

Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích  
Biologická fakulta



Bakalářská práce

# Jak ptáci hodnotí riziko predace v zimním období

Kateřina Tvardíková

Školitel: RNDr. Roman Fuchs, CSc.

České Budějovice 2007

Tvardíková K. (2007) Jak ptáci hodnotí riziko preface v zimním období [How birds judge the risk of predation during winter] - 47 p.

Anotace:

V této práci jsem se zabývala ochotou několika druhů sýkor (*Paridae*) riskovat expozici predátorovi v zimním období. Pokusy jsem prováděla na krmítku a jako potenciální predátory jsem používala atrapu krahujce, poštolky, sojky, holuba, drozda a chomáč vaty o velikosti holuba (objekty). Zjistila jsem, že studované druhy sýkor jsou schopny rozeznat jednotlivé objekty a vyhodnotit jejich nebezpečnost. Ptáci riskovali přilet na krmítko v přítomnosti krahujce, poštolky a sojky méně než v přítomnosti ostatních objektů. Nenašla jsem rozdíl mezi chováním jedinců v přítomnosti krahujce a poštolky. Chování ptáků na krmítku je také ovlivněno sněhovou pokrývkou a teplotou.

Annotation:

I investigated how willingness to risk the exposure to a predator in order to gain access to food is expressed within a group of wintering tits (*Paridae*). Stuffed models of sparrowhawk, kestrel, thrush, jay, pigeon and a lump of cotton wool (similarly sized of a pigeon) were used as a potential predators („objects“) and were presented near a feeder. My data suggested that *Paridae* are able to recognise the danger of „objects“. Birds risk exposure to sparrowhawk, kestrel and jay less than to other „objects“. No significant relation existed between behaviour in presence of kestrel and sparrowhawks. Behaviour of *Paridae* on feeder is influenced by temperature and snow too.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala sama, pouze s použitím odcitované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č.11/1988 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 26.4.2007

.....  
Kateřina Tvardíková

Tento způsob trávení zimy, zdá se mi poněkud podivný.



## Poděkování:

Ráda bych poděkovala především svému školiteli Romanu Fuchsovi, který mě k práci přivedl, provedl jejími úskalími a pomohl mi vyřešit všechny malé i větší problémy. Velký dík patří i Simoně Polákové a Petrovi Šmilauerovi, kteří mi poskytli cenné rady ohledně statistického zpracování. A dále Honzovi Riegertovi za pomoc s některými citacemi a celkovou trpělivost s mojí ukecanou pusou.

Při mrazivé vzpomínce na pobyt v terénu nemohu zapomenout na mé rodiče, kteří mi byli psychickou oporou zejména při odchodech do mrazivého počasí, po návratu mě čekali s horkým čajem a kolikrát oželeli sledování televize a umožnili mi tvorbu videozáznamu. V neposlední řadě patří můj velký dík Taře McDonald, která mi poskytla klidné zázemí, DVD přehrávač a dostatek času potřebného k vyhodnocení materiálu.

A na konec nesmím zapomenout na kamarády „od Hnačova“...jednoduše na všechny lidičky co mě podporují a zároveň se starají o nutné rozptýlení, pomohou s téměř neřešitelnými technickými problémy a zařídí i nemožné.

Děkuji, děkuji...

## Obsah:

1. Úvod .....	6
1.1. Antipredační chování .....	6
1.2. Rozpoznávání predátora a jeho vliv na antipredační chování .....	6
1.3. Vliv predátora na potravní chování .....	8
1.4. Cíle .....	10
2. Metodika.....	12
2.1. Studijní plochy .....	12
2.2. Uspořádání experimentů .....	13
2.3. Statistická analýza .....	14
2.3.1. Hodnocené proměnné .....	14
2.3.2. Statistické zpracování .....	15
2.4. Materiál .....	16
3. Výsledky.....	17
3.1. Celková návštěvnost krmítka.....	17
3.1.1. Počty příletů, celková doba strávená na krmítku, celkový počet zobnutí ...	17
3.1.2. Změny v počtu příletů na krmítko v průběhu pokusu, dne a sezóny .....	25
3.2. Úspěšnost jednotlivých návštěv na krmítku a směr příletu .....	26
3.3. Druhové rozdíly mezi sýkorami .....	31
4. Diskuze .....	32
4.1. Reakce na atrapy „predátorů“ .....	32
4.1.1. Počet příletů .....	32
4.1.2. Směr příletu .....	33
4.1.3. Úspěšnost pobytu .....	34
4.2. Další faktory ovlivňující využití krmítka .....	35
4.3. Reakce jednotlivých druhů sýkor .....	36
5. Závěr .....	37
6. Literatura .....	38
7. Přílohy .....	42

# 1. Úvod

## 1.1. Antipredační chování

Život téměř každého živočicha a jeho potomstva je ohrožen predací a musí se jí proto nějakým způsobem bránit. K tomu slouží různé formy antipredačního chování, které jsou pro jednotlivé živočichy specifické. Každý živočich může volit mezi několika strategiemi. Nejčastěji se snaží být neobjeven, ať již při tom spoléhá na vlastní kryptické zbarvení nebo na úkryt, další možností je útek či víceméně aktivní obrana. V případě obrany potomstva pak i mobbing či odlákání predátora od hnízda a mláďat.

## 1.2. Rozpoznávání predátora a jeho vliv na antipredační chování

Rozhodnutí, které musí učinit každý živočich ohrožený predací, se opírá o schopnost vybrat mezi řadou potenciálních reakcí tu nejlepší k vypořádání se s konkrétním druhem predátora. Nezbytným předpokladem při tom je jeho správná identifikace. Tato identifikační schopnost může být vrozená a nebo získaná.

Kullberg a Lind (2002) experimentálně zjišťovali schopnost jednoměsíčních sýkor koňader rozlišit nebezpečného krahujce od neškodné koroptve. Mláďata projevovala celou škálu reakcí, ale schopnost rozeznat predátora byla velmi omezená. Část jedinců výstražně varovala stejnou měrou na krahujce i na koroptev. Další jedinci na predátora vůbec nereagovali ani neprojevovali známky stressu v jeho přítomnosti. Oproti tomu, půl roku staří a v přírodě odchycení jedinci, měli rozpoznávací schopnosti plně rozvinuté.

Hinde (1954) naopak při svých pokusech zjistil, že rozpoznávací schopnost pěnkavovitých, konkrétně pěnkavy obecné (*Fringilla coelebs*) a dlaska tlustozobého (*Coccothraustes coccothraustes*) je vrozená. Mláďata reagovala na atrapu sovy průkazně více, než na neutrální předmět podobného tvaru. Rozpoznávací schopnost se navíc s věkem prohlubovala.

Podobné výsledky předložil i Göth (2000), který dělal pokusy s dva dny starými mláďaty nekrmových tabonů (*Alectura lathamii*) a zjistil, že mají vrozenou nejen schopnost rozpoznávat predátora, ale i vhodnou reakci na něj v závislosti na formě ohrožení. Mladí taboni reagovali na přítomnost hada útekem zatímco na atrapu letícího dravce snahou skrýt se. Hlavními faktory ovlivňující antipredační chování byla rychlost pohybu, velikost a tvar těla predátora.

Schopnost rozlišovat různě nebezpečné predátory byla testována i v rámci experimentů zaměřených na studium mobbingu u ptáků bránících hnízda (e.g. Bjerke et al. 1985, Dale et al. 1996, Knight a Temple 1986)

Práce studující antipredační chování se často potýkají s velkou individuální variabilitou. Podrobně se jí zabývali Carere et al. (2005). Porovnávali reakci mladých a starých koňader na predátora a na sexuálního partnera. Zjistili, že jedince můžeme rozdělit na vrozeně pomalé a rychlé bez ohledu na věk. Tyto dvě skupiny vykazovaly výrazně odlišné reakce na dané podněty. Na rozdíl od klasických prací o personalitě (Drent 2006) neprokázali stálost individuálních povahových rysů v čase.

Patrná je i variabilita mezidruhová. Ve své práci ji zkoumá Mašek (2005) a jeho výsledky se víceméně shodují s teoretickými hypotézami (Moreno et al. 2001, Ekman 1989), které predikují, že ve vícedruhových hejnech budou projevovat větší opatrnost dominantní druhy. Rozpor ale Mašek (2005) nachází u druhů sýkora babka a modřinka, kdy by se dalo předpokládat, že sýkora babka je kvůli své submisivitě ještě odvážnější než sýkora modřinka. Mašek (2005) toto ale potvrdit nemůže.

Celkově lze konstatovat, že schopnosti rozlišovat predátory nebyla dosud věnována příliš velká pozornost. Jednotlivé práce především testovaly relativně omezený počet „objektů“. To velmi problematizuje možnosti srovnání jejich výsledků. Příkladem mohou být zcela odlišné závěry Kullberga a Lindeho (2002) a Hindeho (1954). Prvý použil jako neškodnou kontrolu koroptev, zatímco Hinde použil umělý předmět tvarem podobný sově.

### 1.3. Vliv predátora na potravní chování

Živočichové jsou predací ohroženi téměř neustále. Celý jejich život provází každodenně se opakující rozpor mezi potřebou vyhledávat a přijímat potravu a nutností vyhnout se predaci, které je živočich při této aktivitě vystavován. Přírodní výběr upřednostňuje ty jedince, kteří volí optimální strategii při jeho řešení (Creswell et al. 2003).

Jednou z možností jak snížit riziko predace a zároveň zvýšit potravní úspěšnost je shlukování jedinců do větších, ať již jednodruhových nebo vícedruhových skupin. Této strategie využívá široké spektrum živočichů, zejména ryby, savci a ptáci (Ekman 1981, Morse 1977). Vysvětlením může být hypotéza „více očí více vidí“ podle které v hejnu k detekci predátora stačí kratší čas, než v případě jedince (Lima 1994). Další výhodou je efekt chaosu, vyvolaný větším počtem pohybujících se jedinců a snížená pravděpodobnost ulovení konkrétního jedince (Morse 1997). Naopak nevýhodou tvorby těchto skupin je zvýšená agresivita uvnitř hejna (Lange a Leimar 2001).

Další možností je pohybovat se zejména v bezpečnějších lokalitách. To je však často v rozporu s nutností přiblížit se k potravními zdroji. Proto jsou někteří ptáci nuceni opustit relativně bezpečná místa s množstvím úkrytů a vydat se do otevřeného prostoru, ve kterém existuje zvýšené riziko predace. Rytkönen et al (1998) ve svých pokusech zjistil, že krahujec častěji loví právě v takovémto prostředí a ptačí druhy, které zde vyhledávají potravu, jsou jím zranitelnější. To, že ptáci při volbě potravních stanovišť hodnotí jejich bezpečnost, prokázali Walter a Gösler (2001). Sýkory dávaly v zimním období přednost menšímu zdroji potravy na místě, které bylo blíže jejich úkrytům, před místem s větším množstvím potravy nacházejícím se na otevřenějším prostranství bez možnosti ukrytí. Ptáci při optimalizaci svého potravního chování navíc zohledňují aktuální riziko predace. Po spuštění výstražného hlasu přilétaly sýkory černohlavé (*Poecile atricapilla*) na krmítka ve větší vzdálenosti od okraje lesa méně často, než na ta bližší (Desrochers et al. 2002). Ke stejnému výsledku došel i Whittingham (2004), který prováděl pokusy s pěnkavou obecnou (*Fringilla coelebs*) a její schopností reagovat na letící atrapu krahujce v otevřené a členité krajině.



Poté, co pták nalezne potravní zdroj a začne se krmit, musí řešit další konflikt, a to mezi časem stráveným v postoji s hlavou dole, při samotném zobání, kdy je jeho zorné pole velmi omezené, a hlavou nahoře, kdy může sledovat případné blížící se nebezpečí, ale nemůže zároveň využívat potravní zdroj. Z tohoto důvodu ptáci preferují místa s větší hustotou potravy a její lepší viditelností, kde se nemusí tolik věnovat jejímu vyhledávání (Butler et al. 2005).

Jestliže u hejnových druhů s velikostí skupiny roste potravní konkurence, pak klesá ostražitost a množství přijímané potravy u jednotlivých členů (Lima et al. 1999). Jeden ze způsobů řešení tohoto dilematu objevili Cresswell et al. (2003). Při svém výzkumu na pěnkavách obecných zjistili, že rychlost detekce letícího predátora (atrapa letícího krahujce) je závislá na frekvenci klování a nikoliv na celkové době strávené s hlavou nahoře. Rychleji se krmící pěnkavy byly i úspěšnější v detekování predátora. Whittingham et al. (2004) pracovali rovněž s pěnkavou obecnou. Pozorovali rozdílnou schopnost detekce rychle letícího predátora na volném prostranství a ve členitém prostoru. Výsledky na volném prostranství podporují hypotézu, že pták lépe detekuje predátora pokud stráví více času s hlavou nahoře. Naopak výsledky z členitého prostranství toto neprokázaly. U pěnkav, které strávily více času s hlavou nahoře, se schopnost nalézt predátora nezlepšila. Autoři tento výsledek vysvětlují tím, že jejich ostražitost byla zaměřena na detekci predátorů, kteří loví jiným způsobem než predátoři vzdušní. Ke stejnému výsledku došel i Bednekoff a Lima (2002), kteří dodávají, že jedinci ohrožení vzdušnými predátory mají menší variabilitu ve frekvenci pohybů hlavou nahoru a dolů při krmení.

Pro malé pěvce jsou hlavními příčinami zimní úmrtnosti stres z nedostatku potravy, predace a nízké teploty. Strach z predace zároveň způsobuje snížený příjem potravy, jedná se tedy o velmi vyhrocený případ „trade-off“. Carrascal a Polo (1999) ve své studii uvádějí, že malí pěvci (*Parus ater*) mají určité rezervy a po krátkodobém vyrušení predátorem jsou schopni váhové ztráty rychle dohnat. Ale zároveň dokazují že, každodenní příjem potravy se signifikantně snižuje s rostoucí hrozbou predace. U těch ptáků, co zimu přežijí, ovlivňuje celkový příjem potravy a stres v zimním období jejich úspěšnost při hnízdění. Jedinci v zimním období úspěšní mají větší pravděpodobnost dřívějšího zahnízdění a s tím spojenou větší šanci úspěšně odchovat mláďata.

## 1.4. Cíle

Jak jsem již uvedla, stávající studie věnované rozpoznávání predátorů pracovaly s poměrně omezeným počtem „objektů“. Rozhodla jsem se tento počet podstatně rozšířit. Do svých experimentů jsem zahrnula predátory (krahujec, poštolku), neškodné ptáky (sojka, holub, drozd) a umělý předmět (chomáč vaty).

Oba druhy predátorů loví drobné ptáky, jejich nebezpečnost se však liší. Krahujec (*Accipiter nisus*) je pro drobné ptáky ve střední Evropě predátorem nejnebezpečnějším (Götmark 2002). Podle Rytkönen (1998) je jedním z významných faktorů ovlivňujících jejich početnost. V potravě poštolky dominují drobní savci, u nás především hraboš polní. Ptáky loví jen příležitostně (Riegert a Fuchs 2004) i když mohou existovat specializovaní jedinci, například ve velkých městech (Plesník 1992). Její lovecké schopnosti by měly být horší než u krahujce, zvláště v členitém prostředí.

Sojka, jakožto zástupce krkavcovitých, představuje významného predátora vajec a mláďat drobných ptáků (Shield 1984, Reyer 1998). Její schopnost ulovit dospělce by však měla být velmi omezená. Nicméně ji nelze považovat za zcela „neškodný“ druh. To by nemělo platit pro holuba a drozda, kteří mohou vystupovat nanejvýš v roli potravních konkurentů. Oba druhy se ale liší velikostí, což by mohlo mít na hodnocení jejich nebezpečnosti vliv. Jako poslední „objekt“ jsem použila chomáč vaty, který měl podchytit reakci na zcela neznámý předmět.

Experimenty jsem se rozhodla provádět v zimním období na krmítku. Mými „pokusnými“ druhy se tedy stalo především několik druhů sýkor. Pro sýkory zimující v střední Evropě jsou stres způsobený nedostatkem potravy (zvláště v kombinaci s nízkými teplotami) a predace hlavními příčinami jejich úmrtnosti (Hogstad 1988, Carrascal a Polo 1999). Krmítka představují pro sýkory (a nejen pro ně), bohatý a lehce dostupný zdroj potravy, který je využíván ptáky z širokého okolí (Lilliendahl 2002). Lze tedy předpokládat že by se v jejich návštěvnosti mělo velmi citlivě projevit hodnocení nebezpečnosti přítomného predátora.

**Mým cílem bylo testovat tyto alternativní hypotézy k hypotéze nulové (předpokládající, že přítomnost žádného „objektu“ návštěvnost krmítka neovlivňuje):**

1. Přítomnost jakékoliv atrapy ptáka (respektive jakéhokoliv objektu) snižuje návštěvnost krmítka
2. Přítomnost predátorů (krahujec, poštolka) snižuje návštěvnost krmítka více než přítomnost „neškodných“ ptáků
3. Přítomnost krahujce snižuje návštěvnost krmítka více než přítomnost poštolky
4. Přítomnost sojky snižuje návštěvnost krmítka více než přítomnost holuba a drozda
5. Přítomnost holuba snižuje návštěvnost krmítka více než přítomnost drozda
6. Zhoršené klimatické podmínky zvyšují návštěvnost krmítka
7. Atrapy predátorů snižují návštěvnost krmítka koňadrou více než jinými druhy

## 2. Metodika

### 2.1. Studijní plochy

Výzkum probíhal v místě mého bydliště, v blízkosti pošumavské obce Chodská Lhota (49° 21'15" a 49° 21'19" severní šířky a 30° 44'25" a 30° 47'30" východní délky), v okrese Domažlice. Obec je vzdálena od okresního města Domažlice 16 km směrem na Klatovy a je položena v nadmořské výšce 640 m.n.m. Okolní krajina má charakter pahorkatiny a obec leží v údolí mezi kopci Dobrá Voda, Dobrá Hora a Německá Hora. Lesy jsou zde omezeny na izolované plochy o rozloze několika hektarů. V druhovém složení převažuje smrk, buk a dub. Nezalesněná území zaujímají pastviny a louky. Klimaticky přísluší Chodská Lhota a blízké okolí do boreálního klimatu Dfb (dle Köppena) a geologicky do Branzowského hvozdu (Atlas podnebí Česka 2007)

Experimenty probíhaly na krmítku umístěném v podmáčené houštině poblíž rybářské nádrže (viz Příloha, obr.I), která už je několik let nevyužívána a okolí je silně prorostlé bolševníkem velkolepým (*Heracleum mantegazzianum*). Stromové patro zde tvoří různé vrby a olše. Mnoho stromů je vyvráceno a tvoří tak společně s mladými keři ideální úkryty. Území je na severu odděleno od luk potokem a rybníkem, na západě od podobné houštiny polní cestou. Na východě přechází pozvolna v bažinu a poté ve vlhkou loučku ohraničenou ze tří stran rameny potoka. Území je přístupné jen od jihu po překročení potoka a území silně zamořené bolševníkem. Krmítko bylo umístěno na malý palouček uprostřed tohoto území kvůli zpřístupnění pro ptáky, možnosti umístit kameru a pozorovat širší okolí krmítka. Ze tří stran krmítka se ve vzdálenosti 2-4 m nacházela spousta keřů, které umožňovaly ptákům pozorovat okolí z relativního bezpečí.

## 2.2. Uspořádání experimentů

Pro experimenty bylo zhotoveno krmítko o rozměru 75x75 cm. Tato poměrně značná velikost bylo zvolena proto, aby byla alespoň částečně potlačena kompetice přítomných ptáků (Mašek 2005). Krmítko bylo umístěno na zemi a v době mezi pokusy bylo kryto stříškou. Okraj krmítka byl vyvýšen o 2 cm, aby bylo zabráněno trousení potravy do okolí. V době pokusu byla stříška odstraněna.

Ke krmení v období mezi pokusy byla používána slunečnicová semínka, která byla nasypána do zásobníků vždy v neděli a znovu bylo krmítko zakrmeno dle potřeby den před experimentem. Ptáci spotřebovali 150 kg slunečnice za sezonu. Před experimentem byla slunečnice odstraněna a nahrazena nejemno nastrohanými jádry vlašských ořechů. Důvodem byla snaha přinutit ptáky k co nejdelšímu pobytu na krmítku. Při použití slunečnice sýkory volily uchopení jednoho semínka a rychlý odlet, naopak konzumace drcených jader vyžadovala delší setrvání.

Testované objekty (vycpané atrapy holuba, drozda, sojky, krahujce, poštolky a chomáč pevně svázané vaty o velikosti holuba – viz Příloha, obr.II – VII) byly instalovány na 75 cm vysokou tyč stojící v těsné blízkosti krmítka. Atrapa byla instalována vždy čelem ke krmítku.

Jednotlivé pokusy trvaly 30 minut a byly zaznamenávány ze vzdálenosti dvaceti metrů na kameru. Kamera snímala jen samotné krmítko kvůli kvalitě záznamu. Dění v širším okolí jsem zaznamenávala na papír z místa vzdáleného přibližně 40 m od krmítka a krytého krmelcem.

Každá série pokusů (kromě jediné) byla rozložena do dvou dnů. Vždy se jednalo o dny po sobě následující. V jednom případě byla série rozdělena do tří po sobě jdoucích dnů. Každý den bylo vylosováno náhodné pořadí atrapy. Série začínala 30 minutovou kontrolou (krmítko bez atrapy), po níž byla na krmítko umístěna atrapa. Poté se cyklus ještě dvakrát opakoval. Za jeden den byly tedy vystřídány tři náhodně vybrané atrapy a další tři atrapy byly natáčeny druhý den. Jedna série zahrnovala 6 půlhodin s atrapou a 6 půlhodin kontrol bez atrapy. Každý den experimentu byla zaznamenána výška sněhové pokrývky, teplota a celkový charakter počasí (prší, sněží, zataženo, slunečno).

Uspořádání experimentu je znázorněno na obrázcích VIII. a IX. v Příloze.

## 2.3. Statistická analýza

### 2.3.1. Hodnocené proměnné

Chování ptáků bylo popsáno dvěma typy charakteristik – druhovými a individuálními.

#### Druhové proměnné:

- Počet příletů – celkový počet příletů na krmítko ( za přílet bylo považováno dosednutí)
- Doba setrvání – celková doba, po kterou všichni zaznamenaní jedinci setrvali na krmítku
- Počet zobnutí – počet zobnutí všech jedinců

Druhové proměnné byly vyhodnocovány pro každý druh sýkory zvlášť

- pro celý pokus (30 minut)
- pro pěti minutové intervaly

#### Individuální proměnné:

- Úspěšnost – zda pták alespoň jednou klovl do nabízené potravy
- Délka pobytu – doba po kterou pták na krmítku setrval
- Počet klovnutí – kolikrát si jedinec klovl
- Směr příletu – čelem, zády, zprava k atrapě (vlevo od atrapy se nenacházely žádné keře a ptáci z tohoto směru přilétali zcela výjimečně – jen 78 případů ze 42326)

**Pro druhové i individuální charakteristiky byly jako vysvětlující proměnné použity:**

- **Druh „predátora“** – atrapa „predátora“, která byla umístěna u krmítka (jednou z variant je i kontrola, kdy nebyla na krmítku žádná atrapa)
- **Pořadí experimentu** – pořadí pokusu v rámci jedné série

- **Druh ptáka** – objektem výzkumu se staly tři druhy sýkor: sýkora koňadra (*Parus major*), sýkora modřinka (*Parus caeruleus*) a „sýkora babka“. Následným odchytem jsem zjistila, že se v posledním případě jedná o dva druhy – sýkoru lužní (*Parus montanus*) a sýkoru babka (*Parus palustris*) (dokonce s o něco vyšším výskytem sýkory lužní), ale pro nemožnost jejich odlišení na video záznamu jsem oba shrnula pod pracovní název „babka“. Další druhy (kos černý *Turdus merula*, pěnkava obecná *Fringilla coelebs* a červinka obecná *Erithacus rubecula*) ptáků přilétaly na krmítko natolik nepravidelně, že nebylo možné jejich statistické zpracování.
- **Datum** – datum pokusů, které bylo pro statistické potřeby převedeno na celá čísla značící pořadí série v sezóně (první série pokusů = 1)
- **Teplota** – teplota byla změřena vždy před začátkem a po skončení denních pokusů, výsledná teplota vznikla jejich zprůměrováním
- **Sníh** – vrstva sněhové pokrývky byla měřena každý pokusný den
- **Počasí** – počasí v době pokusu bylo označeno jako sněží, prší, zataženo a jasno

### 2.3.2. Statistické zpracování

Získaná data byla zpracována v programu R 2.3.1 a Statistica 6.0 (StatSoft 2006). Celkové počty přiletů a počty klovnutí i celková doba setrvání byly hodnoceny pomocí GLM. Počty přiletů a počty klovnutí měly Poissonovu distribuci a byla pro ně použita log link funkce. Pro dobu setrvání bylo použito GLM pro gamma rozdělení s log link funkcí. Nejdříve byly spočteny parciální efekty jednotlivých nezávislých proměnných. Poté byly zjišťovány interakce všech proměnných do třetího stupně. Úspěšnost měla binomickou distribuci s logit link funkcí. Pro další analýzy byl jednotkou počet jedinců sýkor bez ohledu na druh za půlhodinu. Tato data neměla normální rozdělení a byla proto vyhodnocena Wilcoxonovým testem. Tato jednotka (součty sýkor bez ohledu na druh) během půlhodinového pokusu byly použity i ke kreslení grafů v kapitole 3.1.

V individuálních datech byly hodnoceny počet klovnutí, úspěšnost pobytu a doba setrvání opět pomocí GLM. Počet klovnutí měl Poissonovu distribuci a byla použita log link funkce. Úspěšnost měla binomickou distribuci a byly použity logit link funkce. Pro

dobu setrvání individuálních ptáků bylo použito GLM pro gamma rozdělení s log link funkcí. Grafy byly kresleny v programu Statistica 6.0 a jeden graf v programu Excel.

## **2.4. Materiál**

V zimě 2005 – 2006 jsem natočila 13 sérií pokusů. Data jednotlivých pokusných dnů, teplotní a sněhové podmínky, počasí a pořadí jednotlivých atrap v rámci série shrnuje tabulka I. v Příloze. Za celou sezónu bylo na videozáznam zachyceno **42326** přiletů sýkor na krmítko. Přiletů ostatních druhů nemohly být statisticky zpracovány.



## 3. Výsledky

### 3.1. Celková návštěvnost krmítka

#### 3.1.1. Celkový počet příletů, celková doba strávená na krmítku, celkový počet zobnutí

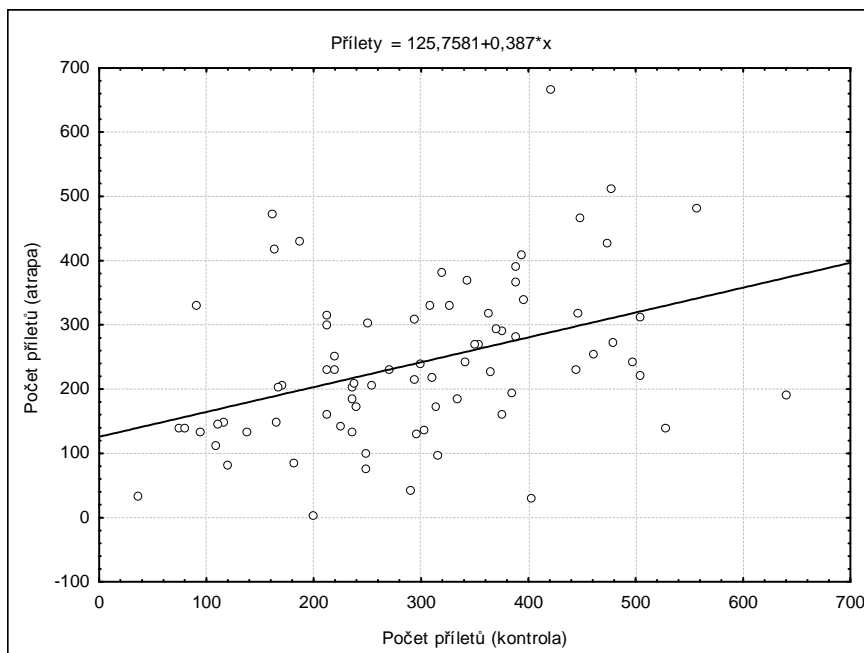
Z testovaných faktorů (přílety za předešlé kontroly, sníh, teplota, počasí, druh sýkory, datum a druh atrapy) a jejich interakcí do třetího řádu jsou vybrány jen ty, které vyšly průkazně (Tabulka 1.).

**Tabulka 1.** Faktory ovlivňující počet příletů na krmítko: průkazné parciální efekty a interakce

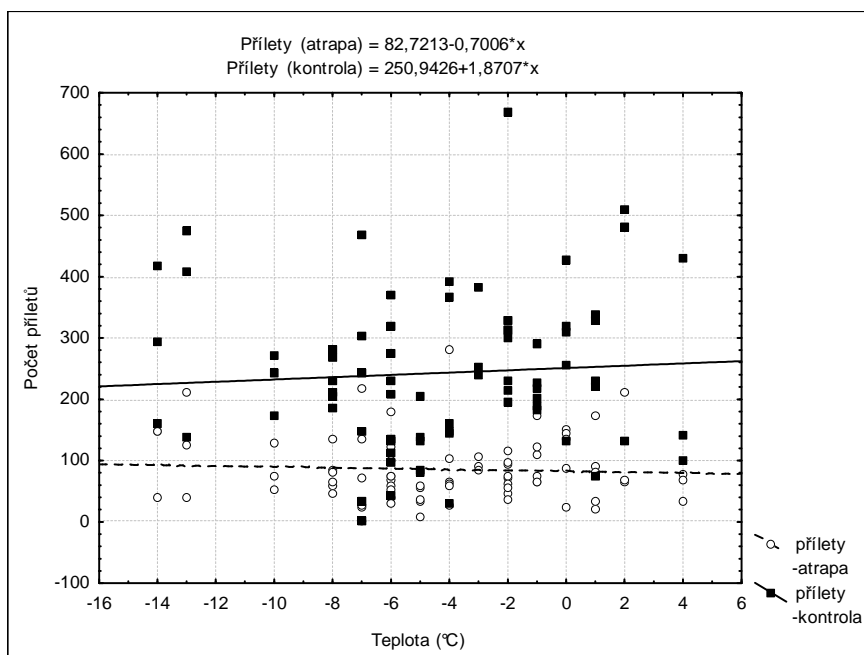
faktor	Df	F	p
přílety.kontrola	1	269,405	0,00000
druh sýkory	2	431,996	0,00000
atrapa	5	68,806	0,00000
teplota	1	77,730	0,00576
atrapa:přílety.kon:teplota	5	31,428	0,03266
atrapa:přílety.kon:datum	5	38,698	0,00434
atrapa:sníh:datum	5	51,424	0,00023
atrapa:sníh:teplota	5	23,486	0,04324
druh:sníh:teplota	2	34,221	0,03139
přílety.kon:datum	1	76,147	0,00658
přílety.kon:teplota	1	108,811	0,00399
teplota:počasí	1	51,183	0,03628
teplota:datum	1	54,855	0,03024

Počet příletů na krmítko je nejvýrazněji ovlivněn počtem příletů na krmítko při kontrole (Obr.1) a druhem atrapy (Obr.3, Tabulka 2. a 3.). Z dalších faktorů se uplatňuje teplota během dne (Obr.2). Z průkazných interakcí je patrné, že počty příletů k jednotlivým atrapám ovlivňuje počet příletů při kontrole, teplota a s ní korelované parametry (sníh, datum). Velký díl variability vysvětluje také druh sýkory, z interakcí je však patrné, že se

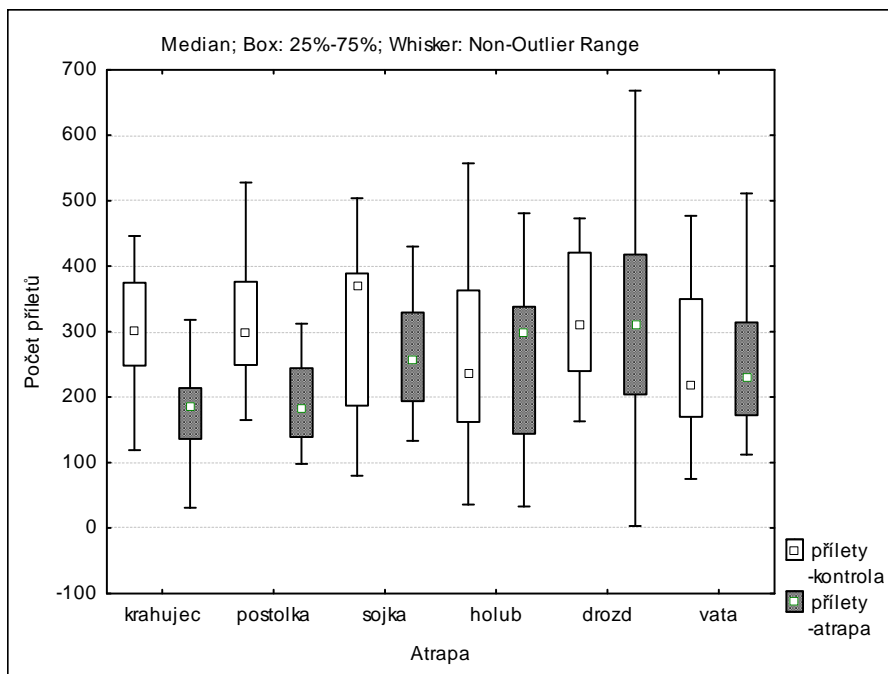
jejich reakce na jednotlivé atrapy neliší (průkazná pouze interakce druh\*sníh\*teplota). Interakce druh\*atrapa (Df = 10, F = 5,869, p = 0,071531) vyšla jen na indikativní úrovni a bude řešena v kapitola 3.3.



**Obr.1** Závislost počtu přiletů za přítomnosti atrapy na počtu přiletů během předcházející kontroly bez atrapy - všechny druhy sýkor dohromady (viz Statistické zpracování)



**Obr.2** Závislost počtu přiletů na průměrné teplotě během pokusného dne - zvlášť pro pokusy s atrapami a pro kontroly - všechny druhy sýkor dohromady (viz Statistické zpracování)



**Obr.3** Počty přiletů k jednotlivým atrapám a při jim předcházejícím kontrolám - všechny druhy sýkor dohromady (viz Statistické zpracování)

**Tabulka 2.** Statistická průkaznost rozdílů v počtech přiletů k jednotlivým atrapám (větší čísla v levé dolní části = p, menší čísla v pravé horní části = Chi-Square, v obou případech: šedý podklad = průkazné po Bonferroniho korekci [ $p < 0.01$ ], tučně bez podkladu = průkazné na indikativní hladině)

	krahujec	poštolka	sojka	holub	drozd	vata
krahujec		0.97667	7.81189	25.14936	14.61176	29.98315
poštolka	0.32302		<b>4.00198</b>	21.94924	10.41058	26.27558
sojka	<b>0.00519</b>	<b>0.04545</b>		6.30229	<b>2.89272</b>	6.40293
holub	<b>0,00000</b>	<b>0,00000</b>	<b>0.01206</b>		0.52116	0.43755
drozd	<b>0.00013</b>	<b>0.00125</b>	<b>0.08898</b>	0.47035		0.21366
vata	<b>0,00000</b>	<b>0,00000</b>	<b>0.01139</b>	0.50831	0.64391	

**Tabulka 3.** Průkaznost rozdílů v počtu přiletů k atrapě a při jí předcházející kontrole (Wilcoxonův test)

	Počet přiletů	
	Z	p
krahujec:kontrola	4,570262	<b>0,000005</b>
poštołka:kontrola	3,794201	<b>0,000148</b>
sojka:kontrola	2,591604	<b>0,011145</b>
holub:kontrola	0,324355	0,745669
drozd:kontrola	0,522082	0,601614
vata:kontrola	0,830322	0,406357

Z tabulek 2. a 3. je vidět, že sýkory jsou schopné rozpoznat jednotlivé druhy atrap od sebe a vyhodnotit jejich nebezpečnost. Atrapu holuba, drozda a chomáč vaty hodnotí jako neškodné a počet přiletů v jejich přítomnosti se neliší od kontroly. Průkazně se neliší ani hodnocení nebezpečnosti krahujce a poštolky, určitý trend méně se bát poštolky je však patrný.

**Tabulka 4.** Faktory ovlivňující celkovou dobu strávenou na krmítku: průkazné parciální efekty a interakce

	Df	F	p
setrvání - kontrola	1	78,270,000	0,000000
atrapa	5	8,457,300	0,000000
druh	2	66,966,200	0,000000
atrapa:setrvání.kon	5	11,114,800	0,000000
druh:setrvání.kon	2	4,407,500	0,016160
teplota:setrvání.kon	1	7,859,900	0,006710
sníh:teplota:datum	1	4,476,700	0,038320

Výsledky pro celkovou dobu, po kterou setrvávají ptáci na krmítku, se prakticky neliší od těch, které jsem získala pro celkový počet přiletů. Ovlivňuje ji délka setrvání během kontroly (Obr.4), druh atrapy (Tabulka 5., Tabulka 6., Obr.5) a druh sýkory (viz kapitola 3.3.). Z průkazných interakcí je patrné, že dobu setrvání v přítomnosti jednotlivým atrap ovlivňuje doba setrvání při kontrole, teplota a s ní korelované parametry (sníh, datum).

Velký díl variability vysvětluje také druh sýkory, z interakce je však patrné, že se jejich reakce na jednotlivé atrapy neliší (průkazná pouze interakce druh\*setrvání.kontrola).

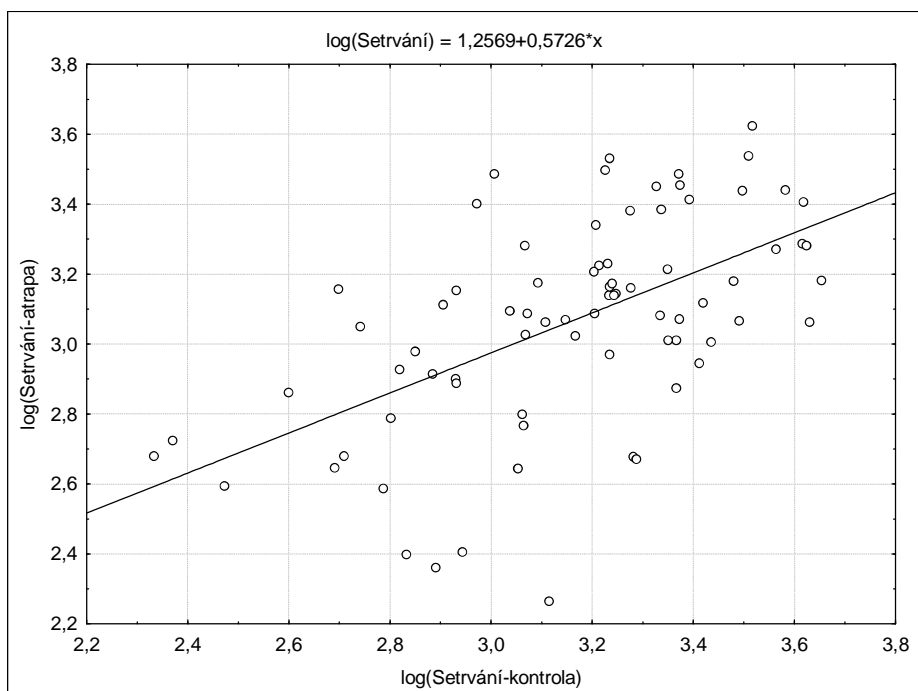
**Tabulka 5.** Průkaznost rozdílů v době setrvání a počtu zobnutí během pokusu s atrapou a při jemu předcházející kontrole (Wilcoxonův test)

	doba setrvání		počet zobnutí	
	p	Z	p	Z
krahujec:kontrola	<b>0,000373</b>	3,558524	<b>0,000124</b>	3,837624
poštołka:kontrola	<b>0,007142</b>	2,690172	<b>0,002140</b>	3,070100
sojka:kontrola	<b>0,043947</b>	1,394700	<b>0,042612</b>	1,975268
holub:kontrola	<b>0,018226</b>	2,261004	<b>0,014614</b>	2,441821
drozd:kontrola	0,124770	1,535050	0,196808	1,290707
vata:kontrola	0,695900	0,390740	0,455310	0,742592

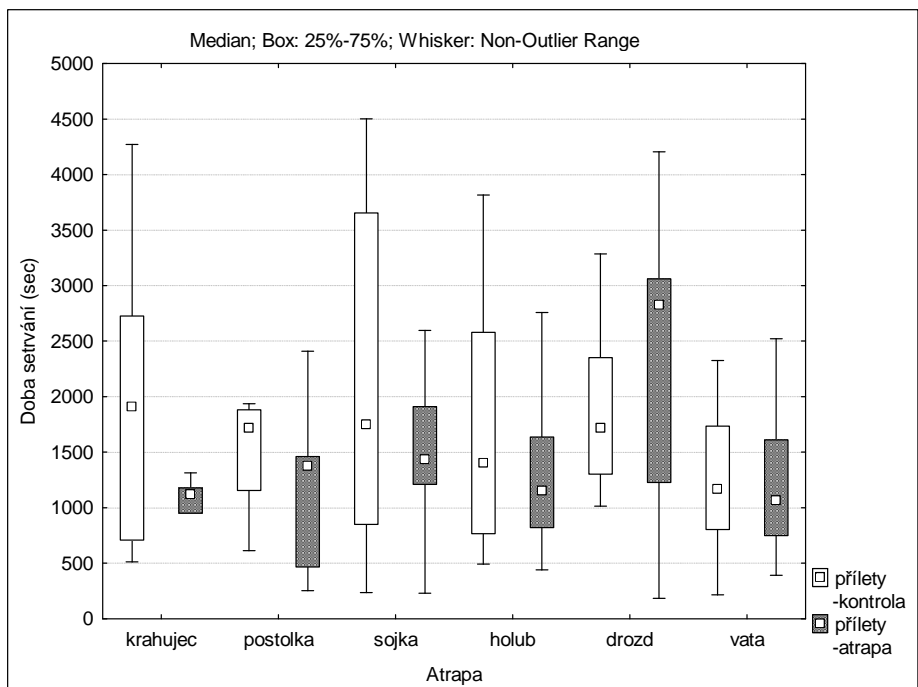
Z Tabulky 5. je patrné, že se ptáci chovají na krmítku za přítomnosti atrapy drozda a chomáče vaty stejně odvážně jako během těchto pokusů předcházejících kontrolám. Oproti celkovému počtu přiletů je jedinou podstatnější odlišností průkazný rozdíl u holuba.

**Tabulka 6.** Statistická průkaznost rozdílů v době setrvání během pokusů s atrapami (větší čísla v levé dolní části = p, menší čísla v pravé horní části = Chi-Square, v obou případech: šedý podklad = průkazné po Bonferroniho korekci [ $p < 0.01$ ], tučně bez podkladu = průkazné na indikativní hladině)

	krahujec	poštołka	sojka	holub	drozd	vata
krahujec		0,052407	<b>4,882850</b>	16,932590	41,790390	9,003621
poštołka	0,818926		<b>3,900157</b>	<b>4,092180</b>	12,116860	5,212930
sojka	<b>0,027109</b>	<b>0,048282</b>		1,001990	16,277620	1,496200
holub	<b>0,000039</b>	<b>0,030661</b>	0,316830		22,078130	0,168240
drozd	<b>0,000000</b>	<b>0,000500</b>	<b>0,000055</b>	<b>0,000003</b>		12,081560
vata	<b>0,002465</b>	<b>0,010109</b>	0,698894	0,681684	<b>0,000500</b>	



**Obr.4** Závislost doby setrvání na krmítku v přítomnosti atrapy na době setrvání během předcházející kontroly bez atrapy - všechny druhy sýkor dohromady (viz Statistické zpracování)

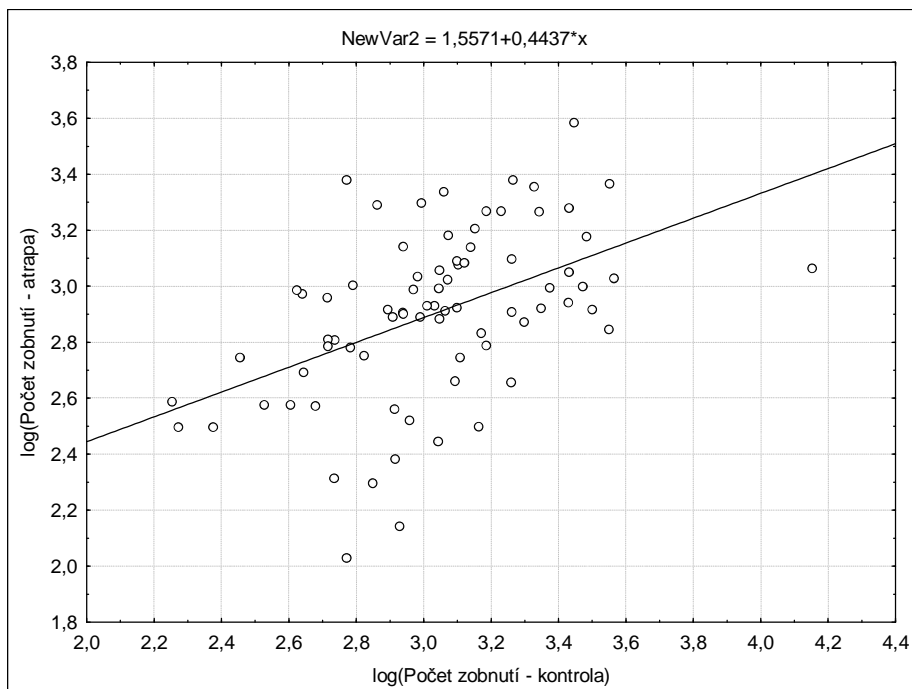


**Obr.5** Celková doba strávená na krmítku v přítomnosti jednotlivých atrap a při jim předcházejícím kontrolám - všechny druhy sýkor dohromady (viz Statistické zpracování)

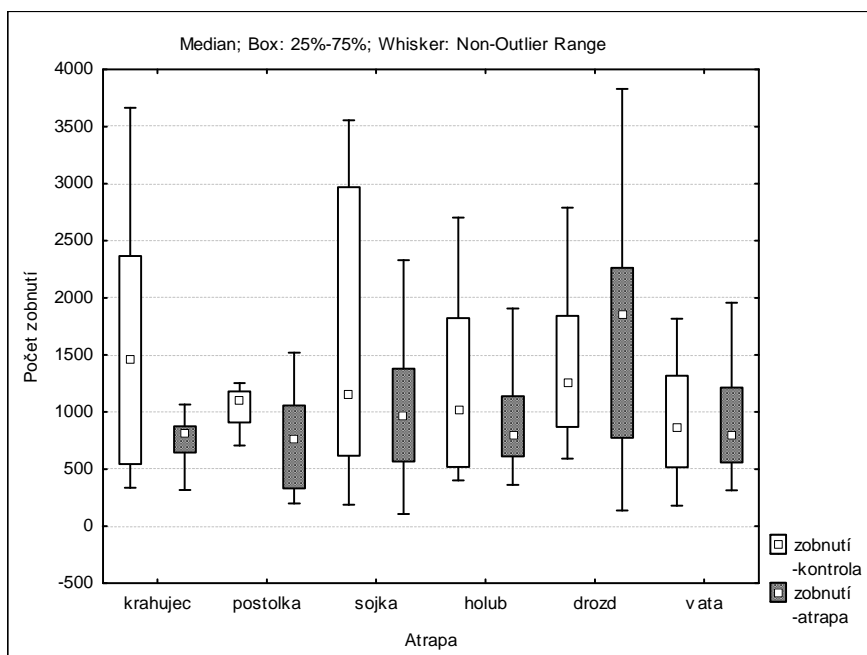
**Tabulka 7.** Faktory ovlivňující počet zobnutí všech ptáků na krmítku: průkazné parciální efekty a interakce.

	Df	F	p
zobnutí.kontrola	1	47,3238	0,000000
atrapa	5	12,9650	0,000000
druh	2	94,4479	0,000000
teplota	1	19,6048	0,000000
sníh	1	6,0493	0,015096
zobnutí.kon:teplota	1	12,1650	0,000000
zobnutí.kon:druh	2	4,6042	0,011528

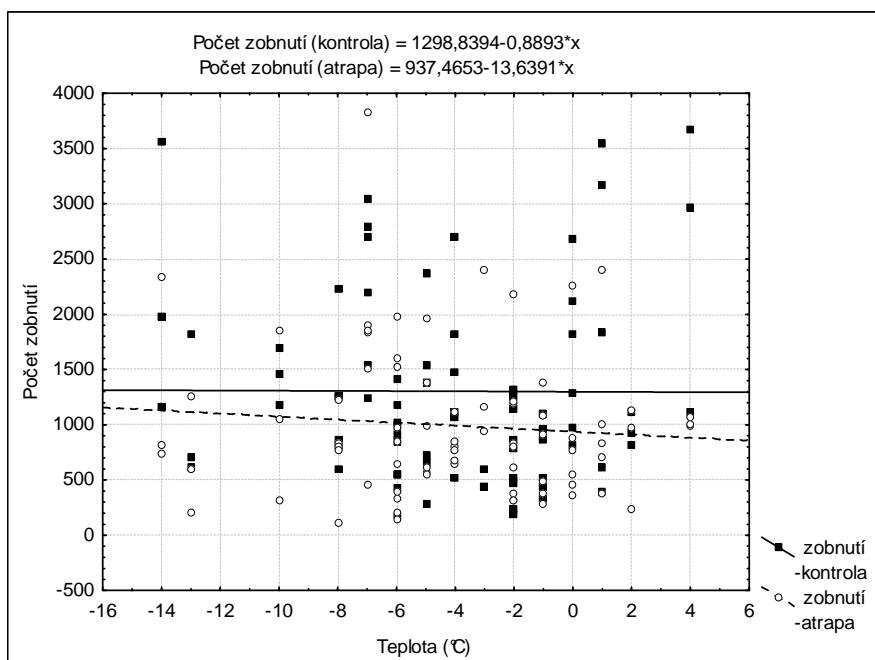
Z tabulky 7. je patrné, že výsledky týkající se celkového počtu zobnutí jsou obdobné jako u předchozích charakteristik. Opět je patrný vliv počtu zobnutí při kontrole (Obr.6) a druhu atrapy (Obr.7). Na rozdíl od celkové doby setrvání se u počtu zobnutí průkazně jeví i vliv teploty. Za nižší teploty byl zaznamenán menší rozdíl v počtu zobnutí v přítomnosti atrapy a při kontrole (Obr.8)



**Obr.6** Závislost počtu zobnutí za přítomnosti atrapy na počtu zobnutí během předcházející kontroly bez atrapy - všechny druhy sýkor dohromady (viz Statistické zpracování)



**Obr.7** Celkový počet zobnutí v přítomnosti jednotlivých atrap a při jim předcházejícím kontrolám - všechny druhy sýkor dohromady (viz Statistické zpracování)



**Obr.8** Závislost počtu zobnutí na průměrné teplotě během pokusného dne - zvlášť pro pokusy s atrapami a pro kontroly - všechny druhy sýkor dohromady (viz Statistické zpracování)



### **3.1.2. Změny v počtu příletů na krmítko v průběhu pokusu, dne a sezóny**

Počet příletů na krmítko se v průběhu půlhodinového pokusu (testovány atrapy i kontroly porovnáním počtu příletů v pětiminutových intervalech) průkazně nemění (ANOVA, repeated measures, kontrola:  $Df = 5$ ,  $Chi-Square = 1,5577$ ,  $p = 0,169072$ , atrapa:  $Df = 5$ ,  $Chi-Square = 1,0698$ ,  $p = 0,128743$ ). Stejně tak není patrný žádný trend v počtu příletů na krmítko během, pokusného dne (testovány pouze kontroly bez atrapy, ANOVA,  $Df = 5$ ,  $Chi-Square = 1,030360$ ,  $p = 0,965008$ ). Ani během celé sezóny nedochází k signifikantnímu ovlivnění počtu příletů vlivem data pokusu (testovány pouze kontroly bez atrapy, GLM,  $Df = 1$ ,  $F = 0,6132$   $p = 0,43442$  )

### 3.2. Úspěšnost jednotlivých návštěv na krmítku a směr přiletu

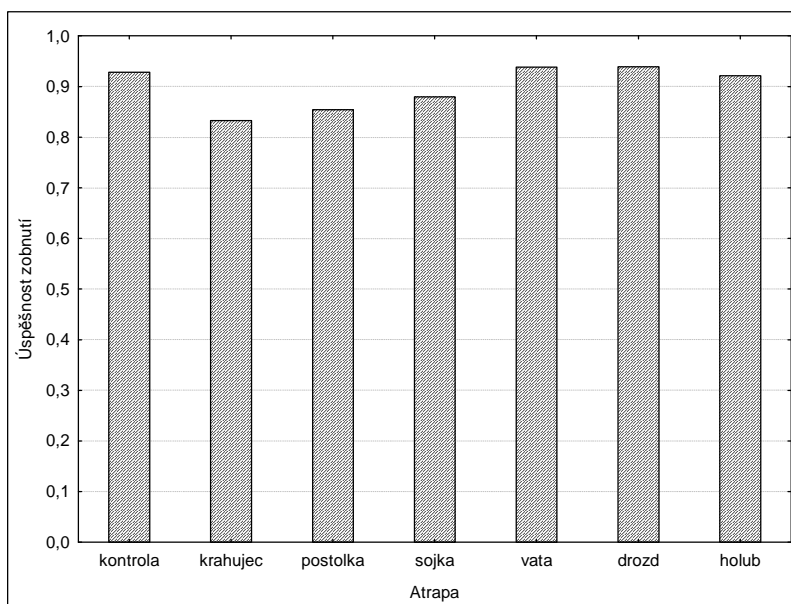
Pod pojem úspěšnost přiletu zahrnuji délku přítomnosti na krmítku, počet zobnutí jednotlivých ptáků a to, zda si pták alespoň jednou zobl či ne. Zároveň porovnávám směr přiletu v přítomnosti různých atrap.

Úspěšnost zobnutí měla binomickou distribuci (0 - nezobl si, 1 – zobl si) a byla testována pomocí GLM.

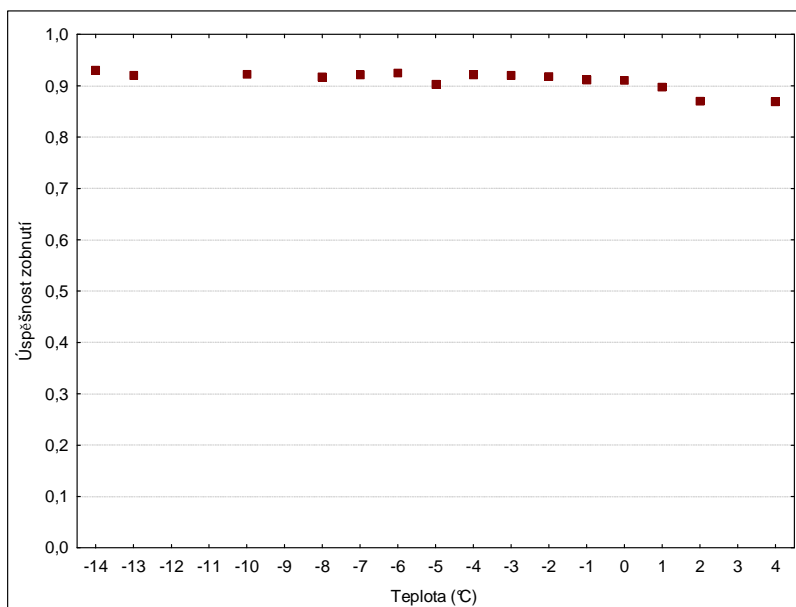
**Tabulka 8.** Faktory ovlivňující úspěšnost (zobl si/nezobl si) jednotlivých návštěv na krmítku: průkazné parciální efekty

	Df	Chi-Square	p
atrapa	12	391,6633	0,000000
druh	1	57,5933	0,000000
teplota	1	34.1082	0,000000
sníh	1	10,2261	0,001385

To, zda jednotlivá návštěva krmítka skončí úspěšně (pták si alespoň jednou zobne) ovlivňuje druh atrapy (Obr.9), teplota (Obr.10) a druh sýkory (viz kapitola 3.3). Celková úspěšnosti návštěv sice neklesá pod 80%, podíl přiletů, při nichž pták nezíská žádnou potravu, je nicméně u krahujce, poštolky a sojky průkazně nižší než u kontroly Podíl neúspěšných návštěv mírně vzrůstá také s rostoucí teplotou (Obr.10).



**Obr.9** Úspěšnost zobnutí v závislosti na druhu atrapy

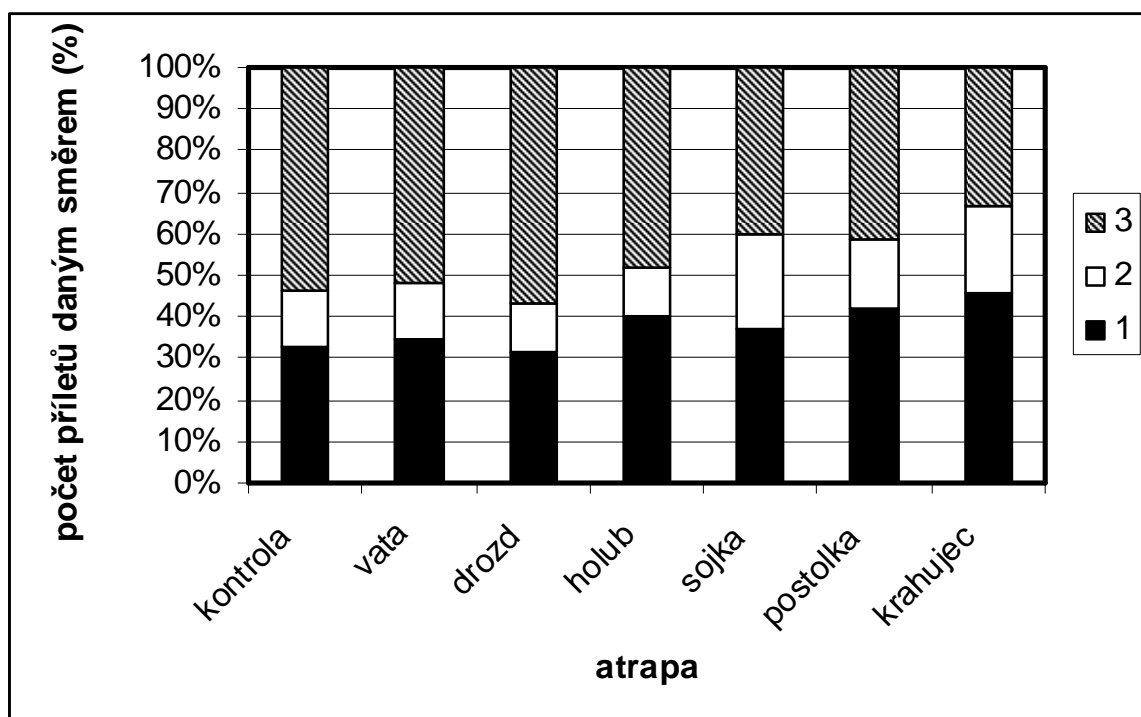


**Obr.10** Závislost úspěšnosti zobnutí na teplotě

Výsledky vlivu sledovaných faktorů na počet zobnutí a dobu setrvání jednotlivých ptáků jsou totožné s výsledky celkových počtů zobnutí a doby setrvání. Do výsledků jsem je proto nezařadila.

### Směr příletu na krmítko

Vliv druhu atrapy na směr příletu byl testován v programu R pomocí GLM. Druh atrapy má průkazný ( $Df = 8$ ,  $F = 79,13$ ,  $p = 0,000000$ ) vliv na směr příletu jednotlivých ptáků (Obr.11). Ti za přítomnosti nebezpečné atrapy volí spíše přiletět čelem či bokem k ní. V přítomnosti méně nebezpečných atrap se zvyšuje podíl příletů za zády atrapy.



**Obr.11** Vliv druhu atrapy na směr příletu (směr příletu: 1 = čelem, 2 = zprava, 3 = zezadu; směr zleva byl vyřazen – viz. Metodika)

### 3.3. Druhové rozdíly mezi sýkorami

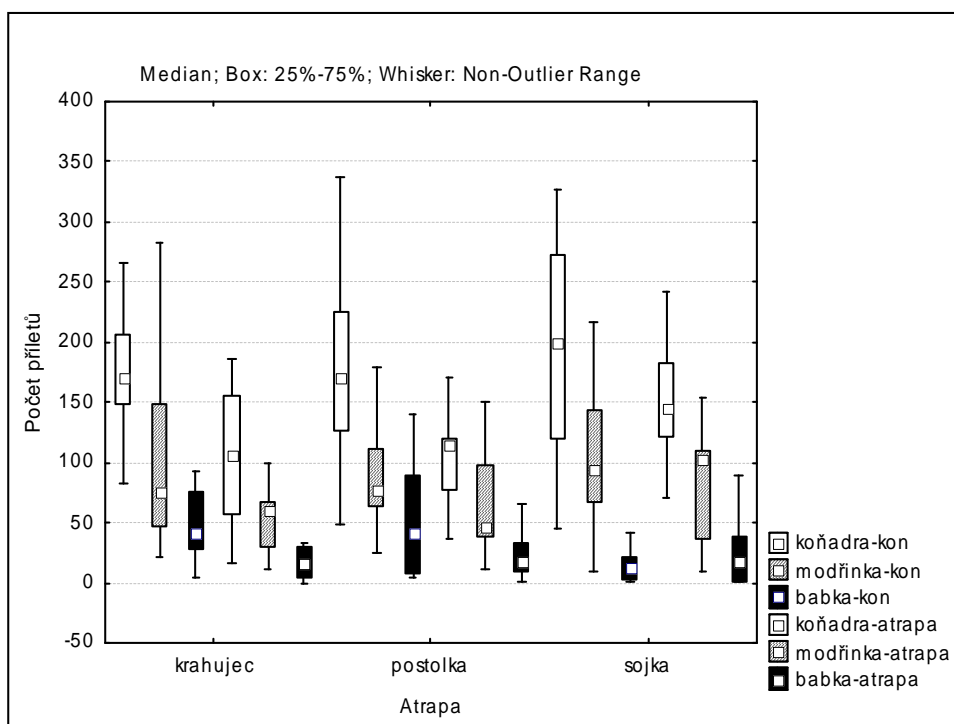
Rozdíly v chování jednotlivých druhů sýkor vůči testovaným atrapám jsou průkazné pouze na indikativní úrovni (viz kapitola 3.1.1., celkový počet příletů - GLM, interakce atrapa\*druh, Df = 10, F = 5,869, p = 0,071531). Porovnáme-li ale celkové počty příletů v přítomnosti jednotlivých atrap pro každý druh sýkora zvlášť, lze vidět u modřinky a babky pokles počtu průkazných rozdílů (Tabulka 9 a 10.). Sýkora koňadra se tedy jeví být opatrnější než oba výše uvedené druhy (Obr.12., 13. a 14).

**Tabulka 9.** Průkaznost rozdílů v celkovém počtu příletů k atrapám a při jim předcházejícím kontrolám, jednotlivé druhy sýkor (Wilcoxonův test)

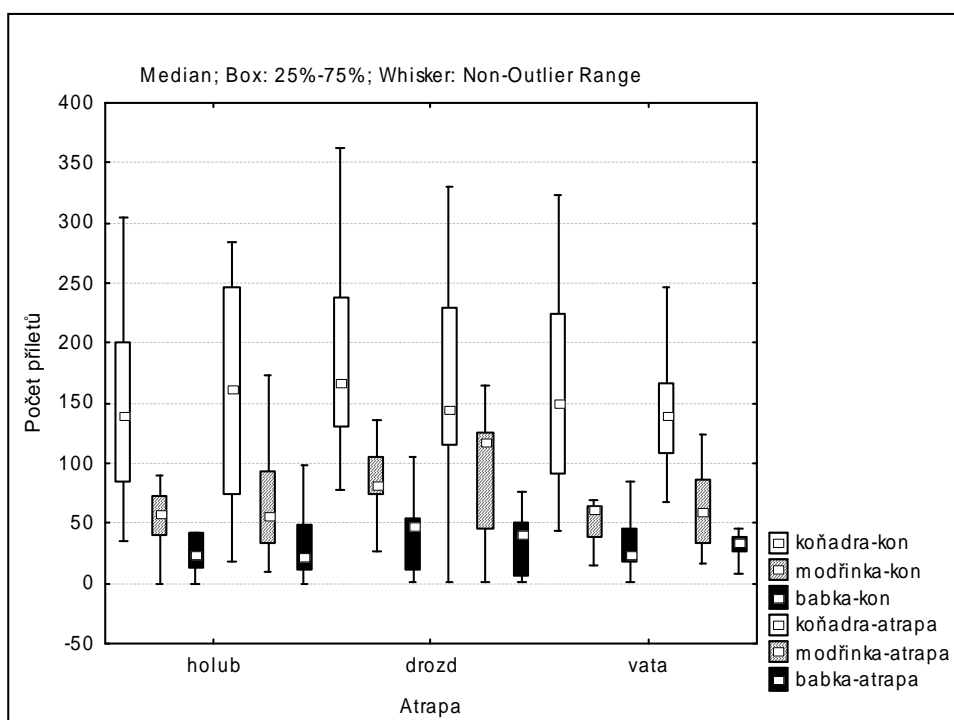
	koňadra		babka		modřinka	
	p	Z	p	Z	p	Z
krahujec:kontrola	<b>0.004650</b>	2.830369	<b>0.023300</b>	2.236341	<b>0.026560</b>	2.218801
poštolka:kontrola	<b>0.018605</b>	2.353394	<b>0.019226</b>	2.341169	<b>0.050740</b>	1.982715
sojka:kontrola	<b>0.019052</b>	2.332885	<b>0.045236</b>	1.997861	0.061680	0.866574
holub:kontrola	0.345448	0.943456	0.916512	0.104828	0.666831	0.504880
drozd:kontrola	0.506746	0.663914	0.582920	0.549125	0.698857	0.484642
vata:kontrola	0.963072	0.323799	0.998756	0.312564	0.753153	0.314485

**Tabulka 10.** Průkaznost rozdílů v počtu příletů k jednotlivým atrapám, jednotlivé druhy sýkor (uvedeny jen průkazné kombinace atrap)

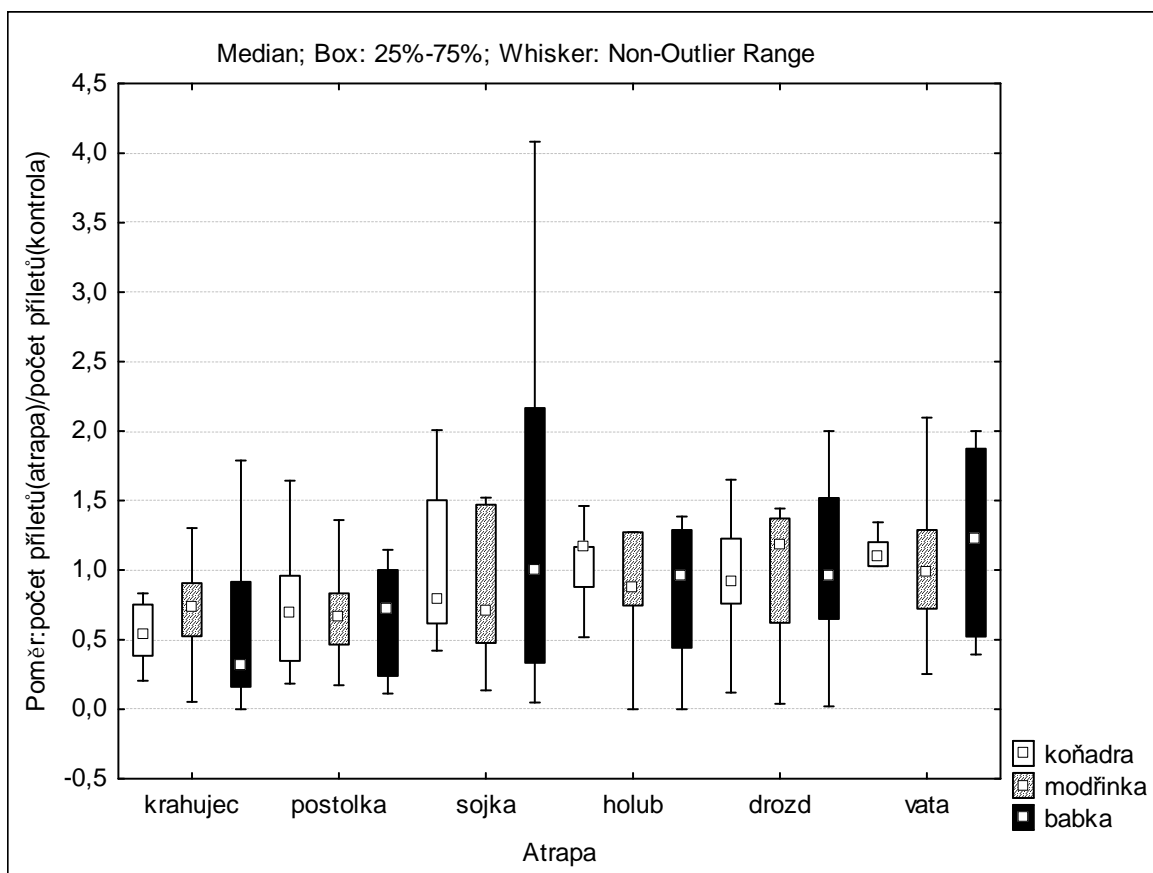
	koňadra		babka		modřinka	
	p	Chi-Square	p	Chi-Square	p	Chi-Square
krahujec:drozd	<b>0.009476</b>	3.456938	<b>0.007872</b>	7.062312	<b>0.011678</b>	6.359645
krahujec:sojka	<b>0.019454</b>	5.460203	<b>0.019453</b>	5.895824		
krahujec:vata	<b>0.000321</b>	12.94529	<b>0.000428</b>	12.40717	<b>0.012835</b>	5.442531
krahujec:holub	<b>0.000778</b>	11.29374	<b>0.001042</b>	5.078498		
postolka:vata	<b>0.000215</b>	13.69391	<b>0.012996</b>	5.168806	<b>0.009837</b>	4.948457
postolka:holub	<b>0.000993</b>	10.86006				
postolka:sojka	<b>0.016369</b>	4.279761				
postolka:drozd	<b>0.015682</b>	3.993286			<b>0.014829</b>	5.96694



**Obr.12** Počty přiletů k jednotlivým atrapám a během předcházejících kontrol pro jednotlivé druhy sýkor – zleva vždy nejdříve přiletly během kontroly k dané atrapě



**Obr.13** Počty přiletů k jednotlivým atrapám a při jim předcházejícím kontrolám pro jednotlivé druhy sýkor – zleva vždy nejdříve přiletly během kontroly k dané atrapě



**Obr. 14** Poměr počtu přiletů k jednotlivým atrapám ku počtu přiletů během předcházejících kontrol pro jednotlivé druhy sýkor

## 4. Diskuse

### 4.1. Reakce na atrapy „predátorů“

#### 4.1.1. Návštěvnost krmítka

Nejvhodnější charakteristikou vlivu atrapy na chování sýkor se ukázal být počet příletů. Přítomnost většiny atrap snižuje počet příletů na krmítko. Sýkory signifikantně nerozlišují od kontroly pouze atrapu drozda a vaty. Jakýkoliv větší pták včetně zcela neškodného holuba tedy zvyšuje jejich opatrnost. Sýkory od sebe překvapivě nerozlišují atrapu poštolky a krahujce, přestože krahujec představuje větší nebezpečí, neboť se jedná o specializovaného predátora drobných ptáků (Götmark 2002, Rytönen 1998). Příčinou může být to, že poštolka v zimním období signifikantně zvyšuje podíl sýkor v potravě a nezřídka se tak děje přímo na krmítcích (Plesník 1992). Může se však jednat také důsledek specifických podmínek mého pokusného krmítka (viz kapitola 4.2.). Zatímco rozdíly v reakcích na krahujce a méně nebezpečné ptáky jsou vždy průkazné, poštolka se od sojky liší jen indikativně. To by naznačovalo, že oba druhy testovaných predátorů dospělých ptáků nejsou vnímány zcela identicky. Přestože holub snižuje počet příletů oproti kontrole, rozdíly mezi ním a drozdem respektive vatou nejsou průkazné. Z těchto údajů je patrné, že velký neškodný pták zvyšuje opatrnost sýkor jen málo. Lze tedy uzavřít, že sýkory rozlišují zřetelně nebezpečné predátory (krahujec, poštolka), potenciálně nebezpečné zástupce krkavcovitých (sojka) a neškodné ptáky (holub, drozd). Ostražitost nezvyšuje ani neznámý předmět, což ovšem může být způsobeno jeho nevhodnou volbou. Autoři většiny mobbingových pokusů používají jako neutrální předmět právě chomáč vaty. Bohužel jsme si ale s mým školitelem včas neuvědomili rozdílný dojem způsobený chomáčem vaty v hnízdním období a zasněžené krajině. Přesto se zdá, že vata nějaký, byť velmi nepatrný, vliv na chování ptáků měla.

To, že jsou ptáci schopni rozeznat predátora není překvapující. Téměř všichni autoři zabývající se tímto tématem (e.g. Schields 1984, Reyer et al. 1998, Arnold 2000, Radford a Blakey 2000, Variolo a Aparicio 2001, Rytönen 2002) dospěli k témuž závěru. Konkrétně snižování počtu příletů na krmítko popisuje ve své práci Desrochers et al. (2002). Srovnání reakcí na atrapy predátorů s konkrétním druhem ptáka, jež není nebezpečný provádělo



méně autorů a i zde se výsledky víceméně shodují. Kullberg a Lind (2002) zjistil rozlišování mezi atrapou krahujce a koroptve. Stejně tak Dale et al. (1996) pozorovali u lejska černohlavého (*Ficedula hypoleuca*) rozdílné reakce na vycpaného krahujce a drozda kvíčalu. Co se týče srovnání reakcí na různě nebezpečné predátory, mohou své výsledky srovnat jen s několika pracemi a navíc pocházejícími z hnízdního období. Knight a Temple (1986) prováděli pokusy u hnízd stehlíka amerického (*Carduelis tritis*), kdy predátory byli sojka chocholatá (*Cyanocitta cristata*) a poštolka pestrá (*Falco sparverius*). Autoři žádný rozdíl v reakcích nenalézají, což se částečně shoduje s mým výsledkem, ale vysvětlení toho jevu bude zřejmě rozdílné. Autoři se domnívají, že příčinou je neschopnost zahnat oba predátory a volba pasivního mobbingu. Toto vysvětlení pro mě, v případě sledování „přiletu za odměnu“, nepřipadá v úvahu. Mnoho prací zabývajících se reakcí na atrapu krahujce používají jako druhou atrapu některou ze sov. Rytönen a Soppela (1995) používali atrapu kulíška nejmenšího, Kout (2002) kalouse pustovku a Curio et al. (1983) atrapu puštíka. Všichni tito autoři pozorovali intenzivnější mobbing na sovu a tudíž větší strach z krahujce. Je zřejmé, že při porovnávání prací ze zimního a hnízdního období musíme vzít v úvahu rozdílný zisk ze záchrany snůšky a z jednorázového příjmem potravy. Navíc lze očekávat, že predátor nebude u krmítka věčně.

Jednou z námitek proti mým experimentům by mohlo být to, že jsem používala nepohyblivé vycpaniny. Otázkou věrohodnosti atrapy se zabývalo jen velmi málo autorů. Všechny práce pocházejí opět z hnízdního období a výsledky jsou velmi nejednoznačné. V některých případech byly reakce na živého jedince vyšší než na atrapu (Shalter 1978 – reakce lejsků na kulíška nejmenšího), jindy nižší (Knight a Temple 1986 – reakce vlvovce červeného na vránu americkou) a konečně Curio (1978) žádné rozdíly v reakcích na živého a vycpaného tuhýka obecného (*Lanius collurio*) ze strany lejska (*Ficedula hypoleuca*) nenašel. Každopádně se zdá, že jsou ptáci schopni generalizace. Z mých výsledků přinejmenším vyplývá, že i přes nehybnost atrapy nedochází k návyku v průběhu půlhodiny, během dne ani v průběhu sezóny.

Porovnáváme-li místo počtu přiletů celkový počet klovnutí a celkovou délku setrvání všech ptáků během pokusu, jsou výsledky více méně shodné a potvrzují předchozí závěry.

#### **4.1.2. Směr přiletu**

Velmi překvapivé jsou výsledky testující vliv přítomnosti atrapy na směr přiletu. Při kontrolách bez atrapy přilétaly sýkory nejčastěji od východu, což při pokusech s atrapami představuje přilet ve směru „za zády atrapy“. V případě atrapy drozda, a chomáče vaty tomu bylo podobně i když variabilita ve směru přiletu byla větší. U atrap nebezpečných predátorů vzrůstá podíl přiletů z boku atrapy či zepředu. K podobnému výsledku došel i Mašek (2002) a komentuje toto chování nutností prohlédnout si nový objekt a vyhodnotit ho. Jiné vysvětlení nabízí to, že ptáci přilétající „za zády“ atrapy nemohou po průletu nadále kontrolovat její chování.

Všechny předchozí interpretace vycházejí ze základního předpokladu, že sýkory predátora rozpoznají a pak buď riskují a nebo neriskují. Nelze ovšem vyloučit, že riskující ptáci, nebo jejich část, predátora vůbec nerozpozná a navštíví krmítko bez pocitu strachu. Tuto možnost ovšem nelze odlišit a chybí i srovnávací údaje v literatuře. Jeden případ zřetelného nerozpoznání dřevěné atrapy krahujce sýkorou modřinkou uvádí Mašek (2002). V mém materiálu jsem podobné chování zřetelně pozorovala jen u strakapouda velkého, který se chodil krmít na krmítko pravidelně. Při jednom pokusu s atrapou krahujce se klidně krmil přes 2 minuty, poté začal šplhat po tyčce, na které visela atrapa a teprve těsně pod atrapou si uvědomil přítomnost predátora a s varováním odletěl. Zřejmě se ale nebude jednat o případ častý.

#### **4.1.3. Úspěšnost pobytu**

Hodnotím-li úspěšnost pobytu jen tím, zda si jedinec klovl alespoň jednou či vůbec, shodují se výsledky více méně s očekáváním. Během kontrol a v přítomnosti atrap drozda respektive holuba i chomáče vaty se úspěšnost pobytu pohybuje mezi 93-95% a rozdíl mezi těmito pokusy není průkazný. Za přítomnosti nebezpečných atrap (sojka, poštolka, krahujec) je úspěšnost vždy signifikantně nižší než během kontrol. Je tedy zřejmé, že ptáci přilétající na krmítko si jsou vědomi toho, že riskují.

## 4.2. Další faktory ovlivňující využití krmítka

Podle mého očekávání je nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím využití krmítka v půlhodinovém pokusu dění při předcházející kontrole, které odráží počet ptáků, kteří krmítko v daný den navštěvují a jejich zájem o nabízenou potravu. Jednotlivé charakteristiky z těchto kontrol (počet příletů, doba setrvání a počet klovnutí) tedy mohou sloužit jako kovariáta při veškerých dalších porovnáních.

Stejně tak bylo možno očekávat vliv počasí. Zima přináší zvýšené nároky na příjem potravy. Ptáci se musí krmit pravidelně každý den a své váhové přebytky využívají k přečkání chladných nocí (Lilliendahl 2002). Sýkory černohlavé (*Parus atricapilus*) vyhledávají v zimních měsících potravu od časnějších ranních hodin do pozdnějších hodin večerních ve srovnání s létem (Kessel 1976). V pracích Waltera a Goslera (2001) a Schneidera (1984) je poukázáno na zvětšující se míru riskování se zhoršujícím se počasím. V souladu s předpokladem jsem tedy prokázala, že se počet příletů a snaha pobyt na krmítku co nejvíce využít zvyšuje se zhoršujícími se podmínkami. Patrná je zejména závislost na teplotě. Méně významný vliv sněhové pokrývky je možné vysvětlit jeho stálou přítomností během všech pokusů. Pro malé pěvce jsou zřejmě rozdíly ve výšce sněhové pokrývky (v mém případě rozmezí 2-20cm sněhu) nevýznamné, vzhledem k tomu, že sníh i v malé vrstvě případnou potravu ukryje (Orrel 1994). Zajímavé je, že nejzřetelnější byl vliv sněhové pokrývky u celkového počtu zobnutí. Tento výsledek by mohl poukazovat na to, že pokud se jedinec již odhodlá usednout na krmítko, snaží se svůj pobyt co nejlépe využít. Vliv celkového charakteru počasí (slunečno/zataženo, srážky) jsem neprokázala.

Dalším vlivem, který pravděpodobně ovlivnil mé výsledky je umístění krmítka. Vliv vzdálenosti krmítka od úkrytu a krmítka sledovalo několik autorů (Walter a Gosler 2001, Ekman 1987, Suhonen 1993) a všichni se shodují v tom, že ptáci předvádějí riskantnější reakce v blízkosti úkrytu. Moje krmítko bylo vzdáleno jen 2-4 metry od nejbližšího křoví. Toto, spolu s neobyčejně tuhou zimou, nepochybně způsobilo celkově odvážnější chování všech sýkor. Kvůli jinému designu a vyhodnocení nemohu data řádně porovnat, ale přesto mohu konstatovat, že pokles počtů příletů v přítomnosti krahujce je v mém případě téměř 2x menší, než u Maška (2005). Při kontrolách ale je můj počet příletů 3-4x vyšší.

### **4.3. Reakce jednotlivých druhů sýkor**

Mezidruhové rozdíly v chování sledovaných druhů sýkor se mi nepodařilo prokázat. Průkazná je jen interakce druhu sýkory s klimatem. Pro mě nejzajímavější interakce druhu s atrapou vyšla pouze na indikativní úrovni. Srovnávám-li přesto reakce na atrapy u jednotlivých druhů odděleně, jsou zde určité trendy patrné. Jako nejbojácnější se jeví sýkora koňadra. Naopak sýkora babka i modřinka vycházejí jako odvážnější. Ochota riskovat je pro oba druhy ekologicky výhodná neboť jsou vůči sýkoře koňadře submisivní (Moreno et al. 2001, Abrahams et al. 2000), což způsobuje jejich výrazně menší velikost. Sýkora babka je navíc ještě submisivní vůči sýkoře modřince (Ekman 1989). Na rozdíl od mých výsledků Mašek (2005) zjistil, že sýkora babka je ze všech sýkor nejbojácnější a odvažuje se na krmítko při jakékoliv atrapě minimálně. Tento jev může být způsoben menší vzdáleností mého krmítka (Desrochers et al. 2002) od úkrytů a tudíž vyšší tendencí k odvážnému chování.

## 5. Závěr

- 1) Přítomnost atrap predátorů (krahujec, poštolka) ale i krkavcovitých ptáků (sojka) průkazně snižuje počet příletů na krmítko v porovnání s kontrolou.
- 2) Přítomnost atrap neškodných ptáku (holub, drozd) a neznámého objektu (chomáč vaty) počet příletů na krmítko v porovnání s kontrolou průkazně nesnižuje.
- 3) Přítomnost atrapy krahujce snižuje průkazně počet příletů na krmítko v porovnání se všemi ostatními atrapami, kromě atrapy poštolky.
- 4) Přítomnost atrapy poštolky snižuje průkazně počet příletů na krmítko v porovnání se všemi ostatními atrapami, kromě atrapy krahujce a sojky.
- 5) Přítomnost atrapy sojky průkazně snižuje počet příletů na krmítko v porovnání s atrapou holuba a chomáče vaty, u drozda je rozdíl alespoň naznačen.
- 6) Sýkory navštěvovaly krmítko víceméně stejně často v přítomnosti atrap holuba, drozda i chomáče vaty.
- 7) V přítomnosti nebezpečných atrap sýkory měnily směr příletu na krmítko. Méně často se přibližovaly „za zády“ atrapy.
- 8) Využití krmítek se průkazně zvyšovalo se zhoršujícími se klimatickými podmínkami.
- 9) Výsledky naznačují mezidruhové rozdíly v ochotě riskovat. Jako nejbojácnější se jevila být sýkora koňadra. Mezi sýkorou babkou a modřinkou nebyl v ochotě riskovat.pozorován zřetelnější rozdíl.
- 10) Mé výsledky přesvědčivě ukazují, že atrapové experimenty na krmítku lze použít ke studiu rozpoznávání predátorů a hodnocení jejich nebezpečnosti.
- 11) Povedlo se mi doložit, že nehybnost atrapy nevede k habitaci jedinců.
- 12) Velkou plochou krmítka se podařilo omezit vliv mezidruhové i vnitrodruhové kompetice.
- 13) Výsledky z kontroly bezprostředně předcházející pokusu se dají použít jako kovariáta zohledňující celkový počet ptáků aktuálně využívajících krmítka.
- 14) Je třeba věnovat zvýšenou pozornost optimalizaci vzdálenosti krmítka od úkrytů a atrapy.

## 6. Literatura

Abrahams M.V., Cartar R.V., 2000: Within-group variation in the willingness to risk exposure to a predator: in influence of species and size. *Oikos* 89:340-344

Arnold K.E., 2000: Group mobbing behaviour and nest defence in a cooperatively breeding Australian bird. *Ethology* 106:385-393

Bednekoff P.A., Lima S.L., 2002: Why are scanning patterns so variable? An overlooked question in the study of anti-predator vigilance. *Journal of Avian Biology* 33: 143-149

Bjerke T., Espmark Y., Fondstad T., 1985: Nest defence and parental investment in the Redwing *Turdus Iliacus*. *Ornis Scandinavica* 16:14-19

Butler S.J., Whittingham M.J., Quinn J.L., Cresswell W., 2005: Quantifying the interaction between food density and habitat structure in determining patch selection. *Animal Behaviour* 69: 337-343

Carere C., Drent P.J., Privitera L., 2005: Personalities in great tits, *Parus major*: stability and consistency. *Animal Behaviour* 70: 795-805

Carrascal L.M., Alfonso C.L., 2006: Habitat use under latent predation risk. A case study with wintering forest birds. *Oikos* 112:51-62

Carrascal L.M., Polo V., 1999: Coal tits, *Parus ater*, lose weight in response to chases by predators. *Animal Behaviour* 58: 281-285

Cresswell W., Quinn J.L., Whittingham M.J., Butler S., 2003: Good foragers can also be good at detecting predators. *Proceeding of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences*

Curio E., 1978: The adaptive significance of avian mobbing. I. Teleonomic hypothesis and predictions. *Zeitschrift für Tierpsychologie*. 48:175-183

Curio E., Klump G., Regelmann K., 1983: An anti-predator response in the great tit (*Parus major*): Is it turned to predator risk? *Oecologia* 60:83-88

Dale S., Gustavsen R., Slagsvold T., 1996: Risk taking during parental care: a test of three hypotheses applied to the pied flycatcher. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 39:31-42

Desrochers A., Bélisle M., Bourque J., 2002: Do mobbing calls affect the perception of predation risk by forest birds? *Animal Behaviour* 64:709-714

Drent P.J., 2006: Avian personalities: the Great tit story. *Journal of Ornithology* 147(5):6-6 Suppl.1

- Ekman J., Cederholm G., Askenmo C., 1981: Spacing nad survival in winter groups of willow tit *Parus montanus* and crested tit *P.cristatus*-A removal study. *Journal of Animal Ecology* 50:1-9
- Ekman J., 1987: Exposure and time use in willow tit flocks: the cost of subordination. *Animal Behaviour* 35:445-452
- Ekman J., 1989: Ecology of non-breeding social system of *Parus*. *The Wilson Bulletin* 101:263-288
- Göth A., 2000: Innate predator-recognition in Australian brush-turkey (*Alectura lathami*, Megapodidae) hatchlings. *Behaviour* 138:117-136
- Götmark F., 2002: Predation of sparrowhawks favours early breeding and small broods in great tits. *Oecologia* 130:25-32
- Hinde R.A., 1954: Factors governing an strength of partially inborn response, as shown by the mobbing behaviour of the Chaffinch (*Fringilla coelebs*). I. The nature of the response, and an examination of its course. *Proceeding of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 142:306-331
- Hogstad O., 1988: The influence of energy stress on social organization and behaviour of willow tits *Parus montanus*. *Cinclus* 11:89-94
- Inger R., Bearhop S., Robinson J.A., Ruxton G., 2006: Prey choice affects the trade-off balance between predation and starvation in an avian herbivore. *Animal Behaviour* 71:1335-1341
- Kessel B., 1976: Winter activity patterns of Black-capped Chickadees on interior Alaska. *Wilson Bulletin* 88:36-61
- Kout J., 2002: Ptačí reakce na atrapy predátorů. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Č.B., Biologická fakulta.
- Knight R.L., Temple S.A., 1986: Nest defence in the American goldfinch. *Animal Behaviour* 34:561-566
- Kullberg C., Lind J., 2002: An experimental study of predator recognition in Great tit fledglings. *Ethology* 108:429-441
- Lange H., Leimar O., 2003: The function of threat display in wintering great tits. *Animal Behaviour* 65: 573-583
- Lima S.T., Bednekoff P.A., 1999: Temporal variation in danger drives antipredator behaviour: The predation risk allocation hypothesis. *The American Naturalist* 153:649-659

- Lilliendahl K., 2002: An experimental study of predator recognition in Great Tit fledglings. *Ethology* 108:429-441
- Mašek P., 2005: Antipredační chování sýkor v zimním období. Diplomová práce, Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta
- Moreno E., Barluenga M., Barbosa A., 2001: Ecological plasticity by morphological design reduces costs of subordination: influence on species distribution. *Oecologia* 128:603-607
- Morse D.H., 1977: Feeding behaviour and predator avoidance in heterospecific groups. *Biological Science* 27:332-339
- Orell M., Rytkönen S., Koivula K., 1994: Cause of divorce in monogamous willow tit, *Parus Montanus*, and consequences for reproductive success. *Animal Behaviour* 48:1143-1154
- Plesník J., 1992: Početnost, hnízdní úspěšnost a potrava poštolky obecné (*Falco tinnunculus*) v městských a přirozených stanovištích. Ph. D. Thesis. PřF UK Praha, 381 pp.
- Reyer H.-U., Fischer W., Steck P., Nabulon T., Kessler P., 1998: Sex-specific nest defence in house sparrows (*Passer domesticus*) varies with badge size of males. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 42:93-99
- Riegert J. & Fuchs R. 2004: Insects in the diet of urban kestrels from central Europe: An alternative prey or constant component of the diet? *Ornis Fennica*. 81: 23-32.
- Rytkönen S., Kuokkanen P., Hukkanen M., Huhtala K., 1998: Prey selection by Sparrowhawk *Accipiter nisus* and characteristics of vulnerable prey. *Ornis Fennica* 75:77-87
- Rytkönen S., Soppela M., 1995: Vicinity of sparrowhawk nest affects willow tit nest defence. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 33:275-282
- Rytkönen S., 2002: Nest defence in great tits *Parus major*: support for parentel investment theory. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 52:379-384
- Shalter M.D., 1978: Mobbing in the pied flycatcher. Effect of experiencing a live owl on response to stuffed fascimile. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 47:173-179
- Shields W.M., 1984: Barn swallow mobbing: Self defence, collateral kin defence, group defence or parental care? *Animal Behaviour* 32:132-148
- Schneider K.J., 1984: Dominance, predation and optimal foraging in white-throated sparrow flocks. *Ecology* 65:1820-1827
- Suhonen J., 1993: Risk of redation and foraging sites of individuals in mixed-species tit flocks. *Animal Behaviour* 45:1193-1198



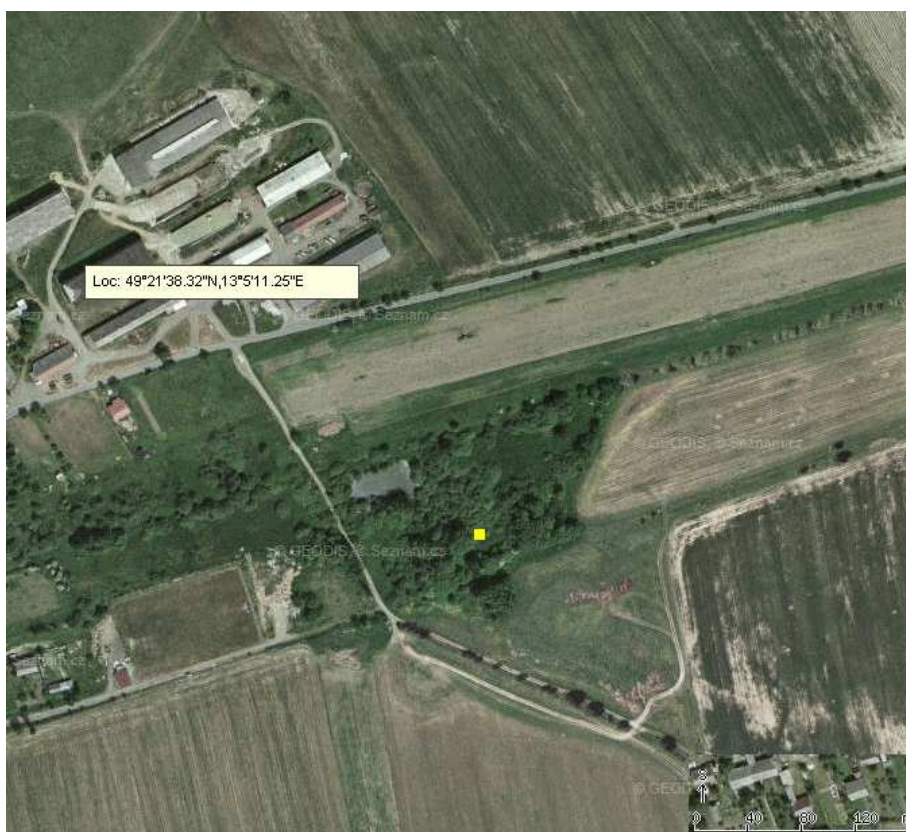
Walter B.a., Gosler A.G., 2001: The effects of food availability and distance to protective cover on the winter foraging behaviour of tits. *Oecologia* 129:312-320

Whittingham M.J., Butler S.J.,Quinn J.L., Cresswell W., 2004: The effect of limited visibility on vigilance behaviour and speed of predator detection: implications for the conservation of granivorous passerines. *Oikos* 106: 377-385

## 7. Přílohy

**Tabulka I.** Dat prováděných pokusů, pořadí atrap během dne (shora dolů), sněhových a teplotních podmínek a počasí.

datum	atrapa	sníh	teplota	počasí	datum	atrapa	sníh	teplota	počasí
10.12.2005	vata	8	-5	zataženo	13.1.2006	krahujec	10	-3	zataženo
	sojka					poštolka			
	krahujec					drozd			
11.12.2005	drozd	9	-7	slunečno	14.1.2006	sojka	10	-2	slunečno
	holub					holub			
	poštolka					vata			
21.12.2005	holub	12	0	zataženo	20.1.2006	sojka	11	-6	slunečno
	vata					krahujec			
	drozd					poštolka			
22.12.2005	krahujec	3	4	déšť	21.1.2006	vata	15	-8	slunečno
	poštolka					drozd			
	sojka					holub			
23.12.2005	vata	10	-6	zataženo	3.2.2006	krahujec	20	-14	slunečno
	drozd					sojka			
24.12.2005	krahujec	10	1	slunečno	4.2.2006	drozd	20	-14	slunečno
	sojka					poštolka			
25.12.2005	holub	10	-6	slunečno	4.2.2006	vata	20	-14	slunečno
	poštolka					holub			
27.12.2005	holub	12	-4	sníh	25.2.2006	krahujec	5	-7	slunečno
	vata					sojka			
	poštolka					drozd			
28.12.2005	sojka	12	-6	zataženo	26.2.2006	holub	4	-8	slunečno
	drozd					vata			
	krahujec					poštolka			
30.12.2005	drozd	10	-10	slunečno	4.3.2006	poštolka	6	2	slunečno
	krahujec					holub			
	poštolka					vata			
31.12.2005	holub	10	-5	zataženo	5.3.2006	sojka	7	0	zataženo
	vata					drozd			
	sojka					krahujec			
2.1.2006	krahujec	5	-2	zataženo	11.3.2006	holub	2	1	slunečno
	vata					sojka			
	sojka					drozd			
3.1.2006	holub	5	-1	sníh	12.3.2006	poštolka	2	-1	slunečno
	poštolka					krahujec			
	drozd					vata			
6.1.2006	poštolka	4	-2	zataženo					
	vata								
	drozd								
7.1.2006	sojka	5	-4	slunečno					
	krahujec								
	holub								



**Obr.I** Mapa blízkého okolí pokusného stanoviště. Stanoviště = ■



**Obr.II** Atrapa krahujce



**Obr.III** Atrapa poštolky



**Obr.IV** Atrapa sojky



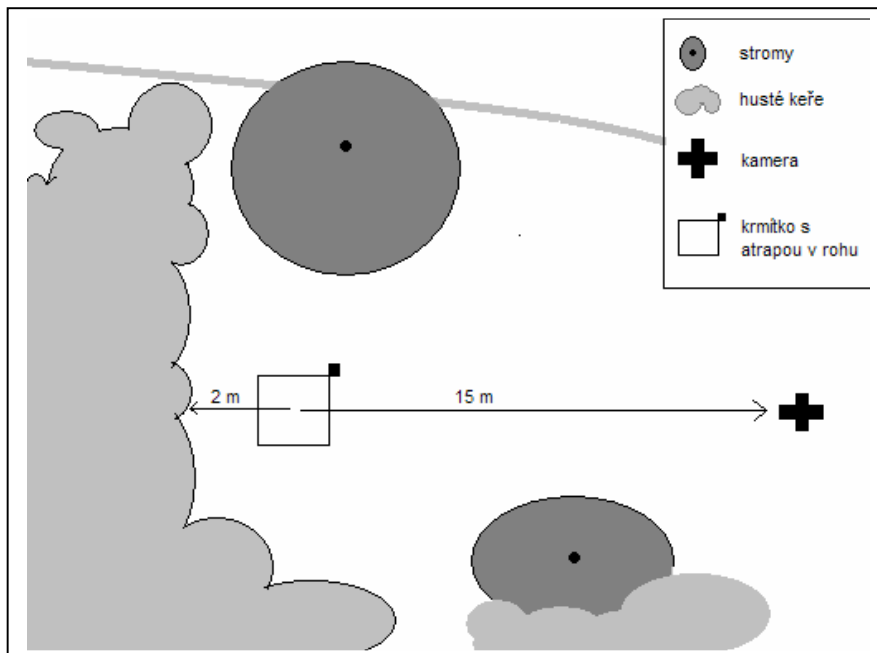
**Obr.V** Atrapa holuba



**Obr.VI** Atrapa drozda



**Obr.VII** Atrapa „neznámého objektu“ - chomáč vaty



**Obr.VIII.** Situace pokusného stanoviště



**Obr.IX** Situace pokusného stanoviště – pohled od kamery