

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská  
Katedra myslivosti a lesnické zoologie

**Magnetická orientace dosedání kachny divoké a  
jiného vodního ptactva na hladinu v oblasti  
Mariánských Lázní.**

**Bakalářská práce**

Autor: Maxmilián Netrval

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

2013

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ochrany lesa a myslivosti

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Netrval Maxmilián

Lesnictví

Název práce

**Magnetická orientace dosedání kachny divoké a jiného vodního ptactva na hladinu v oblasti Mariánských Lázní**

Anglický název

**Magnetic orientation of landing of the mallard and other waterfowl on bodies of water in the area of Mariánské Lázně (Western Bohemia, Czech Republic)**

### Cíle práce

Cílem bakalářské práce je vyhodnocení vlivu zemského magnetismu na dosedání kachen a jiného vodního ptactva na hladinu vodních ploch na Mariánskolázeňsku.

### Metodika

V bakalářské práci zpracujte literární rešerši k dané problematice a popis oblasti. Zaměřte se na sledování minimálně tří vodních ploch, jejich velikost a ptáčích druhů dosedajících na vodní hladinu. Zaznamenávejte buzolou směr dosedání, orientaci delší strany vodní plochy, směr a sílu větru v momentě sledování, velikost, orientaci a vzdálenost litorálu od dosednutí, počet ptáků (zda se jedná o jednotlivce nebo více jedinců), stav počasí a vzdálenost rušivých vlivů, datum a hodinu. Následně proveďte statistické vyhodnocení.

### Harmonogram zpracování

Literární rešerši bakalářské práce předložte v elektronické podobě do konce prosince 2012 a vytištěný rukopis práce do 30.4.2013.

## Rozsah textové části

cca 30 stran

## Klíčová slova

Anas platyrhynchos, magnetismus, magnetická orientace

## Doporučené zdroje informací

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

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

Freire, R. & Birch, T., E. 2010 Conditioning to magnetic direction in the Pekin duck (*Anas platyrhynchos domestica*). *The Journal of Experimental Biology* 213, 3423-3426.

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

Ritz, T., Adem, S. & Schulten, K. 2000 A model for photoreceptor based magnetoreception in birds. *Biophys. J.* 78, 707–718.

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


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

## Vedoucí práce

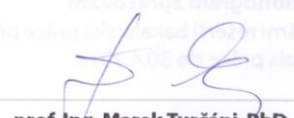
Nováková Petra, Ing., Ph.D.

## Termín odevzdání

duben 2013

  
prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.  
Vedoucí katedry



  
prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.  
Děkan fakulty

V Praze dne 20.2.2012

"Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Magnetická orientace dosedání kachny divoké a jiného vodního ptactva na hladinu v oblasti Mariánských Lázní vypracoval samostatně pod vedením Ing. Petry Novákové, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V Praze dne 13. 4. 2013

### **Poděkování**

Moje poděkování patří především vedoucí bakalářské práce, Ing. Petře Novákové, Ph.D., za cenné rady při měření dat a při psaní práce jakož i při výběru materiálů a zdrojů použitých v této bakalářské práci.

## **Abstrakt**

Práce se zabývá vlivem magnetické orientace dosedání na hladinu kachny divoké (*Anas platyrhynchos*). Měření byla prováděna na 3 rozdílných vodních plochách, byl brán v potaz směr a síla větru, postavení slunce vzhledem k ptákům, vzdálenost a přítomnost litorálu, vzdálenost rušivého elementu a směr od pozorovatele k pozorované kachně. Pro každou vodní plochu byly statisticky vypočítány výsledné směry zobrazeny v grafu. Celkem bylo v této práci zdokumentováno téměř 300 dosednutí jednotlivých kachen divokých nebo i jejich hejn o více kusech. Výsledné směry dosedání na vodní hladinu byly 2,848°, 93,558° a 58,981°. Výsledné směry dosedání mohly být ovlivněny vysokým porostem na březích ploch, nebo vyhýbáním se rušivému elementu, případně pozorovateli.

## **Klíčová slova**

*Anas platyrhynchos*, magnetismus, magnetická orientace

## **Abstract**

The work deals with the influence of magnetic orientation abutting surface mallards (*Anas platyrhynchos*). Measurements were taken on three different water areas, there were considered direction and strength of the wind, sun position due to the birds, the distance and the presence of littoral, disturbing element distance and direction from the observer to the observed duck. For each water area were statistically calculated resulting directions shown in the chart. Altogether, this study documented nearly 300 landings of Mallards or their flocks of several pieces. The resulting lines abutting surface of the water were 2.848 °, 93.558 ° and 58.981 °. The resulting lines abutting could be affected by high vegetation on the banks of the areas, or avoiding to disturbing element or observers.

## **Key words**

*Anas platyrhynchos*, magnetism, magnetic orientation

## Obsah

1. Úvod .....	8
2. Magnetismus.....	9
2.1. Magnetické stacionární pole .....	9
2.2. Indukční čáry .....	9
2.3. Magnetismus země .....	11
3. Výzkumy magnetické orientace a vnímání magnetismu u ptáků .....	12
3.1. Historie .....	12
3.2. Teorie magnetorecepce a reakce ptáků na směr působení magnetismu... 12	
3.2.1. Teorie založené na magnetitu .....	12
3.2.2. Teorie chemické magnetorecepce .....	13
4. Kachna divoká ( <i>Anas platyrhynchos</i> Linnaeus, 1758) .....	17
4.1. Výskyt kachny divoké a početnost ve vybraných zemích Evropy.....	19
4.2. Právní úpravy lovu a ochrany kachny divoké a ochrana jejího prostředí .....	20
5. Metodika .....	21
5.1. Popis oblasti: .....	21
5.2. Metodika pozorování .....	26
6. Výsledky a diskuze.....	27
6.1. Pozorování na rybníce č. 1- Anenský rybník: .....	27
6.2. Pozorování na rybníce č. 2- Labutí rybník: .....	29
6.3. Pozorování na rybníce č. 3:.....	31
7. Závěr.....	34
8. Použitá literatura: .....	35
9. Seznam obrázků : .....	36
10. Přílohy: .....	37

## 1. Úvod

Kachna divoká patří do řádu vrubozobí (*Anseriformes*) a čeledi kachnovití (*Anatidae*). Hojně hnízdí na stojatých vnitrozemních vodách. Hnízdí jednou ročně. Kachna divoká dorůstá velikosti cca 50-60 cm, hmotnostně v rozpětí od 700 do 1300 g. Rozpětí křídel činí 81-95 cm. Kachny mají výrazný pohlavní dimorfismus, živí se rostlinami vodními i suchozemskými, plži, červy, pulci a žábami. Potravu hledají na hladině nebo pod vodou. Kachna divoká je u nás hlavním a nejčastějším zástupcem rodu *Anas*. Šťastný a kol. (2002) popisuje kachnu divokou jako trvale hnízdící druh na celém území ČR od nížin až do výšek nad 1000 m n. m. Je rozšířena v celé Evropě, je nejpočetnější a nejrozšířenější kachnou Evropy. Její početnost se odhaduje na 2,3 – 3,9 milionu párů. Kachny žijí v párech tvořících se na podzim v říjnu a v listopadu na společných shromaždištích.

V současné době je v myslivosti, zoologii a dalších oborech často kladena otázka, zda zemský magnetismus ovlivňuje chování zvěře a ptactva.

Výzkumy magnetické orientace a vnímání magnetismu byly již prováděny po celém světě a u různých druhů zvěře a ptactva, Middendorff (1859) byl první, kdo zaznamenal, že citlivost k magnetickému poli může ovlivňovat navigační schopnosti ptáků. Později Viquier (1882) a Yeagley (1947) navrhli hypotézu k vysvětlení hnízdění navigace u holuba. Výzkumy ukazují, že tažní ptáci, poštovní holubi a hmyz mají jemný navigační systém, který funguje pomocí zemského magnetického pole.

V současné době jsou prováděna pozorování a měření magnetorecepce u mnoha druhů, např. kachny divoké, kapra, různých plemen psů, slepic a převážně u migrujících ptáků. Pozorování dosedání na vodní hladinu u kachny divoké probíhají pod vedením Fakulty lesnické a dřevařské, Katedry myslivosti a lesnické zoologie po celé Evropě.



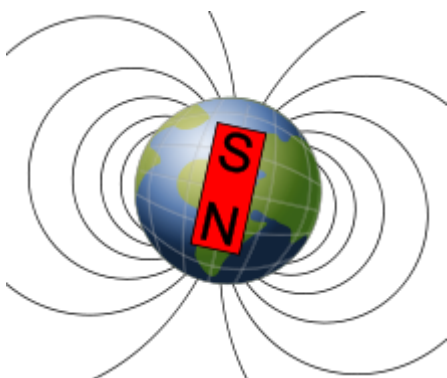
## Literární řešerše

### 2. Magnetismus

#### 2.1. Magnetické stacionární pole

Magnetické pole má původ v meziatomárních a mezimolekulárních prstencových proudcích. Stacionární (časově neproměnné) magnetické pole vzniká rovnoměrným pohybem elektrického náboje. Vytváří se pomocí elektrických proudů a rychle se měnících elektrických polí. Magnetické pole je stejně jako ostatní silová pole vektor, má v každém bodě prostoru určitý směr a velikost. Velikost magnetického pole je určena intenzitou magnetického pole  $H$ , jednotkou je  $A/m$ , nebo hustotou magnetických siločar, magnetickou indukci  $B$ , jejímiž jednotkami jsou Tesla, Gauss. Přičemž  $1 \text{ Tesla} = 10\,000 \text{ Gauss}$ . Magnetická indukce je závislá na prostředí  $\mu$  a intenzitě magnetického pole  $H$  (Němec a Vácha, 2007).

Magnetické pole Země má dipólový charakter, rozložení siločar je podobné siločarám v okolí tyčového magnetu. Jeho osa neprochází středem Země- je přibližně o 520 kilometrů odkloněna. Pole se vytváří třením při rotaci vnějšího polotekutého zemského jádra a pevného vnitřního jádra planety. Tento proces funguje jako obrovské hydrodynamické dynamo. Geomagnetické pole je silně v čase proměnlivé a to nejen v síle, ale i v polaritě, která se v minulosti často měnila.

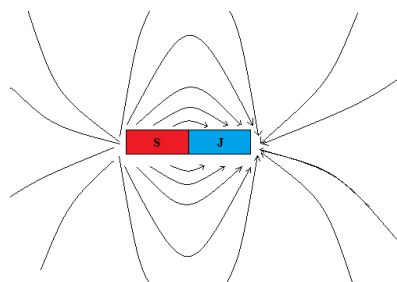


Obr. 1 – Magnetické pole země s rozložením magnetických pólů ([wikipedia.org/wiki/Magnetické\\_pole\\_Země](http://wikipedia.org/wiki/Magnetické_pole_Země))

#### 2.2. Indukční čáry

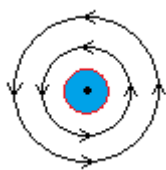
Indukční čáry (*magnetické siločáry*) jsou smyšlené prostorově orientované křivky. Magnetické indukční čáry tvoří na rozdíl od elektrických siločar vždy

uzavřené křivky. Rovina magnetických indukčních křivek je kolmá ke směru proudu (pohybujícího se náboje). Magnetické čáry vždy směřují od severu (N) k jihu (S) – odvozeno z kompasu, protože Země je magnet a pól magnetu, který ukazoval k zeměpisnému severu, byl označen jako severní. Poblíž severního zeměpisného pólu leží jižní magnetický pól Země. Indukční čáry směřují od severního pólu magnetu k jižnímu a jsou vždy uzavřené. U vodiče je směr siločar kruhový a směr lze určit pomocí Ampérova pravidla pravé ruky (palec ukazuje směr proudu, pokrčené prsty pak ukazují směr siločar). Magnetické siločáry procházejí jakoukoliv látkou. Musíme rozlišovat mezi látkami diamagnetickými a paramagnetickými. Diamagnetické látky způsobují zředění siločar magnetického pole. Relativní permeabilita je menší než 1, tuto vlastnost má např. vzduch. Paramagnetické látky naopak způsobují zhuštění siločar magnetického pole. Relativní permeabilita je větší než 1, mezi tyto látky patří např. feromagnetické látky – Fe, Ni (Lepil, 1995).



Obr. 2 – Schéma indukčních čar okolo magnetu

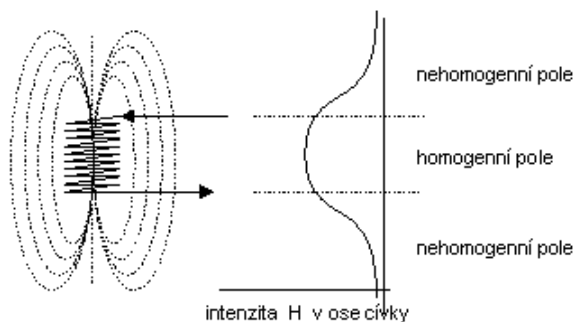
(<http://radek.jandora.sweb.cz>)



Obr. 3 – Schéma indukčních čar okolo vodiče

(<http://radek.jandora.sweb.cz>)

Magnetické pole vzniká průchodem elektrického proudu cívkou nebo vodičem. Kolem vodiče vznikají prstencovité siločáry magnetického pole.



Obr. 4 - Magnetické pole generované cívkou (<http://www.therapy.cz/magneticke-pole.php>)

### 2.3. Magnetismus země

Siločáry zemského magnetického pole mají severojižní směr. Zemský magnetismus má v současné době hodnotu přibližně 0,047 mT / 0,47 G. Jeho hodnota klesá od pólu směrem k rovníku a pulzuje denním i ročním rytmem. Magnetické pole země nás chrání před působeními kosmického záření. Výzkumy ukazují, že tažní ptáci, poštovní holubi a hmyz mají jemný navigační systém, který funguje pomocí zemského magnetického pole ( Lepil, 1995).

### **3. Výzkumy magnetické orientace a vnímání magnetismu u ptáků**

#### **3.1. Historie**

Middendorff (1859) byl první kdo zaznamenal, že citlivost k magnetickému poli může ovlivňovat navigační schopnosti ptáků. Později Viquier (1882) a Yeagley (1947) navrhli hypotézu k vysvětlení hnízdní navigace u holuba založené na mřížce magnetických polí. Pokusy otestovat teorii experimentálně neukázaly průkazné výsledky.

#### **3.2. Teorie magnetorecepce a reakce ptáků na směr působení magnetismu**

Země funguje jako obří magnet s magnetickými siločarami, které procházejí a končí u rotačních pólů a poskytují směrové informace, které mnohá zvířata mohou využít pro orientaci (Wiltschko a Wiltschko, 1995). Ačkoli ptáci prokázali reakci na směr, odkud působí magnetismus, teorie, jak tohoto dosahují, nejsou dosud zcela ověřeny.

##### **3.2.1. Teorie založené na magnetitu**

Teorie založené na magnetitu předpokládají, že magnetorecepce je odvozena od částic magnetitu (formy oxidu železa která dokáže reagovat na magnetické pole) obsažených v buňkách zvířat (Kirschvink a kol., 2001). Magnetit byl nalezen v čichové části zobáku mnoha ptáků a zkoumáním a porušením trojklaného nervu v zobáku bylo pozorováno zrušení některých magnetorecepcí.

V čichové sliznici pstruha, poblíž bazální laminy čichového epitelu, byly nalezeny buňky obsahující jednodoménový magnetit. Krystaly magnetitu jsou uspořádány do řetízků dlouhých asi 1  $\mu$  m, což zaručuje dostatečně silnou interakci s geomagnetickým polem. Tato oblast čichové sliznice je inervována větví trojklaného nervu (nervus ophthalmicus superficialis), která obsahuje jednotky reagující změnou své aktivity na změnu intenzity magnetického pole (nikoli však na změny směru magnetického pole). Tyto výsledky vedly k hypotéze, že buňky

obsahující magnetit vnímají intenzitu magnetického pole a převádějí magneticky vyvolanou mechanickou sílu v elektrický signál. Přímý důkaz ale zatím chybí.

V podkoží horní poloviny zobáku holubů byly nalezeny nanokrystaly magnetitu. Jsou uvnitř nervových zakončení uspořádány do shluků podél plazmatické membrány. Zdá se, že shluky jsou membránou opouzdřeny. Kromě krystalického magnetitu se v nervových zakončeních objevují také komplexy amorfního železa, které mohou hypoteticky fungovat jako lokální zesilovač magnetického pole. Nervová zakončení obsahující magnetit patří senzitivním dostředivým vláknům trojklaného nervu (nervus ophthalmicus). Existují i přímé důkazy, že trojklaný nerv inervuje magnetoreceptory. Po jeho přetnutí ztratí trénovaný holub schopnost rozlišit přítomnost magnetické anomálie a některé neurony v gangliu trojklaného nervu reagují zvýšenou aktivitou na velmi malé změny intenzity magnetického pole (práh citlivosti okolo 0,5 % intenzity geomagnetického pole). Podobně jako u pstruhů jde pravděpodobně o receptory intenzity magnetického pole. Existují i další nepřímé důkazy o klíčové roli magnetitu v magnetoreceptci: krátký a silný magnetický pulz (4 ms; 0,5 T) může změnit směr magnetizace jednodoménového magnetitu či narušit uspořádání shluků superparamagnetických nanokrystalů) (Kirshvink a kol., 2001).

Pulzní magnetizace může proto ovlivnit, nebo dokonce zničit magnetoreceptory založené na magnetitu. U tažných pěvců, holubů, mořských želv nebo hlodavců to vede k dezorientaci či výrazné změně směru. Receptor založený na magnetitu ke své funkci nepotřebuje světlo a řada úspěšných pokusů provedených ve tmě svědčí pro magnetitový model. Bezchybné orientace ve tmě jsou schopny ryby, mořské želvy a někteří hlodavci. Rovněž se zdá, že receptor založený na jednodoménovém magnetitu je jediný, který může rozlišit polaritu horizontální složky magnetického pole (Němec a Vácha, 2007).

### **3.2.2. Teorie chemické magnetorecepce**

Teorie chemické magnetorecepce předpokládá, že magnetorecepce je odvozena od chemických reakcí, které jsou vytvářeny silou zemského magnetického pole. Chemická magnetorecepce zapojuje vizuální systém jedince, a pravděpodobně u některých ptáků pouze levé oko.

Předpokládejme, že v sítnici nebo v epifýze existují specializované receptory, jejichž fotopigmenty generují magneticky senzitivní radikálové páry. V takovém případě může magnetické pole Země ovlivnit účinnost přeměny světla na membránový potenciál, a tak se stát „viditelným“. Efekt je závislý na poloze molekul fotopigmentů vůči geomagnetickému poli. Různě orientované receptory budou ovlivněny každý jinak a odlišná bude i efektivita přenosu světla v různých částech sítnice. Vznikne kontrast a geomagnetické pole může vyvolat zrakové vjemy- charakteristické obrazce připomínající skvrny nebo oblouky orientované symetricky okolo magnetické osy. Zvíře bude vnímat odlišné vzory, jestliže se bude dívat různými magnetickými směry. Kontrast těchto vzorů bude záviset na intenzitě magnetického pole. Jakkoli se může tento model zdát nepřirozený a složitý, přináší testovatelné předpovědi. Je závislý na světle, které poskytuje energii pro počáteční excitaci; ze své podstaty nedovoluje rozeznat sever od jihu (tj. kompas na něm založený musí být inklinanční, nikoli polaritní) a je funkční jen v poměrně úzkém rozmezí intenzity magnetického pole. Behaviorální studie prokázaly, že modus operandi kompasového smyslu ptáků a obojživelníků se shoduje s výše zmíněnými předpověďmi - u obou skupin jde o inklinanční kompas komplexním způsobem závislý na světle. U holubů byly v několika podkorových zrakových centrech nalezeny neurony, které se změnou směru magnetického vektoru mění svou aktivitu. Tyto neurony jsou také směrově selektivní - různé neurony odpovídají na různý směr magnetického vektoru. Přímé důkazy, že sítnice je zapojena do magnetorecepce ptáků, zatím neexistují, ale zakrytí oka, popřípadě přetnutí zrakového nervu aktivaci spolehlivě zruší. Zjistilo se také, že tažní pěvci s důkladně zakrytým pravým okem nejsou schopni orientace, přitom titíž ptáci se zakrytým levým okem problémy s orientací nemají. Magnetorecepční dráha ptáků je zřejmě důsledně jednostranná. Jedinými v současnosti známými fotopigmenty obratlovců, o nichž se ví, že tvoří radikálové páry, jsou kryptochromy. Z pochopitelných důvodů jsou tedy horkými kandidáty na magnetotransdukční molekuly. Buňky citlivé k magnetickému poli existují i v epifýze. Její úloha v magnetorepceci však zůstává nejasná. U ptáků jistě není místem primární magnetorecepce, neboť i holubi s vyoperovanou epifýzou jsou schopni bezchybné orientace. Naopak frontální orgán obojživelníků (struktura umístěna v kůži mezi očima), který je spolu s epifýzou

součástí tzv. pineálního komplexu, může být místem magnetorecepce. Pokud je zakryt filtrem propouštějícím jen červené světlo, čolci změni svou orientaci o 90°. Nic takového nenastane, jestliže stejným filtrem zakryjeme čolkům oči (Kirshvink a kol., 2001).

Nakonec je třeba zmínit současně experimenty, v nichž se jako diagnostický nástroj používají rádiové elektromagnetické vlny, které interferují s geomagnetickým polem a mají zásadní vliv na přechody z opačné do souhlasné rotace. Ovlivňují tedy podstatným způsobem chemické reakce radikálových párů. Ptáci vystavení velmi slabému oscilujícímu radiofrekvenčnímu poli skutečně byli dezorientováni. Přitom intenzita pole byla velice nízká (zhruba 1 % intenzity geomagnetického pole) a frekvence naopak vysoká. Je proto velmi nepravděpodobné, že by takové pole ovlivnilo receptor založený na magnetitu. Tyto pokusy jsou prvním přímým důkazem, že magnetický kompas ptáků vychází z reakcí radikálových párů.

Reakce na magnetické směry byla prokázána u více než 20 druhů ptáků, přičemž většina z nich byli migrující pěvci. Předpoklad pro migrující druhy ptáků jako výzkumný model je spolehlivé chování, které poskytuje prostředky pro analýzu základního pudového mechanismu magnetické orientace (Němec a Vácha, 2007).

Navádění ptáků do směrů magnetických polí pomocí používání magnetických stimulů bylo zpočátku velmi neúspěšné (Wiltschko a Wiltschko, 1996). Později však navádění do směrů magnetických polí bylo demonstrováno u slepice domácí (*Gallus Gallus*), trénováním slepic k nalezení vtištěného podnětu ukrytého za jednou ze 4 obrazovek ve čtvercové aréně (Freire a kol., 2005). V náhodných neodměněných testech bylo magnetické pole posunuto o 90° na východ, slepice souběžně posunuly hledání podnětu, což naznačuje, že směrové informace byly odvozeny z magnetického pole.

Pozdější výzkumy se slepicemi prokázaly, že orientace je narušena zakrytím levého oka, ale není narušena umrtvením zobáku. Toto zjištění naznačuje, že slepice mají systém magnetorecepce podobný, jako používají migrující pěvci (Wiltschko a kol., 2007a).

V současnosti byla zkoumána magnetorecepce u nidifugních ptáků- kachny domácí (*Anas platyrhynchos domestica*), příbuzného široce rozšířené kachny divoké (*Anas platyrhynchos*), která vykazuje migrační chování, např. ze Severní Ameriky do Mexika na zimu (Vrtání a kol., 2002). Schopnost kachen naučit se používat informace o směru magnetického pole byla testována v testovací proceduře založené na pokusu použitém u slepic (Wiltschko a kol., 2007a). Také byla použita metoda zkoumající vliv na chemickou magnetorecepci pomocí zakrytí levého oka, nebo umrtvení horní smyslové části zobáku, kde je předpokládán receptor magnetických polí.

Kachny prokázaly schopnost určit správný směr magnetického pole častěji a s vyšší pravděpodobností, než bylo očekáváno od pokusu se zakrytým levým okem, nebo umrtvenou horní částí zobáku, což naznačuje, že tyto zásahy nijak významně neovlivnily jejich schopnost odhadnout směrovou orientaci z magnetického pole.

Nejčastěji pozorovaným druhem v této oblasti a nejčastější druh, u kterého bylo zaznamenáno dosedání na vodní hladinu, byla kachna divoká (*Anas platyrhynchos*).



#### 4. Kachna divoká (*Anas platyrhynchos* Linnaeus, 1758)

Kachna divoká patří do řádu vrubozobí (*Anseriformes*) a čeledi kachnovití (*Anatidae*).

Řád vrubozobí (*Anseriformes*) zahrnuje ptáky střední až značné velikosti. Mezi nejmenší patří čírka obecná (*Anas crecca*) o průměrné váze samců cca 400 g a s rozpětím křídel okolo 0,6 m. Největším druhem je labuť velká (*Cygnus olor*) o váze samců až 20 kg a s rozpětím křídel kolem 2,5 m. Vrubozobí se vyznačují protáhlým krkem a krátkým ocasem, hlavu mají z boku zploštěnou, oči tak směřují do stran. Zobák vrubozobých má po okrajích čelistí napříč postavené rohovinové výrůstky, je krytý měkkou kůží a na konci jsou hmatová tělíška. Na špičce zobáku je masivní rohovinová ploténka – nehet. Stavba a tvar zobáku se u jednotlivých druhů liší s ohledem na druh přijímané potravy. Nohy vrubozobých jsou uzpůsobeny k jejich způsobu života, mají tři přední prsty spojené širokou plovací blánou, poměrně krátký běhák a dlouhou holeň. U potápivých druhů jsou nohy posunuty směrem k zádi těla. Vrubozobí jsou výborní letci, což využívají nejen ke každodenním dalekým letům za potravou, ale i v období rozsáhlého sezónního tahu. Žádný z druhů vrubozobých nedokáže létat plachtěním, což je také jeden z dobrých rozpoznávacích znaků. Za letu drží krk natažený dopředu.

Dospělé husy pelichají pouze jednou ročně a to v létě, labutě a kachny pelichají dvakrát ročně, kompletně v létě a částečně na podzim. Vzhledem ke způsobu života ve vodním prostředí mají vrubozobí dobře vyvinutou kostrční žlázu, která produkuje maz promašťující jim peří, které se tak stává vodě odolné (Hudec a Černý, 1972).

Kachna divoká dorůstá velikosti cca 50-60 cm, hmotnostně v rozpětí od 700 do 1300 g. Rozpětí křídel činí 81-95 cm. Kachny mají výrazný pohlavní dimorfismus, kačer se od kachny liší výrazným zbarvením, nejvýraznější je toto zbarvení na krku a na hlavě, kde je leskle tmavě zeleně zbarven. Zobák je u samců zelenožlutý až tmavě žlutý, u samic hnědý až hnědočerný. Samec je jinak sivý s hnědou hrudí a na zadním okraji křídel má kovově modrý bíle lemovaný pás, tzv. zrcátko. Na ocase má kačer mimo ocasních per také dvě zvláště zakroucená pírka užívaná jako lovecká trofej.

Nohy jsou u samce i u samice stejné, červeně až oranžově zbarvené. Samička není tak pestře zbarvena jako samec, má hnědočerné ochranné zbarvení. Stejně jako samec má na zadním okraji křídel kovově modrý bíle lemovaný pás, tzv. zrcátko. Ochranu proti vlhku a chladu tvoří peří, které je maštěno tukem z mazové žlázy. Kachna ho vytlačuje zobákem a roztírá po peří a tím se chrání proti namočení peří. V době pelichání vypadnou všechna pírka z letek a kachna je poté cca 20 dní neschopna letu, kačeři pelichají na začátku června a kachny během vodění mladých.

Kachna je na vodě nadnášena vzduchem, který se drží mezi peřím, kde je zadržován krycími pery. Tato uzavřená vzduchová vrstva spolu s tukovým vakem pod kůží zabraňuje tomu, aby kachna vychladla. Kachňata ihned po vylíhnutí následují prvního živého tvora, kterého vidí a ten poté pro ně představuje rodiče.

Naše republika je přibližně na hranici území, odkud se kachna stěhuje na zimu jižněji a kde zůstává, proto je lze u nás vidět i v zimě. Kachna divoká přezimuje na nezamrzajících vodních plochách. Jejím domovem jsou stojaté a pomalu tekoucí vody. Kachna divoká má obzvlášť ráda rybníky a jezera s porostlým křovinatým či rákosovitým břehem.

Kachny žijí v párech tvořících se na podzim v říjnu a v listopadu na společných shromaždištích. Páření probíhá na jaře a téměř vždy ve vodě. Předchází mu různé umělecké a plavecké kousky samce. Hojně hnízdí na stojatých vnitrozemních vodách. Hnízdí jednou ročně. Hnízdo je umístěno na březích vod, na zemi poblíž vody, na ostrůvcích nebo stromech potopených v rybníce, ale i na stojících stromech a v dutinách stromů, je kryté travou a vybudováno ze suchých trav a je vystláno jemným prachovým peřím. Pokud samička odchází od hnízda s vejci, vždy je zakryje jemným prachovým peřím. Hnízdí většinou od počátku března až do července. Po 25-30 dnech sezení na vejcích, která jsou zelená až modrozelená, samice vylíhne 8 - 12 mláďat, která vodí 50-60 dní. První den mláďata stráví na hnízdě. Ty další už na vodě poblíž břehu. Samec se v době hnízdění od samice odpojí. Mláďata jsou nekrmová, samice je pouze doprovází. Mláďata velmi dobře běhají, plavou a potápějí se. Ve stáří 20 dnů začíná růst kácatům obrysové peří a po 50 dnech jsou zcela opeřená a začínají létat. Pohlavní dospělosti dosahují již v příštím roce.

Živí se rostlinami vodními i suchozemskými, plži, červy, pulci a žábami. Potravu hledají na hladině nebo pod vodou. Převládá živočišná potrava-cca 90 %, ale v létě a na podzim se zvyšuje příjem živočišné potravy. Pro potravu se nepotápějí, ale nanejvýš potopí hlavu pod hladinu a zadní část těla zvednou kolmo vzhůru. Tomu se říká že „panáčkuje“. Potravu hledají také na pobřeží a v noci často zaletují daleko do polí, kde se živí zeleným osením, nebo zralým obilím.

Kachna divoká je u nás hlavním a nejčastějším zástupcem rodu *Anas*. Šťastný a kol. (2002) popisuje kachnu divokou jako trvale hnízdící druh na celém území ČR od nížin až do výšek nad 1000 m n. m. Její početnost se až do konce 70. let minulého století trvale zvyšovala, i když místy byl zaznamenán pokles stavů (např. po provedení vodohospodářských úprav na jižní Moravě). Později stavy kachny na našem území prořídly řádově až o 20 %. Na čemž má téměř jistě podíl i propuknutí epidemie botulismu. Od té doby byly stavy doplňovány vypouštěním kachen z mysliveckých umělých chovů, což má vliv i na statistiku ulovené zvěře (Hudec a Černý, 1983; Šťastný a Bejček, 2006). V letech 1985-89 hnízdilo v ČR 30 000-60 000 párů. Na tahu a v zimě je z našich kachen nejpočetnější (Bejček, 2001).

#### **4.1. Výskyt kachny divoké a početnost ve vybraných zemích Evropy**

Je rozšířena v celé Evropě, je nejpočetnější a nejrozšířenější kachnou Evropy. Její početnost se odhaduje na 2,3 – 3,9 milionu párů, obecně je hustota osídlení vyšší na severu. Její adaptabilita se projevila mimo jiné i ve schopnosti žít v těsné blízkosti člověka. Odhady početností: Rakousko 4000 – 6000 párů, Belgie 20 000 – 30 000, Dánsko 20 000, Finsko 150 000 – 250 000, Francie 30 000 – 60 000, Německo 100 000 – 500 000, Řecko 1000 – 2000, Maďarsko 100 000 – 150 000, Itálie 10 000 – 20 000, Nizozemí 200 000 – 400 000, Norsko 40 000 – 70 000, Polsko 200 000 – 300 000, Portugalsko 1000 – 10 000, Slovensko 15 000 – 40 000, Španělsko 64 450 – 100 000, Švédsko 75 000 – 150 000, Švýcarsko 10 000 – 20 000, Velká Británie 100 000 – 130 000 (Šťastný a kol., 2002).

V klasifikaci evropských druhů ptáků podle stupně ohrožení (ETS) patří kachna divoká mezi druhy zajištěné. Dále je chráněna Bonnskou úmlouvou II,

Bernskou úmluvou III a dohodou AEWA. Podle směrnice ES patří kachna divoká do přílohy II a II.

Kvalitativním a kvantitativním vyhodnocením stavu životního prostředí vodní pernaté zvěře se zabývali Havránek a Musil (1997). Jsou uváděny různé možnosti vysvětlující snižování stavů populací: např. epidemie botulismu, pozvolný úbytek hnízdních možností, úbytek a likvidace litorálních porostů, úbytek a likvidaci drobných mokřadů v okolí rybníků a zvýšení rybích osádek, spojené s přihnojováním rybníků, které je signalizováno například poklesem průhlednosti vody. Významem hnízdní populace kachen a jejich přírůstku pro myslivost v regionu se zabývali Havránek a Holá (2005). Jako zástupce kachen potápivých byl vybrán polák velký, jehož migrace v čase a prostoru byly sledovány též ve třech oblastech. Z jejich výzkumu vyplynulo, že je potřeba ochrany lokálních populací, cíleném zlepšování jejich hnízdních podmínek a to i z dlouhodobějšího hlediska.

#### **4.2. Právní úpravy lovu a ochrany kachny divoké a ochrana jejího prostředí**

Dne 9. května 1996 byla přijata vyhláška Ministerstva zemědělství č. 134/1996, kterou se provádí zákon o myslivosti (Sbírka zákonů ČR 1996), kdy dle této vyhlášky jsou celoročně hájeny bernešky rodu *Branta* a kachny podčeledi *Anatinae* s výjimkou kachny divoké, poláka velkého a poláka chocholačky, kteří jsou povoleni lovit od 1. 9. do 30. 11. Husy rodu *Anser* jsou povoleny lovit od 1. 9. Do konce února. Listina o přístupu České republiky k Úmluvě o ochraně stěhovavých druhů volně žijících živočichů, přijaté dne 23. 6. 1979 v Bonnu (č. 127/1994 Sb., Sbírka zákonů České republiky 1994). Dne 8. 10. 1997 ve Štrasburku byla podepsána listina o schválení Úmluvy o ochraně evropských planě rostoucích rostlin, volně žijících živočichů a přírodních stanovišť, tato úmluva byla přijata dne 19. 9. 1979 v Bernu (Sdělení Ministerstva zahraničních věcí 107/2001 Sb.). Po rozpadu České a Slovenské federativní republiky převzala Česká republika odpovědnost za dodržování těchto Úmluv.

## 5. Metodika

Při pozorování dosedání kachny divoké (*Anas platyrhynchos*) byly pozorovány také faktory, které by mohly ovlivňovat výsledné dosednutí. Mezi tyto faktory patří například vzdálenost od litorálu.

### 5.1. Popis oblasti:

**Litorál** je pobřežní pásmo stojatých vod, vertikálně je možné ho rozdělit na 4 stupně:

1) **epilitorál**- pásmo, které není pod přímým vlivem vodní nádrže, společenstvo zde se vyskytující je adaptováno na proměnlivost biotopu a styk terestrického a vodního prostředí.

2) **supralitorál**- tzv. postřikové pásmo omývané vodou při vlnobití

3) **eulitorál**- pásmo pod vlivem pohybů vodních mas, adaptované na proudící vodu

4) **infralitorál**- pásmo osídlené rostlinami pevně zakořeněnými v bahně, ponořené i vyčnívající nad vodní hladinu.

Litorál poskytuje kachnám možnost úkrytu, zdroj potravy a hnízdních možností.

U Labutího rybníka je litorální porost v infralitorální zóně tvořen porosty rákosu (*Phragmites communis*) a ostřice, epilitorální porost je tvořen směsicí dřevin, převážně bezu (*Sambucus nigra*), střemchy (*Prunus padus*) a vrby jívy (*Salix Caprea*).

Významným prvkem je ostrůvek uprostřed rybníka měřící na délku cca 50 m a na šířku 10 m. Ostrůvek je celý porostlý směsicí nízkých dřevin a rákosu, tvořící tak ideální hnízdní podmínky.

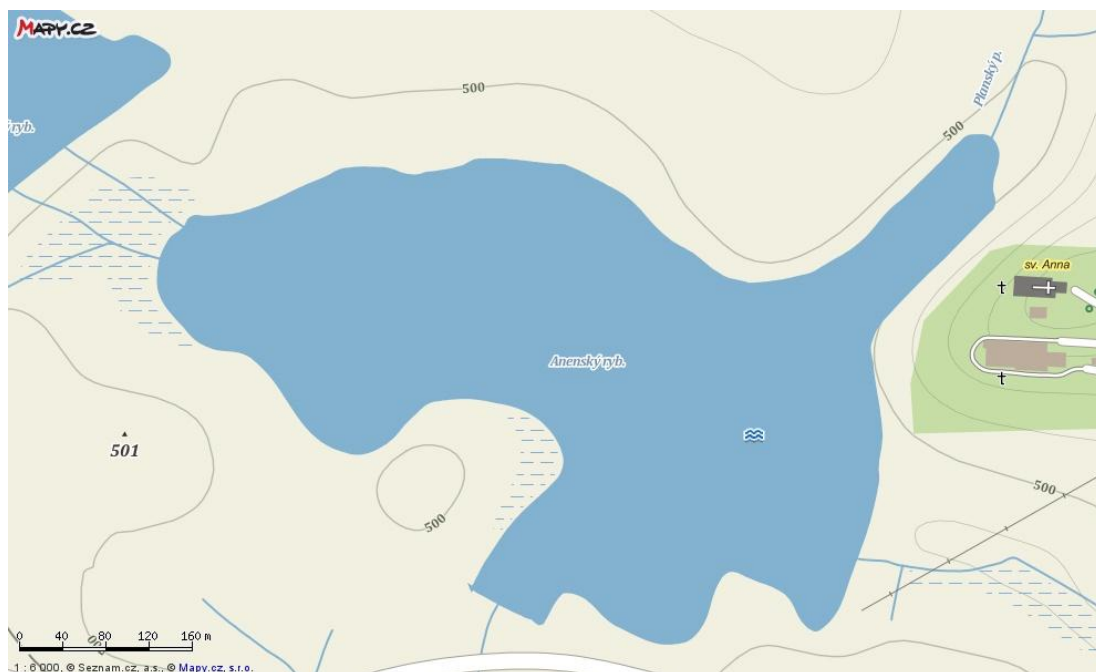


Obr. 5- turistická mapa Labutí rybník (www.mapy.cz)



Obr. 6- satelitní snímek Labutí rybník (www.mapy.cz)

U Anenského rybníka je infralitorální porost na menší ploše než u rybníka Labutího, je tvořen rákosem a orobincem (*Typha angustifolia*), omývaný litorál (supralitorál) je nejčastěji tvořen ostřicemi.



Obr. 7- turistická mapa Anenský rybník (www.mapy.cz)



Obr. 8- satelitní snímek Anenský rybník (www.mapy.cz)

U rybníka č. 3 (rybník nemá název) je infralitorální porost tvořen převážně orobincem ( *Typha angustifolia*).



Obr. 9- satelitní snímek rybník č. 3 ([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))

Dalším faktorem ovlivňujícím dosedání je směr rušivého elementu- např. rušné pozemní komunikace, či jiný zdroj stresu. Rušivý element v pozorováních nebyl brán v potaz, jelikož v okolí všech vybraných rybníků se ve významné vzdálenosti žádný nevyskytuje.

Pozorování byla prováděna v oblasti známé jako Anenské rybníky, zrušené státní přírodní rezervaci. V současné době je usilováno o obnovení statusu rezervace díky výskytu a pozorovaným hnízděním vzácných a ohrožených druhů, např. čápa černého (*Ciconia nigra*), orla mořského (*Haliaeetus albicilla*), potápky roháče (*Podiceps cristatus*) a dalších druhů.

Rezervaci tvoří dva rybníky (Anenský a Labutí rybník), ležící nedaleko města Planá u Mariánských Lázní v okrese Tachov. Území patří do oblasti Tachovské brázdy, což je parovina rozprostírající se od Mariánských Lázní ke Stráži u Tachova a tvořící podhůří Českého lesa. Rezervace byla vyhlášena v roce 1933 na ochranu údajného hnízdiště racka tříprstého ( Hostička 1967). V bývalé rezervaci bylo při průzkumech

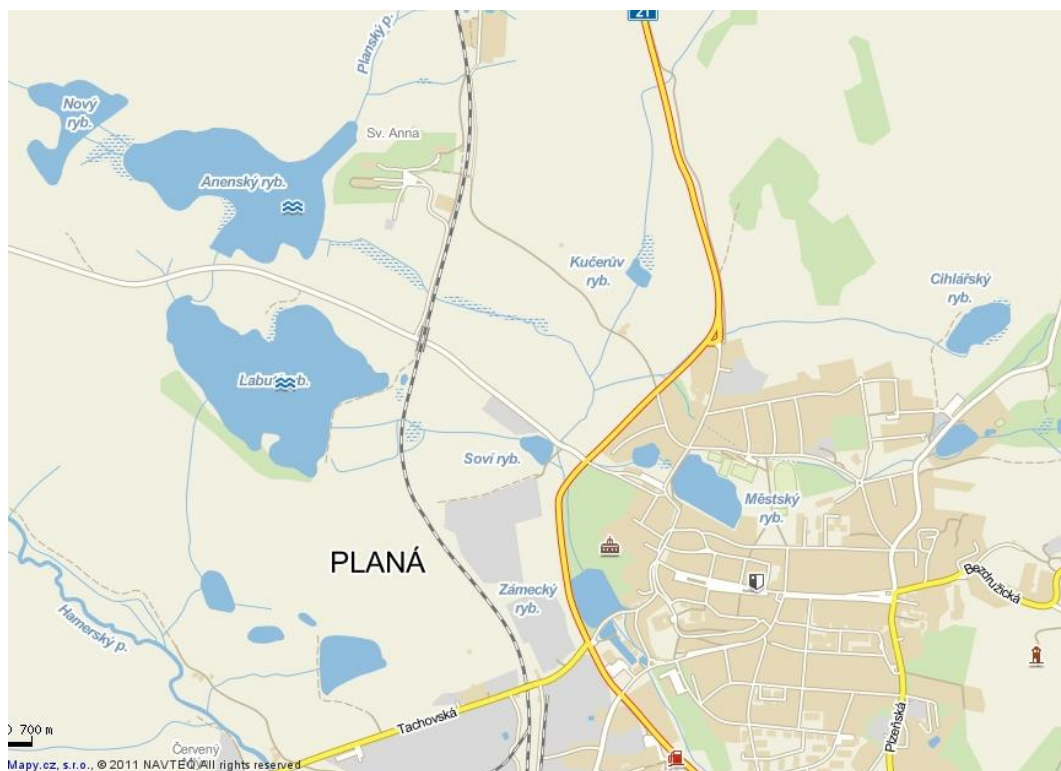


prováděných v letech 1970-1974 zjištěno 7 druhů obojživelníků, 2 druhy plazů, 20 druhů savců a 106 druhů ptáků (z toho 67 druhů hnízdících).

Oblast je dosti chladná a vlhká, průměrná roční teplota činí 7 °C a průměrný roční úhrn srážek je přes 600 mm. Rybníky tvořící rezervaci leží uprostřed zemědělsky využívané krajiny, nejbližší souvislý les je vzdálen asi 1 km. Na březích obou rybníků i mezi poli a loukami v jejich okolí je mnoho hájků, remízků a skupin keřů a stromů. Největším stromovým porostem je bývalý park ležící okolo kláštera sv. Anna (dnes nemocnice). Park navazuje na pobřežní porost Anenského rybníka a je hnízdištěm mnoha druhů ptactva. Na západním břehu tohoto rybníka je rovněž větší porost tvořený olšemi a borovicemi s navazujícím porostem dubů na hrázi dalšího z rybníků v oblasti. Jižní břeh Labutího rybníka lemuje po celé délce pruh vysokých dřevin, převažují topol bílý a topol osika. Dále je zde řada menších remízků nejrůznějšího složení spojených pobřežními porosty rákosin. Rybníky jsou po většině obvodu mělké a tomu odpovídá bohatý litorál.

Celkové rozložení rybníků

v oblasti:



Obr. 10- Celkové rozložení rybníků v oblasti ([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))

## 5.2. Metodika pozorování

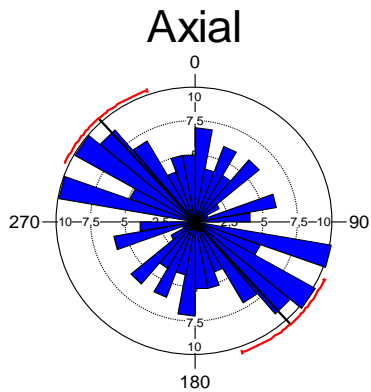
Pozorování a měření dosedajících kachen divokých byla prováděna na 3 výše popsaných vodních plochách. Měřeno bylo pomocí busoly, zaznamenán byl vždy počet přistávajících kachen, směr odkud přilétly, směr před dosednutím a směr při dosednutí, dále bylo vždy zaznamenáno počasí a postavení slunce vzhledem k pozorovaným kachnám. V časech pozorování dosedání nepřesahovala rychlost větru  $3 \text{ m/s}^{-1}$ .

Pro výsledné statistické vyhodnocení naměřených dat byl použit program Oriana 4.01 (Kovach Computing).

## 6. Výsledky a diskuze

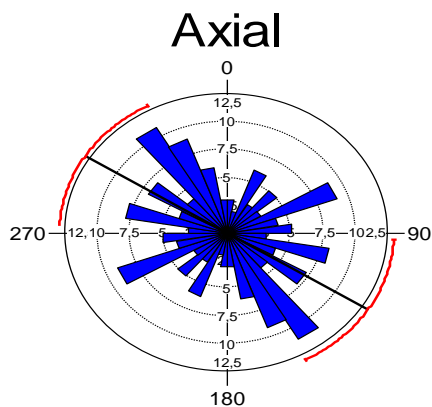
### 6.1. Pozorování na rybníce č. 1- Anenský rybník:

Přílet:



Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	95
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector ( $\mu$ )	137,768°
Length of Mean Vector (r)	0,176
Concentration	0,358
Circular Variance	0,412
Circular Standard Deviation	53,395°

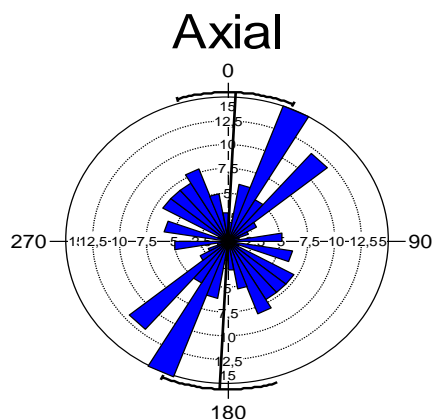
Před dosednutím:



Data Type	Axial
Number of Observations	95
Data Grouped?	No

Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector ( $\mu$ )	122,311°
Length of Mean Vector (r)	0,136
Concentration	0,275
Circular Variance	0,432
Circular Standard Deviation	57,184°

Při dosednutí:



Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	95
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector ( $\mu$ )	2,848°
Length of Mean Vector (r)	0,2
Concentration	0,407
Circular Variance	0,4
Circular Standard Deviation	51,431°

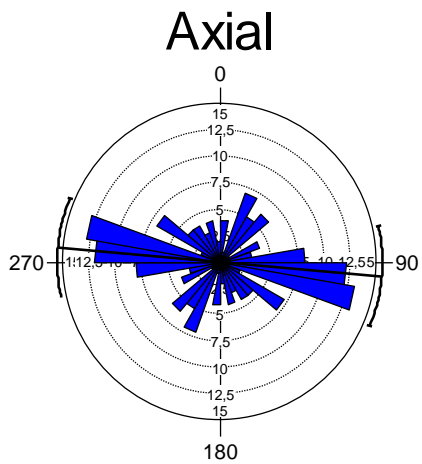
Délka delší strany 800 m, směr 270°.

Pozorování byla prováděna v době od 12. 4. 2012 do 10. 12. 2012.

Směr, ve kterém dosedalo na vodní hladinu nejvíce pozorovaných kachen divokých byl 2,848°. Celkově bylo na tomto rybníce provedeno 95 měření kachen divokých dosedajících na vodní hladinu.

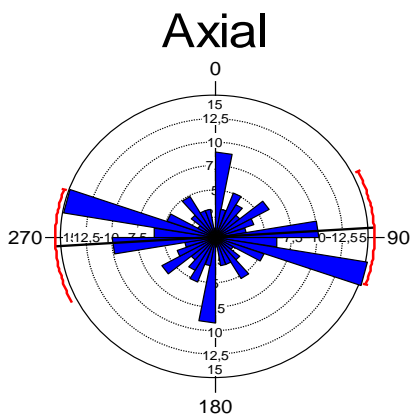
## 6.2. Pozorování na rybníce č. 2- Labutí rybník:

Přílet:



Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	90
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector ( $\mu$ )	95,153°
Length of Mean Vector (r)	0,232
Concentration	0,478
Circular Variance	0,384
Circular Standard Deviation	48,937°

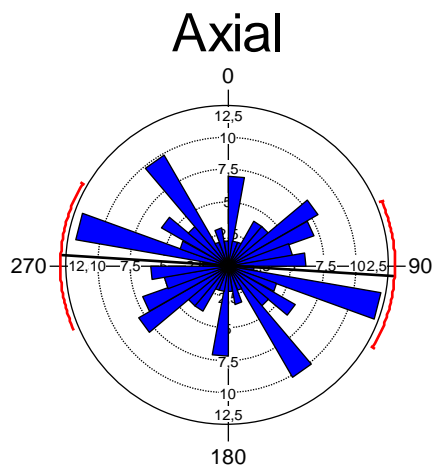
Před přistáním:



Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	90
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	

Mean Vector ( $\mu$ )	86,202°
Length of Mean Vector (r)	0,183
Concentration	0,373
Circular Variance	0,408
Circular Standard Deviation	52,774°

Při dosednutí:



Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	90
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector ( $\mu$ )	93,558°
Length of Mean Vector (r)	0,158
Concentration	0,319
Circular Variance	0,421
Circular Standard Deviation	55,077°

Pozorování byla prováděna v době od 12. 4. 2012 do 10. 12. 2012

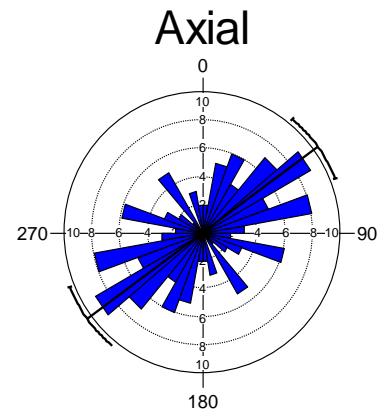
Rozměry rybníka: délka hlavní strany 1200 m, směr hlavní strany rybníka: 100°

Směr, ve kterém dosedalo na vodní hladinu nejvíce pozorovaných kachen divokých byl 93,558°. Celkově bylo na tomto rybníce provedeno 90 měření kachen divokých dosedajících na vodní hladinu.

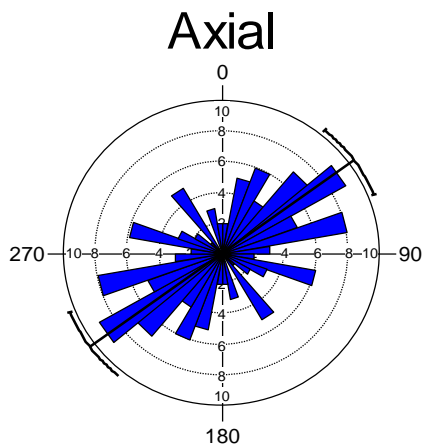
### 6.3. Pozorování na rybníce č. 3:

Přílet:

Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	73
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector ( $\mu$ )	58,65°
Length of Mean Vector ( $r$ )	0,358
Concentration	0,768
Circular Variance	0,321
Circular Standard Deviation	41,038°

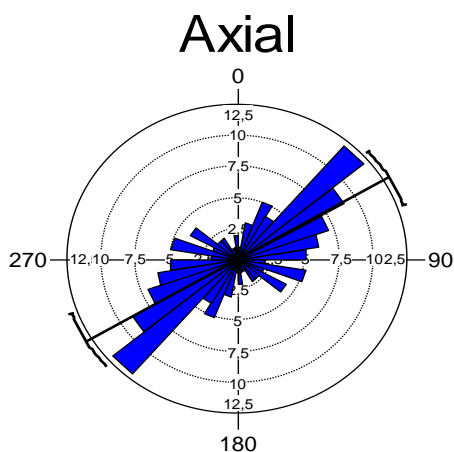


před dosednutím:



Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	73
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector ( $\mu$ )	53,625°
Length of Mean Vector ( $r$ )	0,311
Concentration	0,654
Circular Variance	0,345
Circular Standard Deviation	43,791°

Při dosednutí:



Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	73
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector ( $\mu$ )	58,981°
Length of Mean Vector ( $r$ )	0,396
Concentration	0,863
Circular Variance	0,302
Circular Standard Deviation	38,979°

Pozorování byla prováděna v době od 12. 4. 2012 do 10. 12. 2012

Rozměry rybníka: 30x70 m, směr hlavní strany rybníka: 230°

Směr, ve kterém dosedalo na vodní hladinu nejvíce pozorovaných kachen divokých byl 58,981°. Celkově bylo na tomto rybníce provedeno 73 měření kachen divokých dosedajících na vodní hladinu.

Pozorování prováděná na dosedání kachny divoké v oblasti Mariánských Lázní nevybočují ze směrů zjištěných v jiných pozorováních orientace podle magnetismu a magnetorecepce, např. pozorování vnímání magnetického pole u kaprů (Hart a kol., 2012), kde směr nejčastějšího natačení kaprů vycházel v severo - jižní ose.

Odchytky od směru severo - jižního pozorovaného ve většině pokusů prováděných na magnetorepceci je možné vysvětlit vlivem okolních faktorů majících vliv na směr příletu a celkovou orientaci kachny při dosedání. Mezi tyto vlivy je



možné zařadit vzdálenost od rušivého elementu, vzdálenost a směr od pozorovatele, nebo rozměry sledované plochy. Významnou roli hrají také vysoké stromy v pobřežních porostech, které kachny nutí ke změně směru v nalétávání na přistání.

V současnosti byla zkoumána magnetorecepce u nidifugních ptáků- kachny domácí (*Anas platyrhynchos domestica*), příbuzného široce rozšířené kachny divoké (*Anas platyrhynchos*), která vykazuje migrační chování, např. ze Severní Ameriky do Mexika na zimu (Vrtání a kol., 2002). Slepice domácí byla také pozorována a zkoumána a bylo zjištěno, že směrové informace byly odvozeny z magnetického pole (Freire a kol., 2005). Pozdější výzkumy se slepicemi prokázaly, že orientace je narušena zakrytím levého oka, ale není narušena umrtvením zobáku. Toto zjištění naznačuje, že slepice mají systém magnetorecepce podobný, jako používají migrující pěvci (Wiltschko a kol., 2007).

Většina prací zabývajících se magnetorepceí potvrzuje domněnku, že zvířata jsou schopna rozpoznávat směr působení magnetického pole a orientovat se podle něho.

## 7. Závěr

Cílem práce bylo zjištění směru ve kterém dosedají kachny divoké na vodní hladinu. V práci byly popsány 2 teorie magnetorecepce, a to teorie založená na magnetitu jako formě oxidu železa, která dokáže reagovat na magnetické pole a je obsažen v buňkách zvířat. Magnetit byl nalezen v čichové části zobáku mnoha ptáků. Druhá teorie chemické magnetorecepce předpokládá, že magnetorecepce je odvozena od chemických reakcí, které jsou vytvářeny silou zemského magnetického pole. Chemická magnetorecepce zapojuje vizuální systém jedince.

Po provedení téměř 300 pozorování na 3 vodních plochách bylo zjištěno, že kachny dosedají na vodní hladinu ve směrech 2,848°, 93,558° a 58,981°. Směr severo - jižní byl zjištěn na jedné vodní ploše, na zbylých dvou plochách byly určité odchylky od tohoto směru.

Na směr dosedání na vodní hladinu však také mají vliv okolní faktory, jako je výška okolního porostu, délka a šířka vodní plochy, nebo přítomnost rušivého faktoru, od kterého se kachny drží dále.

Na téma magnetorecepce již proběhlo mnoho výzkumů, např. výzkumy profesorů Červeného a Burdy, zaměřené na sledování pohybu skotu, orientujícího se ve směru magnetické severo - jižní osy, a lišek, které se takto orientují při lovu. U kachny divoké byla tato tendence zjištěna s mírnými odchylkami také, což odpovídá již dřívějším zjištěním u migrujícího ptactva.

Magnetorecepce a orientace s pomocí magnetismu obecně, ale i magnetorecepce migrujících ptáků, je velmi zajímavé a pro výzkum přínosné pole, na kterém dosud nebylo dosaženo úplného poznání systému, a je třeba mnoha výzkumů a pozorování, aby bylo dosaženo jednotných a vypovídajících výsledků v tomto výzkumu.

## 8. Použitá literatura:

- 1) Stacionární magnetické pole, dostupné z:  
<http://radek.jandora.sweb.cz/fyzika.html>
- 2) Magnetické pole Země, dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/>
- 3) Magnetismus, magnetické pole, dostupné z:  
<http://www.therapy.cz/magneticke-pole.php>
- 4) Kachna divoká, dostupné z: <http://www.priroda.cz/lexikon.php?detail=198>
- 5) The Journal of Experimental Biology 213; Conditioning to magnetic direction in the Pekin duck (*Anas platyrhynchos domestica*); Rafael Freire, Tessa E. Birch; 2010
- 6) Magnetická orientace a vnímání magnetismu u ptáků ( Kenneth P. Able, Department of Biology, State University of New York, Albany, U.S.A., 1994
- 7) Vesmír, Vesmír 86, květen 2007 , mechanismy magnetorecepce, Němec P., Vácha M., 2007
- 8) BirdLife International/European Bird Census Council 2000 in Šťastný a kol. 2002
- 9) Bejček, V., Šťastný, K.: Encyklopedie ptáků. Praha, Rebo Productions, 2001
- 10) HAVRÁNEK F., HOLÁ Š., 2005: Prvotní vyhodnocení a stanovení metodiky sledování výskytu stěhovavých druhů vodní pernaté zvěře. Závěrečná zpráva IFER: 31 s.
- 11) Hart V, Kušta T, Němec P, Bláhová V, Ježek M, et al. (2012) Magnetic Alignment in Carps: Evidence from the Czech Christmas Fish Market. PLoS ONE 7(12): e51100. doi:10.1371/journal.pone.0051100
- 12) Doc. RNDr. Oldřich Lepil, CSc., PaedDr. Přemysl Šedivý  
Fyzika pro gymnázia – Elektřina a magnetismus (1995)
- 13) Wiltschko R. ; Wiltschko W. 1995 Magnetic orientation in animals. Berlin, Germany: Springer.
- 14) Wiltschko a Wiltschko: J. Comparative Physiology, A 191, 675-693, 2005

15) [wikipedia.org/wiki/Magnetické\\_pole\\_Země](http://wikipedia.org/wiki/Magnetické_pole_Země)

16) Kirshvink, J. L., Walker, M. M. and Diebel, C. E. (2001). Magnetite-based magnetoreception. *Curr. Opin. Neurobiol.* 11, 462-467.

17) BirdLife International/European Bird Census Council 2000 in Šťastný a kol. 2002

18) Freire, R., Munro, U., Rogers, L. J., Wiltschko, R. and Wiltschko, W. (2005). Chicken orient using the magnetic compass. *Curr. Biol.* 15, 620-621.

## 9. Seznam obrázků :

*Obr. 1 – Magnetické pole země s rozložením magnetických pólů*

*([wikipedia.org/wiki/Magnetické\\_pole\\_Země](http://wikipedia.org/wiki/Magnetické_pole_Země)).....9*

*Obr. 2 – Schéma indukčních čar okolo magnetu(<http://radek.jandora.sweb.cz>)....10*

*Obr. 3 – Schéma indukčních čar okolo vodiče (<http://radek.jandora.sweb.cz>).....10*

*Obr.4 Magnetické pole generované cívkou (<http://www.therapy.cz/magneticke-pole.php>).....11*

*Obr. 5- turistická mapa Labutí rybník ([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)).....21*

*Obr. 6- satelitní snímek Labutí rybník ([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)).....22*

*Obr. 7- turistická mapa Anenský rybník ([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)).....22*

*Obr. 8- satelitní snímek Anenský rybník ([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)).....23*

*Obr. 9- satelitní snímek rybník č. 3 ([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)).....23*

*Obr. 10- Celkové rozložení rybníků v oblasti ([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)).....25*

## 10. Přílohy:

Dosedání kachen divokých na vodní hladinu								
Místo měření:	Planá rybník č.1		Stav počasí:		sl-obl-zat.			
Datum měření:	12.4-10.12.2012,2012		Rušivé vlivy a jejich vzdálenost:	-				
Čas měření:			Velikost rybníku / směr delší strany:	30x70 m, směr 230°				
Počet	směr odkud pták(ci) přiletěl(í) / orientace před dosednutím / orientace při dosednutí / směr odkud přichází nebezpečí / směr k pozorovateli					směr a síla proudění větru při dosedání	postavení slunce vůči ptákům	Velikost, orientace a vzdálenost litorálu od dosednutí
	přilet	před	při	nebezpečí	pozoro...			
2	70	48	25			337	většinou bezvětří	65
1	230	220	220			330		80
1	205	198	190			310		50
1	90	72	77			325		70
3	225	230	230			328		80
2	232	218	215			315		55
1	40	60	60			330		65
1	95	80	80			328		70
2	200	240	240			319		75
2	215	200	205			335		60
4	80	75	75			340		85
3	83	74	75			317		80
2	280	40	45			324		45
1	230	225	220			330		50
2	228	225	220			330		60
2	230	230	228			320		55
3	26	35	40			320		85
5	230	240	245			330		70
1	45	37	35			325		65
3	55	50	50			335		70
4	260	255	255			322		35
1	272	270	265			330		45
1	50	55	55			335		65
2	240	235	235			319		72
2	237	220	220			326		80
4	60	65	65			280		20
2	72	50	55			290		35
3	220	280	58			325		30
7	340	15	25			214		80
6	280	25	70			320		50
6	15	22	45			232		55
3	230	250	275			320		20
3	280	280	300			320		0
3	30	325	290			320		0
1	0	5	15			320		0
1	55	70	85			350		25
2	40	53	55			325		30
2	280	275	270			340		80
4	270	200	125			300		75
3	295	320	10			280		60
2	295	290	315			275		55
8	280	280	280			260		0
3	50	75	85			260		0
3	40	50	55			350		20
1	25	10	285			340		35
1	30	15	350			320		40
2	30	340	280			320		40
4	35	80	120			320		80
6	280	280	280			40		65
3	180	140	132			45		44
3	120	140	140			60		70
2	280	285	285			40		72
3	270	290	320			40		20
3	320	300	261			35		30
7	50	70	120			38		15
3	40	45	58			50		2
3	55	120	215			46		0
8	60	30	353			60		0
2	200	287	295			55		0
2	280	290	180			320		5
1	280	230	200			360		80
1	342	345	340			450		30
3	300	20	45			320		20
5	20	15	40			210		5
4	147	135	153			280		20
4	170	180	220			280		15
2	115	165	248			240		10
2	85	60	65			230		5
2	20	25	20			250		35
8	345	350	40			120		40
3	300	353	72			280		0
1	250	80	65			270		75
8	165	145	215			340		20

### Dosedání kachen divokých na vodní hladinu

Místo měření: rybník 3/labuták      Stav počasí: \_\_\_\_\_  
 Datum měření: \_\_\_\_\_      Rušivé slivy a jejich vzdálenost: \_\_\_\_\_  
 Čas měření: \_\_\_\_\_      Velikost rybníku / směr delší strany: \_\_\_\_\_ 1,2 km/100°

Počet	směr odkud pták(cí) přiletěl(i) / orientace před dosednutím / orientace při dosednutí / směr odkud přichází nebezpečí / směr k pozorovateli						směr a síla proudění větru při dosedání	postavení slunce vůči ptákům	Velikost, orientace a vzdálenost litorálu od dosednutí
	přilet	před	při	nebezpečí	pozoro.				
								0	
2	275	275	280			345		80	
2	280	183	180			5		60	
3	275	180	175			15		60	
1	103	105	105			68		80	
5	98	110	237			77		85	
6	273	151	145			325		45	
2	108	110	110			70		82	
1	250	235	235			25		80	
4	275	282	285			20		66	
3	305	315	320			45		60	
3	175	188	195			320		45	
5	225	223	218			315		65	
8	240	180	180			185		90	
1	208	235	235			25		40	
3	132	107	110			100		48	
2	125	142	145			20		55	
2	105	125	125			75		80	
3	108	75	70			330		85	
3	100	142	148			310		90	
5	120	135	135			350		37	
5	70	54	50			75		45	
6	62	48	50			250		65	
2	225	140	148			268		45	
4	278	280	280			330		70	
3	274	250	255			172		55	
1	270	265	260			145		75	
2	130	210	260			255		40	
7	340	280	220			260		35	
3	150	290	290			260		20	
5	280	230	180			260		30	
3	320	80	300			260		35	
5	140	200	240			30		30	
4	160	0	310			40		30	
6	80	260	280			20		30	
2	110	280	300			0		30	
2	130	280	80			15		30	
3	100	210	210			20		30	
3	220	280	280			25		30	
3	200	280	0			40		30	
2	200	60	340			260		20	
5	110	220	280			280		20	
3	100	280	300			260		15	
2	100	230	240			340		30	
3	90	260	140			340		30	
3	180	270	250			340		30	
3	40	260	210			340		25	
3	210	90	100			340		25	
1	260	80	130			340		30	
1	300	100	160			340		15	
2	200	290	50			340		10	
2	190	0	160			340		0	
5	260	320	330			80		40	
4	20	240	180			80		40	
5	300	335	330			80		40	
5	140	310	240			80		40	
4	300	120	110			80		40	
4	220	340	210			80		40	
4	30	260	280			80		40	
	275	275	280			345		80	
3	280	180	180			5		60	
3	103	105	105			15		60	
6	98	110	235			80		60	
8	270	150	145			75		45	
3	240	100	40			340		35	
8	200	20	40			340		353	
2	160	260	20			20		30	
2	200	280	275			20		30	
1	240	10	240			350		35	
8	80	240	240			25		30	
7	30	190	240			30		35	
5	320	180	120			45		30	
6	100	260	260			40		50	
2	85	270	20			25		5	
2	350	175	175			280		15	
3	210	20	360			260		25	
3	250	80	70			275		20	
3	260	320	320			285		20	
2	215	270	280			300		15	
8	150	50	60			300		5	
5	180	20	75			45		15	
3	135	280	315			60		10	
3	155	215	230			60		10	
1	260	70	85			65		5	
1	340	60	45			80		0	
2	180	190	270			84		0	
2	225	200	140			0		0	
5	300	185	120			50		35	
5	50	165	260			25		40	
4	80	30	15			280		40	
3	0	340	320			55		30	

Dosedání kachen divokých na vodní hladinu									
Místo měření:	rybník 2			Stav počasí:					
Datum měření:				Rušivé vlivy a jejich vzdálenost:					
Čas měření:				Velikost rybníku / směr delší strany:	800 m/270				
Počet	směr odkud pták(ce) přiletěl(i) / orientace před dosednutím / orientace při dosednutí				směr a síla proudu větru při dosednutí	postavení slunce vůči ptákům	Velikost, orientace a vzdálenost litorálu od dosednutí		
	přilet	před	při	nebezpečí / pozorovateli					
1	280	290	313		115	větr většinou slabý až	75		
4	175	150	155		200		60		
4	320	315	300		150		55		
5	300	330	325		100		80		
3	190	205	210		175		35		
3	250	210	220		130		45		
2	285	305	308		160		60		
2	72	30	15		305		85		
2	36	25	20		226		50		
2	55	75	77		135		55		
2	180	215	200		160		80		
3	200	195	195		155		45		
3	135	140	150		118		60		
5	205	225	230		200		85		
5	280	300	310		225		70		
4	260	230	220		280		68		
4	220	175	175		185		80		
6	250	280	265		160		75		
8	305	330	335		90		90		
9	280	290	315		115		75		
2	330	180	80		120		40		
5	295	60	260		120		40		
3	180	110	50		130		30		
4	150	40	50		115		35		
7	330	120	120		120		20		
2	210	20	150		115		0		
2	290	60	260		110		0		
3	70	280	160		130		15		
3	80	320	290		170		35		
3	210	40	300		170		35		
1	230	40	10		170		35		
1	70	240	330		170		30		
2	300	130	20		160		30		
3	140	100	40		220		30		
3	100	320	320		170		30		
5	110	260	20		160		35		
6	170	240	220		95		0		
4	140	335	335		95		0		
2	155	300	280		95		0		
3	130	340	345		95		0		
3	350	230	210		130		45		
2	220	320	20		90		45		
2	320	230	10		80		45		
2	200	80	0		50		50		
5	60	200	210		80		40		
2	300	130	135		80		65		
4	305	190	330		170		40		
6	290	160	25		170		30		
2	260	340	40		170		30		
1	120	60	320		160		25		
5	135	80	40		135		0		
3	140	280	285		100		0		
3	130	340	340		100		80		
3	190	330	40		100		80		
4	310	140	280		100		80		
4	350	140	140		75		20		
5	20	130	240		75		10		
5	160	300	20		75		0		
6	40	280	240		90		0		
6	100	240	0		80		0		
6	190	0	300		80		5		
6	180	20	20		80		5		
2	300	140	130		80		10		
2	160	300	20		70		0		
3	180	270	300		120		0		
3	120	280	40		80		0		
1	200	350	350		110		0		
1	300	160	20		110		0		
2	20	340	220		115		0		
2	280	140	260		110		0		
2	280	20	20		120		0		
1	220	80	340		60		0		
1	140	320	10		60		0		
1	130	320	220		60		0		
3	0	240	210		65		0		
3	160	255	220		50		45		
3	290	150	40		170		45		
3	120	65	300		170		50		
3	130	330	345		65		50		
7	135	85	30		80		60		
5	310	180	330		80		20		
3	280	290	315		200		15		
12	70	150	320		170		0		
8	80	320	280		80		0		
2	215	40	320		80		0		
2	140	270	280		90		35		
5	195	330	20		90		35		
2	180	270	310		120		40		
7	160	250	20		80		75		
3	100	250	10		70		20		
5	350	100	175		70		0		
3	40	280	320		70		0		
1	160	300	20		70		12		
1	0	350	280		80		0		
2	220	65	20		120		0		