

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie



Bakalářská práce

Vliv zemského magnetismu na zvolená plemena psů

Autor: Sandra Biskupová

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

2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Biskupová Sandra

Hospodářská a správní služba v lesním hospodářství

Název práce

Vliv zemského magnetismu na zvolená plemena psů

Anglický název

Influence of geomagnetism on selected dog breeds

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zpracování literární rešerše k problematice magnetismu a sledování magnetické orientace zvolených plemen psů při krmení a odpočinku.

Metodika

V bakalářské práci se zaměřte na zpracování literární rešerše k dané problematice a zdokumentování vlivu magnetismu na psy (pokud má studentka možnost sledovat i kočky, zaměřte se pro srovnání také na ně) včetně statistického vyhodnocení dat. Magnetorecepce bude sledována především při příjmu potravy a odpočinku zvířat. Součástí práce bude ekonomická analýza chovu zvoleného plemene psa. Přesná metodika měření bude sdělena na konzultacích.

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

magnetismus, magnetorecepce, plemeno

Doporučené zdroje informací

Begall, S., Červený, J., Neef, J., Vojtěch, O. & Burda, H. 2008 Magnetic alignment in grazing and resting cattle and deer. Proc. Natl Acad. Sci. USA 105, 13 451– 13 455.

Begall, S., Malkemper, S. E. P., Červený, J., Němec, P. & Burda, H. 2013 Magnetic alignment in mammals and other animals. Mammalian Biology 78, 10–20.

Burda, H., Marhold, S., Westenberger, T., Wilschko, W. & Wilschko, 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.

Hart, V., Kušta, T., Němec, P., Bláhová, V., Ježek, M., Nováková, P., Begall, S., Červený, J., Hanzal, V., Malkemper, E.P., Štípek, K., Vole, C. & Burda, H. 2012 Magnetic alignment in carps: Evidence from the Czech Christmas fish market. *PLOS ONE* 7(12), doi:10.1371/journal.pone.0051100.

Hart, V., Malkemper, E.P., Kušta, T., Begall, S., Nováková, P., Hanzal, V., Pleskač, L., Ježek, M., Policht, R., Husinec, V., Červený, J. & Burda, H. 2013 Directional compass preference for landing in water birds. *Frontiers in Zoology* 10(38), doi: 10.1186/1742-9994-10-38.

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.

Vedoucí práce

Nováková Petra, Ing., Ph.D.

Termín odevzdání

duben 2014

Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan fakulty

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Vliv zemského magnetismu na zvolená plemena psů“ vypracovala samostatně pod vedením Ing. Petry Novákové, Ph.D. a použila jsem parametry, 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 30.4.2014

.....

Poděkování

Chtěla bych poděkovat své vedoucí bakalářské práce Ing. Petře Novákové, Ph.D., za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce.

Abstrakt:

Bakalářská práce se zabývá vlivem zemského magnetismu na zvolená plemena psů. Práce se skládá z teoretické a praktické části. Teoretická část se zabývá popisem vybraných plemen, magnetismem a magnetorecepcí u třech hypotetických modelů. V praktické části je popsána metodika měření u zvolených plemen při vyměšování, odpočinku a krmení. Především byla sledována orientace těla i hlavy, a zda je může ovlivňovat magnetické pole Země. Výsledkem je častá shoda s výsledky jiných autorů. Jediné co se neprokázalo, bylo vyměšování psů severojižním směrem, což může být způsobeno skutečností, že byla vyhodnocována všechna data bez ohledu na to, zda magnetické pole bylo klidné, neklidné nebo bouřlivé. Díky výsledkům se dá říci, že i psi jako spousta různých zkoumaných živočichů dokážou vnímat magnetické pole Země při různých činnostech.

Klíčová slova:

Magnetismus, magnetorecepce, plemeno

Abstract

The bachelor thesis deals with the influence of the earth's magnetism on the selected dog breeds. The thesis consists of a theoretical and practical part. The theoretical part describes the selected breeds, magnetism and magnetoreception in three hypothetical models. The practical part describes the methodology of measurement of selected breeds during excretion, resting and feeding. In particular, the observed orientation of the body and head, and whether it can affect the Earth's magnetic field. The result is a common agreement with the results of other authors. The only thing that did not show the urinary north-south direction, which may be due to the fact that all data were evaluated regardless of whether the magnetic field was quiet, agitated or turbulent. With the results, we can say that dogs like lots of different animals studied can detect the magnetic field of the earth during various activities.

Keywords:

Magnetism, magnetoreception, breed

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíl práce	10
3	Literární přehled.....	11
3.1	Čivava.....	11
3.1.1	Historie.....	11
3.1.2	Charakteristika	11
3.1.3	Popis.....	11
3.2	Šeltie.....	12
3.2.1	Historie.....	12
3.2.2	Charakteristika	12
3.2.3	Popis.....	13
3.3	Magnetismus.....	14
3.3.1	Magnetické pole Země.....	14
3.3.2	Magnetický kompas	15
3.3.3	Magnetorecepce	15
3.3.3.1	Magnetorecepce založená na elektromagnetické indukci	16
3.3.3.2	Chemická magnetorecepce	16
3.3.3.3	Magnetorecepce založená na součinnosti feromagnetických částic a mechanoreceptorů.....	17
3.3.3.4	magnetické uspořádání u různých živočichů	17
4	Metodika	20
4.1	Vyměšování psů	20
4.2	Orientace psů při krmení	22
4.3	Orientace psů při odpočinku	22
4.4	Statistické vyhodnocení dat	22
5	Výsledky	23
5.1	Vyhodnocení dat z krmení.....	23
5.2	Vyhodnocení dat z odpočinku	31
5.3	Vyhodnocení dat z vyměšování	35

6	Diskuze a závěr	51
7	Použitá literatura	53

1 ÚVOD

Pes domácí (*Canis familiaris*), je nejpobulárnějším doma chovaným zvířetem na celém světě. V lidské společnosti zaujímá zcela zvláštní postavení. Vztah psa a člověka je vztahem dvou víceméně masožravých savců, kteří spolu sdílejí obydlí, potravu, přízeň i nepřízeň počasí a osudu (Taylor, 1990). O původu psa, nejstaršího zdomácnělého zvířete, existují různé domněnky. Nejpravděpodobnější je ta, podle které pes vznikl z vlka (Bakoš, 1998). Panuje mnoho dohadů o tom, jak asi probíhaly počátky jeho domestikace. Žádný z nich však nelze dokázat (Dobroruka et Berger, 1994). Člověk používal psy nejrozličnějším způsobem, jako strážce, průvodce, lovce, bojovníky, tažná zvířata i pro zahřívání nohou. Právě tak sloužil pes jako zdroj srsti či masa (Taylor, 1990).

V dnešní době si spousta vědců klade otázku, zda zemský magnetismus ovlivňuje chování jednotlivých druhů živočichů. Zvířata využívají magnetické pole Země pro navigaci a regulaci vegetativních funkcí, nicméně anatomický a fyziologický základ pro tento magnetický smysl nebyl doposud objasněn (Gregorová, 2012). Zvířata patrně vnímají a využívají geomagnetické pole Země hned několika způsoby. Prvním je kompas, který byl popsán u mnoha živočišných druhů včetně hmyzu, avšak ani jeho podstata stále není objasněna. Dalšími způsoby je schopnost vnímat sílu magnetického pole a směr jeho siločar. Díky těmto schopnostem dokážou zvířata vytvářet jakési navigační mapy, které jim pak slouží k orientaci (Votýpka, 2006).

2 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce je zpracování literární rešerše týkající se zemského magnetismu a jeho vlivu na živočichy a charakteristiky zvolených plemen psů, u nichž byl prováděn výzkum. Praktická část je zaměřena na sledování orientace psů při vyměšování, krmení a odpočinku a jejím cílem je potvrzení nebo vyvrácení preference severo - jižního směru živočichů při různých aktivitách.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Čivava

3.1.1 Historie

Původní jihoamerické plemeno, které pochází z posvátných psů Inků a později Aztéků (Taylor, 1990). Jejich vlastní je území dnešního Mexika, oblast Chihuahua, podle které dostaly své dnešní jméno. Původní čivavy byli krátkosrstí. Později se ve Spojených státech objevila mutace dlouhosrstá, která se později upevnila svým chovem (Dobroruka et Berger, 1994). V současné době se toto plemeno využívá pouze jako společník.

3.1.2 Charakteristika

Čivava je nejmenší ze všech psích plemen. Patří mezi důvěřivé psy, při každém sebemenším vzrušení štěká (Dobroruka et Berger, 1994). Je překvapivě sebevědomý a nebojácný, nezalekne se ani psů mnohonásobně větších. Nepostrádá ani lovecké instinkty (Smrček et Smrčková, 2003). Je živá, pohotová, odvážná a rychlá. Je velice oddaná svým chovatelům, přesto však nad míru smělá.

3.1.3 Popis

Čivava je droboučký pejsek, kompaktního těla. Důležitým znakem je lebka ve tvaru jablka a jeho poněkud delší ocas, nesený velice vysoko, buď zakřivený, nebo zformovaný do půlkruhu, s konečkem směřujícím k bedrům (Anonymus, 2004).

Délka těla mírně převyšuje jeho výšku v kohoutku. Nicméně je, obzvláště u psů, požadovaný tvar těla do čtverce. U fen je však z důvodu funkce reprodukce mírně delší tvar těla povolen (Anonymus, 2004).

Srst může mít dvojího typu. Krátkosrstá čivava má srst hladkou, jemnou, lesklou, přiléhající k tělu. Řídká srst na krku a bříše je povolena. Je mírně delší na krku a ocasu, kratší v obličeji a na uších. Dlouhosrstá čivava se srstí dlouhou, jemnou, hedvábnou, splývající, s praporcem na ocase (Smrček et Smrčková, 2003). Srst je delší na uších, krku, zádi, na zadní straně zadních i předních nohou, na tlapkách a na ocase. Zbarvení je přípustné všech barev, ve všech možných odstínech (Anonymus, 2004).

Čivava má v kohoutku výšku v rozmezí 15-23 cm a její ideální hmotnost v rozmezí 1,5-3 kg (Smrček et Smrčková, 2003).



Obr. č. 1 – Čivava dlouhosrstá (Biskupová, 2014)

3.2 Šeltie

3.2.1 Historie

Toto plemeno vzniklo ze slova shetland sheepdog, doslova přeloženo jako šetlandský ovčák. Shetlandy leží na nejvzdálenější části Britských ostrovů (Lišková, 2006).

Po staletí tento malý pes pásal a hlídal stáda ovcí na Shetlandech, drsných ostrovech při skotském pobřeží. Je známo, že zde má většina zvířat menší vzrůst (Taylor, 1990). Přímo se nabízející domněnka, že šeltie je zmenšeninou kolie, není správná. Šeltie je plemeno starší, původnější. Svět šeltii objevil až počátkem tohoto století, poté co byla roku 1906 vystavena na proslulé výstavě v Anglii (Smrček et Smrčková, 2003).

V současné době se šeltie chovají spíše jako společenší než pastevečtí psi (Dobroruka et Berger, 1994).

3.2.2 Charakteristika

Šeltie má pozoruhodnou inteligenci a snadno se cvičí, ale ztratil mnohé znaky svých pracujících předků. Je výborný domácí hlídač, milý a oddaný členům domácnosti, ale nedůvěřivý k vetřelcům (Taylor, 1990). Je živá, pohyblivá, sportovně založená. Bystrá a učenlivá, při výchově však vyžaduje jemný a citlivý

přístup, protože taková je její povaha (Smrček et Smrčková, 2003). Vyžadují dostatek pohybu, aby uspokojili svůj živý temperament (Dobroruka et Berger, 1994).

3.2.3 Popis

Šeltie je pes působící ušlechtilým dojmem.

Hlava se při pohledu shora plynule zužuje od uší k čumáku a tvoří tak dojem tupého úhlu. Délka čenichu a lebky je přibližně stejná (Smrček et Smrčková, 2003). Uši jsou malé, vysoko posazené, při vzrušení polovztyčené s překlopenými špičkami (Taylor, 1990). Barva očí je vždy tmavohnědá. Pouze u zbarvení blue merle jsou oči modré (Dobroruka et Berger, 1994).

Tělo tvoří hluboký hrudník s dobře klenutými žebry, rovný hřbet a trup mírně svažité (Taylor, 1990). Ocas je nízko nasazený, dlouhý a bohatě osrstěný, na konci mírně zahnutý (Smrček et Smrčková, 2003).

Srst dlouhá, rovná a na omak tvrdá. Kolem krku tvoří hřívu, naopak na obličejí a na předních stranách končetin je krátká (Smrček et Smrčková, 2003). U tohoto plemene rozeznáváme tři skupiny zbarvení. Jednobarevné je sable nebo blue merle. Dvoubarevné je černé s pálením, černé s bílými odznaky nebo sable s bílými odznaky. Tříbarevné šeltie jsou černé s tříslovými a bílými odznaky (Dobroruka et Berger, 1994).



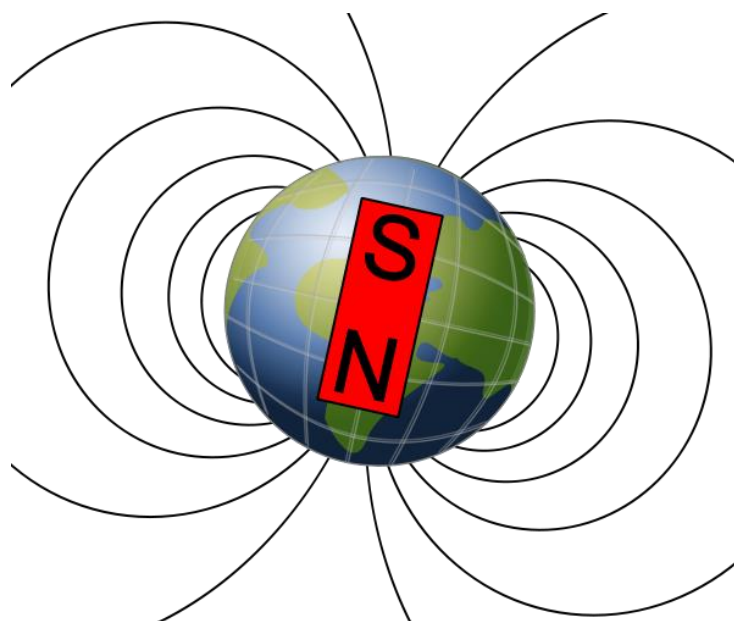
Obr. č. 2 – Šeltie (Biskupová, 2012)

3.3 Magnetismus

3.3.1 Magnetické pole Země

Magnetické pole Země má dipólový charakter. Čas od času dochází k záměně severního a jižního magnetického pólu. Tyto změny jsou poměrně dobře zdokumentovány za posledních 300 milionů let. Během tohoto období došlo k „přepólování“ zemského magnetického pole více než 400 krát, tzn., že k takové události dochází jednou za 700 000 let (Martínek, 2004). Země sama je obrovským magnetem a všechny magnety jsou ovlivňovány jejím působením. Pokud se magnet může volně otáčet, vždy se natočí do stejného směru, s jedním koncem namířeným k severnímu pólu a druhým k jižnímu pólu. Proto se póly magnetu nazývají severní a jižní. Magnetismus se projevuje neviditelnou silou mezi magnetickými materiály, jako je železo nebo nikl, která buďto přitahuje nebo odpuzuje. Tato síla ovlivňuje určitou oblast kolem magnetu, která se nazývá pole. Tvar magnetického pole je možné znázornit pomocí siločar (magnetické indukční čáry), což jsou myšlené čáry, které směřují vždy od severního pólu k jižnímu a naznačují směr uspořádání (Farndon, 1996).

Pro popis vlastností magnetického pole je pojem magnetického dipólu neméně důležitý jako pojem elektrického dipólu pro popis pole elektrostatického. Magnetický dipól lze chápat jako dvojici magnetických nábojů stejné velikosti a opačného znamení (Sedlák et Štoll, 2002).



Obr. č. 3 - Magnetické pole Země s rozložením magnetických pólů (<http://cs.wikipedia.org>)

3.3.2 Magnetický kompas

Geomagnetické pole poskytuje pro orientaci několik důležitých ukazatelů. Mezi hlavní ukazatele patří, tzn. magnetický kompas. Jde v zásadě o to, že zvíře s kompasovým „smyslem“ může stanovit úhel (azimut) mezi směrem své trasy a severo-jihní magnetickou osou. Udrží-li při pohybu azimut konstantní, má tvor jistotu, že se neodchýlí od přímého směru (Němec et Vácha, 2007).

První důkaz pro orientaci magnetického kompasu u zvířat pochází od červanky obecné (*Erithacus rubecula*). Tento drobný pták je noční migrant. V období migrace, je jejich chování řízeno spontánní tendencí letět v noci do jejich migračního směru - mírně na západ od jihu na podzim a mírně východně od severu na jaře. Tato vrozená touha je tak silná, že i ptactvo chované v zajetí zamíří do příslušného směru v jejich kleci (Wiltschko et al., 2011).

3.3.3 Magnetorecepce

Magnetorecepce je druh smyslového vnímání, který již dlouhou dobu zaujal lidskou představivost, i když se zdá nepřístupná pro člověka. Velké množství zvířat má magnetický smysl. Tažní ptáci používají magnetické stopy, aby našli cestu na jih na podzim a na sever na jaře. Mloci a žáby, se řídí orientačně podle magnetického pole, pokud mají rychle najít směr, například když cítí nebezpečí (Ritz et Schulten, 2005).

V posledních dvaceti letech se neuroetologům podařilo shromáždit dostatek důkazů pro to, aby byla magnetorecepce, smysl dosud obestřený nejasnostmi, všeobecně přijata. K plnému přijetí nového smyslu však potřebujeme znát jeho receptor a převodní mechanismus. Potíž je v tom, že nevíme, kde přesně bychom měli magnetoreceptor hledat, jelikož magnetické pole proniká bez omezení celým tělem. Magnetoreceptory mohou být velmi malé a roztroušené v tkáních nebo mohou mít podobu chemických reakcí modulovaných geomagnetickým polem, takže orgán či zřetelně rozpoznatelná struktura zprostředkovávající magnetorecepci vůbec nemusí existovat. Pokud chybí receptor, máme jen velmi omezené možnosti jak studovat převodní mechanismus. Teoretické studie proto pokročily mnohem významněji než studie empirické. Z množství navržených hypotetických modelů jsou nejpravděpodobnějšími a nejuznávanějšími tyto tři hypotézy – magnetorecepce založená na elektromagnetické indukci, chemická magnetorecepce a magnetorecepce

založená na součinnosti feromagnetických částic a mechanoreceptorů (Němec et Vácha, 2007).

3.3.3.1 Magnetorecepce založená na elektromagnetické indukci

Pohybuje-li se vodič magnetickým polem jakýmkoliv směrem než paralelně s indukčními čarami, budou v něm náboje migrovat tak, že se jeden konec nabije kladně a druhý záporně. Tak vznikne mezi konci vodiče elektromotorické napětí. Pokud jsou oba konce propojeny vodivým médiem, vytvoří se elektrický obvod, jímž protéká proud. Tento jev je známý jako elektromagnetická indukce. Na principu elektromagnetické indukce je založen model vysvětlující mechanismus magnetorecepce u paryb. Paryby vnímají změny elektromotorického napětí indukovaného jejich pohybem v geomagnetickém poli. Využívají, tzn. Lorenziniho ampuly. Specializované kanálky vyplněné aminopolysacharidy. Fungují jako pohybující se vodič, mořská voda jako vnější vodivé médium (Němec et Vácha, 2007).

Paryby kříží pohybem v moři magnetické siločáry, ve všech úhlech, které způsobují napětí v elektroreceptorech (Wiltschko et Wiltschko, 2005). Při vodorovném pohybu vzniká napěťový gradient. Jeho velikost je závislá na rychlosti pohybu a úhlu mezi směrem plavání a magnetickým vektorem. Pokud žralok plave na sever nebo na jih je napětí nulové, jestliže plave na východ nebo západ, je napětí maximální (s opačným znaménkem). Vždy existují dva neodlišitelné směry. Například pohyb severovýchodním a jihovýchodním směrem bude generovat stejné napětí. Zvíře odliší oba směry tak, že se vychýlí ze směru plavby a porovná změnu své orientace se změnou receptorového napětí. Jakkoli byl model navržen pro paryby, je dobré si uvědomit, že elektroreceptory mají též mnohé skupiny ryb, někteří vodní obojživelníci a dokonce i ptakořitní savci (Němec et Vácha, 2007).

3.3.3.2 Chemická magnetorecepce

Zakládá se na myšlence, že i slabé magnetické pole může ovlivňovat pravděpodobnost vzniku různě orientovaných spinových stavů elektronů a tím i některé chemické reakce. Přesněji řečeno chemické reakce, při kterých se tvoří radikálové páry. U organismů vznikají radikálové páry, které jsou vybuzeny světlem. Energie světelného kvanta vyzdvihne elektron z nejvyššího obsazeného orbitalu na nejbližší vyšší volný orbital. Molekula pak může předat svůj elektron jiné molekule

a vytvořit s ní radikálový pár. Radikální páry jsou velmi reaktivní a jejich vznik zpravidla spustí kaskádu dalších dějů. Zvíře bude vnímat odlišné vzory, jestliže se bude dívat různými magnetickými směry. Kontrast těchto vzorů bude záviset na intenzitě magnetického pole. Tento model je závislý na světle, které poskytuje energii pro počáteční excitaci a je funkční jen v poměrně úzkém rozmezí intenzity magnetického pole (Němec et Vácha, 2007).

3.3.3.3 Magnetorecepce založená na součinnosti feromagnetických částic a mechanoreceptorů

Model vychází z předpokladů, že v tkáních existují feromagnetické částice, které se chovají jako miniaturní magnety. Ve vnějším magnetickém poli se natáčí tak, že se jejich magnetický moment přiklání ke směru indukčních čar pole. Různé skupiny bakterií a jednobuněčných řas známé svou schopností magnetotaxe (pohybu podél magnetických indukčních čar) syntetizují feromagnetické krystaly magnetozomy. Nejčastěji jsou to krystaly magnetitu, greigitu nebo pyrrhotinu. Magnetit se nezdá vyskytovat i v tkáních živočichů (též v mozku člověka), může však být jen vedlejším produktem metabolismu železa. Aby byl skutečným magnetoreceptorem, musí mít funkční kontakt s nervovým systémem. Tento princip magnetorecepce se zatím prokázal u pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) a u holubů (Němec et Vácha, 2007).

3.3.3.4 magnetické uspořádání u různých živočichů

Magnetické uspořádání představuje jednodušší směrovou odezvu v geomagnetickém poli. V protikladu k orientaci magnetického kompasu, představuje spontánní, pevnou směrovou odezvu. Protože zvířata mají tendenci sladit své tělo podél nebo kolmo na siločáry magnetického pole. Magnetická uspořádání byla prokázána u různých živočichů, včetně hmyzu, obojživelníků, ryb a savců (Begall et al., 2012).

Zatímco magnetorecepce u ptáků byla intenzivně studovaná, literatura o magnetorepceci u ryb je poměrně vzácná. Byla pozorována orientace kaprů (*Cyprinus carpio*) na tradičních vánočních trzích v České republice. Vzorek měření zahrnoval směrová ložiska u 14 537 kusů ryb, rozdělených mezi 80 velkými, kruhovými, plastovými nádobami. Měření byla prováděna ve 25 lokalitách v České republice. Výsledkem výzkumu je zjištění, že kapři preferují natočení svého těla ve směru severo - jižním (Hart et al., 2012). Dalšími zkoumanými rybami jsou karas

zlatý (*Carassius auratus*), který orientuje své tělo v ose východo - západní nebo podél severo - jižní (Becker, 1974) a úhoř říční (*Anguilla anguilla*), který upřednostňuje osu svého těla v severo - jižním směru (Wiltschko et Wiltschko, 1995).

Begall et al. (2008), informovali o magnetickém uspořádání u skotu. Pomocí leteckých snímků měli vědci možnost sledovat 8 510 zvířat v 308 stádech po celém světě. Data se zpracovávala jako axiální, jelikož se z fotografie nedalo rozlišit, kterým směrem míří hlava. Výsledky ukázaly, že dobytek upřednostňuje osu těla ve směru severo - jižním. Poznatky, které přišly z dalšího pozorování skotu, ukázaly, že na orientaci těla má vliv vysoké napětí elektrického vedení. Poblíž něho se skot staví libovolně. Přímé pozorování orientace těla, byla také sledována při odpočinku a pasoucího se jelena lesního (*Cervus elaphus*) a srnčí (*Capreolus capreolus*). Pozorování se prováděla v České republice. Bylo zjištěno, že zvířata mají tendenci vyrovnat osu svého těla přibližně ve směru severo - jižním. Stejně jako dobytek, srnčí zvěř byla náhodně orientovaná v blízkosti elektrického vedení vysokého napětí (Burda et al., 2009). Protože vliv větru a slunce byl vyloučen, nejpravděpodobnější příčinou této skutečnosti byla shledána magnetická orientace. Výsledky studie byly prováděny na dostatečně velikém vzorku a byly statisticky vysoce průkazné. Výzkum magnetické orientace velkých sudokopytníků otvírá nové horizonty pro studium obecné magnetorecepce (Begall et al., 2008).

Dalším studovaným savcem je liška obecná (*Vulpes vulpes*), která se pozorovala při lovu. Liška se blíží ke kořisti pomalu a klidně. V určitém okamžiku vyskočí a překvapuje svojí kořist ze shora. Lišky dávají přednost severo - východnímu směru. Když liška směřuje svůj pohled na zdroj zvuku, okamžitě ji magnetický modulovaný vzor promítne na sítnici vizuální lokalitu spojenou se zvukem, díky tomu může liška odhadnout vzdálenost a úhel, pod kterým má na kořist skočit (Červený et al., 2011).

Na každém místě na světě, geomagnetické siločáry protínají zemský povrch v určitém úhlu. Sklony úhlů se liší podle zeměpisné šířky a zvíře je schopné rozlišovat tyto různé sklony terénu a lze v zásadě určit jeho přibližnou šířku. Taková schopnost však nebyla nikdy prokázána u všech živočichů. Zkoumalo se chování magnetické orientace u mláďat mořské želvy (*Caretta caretta L.*), která byla vystavena zemskému magnetickému poli v různých sklonech. Mláďata vystavena

přirozené oblasti své rodné pláže plavala směrem na východ, protože je to při jejich běžné migraci přirozené. Naopak, želvy podrobené úhlu sklonu, která se nachází na severní hranici kroužení, plavala směrem jih-jihozápad. Mláďata vystavená pod úhlem sklonu, který se nachází v blízkosti jižní hranice kroužení, plavala severo - východním směrem. Tyto výsledky ukazují, že mořské želvy mohou rozlišovat mezi různými úhly magnetického sklonu a možná z nich odvodit přibližnou šířku. Většina mořských želv hnízdí na pobřeží, které jsou sladěny v přibližném směru sever – jih, takže každá oblast hnízdění, má jedinečný sklon úhlu. Proto předpokládáme, že schopnost rozpoznat specifické úhly sklonu může do značné míry vysvětlit, jak dospělé želvy mohou identifikovat svou rodnou pláž po letech strávených v moři (Lohmann et Lohmann, 1994).

Magnetorecepce se pozorovala i u hmyzu především u amerického švába (*Periplaneta americana*). Američtí švábi byli drženi v průsvitných kbelících po celý den při teplotě 27 – 30°. Před zkouškou byl kbelík se šváby umístěn do lednice po dobu 30 minut pro znehybnění a lehčí manipulaci. Každý šváb byl umístěn do jedné z jedenácti Petriho misek v testovací místnosti, kde zvířata zůstala až do konce pokusu. Misky byly umístěny na skleněné ploše a kolem každé, byl bílý proužek, aby na sebe švábi neviděli. Petriho misky byly otočeny v přírodním geomagnetickém poli a v poli kde byl magnetický sever otočen o 60°. Účelem bylo získání dat o chování švába během denního a klidového cyklu. K pozorování sloužilo snímkování jednotlivých zvířat ve frekvenci 1 snímek za 1 minutu. Měření se prováděla jednu hodinu v době, kdy jsou švábi nejméně aktivní. Jednotlivé polohy všech pozorovaných švábů byly zaneseny do diagramu. Výsledky ukázali, že periodická rotace magnetického pole zvyšují pohybovou aktivitu švábů (Vácha et al., 2009).

4 METODIKA

Veškerá měření byla prováděna buzolou.



Obr. č. 4 - Buzola je jednoduchý přístroj sloužící k orientaci v terénu, určování azimutu a k určování světových stran (Biskupová, 2014)

4.1 Vyměšování psů

Měření byla prováděna na dvou zvolených plemenech – čivavě a šeltii. Měření spočívala ve čtyřech různých fázích.

V první fázi byl pomocí izolepy přilepen magnet na obojek, který byl připevněn psovi kolem krku. U obou plemen byla změřena vzdálenost magnetu od očí a od špičky čenichu. Musel se dávat pozor, aby se data nebrala pod dráty elektrického vedení, jelikož by tato data nemohla být použita z důvodu ovlivnění jiným magnetickým polem.



Obr. č. 5 – Čivava s magnetickým obojkem, kde červená část magnetu směřuje na pravou stranu psa a zelená na stranu levou (Biskupová, 2014)

Ve druhé fázi bylo měření prováděno pod dráty elektrického vedení ve směru sever - jih a ve třetí fázi bylo měření pod dráty vedoucí východ - západ. Data byla sbírána do 5 metrů od drátů, kde vedla cesta.

Ve čtvrté fázi bylo sledováno vyměšování psů bez ovlivnění magnetem. Data byla sbírána při venčení mimo vliv drátů elektrického vedení.

Pro každou fázi bylo naměřeno minimálně 200 dat, což přibližně vycházelo na 15 procházek. Všechna data byla zaznamenávána do tabulky. Především se zaznamenávala rasa, pohlaví, věk psa, hmotnost, kdo měření prováděl a datum. Dále se zaznamenával čas měřený v 15 ti minutových intervalech, orientace při defekaci a urinaci, otočky před potřebou (měřil se směr a četnost otoček, pro jednoduchost se zaznamenávala, celá nebo poloviční otočka např. 0,5, 1, 1,5 atd.), Směr otočení podle hodinových ručiček, do tabulky se zapisovalo pouze po směru (P) nebo proti směru (L) a nakonec, který běh pes zvedl při urinaci.

4.2 Orientace psů při krmení

Při krmení byla použita nekovová miska z důvodu používání magnetu. Na misku byla nalepená páska, která označovala sever. Krmení probíhalo vždy na stejném místě. Psi byli vypouštěni z minimální vzdálenosti dvou metrů a pro využití výsledků museli setrvat u misky minimálně jednu minutu. Psovi musel být umožněn přístup k misce ze všech směrů a nesmělo mu v cestě nic překážet. Měření probíhalo za využití již zmiňovaného magnetu, který byl psovi připevněn na obojek nebo bez ovlivnění.

4.3 Orientace psů při odpočinku

Pomocí již zmiňované buzoly byla zaznamenávána poloha psa při odpočinku, kdy byly zaměřovány dva směry. První směr byl měřen k hlavě na hrudní páteři mezi lopatkami a druhý směr od čela k čenichu podél sagitálního švu. Sagitální šev je umístěn ve střední ose na vrcholu hlavy a sahá od čelní kosti k týlní kosti. Měření byla zapisována do přehledné tabulky, která obsahovala: rasu, stáří, pohlaví, jméno, datum, hodinu, lokalitu a typ bytu (cihlový dům, panelový dům, apod.), pozici (klubíčko, natažený) a zda jde o odpočinek, tvrdý spánek či lehký spánek.

4.4 Statistické vyhodnocení dat

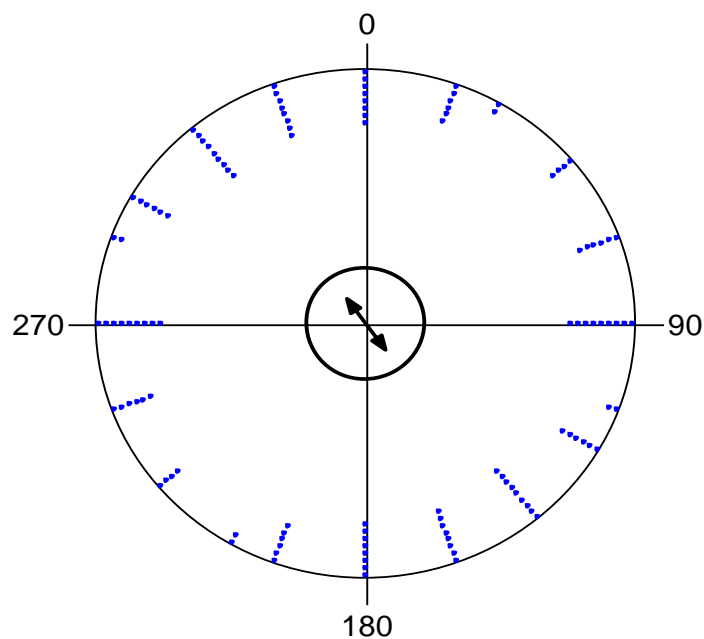
Pomocí statistického programu Oriana byla zpracována naměřená data. Tento program zpracovává data z výzkumů s periodickými nebo cyklickými daty. Mezi ně patří například úhly a směry měřené ve stupních denní periody, dny v týdnu, měsíce v roce a podobně, ty vyžadují speciální typy statistických hodnotících metod. Jde o program, který byl vyvinut pro operační systémy Windows a umožňuje analýzu a grafické vykreslení dat mnoha způsoby pro snadné znázornění. Dále umožňuje počítání řad samostatných vzorků, i porovnání mezi jinými vzorky. Analýza zahrnuje základní statistiky, jako je střední vektor a intervaly spolehlivosti, jednotlivé distribuční vzorky testů, jako Rayleigh's, párové a stimulační testy, jako je Watson-Williams a F-test. Výsledky program generuje formou tabulek, které lze snadno přenést do textových dokumentů. Oriana může analyzovat pouze určité množství proměnných a hodnot. Množství omezuje paměťová kapacita disku. Ve vektorových polích šipka nebo sloupec zobrazí jednotlivé případy.

5 VÝSLEDKY

5.1 Vyhodnocení dat z krmení

Tabulka č. 1 – Orientace těla čivavy při krmení – bez ovlivnění

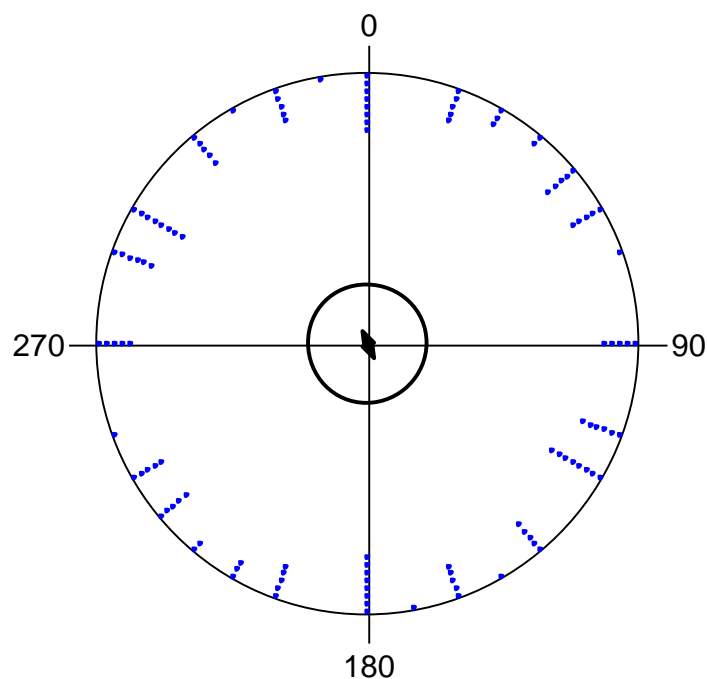
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	60
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	10° (18)
Mean Vector (μ)	144,568°
Length of Mean Vector (r)	0,125
Concentration	0,253
Circular Variance	0,437
Circular Standard Deviation	58,389°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	0,942
Rayleigh Test (p)	0,39



Obr. č. 6 – Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla čivavy bez ovlivnění. Šipka znázorňuje výsledný vektor 144,568°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

Tabulka č. 2 – Orientace hlavy čivavy při krmení – bez ovlivnění

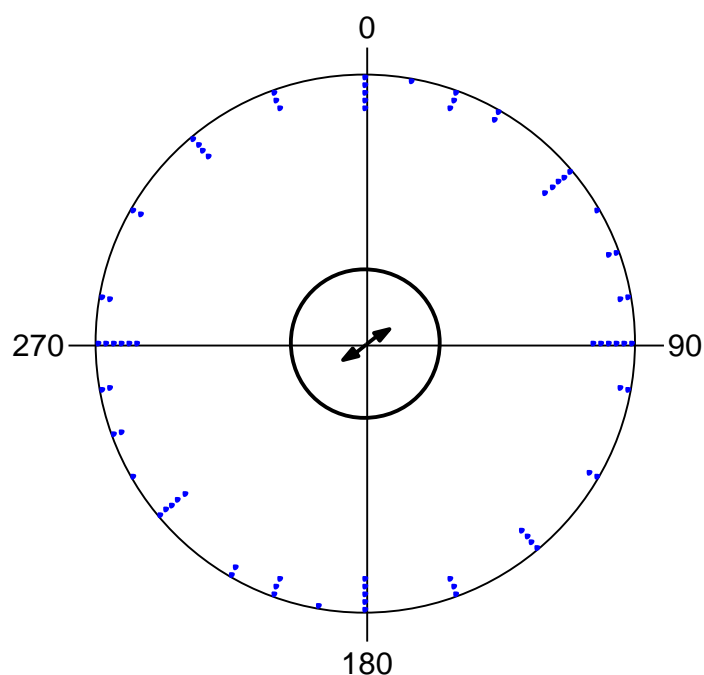
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	60
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	10° (18)
Mean Vector (μ)	155,186°
Length of Mean Vector (r)	0,054
Concentration	0,107
Circular Variance	0,473
Circular Standard Deviation	69,293°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	0,173
Rayleigh Test (p)	0,841



Obr. č. 7 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci hlavy čivavy bez ovlivnění. Šipka znázorňuje výsledný vektor 155,186°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

Tabulka č. 3 – Orientace těla čivavy při krmení – s magnetem

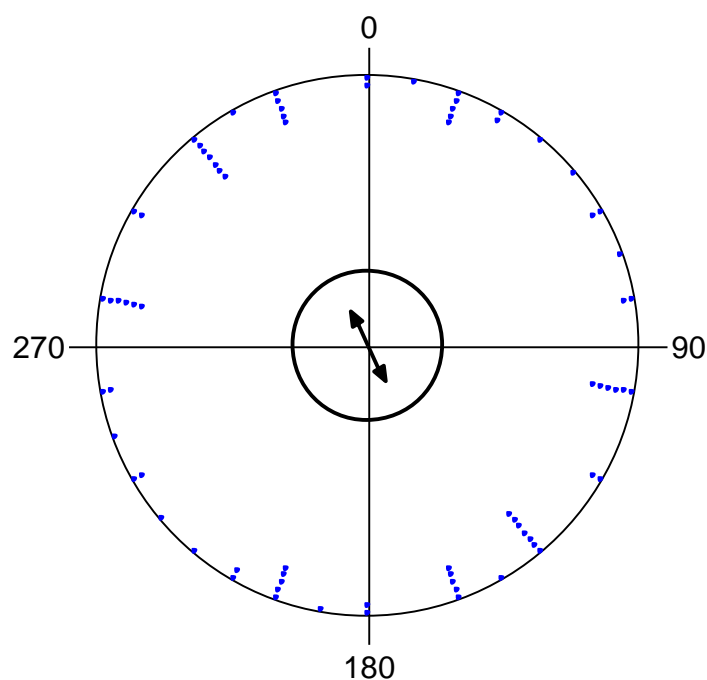
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	38
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	10° (18)
Mean Vector (μ)	56,164°
Length of Mean Vector (r)	0,099
Concentration	0,199
Circular Variance	0,451
Circular Standard Deviation	61,617°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	0,372
Rayleigh Test (p)	0,692



Obr. č. 8 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla čivavy s magnetem. Šipka znázorňuje výsledný vektor 56,164°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

Tabulka č. 4 – Orientace hlavy čivavy při krmení – s magnetem

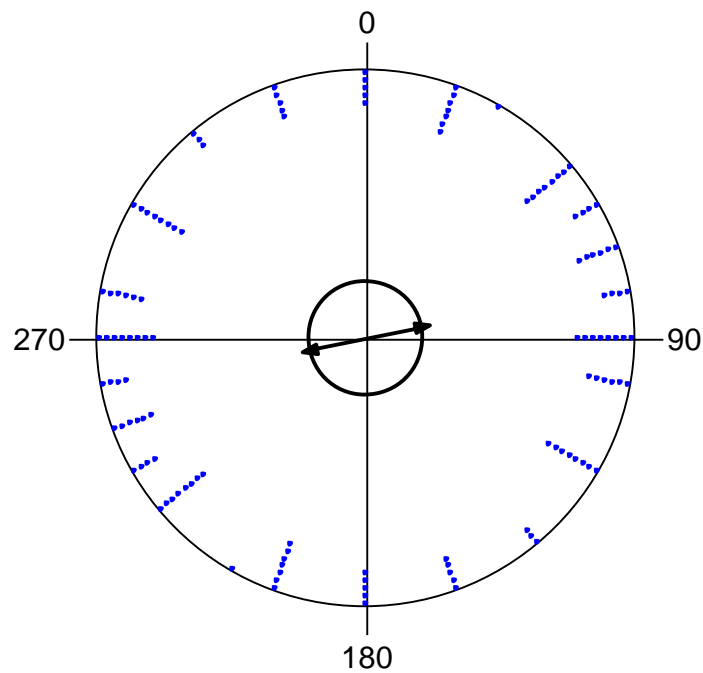
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	38
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	10° (18)
Mean Vector (μ)	152,161°
Length of Mean Vector (r)	0,142
Concentration	0,286
Circular Variance	0,429
Circular Standard Deviation	56,653°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	0,761
Rayleigh Test (p)	0,47



Obr. č. 9 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci hlavy čivavy s magnetem. Šipka znázorňuje výsledný vektor 152,161°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

Tabulka č. 5 – Orientace těla šeltie při krmení – bez ovlivnění

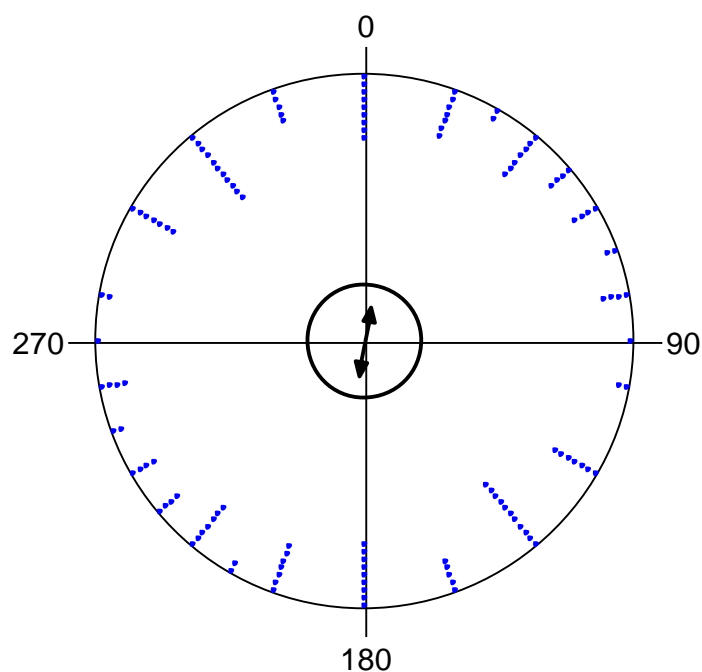
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	65
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	10° (18)
Mean Vector (μ)	77,207°
Length of Mean Vector (r)	0,242
Concentration	0,498
Circular Variance	0,379
Circular Standard Deviation	48,281°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	3,797
Rayleigh Test (p)	0,022



Obr. č. 10 - Angulární rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla šeltie bez ovlivnění. Šipka znázorňuje výsledný vektor 77,207°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou průkaznost, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, vyznačené vnitřním kruhem.

Tabulka č. 6 – orientace hlavy šeltie při krmení - bez ovlivnění

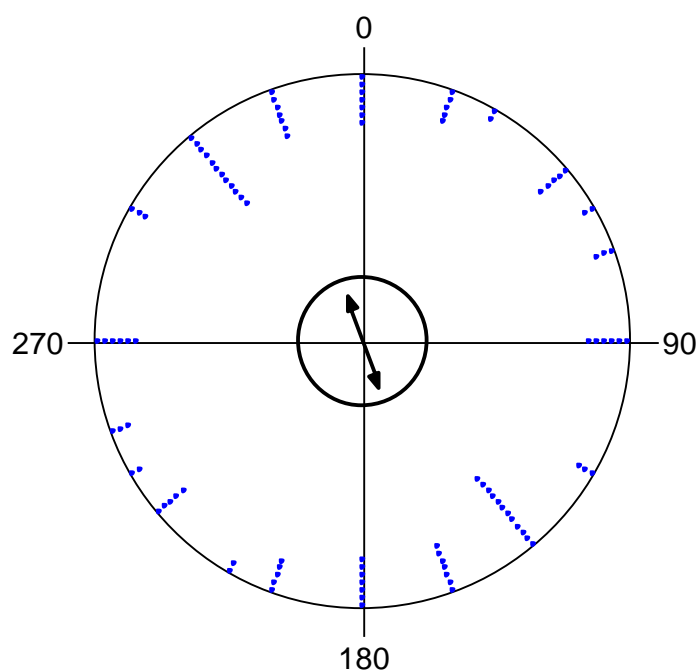
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	65
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	10° (18)
Mean Vector (μ)	8,36°
Length of Mean Vector (r)	0,128
Concentration	0,258
Circular Variance	0,436
Circular Standard Deviation	58,115°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	1,061
Rayleigh Test (p)	0,346



Obr. č. 11 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci hlavy šeltie bez ovlivnění. Šipka znázorňuje výsledný vektor 8,36°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

Tabulka č. 7 – Orientace těla šeltie při krmení – s magnetem

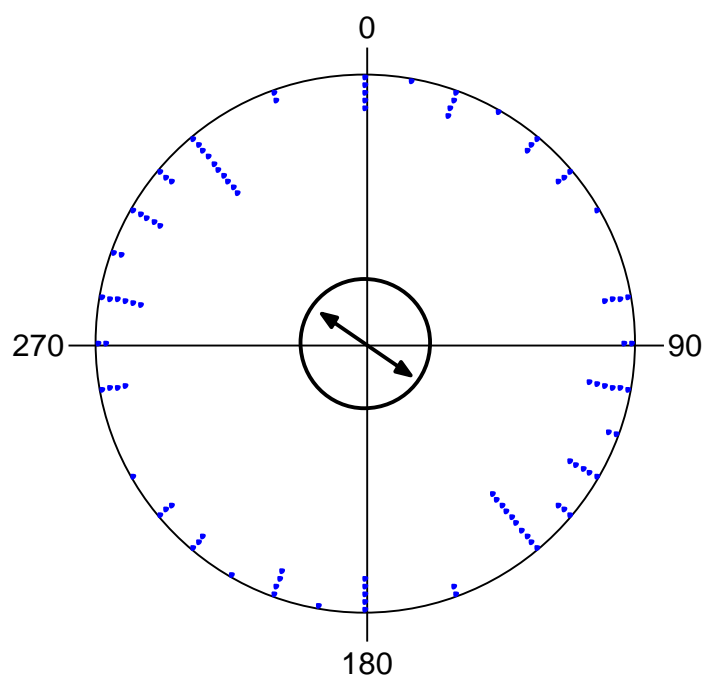
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	52
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	10° (18)
Mean Vector (μ)	162,358°
Length of Mean Vector (r)	0,179
Concentration	0,364
Circular Variance	0,41
Circular Standard Deviation	53,116°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	1,671
Rayleigh Test (p)	0,188



Obr. č. 12 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla šeltie s magnetem. Šipka znázorňuje výsledný vektor 162,358°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

Tabulka č. 8 – Orientace hlavy šeltie při krmení – s magnetem

Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	52
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	10° (18)
Mean Vector (μ)	124,748°
Length of Mean Vector (r)	0,202
Concentration	0,412
Circular Variance	0,399
Circular Standard Deviation	51,246°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	2,12
Rayleigh Test (p)	0,12

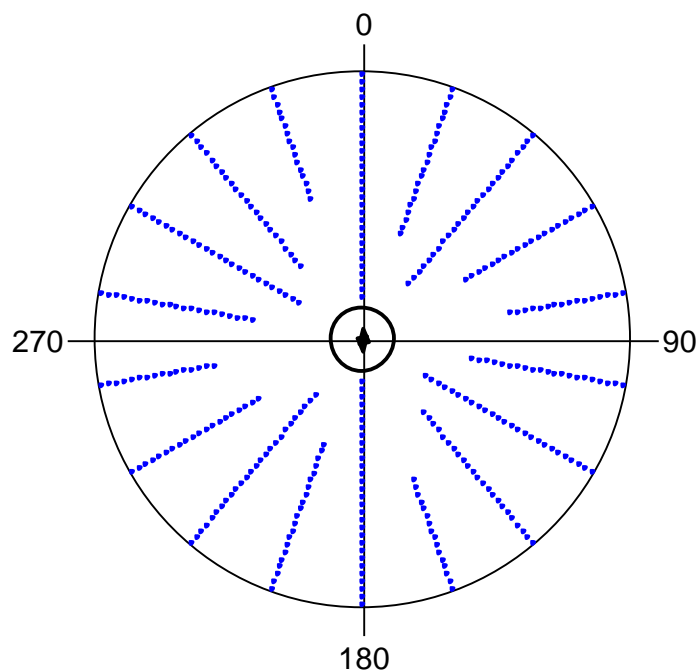


Obr. č. 13 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci hlavy šeltie s magnetem. Šipka znázorňuje výsledný vektor 124,748°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

5.2 Vyhodnocení dat z odpočinku

Tabulka č. 9 – Orientace hřbetu psa při odpočinku – čivava

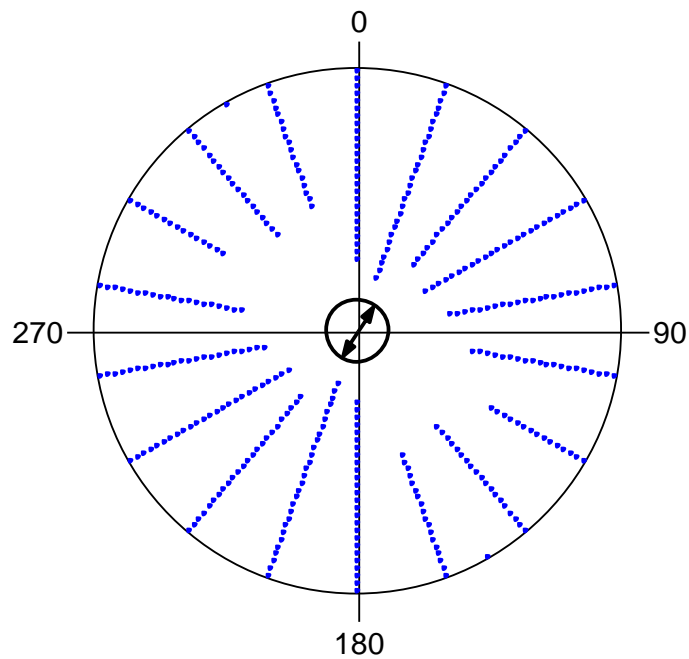
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	199
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	20°(9)
Mean Vector (μ)	177,678°
Length of Mean Vector (r)	0,046
Concentration	0,092
Circular Variance	0,477
Circular Standard Deviation	71,143°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	0,417
Rayleigh Test (p)	0,659



Obr. č. 14 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci hřbetu čivavy při odpočinku. Šipka znázorňuje výsledný vektor 177,678°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

Tabulka č. 10 – Orientace hlavy psa při odpočinku – čivava

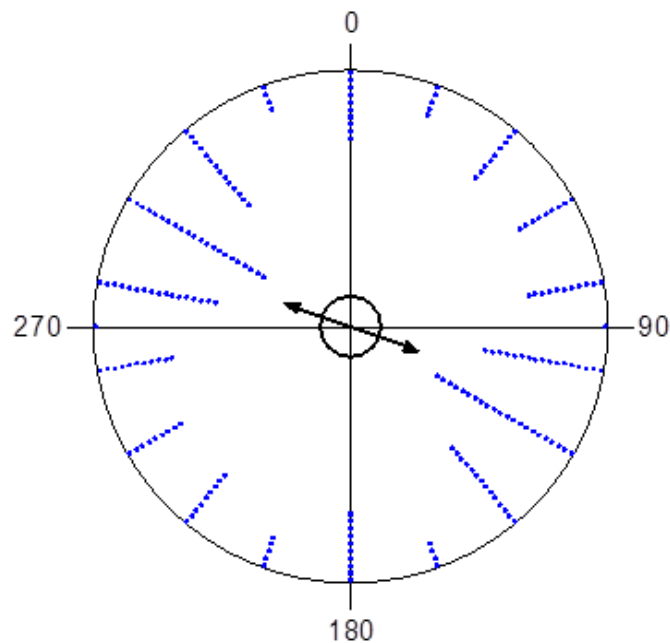
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	199
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	10°(18)
Mean Vector (μ)	33,218°
Length of Mean Vector (r)	0,111
Concentration	0,223
Circular Variance	0,445
Circular Standard Deviation	60,119°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	2,434
Rayleigh Test (p)	0,088



Obr. č. 15 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci hlavy čivavy při odpočinku. Šipka znázorňuje výsledný vektor 33,218°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

Tabulka č. 11 – Orientace hřbetu psa při odpočinku – šeltie

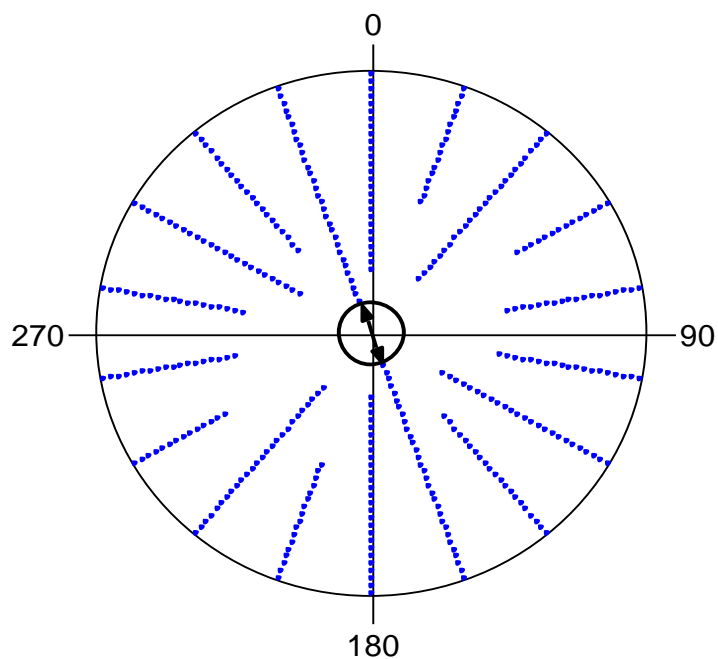
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	198
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	10°(18)
Mean Vector (μ)	110,367°
Length of Mean Vector (r)	0,275
Concentration	0,572
Circular Variance	0,363
Circular Standard Deviation	46,035°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	14,969
Rayleigh Test (p)	3,15E-07



Obr. č. 16 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci hřbetu šeltie při odpočinku. Šipka znázorňuje výsledný vektor 33,218°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou průkaznost, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, vyznačené vnitřním kruhem.

Tabulka č. 12 – Orientace hlavy psa při odpočinku – šeltie

Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	198
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	20°(9)
Mean Vector (μ)	160,856°
Length of Mean Vector (r)	0,114
Concentration	0,229
Circular Variance	0,443
Circular Standard Deviation	59,745°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	2,558
Rayleigh Test (p)	0,077

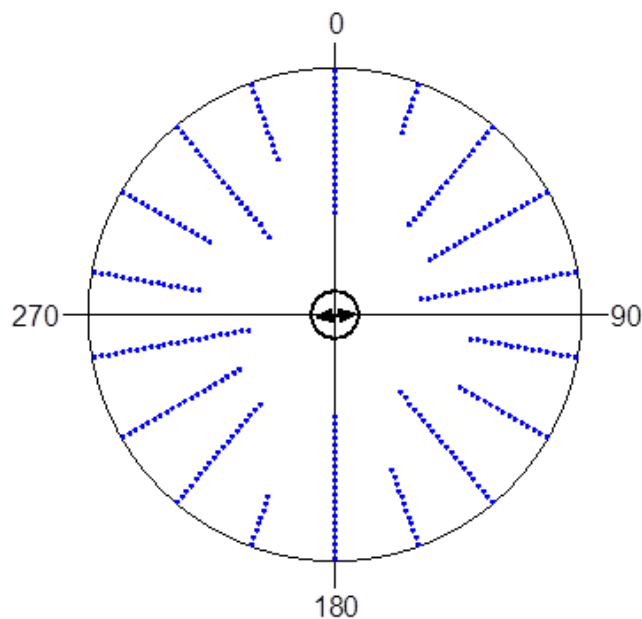


Obr. č. 17 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci hlavy šeltie při odpočinku. Šipka znázorňuje výsledný vektor 160,856°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

5.3 Vyhodnocení dat z vyměšování

Tabulka č. 13 – Orientace těla čivavy při urinaci bez ovlivnění

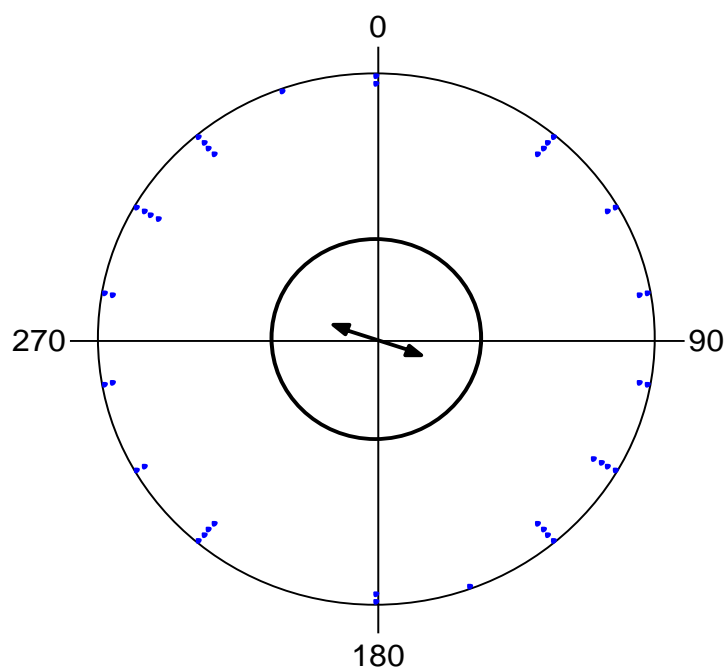
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	304
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	20°(9)
Mean Vector (μ)	84,052°
Length of Mean Vector (r)	0,075
Concentration	0,151
Circular Variance	0,462
Circular Standard Deviation	65,18°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	1,717
Rayleigh Test (p)	0,18



Obr. č. 18 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla čivavy při urinaci bez ovlivnění. Šipka znázorňuje výsledný vektor 84,052°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

Tabulka č. 14 – Orientace těla čivavy při defekaci bez ovlivnění

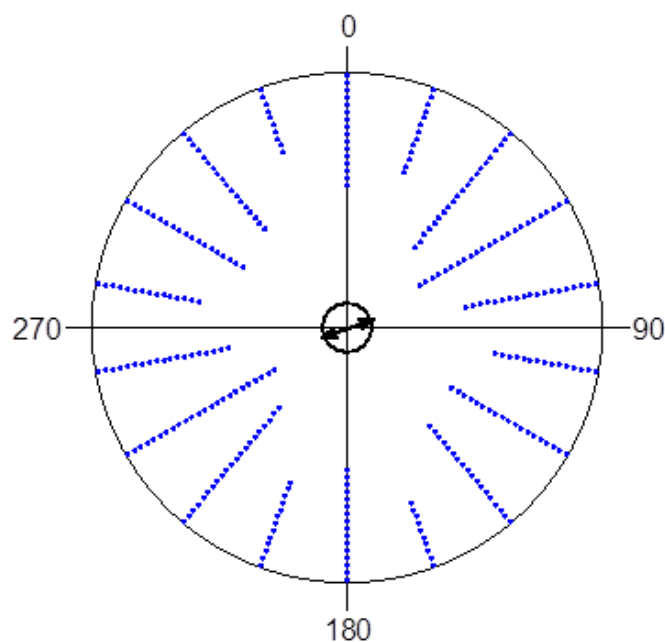
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	21
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	20°(9)
Mean Vector (μ)	111,185°
Length of Mean Vector (r)	0,168
Concentration	0,34
Circular Variance	0,416
Circular Standard Deviation	54,128°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	0,591
Rayleigh Test (p)	0,559



Obr. č. 19 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla čivavy při defekaci bez ovlivnění. Šipka znázorňuje výsledný vektor 111,185°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

Tabulka č. 15 – Orientace těla čivavy při urinaci s magnetem

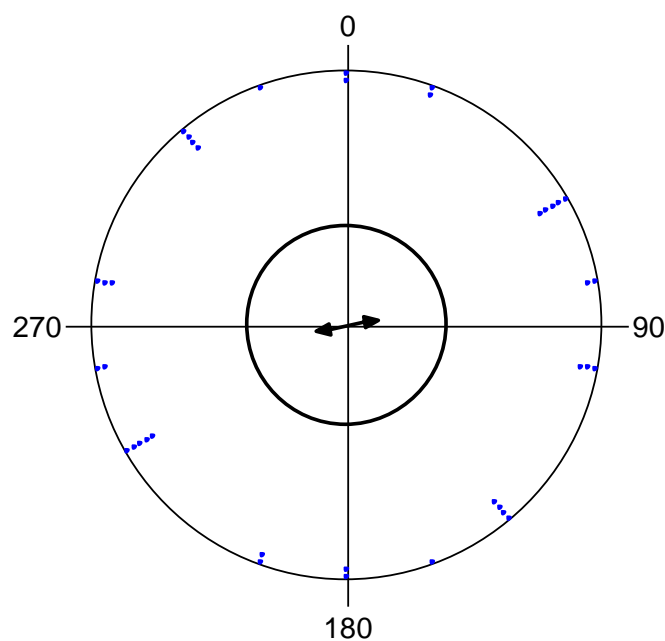
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	308
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	20°(9)
Mean Vector (μ)	71,063°
Length of Mean Vector (r)	0,107
Concentration	0,215
Circular Variance	0,447
Circular Standard Deviation	60,605°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	3,507
Rayleigh Test (p)	0,03



Obr. č. 20 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla čivavy při urinaci s magnetem. Šipka znázorňuje výsledný vektor 71,063°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou průkaznost, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, vyznačené vnitřním kruhem.

Tabulka č. 16 – Orientace těla čivavy při defekaci s magnetem

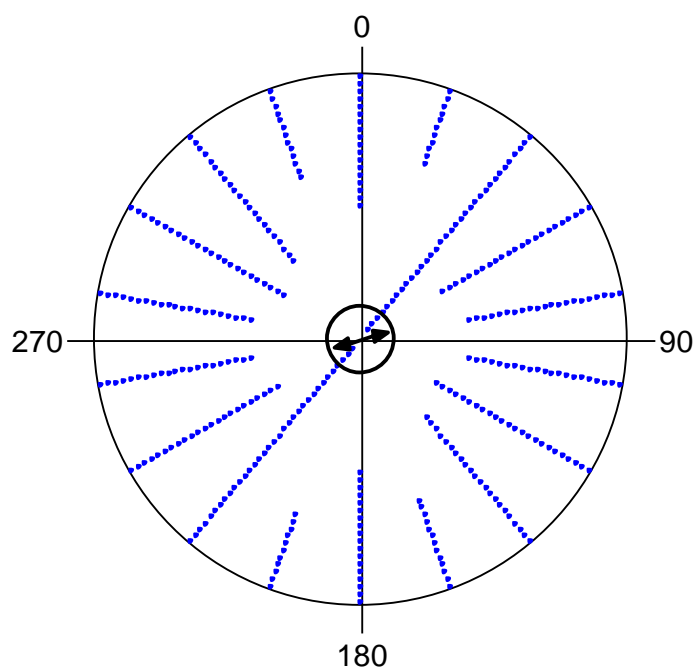
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	19
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	20°(9)
Mean Vector (μ)	81,295°
Length of Mean Vector (r)	0,122
Concentration	0,245
Circular Variance	0,439
Circular Standard Deviation	58,801°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	0,281
Rayleigh Test (p)	0,76



Obr. č. 21 - Axilární rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla čivavy při defekaci s magnetem. Šipka znázorňuje výsledný vektor 81,295°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

Tabulka č. 17 – Orientace těla čivavy při urinaci pod dráty VN S/J

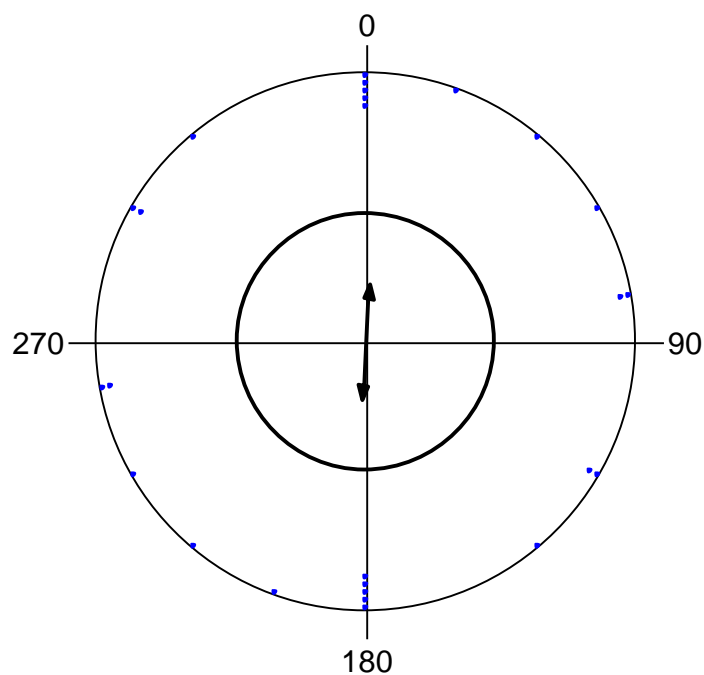
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	187
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	20°(9)
Mean Vector (μ)	75,085°
Length of Mean Vector (r)	0,104
Concentration	0,209
Circular Variance	0,448
Circular Standard Deviation	60,962°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	2,019
Rayleigh Test (p)	0,133



Obr. č. 22 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla čivavy při urinaci pod dráty VN S/J. Šipka znázorňuje výsledný vektor 75,085°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

Tabulka č. 18 – Orientace těla čivavy při defekaci pod dráty VN S/J

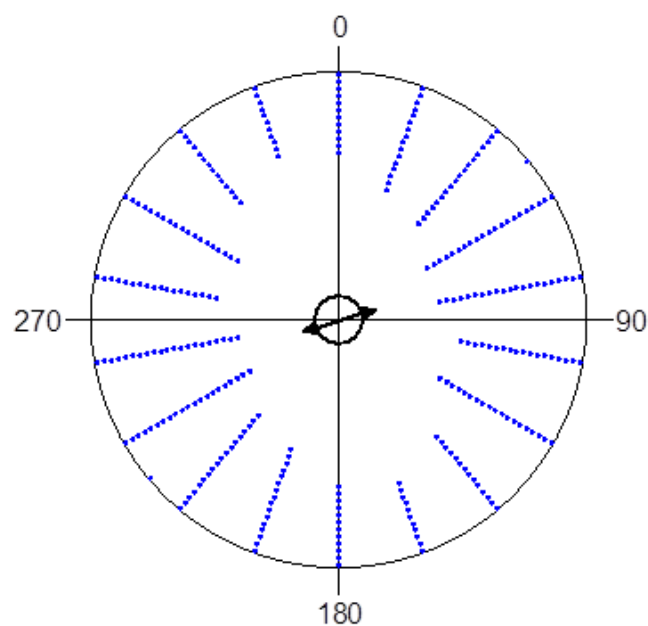
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	13
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	20°(9)
Mean Vector (μ)	4,784°
Length of Mean Vector (r)	0,213
Concentration	0,084
Circular Variance	0,393
Circular Standard Deviation	50,362°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	0,591
Rayleigh Test (p)	0,563



Obr. č. 23 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla čivavy při defekaci pod dráty VN S/J. Šipka znázorňuje výsledný vektor 4,784°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

Tabulka č. 19 – Orientace těla čivavy při urinaci pod dráty VN V/Z

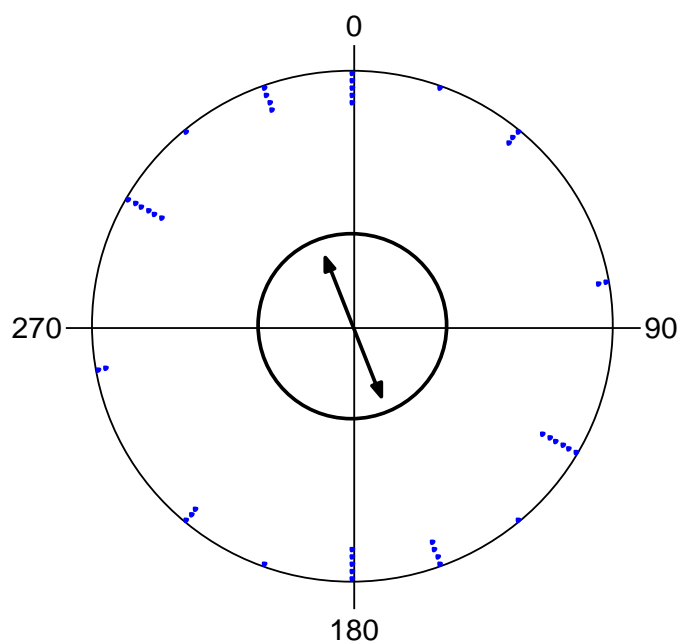
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	296
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	10°(18)
Mean Vector (μ)	74,155°
Length of Mean Vector (r)	0,148
Concentration	0,299
Circular Variance	0,426
Circular Standard Deviation	56,008°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	6,476
Rayleigh Test (p)	0,002



Obr. č. 24 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla čivavy při urinaci pod dráty VN V/Z. Šipka znázorňuje výsledný vektor 74,155°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou průkaznost, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, vyznačené vnitřním kruhem.

Tabulka č. 20 - Orientace těla čivavy při defekaci pod dráty VN V/Z

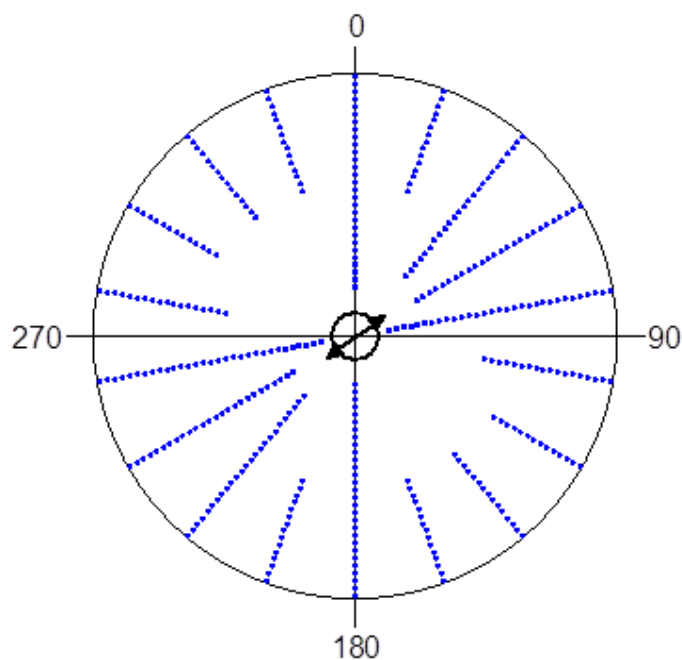
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	22
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	20°(9)
Mean Vector (μ)	158,049°
Length of Mean Vector (r)	0,293
Concentration	0,613
Circular Variance	0,353
Circular Standard Deviation	44,884°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	1,889
Rayleigh Test (p)	0,152



Obr. č. 25 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla čivavy při defekaci pod dráty VN V/Z. Šipka znázorňuje výsledný vektor 158,049°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

Tabulka č. 21 – Orientace těla šeltie při urinaci bez ovlivnění

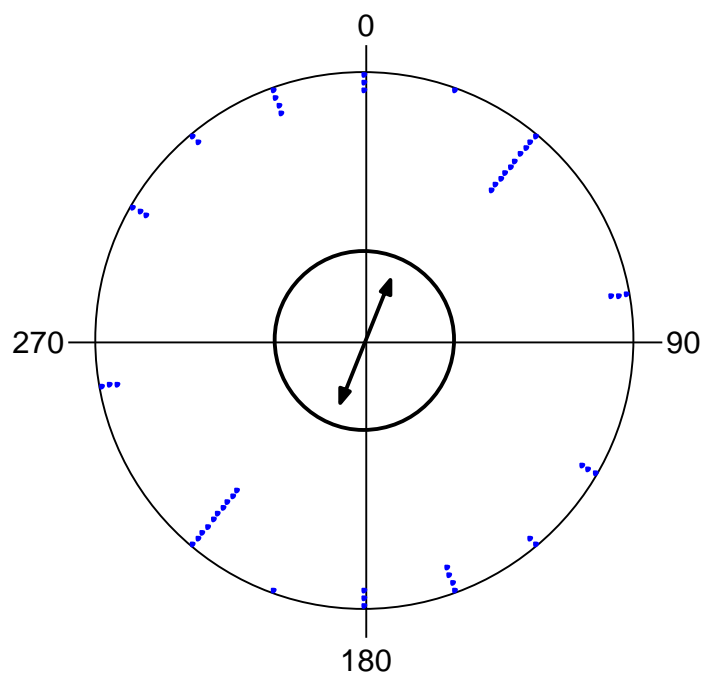
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	369
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	20°(9)
Mean Vector (μ)	52,78°
Length of Mean Vector (r)	0,134
Concentration	0,271
Circular Variance	0,433
Circular Standard Deviation	57,404°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	6,657
Rayleigh Test (p)	0,001



Obr. č. 26 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla šeltie při urinaci bez ovlivnění. Šipka znázorňuje výsledný vektor 52,78°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou průkaznost, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, vyznačené vnitřním kruhem.

Tabulka č. 22 – Orientace těla šeltie při defekaci bez ovlivnění

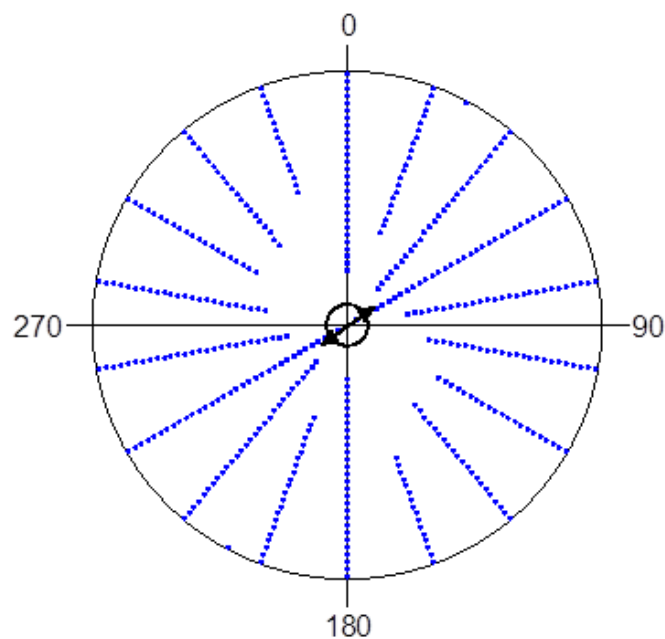
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	26
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	20°(9)
Mean Vector (μ)	21,808°
Length of Mean Vector (r)	0,244
Concentration	0,503
Circular Variance	0,378
Circular Standard Deviation	48,111°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	1,549
Rayleigh Test (p)	0,214



Obr. č. 27 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla šeltie při defekaci bez ovlivnění. Šipka znázorňuje výsledný vektor 21,808°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

Tabulka č. 23 – Orientace těla šeltie při urinaci s magnetem

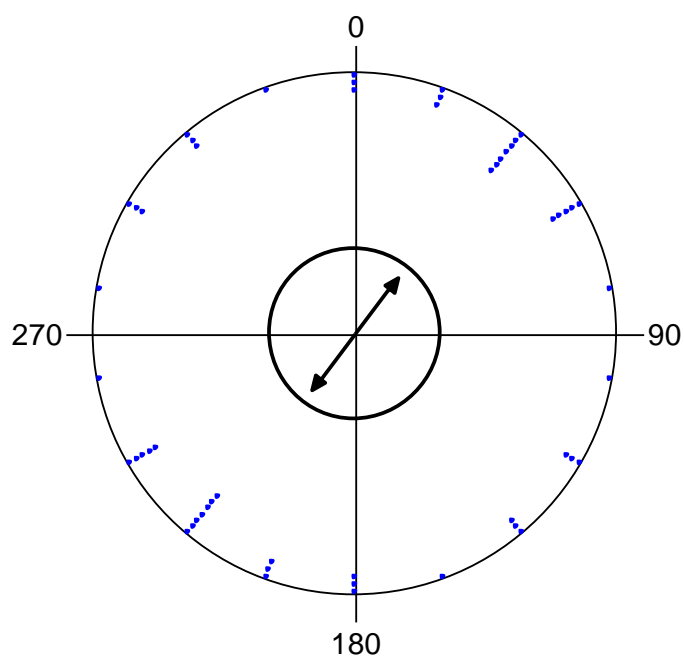
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	438
Data Grouped	No
Mean Vector (μ)	54,444°
Length of Mean Vector (r)	0,119
Concentration	0,241
Circular Variance	0,44
Circular Standard Deviation	59,055°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	6,252
Rayleigh Test (p)	0,002
Rao's Spacing Test (U)	351,781
Rao's Spacing Test (p)	<0,01



Obr. č. 28 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla šeltie při urinaci s magnetem. Šipka znázorňuje výsledný vektor 54,444°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou průkaznost, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, vyznačené vnitřním kruhem.

Tabulka č. 24 – Orientace těla šeltie při defekaci s magnetem

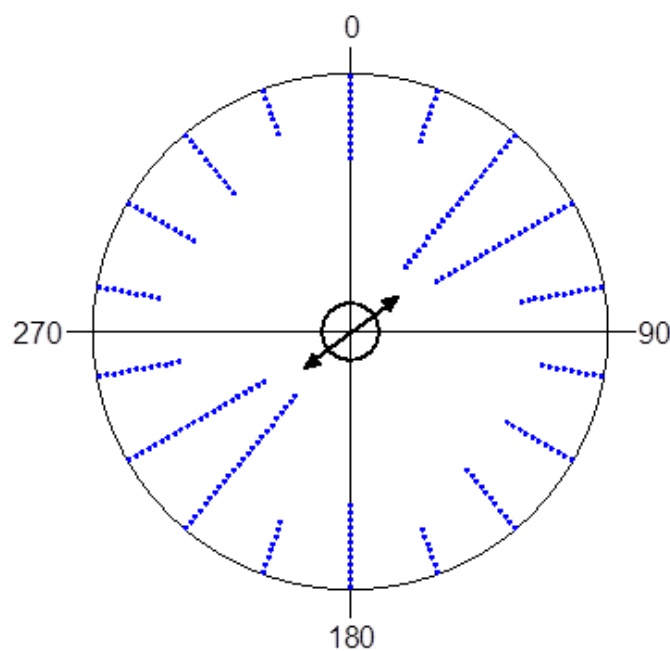
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	27
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	20°(9)
Mean Vector (μ)	37,281°
Length of Mean Vector (r)	0,267
Concentration	0,555
Circular Variance	0,366
Circular Standard Deviation	46,536°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	1,929
Rayleigh Test (p)	0,145



Obr. č. 29 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla šeltie při defekaci s magnetem. Šipka znázorňuje výsledný vektor 37,281°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

Tabulka č. 25 – Orientace těla šeltie při urinaci pod dráty VN S/J

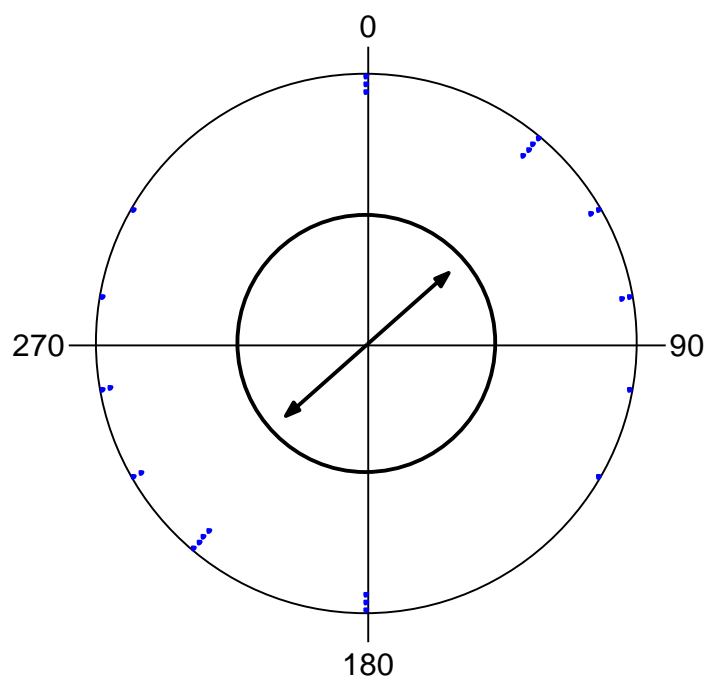
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	226
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	20°(9)
Mean Vector (μ)	52,439°
Length of Mean Vector (r)	0,222
Concentration	0,456
Circular Variance	0,389
Circular Standard Deviation	49,693°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	11,152
Rayleigh Test (p)	1,44E-05



Obr. č. 30 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla šeltie při urinaci pod dráty VN S/J. Šipka znázorňuje výsledný vektor 52,439°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou průkaznost, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, vyznačené vnitřním kruhem.

Tabulka č. 26 – Orientace těla šeltie při defekaci pod dráty VN S/J

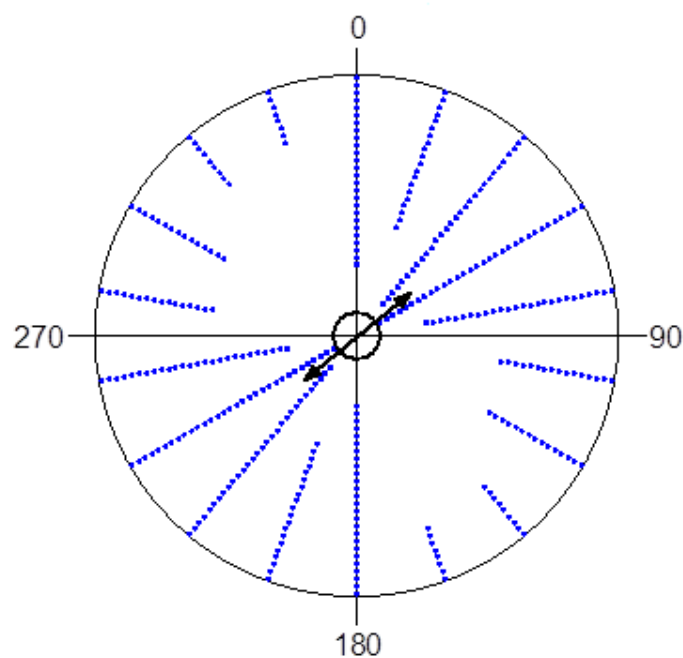
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	13
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	20°(9)
Mean Vector (μ)	48,459°
Length of Mean Vector (r)	0,399
Concentration	0,693
Circular Variance	0,301
Circular Standard Deviation	38,842°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	2,068
Rayleigh Test (p)	0,126



Obr. č. 31 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla šeltie při defekaci pod dráty VN S/J. Šipka znázorňuje výsledný vektor 48,459°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

Tabulka č. 27 – Orientace těla šeltie při urinaci pod dráty VN V/Z

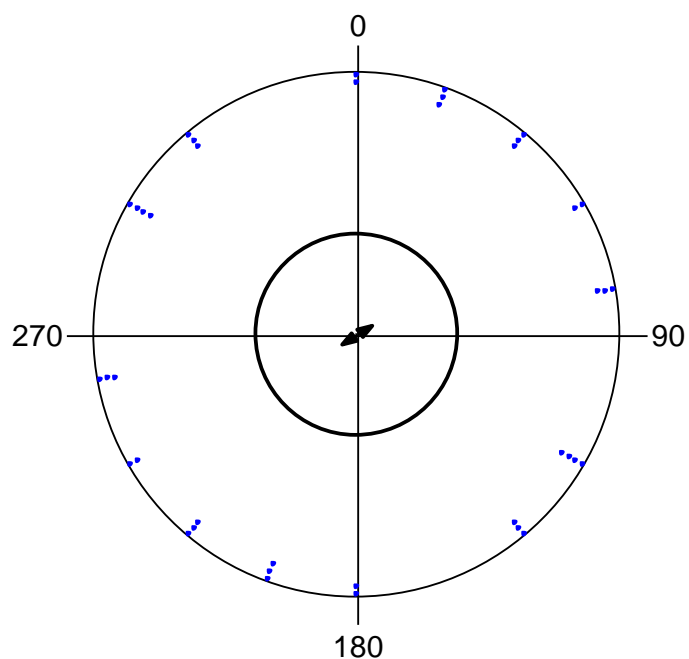
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	358
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	20°(9)
Mean Vector (μ)	50,33°
Length of Mean Vector (r)	0,257
Concentration	0,533
Circular Variance	0,371
Circular Standard Deviation	47,193°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	23,731
Rayleigh Test (p)	4,94E-11



Obr. č. 32 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla šeltie při urinaci pod dráty VN V/Z. Šipka znázorňuje výsledný vektor 50,33°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou průkaznost, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, vyznačené vnitřním kruhem.

Tabulka č. 28 – Orientace těla šeltie při defekaci pod dráty VN V/Z

Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	20
Data Grouped	Yes
Group Width (& Number of Groups)	20°(9)
Mean Vector (μ)	55,7°
Length of Mean Vector (r)	0,066
Concentration	0,132
Circular Variance	0,467
Circular Standard Deviation	66,861°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	0,086
Rayleigh Test (p)	0,919



Obr. č. 33 - Axiální rozdělení dat získaných z monitoringu při orientaci těla šeltie při defekaci pod dráty VN V/Z. Šipka znázorňuje výsledný vektor 55,7°. Délka šipky znázorňuje délku průměrného vektoru a ukazuje statistickou neprůkaznost vyhodnocených dat, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu, znázorněné vnitřním kruhem. Modré tečky znázorňují jednotlivá měření.

6 DISKUZE A ZÁVĚR

Ze statistických dat vybraných plemen psů je zřejmá odlišnost při odpočinku, krmení a vyměšování.

Při krmení čivavy byl směr orientace natočení těla $144,568^\circ / 324,568^\circ$ a hlavy $155,186^\circ / 335,186^\circ$ bez ovlivnění. Za použití magnetu byl směr orientace těla $56,164^\circ / 236,164^\circ$ a hlavy $152,161^\circ / 332,161^\circ$. U šeltie byl naměřený směr orientace natočení těla bez ovlivnění $77,207^\circ / 257,207^\circ$ a hlavy $8,36^\circ / 188,36^\circ$. S použitím magnetu byl směr těla orientovaný na $162,358^\circ / 342,358^\circ$ a hlavy $124,748^\circ / 304,748^\circ$. Preferovaným směrem u obou plemen je severo – jižní směr.

U čivavy při odpočinku byl směr natočení hřbetu $177,678^\circ / 357,678^\circ$ a u šeltie směr natočení $110,367^\circ / 290,367^\circ$. Orientace hlavy čivavy směřovala na $33,218^\circ / 213,218^\circ$ a orientace hlavy šeltie směřovala na $160,856^\circ / 340,856^\circ$. Preferovaným směrem čivavy byl severojižní směr a u šeltie byl zjištěný jiho - východní směr. Tyto výsledky se shodují s výsledky jiných autorů, kteří zjišťovali orientaci při odpočinku u srnčí zvěře, jelenů nebo u skotu. Zjistilo se, že se natácejí v ose severo – jižní. Pouze v blízkosti drátů elektrického vedení se staví v libovolném směru. (Begall et al., 2008). Odpočinek u živočichů se pozoroval i u ryb, kde pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*) preferuje směr těla k magnetickému severu. Dalším zkoumaným druhem ryb byl úhoř říční (*Anguilla anguilla*), u kterého se zjistilo, že směr natočení těla je v severo - jižní ose (Wiltschko et Wiltschko, 1995). Hart et al. (2012), studovali natočení těl kaprů obecných v kádích, kde bylo zjištěno, že se kapři orientují podél severojižní osy.

Při vyměšování byla orientace natočení těla u obou plemen jednosměrná až na menší výjimky. U obou plemen byl preferovaný směr severo-východ. Čivava orientovala směr těla při urinaci bez ovlivnění na $84,052^\circ / 264,052^\circ$, s ovlivněním $71,063^\circ / 251,063^\circ$, pod dráty vysokého napětí směřující sever – jih $75,085^\circ / 255,085^\circ$ a pod dráty elektrického vedení směřující východ – západ $74,155^\circ / 254,155^\circ$. Orientace těla čivavy při defekaci, byl výsledný vektor bez ovlivnění $111,185^\circ / 291,185^\circ$, s ovlivněním $81,295^\circ / 261,295^\circ$, pod dráty elektrického vedení směřující sever – jih $4,784^\circ / 184,784^\circ$ a pod dráty elektrického vedení směřující východ – západ $74,155^\circ / 254,155^\circ$. Šeltie orientovala směr těla při urinaci bez ovlivnění na $52,78^\circ / 232,78^\circ$, s ovlivněním $54,444^\circ / 234,444^\circ$, pod dráty

elektrického vedení směřující sever – jih $52,439^\circ / 232,439^\circ$ a pod dráty směřující východ – západ $50,33^\circ / 230,33^\circ$. Výsledný vektor u šeltie při defekaci bez ovlivnění byl $21,808^\circ / 201,808^\circ$, s ovlivněním $37,281^\circ / 217,281^\circ$, pod dráty elektrického vedení směřující sever – jih $48,459^\circ / 228,459^\circ$ a pod dráty elektrického vedení směřující východ – západ $55,70^\circ / 235,70^\circ$. Směr orientace při vyměšování u obou plemen, byl statistickým programem vyhodnocen ve směru severo - východ, což popírá doposud publikovanou práci (Hart et al., 2013). Výsledek byl vyhodnocen jako statisticky nesignifikantní. Dle mého názoru se moje naměřená a poté vyhodnocená data neshodují s publikovanými, z důvodu vyhodnocování všech dat bez ohledu na to, kdy je magnetické pole klidné. Přičemž Hart et al. (2013), zjistili, že psi se natácejí v ose severo - jižní pouze tehdy, jeli zemské magnetické pole klidné.

Cílem bakalářské práce bylo prokázání severo – jižního směru u zvolených plemen psů při různých aktivitách. Z naměřených výsledků byla magnetorecepce prokázána u dvou ze tří metod. Výsledky mohou být přínosem při získávání informací u jiných plemen psů, ale můžou sloužit i k porovnávání s ostatními druhy živočichů.

Výzkum magnetorecepce u živočichů je zatím v počátcích. Víme, že zvířata využívají magnetické pole Země, ale nevíme, kde jejich magnetický smysl máme hledat. Je potřeba mnoho dalších výzkumů, a pozorování i u dosud nezkoumaných živočichů, pro lepší pochopení těchto smyslů.

7 POUŽITÁ LITERATURA

1. **ANONYMUS, 2004:** Čivava. Online: <http://www.celysvet.cz/civava.php>, Publikováno 24. 3. 2004 [cit. 15. 4. 2014].
2. **BAKOŠ. A., 1998:** Plemena loveckých psů. Nakladatelství Kontakt, Bratislava, 112 s.
3. **BECKER G., 1974:** Einfluss des magnetfelds auf das richtungsverhalten von goldfischen. *Naturwissenschaften* 61: 220-221 s.
4. **BEGALL S., ČERVENÝ J., NEEF J., VOJTĚCH O. et BURDA O., 2008:** Magnetic alignment in grazing and resting cattle and deer. *Proc Natl Acad Sci, USA*, 13451-5.
5. **BEGALL S., MALKEMPER P. E., ČERVENÝ J., NĚMEC P. et BURDA H., 2012:** Magnetic alignment in mammals and other animals. *Zeitschrift für Säugetierkunde. Volume 78:* 10-20 s.
6. **BURDA H., BEGALL S., ČERVENÝ J., NEEF J. et NĚMEC P., 2009:** Extremely – low frequency electromagnetic fields disrupt magnetic alignment of ruminants. doi: 10.1073/pnas.0811194106. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. Publikováno 10. 2. 2009 [cit. 1. 4. 2014].
7. **ČERVENÝ J., BEGALL S., KOUBEK P., NOVÁKOVÁ P. et BURDA H., 2011:** Directional preference may enhance hunting accuracy in foraging foxes. *Bio.Lett.* 355-357 s.
8. **DOBRORUKA L. J. et BERGER Z., 1994:** Psi. Aventinum nakladatelství, s. r. o., Praha, 223 s.
9. **FARNDON J., 1996:** Školní encyklopedie. Nakladatelství SVOJTKA a VAŠUT, Praha, 272 s.
10. **GREGOROVÁ D., 2012:** V ptačích zobáčích magnetoreceptory nejsou. Online: http://www.osel.cz/index.php?obsah=6&akce=showall&clanek=6235&id_c=116727. Publikováno 25. 4. 2012 [cit. 4. 4. 2014].
11. **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. et BURDA H., 2012:**

- Magnetic Alignment in Carps: Evidence from the Czech Christmas Fish Market. PLoS ONE 7(12): e51100. doi: 10.1371/journal.pone.0051100
12. **HART V., NOVÁKOVÁ P., MALKEMPER E. P., BEGALL S., HANZAL V., JEŽEK M., KUŠTA T., NĚMCOVÁ V., ADÁMKOVÁ J., BENEDIKTOVÁ K., ČERVENÝ J. et BURDA H., 2013:** Dogs are sensitive to small variations of the Earth's magnetic field. Online: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24370002>.
 13. **LIŠKOVA V., 2006:** Shetland sheepdog, Šeltie. Professional publishing, Praha, 63 s.
 14. **LOHMANN K. J. et LOHMANN C. M. F., 1994:** Detection of magnetic inclination angle by sea turtles: A possible mechanism for determining latitude. The Journal of Experimental Biology, USA, 23-32 s.
 15. **MARTÍNEK F., 2004:** Česká astronomická společnost. Online: <http://www.astro.cz/clanek/1188>. Publikováno 1. 7. 2004 [cit. 10. 4. 2014].
 16. **NĚMĚC P. et VÁCHA M., 2007:** Mechanizmy magnetorecepce., Vesmír 86: 284 - 289 s.
 17. **RITZ T. et SCHULTEN K., 2005:** The magnetic sense of animals. Online: <http://www.ks.uiuc.edu/Research/magsense/ms.html>.
 18. **SEDLÁK B. et ŠTOLL I., 2002:** Elektřina a magnetismus. Nakladatelství Karolium, Praha, 626 s.
 19. **SMRČEK M. et SMRČKOVÁ L., 2003:** Kapesní atlas psů. Ottovo nakladatelství, s. r. o., Praha, 264 s.
 20. **TAYLOR D., 1990:** Velká kniha o psech. Gemini, spol. s r. o., Praha, 240 s.
 21. **VÁCHA M., KVÍČALOVÁ M. et PRŮŽOVÁ T., 2009:** American cockroaches prefer four cardinal geomagnetic positions at rest. Behaviour, Volume 147, Issue 4: 425 - 440 s.
 22. **VOTÝPKA J., 2006:** Navigace a orientace u zvířat. Online: <http://geography.cz/geograficke-rozhledy/wp-content/uploads/2006/12/8-9.pdf>.
 23. **WILTSCHKO R et WILTSCHKO W., 1995:** Magnetic orientation in animals. Springer. Zoophysiology, Berlin vol 33: 297 s.

24. **WILTSCHKO W. et WILTSCHKO R., 2005:** Magnetic orientation and magnetoreception in birds and other animals. *Journal of Comparative Physiology* 191: 675 – 693 s.
25. **WILTSCHKO W., WILTSCHKO R. et RITZ T., 2011:** The mechanism of the avian magnetic compass. Published by Elsevier Ltd. Selection and/or peer-review under responsibility of G. R. Fleming, G. D. Scholes and A. De Wit doi: 10. 1016/j.proche. 2011.08.035.