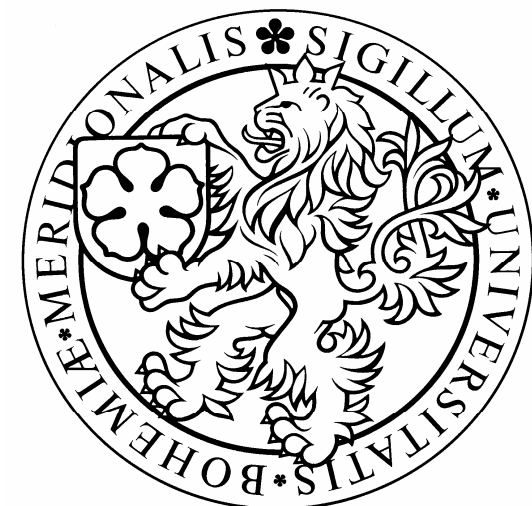


Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta
Katedra zoologie



Bakalářská práce

**Jak ptáci hodnotí riziko predace
v zimních potravních
experimentech - význam pohybu
atrapy**

Miroslav Bažant

Vedoucí práce: RNDr. Roman Fuchs, CSc.

České Budějovice 2009

Bažant M. (2009) Jak ptáci hodnotí riziko predace v zimních potravních experimentech - význam pohybu atrapy – bakalářská práce [How birds judge the risk of predation during winter nourishment experiments – meaning of the movement of the model - Bc. thesis, in Czech]. Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Annotation:

In my bachelor's thesis I have discussed whether movement of a predator dummy reduces the number of birds visiting the bird feeder with food and therefore whether mobile dummies are judged to be more dangerous (more lifelike). Stuffed dummies of sparrowhawks and martens (predators), a stuffed pigeon and a plushy toy (control), situated on an electric "rotator", were tested. The sparrowhawk and the marten reduced the number of visits to the feeder much more than the pigeon and the plushy toy. Therefore it is clear that the studied species of bird (chiefly tits) are capable of differentiating between individual objects and judging the risk issuing from them. With the exception of an independent analysis for the Great Tit, no difference in the number of visits when using mobile and stationary dummies was proven. However there was a clear trend in general, particularly with the pigeon. Movement by the marten (and also the plushy toy) also markedly reduced the success of individual visits. The static dummy of the predator discourages birds from visiting the feeder as effectively as the mobile dummy, however this may increase the alertness of birds who have decided to visit the feeder.

Anotace:

V své bakalářské práci jsem se zabýval tím, zda pohyb atrapy predátora snižuje počet ptáků, kteří navštíví krmítko s potravou a zda jsou tedy pohyblivé atrapy hodnoceny jako nebezpečnější (věrohodnější). Testovány byly vycpané atrapy krahujce a kuny (predátoři), vycpaná atrapa holuba a plyšové hračku (kontrola), umístěné na elektrickém „otáčedle“. Krahujec a kuna snižovaly počet návštěv krmítka mnohem více než holub a plyšová hračka. Je tedy zřejmé že studované druhy ptáků (především sýkory) jsou schopné rozlišit jednotlivé objekty a vyhodnotit jejich nebezpečnost. V počtu příletů nebyly s výjimkou samostatné analýzy pro sýkoru koňadru prokázány rozdíly mezi pohyblivými a nepohyblivými atrapami. Zřetelný trend však byl patrný obecně, především u holuba. Pohyb kuny (a také plyšové hračky) navíc snížil významně úspěšnost jednotlivých návštěv. Statická atrapa predátora tedy odrazuje od návštěvy krmítka stejně účinně jako pohyblivá, může však zvýšit ostražitost ptáků, kteří se rozhodnou krmítko navštívit.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vytvořil sám, pouze s použitím odcitované literatury.

V Českých Budějovicích 6.1. 2009

.....
Miroslav Bažant

Poděkování:

- ❖ Rád bych poděkoval hlavně svému školiteli, který mě k této práci přivedl, celou dobu, kdy jsem na ní pracoval, mi radil a směřoval mě, kdykoliv jsem potřeboval.
- ❖ Obrovský dík patří i Simoně Polákové za její četné rady a pomoc se statistickým zpracováním dat.
- ❖ Velký dík patří také Václavu Růžkovi, který na mou objednávku vymyslel, vyvinul a zkonstruoval elektrické „otáčedlo“, které rozpohybovalo atrapy v mých pokusech. Děkuji mu za mnoho hodin úsilí a práce, které do stavby přístroje vložil. Je také autorem názvu „kunotoč“, který se postupně pro toto zařízení vžil.
- ❖ Dále musím poděkovat Luďkovi Milanovi, který mi pomáhal řešit technické problémy a pomohl mi i se sháněním literatury.
- ❖ Moc musím poděkovat také svojí mámě za zázemí, psychickou oporu a také praktickou pomoc během práce.
- ❖ Závěrem děkuji i všem ostatním, kteří mi byť i jen jednou pomohli vyřešit některý problém, týkající se mé bakalářské práce nebo mi třeba i jen poskytli cenou radu, nebudu je zde všechny zmiňovat, protože bych na někoho určitě zapomněl. Všem ještě jednou moc děkuji.

Obsah:

1. Úvod.....	1
1.1. Atrapové experimenty.....	1
1.2. Věrohodnost atrapy.....	1
1.3. Cíle práce.....	4
2. Metodika.....	5
2.1. Pokusná plocha.....	5
2.2. Uspořádání experimentů.....	5
2.3. Statistická analýza.....	7
2.3.1. Hodnocené proměnné.....	7
2.3.2. Statistické zpracování.....	8
2.4. Materiál.....	9
3. Výsledky.....	10
3.1. Počet příletů na krmítko – celkový.....	10
3.2. Počet příletů na krmítko – jednotlivé druhy.....	12
3.3. Úspěšnost pobytu na krmítku.....	16
3.4. Délka pobytu na krmítku.....	19
3.4.1. Sýkory.....	19
3.4.2. Zrnosedlá.....	21
3.4.3. Srovnání délky pobytu sýkor a zrnosedl.....	22
3.5. Ostražitost ptáků při pobytu na krmítku – sýkory.....	23
4. Diskuse.....	26
4.1. Vliv atrapy.....	26
4.2. Vliv pohybu.....	26
4.3. Mezidruhové rozdíly.....	27
4.4. Počasí.....	28
4.5. Srovnání s literaturou.....	28
5. Shrnutí.....	31
6. Literatura.....	32
7. Přílohy.....	35

1. Úvod

1.1. Atrapové experimenty

Experimenty, v nichž je sledována reakce ptáků na jiné druhy živočichů, představují oblíbenou metodou behaviorální ekologie. Používají se například k zjišťování vnitro i mezidruhové agresivity (review viz Sedláček et al. 2004), ale ještě častěji k výzkumu antipredačního chování.

Nejčastěji je antipredační chování studováno v hnízdním období, kdy je sledována ochota ptáků aktivně či pasivně bránit hnízdo a jeho „obsah“ před predátorem exponovaným v jeho blízkosti. Předmětem výzkum je nejčastěji vztah mezi „hodnotou“ potomstva a intenzitou obrany (review viz Caro 2005). Mezi testovanými druhy se objevují i sýkory (Regelmann a Curio 1983, Curio et al. 1985, Zimmermann a Curio 1988, Rytönen et al. 1993, Rytönen a Soppela 1995, Dale et al. 1996, Rytönen 2002).

Jinou experimentální situací, která umožňuje studovat reakci ptáků na predátora, představují zimní krmítkové experimenty. Při nich je sledována ochota ptáků riskovat v přítomnosti predátora návštěvu krmítka s potravou. Většina stávajících prací byla realizována ve voliérách. Asi nejčastěji se tímto způsobem zkoumalo, jak se hladina tukových rezerv mění v závislosti na přítomnosti atrapy predátora (Lilliendahl 1997, 1998, 2000; Pravosudov a Grubb 1998; Carrascal a Polo 1999). Další práce řeší potravní trade-off (Van der Veen 1999, Cresswell et al. 2003, Lind et al. 2005), Cockrem a Silverin (2002) zase hodnotí efekt prezentace predátora na hladinu kortikosteronu v krevní plazmě ptáků.

Pouze tři studie realizovaly krmítkové experimenty s atrapami v terénu. Gentle a Gosler (2001) a Macleod a Gosler (2006) zkoumali, jak přítomnost predátora u krmítka mění tukové rezervy ptáků, jedná se tedy o terénní obdobou výše zmíněných prací, které probíhaly ve voliérách. Chováním se zabývali pouze Desrochers et al. (2002), kteří zkoumali, jak vystavení atrapy predátora a playbacku varovných hlasů mění ochotu ptáků navštěvovat krmítko v různých vzdálenostech od okraje lesa. Studium chování není tedy v krmítkových experimentech středem zájmu, což otvírá možnosti dalšího výzkumu.

1.2. Věrohodnost atrap

Jen výjimečně se při výzkumu reakcí na predátory uplatňují živá zvířata. Göth (2001a) použil pro výzkum vrozených reakcí na predátory u kuřat tabona lesního (*Alectura lathamii*) mimo atrap letícího dravce a hada ještě živou kočku a psa. Palleroni et al. (2005) ve svých pokusech

pracovali s kurem domácím (*Gallus domesticus*) jako kořistí a třemi různě velkými, živými a trénovanými dravci (malý - krahujec americký (*Accipiter stiratus*); střední - krahujec Cooperův (*Accipiter cooperii*) a velký - jestřáb lesní (*Accipiter gentilis*)).

Občas se objevují také práce založené na terénním pozorování, jak volně žijící predátoři ovlivňují studovaný druh. Cresswell a Quinn (2004) zjišťovali, jak krahujec obecný (*Accipiter nisus*) a jeho kořist - hejna vodoušů rudonohých (*Tringa totanus*) - optimalizují své lovecké/obránné chování. Rytkönen et al. (1998) zjistili, že krahujec obecný (*Accipiter nisus*) více loví v otevřeném terénu a ptačí druhy, které tu vyhledávají potravu jsou jím zranitelnější. Kis et al. (2000) zase v terénu sledovali, jak několik druhů volně žijících predátorů mění antipredační obranné chování čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*). Někdy je také živým „predátorem“ člověk (Shields 1984, Knight a Temple 1986a, Hogstad 1991, Grill-Spector a Kanwisher 2005).

Nicméně zcela převažují práce, v nichž jako predátoři vystupují atrapy, především vycpaniny (dílčí review např. Knight a Temple 1986a,), někdy ale i atrapy dřevěné (Hinde 1954a, Deppe et al. 2003) nebo umělohmotné (Conover 1979, Göth 2001a, Gentle a Gosler 2001).

Práce s atrapami je nepochybně jednodušší (snadněji se získávají, jejich chování je pod „kontrolou“), vzniká zde ovšem problém s jejich zjevně sníženou věrohodností. Kupodivu byla této otázce věnována dosud poměrně malá pozornost. Nepochybně největším nedostatkem atrapy je úplná absence pohybu. Toho si byli někteří autoři vědomi a pokusili se atrapy „rozpohybovat“. Cockrem a Silverin (2002) použili ve svých experimentech se sýkorou koňadrou (*Parus major*) vycpaniny sýce rousného (*Aegolius funereus*), pěnkavy jikavce (*Fringilla montifringilla*) a lepenkovou krabici, které byly umístěny na podstavci, jímž bylo pomalu otáčeno ze strany na stranu ručně pomocí šňůr. Gentle a Gosler (2001) zase navozovali prediční nebezpečí v zimě u krmítek s pomocí letícího plastického modelu krahujce obecného (*Accipiter nisus*). Pro srovnání jim sloužila plastová láhev nepodobná predátorovi, ale o přibližně stejné velikosti. Krahujec i láhev byly spouštěny na kladkovém zařízení na krmítko z různých směrů rychlostí srovnatelnou s útokem živého krahujce. Frankenberg (1981) se snažil manipulovat reakce kosa černého (*Turdus merula*) pohybem hlavy atrapy puštíka obecného (*Strix aluco*). Hlavou se otáčelo ručně pomocí nylonové niti. Frankenberg (l.c.) předpokládal, že když atrapa sovy otočí hlavu směrem k „mobberovi“, tak to zvýší intenzitu jeho odpovědi. Cresswell et al. (2003) zase sledovali rychlost detekce predátora pěnkavou obecnou (*Fringilla coelebs*) v závislosti na její rychlosti klování a rychlosti zvedání hlavy (projev ostražitosti). K tomu jim posloužila vycpaná atrapa krahujce

obecného (*Accipiter nisus*) v letové pozici, která byla spouštěna na drátu z výšky tak, že prolétla kolem pokusné klece s pěnkavou. Žádná z těchto prací však nesrovnávala pohybující se a „statické“ atrapy, takže z nich nelze význam pohybu zjistit. Pohyb je v nich použit pouze jako prostředek ke zvýšení věrohodnosti atrapy.

Několik prací však srovnávalo reakci na atrapu s reakcí na živého predátora. Poměrně oblíbené bylo toto téma v době, kdy experimentální výzkum antipredačního chování začínal. Curio (1975) porovnával reakce hnízdících lejsků černohlavých (*Ficedula hypoleuca*) na živého a vycpaného tuhýka obecného (*Lanius collurio*). Shalter (1978) zase zjišťoval procento mobbujících lejsků černohlavých (*Ficedula hypoleuca*) na vycpaného a živého kulíška perlového (*Glaucidium perlatum*). Knight a Templ (1986a) ke hnízdům vlhoveců červenokřídlých (*Agelaius phoeniceus*) umísťovali živou a vycpanou vránu americkou (*Corvus brachyrhynchos*). Stejnou problematikou se zabývali i East (1981 ex Knight a Templ 1986a) na července obecné (*Erithacus rubecula*) a Blancher a Robertson (1982 ex Knight a Templ 1986a) na tyranovi královském (*Tyrannus tyrannus*).

Obdobným tématem se zabývají i některé současnější studie, ale je jich opět málo. Meilvang a kol. (1997) zkoumali obranu hnízda u drozda kvíčaly (*Turdus pilaris*) a cvrčaly (*Turdus iliacus*). K tomu používali vycpanou a živou atrapu vrány obecné šedé (*Corvus corone cornix*). Kis a kol. (2000) sledovali, jak prediční riziko hrozící od přirozených predátorů (moták pochop (*Circus aeruginosus*), moták lužní (*Circus pygargus*); poštolka obecná (*Falco tinnunculus*), poštolka rudonohá (*Falco vespertinus*), vrána obecná šedá (*Corvus corone cornix*), havran polní (*Corvus frugilegus*), straka obecná (*Pica pica*), čáp bílý (*Ciconia ciconia*) a racek chechtavý (*Larus ridibundus*)) ovlivňuje antipredační obranné chování čejek chocholatých (*Vanellus vanellus*). Kromě těchto pozorování živých predátorů v přirozeném prostředí provedli ještě u hnízd čejek pokusy s vycpanou atrapou vrány obecné šedé (*Corvus corone cornix*), která se na kladkovém zařízení pomalu po zemi přibližovala k hnízdu a zastavila se ve vzdálenosti 20 metrů od něj. Rytkönen (2002) ve své práci pouze předpokládá, že větší odezva by mohla směřovat k živému predátorovi než k vycpanině.

Zajímavým přístupem je použití pohybu ve 2D zobrazení. Goto a Lea (2003) provedli experiment, v němž zkoušeli, jestli holubi (*Columba sp.*) rozlišují mezi pohybem ptáka proti statickému pozadí a pohybem pozadí za statickým ptákem.

1.3. Cíle práce

- 1) Protože se dosud nikdo nepokusil stanovit vliv pohybu na „věrohodnost“ atrap predátorů, rozhodl jsem se tento problém experimentálně studovat srovnáváním ochoty ptáků navštívit krmítko s pohybující se a „statickou“ atrapou.
- 2) Použil jsem dva predátory (ptáka a savce), neškodný druh ptáka (holub) a umělý předmět (plyšová hračka) a testoval jsem následující hypotézy
 - a) Pohyb zvyšuje strach z atrap
 - b) Pohyb zvyšuje strach z predátorů více než strach z neškodných objektů
 - c) Pohyb zvyšuje strach ze savčího predátora více než strach z ptačího predátora (pro ptáky je absence pohybu méně přirozená než pro savce)

2. Metodika

2.1. Pokusná plocha

Výzkum probíhal nedaleko jihočeského města Tábor na zřídka využívaném vojenském tankodromu na západním okraji města. Tankodrom má rozlohu přibližně 2 km². Ze severní strany je ohraničen polem, z východu zástavbou, ze západu a jihu lesem. Z jižní strany rovinatý smíšený les záhy přechází v lesnatý svah údolí řeky Lužnice. Severní část tankodromu tvoří rozsáhlé křoviny tvořené hlavně vrby, vyjma jich se tu nachází 4 menší rybníky. Na hrázích rybníků rostou topoly a duby, dále se v této části tankodromu hojně vyskytují břízy, osiky, trnky a další keře. Tato dosti silně zarostlá plocha postupně přechází v jižní část stepního charakteru s vysokostébelnými porosty trav, kde se stromy (hlavně břízy a osiky) a keře (hlavně vrby a trnky) vyskytují pouze roztroušeně. Celý tankodrom je poměrně dost podmáčený s množstvím celoročních i periodických kaluží a jezírek.

Pokusná plocha se nacházela na 49° 24' 940" severní šířky a 14° 37' 423" východní délky asi 100 m od svahu spadajícího k Lužnici porostlého smíšeným lesem s převahou borovice lesní. Souvislý pruh lesa podél toku Lužnice představoval ideální biokoridor pro zimní hejna ptáků, která by jinak musela překonávat rozlehlější málo chráněné plochy. Proto byla pokusná plocha pro ptáky dobře přístupná.

Experimenty probíhaly na krmítku, jenž se nacházelo 3,3m od málo frekventované nezpevněné cesty, která prochází místem z východu na západ. Krmítko bylo ze všech stran volně přístupné. Nejbližší křoví a tím i úkryt pro ptáky se nacházel 7,2m od krmítka. Okolní křoviny lemující krmítko od severu a jihu tvořily hlavně keřovité vrby, dále pak také vzrostlejší skupina osik, několik borovic lesních, několik bříz a nízké porosty trnky. Okolí krmítka dále pokrývaly vysokostébelné porosty různých trav.

2.2. Uspořádání experimentů

Pro experimenty jsem zhotovil krmítko o rozměrech 33 x 37 cm. Krmítko bylo umístěno na zemi a bylo kryté stříškou (42 x 48 cm), která byla na krmítku ponechána i během experimentů. Pro lepší přehlednost krmítka byly přední nohy stříšky zhotovené z tenkých tyček. Krmítko mělo několikacentimetrový okraj, který bránil ve vypadávání potravy.

Ke krmení v době mezi pokusy byla používána slunečnice, kterou sýkory (nejčastější návštěvníci krmítka) konzumovaly tak, že s každým semenem odlétly do blízkého křoví, což by při experimentech neřeklo nic o ochotě ptáka na krmítku setrvat delší dobu. Proto byla

před experimenty vyměněna slunečnicová semena za najemno nasekaná jádra vlašských ořechů. Ptáci tak byli nuceni se na krmítku zdržet delší dobu, pokud měl být příjem potravy efektivní.

Testované objekty (vycpaná kuna – *Martes sp.*, krahujec obecný - *Accipiter nisus* a domácí holub - *Columba livia f. domestica* a plyšová hračka nepodobající se žádnému ptákům známému živočichovi – viz. obrázky 5-8 Přílohy) byly umístěné na samohybném zařízení v podobě světlé plastové krabice o rozměrech 20 x 25 cm vzdáleném 1,4m od krmítka. Toto zařízení vyvinuté speciálně pro tento účel umožňovalo pohyb atrapy kolem své osy střídavě zleva a zprava v rychlosti, která nebyla nijak nepřirozeně vysoká. Krabice obsahující zařízení byla zčásti kryta za terénní vyvýšeninou a zčásti suchou trávou, tak aby nepůsobila nepřirozeně. Hluk způsobovaný zařízením byl minimální a ptáky nijak nerušil. Každá ze čtyř atrap byla prezentována jak ve statickém stavu, tak i ve výše zmíněném pohybu.

Každý pokus trval 30 minut a byl zaznamenávám ze vzdálenosti 20-ti metrů na kameru. Kamera snímala pouze krmítko a jeho nejbližší okolí, aby byla detailně vidět každá aktivita ptáka(ů) nacházejícího se zrovna na krmítku. Dění v jeho širším okolí bylo zaznamenáváno písemně ze vzdálenosti 34m od krmítka. Uspořádání experimentů znázorňují obrázky 2 - 4 v Příloze.

Každá série pokusů probíhala ve dvou dnech. Jedna série byla rozložena do dvou libovolných dnů během jednoho týdne, občas byla rozložena do dvou týdnů. Na každou sérii bylo náhodně vylosováno pořadí atrap. Pokusný den začínal 30min. kontrolou bez atrapy, následoval 30min. pokus s atrapou, potom zase kontrola atd. Každý pokusný den se takto vystřídaly čtyři kontroly se čtyřmi atrapami, celkem tedy 4 hodiny experimentů denně, pouze v jedné sérii byly jeden den pokusů natočeny 3 hodiny záznamu a druhý 5 hodin záznamu. Pokusy probíhaly vždy dopoledne, s začátkem přibližně 2 hodiny po rozednění, tak aby byla pokud možno konstantní potravní motivace ptáků (McNamara et al. 1994). Každý den experimentů byla zaznamenávána teplota, výška sněhové pokrývky, charakter počasí (zataženo, oblačno, polojasno, skorojasno, jasno, déšť a sněžení) a přibližná síla větru.

2.3. Statistická analýza

2.3.1. Hodnocené proměnné

Chování ptáků popisují dva typy charakteristik – druhové a individuální.

Druhové proměnné:

- ❖ Počet příletů – celkový počet příletů daného druhu na krmítko (za přílet se považovalo, když pták dosedl na krmítko). Počet příletů nepochybně závisí na množství ptáků nacházejících se v okolí. Jejich počet se odráží v počtu příletů při kontrole předcházející pokusu s atrapou. Proto byl ve většině analýz použit nikoliv počet příletů ale poměr počet příletů při pokusu/počet příletů při předcházející kontrole. Pokud by se počet příletů při pokusu nesnížil byla by jeho hodnota rovná jedné.

Počet příletů byl vyhodnocován pro celý 30 minutový pokus pro každý zkoumaný druh zvlášť.

Individuální proměnné:

- ❖ Doba pobytu – doba po kterou pták setrval na krmítku
- ❖ Úspěšnost pobytu - zda si pták při pobytu alespoň 1x klovl
- ❖ Ostražitost – vyjádřená počet rozhlédnutí/počet klovnutí daného ptáka na krmítku (počítáno jen pro ptáky, kteří si alespoň jednou klovl)

Vysvětlující proměnné:

- ❖ **Druh atrapy** – atrapa umístěná u krmítka
- ❖ **Pohyb atrapy** – zda se daný druh atrapy pohyboval nebo ne
- ❖ **Druh ptáka** – do analýzy bylo zahrnuto těchto 6 druhů ptáků: sýkora koňadra (*Parus major*), sýkora modřinka (*Parus caeruleus*), sýkora „babka“ (zahrnující sýkoru babku – *Parus palustris* a sýkoru lužní – *Parus montanus*, které od sebe na záznamu nelze odlišit), brhlík lesní (*Sitta europaea*), zvonek zelený (*Carduelis chloris*) a čížek lesní (*Carduelis spinus*).
- ❖ **Pořadí experimentu v rámci jednoho dne**
- ❖ **Pořadí pokusného dne v sérii**
- ❖ **Sezóna**
- ❖ **Teplota** – průměrná teplota naměřená v průběhu pokusu
- ❖ **Sníh** – průměrná sněhová vrstva naměřená v den pokusu

2.3.2. Statistické zpracování

Získaná data byla zpracována v programu Statistica 8.0 (StatSoft 2008). Srovnání počtu příletů při kontrole a při pokusu s atrapou bylo vyhodnoceno pomocí Wilcoxonova testu (data neměla normální rozdělení). Pro porovnání délky pobytu a ostražitosti při pobytu během kontroly a pokusu s atrapou byla použita jednocestná ANOVA. Pro porovnání úspěšnosti pobytu během kontroly a pokusu bylo použito GLZ (Generalized linear/nonlinear models) s binomickou distribucí a logit link funkcí.

Celkový počet příletů, počty příletů pro koňadru a modřinku, úspěšnost pobytu, délka pobytu a ostražitost byly dále hodnoceny pomocí GLZ (Generalized linear/nonlinear models). Celkový počet příletů a počty příletů pro koňadru a modřinku byly vyjádřeny jako poměr počet příletů při pokusu/počet příletů při předcházející kontrole (viz výše).

Data pro všechny testy GLZ měla Poissonovskou distribuci a proto byla logaritmována. Celkový počet příletů, počty příletů pro koňadru a modřinku a ostražitost byly logaritmovány ručně ($\log x + 0,01$), protože data obsahovala i nulové hodnoty. Délka pobytu byla logaritmována log link funkcí. Úspěšnost měla binomiální rozdělení a proto byla použita binomická distribuce a logit link funkce.

Testovanými faktory ve všech modelech byly vysvětlující proměnné (viz 2.3.1.) a interakce faktorů atrapa*pohyb. Průkazné faktory u modelů GLZ s více než dvěma hladinami (s výjimkou úspěšnosti pobytu s binomiálním rozdělením) se testovaly pomocí Tukeyho testu.

Pro samostatné porovnání „statických“ a pohyblivých atrap byly použity nelogaritmované poměry počtů příletů a tedy neparametrický Mann-Whitney test. Pouze pro koňadru bylo navíc provedeno toto srovnání dvouvýběrovým t testem z logaritmovaných dat.

Zda se mezi sebou liší jednotlivé druhy, bylo spočítáno z poměrů počtu příletů (pokus/kontrola) na krmítko, které se opět logaritmovaly ($\log x + 0,01$). Použity byly pouze poměry s nenulovým počtem příletů při kontrole. Testována byla jen data z pokusů s atrapami holuba a plyšáka (data z pokusů s atrapami predátorů byla vyřazena, protože obsahovala naprostou převahu nulových hodnot). Výpočet byl proveden jednocestnou ANOVOU. Následně byly mezidruhové rozdíly porovnány pomocí Tukeyho testu. Porovnání času stráveného na krmítku sýkorami a zrnojedy bylo vypočítáno opět jednocestnou ANOVOU.

Všechny grafy byly pro větší přehlednost kresleny z nelogaritmovaných hodnot. V kapitole 3.3. byl k jejich zhotovení použit program Excel, grafy ve všech dalších kapitolách pocházejí z programu Statistica 8.0.

2.4. Materiál

V zimní sezóně 2006/2007 byly natočeny pouze 4 série pokusů (ptáci začali kvůli mírné zimě krmítko umístěné na vybrané místo již začátkem prosince navštěvovat až ke konci ledna). V zimní sezóně 2007/2008, která také nebyla nikterak chladná ptáci krmítko navštěvovali již od listopadu a bylo tedy natočeno 10 sérií pokusů. Data jednotlivých pokusných dnů, teplotní a sněhové podmínky, počasí a pořadí jednotlivých atrap shrnuje Tabulka I. a Grafy I. a II. v Příloze. Za obě sezóny byl zaznamenán přílet 20748 ptáků hodnocených druhů na krmítko (sýkora koňadra - 12292, s. modřinka – 3545, s. „babka“ – 2102, brhlík lesní – 440, zvonek zelený – 1282, čížek lesní – 1030). Další druhy ptáků přilétaly v tak malém počtu a natolik nepravidelně, že nemohly být zahrnuty do statistické analýzy, byl to vrabec polní (*Passer montanus*), mlynařík dlouhoocasý (*Aegithalos caudatus*), sýkora parukářka (*Parus cristatus*), stehlík obecný (*Carduelis carduelis*) a čečetka zimní (*Carduelis flammea*).

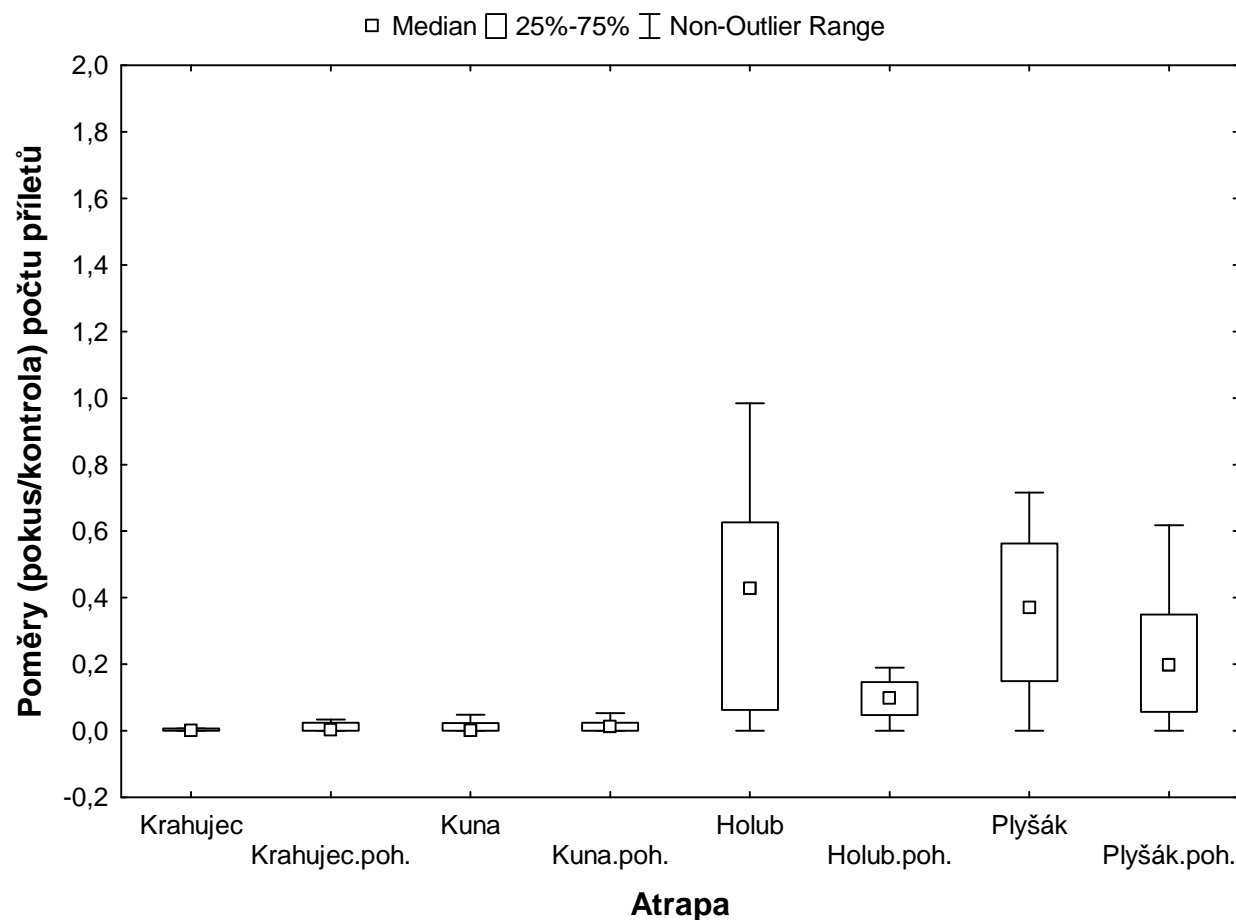
3. Výsledky

3.1. Počet příletů na krmítko - celkový

Při všech pokusech s atrapami přilétalo na krmítko více ptáků než při předcházejících kontrolách (Tab. 1)

Tabulka 1. Srovnání počtu příletů během pokusu a předcházející kontroly (Wilcoxonův test, N=14)

Atrapa : kontrola	Z	p
Krahujec : kontrola	3,296	0,000982
Krahujec-pohyb : kontrola	3,296	0,000982
Kuna : kontrola	3,296	0,000982
Kuna-pohyb : kontrola	3,296	0,000982
Holub : kontrola	3,296	0,000982
Holub-pohyb : kontrola	3,296	0,000982
Plyšák : kontrola	3,296	0,000982
Plyšák-pohyb : kontrola	3,17	0,001523



Obr.1 Poměry (pokus/kontrola) počtu příletů pro všechny atrapy (graf je kreslen z nelogarithmovaných hodnot)

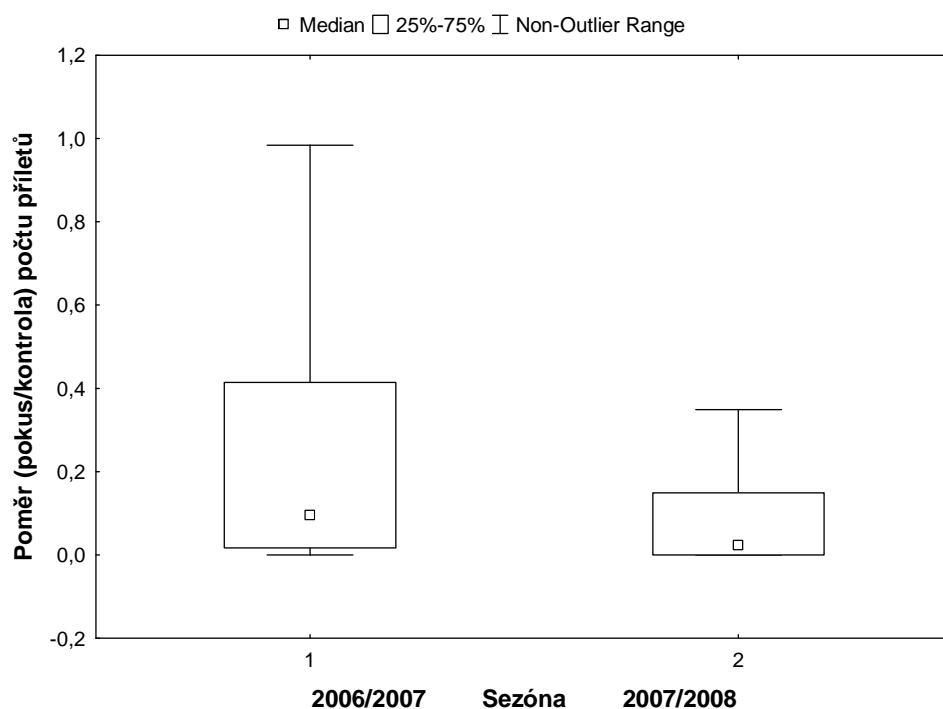
Poměr (pokus/kontrola) počtu příletů ovlivňuje pouze typ atrapy a sezóna (Tab. 2). V pokusech s krahujcem a kunou byly poměry nižší než v pokusech s holubem a plyšákem (Tab. 3, Obr. 1). V zimě 2006/2007 byl poměr vyšší než v zimě 2007/2008 rozdíl v počtu příletů mezi kontrolou a pokusem byly tedy menší (Obr. 2).

Tabulka 2. Faktory ovlivňující poměr (pokus/kontrola) počtu příletů na krmítko (data logaritmována, GLZ, N=112)

Faktor/interakce faktorů	Df	λ^2	p
Atrapa	3	68,819	0,000000
Pohyb	1	2,143	0,143186
Pořadí v rámci dne	4	5,879	0,208388
Pořadí dne v sérii	1	0,074	0,785630
Sezóna	1	11,973	0,000540
Teplota	1	0,048	0,827063
Sníh	1	0,763	0,382327
Atrapa*Pohyb	3	4,411	0,220386

Tabulka 3. Průkaznost rozdílů v poměrech (pokus/kontrola) příletů k jednotlivým atrapám (Tukey test)

Atrapa	krahujec	kuna	holub	plyšák
krahujec		0,994934	0,000138	0,000138
kuna	0,994934		0,000138	0,000138
holub	0,000138	0,000138		0,439238
plyšák	0,000138	0,000138	0,439238	



Obr. 2 Vliv sezóny na poměr (pokus/kontrola) počtu příletů (graf je kreslen z nelogaritmovaných hodnot)

Přestože k pohyblivému holubovi a plyšákovi přilétalo méně ptáků než k nehybnému (Obr. 1), faktor pohyb ani interakce pohyb*atrapa nevyšly v modelu průkazně (Tab. 2). Při samostatném neparametrickém (nelogaritmovaná data) porovnání pokusů s nepohyblivou a pohyblivou atrapou vychází průkazně rozdíl u holuba (Tab. 4), ovšem jen tehdy, nepoužijeme-li Bonferroniho korekci [$p < 0.01$].

Tabulka 4. Srovnání poměru (pokus/kontrola) počtu příletů k pohyblivé a nepohyblivé verzi atrapy (Mann-Whitney test, N=28)

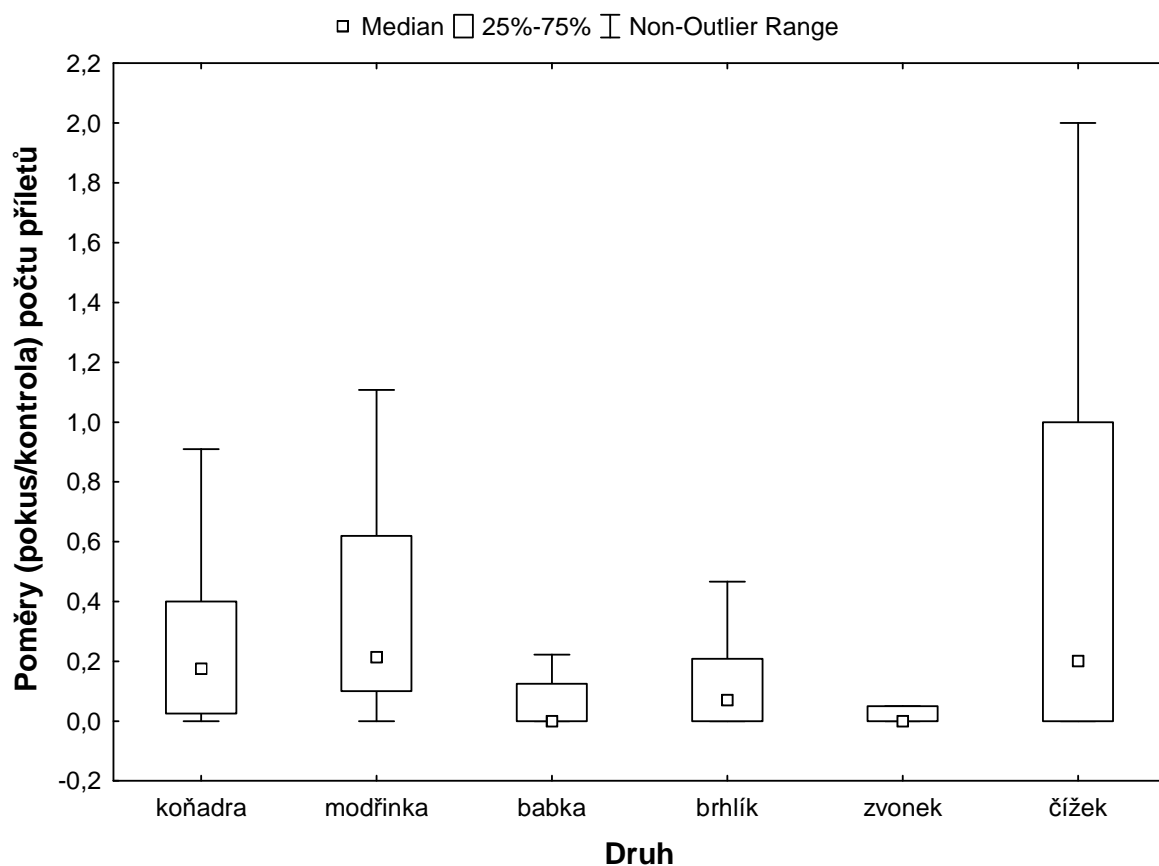
Atrapy	U	Z	p
Krahujec : Krahujec-pohyb	87,5	-0,482451	0,629486
Kuna : Kuna-pohyb	75,0	-1,05680	0,290605
Holub : Holub-pohyb	55,0	1,975750	0,048184
Plyšák : Plyšák-pohyb	71,5	1,217614	0,223372

3.2. Počet příletů na krmítko – jednotlivé druhy

Jednotlivé druhy se liší poměrem (pokus/kontrola) počtu příletů na krmítko (jen atrapy holuba a plyšáka, jen pokusy s „nenulovým“ počtem příletů při kontrole, data logaritmována, N = 220, jednocestná ANOVA, $p < 0.01$, F = 9.598, Df = 5). U „babky“ a zvonka klesá počet příletů více než u ostatních druhů s výjimkou brhlíka (Tab. 5, Obr.3).

Tabulka 5. Rozdíly v poměrech (pokus/kontrola) počtu příletů mezi jednotlivými druhy (Tukey test)

Druh	koňadra	modřinka	„babka“	brhlík	čížek	zvonek
koňadra		0,891182	0,000935	0,781044	0,003807	0,999614
modřinka	0,891182		0,000031	0,349201	0,000112	0,998368
„babka“	0,000935	0,000031		0,606066	0,999999	0,008329
brhlík	0,781044	0,349201	0,606066		0,650691	0,600147
čížek	0,003807	0,000112	0,999999	0,650691		0,010698
zvonek	0,999614	0,998368	0,008329	0,600147	0,010698	



Obr. 3 Rozdíly v poměrech (pokus/kontrola) počtu příletů mezi jednotlivými druhy (graf je kreslen z nelogaritmovaných hodnot)

Jediné druhy, které šlo samostatně testovat modelem GLZ, byly koňadra a modřinka. Výsledky se převážně shodují s celkovými (Tab. 6, 7, 8, Obr. 5 a 6), objevují se v nich však dva průkazné faktory navíc. U modřinky se pokles počtu příletů zvětšuje s rostoucí teplotou (Obr. 4), u koňadry je průkazný vliv pohybu. Testujeme-li samostatně parametricky (logaritmovaná data) počet příletů k nepohyblivým a pohyblivým atrapám je rozdíl průkazný u holuba (Tab. 9) opět ovšem jen tehdy, nepoužijeme-li Bonferroniho korekci [$p < 0.01$].

Tabulka 6. Faktory ovlivňující poměr (pokus/kontrola) počtu příletů na krmítko u koňadry a modřinky (data logaritmována, GLZ , koňadra N=112, modřinka N=103)

Faktor/interakce faktorů	Koňadra			Modřinka		
	Df	λ^2	p	Df	λ^2	p
Atrapa	3	54,914	0,000000	3	55,32	0,000000
Pohyb	1	6,135	0,013251	1	0,457	0,498930
Pořadí v rámci dne	4	7,375	0,117360	4	9,118	0,058211
Pořadí dne v sérii	1	0,046	0,830139	1	0,005	0,944799
Sezóna	1	7,992	0,004699	1	5,839	0,015672
Teplota	1	0,000	0,985946	1	5,981	0,014465
Sníh	1	2,091	0,148140	1	0,111	0,739298
Atrapa*Pohyb	3	3,634	0,303813	3	3,857	0,277276

Tabulka 7. Koňadra - průkaznost rozdílů v poměrech (pokus/kontrola) přiletů k jednotlivým atrapám (Tukey test)

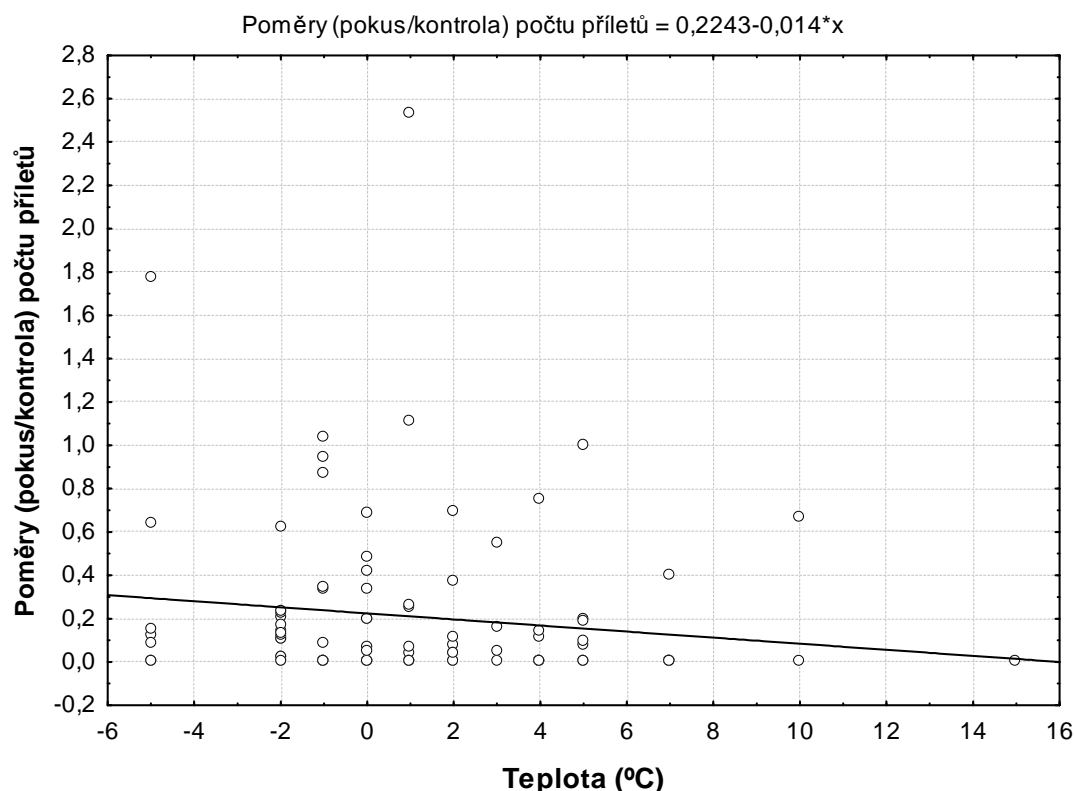
Atrapa	krahujec	kuna	holub	plyšák
krahujec		0,990977	0,000139	0,000138
kuna	0,990977		0,000144	0,000138
holub	0,000139	0,000144		0,715440
plyšák	0,000138	0,000138	0,715440	

Tabulka 8. Modřinka - průkaznost rozdílů v poměrech (pokus/kontrola) přiletů k jednotlivým atrapám (Tukey test)

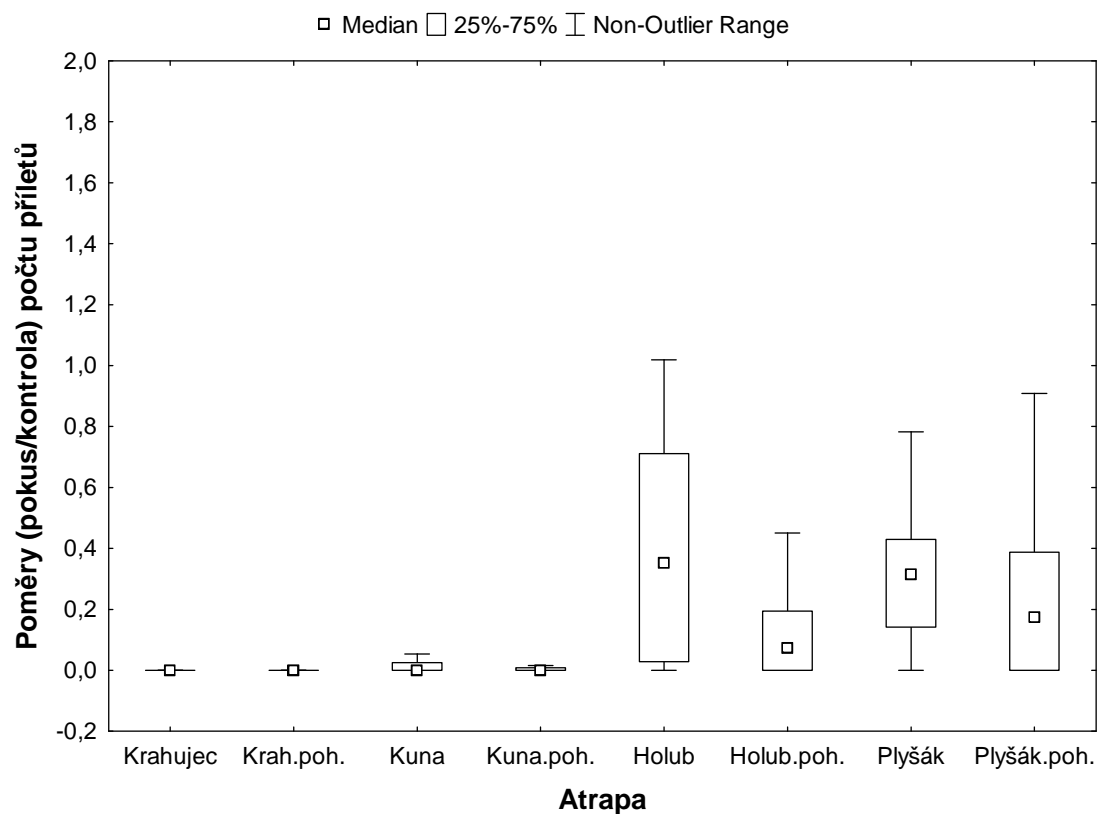
Atrapa	krahujec	kuna	holub	plyšák
krahujec		0,447813	0,000139	0,000139
kuna	0,447813		0,000324	0,000141
holub	0,000139	0,000324		0,574242
plyšák	0,000139	0,000141	0,574242	

Tabulka 9. Srovnání poměru (pokus/kontrola) počtu přiletů k pohyblivé a nepohyblivé verzi atrapy u sýkory koňadry (vychází z logaritmovaných hodnot, dvouvýběrový t test, N=28)

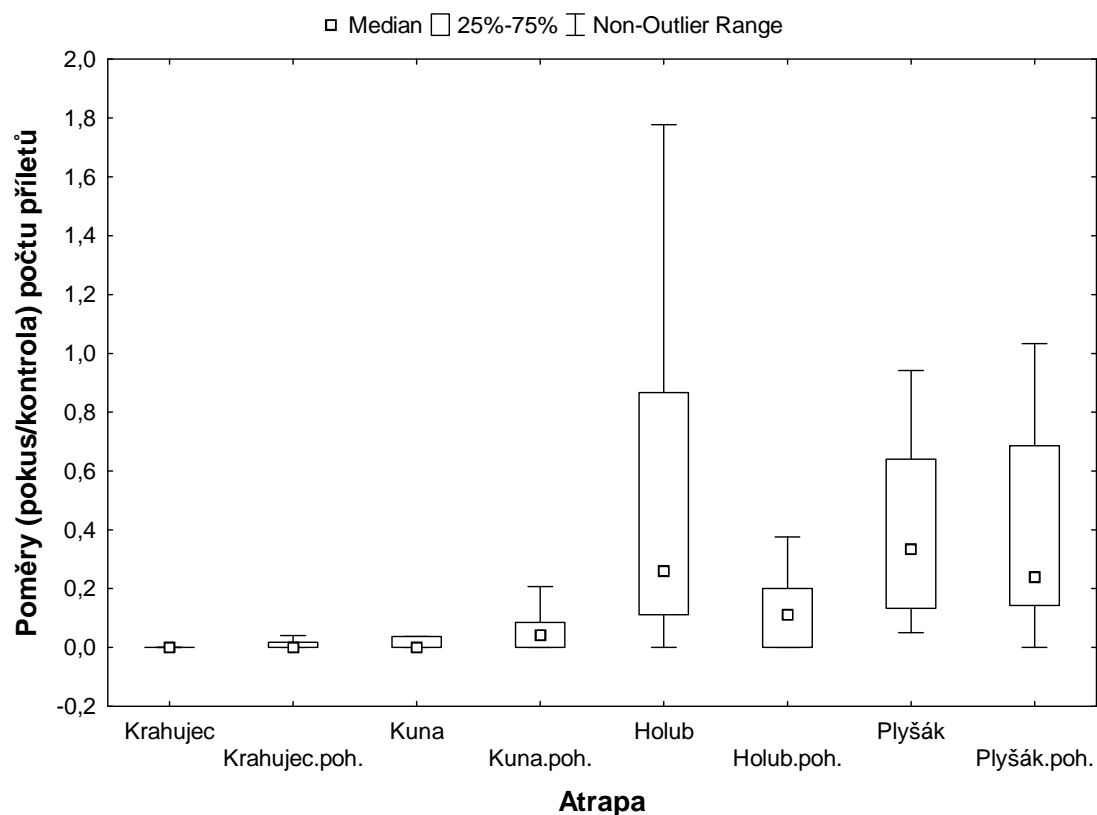
Atrapy	Df	t	p
Krahujec : Krahujec-pohyb	26	0,396	0,695228
Kuna : Kuna-pohyb	26	0,306	0,762041
Holub : Holub-pohyb	26	2,246	0,033458
Plyšák : Plyšák-pohyb	26	1,42	0,167379



Obr. 4 Modřinka - závislost poměrů (pokus/kontrola) počtu přiletů na teplotě během experimentu



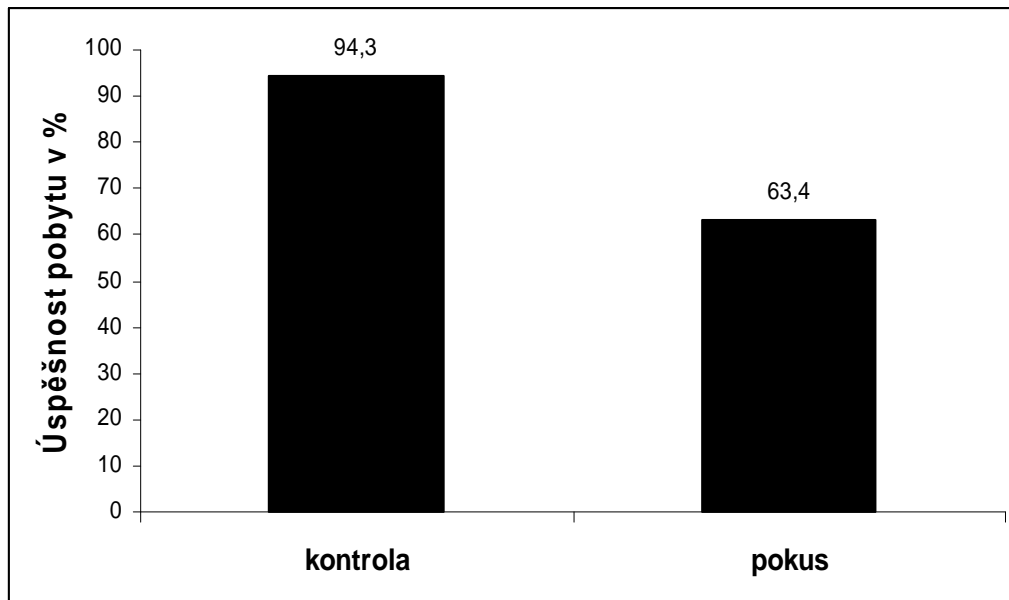
Obr. 5 Koňadra - poměry (pokus/kontrola) počtu přiletů pro všechny atrapy (graf je kreslen z nelogarithmovaných hodnot)



Obr. 6 Modřinka - poměry (pokus/kontrola) počtu přiletů pro všechny atrapy (graf je kreslen z nelogarithmovaných hodnot)

3.3. Úspěšnost pobytu na krmítku

Při pokusech je úspěšnost výrazně nižší než při kontrolách ($p < 0.01$, $Df = 1$, GLZ, binomická distribuce, logit link funkce, Obr.7).



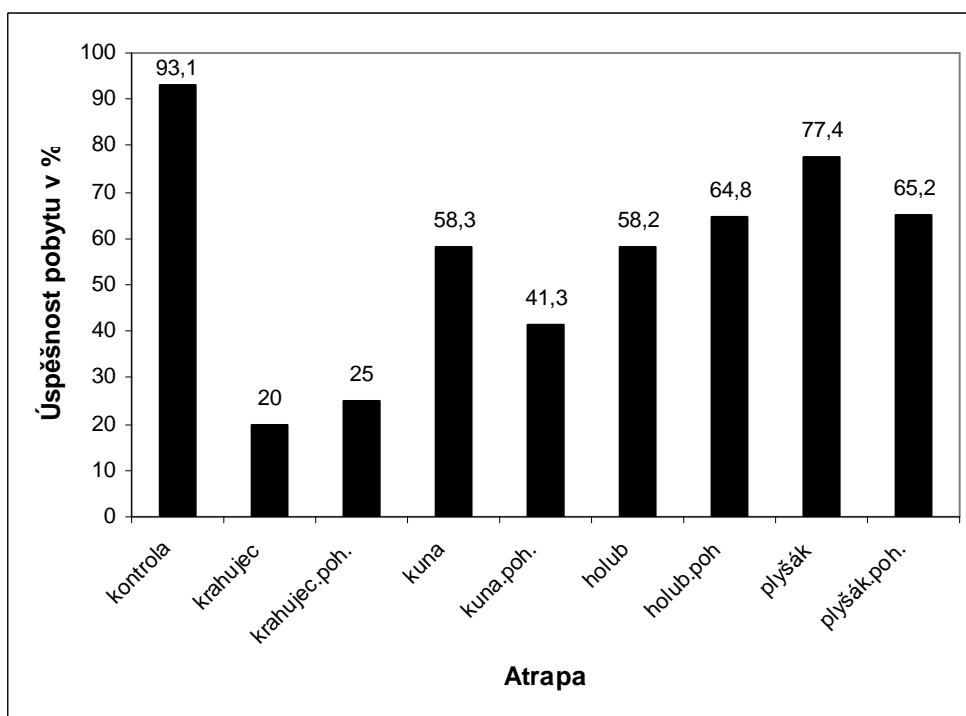
Obr. 7 Úspěšnost pobytu ptáků na krmítku při kontrole a pokusu

Úspěšnost pobytu na krmítku ovlivňuje typ atrapy, pohyb atrapy, druh ptáka, sezóna a přítomnost sněhu během experimentů. Průkazná je i interakce pohyb*atrapa (Tab. 10)

Tabulka 10. Faktory a vybrané interakce faktorů ovlivňující úspěšnost ptáků při pobytu na krmítku (GLZ, binomická distribuce, logit link funkce)

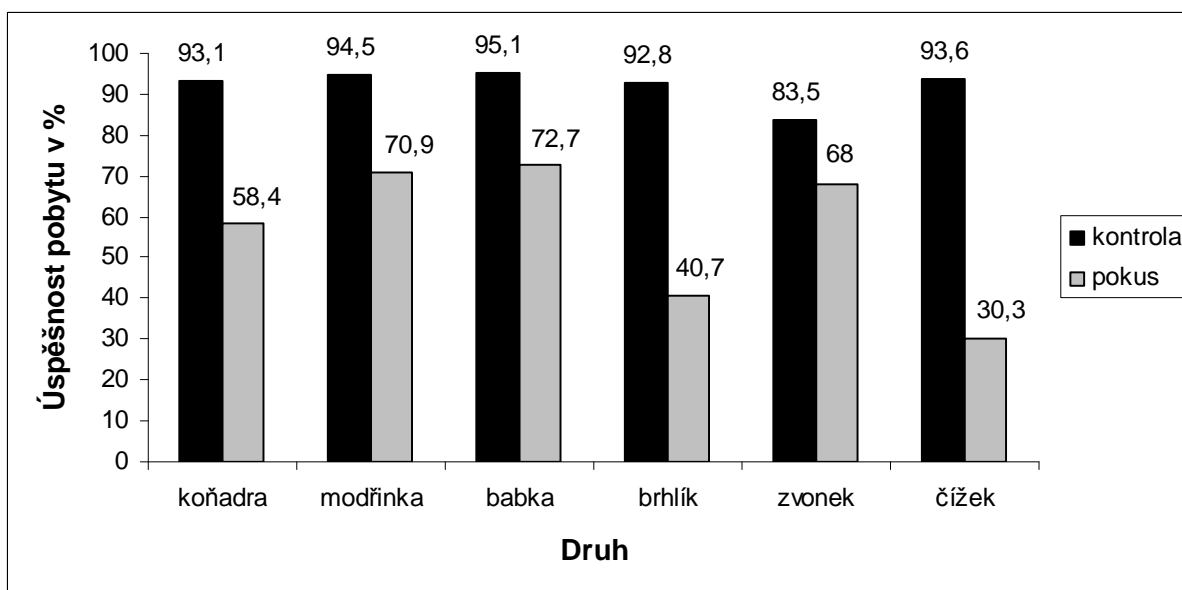
Faktor/interakce faktorů	Df	λ^2	p
Atrapa	3	35,007	0,000000
Pohyb	1	4,225	0,039843
Druh	5	23,281	0,000298
Pořadí v rámci dne	3	2,926	0,403166
Pořadí dne v sérii	1	0,43	0,512114
Sezóna	1	25,3	0,000000
Teplota	1	0,661	0,416151
Sníh	1	6,567	0,010391
Atrapa*Pohyb	3	7,825	0,049760

Úspěšnost pobytu na krmítku snižují všechny atrapy, nejvýraznější je pokles u krahujce. Pohyb atrapy snižuje úspěšnost především u kuny a v menší míře u plyšáka. U krahujce a holuba je trend opačný, avšak rozdíly jsou minimální (Obr.8)



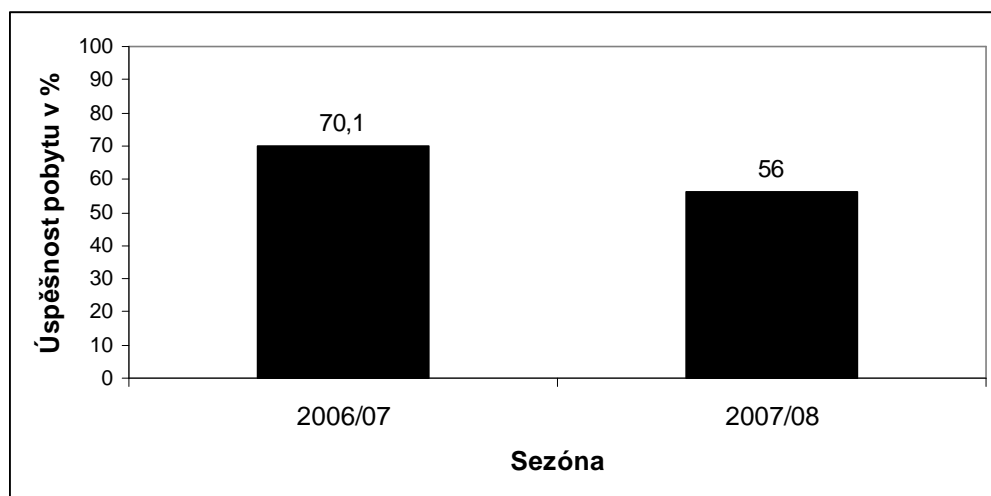
Obr. 8 Úspěšnost ptáků při pobytu na krmítku – rozdíly podle typu atrapy (pro srovnání do grafu přidání i ptáci při kontrole)

Zatímco při kontrolách je úspěšnost jednotlivých ptačích druhů poměrně vyrovnaná, atrapy snižují úspěšnost především u čížka a brhlíka, za nimiž následuje koňadra (Obr.9)



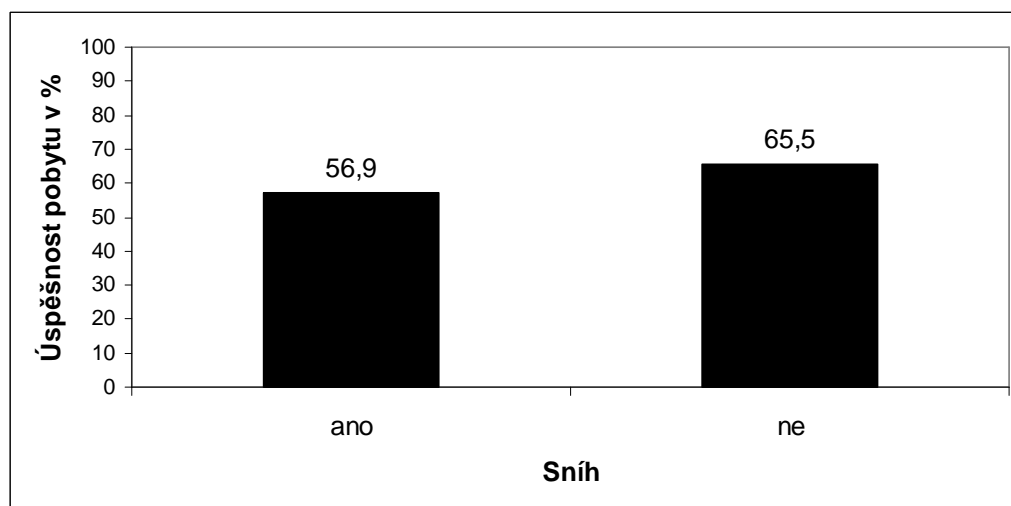
Obr. 9 Úspěšnost pobytu ptáků na krmítku v závislosti na druhu ptáka (do grafu jsou pro srovnání zahrnuty i příslušné kontroly)

V sezóně 2007/08 byla úspěšnost pobytu nižší než v sezóně 2006/07 (Obr.10).



Obr.10 Úspěšnost pobytu ptáků na krmítku v závislosti na sezóně

Úspěšnost pobytu snižuje přítomnost sněhové pokrývky během pokusů (Obr.11).

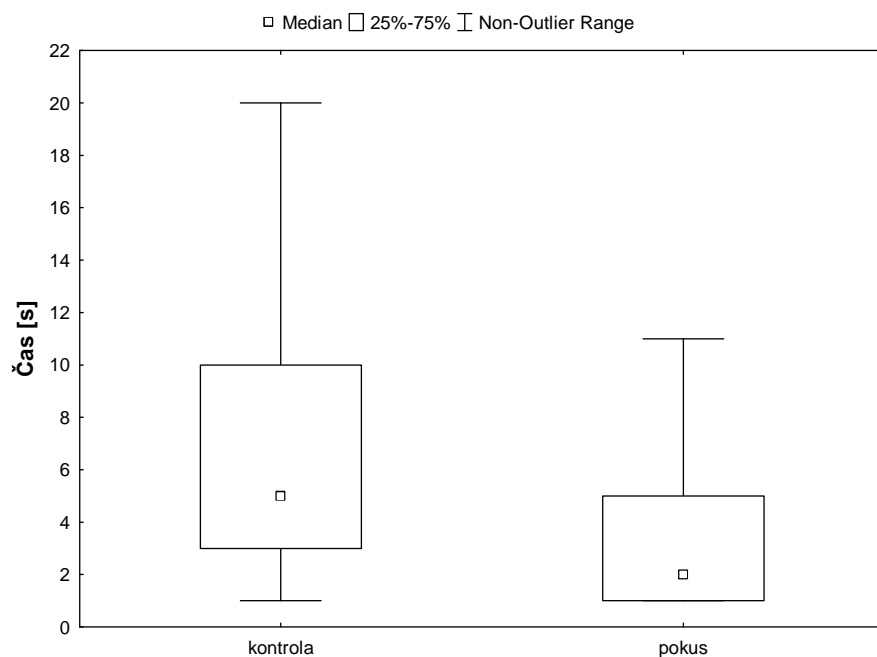


Obr. 11 Úspěšnost pobytu ptáků na krmítku v závislosti na přítomnosti sněhu během experimentů

3.4. Délka pobytu na krmítku

3.4.1. Sýkory

Při pokusech s atrapami trávil „sýkory“ na krmítku kratší čas než při kontrolách ($p < 0.01$, $F = 301.59$, $Df = 1$, jednocestná ANOVA, Obr. 12)



Obr. 12 Čas strávený „sýkorami“ na krmítku při kontrole a pokusu

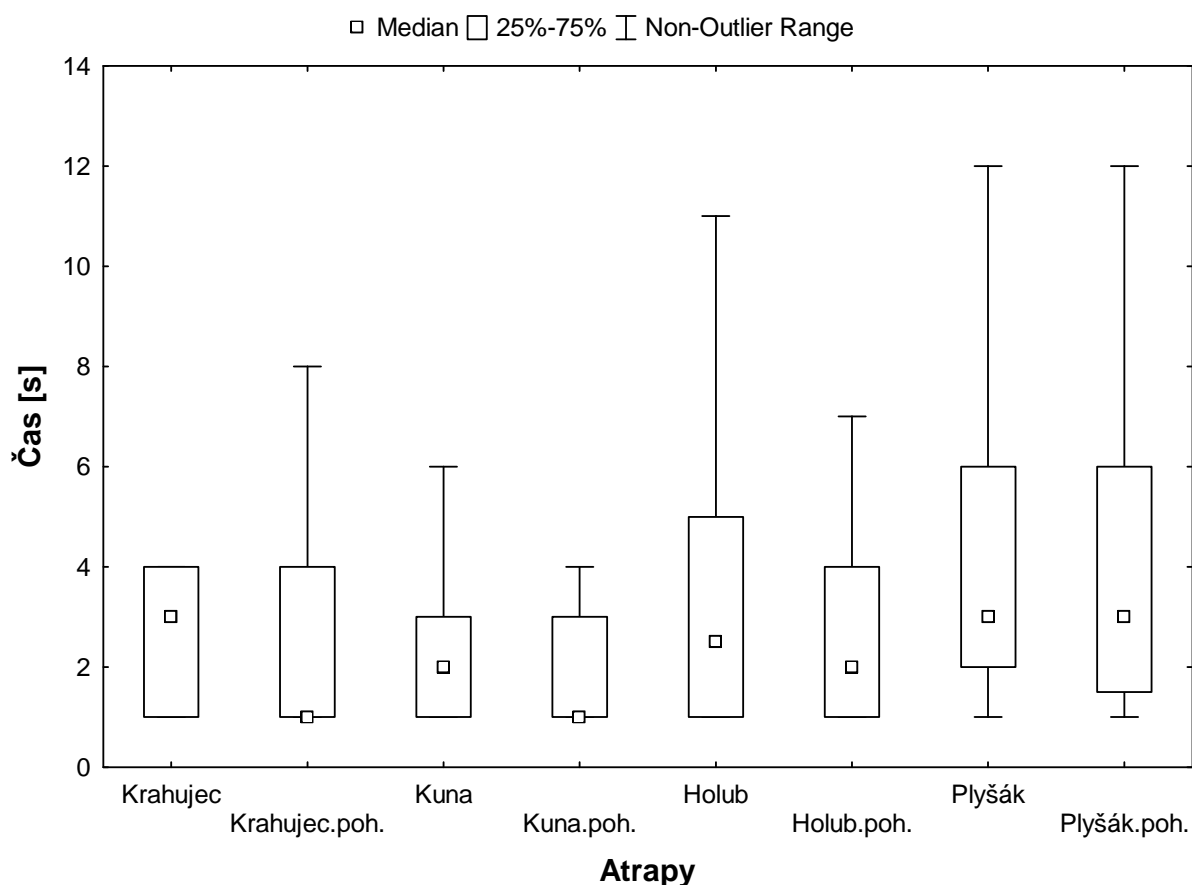
Délku pobytu na krmítku ovlivňuje atrapa, pohyb atrapy a druh „sýkory“ (Tab. 11). Většina ptáků tráví na krmítku v přítomnosti jakýchkoliv atrap relativně krátkou dobu (Obr. 12). Nejméně to platí pro plyšáka, rozdíly jsou však průkazné jen vůči kuně a holubovi (Tab. 12). Pohyb atrapy na první pohled snižuje délku pobytu u kuny a krahujce, interakce atrapa*pohyb je nicméně neprůkazná (Tab. 11 a 12, Obr. 13)

Tabulka 11. Faktory a vybrané interakce faktorů ovlivňující čas strávený sýkorami na krmítku (GLZ)

Faktor/interakce faktorů	Df	λ^2	p
Atrapa	3	26,661	0,000007
Pohyb	1	6,421	0,011276
Druh	3	20,687	0,000122
Pořadí v rámci dne	3	4,071	0,253909
Pořadí dne v sérii	1	1,471	0,225208
Sezóna	1	1,201	0,273178
Teplota	1	0,004	0,948830
Sníh	1	0,511	0,474614
Atrapa*Pohyb	3	0,874	0,831783

Tabulka 12. Průkaznost rozdílů v délce pobytu na krmítku mezi jednotlivými atrapami (Tukey test)

Atrapa	krahujec	kuna	holub	plyšák
krahujec		0,999998	0,673717	0,311175
kuna	0,999998		0,051584	0,000589
holub	0,673717	0,051584		0,012524
plyšák	0,311175	0,000589	0,012524	

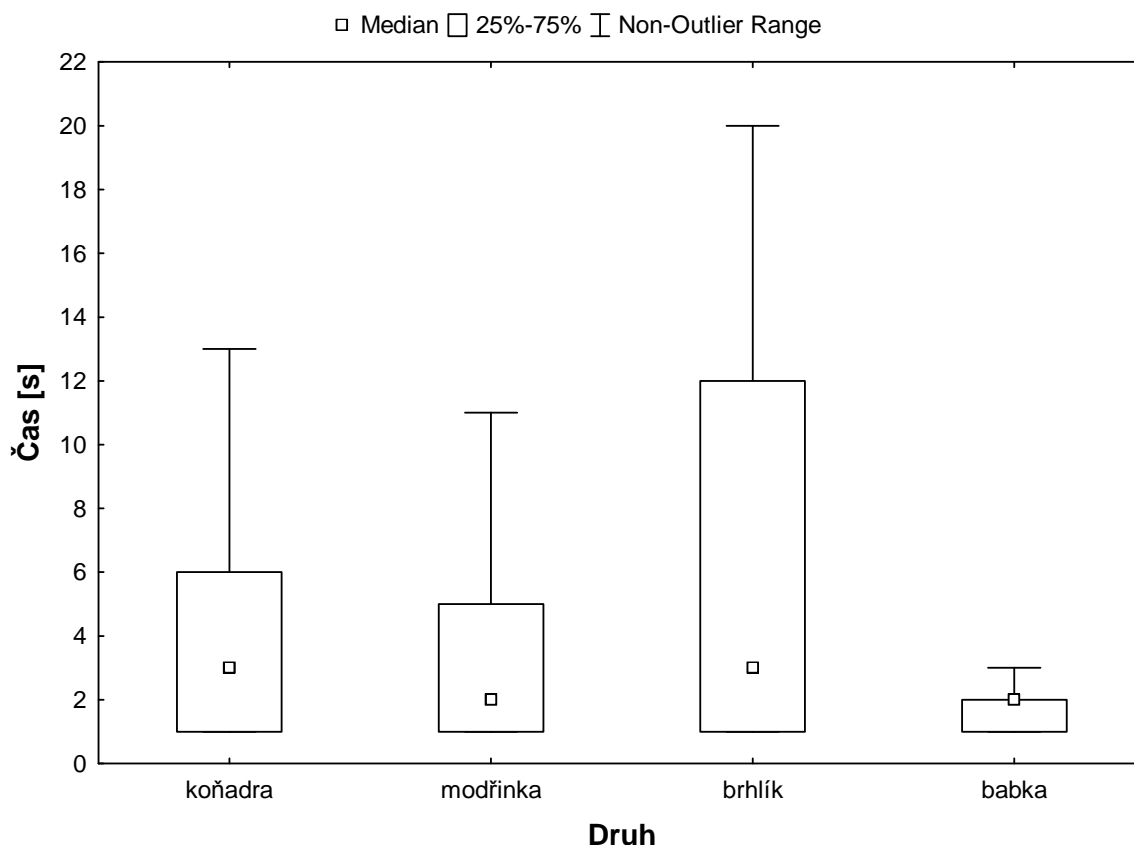


Obr.13 Délka pobytu „sýkor“ na krmítku v závislosti na typu atrapy

Nejkratší dobu na krmítku tráví babka a to ve srovnání s všemi ostatními druhy (Tab. 13, Obr. 14).

Tabulka 13. Průkaznost rozdílů v délce pobytu na krmítku mezi jednotlivými druhy sýkor (Tukey test)

Druh ptáka	koňadra	modřinka	babka	brhlík
koňadra		0,946668	0,008380	0,953197
modřinka	0,946668		0,020975	0,898356
babka	0,008380	0,020975		0,077046
brhlík	0,953197	0,898356	0,077046	



Obr. 14 Délka pobytu sýkor na krmítku v závislosti na druhu ptáka

3.4.2. Zrnojedi

Při pokusech s atrapami trávili zrnojedi na krmítku kratší čas než při kontrolách ($p < 0.01$, $F = 14.968$, $Df = 1$, jednocestná ANOVA, Obr. 15)

Obr. 15 Čas strávený zrnojedy na krmítku při kontrole a pokusu

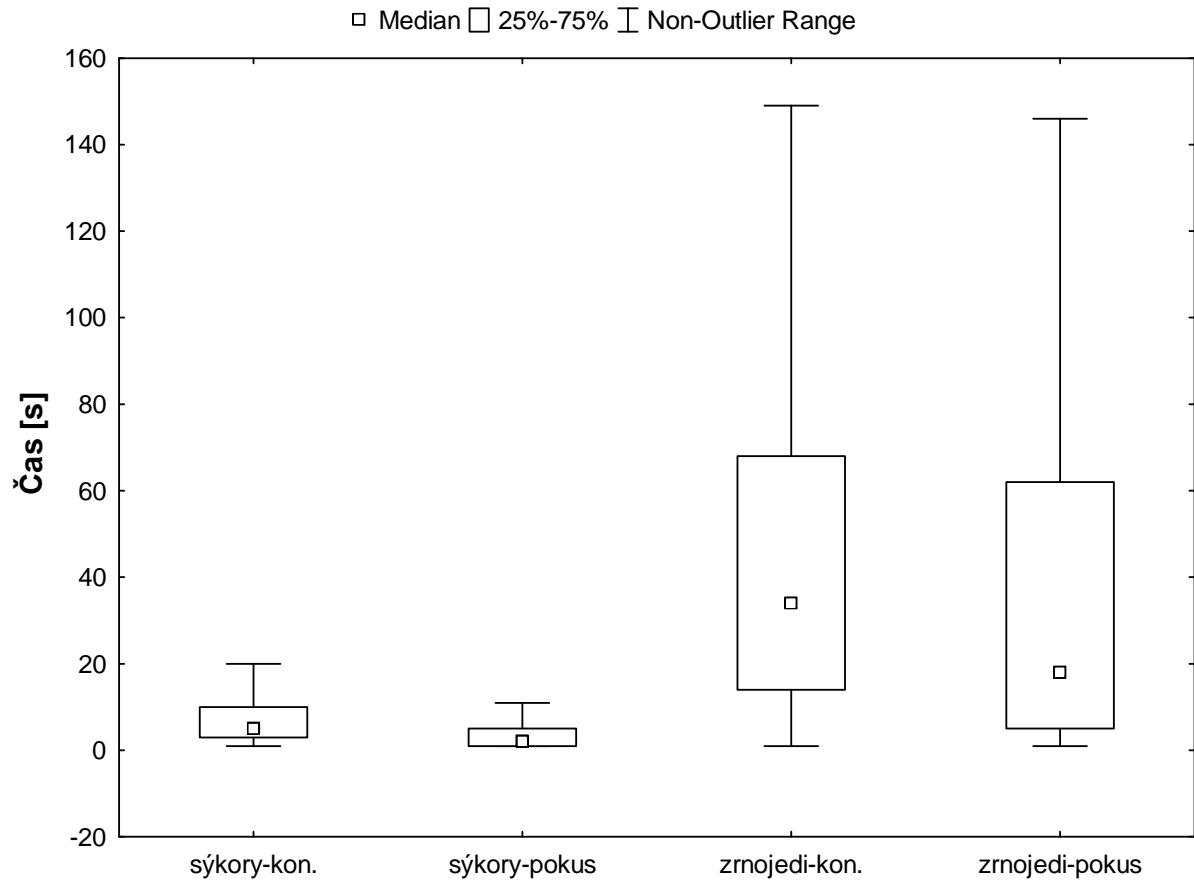
U zrnojedů délku pobytu na krmítku žádný ze sledovaných faktorů průkazně neovlivňuje. Marginální vliv je nicméně patrný u pohybu a teploty. Pohyb atrapy a zvyšující se teplota snižují délku pobytu (Tab. 14).

Tabulka 14. Faktory ovlivňující čas strávený zrnojedy na krmítku (GLZ)

Faktor/interakce faktorů	Df	λ^2	p
Atrapa	3	6,138	0,105093
Pohyb	1	2,941	0,086378
Druh	1	0,005	0,946387
Pořadí v rámci dne	3	3,527	0,317219
Pořadí dne v sérii	1	0,04	0,841260
Sezóna	-	-	-
Teplota	1	3,565	0,058995
Sníh	1	0,373	0,541555
Atrapa*Pohyb	3	0,025	0,998949

3.4.3. Srovnání délky pobytu sýkor a znojedů

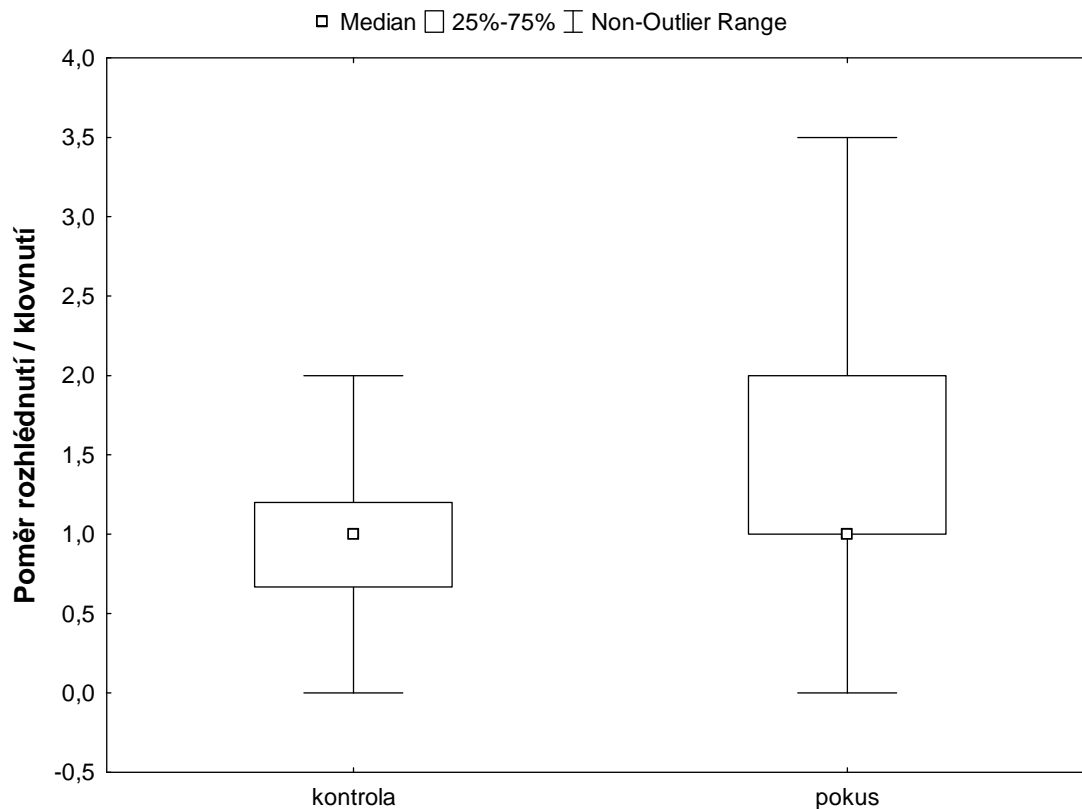
Znojedi tráví na krmítku průkazně vyšší čas než „sýkory“ ($p < 0.01$, $F = 2196.22$, $Df = 1$, jednocestná ANOVA, Obr.15).



Obr. 15 Srovnání času stráveného na krmítku „sýkorami“ a znojedy

3.5. Ostražitost ptáků při pobytu na krmítku - sýkory

Při pokusech s atrapami ptáci na krmítku jeví větší ostražitost než při kontrolách ($p = 0.00$, $F = 25.34803$, $Df = 1$, jednocestná ANOVA, Obr. 16)



Obr. 16 Rozdíly v ostražitosti mezi kontrolou a pokusem

Ostražitost ptáků na krmítku ovlivňuje pohyb atrapy, druh ptáka, pořadí dne v sérii a sezóna (Tab.15).

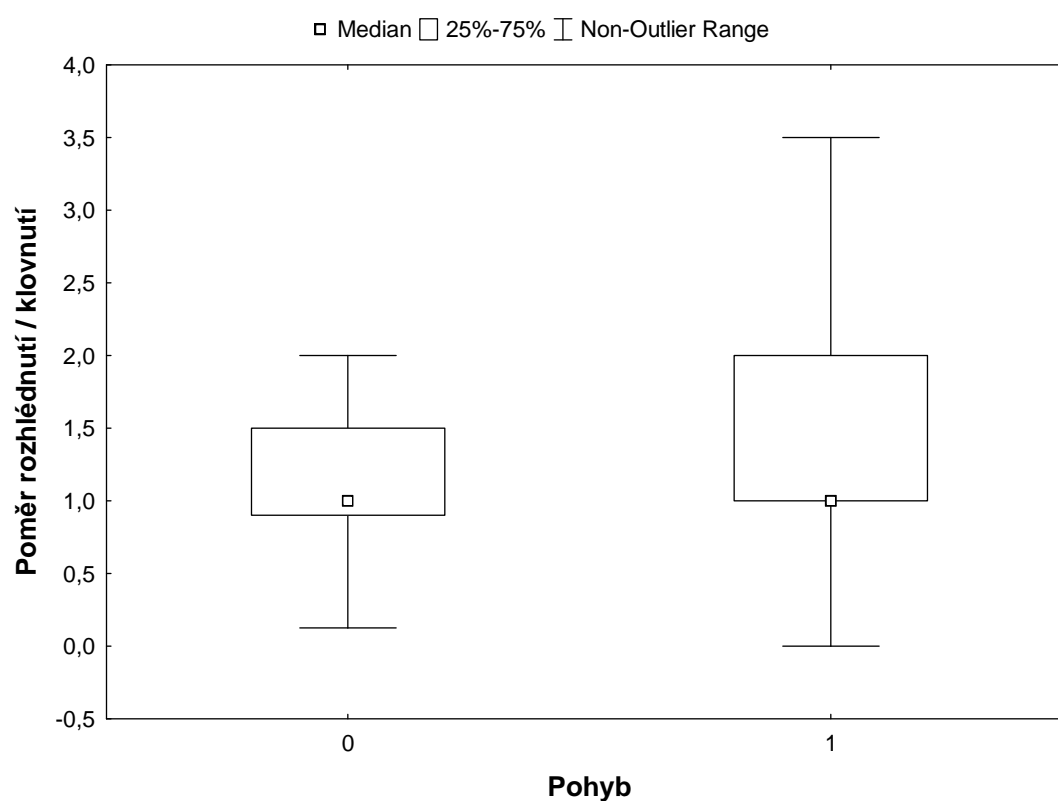
Tabulka 15. Faktory ovlivňující ostražitost sýkor na krmítku (GLZ)

Faktor/interakce faktorů	Df	λ^2	p
Atrapa	3	4,699	0,195239
Pohyb	1	4,617	0,031658
Druh	3	56,515	0,000000
Pořadí v rámci dne	3	1,736	0,628960
Pořadí dne v sérii	1	6,53	0,010607
Sezóna	1	6,343	0,011782
Teplota	1	1,462	0,226581
Sníh	1	1,817	0,177691
Atrapa*Pohyb	1	1,189	0,755562

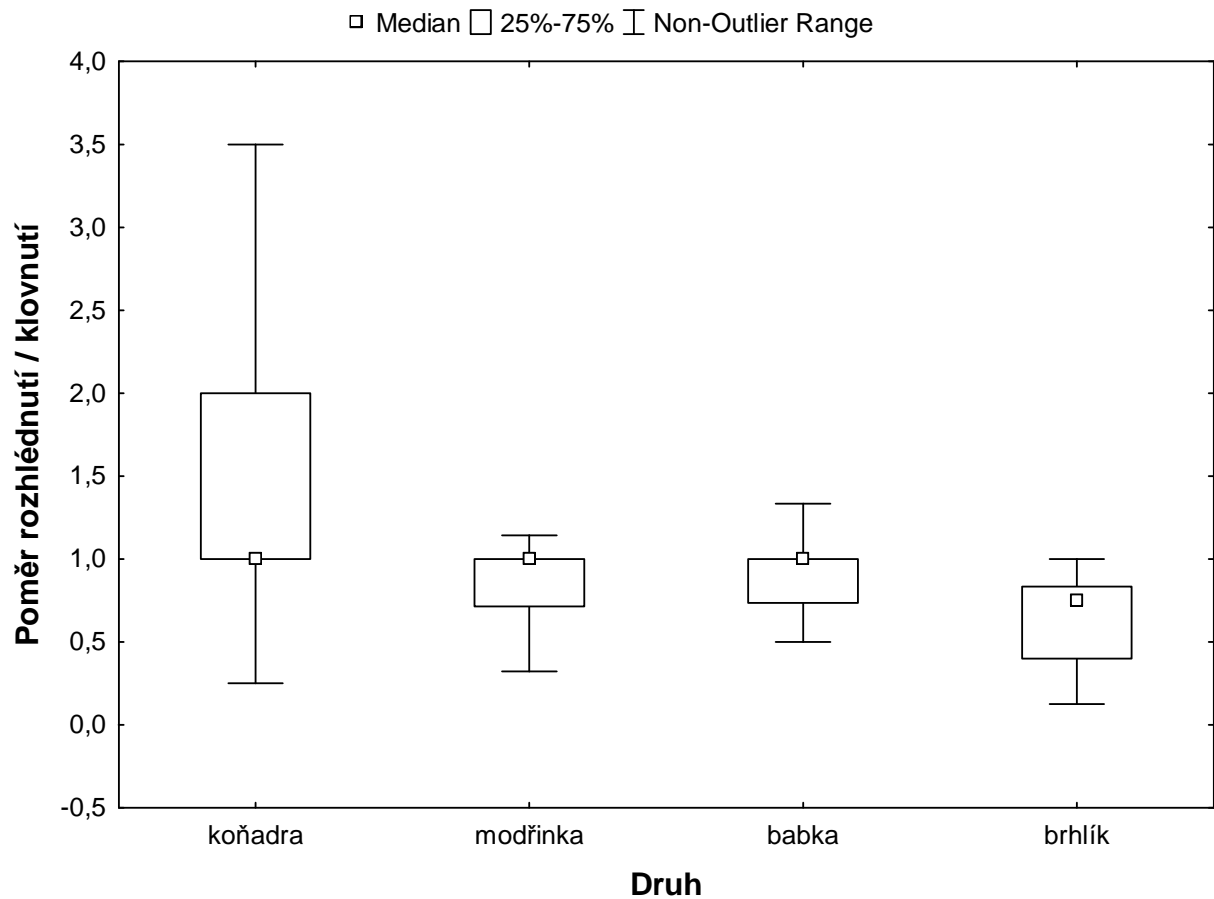
Pohyb atrapy zvyšuje ostražitost ptáků (Obr. 17). Jako nejvíce ostražitá se mezi sýkorami jeví koňadra (Obr.18, Tab.16). V sezóně 2006/2007 byli ptáci více ostražití než v sezóně 2007/2008 (Obr. 19).

Tabulka 16. Statistická průkaznost rozdílů v podílech počet rozhlédnutí/počet klovnutí jednotlivých druhů sýkor (vychází z logaritmovaných hodnot, Tukey test)

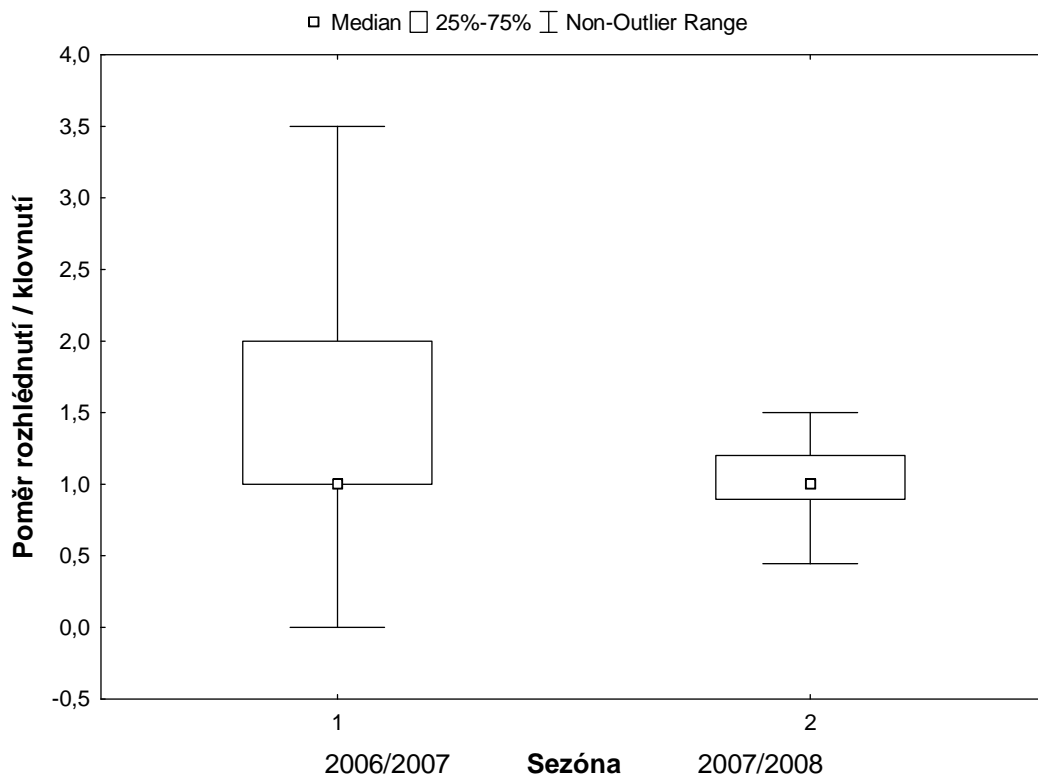
Druh	koňadra	modřinka	babka	brhlík
koňadra		0,000008	0,036379	0,082462
modřinka	0,000008		0,992334	0,715315
babka	0,036379	0,992334		0,638366
brhlík	0,082462	0,715315	0,638366	



Obr. 17 Závislost ostražitosti ptáků na pohybu atrapy



Obr. 18 Závislost ostražitosti ptáků na druhu ptáka



Obr. 19 Závislost ostražitosti ptáků na sezóně

4. Diskuse

4.1. Vliv atrapy

Kterákoliv z použitých atrap snižuje počet příletů na krmítko, délku i úspěšnost pobytu ptáků. Ptáci vnímají nejen predátory (krahujec, kuna) ale i neškodného ptáka (holub) a neznámý předmět (plyšák) jako potenciální nebezpečí. Tento výsledek je zajímavý u plyšáka. Dalo by se předpokládat, že jej ptáci (pokud se nebude pohybovat) mohou považovat za součást „abiotického“ prostředí. Lze tedy spekulovat, zda i ve stylizované podobě plyšáka ptáci nerozpoznávají „zvíře“. Vliv na to můžou mít velké oči, které by mohly být důležitým znakem při rozlišování „živého a neživého“ předmětu.

Sledujeme-li počet příletů vytvářejí atrapy dvě zřetelně odlišné skupiny. Skupinu v níž se nacházejí oba predátoři, k nimž byl počet příletů velice nízký a skupinu v níž se nachází neškodný holub a plyšák, kteří sice také snižovali počet příletů oproti kontrole, ale mnohem méně. Z toho vyplývá, že ptáci rozlišují predátory od neškodných ptáků a neznámých objektů.

V případě úspěšnosti pobytu leží hlavní předěl mezi krahujcem a ostatními atrapami, zatímco v délce pobytu mezi plyšákem a ostatními. Úspěšnost pobytu tedy významněji snižuje pouze nejnebezpečnější predátor, délku naopak prodlužuje jen zcela neškodný objekt. Pták, který se již rozhodne krmítko využít, se tedy od svého záměru většinou nenechá odradit. Delší pobyt však riskuje jen tehdy cítí-li se zcela v bezpečí.

4.2. Vliv pohybu

Pohyb atrapy jen výjimečně ovlivňuje počet příletů. Nicméně je zřejmé, že existuje určitý trend jejich snižování v případě neznámého objektu a neškodného ptáka, kde dokonce vyšel u koňadry rozdíl mezi přílety k pohyblivému a nepohyblivému holubovi marginálně průkazně. Je dost pravděpodobné, že při větším počtu pokusů by se vliv pohybu podařilo prokázat i v dalších případech.

Je zvláštní, že se vliv pohybu téměř neprojevuje u atrap predátorů, ale i toto je snadno vysvětlitelné. Samotná přítomnost predátora snižuje počet příletů natolik, že se jeho pohyb již nemůže uplatnit dalším poklesem. Tento výsledek nemusí mít obecnou platnost. Na testované lokalitě je nejbližší úkryt (nepříliš rozsáhlý porost křovin) vzdálen 7m od krmítka (viz Obr. 2 a 3 Přílohy). Více bezpečné pokusné místo by mohlo podpořit ochotu ptáků riskovat, což naznačují výsledky Tvardíkové (2007). Pak by se i u atrap predátorů mohl projevit vliv jejich pohybu..

Tento závěr podporují další sledované charakteristiky. Pohyb atrapy obecně snižuje délku i úspěšnost pobytu a zvyšuje ostražitost ptáků na krmítku. V případě úspěšnosti pobytu je dokonce průkazná i interakce pohyb*atrapa. Nejvíce snižuje úspěšnost pobytu pohyb u kuny a (o něco méně) u plyšáka. V prvním případě by tak byl potvrzen můj předpoklad, že méně přirozená je nehybnost u savce než u ptáka. V případě plyšáka může být, pokud je nehybný, považován za součást „abiotického“ prostředí, zatímco pohybem se z něj vyčlení. Zajímavá je absence vlivu pohybu na úspěšnost pobytu u krahujce. Lze ji vysvětlit tím, že nehybný krahujec je stejně nebezpečný jako pohyblivý, neboť číhání je běžnou součástí jeho loveckého chování. Lze uvažovat i o nedostatečné věrohodnosti pohybu, tato námitka by však platila i pro ostatní atrapy. Konečně se může jednat i o artefakt způsobený velmi malým počtem ptáků, kteří se ke krahujci vůbec odvážili přilétnout. U délky pobytu je interakce pohyb*atrapa neprůkazná, z obrázků je však patrné, že k jejímu zřetelnému zkrácení dochází u obou pohyblivých predátorů.

Celkově lze uzavřít, že vliv pohybu je zřejmě vyšší, než by vyplývalo z prokázaných změn počtu příletů a že se může uplatňovat také u predátorů. Nicméně je však současně zřejmé, že nepohyblivé atrapy jsou plně vyhovující pro pokusy na krmítcích a pohyb tedy nutně nepotřebují.

4.3. Mezidruhové rozdíly

Velmi nerovnoměrný výskyt zrnosedů v průběhu sezóny (daný zřejmě pohybem ve větších hejnech) umožnil jejich porovnání se sýkorami pouze u času stráveného na krmítku. Z tohoto porovnání a z pozorování při pokusech v terénu vyplývá, že obě skupiny (sýkory + brhlík a zrnosed – čížek + zvonek) mají na krmítku odlišné potravní chování. Sýkory povětšinou volí větší počet návštěv krmítka s kratším trváním, zatímco zrnosed setrvávají na krmítku déle, s větším počtem klovnutí a jejich návštěvy se tolik neopakují.

Nerovnoměrné zastoupení spolu s relativně nízkým počtem pokusů komplikuje i srovnání počtu příletů u sýkor. Poněkud jiná je situace v případě úspěšnosti, délky pobytu a ostražitosti. Koňadru charakterizuje nejmenší úspěšnost a největší ostražitost, tudíž se ze všech sýkor jeví jako nejbojácnější. Ke stejnému závěru došla i Tvardíková (2007). Vysvětlením může být její nejmenší obratnost daná větší hmotností a tedy potenciálně nejsnazší ulovitelnost predátorem. Tento závěr by podporovala i nízká úspěšnost pobytu u fyzicky podobného brhlíka, která však může být pouhým artefaktem malého celkového počtu návštěv krmítka. „Babku“ oproti ostatním sýkorám charakterizuje nejkratší délka

pobytu, která by mohla být způsobena její submisivitou ve smíšených hejnech. To potvrzuje i Mašek (2005), u kterého vyšla „babka“ při podobných pokusech s atrapami na krmítcích dokonce jako obecně nejbojácnější.

4.4. Počasí

Počasí ovlivňovalo chování ptáků jen minimálně. Při nižších teplotách se zvýšil počet přilétajících modřinek, což je ve shodě s předpokladem, že zhoršení podmínek zvyšuje ochotu ptáků riskovat, protože jejich energetické výdaje na udržování stálé tělesné teploty se snižujícími se teplotami rostou (Repasky 1991). Překvapivější je, že sněhová pokrývka snížila úspěšnost pobytu na krmítku. Lze to snad vysvětlit tak, že na krmítko přilétali i „nerozhodnutí“ ptáci, kteří ale svůj pobyt nezakončili úspěšně. Vzhledem k tomu, že u jiných parametrů nebyl vliv počasí prokázán, může se jednat i o artefakt. Malý význam počasí může být způsoben tím, že obě zimy byly poměrně mírné a nevyskytovaly se během nich větší teplotní (viz Graf I. a II. a Tabulka I. Přílohy) ani sněhové extrémy (Tabulka I. Přílohy).

Počasí ovšem může stát v pozadí za, na první pohled, poněkud záhadnými rozdíly mezi oběma sezónami, kdy v sezóně 2006/2007 nebyly tak velké rozdíly mezi přiletly na kontrolu a pokus, ptáci měli vyšší úspěšnost pobytu na krmítku a také ostražitost byla v této sezóně o něco vyšší. Lze to vysvětlit tak, že zatímco v sezóně 2006/2007 probíhaly pokusy až v únoru a březnu, tak v sezóně následující začaly už od listopadu 2007, tedy v období kdy ptáci ještě nebyli příliš potravně motivováni. .

4.5. Srovnání s literaturou

Podobnou metodikou a s částečně shodnými atrapami predátorů pracovala Tvardíková (2007) a proto je pro mě srovnání s její prací poměrně zásadní a užitečné. Použila vycpané atrapy krahujce, poštolky, sojky, holuba, drozda a chomáč vaty. Počtem přiletů se u ní také významně liší atrapy predátorů od kontrol, ale jiné je to u neškodných druhů. Holub vykazuje přibližně stejný počet přiletů na kontrolu bez atrapy a na pokus s atrapou, stejně tak i atrapa drozda a chomáč vaty, zatímco u mě se i u neškodných atrap počet přiletů průkazně snižuje. U mého holuba by to možná mohlo být způsobeno jeho netypickým zbarvením (viz Obr. 7 Přílohy), neboť holub Tvardíkové (l.c.) vypadá více jako typický “věžák“. U umělého předmětu by tento rozdíl mohl být zapříčiněn tím, že můj šedý plyšák s velkýma očima by se ptákům přece jen mohl jevit jako potenciálně nebezpečnější než bílý a při napadlém sněhu i nenápadný chomáč vaty.

Toto vysvětlení však nepovažuji za příliš pravděpodobné, neboť u Tvardíkové (l.c.) se ptáci méně bojí všech atrap. Ač je u Tvardíkové (l.c.) počet příletů k predátorům významně snížený oproti kontrole, stále se pohybuje okolo 200 jedinců, zatímco u mě se blíží nule. O obecných rozdílech ve využití krmítek pak vypovídá celkový počet příletů za celou práci, který u mě činí 20748 a u Tvardíkové (l.c.) 42326 ptáků, ač já natočil ještě o jednu sérii pokusů víc a moje série trvaly vzhledem k vyššímu počtu atrap delší dobu.

Příčiny mohou být dvě – odlišné umístění krmítka a rozdílné klimatické podmínky. Zatímco u mě bylo krmítko situováno na víceméně volném prostranství, kde byly úkryty poměrně vzdálené (viz. Obr. 2 a 3 Přílohy), u Tvardíkové (l.c.) jej téměř ze všech stran obklopovala hustá křoviska, vzdálená v nejbližším místě jen 2m, která poskytovala mnoho vhodných úkrytů pro ptáky a ti tedy při návštěvě podstupovali menší riziko. Její pokusy navíc probíhaly v extrémně chladné zimě 2005/2006, což zcela jistě podporovalo ochotu ptáků při návštěvě krmítka riskovat.

Předchozí závěry podporuje i srovnání úspěšnosti pobytu na krmítku Zatímco u Tvardíkové (l.c.) u všech atrap (včetně krahujce) přesahuje 80%, u mě těchto hodnot dosahovala pouze při kontrolách a u krahujce nepřesáhla 30%.

Značné rozdíly mezi mými výsledky a výsledky Tvardíkové (l.c.) přinášejí jeden důležitý metodický závěr. Nelze porovnávat experimenty prováděné na různých místech v různých zimách, aniž bychom měli k dispozici společný „standard“. Tato poměrně nepříjemná komplikace je však současně vyvážena jednou předností – volbou terénních podmínek lze poměrně razantně manipulovat ochotou ptáků riskovat.

Protože dosud nikdo nesrovnával v antipredačních experimentech „statickou“ a pohyblivou atrapu, jedinou možnost srovnání s mými výsledky nabízejí práce porovnávací efekt atrap a živých ptáků.

Část z nich dospěla ke stejným závěrům, tedy že význam pohybu není průkazný. Curio (1975) nenašel rozdíly v reakcích lejsků černohlavých (*Ficedula hypoleuca*) na živého a vycpaného ťuhýka obecného (*Lanius collurio*). Meilvang a kol. (1997), který zkoumal vliv predace na obranu hnízda u drozda kvíčaly (*Turdus pilaris*) a cvrčaly (*Turdus iliacus*) pomocí vycpané a živé vrány obecné šedé (*Corvus corone cornix*) ovšem rozdíl netestoval, pouze v metodické části konstatuje, že rozdíly mezi nimi nebyly pozorovány. Obdobný metodický závěr uvádějí i Kis a kol. (2000), kteří kromě pozorování chování čejek chocholatých (*Vanellus vanellus*) vůči skutečným predátorům ve volné přírodě zkoumali, jak reagují na vycpanou atrapu vrány obecné šedé (*Corvus corone cornix*), která se i pohybovala pomalým pohybem po zemi směrem k hnízdu a zastavila se 20m od něj. Autoři konstatují, že jak živí

predátoři, tak i atrapa vrány byli vystaveni intenzivnímu obrannému chování čejek, nicméně žádným statistickým porovnáním to nedokládají.

Několik starších prací zkoumajících vliv pohybu predátora došlo ale k opačným závěrům. Shalter (1978) zjistil na vycpaného kulíška perlového (*Glaucidium perlatum*), mobbing pouze u 42% testovaných lejsků černošavlých (*Ficedula hypoleuca*) zatímco na živého kulíška reagovali všichni ptáci. Také East (1981 ex Knight a Temple 1986a) zjistil méně intenzivní obranné chování červenky obecné (*Erithacus rubecula*) k vycpanému predátorovi a ke stejnému závěru došel i Blancher a Robertson (1982 ex Knight a Temple 1986a) u tyrana královského (*Tyrannus tyrannus*). Obě práce shrnují výsledek tak, že není vhodné při podobných experimentech atrapy používat, neboť není dostatečně věrohodnou náhražkou živého predátora. Knightovi a Templovi (1986a), kteří ke hnízdům vlvoců červenokřídých (*Agelaius phoeniceus*) umísťovali živou a vycpanou vránu americkou (*Corvus brachyrhynchos*) však naopak vyšlo, že vlvovci intenzivněji mobbovali vycpaninu. Autoři to opět vysvětlují tak, že ji rozpoznali od živého predátora, avšak protože pro ně představovala menší hrozbu docházelo k většímu počtu fyzických napadení a dalších projevů aktivní obrany. Další možné vysvětlení, které tito autoři uvádějí je, že živá vrána stále sledovala mobbujícího ptáka a ten si proto na ni netroufal tolik jako na model, který stále hleděl dopředu.

Rozdílné výsledky výše uvedených prací Knight a Temple (1986a) vysvětlují jako důsledky metodických chyb a rozdílů v uspořádání experimentů. Výsledky podle nich silně ovlivňuje design pokusu, který je však v mnoha pracích nedostatečně přesně popsán. Toto je ve shodě s mým závěrem plynoucím ze srovnání s Tvardíkovou (2007), že experimenty ovlivňují stanovištní podmínky i dlouhodobý charakter počasí v sezóně, kdy experimenty probíhají.

Reakci na vycpaninu a živého ptáka ovšem nelze plně srovnávat s mými experimenty. Živý pták vykazuje mnohem širší spektrum pohybů než moje atrapy. Všechny výše uvedené práce navíc pocházejí z hnízdního období a studovaly obranu hnízd, při níž jsou motivace ptáků složitější (záchrana potomstva, vyhnutí se vlastní predaci, neupozornění na hnízdo). Každopádně však nevyvracejí můj hlavní závěr, že se v krmítkových experimentech za vhodných experimentálních podmínek „odstrašující“ účinek „statických“ atrap predátorů vyrovná atrapám pohyblivým.

5. Souhrn

- 1) Přítomnost atrapy predátorů (krahujec, kuna) i neškodného ptáka (holub) a neznámého předmětu (plyšák) snižuje průkazně počet příletů na krmítko, délku i úspěšnost pobytu ptáků.
- 2) Atrapy predátorů (krahujec, kuna) snižují počet příletů průkazně více v porovnání s neškodnými objekty (holub, plyšák).
- 3) Pohyb atrapy ovlivňuje jen výjimečně počet příletů (hlavně u koňadry a atrapy holuba). Při větším počtu pokusů by se nejspíš podařilo prokázat vliv pohybu průkazně a ne pouze na marginální hladině průkaznosti .
- 4) Statické atrapy predátorů odrazují od návštěvy krmítka podobně účinně jako pohyblivá atrapa. Tyto atrapy jsou tudíž plně vyhovující pro terénní pokusy na krmítcích.
- 5) Pohyb atrapy průkazně zvyšuje ostražitost ptáků na krmítku.
- 6) Pohyb kuny a plyšáka snižuje úspěšnost jednotlivých návštěv krmítka.
- 7) Nejnižší úspěšnost pobytu je za přítomnosti atrapy krahujce.
- 8) Výsledky ukazují mezidruhové rozdíly v ochotě riskovat. Nejbojácněji se projevuje sýkora koňadra, má nejvyšší ostražitost a nejmenší úspěšnost. Sýkora „babka“ zase tráví na krmítku nejkratší čas.
- 9) Experimenty silně ovlivňuje jak jejich design (hlavně pokusné místo - vzdálenosti přirozených úkrytů), tak dlouhodobý charakter počasí v celé zimní sezóně, kdy experimenty probíhají.

6. Literatura

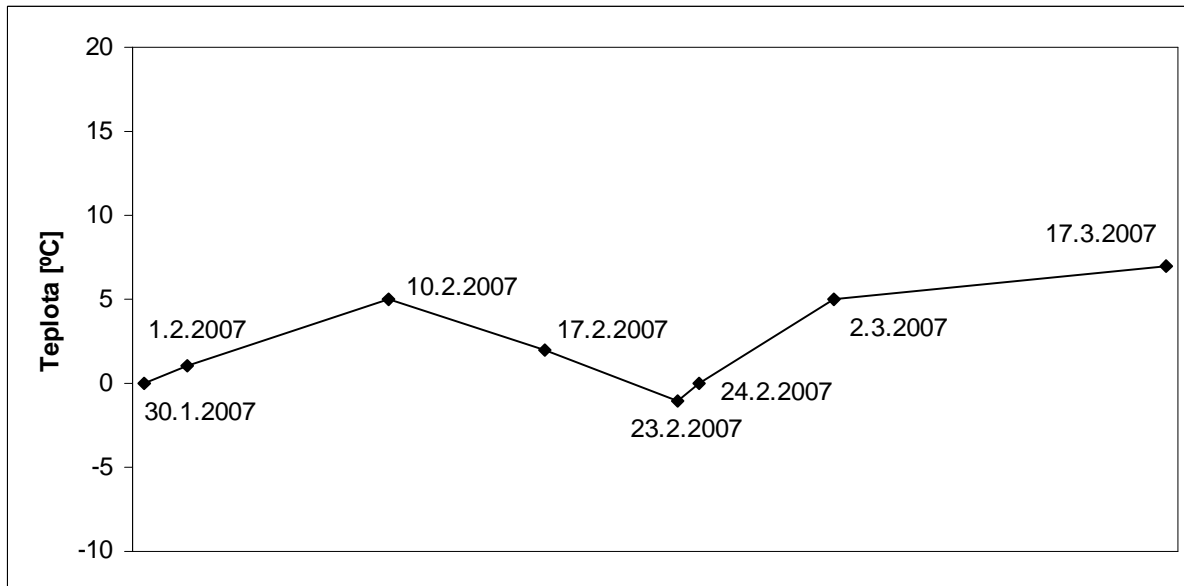
- Blancher P.J., Robertson R.J., 1982: Kingbird aggression: does it deter predation? *Animal Behaviour* **30**: 929-930
- Carrascal L.M., Polo V., 1999: Coal tits, *Parus ater*, lose weight in response to chases by predators. *Animal Behaviour* **58**: 281-285
- Caro T., 2005: Antipredator defenses in birds and mammals. *University of Chicago Press*
- Cockrem J.F., Silverin B., 2002: Sight of a predator can stimulate a corticosterone response in the great tit (*Parus major*). *General and Comparative Endocrinology* **125**: 248-255
- Conover M.R., 1979: Response of birds to raptor models. *Bird Control Seminars Proceedings*, University of Nebraska, Lincoln.
- 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 B* **270**: 1069-1076
- Cresswell W., Quinn J. L., 2004: Faced with a choice, sparrowhawks more often attack the more vulnerable prey group. *Oikos* **104**: 71-76
- Curio E., 1975: The functional organization of antipredator behaviour in the pied flycatcher: a study of avian visual perception. *Animal Behaviour* **23**: 1-115
- Curio E., Regelman K., Zimmermann U., 1985: Brood defence in the great tit (*Parus major*): influence of life history and habitat. *Behavioral Ecology and Sociobiology* **16**: 273-283
- 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
- Deppe C., Holt D., Tewksbury J., Broberg L., Petersen J., Wood K., 2003: Effect of northern pygmy-owl (*Glaucidium gnoma*) eyespots on avian mobbing. *The Auk* **120**: 765-771
- East M., 1981: Alarm calling and parental investment in the robin *Erithacus rubecula*. *Ibis* **123**: 223-230
- Frankenberg E., 1981: The adaptive significance of avian mobbing. *Zeitschrift für Tierpsychologie* **55**: 97-118
- Gentle L.K., Gosler A.G., 2001: Fat reserves and perceived predation risk in the great tit, *Parus major*. *Proceedings of the Royal society of London B* **268** (1466): 487-491

- Goto K., Lea S.E.G., 2003: Discrimination of direction of movements in pigeons following previous experience of motion/static discrimination. *Journal of the experimental analysis of behavior* **80**: 29-42
- Göth A., 2001a): Innate predator-recognition in Australian brush-turkey (*Alectura lahtami*) hatchlings. *Behaviour* **138**: 117-136
- Grill-Spector K., Kanwisher N., 2005: Visual recognition: As soon as you know it is there, you know what it is. *Psychological science* **16**: 152-160
- Hinde, R.A., 1954a: Factors governing the change in strength of a 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. *Proceedings of the Royal Society of London* **142**: 306-331
- Hogstad O., 1991: Nest defence by Fieldfares *Turdus pilaris* towards a human intruder. *Fauna norevegica C, Cinclus* **14**: 83-87
- Kis J., Liker A., Székely T., 2000: Nest defence by Lapwings: observations on natural behaviour and an experiment. *Ardea* **88** (2): 155-163
- Knight R.L., Temple S.A., 1986a: Methodological problems in studies of avian nest defence. *Animal Behaviour* **34**: 561-566
- Lilliendahl K., 1997: The effect of predator presence on body mass in captive greenfinches. *Animal Behaviour* **53**: 75-81
- Lilliendahl K., 1998: Yellowhammers get fatter in the presence of a predator. *Animal Behaviour* **55**: 1335-1340
- Lilliendahl K., 2000: Daily accumulation of body reserves under increased predation risk in captive Greenfinches *Carduelis chloris*. *Ibis* **142**: 587-595
- Lind J., Jöngren F., Nilsson J., Schönberg D., Strandmark A., 2005: Information, predation risk and foraging decisions during mobbing in Great Tits *Parus major*. *Ornis Fennica* **82**: 89-96
- Macleod R., Gosler A., 2006: Capture and mass change: perceived predation risk or interrupted foraging? *Animal Behaviour* **71**: 1081-1087
- Mašek P., 2005: Antipredační chování sýkor v zimním období. Diplomová práce, Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta
- McNamara J.M., Houston A.I., Lima S.L., 1994: Foraging routines of small birds in winter: A theoretical investigation. *Journal of Avian Biology* **25**: 287-302
- Meilvang D., Moksnes A., Roskaft E., 1997: Nest predation, nesting characteristics and nest defence behaviour of Fieldfares and Redwings. *Journal of Avian Biology* **28**: 331-337.

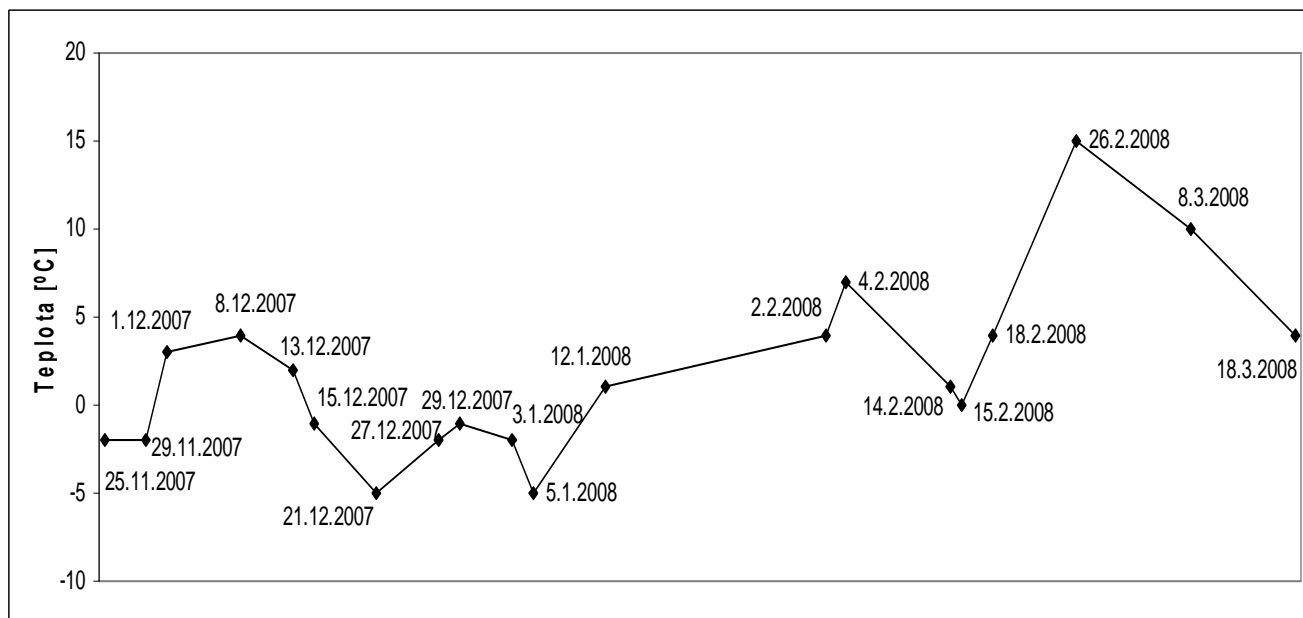
- Palleroni A., Hauser M., Marler P., 2005: Do responses of galliform birds vary adaptively with predator size? *Animal Cognition* **8**: 200-210
- Pravosudov V.V., Grubb T.C., 1998: Management of fat reserves in tufted titmice *Baeolophus bicolor* in relation to risk of predation. *Animal Behaviour* **56**: 49-54
- Regelmann K., Curio E., 1983: Determinant of brood defence in great tit in the great tit *Parus major*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **13**: 131-145
- Repasky R.R., 1991: Temperature and the northern distributions of wintering birds. *Ecology* **72**: 2274-2285
- Rytkönen S., Orell M., Koivula K., 1993: Sex-role reversal in willow tit nest defence. *Behavioral Ecology and Sociobiology* **33**:275-282
- Rytkönen S., Soppela M., 1995: Vicinity of sparrowhawk nest affects willow tit nest defence. *The Condor* **97**: 1074-1078
- 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., 2002: Nest defence in great tits *Parus major*: support for parental investment theory. *Behavioral Ecology and Sociobiology* **52**: 379-384
- Sedláček O., Fuchs R., Exnerová A., 2004: Redstart *Phoenicurus phoenicurus* and black redstart *P. ochruros* in a mosaic urban environment: neighbours or rivals? *Journal of Avian Biology* **35**: 336-343
- Shalter M.D., 1978: Mobbing in the pied flycatcher. Effect of experiencing a live owl on responses to a stuffed facsimile. *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
- Tvardíková K., 2007: Jak ptáci hodnotí riziko predace v zimním období. Bakalářská práce, Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Biologická fakulta
- Van der Veen I.T., 1999: Effects of predation risk on diurnal mass dynamics and foraging routines of yellowhammers (*Emberiza citrinella*). *Behavioral Ecology* **5**: 545-551
- Zimmermann U., Curio E., 1988: Two conflicting needs affecting predator mobbing by great tits, *Parus major*. *Animal Behaviour* **36**: 926-932

7. Přílohy

Graf I. Průběh teplot mezi pokusnými dny sezóny 2006/2007

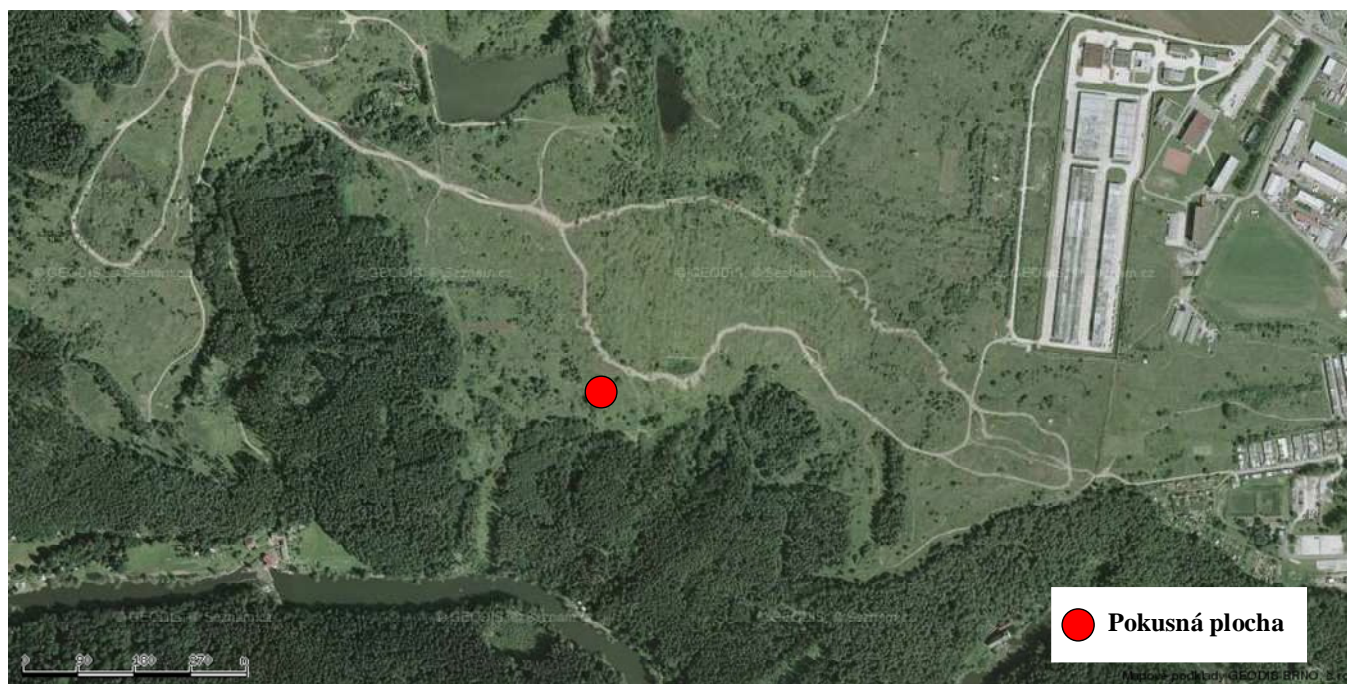


Graf II. Průběh teplot mezi pokusnými dny sezóny 2007/2008

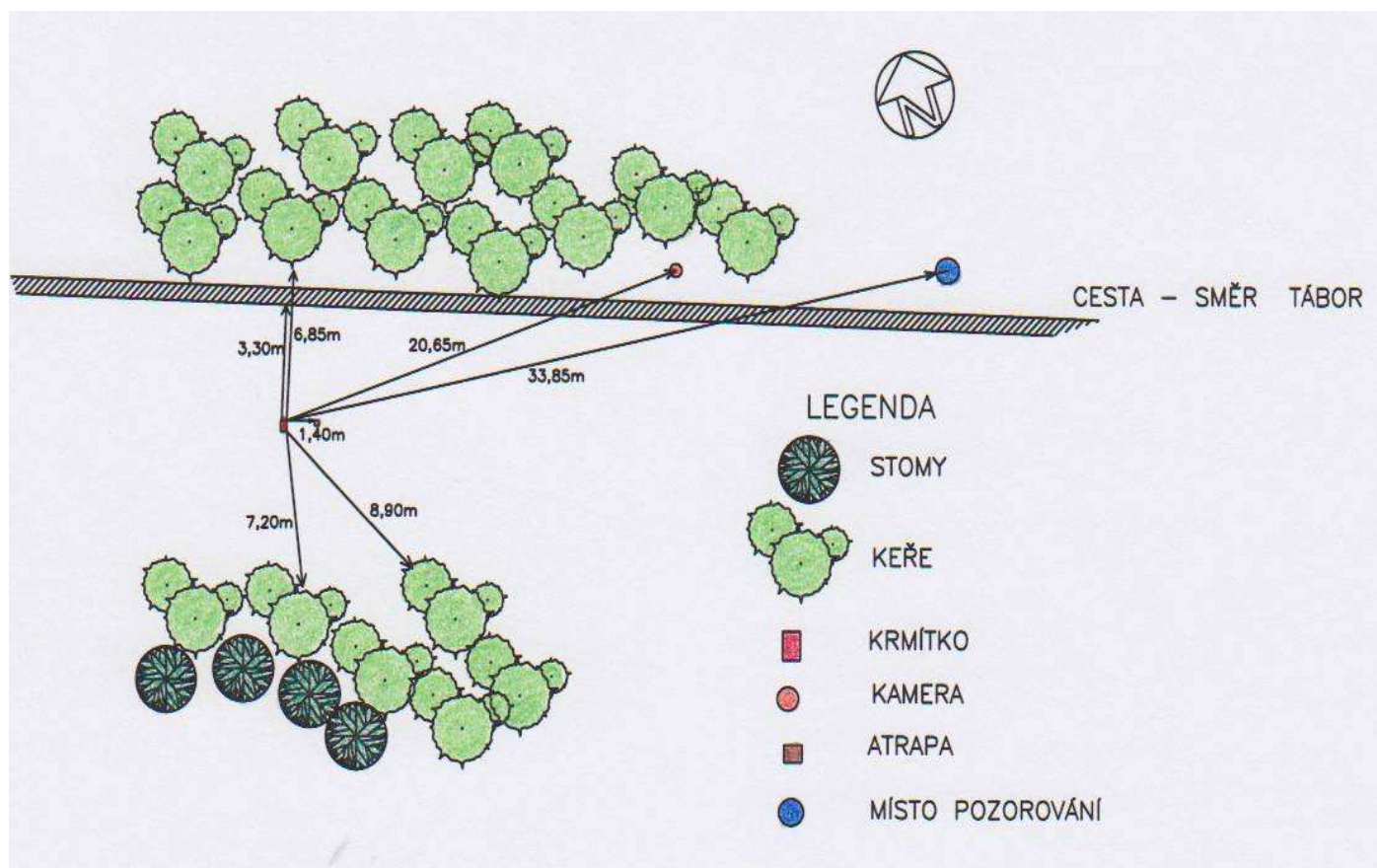


Tabulka I. Přehled dat z pokusných dnů obsahující datum, pořadí atrap během dne, teplotní a sněhové podmínky a počasí.

datum	atrapa	teplota	sníh	počasí	datum	atrapa	teplota	sníh	počasí
30.1.2007	plyšák	0	2	oblačno, slabý vítr	21.12.2007	holub	-5	0	mlha pak polojasno, jinovatka, bezvětří
	kuna					kuna			
	holub-pohyb					plyšák-pohyb			
	kuna-pohyb					krahuj.-pohyb			
1.2.2007	krahuj.-pohyb	1	0	oblačno, slabý vítr	27.12.2007	plyšák	-2	0	zataženo, mlha, bezvětří
	krahujec					krahujec			
	holub					holub-pohyb			
	plyšák-pohyb					kuna-pohyb			
10.2.2007	plyšák-pohyb	5	0	polojasno až oblačno, slabý vítr	29.12.2007	kuna	-1	0	skorojasno, vánek
	krahuj.pohyb					kuna-pohyb			
	plyšák					plyšák			
	holub					krahujec			
17.2.2007	krahujec	2	0	oblačno, střední vítr	3.1.2008	holub-pohyb	-2	5	zataženo, silný vítr
	holub-pohyb					plyšák-pohyb			
	kuna					krahuj.-pohyb			
	kuna-pohyb					holub			
23.2.2007	kuna	-1	0	skorojasno, bezvětří	5.1.2008	plyšák	-5	5	oblačno, střední vítr
	plyšák					krahuj.-pohyb			
	plyšák-pohyb					kuna			
	holub					kuna-pohyb			
24.2.2007	kuna-pohyb	0	0	polojasno, střední vítr	12.1.2008	holub	1	0	oblačno, bezvětří
	holub-pohyb					holub-pohyb			
	krahujec					krahujec			
	krahuj.-pohyb					plyšák-pohyb			
2.3.2007	krahujec	5	0	oblačno až polojasno, silný až střední vítr	2.2.2008	holub-pohyb	4	0	oblačno pak skorojasno pak zataženo se sněžením
	holub-pohyb					krahujec			
	holub					holub			
	kuna-pohyb					kuna			
17.3.2007	kuna	7	0	zataženo, střední vítr	4.2.2008	kuna-pohyb	7	0	jasno, silný vítr
	krahuj.-pohyb					krahuj.-pohyb			
	plyšák-pohyb					plyšák			
	plyšák					plyšák-pohyb			
25.11.2007	kuna-pohyb	-2	0	zataženo, silnější vítr, občas sněho- vé přeháňky	14.2.2008	krahujec	1	0	zataženo, drobné sněžení do pol. natačení, bezvětří
	holub					kuna-pohyb			
	kuna					holub-pohyb			
	krahuj.-pohyb					krahujec			
29.11.2007	plyšák	-2	4	zataženo, mírný vítr	15.2.2008	holub	0	0	oblačno, střední vítr
	plyšák-pohyb					kuna			
	holub-pohyb					plyšák			
	krahujec					plyšák-pohyb			
1.12.2007	holub	3	4	oblačno, bezvětří	18.2.2008	kuna-pohyb	4	0	zataženo, střední vítr
	kuna-pohyb					krahuj.-pohyb			
	kuna					plyšák-pohyb			
	plyšák					holub			
8.12.2007	krahujec	4	0	skorojasno až polojasno, bezvětří	26.2.2008	kuna	15	0	jasno, vánek
	holub					krahujec			
	krahuj-pohyb					plyšák			
	plyšák-pohyb					holub-pohyb			
13.12.2007	krahuj.-pohyb	2	0	zataženo až oblačno, slabý vítr	8.3.2008	holub-pohyb	10	0	polojasno až oblačno, vánek
	holub-pohyb					krahuj.-pohyb			
	plyšák					kuna-pohyb			
	kuna					krahujec			
15.12.2007	holub	-1	0	zataženo, slabý vítr	18.3.2008	kuna	4	0	polojasno, silný vítr
	kuna-pohyb					holub			
	plyšák-pohyb					plyšák			
	krahujec					plyšák-pohyb			



Obr. I Mapa blízkého okolí pokusného stanoviště



Obr. II Plánek pokusného stanoviště



Obr. III Situace pokusného stanoviště v pohledu od kamery



Obr. IV Krmítko a otočné zařízení s umístěnou atrapou



Obr. V Atrapa krahujce



Obr. VI Atrapa kuny



Obr. VII Atrapa holuba



Obr. VIII Atrapa neznámého objektu - plyšák