzv. „magnetické bouře“ jsou během dne/noci poměrně časté, tudíž vychýlení osy magnetického pole je běžné a nepředvídatelné. (Hart et al., 2013).

5. Slovenský kopov

V praktické části bylo využito pro sledování plemeno slovenský kopov. Toto plemeno autorka práce využívá pátým rokem jako pomocníka v myslivosti při dosledech, naháňkách a samostatném lovu.

5.1 Zařazení plemene

Plemeno slovenský kopov se řadí dle FCI do skupiny VI. , tedy do skupiny honičů, barvářů a příbuzných plemen. Toto plemeno bylo zařazeno a registr standardu byl oficiálně přidán do seznamu FCI dne 16.4.1963.

Kopov se řadí do středních plemen, díky své kohoutkové výšce, která se pohybuje okolo 50 cm.

5.2 Historický vývoj

Historie a vývoj slovenského kopova probíhal na území Střední Evropy, kdy se tento pes vyvíjel pravděpodobně křížením horských psů. „První písemný doklad o jistý způsob cílevědomého chovu je ze 17. – 18. století, kde je zakázáno křížit kopovy s jinými plemeny (Slimák 1964). Tento dokument je důkaz, že kopovi vznikli selekcí a ne křížením mezi různými plemeny. K jednotnému typu kopova se přikročilo opět v roce 1915. Jednalo se především o ustálení barevného rázu kopova.“ (slovenský kopov [online]). Nejsou tedy známy údaje o tom, že by byl kopov do oblasti Evropy introdukovan. Hlavní podmínkou pro vyšlechtění kopova bylo vychovat houževnatého, temperamentního psa do těžšího terénu, jaký se na Slovensku nachází, který by měl silně vyvinuté lovecké vlohy. V začátcích chovu slovenského kopova nebyl brát až takový zřetel na kvalitu a vzhled exteriéru. V tu dobu byl exteriér druhotný a kopovi v té době dosahovali kohoutkové výšky kolem 60 cm, časté byly i bílé skvrny.

5.3 Vzhled plemene

Je to pes středního vzrůstu stavěn na lehčí, ale pevné kostře. Barva je černá s pálením. Pálení se vyskytuje na mordě, nad světly, na vnitřní straně slech, na předních i zadních běžích, kde zasahuje až do oblasti vnitřních stran běhů. Nežádoucí jsou bílé znaky a nadměrně tmavé pálení (téměř černé). Kohoutková výška dosahuje u psů od 45 do 50 cm, u fen 40 – 45 cm. Váha by neměla přesahovat 20 kg. Srst je středně dlouhá s hustou podsadou (slovenský kopov[online]).

5.3.1 Charakteristika plemene

Kopov je charakterem velmi temperamentní, nebojácny a průbojný pes. Je vyšlechtěn především pro vyhledávání a štvání černé zvěře, jejíž stopu je kopov schopen sledovat i několik hodin. „Přednostně se používá na lov černé zvěře, jako honič. Vhodný je na individuální i na společný lov, prohledává malé i velké houštiny. Jako honič pracuje na velkém prostoru. Se zájmem hlasitě sleduje i stopy jiné zvěře (jelení, daňčí, mufloní, srnčí, zaječí, medvěda, rysa, lišky, kočky...). Osvědčil se i na dohledávání postřelené zvěře. Vhodný je do podhorských a horských lesních loveckých revírů, ale i do rovin. Svým osrstěním vyhovuje i na lovy ve sněhu (slovenský kopov [online]).

Kopovi jsou schopni vyvinout velkou rychlost při štvání zvěře, mnohdy dosahující ke 45 km/h. Tito psi bývají hlasití na stopě, mají výborný čich a nadprůměrnou schopnost orientace v terénu. Vyhledávají především v nepřístupných porostech a houštinách, kde jsou stále pro svou výšku velmi obratní.

U tohoto plemene je nežádoucí nadměrná agresivita a jiné, psychicky nestabilní chování. Občasná agresivita se u kopova projevuje víceméně vůči ostatním jedincům psích plemen, ne však vůči člověku.

5.3.2 Klub slovenského kopova

Prosazení kopova jako samostatného plemene začalo již po založení první československé kynologické unie. To bylo v roce 1928 (Československá kynologická unie). Zprvu byl názor na kopova negativní, hledělo se na něj jako na psa, který je postrachem pro

užitkovou zvěř. Po výběru jednotlivých psů a fen, kteří byli zhodnoceni jako kvalitní pro chov, byla Československá kynologická unie podporována i FCI (Mezinárodní kynologická unie). Dále se chov kopova zušlechťoval a nadále pokračoval ve výběru kvalitních jedinců.

Dne 30. ledna 1988 byl uznán Klub chovatelů slovenského kopova se sídlem v Bratislavě. Prvním předsedou klubu byl Ing. Dan Michalovič. V současné době je předsedou Mgr. Petr Šupík (slovenský kopov [online]).



Obrázek 2 – Ilustrační foto kopova (vlastní archiv autorky)

6. Metodika

6.1 Sledovaný pes

Praktická část bakalářské práce probíhala v terénu při denních procházkách honitbou. Byl využíván tří/čtyřletý pes plemene slovenský kopov. Tento pes je aktivně využíván v myslivosti již od mladého věku. V druhém roce života se zúčastnil zkoušek pro lovecky upotřebitelné psy, které absolvoval úspěšně. Nadále je využíván v praxi v rámci každoročních naháněk, kterých absolvuje desítky. Je to velmi aktivní, temperamentní pes s přirozenou ostrostí na černou zvěř, kterou přednostně vyhledává. Při štvání ostatní zvěře aktivně spolupracuje a ochotně ji vyhledává.

6.2 Sledování

Bakalářská práce je zaměřena na sledování psa při útěcích za zvěří a především jeho chování a taktiky při návratech k majitelce. Pes byl vybaven GPS obojkem značky Garmin T5 (Garmin LTD USA), kamerou značky Garmin Virb Elite (Garmin LTD USA) a vestou šitou na míru k upevnění příslušné kamery. Majitelka psa byla vybavena přijímačem Garmin Alpha 100 (Garmin LTD USA), na kterém bylo možné sledovat aktuální pozici psa, vzdálenost a směr jakým se pohybuje. Pes byl vypuštěn v lesním porostu a měl za úkol vyhledat zvěř bez vlivu vůdce. Po nalezení zvěře pes zvěř štvál. Směr jakým pes vyrazil, určovala zvěř. Návrat psa nebyl ničím ovlivněn, pes se vracel svévolně jakýmkoliv směrem a jeho úkolem bylo vrátit se zpět na místo, odkud vyběhl. Získané trasy společně s audiovizuálními záznamy byly exportovány do počítače do programu Garmin BaseCamp a Garmin Virb Edit. Trasy byly zpracovány v programu Garmin BaseCamp a následně rozčleněny na úseky po 10 %, ze kterých bylo možné vyhledat úsek útěku (outbound), otočky (return) a úsek návratu (inbound), včetně časových údajů, vzdálenosti a azimutů. Nejdůležitějším bodem sledování byl úsek otočky (return), na základě kterého bylo vyhodnoceno, zda se pes vrací nejkratším směrem k majiteli, jinou trasou, nejkratším směrem k cestě, nebo po vlastní stopě. Vídeja byla zpracována v programu Garmin Virb Edit, kde byla rozstříhána na jednotlivé útky a bylo zde možné hodnotit chování psa – zastávky, hledání atp.

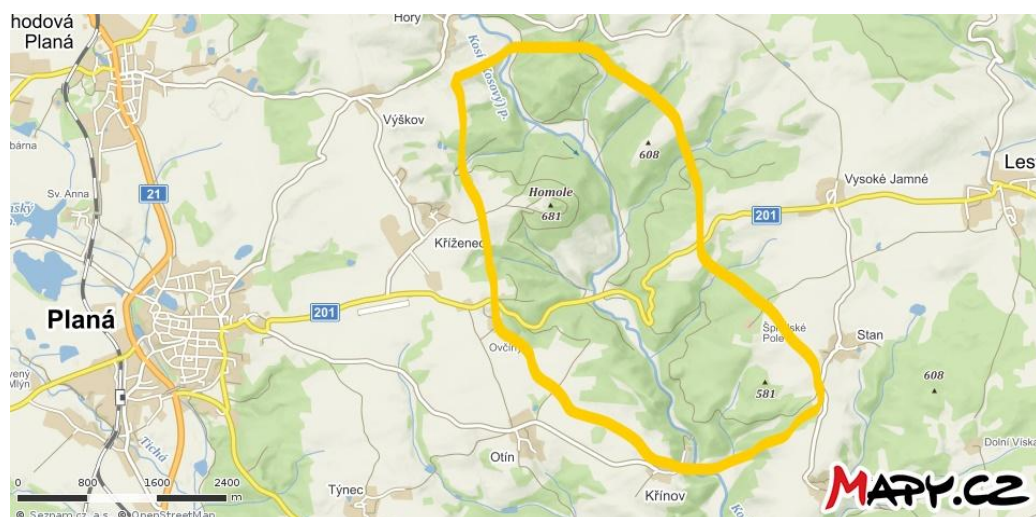
6.3 Časové období sledování

Výzkum probíhal v časovém období od března 2017 do září 2017. Pes byl za zvěři vypouštěn za každého počasí, vždy v denní dobu. Útěky probíhaly v průběhu celého dne, od ranních 6:30 hodin do 20:00 hodin večer.

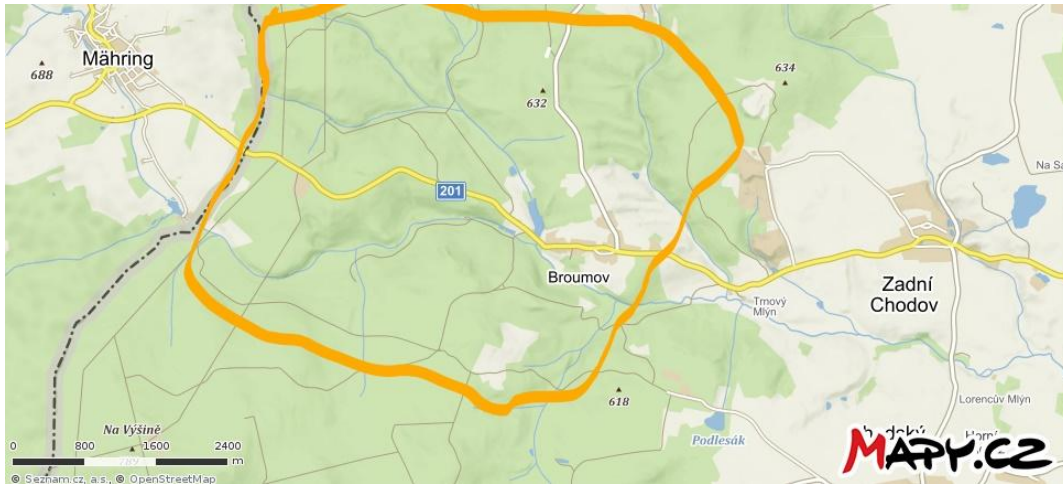
6.4 Lokalita sledování

Sledování probíhalo nedaleko města Planá u Mariánských Lázní (honitba Kosí potok) a v příhraniční oblasti hraničního přechodu Broumov (honitba Broumov). V obou honitbách probíhalo sledování v různých částech honiteb. Z větší části byla pro psa lokalita známá, avšak v několika případech byl pes vypouštěn na nových úsecích honitby. V případě honitby Kosí potok se jednalo o členitý terén, pro psa známější. V druhém případě, v honitbě Broumov, bylo prostředí mírnější z hlediska terénu, avšak s množstvím močálů a smrkových monokultur a mlazin, tedy pro psa v některých situacích neznámé a náročnější.

Pes se pohyboval především v lesních komplexech smrkového a bukového typu. Obě lokality se nacházejí v nadmořských výškách od 600 do 750 m.n.m. s dostatečným množstvím zvěře jako je sika japonský (*Cervus nippon nippon*), srnec obecný (*Capreolus capreolus*), prase divoké (*Sus scrofa*), daněk evropský (*Dama dama*) a jelen evropský (*Cervus elaphus*).



Obrázek 3 – Honitba Kosí potok



Obrázek 4 – Honitba Broumov

6.5 Zpracování dat, časové periody útěků

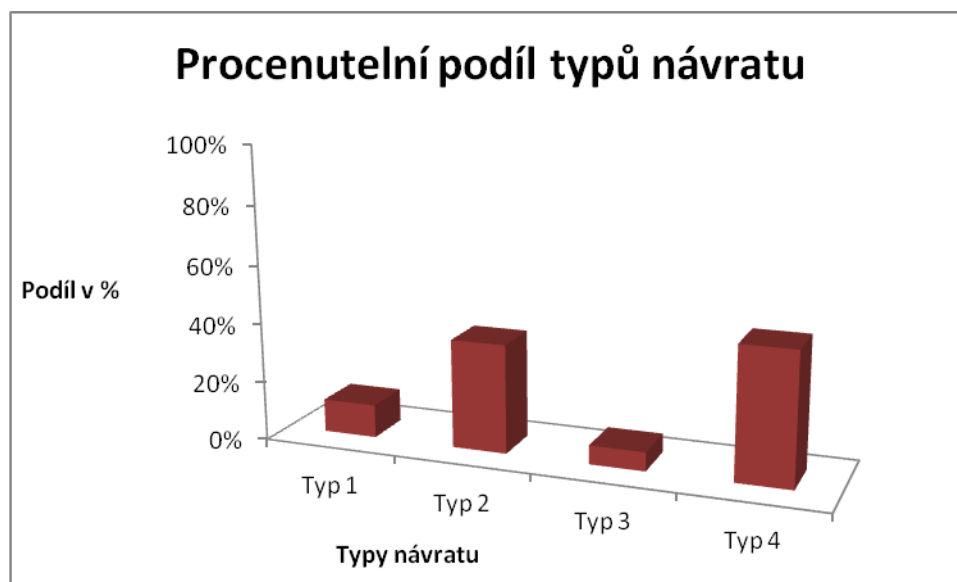
Zpracování dat probíhalo formou přenesení dat z obojku Garmin T5, z přijímače Garmin Alpha 100 a z kamery Garmin Virb Elite do počítače, kam byly veškeré záznamy nahrány. V případě vyhodnocování tras byl použit program Garmin BaseCamp, ve kterém bylo možno vidět celé záznamy tras, z nichž byly postupně vyčleněny trasy jednotlivých útěků. V případě, že byly trasy zpracovány, pokračovalo se zapisováním dat do tabulek. V první tabulce byly přehledně vypsány záznamy tras ve formě vzdálenosti, časů útěků, hodnot azimutů, rychlost jednotlivých úseků a v neposlední řadě i způsoby útěků. Druhá tabulka zaznamenávala rozčlenění trasy útěku na deset částí, z nichž u každé byl zaznamenán trasový bod, délka úseku, doba úseku, rychlost úseku, azimut úseku a typ úseku (outbound, return, inbound). Data byla následně zpracována v programu cirkulární statistiky Oriana verze 4.02 (Kovach Computing services), ve kterém bylo vyhodnoceno, zda je pravděpodobnost, že se pes orientuje pomocí magnetického pole Země, či nikoliv.

7. Výsledky

7.1 Způsoby návratu

Jak již bylo zmíněno, v praktické části bakalářské práce byl sledován pes slovenský kopov při útěcích za zvěří. Nejdůležitějším a námi sledovaným bodem byl bod return (bod návratu), následné chování a volba formy návratu psa zpět k majitelce. Je důležité zmínit, že směr, jakým pes vyrazil, určovala zvěř. Pes nebyl ničím ovlivněn. Doba a způsob návratu záležely pouze na psovi. Z dřívějších výzkumů byly použity čtyři možnosti, kterými se pes může vracet, a to:

- Využitím návratu nejkratším směrem k místu, odkud vyběhl (typ 1)
- Návrat jinou trasou do místa, odkud vyběhl, ale trasa nebyla přímá a ani po vlastní stopě (typ 2)
- Využití návratu nejkratším směrem k cestě (typ 3)
- Využití návratu po vlastní stopě (typ 4)



Graf 1 - Procentuelní podíl typů návratu

Prvním způsobem je využití návratu nejkratším směrem k místu, odkud pes vyběhl. V tomto případě se jedná o formu návratu, kdy můžeme předpokládat použití magnetorecepce. V tomto případě pes volil tuto variantu v 11,29 %.

Druhou variantou byl návrat jinou trasou do místa, odkud vyběhl, ale trasa nebyla přímá, ani po vlastní stopě. Jednalo se o trasy, při kterých s pes vrátil z jiného směru, než vyběhl. V rámci tohoto typu by se opět jednalo o pravděpodobné ovlivnění magnetickým polem, které budou dále ve výsledcích zohledňovány.

Třetí typ zahrnoval návraty, které byly nejkratší ve směru k cestě. Zde se jednalo o variantu, kdy pes s největší pravděpodobností prostředí znal a vzhledem k urychlení a zjednodušení návratu se orientoval na cesty, které byly buď v závislosti na pozici majitelky psa nejbližší, nebo se po nich alespoň z části přiblížil a ulehčil si tím tak trasu zpět k majitelce. Typ číslo tři pes využíval nejméně, a to z 6,45 %.

Posledním způsobem byl návrat po vlastní stopě. Ten využíval pes v největším procentuálním zastoupení. Nutno ale podotknout, že ve vyhodnocování byly zahrnuty i trasy, které byly při inbound úsecích vzdáleny od úseků outbound do 100 m. Takto se pes vracel ve 45,16 %.

7.2 Dělení úseků

Získané trasy byly vyhodnoceny a zapsány v tabulce – den, čas, délka trvání trasy, rychlost atd. Pro přesné vyhodnocení dat však bylo potřeba jednotlivé trasy selektovat do deseti úseků. Každý úsek měl hodnotu tzv. trasových bodů, díky kterým byl každý z deseti úseků přesně lokalizován. Vyhodnocena byla pak doba úseku, rychlost, azimut úseku a typ. Díky tomuto rozdělení bylo nadále možné pracovat s přesnými údaji týkající se orientace psa.

7.2.1 Rozdělení doby sledování

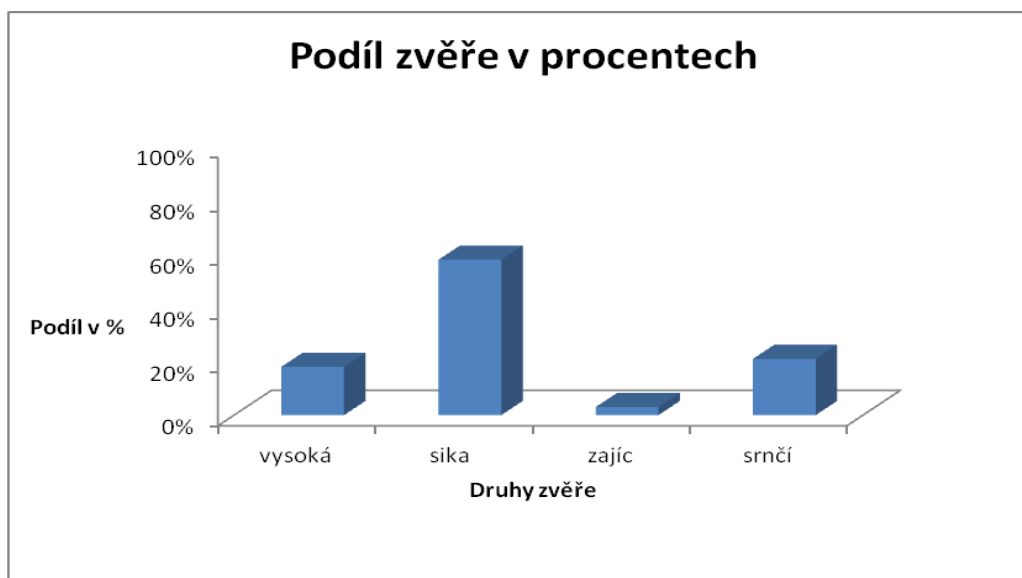
Před souhrnem dat a jejich zpracováním byla denní doba sledování rozdělena na tři časové úseky, kvůli snadnějšímu a konkrétnějšímu zpracování, a to na:

- dopolední dobu (35,5 %)
- poledne (25,8 %)
- odpolední dobu (38,7 %)

Dopolední doba byla dělena na časové rozmezí 7:00 až 11:00. Poledne zahrnovalo čas 11:00 až 15:00 a v odpolední době byly zahrnuty časy 15:00 až 20:00. Rozdělení na tyto časové úseky pomohlo konkretizovat jednotlivé úseky vzhledem k cirkadiánním rytům a k magnetickému počasí.

7.2.2 Podílové zastoupení sledované zvěře

Druhy zvěře, které se nacházely v obou honitbách, pes už v praxi potkal. Při sledování se dostal do kontaktu se srnčí, sičí, vysokou zvěří a zajícem. Nejvíce zastoupená byla zvěř jelena siky v podílu 58 %. Srnčí zvěř byla ve sledovaných úsecích zastoupena v 21 %, vysoká 18 % a zajíc se 3 %.



Graf 2 - Podíl zvěře v procentech

7.2.3 Průměrný čas útěků a délka tras

Nejdelší průměrný čas útěků byl viditelný u preferovaného druhu zvěře – siky. Časový průměr útěků byl u siky 0:05:24, srnčí 0:03:19, vysoká 0:04:59 a u zajíce 0:02:28. U délky tras opět převažovaly útky za sikou a to v průměru 1,2 km, srnčí 663 m, vysoká

972 m a zajíc 507 m. V souhrnu můžeme říct, že upřednostňovaným druhem zvěře byl sika, se kterým se pes nejčastěji setkal a preferoval ho.

7.2.4 Vzdálenost psa od majitelky

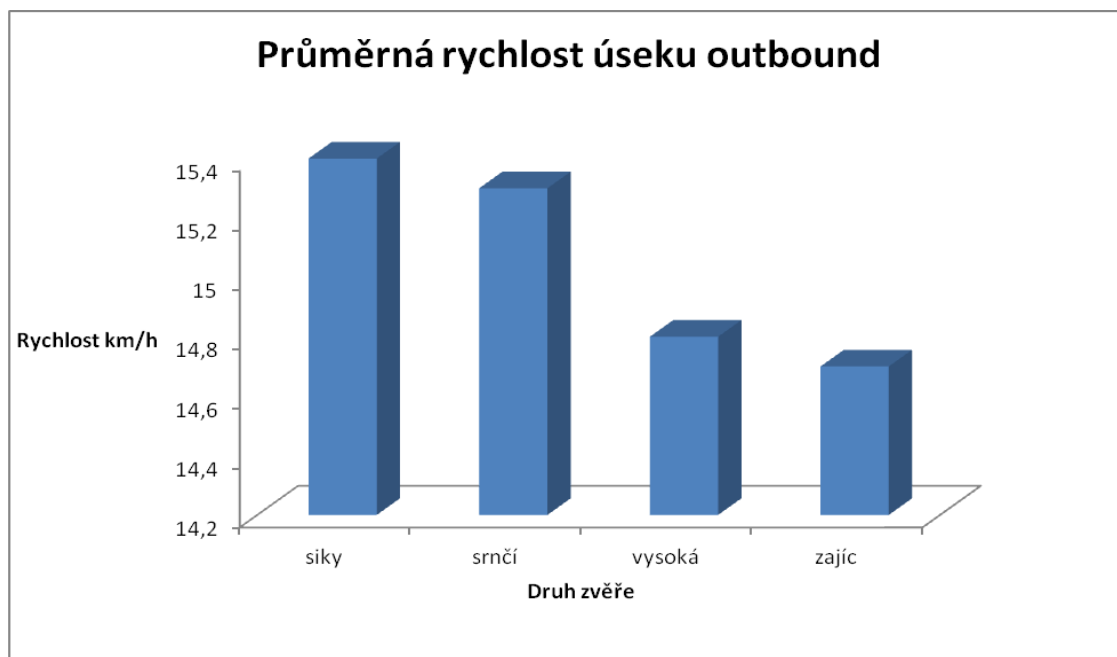
S útky souvisela i vzdálenost, na kterou se pes vzdálil od majitelky. Byla měřena vzdálenost od bodu návratu (return) k majitelce. Na jakou vzdálenost se pes rozhodl utéct, si volil pouze sám. Průměrná délka úseku při útěku za sikou byla 261,4 m – nejvyšší ze všech. Přisuzujeme to větší atraktivnosti zvěře siky, kterou pes upřednostňovala nejvíce. Za vysokou zvěří se pes vzdaloval od majitelky v průměru na 226,7 m. Za dalšími dvěma druhy zvěře pes odběhl od majitelky v průměru 150 m, resp. 180 m.

7.2.5 Rychlost úseků

Dalším z proměnných ve sledování útěků psa byla rychlost. V teoretické části bylo zmíněno, že je kopov schopný dosahovat rychlostí až 45 km/h v závislosti na terénu a situaci. V našem případě pes dosahoval největších rychlostí při sledování od 35 km/h do 39 km/h.

7.2.6 Rychlost outbound úseků

Outbound úsek byla část trasy, při které měl pes největší zrychlení. Jednalo se o situaci, kdy pes při vyhledání našel stopu živé zvěře, nebo jí uviděl. V níže přiloženém grafu můžeme vidět porovnání jednotlivých druhů zvěře a průměrnou rychlost úseků při sledování zvěře psem.



Graf 3 - Průměrná rychlost úseku outbound

7.2.7 Rychlost po otočce

Jak již bylo zmíněno, výše uvedený úsek outbound byla část trasy směrem za zvěří. Dále následoval úsek return a úsek inbound. Bod otočky (return) zvolil pes sám. Průměrná rychlost po otočce se pohybovala okolo hodnoty 12,8 km/h (SD 4,55; 4,1 km/h; 21 km/h).

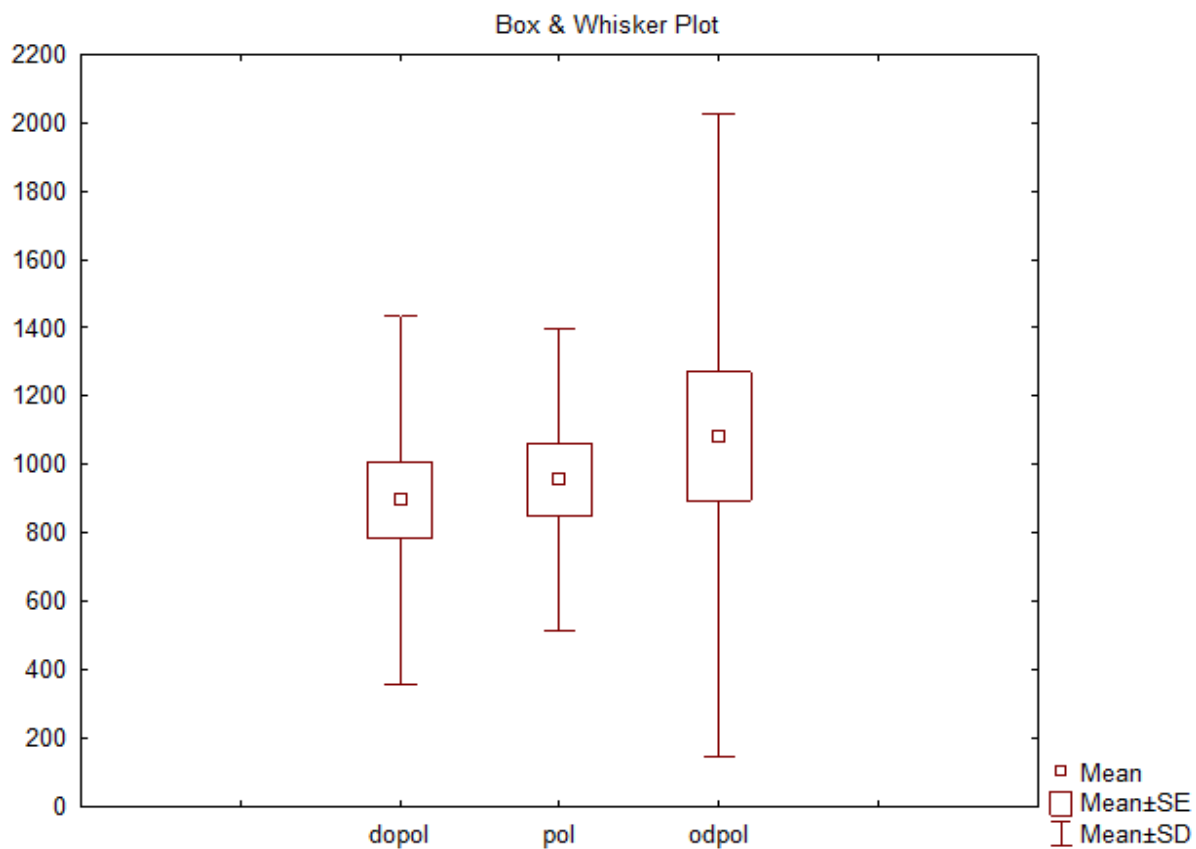
7.3 Cirkadiánní rytmy

K vyhodnocení cirkadiánních rytmů bylo zapotřebí využít rozdělení denní doby na tři části – dopoledne, poledne a odpoledne. Cílem vyhodnocení v rámci cirkadiánních rytmů bylo získat informaci o tom, zdali je pes ovlivněn při orientaci cirkadiánními rytmy, či nikoliv.

7.3.1 Délka trasy a denní doba

Prvním hodnocením je vztah délky trasy k denní době. Dalo se předpokládat, že k ovlivnění cirkadiánními rytmy v různé denní době mohlo dojít. Z výsledného statistického

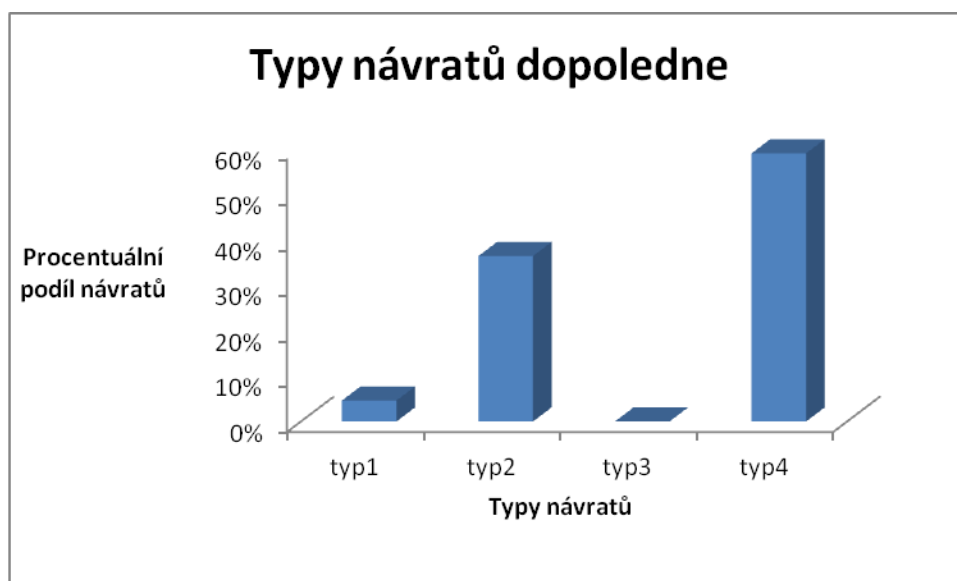
grafu přiloženého níže však můžeme vidět, že k ovlivnění nedošlo ani v jednom časovém úseku.



Graf 4 - Závislost délky trasy a denní doby

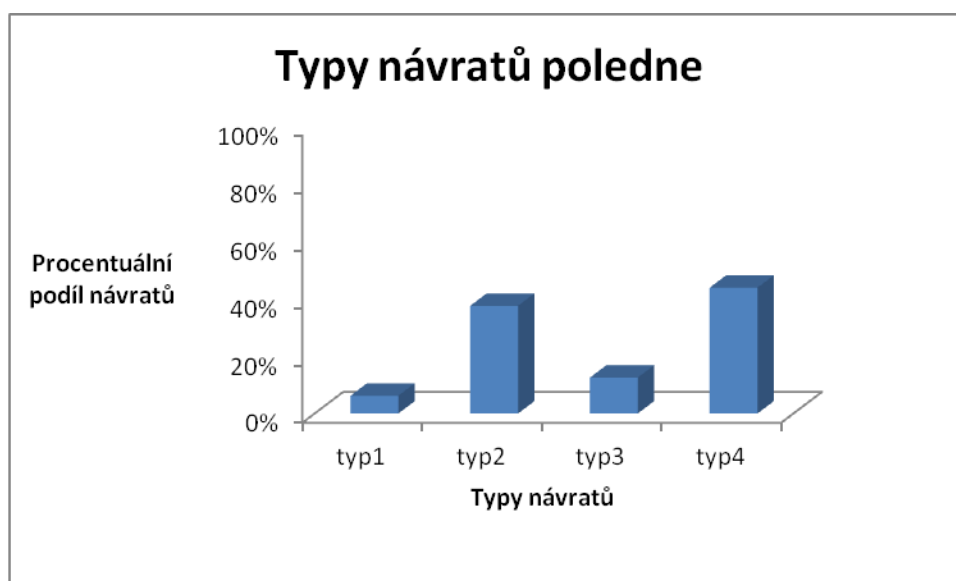
7.3.2 Typy návratu a denní doba

Další možností vyhodnocení vzhledem k cirkadiánním rytmům byl vztah volby typu návratu k denním dobám. Z výsledného grafu můžeme vidět, že pes upřednostňoval v dopoledních hodinách typ č. 4, tedy návrat po vlastní stopě.



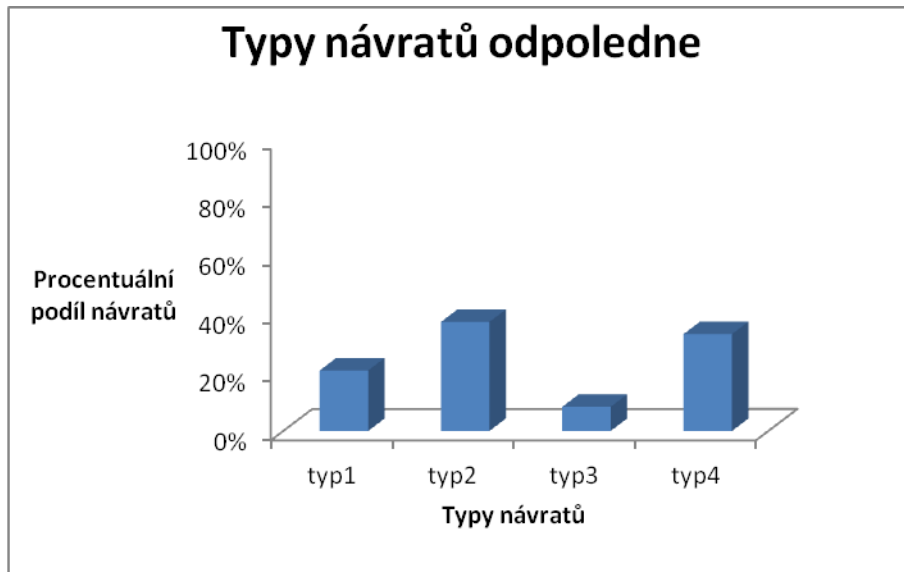
Graf 5 - Typy návratu dopoledne

Návraty v poledních hodinách byly v procentuelním podílu nejvíce zastoupeny opět v typu č. 4., což můžeme vidět v grafu níže.



Graf 6 – Typy návratu poledne

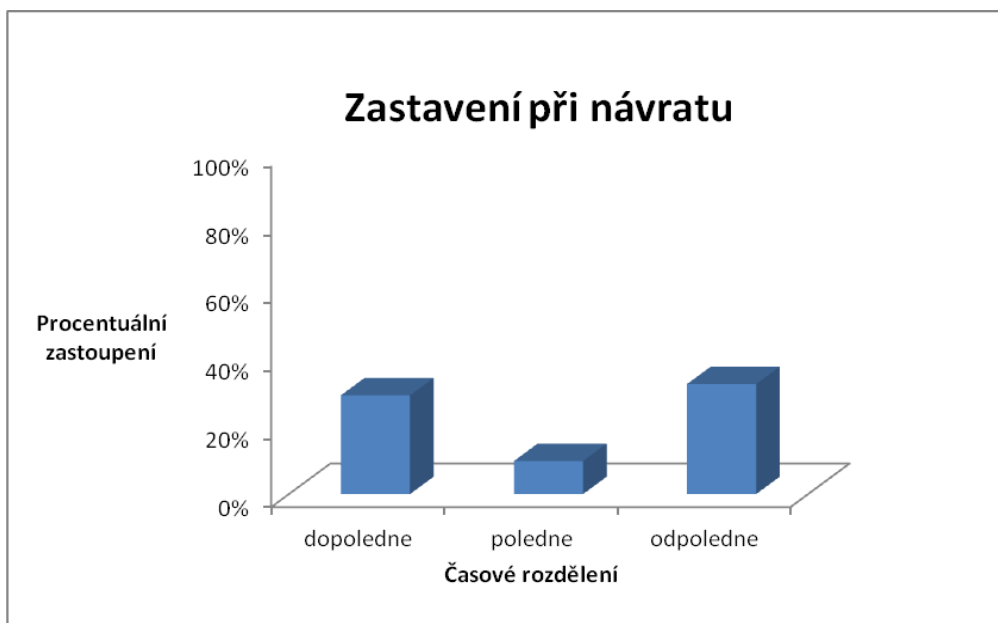
Posledním časovým úsekem bylo odpoledne, kdy se nejčastěji využíval typ č. 2, tedy návrat jinou trasou do místa, odkud vyběhl. Níže můžeme vidět procentuální zastoupení.



Graf 7 – Typy návratů odpoledne

7.3.3 Počet zastávek zpátky a denní doba

Při vyhodnocování dat byly brány v potaz videozáznamy, na kterých bylo zjištěno, že se pes v průběhu tras několikrát zastavuje. Důvodem, proč pes zastavuje, je možnost srovnání směru a vyhodnocení azimutu návratu. Zastávky ve zpáteční části trasy byly vyhodnocovány v rámci cirkadiánních rytmů, a to z důvodu porovnání zda se pes nezastavoval častěji v dopoledních, poledních, či odpoledních hodinách. V níže uvedeném grafu je znázorněný procentuální počet zastavení pouze zastávek zpátky. Nutno podotknout, že do zastavení se nepočítaly zastávky typu chlazení ve vodě, pití či defekace. Můžeme tedy vidět, že nejvíce pes zastavoval v odpoledních hodinách.

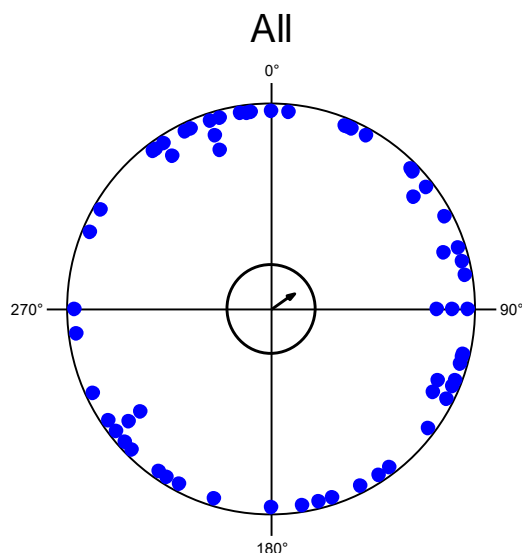


Graf 8 – Zastavení při návratu

7.4 Vliv magnetického počasí

7.4.1 Vyhodnocení azimutu, kterým pes vybíhal od majitelky

Poslední část výsledků se týká vlivu magnetického pole Země na orientaci psa v průběhu útěků za zvěří. Zde byly využity azimuty získané z jednotlivých úseků tras. V prvních výsledcích bylo zjištěno, že se pes od majitelky vydával různými směry. Důvodem je, že směr, kterým pes vybíhal, určuje pronásledovaná zvěř.



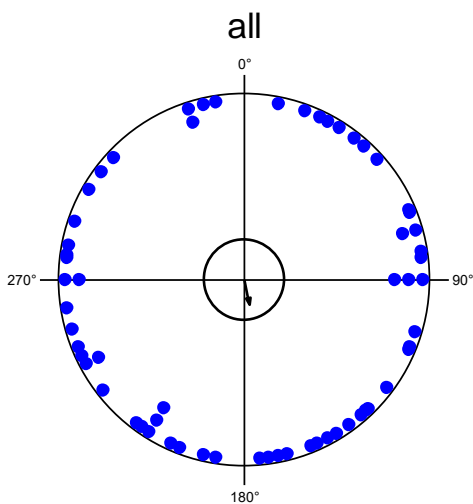
Variable	All
Data Type	Angles
Number of Observations	62
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	55,977°
Length of Mean Vector (r)	0,14
Concentration	0,282
Circular Variance	0,86
Circular Standard Deviation	113,706°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	1,208
Rayleigh Test (p)	0,299

Graf 9 – Azimut, kterým pes vybíhal od majitelky

Z grafu je patrné, že zvěř v útěcích nepreferovala určité směry. Rayleighův test vyšel v tomto případě s hodnotou 0,299.

7.4.2 Vyhodnocení úseku posledního azimutu před návratem

Další směr, který byl hodnocen, je azimut, kterým pes směřoval těsně před otočkou. Tento azimut byl také náhodný. Pes pokračoval stále ve směru, který určovala zvěř. Rayleighův test zde vyšel v hodnotě 0,322.



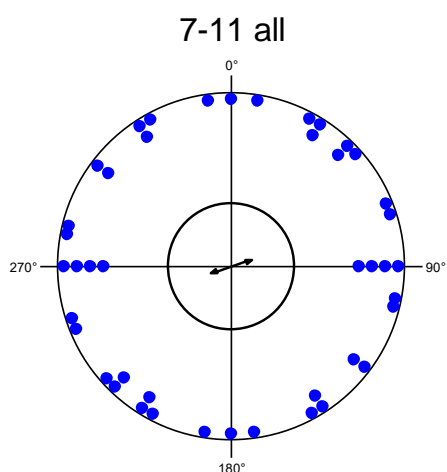
Variable	all
Data Type	Angles
Number of Observations	62
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	167,961°
Length of Mean Vector (r)	0,135
Concentration	0,273
Circular Variance	0,865
Circular Standard Deviation	114,626°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	1,133
Rayleigh Test (p)	0,322

Graf 10 – Azimut před otočkou

Na grafu můžeme vidět, že jsou směry různé. Není tedy předpoklad, že by se pes začal rovnat do určitého směru ještě před otočkou.

7.4.3 Vyhodnocení azimutu prvního bodu návratu

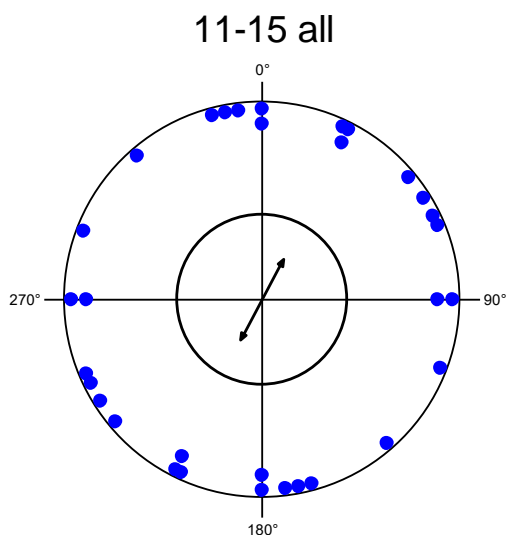
Azimuty prvního bodu návratu byly směry, kterými se pes vydal ihned po otočce. V dopoledních hodinách pes vykazoval mírně směrovou preferenci (Graf 11), spíše však ve směru východ/západ. Data však nevyšla statisticky signifikantně. Ve vyhodnocení azimutů prvního bodu návratu jsou zahrnuty všechny trasy dohromady.



Variable	7-11 all
Data Type	Axial
Number of Observations	22
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	73,01°
Length of Mean Vector (r)	0,123
Concentration	0,248
Circular Variance	0,438
Circular Standard Deviation	58,634°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	0,334
Rayleigh Test (p)	0,721

Graf 11 – Azimut prvního bodu návratu (dopoledne)

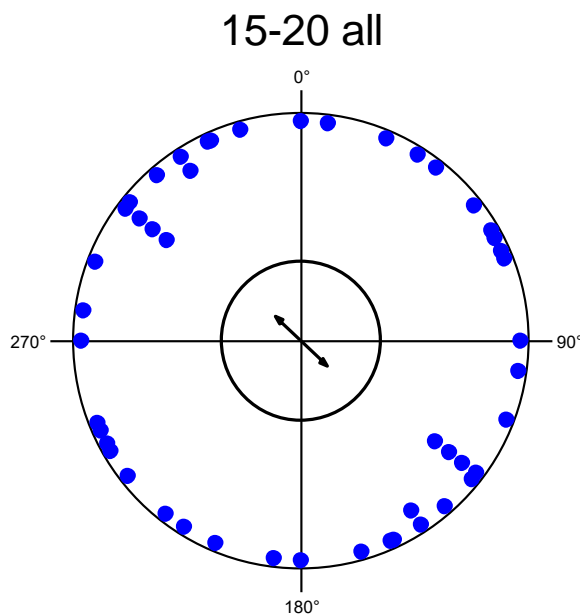
Naopak ke změně došlo v poledních hodinách, kdy se pes v prvním azimutálním bodu návratu stácel do polohy severojižního směru. Rayleighův test zde vyšel 0,439.



Variable	11-15 all
Data Type	Axial
Number of Observations	16
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	28,323°
Length of Mean Vector (r)	0,229
Concentration	0,471
Circular Variance	0,385
Circular Standard Deviation	49,181°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	0,84
Rayleigh Test (p)	0,439

Graf 12 – Azimut prvního bodu návratu (poledne)

V posledním časovém úseku 15-20 hodin se směr rovnání psa změnil v přesném opaku oproti dopoledním a poledním hodinám. Důvodem může být částečná orientace podle západu Slunce.

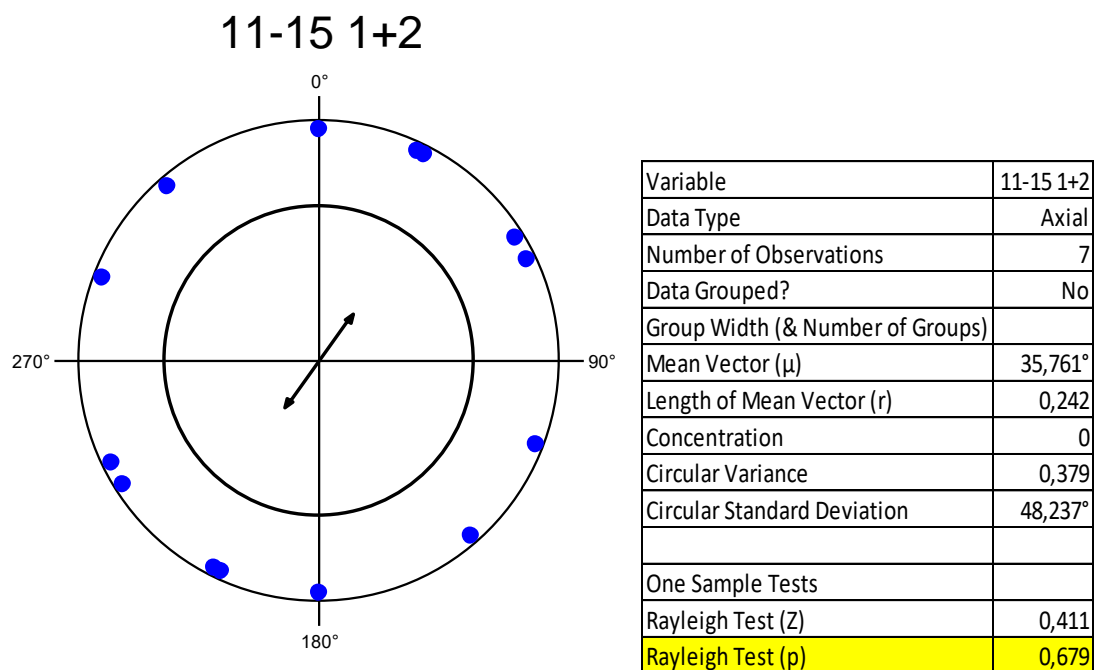


Variable	15-20 all
Data Type	Axial
Number of Observations	24
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	133,622°
Length of Mean Vector (r)	0,155
Concentration	0,313
Circular Variance	0,423
Circular Standard Deviation	55,352°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	0,574
Rayleigh Test (p)	0,568

Graf 13 – Azimut prvního bodu návratu (odpoledne)

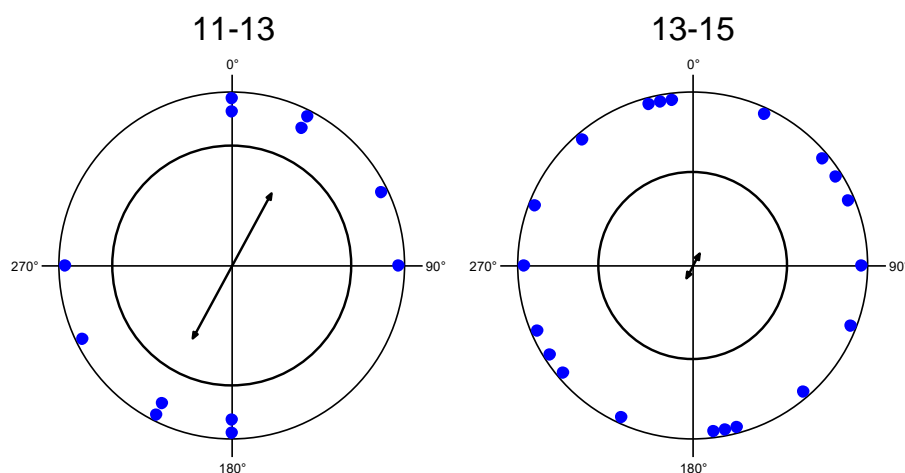
Na níže přiloženém grafu můžeme vidět směr rovnání v prvních dvou typech návratů (návrat nejkratším směrem k majiteli a návrat jinou trasou k majiteli), u kterých se předpokládá, že by se pes mohl orientovat podle magnetického pole Země. V grafu můžeme vidět, že se pes rovnal víceméně podél severojižní osy. Jedná se o časový úsek poledne.

Jedná se ale pouze o náznaky chování vzhledem k tomu, že data nevyšla statisticky signifikantně.



Graf 14 – Azimut prvního bodu návratu (poledne návrat 1 +2)

Níže můžeme porovnat dva grafy, které znázorňují, že rovnání psa do severojižního směru bylo častější v rozmezí 11-13 hodin, než v 13-15 hodinách.



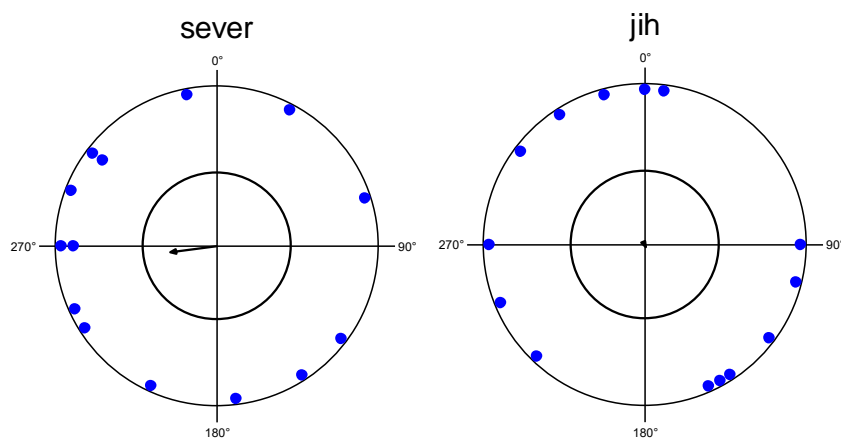
Variable	11-13	13-15
Data Type	Axial	Axial
Number of Observations	6	10
Data Grouped?	No	No
Group Width (& Number of Groups)		
Mean Vector (μ)	28,788°	26,699°
Length of Mean Vector (r)	0,475	0,082
Concentration	0,769	0
Circular Variance	0,262	0,459
Circular Standard Deviation	34,939°	64,145°
One Sample Tests		
Rayleigh Test (Z)	1,356	0,066
Rayleigh Test (p)	0,268	0,939

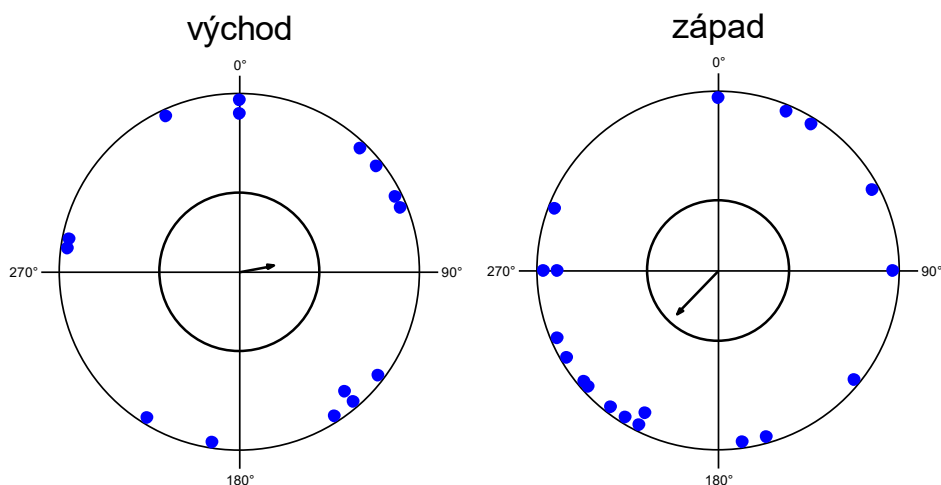
Graf 15 – Zarovnání psa v poledních hodinách

7.4.4 Ovlivnění psa vůdcem

Ovlivnění psa vůdcem ve výsledcích poukázalo na náznak chování, kdy pes v prvním úseku návratu směřoval vždy jiným směrem, než byla majitelka.

V situaci, kdy byla majitelka v pozici „sever“, pes převážně volil směr západní. V případě, že se majitelka nacházela v jižním směru, pes volil všechny ostatní pozice.





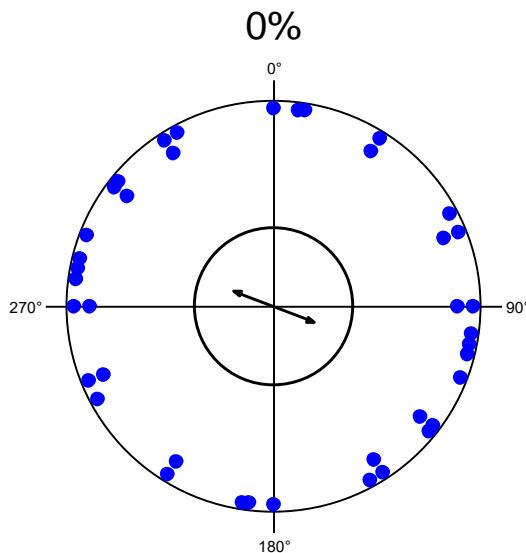
Variable	sever	jih	východ	západ
Data Type	Angles	Angles	Angles	Angles
Number of Observations	14	14	15	19
Data Grouped?	No	No	No	No
Group Width (& Number of Groups)				
Mean Vector (μ)	262,365°	154,366°	78,834°	223,31°
Length of Mean Vector (r)	0,29	0,014	0,195	0,332
Concentration	0,37	0	0,061	0,705
Circular Variance	0,71	0,986	0,805	0,668
Circular Standard Deviation	90,179°	167,876°	103,658°	85,04°
One Sample Tests				
Rayleigh Test (Z)	1,176	0,003	0,568	2,099
Rayleigh Test (p)	0,314	0,997	0,574	0,122

Graf 16 – Pozice majitelky/ první úsek návratu psa

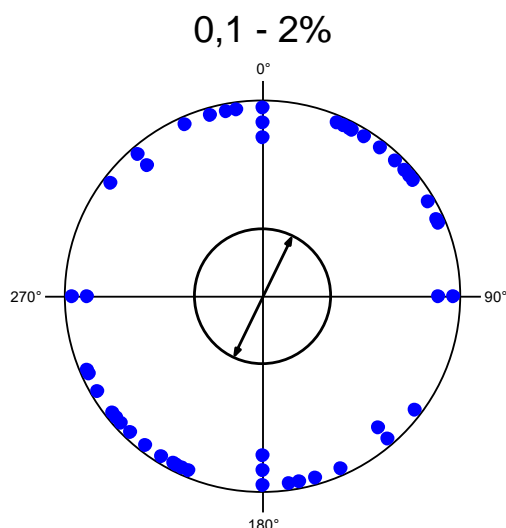
V případě, kdy se majitelka nacházela na východě, pes nepreferoval žádný konkrétní směr v prvních metrech návratu. Situace, kdy majitelka byla v západní pozici, směr prvního úseku byl v jihozápadním směru. Poukazuje to na náznaky chování, kdy pes pravděpodobně instinktivně volí určité směry.

7.5 Situace magnetického počasí vzhledem k útěkům

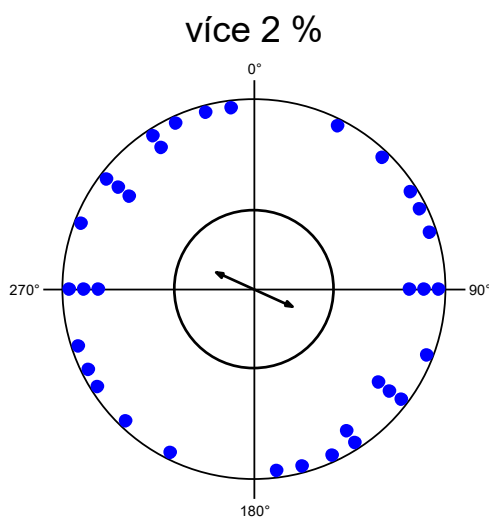
Magnetické počasí bylo v průběhu roku proměnlivé. Proto byla data rozdělena podle aktivity GMP: v klidu (0 %), v mírné aktivitě (0,1 % – 2 %) a v rozbouřeném stavu (více než 2%). Z grafů můžeme vidět, že se jedná o trend v zarovnání severojižní osy, ale bohužel výsledky nevyšly dostatečně signifikantně. Trend zarovnání se nejvíce projevil v době mírné aktivity GMP.



Graf 17 – Směr zarovnání při 0% aktivitě GMP



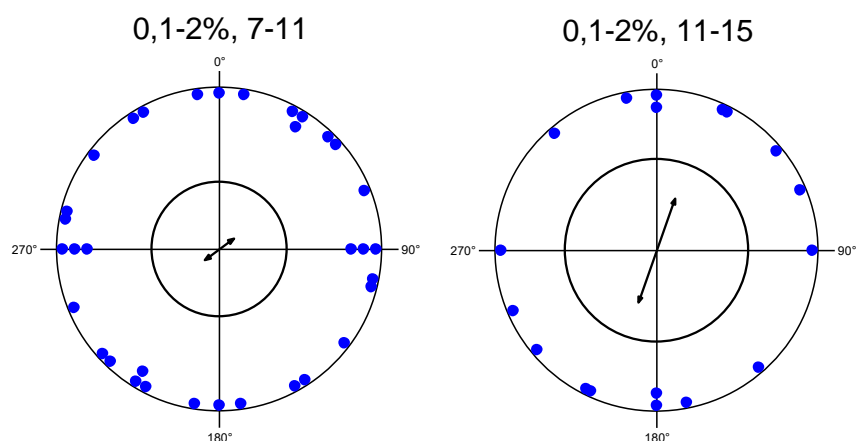
Graf 18 – Směr zarovnání při aktivitě GMP 0,1 – 2 %



Variable	0%	0,1 - 2%	více 2 %
Data Type	Axial	Axial	Axial
Number of Observations	20	25	17
Data Grouped?	No	No	No
Group Width (& Number of Groups)			
Mean Vector (μ)	111,169°	25,849°	114,485°
Length of Mean Vector (r)	0,21	0,331	0,219
Concentration	0,43	0,703	0,448
Circular Variance	0,395	0,334	0,391
Circular Standard Deviation	50,616°	42,578°	49,951°
One Sample Tests			
Rayleigh Test (Z)	0,882	2,746	0,813
Rayleigh Test (p)	0,419	0,063	0,45

Graf 19 – Směr zarovnání při aktivitě GMP více 2 %

Pro porovnání vztahu cirkadiálních rytmů a magnetického počasí můžeme níže vidět grafy, které naznačují souvislost poledních hodin a mírné aktivity magnetického pole Země.



Variable	0,1-2%, 7-11	0,1-2%, 11-15
Data Type	Axial	Axial
Number of Observations	17	9
Data Grouped?	No	No
Group Width (& Number of Groups)		
Mean Vector (μ)	54,37°	19,527°
Length of Mean Vector (r)	0,114	0,343
Concentration	0,229	0,426
Circular Variance	0,443	0,329
Circular Standard Deviation	59,75°	41,915°
One Sample Tests		
Rayleigh Test (Z)	0,219	1,058
Rayleigh Test (p)	0,808	0,357

Graf 20 – Porovnání závislosti dopolední doby a aktivity GMP

8. Diskuze

Sledování slovenského kopova v terénu při vyhledávání zvěře a jejím pronásledování byla možnost, jak zjistit další informace ve výzkumu v oblasti chování psů. Díky zkušenosti psa v terénu a schopnosti rychlých návratů byla možnost nechat psa pracovat samostatně bez ovlivnění. Právě nedůvěryhodnost v závislosti chování psa a ovlivnění majitelem se stala jedním z problémů, které se vědci snaží překonat. V případě tohoto výzkumu nedocházelo k ovlivnění ze strany majitelky.

Z výsledků je patrné, že k vyhodnocení by byl potřeba větší počet sledování, aby vyšly dostatečně signifikantně. Nicméně i z těchto výsledků jsme se mohli dozvědět, že určitá souvislost mezi orientací psa a magnetickým polem Země existuje. Videozáznamy našeho výzkumu poukazují na časté zastávky během útěku za zvěří. V některých případech se mohlo jednat pouze o pozorování, avšak zastávky byly tak časté, že by se mohla předpokládat souvislost mezi najitím správného směru a magnetismem. Takovéto malé náznaky jsou důkazem, že psi využívaní v myslivecké praxi v sobě potřebují uchovávat „systém“, kterým se musí orientovat i v neznámých oblastech. V závislosti na to by se dalo předpokládat, že pes či jiné šelmy zaměřují směry a pamatují si, kde se nachází jejich orientační bod (Červený et al., 2011). Pokud by tomu tak nebylo, nejspíš by docházelo k situacím, kdy by se pes držel v těsné blízkosti majitele, nebo by se při útěku za zvěří ztratil.

Lokality, na kterých byl pes vypouštěn pro sledování, byly z části známé a z části neznámé. I přesto pes musel bez ovlivnění vyhledat zpět místo, odkud vybíhal. V potaz se při návratech a hledání musel brát i fakt, že v případě, že by se psi opravdu orientovali podle GMP, jeho aktivita není pokaždé stejná. To by psovi značně ztěžovalo vyhledání správného směru, což můžeme pravděpodobně vidět v našich výsledcích v závislosti na aktivitě magnetického pole. Je tedy nutnost dále otestovat situace, při kterých by byla možnost psa sledovat v nočních hodinách, kdy je magnetické pole Země nejstabilnější.

Může být určitá pravděpodobnost, že se psi orientují podle intenzity slunečního záření a tedy i denní doby (Hart et al. 2013). V našem případě sledování probíhala za každého počasí, tudíž změna chování v rámci intenzity světla nebyla brána v potaz.

Hypotézu, zda je magnetorecepce pro psy tak důležitá, nemůžeme v tuto chvíli potvrdit, ani vyvrátit. K tomu bude potřeba větší počet sledovaných zvířat, sledování samotných a pokrok dalších výzkumů v oblasti zoologie a fyziologie.

9. Závěr

Tato bakalářská práce se zabývala orientačními schopnostmi slovenského kopova v závislosti na cirkadiánních rytmech a magnetickém počasí. Jelikož psovitě šelmy nejsou v tomto ohledu probádané, pokusila jsme se svými výsledky přispět k vědeckým poznatkům v rámci praktických sledování v terénu monitorovanými kamerou a GPS systémem. Statistické zpracování výsledků poukázalo na náznaky zarovnání psů podél severojižní osy, avšak k tomu, aby výsledky vyšly ve větší míře signifikantně, by byl potřeba dvojnásobek sledovaných tras. Dále lze vysledovat trend, že aktivita magnetického pole v poledních hodinách ovlivňuje jistým způsobem psa. Vzhledem k tomu, že výsledky nevyšly v žádné provedené analýze statisticky signifikantně, není možné potvrdit či vyvrátit hypotézu. Nicméně pokud by se pokračovalo v dalším sledování a sběru dat, bylo by pravděpodobně možné potvrdit, že psi magnetorepenci opravdu využívají. Během orientace v terénu vstupuje pravděpodobně do hry mnoho rušivých vlivů, které by bylo možno „odfiltrovat“ rozšířením datového souboru.

Pořízené videozáznamy a zpracované trasy byly rozčleněny na jednotlivé útky a úseky, a tím byla možnost precizně zpracovat výsledky s ohledem na cirkadiánní rytmy a magnetismus. Videozáznamy dopomohly k vyřešení situací, kdy pes podle časových a rychlostních hodnot zpomalil či zastavil. Na nich pak byla možnost vidět, co v té chvíli pes dělal a z jakého důvodu zastavil. Zastávky, které pes absolvoval v průběhu útěku, byly vyhodnoceny jako možný náznak orientace podle magnetického pole Země. Vzhledem k jejich četnosti a žádnému jinému vysvětlení se naskytlo toto vysvětlení. Pes se totiž vždy vydal po zastávce jiným směrem.

Závislost prvního úseku návratu trasy psa a pozice majitelky byla z počátku výzkumu skepticky pojata. Konkrétně byl pozorován bod návratu a směr, jakým se pes poté vydal. Ze zpracovaných dat vzešly grafy, které ukázaly na různé směry, kterými se pes vydával v prvním úseku návratu v souvislosti s pozicí majitelky. Tím bylo alespoň v této bakalářské

práci naznačeno, že pes volí směr návratu podle vlastního instinktu a není tak zcela ovlivňován majitelem.

V souhrnném výčtu všech zmíněných výsledků nebylo bohužel možno v provedených analýzách potvrdit statisticky významnou směrovou orientaci. Nicméně je možno vysledovat určité trendy v chování psa v závislosti na orientaci podél severojižní osy a cirkadiánních rytmech. Zarovnění psa podél severojižní osy je častější v situacích, kdy magnetické pole Země jeví mírnou aktivitu v poledních hodinách. Zároveň byl potvrzen fakt, že pes nebyl ovlivňován vůdcem při jednotlivých sledováních. To je důležitý bod pro budoucí výzkumy. Pro dostatečné prokázání souvislosti orientace a magnetického počasí by bylo zapotřebí zvýšit počet zkoumaných psů a s tím i počet sledování.

Vzhledem k vzešlým výsledkům není možné potvrdit či vyvrátit hypotézu, nicméně při pokračování v dalším sledování by množství nasbíraných dat vytvořilo dostatečné podklady o tom, že psi magnetorecepci opravdu využívají.

Seznam použité literatury

BURDA, H., MARHOLD, S., WESTENBERGER, T., WILTSCHKO, R., WILTSCHKO, W. 1990. *Magnetic compass orientation in the subterranean rodent *Cryptomys hottentotus* (Bathyergidae)*. *Experientia*. 46 (5). 528-530.

BARRY, C., BURGESS, N. 2014. *Neural mechanisms of self-location*. *Current Biology*. 24 (8). p. 330 – 339. doi: 10.1016/j.cub.2014.02.049.

BATSCHLET, E., 1981, *Circular Statistic in Biology*, p. 371, London: Academic Press,

BEGALL, S., ČERVENÝ, J., NEEF, J., VOJTĚCH, O. a BURDA, H., 2008 *Magnetic alignment in grazing and resting cattle and deer*. The National Academy of Sciences of the USA,

ČERVENÝ, J., BURDA, H., JEŽEK, M., KUŠTA, T., HUSINEC, V., NOVÁKOVÁ, P., HART, V., HARTOVÁ, V., BEGALL, S., MALKEMPER, E.P., 2016, *Malignment in warthogs *Phacochoerus africanus* and wild boars *Sus scrofa**, *Mammal Review*, ISSN 0305-1838

ČERVENÝ, J., BEGALL, H., *Magnetické krávy a internet přitahují*, 2008 [online]. [cit. 2017-11-19]. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2008/cislo-11/magneticke-kravy-internet-pritahuji.html>

ČERVENÝ, J., BEGALL, S., KOUBEK, P., NOVÁKOVÁ, P., BURDA, H., 2011 *Directional preference may enhance hunting accuracy in foraging foxes*. *Biology Letters*, roč. 2011, č 7, s. 355-357. ISSN: 1744-9561.

CRESCI, A., PARIS, C., DURIF, C., SHEMA, S., BJELLAND, R. a SKIFTESVIK, A., 2017, Glass eels (*Anguilla anguilla*) have a magnetic compass linked to the tidal cycle [online]. 2017, [cit. 2017-12-29]. DOI: 10.1126/sciadv.1602007.

HART, V. – NOVÁKOVÁ, P. – MALKEMPER, E. – 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*, roč. 10, č. 80, s. 1-12. ISSN: 1742-9994.

JANÁČKOVÁ, Alena, 1995, *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie: Země je velký magnet*, Praha: PMFA, ISBN 80-85297-56-6., 192-197.

KLUB SLOVENSKÉHO KOPOVA [online], © 2016-2017. [cit.17.12.2017]. Dostupné z <http://www.slovenskykopov.cz/>

MURARO, N., CERIANI, M. F., 2014, *Circadian rythms*, Cambridge University Press

NISHIMURA, T. a M. FUKUSHIMA, 2009, *Why animals respond to the full moon: Magnetic hypothesis. ScienceDirect. Elsevier*, 399-401.

NORDMANN, G., HOCHSTOEGER, T. , KEAYS, D., 2017, *Magnetoreception—A sense without a receptor*[online]. 23.10.2017 [cit. 2017-12-29]. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2003234>.

SATCHIDANANDA, P., HOGENESCH, J. B., KAY, S.A., 2002, *Circadian rythms from flies to human*, *Nature*, vol. 417

STEPHAN, F. K., ZUCKER, I., 1972, *Circadian Rhythms in Drinking Behavior and Locomotor Activity of Rats Are Eliminated by Hypothalamic Lesions*

WILTSHKO, R. a W. WILTSHKO. 1995, *Magnetic orientation in animals*. Springer, ISBN 978-3-642-79751-4.

WILTSCHKO, W., R. WILTSCHKO a T. RITZ., 2011, *The mechanism of the avian magnetic compass*. ScienceDirect. Elsevier, roč. 22., č.3 ,9 s.

Seznam obrázků

Obrázek 1– <i>Wiltshko et Wiltshko, 1995 „Schematický pohled na Zemi a geomagnetické pole. Šipky na obvodu jsou úměrné k intenzitě magnetického pole. Jejich odchylka od vertikální polohy značí sklon magnetického pole v daném místě. Oba magnetické póly jsou vyznačeny v závislosti na rovník.“</i>	11
Obrázek 2 – Ilustrační foto kopova (vlastní archiv autorky)	21
Obrázek 3 – Honitba Kosí potok	23
Obrázek 4 – Honitba Broumov	24

Seznam grafů

Graf 1 - Procentuelní podíl typů návratu	25
Graf 2 - Podíl zvěře v procentech	27
Graf 3 - Průměrná rychlost úseku outbound	29
Graf 4 - Závislost délky trasy a denní doby	30
Graf 5 - Typy návratu dopoledne	31
Graf 6 – Typy návratu poledne	31
Graf 7 – Typy návratů odpoledne	32
Graf 8 – Zastavení při návratu	33
Graf 9 – Azimut, kterým pes vybíhal od majitelky	34
Graf 10 – Azimut před otočkou	35
Graf 11 – Azimut prvního bodu návratu (dopoledne)	35
Graf 12 – Azimut prvního bodu návratu (poledne)	36
Graf 13 – Azimut prvního bodu návratu (odpoledne)	36
Graf 14 – Azimut prvního bodu návratu (poledne návrat 1 +2)	37
Graf 15 – Zarovnání psa v poledních hodinách	38
Graf 16 – Pozice majitelky/ první úsek návratu psa	39

Graf 17 – Směr zarovnání při 0% aktivitě GMP.....	40
Graf 18 – Směr zarovnání při aktivitě GMP 0,1 – 2 %.....	41
Graf 19 – Směr zarovnání při aktivitě GMP více 2 %.....	41
Graf 20 – Porovnání závislosti dopolední doby a aktivity GMP.....	42