

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
BIOLOGICKÁ FAKULTA
KATEDRA ZOOLOGIE**



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**LZE SÝKORY NAUČIT ROZPOZNÁVAT 2D
OBJEKTY?**

Bc. Marie Kloudová

Vedoucí práce
RNDr. Roman Fuchs, CSc.

Klaudová, M. (2010): Lze sýkory naučit rozpoznávat 2D objekty? – diplomová práce.
[Is it possible to teach tits a discrimination of 2D objects? - MSc. thesis, in Czech].
Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech republic.

Annotation

Great tits (*Parus major*) were tested on discrimination of moving predator projected on plasma monitor. Responses to video recording of sparrowhawk, video recording supplemented with audio stimula of warning of other great tit, video recording supplemented with audio stimulus of voice of sparrowhawk and video of empty aviary for control were noted. No difference in behaviour was observed among groups. This result suggests that 2D video stimulus is not adequate for testing cognitive abilities in birds.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové 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 diplomovou práci jsem vypracovala sama, pouze s použitím citované literatury.

Výzkum na živých ptácích byl povolen Ústřední komisí pro ochranu zvířat (489/01).

V Českých Budějovicích, dne 6. 1. 2010

Bc. Marie Klaudová

Poděkování

Simoně za všestrannou podporu během celé práce

Petrovi za dostatek odchycených sýkor

Mému partnerovi za neutuchající povzbuzování a celkovou podporu

Rodičům za to, že mě stále ještě živí

OBSAH

1. ÚVOD	1
1.1. Ptáci a 2D stimuly	1
1.2. Ptáci a videoprojekce	2
1.2.1. Trichromatické zobrazení barev u monitorů	2
1.2.2. Nedostatečná obnovovací frekvence monitorů	5
1.3. 2D stimuly v mé práci	6
1.4. Nulové hypotézy	6
2. METODIKA	7
2.1. Pokusní ptáci	7
2.2. Predátor	7
2.3. Pokusná klec	7
2.4. Pokus	8
2.5. Zaznamenávané parametry	9
2.6. Hodnocení výsledků	10
3. VÝSLEDKY	11
3.1. Korelace sledovaných typů chování (PCA)	11
3.2. Vliv vizuálních a akustických stimulů na chování ptáků	12
3.3. Vliv vizuálních a akustických stimulů na vybrané aktivity.....	13
4. DISKUZE	15
5. CITOVANÁ LITERATURA	21

1. ÚVOD

1.1. Ptáci a 2D stimuly

Moderní experimentální výzkum v oblasti behaviorální psychologie ptáků zahájily pokusy Herrnstaina a Lovelanda (1964 ex Watanabe 1988), kteří dokázali, že holubi jsou schopni rozlišit fotografii s člověkem a bez člověka. Většina studií je od těch dob založena na podmiňovacích pokusech spočívajících v předkládání 2D stimulů ve formě klasické fotografie či fotografie promítnuté na obrazovce monitoru. Velký rozmach a rychlý vývoj výpočetní techniky v posledních letech měly za následek znovuoživení zájmu o tuto problematiku, kdy se využívá téměř výlučně monitorů počítačů či plochých obrazovek na různém stupni technické dokonalosti (Patterson – Kane et al. 1997, Cuthill et al. 2000)

Nejčastěji se promítají různé geometrické obrazce. Které jsou následně různě modifikovány (Cook et al. 1995, Cerella 1980, Cook 1992, Watanabe 1988). Stále více se ale objevují experimenty, v nichž jsou jedincům promítány reálné objekty, s kterými mohou mít předchozí zkušenost (predátoři, konspefitičtí jedinci, stromy...), ale také nemusejí (čajová konvice, kniha, sklenička na Martini i s olivou...).

Evans et al. (1993) tímto způsobem zjistil, že samci domácí drůbeže reagují varovným voláním na promítnutí pozemního či vzdušného predátora.

Bradshaw (1991) ukázal, že slepice rozlišují mezi známou a neznámou skutečnou slepicí, kdy známou poznají rychleji. O dva roky později spolu s Dawkinsem (Bradshaw and Dawkins 1993) ale přišli se zjištěním, že v případě 2D stimulu známé a neznámé slepice, známou slepici už rychleji nepoznají. Stejně tak D'Eath and Dawkins (1996) v experimentu se slepicemi dochází k závěru, že nejsou schopny na videu rozlišit cizí slepici a slepici z vlastního hejna, ačkoliv při experimentu s živými jedinci tyto rozlišují. Jitsomuri et al. (1999) nicméně dochází k závěru, že holubi na monitoru známého jedince od neznámého holuba schopni rozeznat jsou. Ophir et al. (2003) zkoušeli rozpoznávací schopnosti samic křepelky japonské (*Coturnix japonica*) promítáním videozáznamu jiné samice pářící se se samcem, který byl následně živý vpuštěn k pokusné samici. Samice se pak ochotněji pářila se samcem, kterého viděla na videozáznamu než s novým neznámým samcem. Partan et al. (2005) studovali samice holuba domácího, kterým pouštěli

videozáznam tokajícího samce v různé kombinaci s audiozáznamem jeho hlasových projevů. Samice reagovaly jak na kombinaci videa a audia, tak na video samotné.

Wright et al. (1988) také pracovali s holuby. Těm promítali velké množství obrazů a to jak prvky, které jsou pro holuby teoreticky známé (stromy, hrozen vína, různí ptáci, veverka ...), tak i obrazy, s kterými zkušenost mít nemohou (postel, cigareta, piano, tučňák...). Ptáci byli v rozpoznávání úspěšní z 80%. Wasserman et al. (1995) promítali již zcela nepřirodní obrazy (lokomotiva, kompas, noty, žonglér...). Zde již s proměnlivou úspěšností. Při promítnutí cvičné série obrazů rozpoznávali holubi toto z 82%, při promítnutí cvičných obrazů v nové a neznámé kombinaci byli úspěšní jen z 52% a při promítnutí nových obrazů v nových kombinacích byli úspěšní z 64% (ve všech případech holubi měli za odměnu rozlišovat mezi obrazovkou plnou stejných obrazů a mezi obrazovkou plnou rozdílných obrazů). Poměrně složité schéma pokusu použil Patterson – Kane et al. (1997), v něm slepice rozlišovaly mezi obrazem se slepicí a bez slepice, různě barevnými slepicemi, různě barevnými kartami a různými kombinacemi všeho. Výsledkem bylo, že videostimul není ekvivalentní reálnému stimulu.

1.2. Ptáci a videoprojekce

Jak již bylo řečeno, k testování se využívá videotechnika v kombinaci s počítači. Při jednotlivých experimentech lze tak snadno manipulovat s různými proměnnými jako jsou ostrost nebo světlost, délka stimulu. Nedílnou součástí videotechniky je monitor. Jenže od začátku těchto výzkumů existují pochybnosti o tom, co zvířata (a ptáci především) na monitoru vidí (Jitsumori et al. 1999, Adret 1997, Fleishman and Endler 2000...) Klasické televize, LCD i plasmové monitory jsou totiž vytvořeny pro vizuální vnímání člověka, které se od ptačího liší (Cuthill et al. 2000, Fleishman and Endler 2000...)

1.2.1. Trichromatické zobrazení barev u monitorů

Světlo je zachyceno fotoreceptorovými buňkami v sítnici, které obsahují světločivný fotopigment. Určitý fotopigment maximálně absorbuje fotony v určité vlnové délce (zvané λ_{\max}) s klesající schopností absorpce ve vzdalující se vlnové délce (Fleishman et al 1998). Barevné vidění u lidí je umožněno třemi druhy fotoreceptorů v sítnici (obvykle označovaných jako modrý ($\lambda_{\max} = 435 \text{ nm}$), zelený

($\lambda_{\max} = 534 \text{ nm}$) a červený ($\lambda_{\max} = 560 \text{ nm}$) čípek, protože stimulací jednotlivých čípků získáme tyto barevné dojmy). Častěji se ale rozlišují jako krátko-, středně a dlouhovlnné čípky. Žádný z čípků ale není stimulován jednotlivě. To, jakou barvu nakonec vnímáme, záleží na tom, který z čípků je stimulován relativně více na úkor ostatních, vždy jde tedy o kombinaci všech dohromady (Cuthill et al. 2000).

Zatímco lidé mají tři typy čípků, ptáci mají čtyři typy jednotlivých čípků a navíc velké množství „dvojitých“ čípků, které placentálním savcům zcela chybí (Cuthill et al. 2000). Např. u špačka (*Sturnus vulgaris*) tvoří tyto více jak 50 % všech čípků v sítnici (Hart et al. 1998 ex Cuthill 2000). Jejich funkce zatím není jasná. Čtvrtý jednotlivý čípek, který mají ptáci navíc, je schopný vnímat vlnové délky v ultrafialovém rozmezí s maximem kolem 370 nm (u pěvců) (Cuthill et al. 2000). A to je jádro prvního problému používání monitoru pro experimentální účely u ptáků. Většina kamer má filtr, který UV záření cloní a následný videozáznam je bez této, pro ptáky důležité, vizuální informace.

Obraz na klasické TV obrazovce tvoří množství obrazových prvků (pixelů), jež se zobrazují na tzv. stínítku obrazovky. Na zadním konci klasické TV obrazovky jsou tři katody emitující elektronové svazky, které dopadají na stínítko. Na jeho zadní stěně jsou nanášeny vrstvy tzv. luminoforů (látka na bázi fosforu přeměňující kinetickou energii na energii světelnou). Tyto luminofory jsou ve třech základních barvách - Red (červená), Green (zelená), Blue (modrá) - pro aditivní model skládání barev. Vlastní elektronové svazky jsou bezbarvé, ale po jejich dopadu na luminofory dojde k rozsvícení bodu odpovídající barvy (zdroj: internet, odkaz 1).

Plazmový displej je odlišný. Skládá se ze dvou velkých skleněných desek, mezi nimiž jsou maličké komůrky s elektrodou, které jsou v klidovém stavu naplněny směsí vzácných plynů, jako neonu a xenonu. Když se televize zapne, elektroda přivede do plynu proud, čímž se objeví mnoho volných elektronů. Srážky mezi elektrony a částicemi plynu vyústí v to, že některé atomy plynu ztratí své elektrony a vznikají tak kladně nabitě ionty. Spolu s elektrony tak vznikne plazma. Kladné ionty a záporné elektrony se začnou srážet, což způsobí, že se ionty dostanou do excitovaného stavu a uvolní foton. Na čelní straně každé komůrky je nanášena vrstva luminoforů, které po uvolnění fotonů začnou zářit červenou, zelenou nebo modrou barvou. A dále je to již stejné jako u klasických TV obrazovek (zdroj: internet, odkaz 2).

Displej z tekutých krystalů (LCD) je tenké a ploché zobrazovací zařízení skládající se z barevných nebo monochromatických obrazových prvků seřazených

před zdrojem světla nebo reflektorem. Každý prvek LCD displeje se skládá z molekul tekutých krystalů uložených mezi dvěma průhlednými elektrodami a mezi dvěma polarizačními filtry. Molekuly tekutých krystalů jsou bez elektrického proudu v chaotickém stavu. Elektrický proud způsobí, že molekuly vytvoří spirálové struktury (onen krystal). Světlo procházející filtrem je při průchodu tekutým krystalem rotováno, což mu umožňuje projít i druhým filtrem. Pokud nejsou tekuté krystaly vůbec stočené, pixel se bude jevit jako nerosvícený. Pomocí regulace stočení krystalů v prvku lze kontrolovat množství procházejícího světla, a tudíž i jeho celkovou svítivost. V barevných LCD displejích je každý prvek rozdělený do tří dílčích prvků odpovídajících základním barvám (zdroj: internet, odkaz 3).

Ptáci tedy nemohou vnímat barvy na libovolné obrazovce tak, jak je vnímá lidské oko. Pro jejich správnou projekci by musela obsahovat čtvrtý luminofor, který by produkoval „barvu“ z oblasti UV záření (kdyby ho neodclonila už kamera). D'Eath (1998) ve svém review vysvětluje tento nedostatek velmi názorně na porouchané obrazovce: koukáme-li na televizor, kterému chybí jedna ze základních barev, dochází u nás k posunu vnímání barev. Máme-li například k dispozici pouze zelený a červený luminofor, obrazovka se nám jeví žlutá. Pokud chybí zelený luminofor, vnímáme obrazovku zeleně. Podobný posun mohou vnímat ptáci, kteří objekt normálně vnímají jako červený + „ultrafialový“. Bez UV luminoforu je to zcela jiná červená.

Nicméně se připouští, že někteří ptáci adekvátně reagovat na video mohou, pokud ale není barva klíčovým podnětem. Konkrétní výzkum s holuby prováděli Emmerton and Delius (1980), kteří zjišťovali rozsah vnímání jednotlivých čípků v sítnici. Z jejich závěrů vyplývá, že holubi jsou zcela jistě tetrachromatictí, ale nelze vyloučit ani pentachromaticitu. Burkhardt (1989) se ve své práci zabývá vztahem barvy opeření a odrazem UV záření. Zjišťuje, že některé barvy UV odrážejí, jiné ne a že není bílá jako bílá – „sněhově“ bílá UV odráží velmi silně, zatímco „normální“ bílá již jen průměrně. U některých barev (červená, žlutá) dokonce dochází k rozdělení, kdy jeden typ odráží velmi silně UV a druhý typ vůbec UV neodráží. V další práci (Burkhardt and Finger 1991) uvádí některé nové poznatky. Například že existuje typ černé barvy, která UV odráží (v předchozí studii došel k závěru, že žádná černá neodráží UV). Vztahu opeření a UV odrazu se věnuje i Bleiweiss (2004), který upozorňuje, že pro lidské oko velmi podobné druhy (v tomto případě tangary *Anisognathus nobilis* a *Anisognathus flavinuchus*), mohou být pro oko schopné

vnímat UV záření zcela odlišného zjevu a že to je možný důvod, proč se některé, na první pohled podobné, druhy nekříží.

1.2.2. Nedostatečná obnovovací frekvence monitorů

Vedle neadekvátního způsobu znázornění barev je dalším problémem při videoprojekcích určených ptákům nedostatečná obnovovací rychlost obrazovky. Tento problém se ale vyskytuje jen u klasických (CRT) obrazovek, které byly v minulosti (z nedostatku jiných možností) k pokusům používány.

V předchozí kapitole dochází popsaným principem u CRT televizní obrazovky k rozsvícení jednoho bodu na stínítku. Celkový obraz pak vzniká tak, že tento proud elektronů vysokou rychlostí přejíždí řádku po řádce celou obrazovkou, kde postupně zleva doprava rozsvěcuje bod po bodu.

Obnovovací frekvence udává rychlost, s jakou je elektronový paprsek schopen projet celou dráhu na obrazovce a tedy s jakou rychlostí dokáže paprsek rozsvítit celou obrazovku (kolikrát za vteřinu paprsek přejede všechny body na monitoru). Body na stínítku totiž velice rychle hasnou. Pokud ale paprsek přejíždí všechny body na obrazovce dostatečně rychle (s frekvencí 80 – 100 Hz), nedokonalé lidské oko tento pohyb nedokáže zaznamenat a zdá se mu, že celá obrazovka svítí najednou. Při nižších frekvencích (60-75 Hz) je lidské oko namáháno blikáním obrazovky (ačkoliv se nám obrazovka jako blikavá již nejeví). Čím vyšší je obnovovací frekvence, tím méně je oko namáháno při pozorování takového obrazu (zdroj: internet, odkaz 4).

U plazmových obrazovek je složení obrazu a jeho změna řešena synchronním vypínáním a zapínáním jednotlivých obrazových bodů, což umožňuje rychlejší změnu obrazu. K blikání obrazovky jako u CRT technologie zde nedochází.

Ptačí oko je ale schopné vnímat blikání i při mnohem vyšších frekvencích než oko lidské. Fleishman (2000) uvádí, že většina pokusných kuřat vnímá ještě obnovovací frekvenci 100 Hz. Zároveň ale dodává, že blikání obrazovky může být ptákům protivné či otravné, pravděpodobně však neovlivňuje iluzi pohybu videozáznamu. Hendricks (1996) uvádí jako kritickou hranici u holubů 77 Hz, ale například Ginsburg and Nilsson (1971) zjistili u andulek kritickou hranici 20 Hz! Z těchto údajů lze vyvozovat, že nelze stanovit jednotnou minimální obnovovací frekvenci pro všechny druhy ptáků, ale obecně je jejich potřeba vyšší než u člověka.

Cuthill (2000) upozorňuje na to, že záleží rovněž na intenzitě a typu osvětlení. Běžně používané zářivky blikají pro ptáky stejně jako obrazovka. A čím menší intenzita osvětlení, tím se snižuje hranice vnímání blikání. D'Eath (1998) se v otázce kritické hranice vnímání blikání obrazovky u zvířat omezuje na konstatování, že denní a rychle se pohybující zvířata mají vyšší kritickou hranici než noční zvířata (včela až 300 Hz oproti cvrčkovi – 45 Hz). Zajímavý výzkum vlivu blikání světelného zdroje na ptáky provedl Maddocks (2001). U špačka (*Sturnus vulgaris*) měřil hladinu kortikosteronu při vystavení světelnému záření s frekvencí blikání 35 – 40 kHz respektive 100 Hz. Kortikosteron je hlavním stresovým hormonem ptáků schopným rychlého ovlivnění chování a metabolických odpovědí na škodlivé vlivy prostředí. Výsledky naznačují (byť neprůkazně), že nižší frekvence vyvolávají vyšší hladinu kortikosteronu.

1.3. 2D stimuly v mé práci

V mém experimentu jsem se zaměřila na schopnost rozpoznání predátora. Jako 2D stimul jsem používala videozáznam krahujce obecného (*Accipiter nisus*), který je hlavním predátorem sýkor (za hnízdní sezónu zredukuje jejich populaci o 20–25 % - Geer 1978). Tohoto predátora tedy velmi dobře znají. Z předchozích výsledků experimentů naší skupiny (Rozsypal 2008) zabývající se rozpoznáváním predátorů ptáky vyplynulo, že sýkory v klecových experimentech na rozdíl od 3D atrap krahujce (vycpanina, dřevěný model) nereagují na jeho promítanou fotografii. Protože jedním z nedostatků fotografie je nehybnost, která může ztížit objevení i rozpoznání predátora (pohybující se predátor je nápadnější a současně i nebezpečnější), použila jsem v mém experimentu videozáznam živého krahujce přirozeně sedícího na větvi. Pro připoutání pozornosti k obrazovce jsem také u dvou ze tří pokusných skupin připojila audionahrávku hlasu krahujce či varování sýkory.

1.4. Nulové hypotézy

1. Videozáznam krahujce nevyvolá u sýkor projevy strachu
2. Pravděpodobnost vyvolání projevů strachu u sýkor nezvýší doplnění videozáznamu krahujce o akustické stimuly (varování sýkory, hlas krahujce)

2. METODIKA

2.1. Pokusní ptáci

Pokusným ptákem byla sýkora koňadra (*Parus major*). Ptáci byli odchytáváni v zimě 2008/2009 do nárazových sítí u krmítek v okolí Českých Budějovic. Celkem bylo pro moji práci odchyceno a následně otestováno 80 ptáků. Ptáci byli před pokusem umístěni v klecích pro drobné ptactvo, kde měli k dispozici potravu a čerstvou vodu. Ptáci nebyli v klecích drženi více jak čtyři dny (v závislosti na celkovém počtu odchycených ptáků).

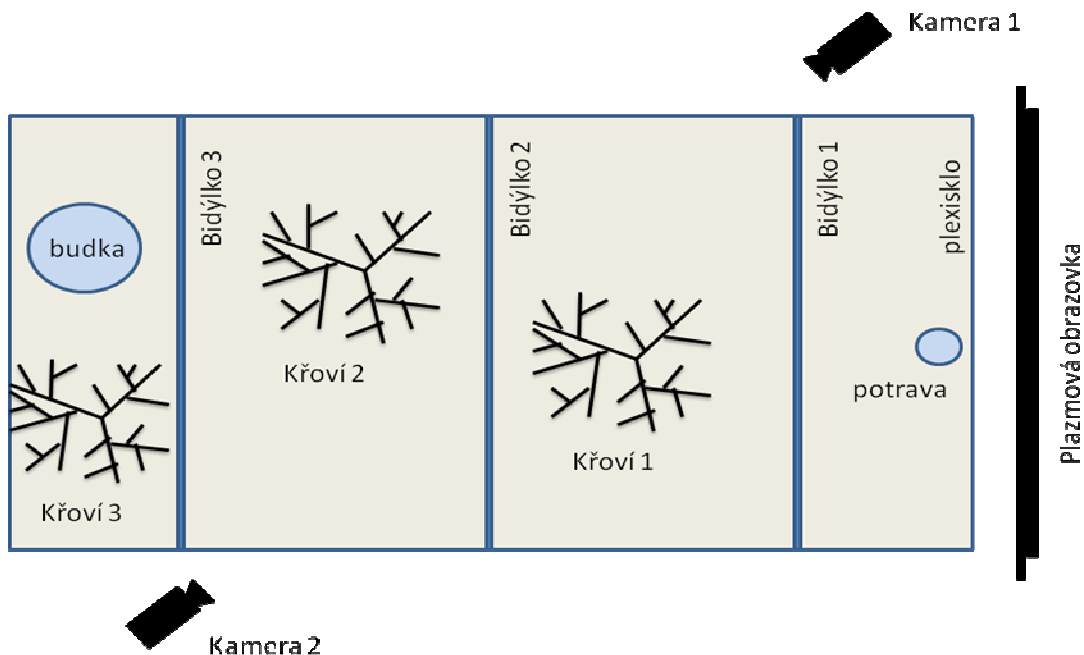
2.2. Predátor

Za predátora byl zvolen krahujec obecný (*Accipiter nisus*). Tento druh je u nás nejběžnějším vzdušným predátorem sýkor (a drobného ptactva vůbec), jejichž populace dokáže během hnízdní sezóny zredukovat až o 20–25 % (Geer 1978). Sýkory koňadry by tohoto predátora tedy měly dobře znát a reakce na něj by měla být velmi silná. Predátor se v pokusech vyskytuje jako videosekvence jedince přirozeně sedícího na větvi (video pořízeno v Záchrané stanici živočichů ve Vlašimi). Ve všech pokusech je video promítáno na plazmovou televizi (Panasonic Viera TH-42PA60E), přičemž predátor je zobrazen v skutečné velikosti.

2.3. Pokusná klec

Pokusy probíhaly v kleci (obr. 1.) z pletiva (kostra klece z jeklu) o rozměrech 2x1x0,5 m. Zadní stěna klece je dřevěná (a tedy neprůhledná), přední stěna je naopak z plexiskla. Za stěnou s plexiskla je umístěna obrazovka plazmové televize značky Panasonic Viera TH-42PA60E. V těsné blízkosti přední stěny, pokud možno co nejbližší k promítanému predátorovi, je v některých fázích pokusu umístěna miska se semeny slunečnice. Klec je dále opatřena třemi rovnoměrně rozmístěnými příčnými bidýlky a třemi křovími (drobnější větvičky upevněné v plastelíně). Křoví v zadní části klece je o něco větší než dvě bližší (tzv. velké křoví). Ve stejné úrovni jako „velké křoví“ je umístěna hnízdní budka, která by měla sloužit jako nejjistější úkryt před predátorem. Dno pokusné klece je vyloženo novinami. Zadní cca 1/5 klece

je od zbytku oddělitelná vysunovací neprůhlednou přepážkou, čímž lze pokusného ptáka separovat od zbytku klece. V této menší části jsou také z obou stran umístěna dvířka, kudy lze ptáka do klece vpustit.



Obr. 1. Schéma pokusné klece (pohled shora)

2.4. Pokus

Z dřívějších pokusů (Rozsypal 2008) vyplynulo, že pokusní ptáci jsou v průběhu pokusu neklidní, pravděpodobně z důvodu nového a neznámého prostředí. Rozsypal (l.c.) proto pro další pokusy doporučuje ptáky před vlastním pokusem na pokusnou klec nejprve zvyknout. Každého pokusného jedince jsem proto nejprve na prostředí budoucího pokusu přivykala následujícím způsobem: Pták pobýval v kleci třikrát 20 minut, mezi jednotlivými etapami bylo vždy alespoň 1,5 hodiny, kdy pták byl přemístěn zpět do klece pro drobné ptactvo mimo pokusnou místnost. Vlastní pokus poté proběhl tak, že danému jedinci byla 1,5 hodiny před pokusem odebrána potrava, aby vyhladověl a poté byl v látkovém pytlíku přenesen k pokusu. Byl vpuštěn do pokusné klece za neprůhlednou přepážku. Poté byly spuštěny dvě kamery, na které se celý pokus natáčel (na zabránění celého prostoru klece jsou třeba kamery dvě). Dále bylo spuštěno video, které zabíralo prostor voliéry s větví, kde v další části pokusu bude sedět predátor. Byla odstraněna přepážka a pták se mohl volně pohybovat po celém prostoru klece. První fáze pokusu trvala deset minut. Poté bylo video vypnuto a kamery zastaveny. Pták byl zahnán zpět za přepážku. Do klece

těsně před obrazovku byla vložena miska se slunečnicovými semeny. Opět byly zapnuty obě kamery a videonahrávka, tentokrát již s predátorem. Ve dvou pokusných skupinách byla taktéž spuštěna audionahrávka s hlasem predátora respektive varovným hlasem sýkory. Poslední pokusné skupině bylo i v druhé části pokusu puštěno video s voliérou bez predátora. Byla odstraněna přepážka a druhá fáze pokusu trvala opět deset minut. Poté bylo vypnuto video a kamery a pták vypuštěn do přírody. Pokusné skupiny shrnuje tabulka 1.

Typ druhé části pokusu	Počet testovaných ptáků
Video s prostorem voliéry s větví bez predátora	20
Video s predátorem	20
Video s predátorem a nahrávkou hlasu predátora	20
Video s predátorem a nahrávkou varovného hlasu sýkory	20

Tab. 1. Pokusné varianty

Videonahrávky z pokusu byly následně staženy do počítače pomocí programu Pinnacle studio SE 9.0.3. Následně bylo třeba videonahrávky z obou kamer rozstříhat pomocí programu MPEG Video Wizard DVD 12 2006 a poté vyhodnotit v programu Observer XT 6.1, který umožňuje pracovat se dvěma videonahrávkami současně.

2.5. Zaznamenávané parametry

Při vyhodnocování se sledovaly tyto aktivity pokusného ptáka:

- ❖ Cukání křídly
- ❖ Čepička – vztyčování per na hlavě
- ❖ Čištění – čištění peří, nohou
- ❖ Dřepy
- ❖ Klování – klování do klece a jejího zařízení (s výjimkou podlahy)
- ❖ Podlaha (Kukuřice) – pobyt na podlaze klece a její explorace.
- ❖ Přílet – přiblížení se k predátorovi (do přední poloviny klece)
- ❖ Odlet – odlet směrem od predátora (do zadní poloviny klece)

- ❖ Budka – pobyt v budce
- ❖ Potrava – manipulace se slunečnicí a její konzumace
- ❖ Prohlížení – pták se zdržuje v přední polovině klece a prohlíží si predátora
- ❖ Sezení – sezení kdekoliv v kleci kromě podlahy (bidýlka, pletivo, budka...)
- ❖ Varování – varovný hlasový projev
- ❖ Zpěv – hlasový projev mimo varování

U všech činností byl zaznamenáván jejich počet a vyjma varování i doba trvání této činnosti.

2.6. Hodnocení výsledků

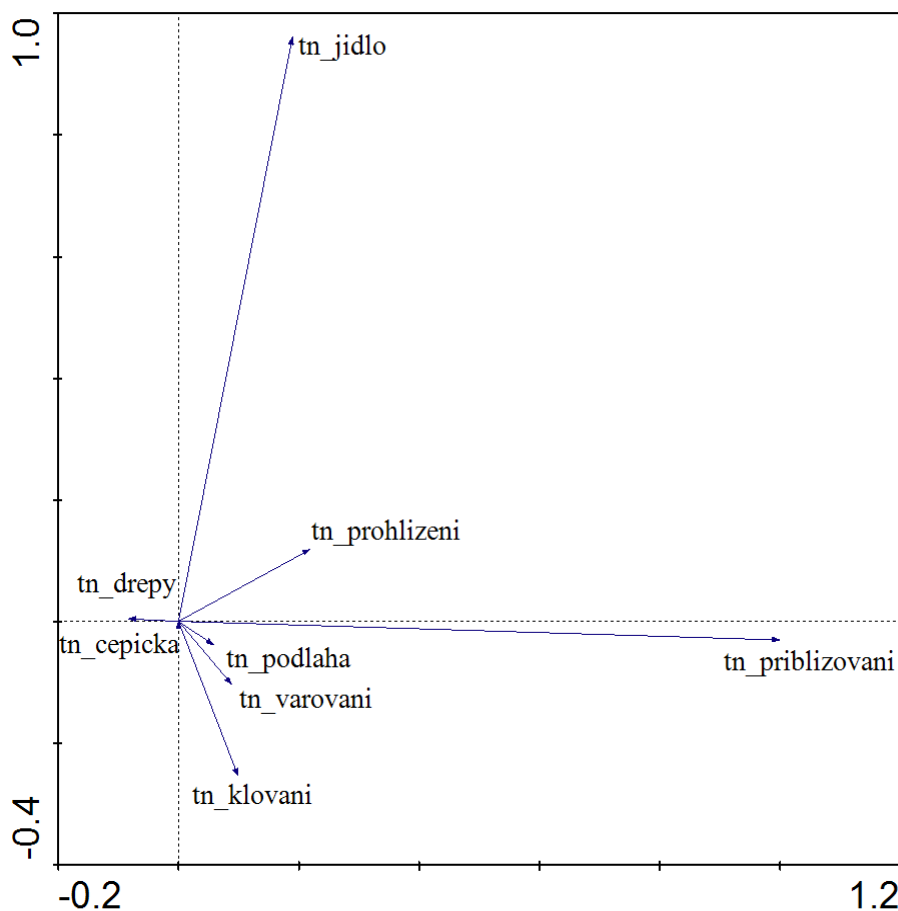
Korelace sledovaných typů chování byla analyzována pomocí PCA v programu CANOCO. Vliv vizuálních a akustických stimulů na chování ptáků byl analyzován v programu STATISTICA 8.0 pomocí jednocestné ANOVy. Pro vliv vizuálních a akustických stimulů na vybrané aktivity sýkor byl použit Kruskal Wallisův test.

3. VÝSLEDKY

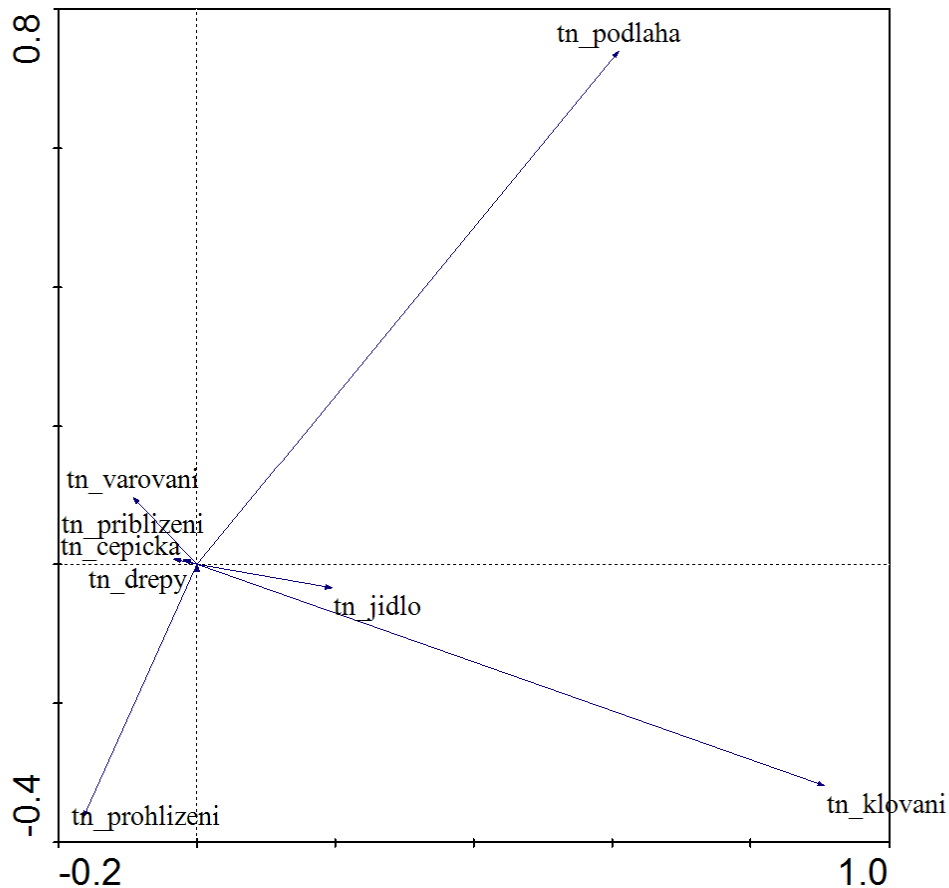
3.1. Korelace sledovaných typů chování (PCA)

První osa analýzy hlavních komponent v chování testovaných ptáků (obr. 2.) je klasifikuje podle počtu přiblížení k predátorovi. Negativně jsou s ní korelovány projevy strachu, jejich význam je však velmi malý. Druhá osa (obr. 2.) dělí ptáky na ty, kteří využili nabízenou potravu a na ty, kteří explorovali pokusnou klec. Třetí a čtvrtá osa (obr. 3.) již jen vymezuje části klece preferované ptáky při exploraci.

První osa vysvětluje 69% variability, druhá 11,9%, třetí 10,2% a čtvrtá 4,5%.



Obr. 2. Analýza hlavních komponent v sledovaných aktivitách testovaných ptáků (1. a 2. osa, tn = počet opakování příslušné aktivity)



Obr. 3. Analýza hlavních komponent v sledovaných aktivitách testovaných ptáků (3. a 4. osa, tn = počet opakování příslušné aktivity)

3.2. Vliv vizuálních a akustických stimulů na chování ptáků

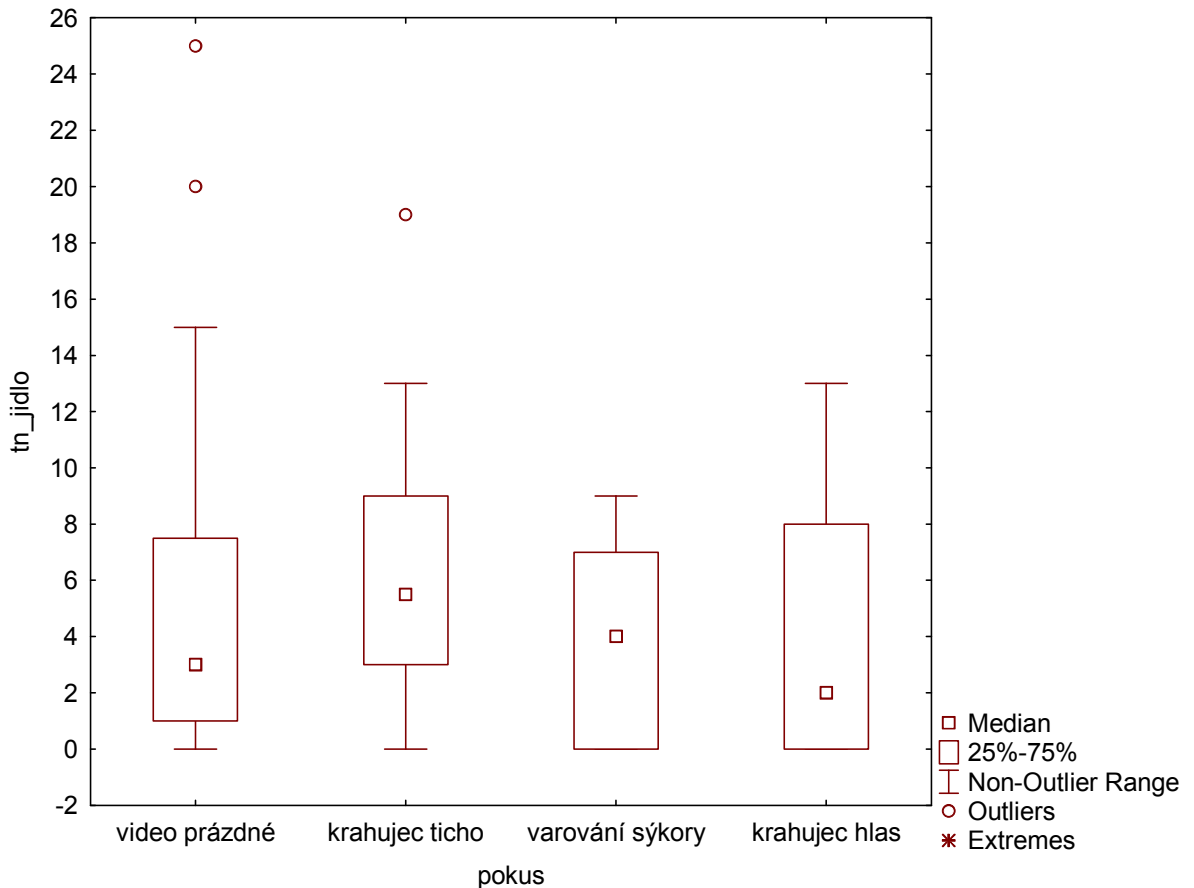
Uspořádání experimentu (srovnání všech jednotlivých typů videí) nemělo vliv ani na jednu ze syntetických proměných získaných analýzou hlavních komponent v chování testovaných ptáků (tab 2.)

Tab. 2. Rozdíly v chování mezi jednotlivými pokusy (jednocestná ANOVA)

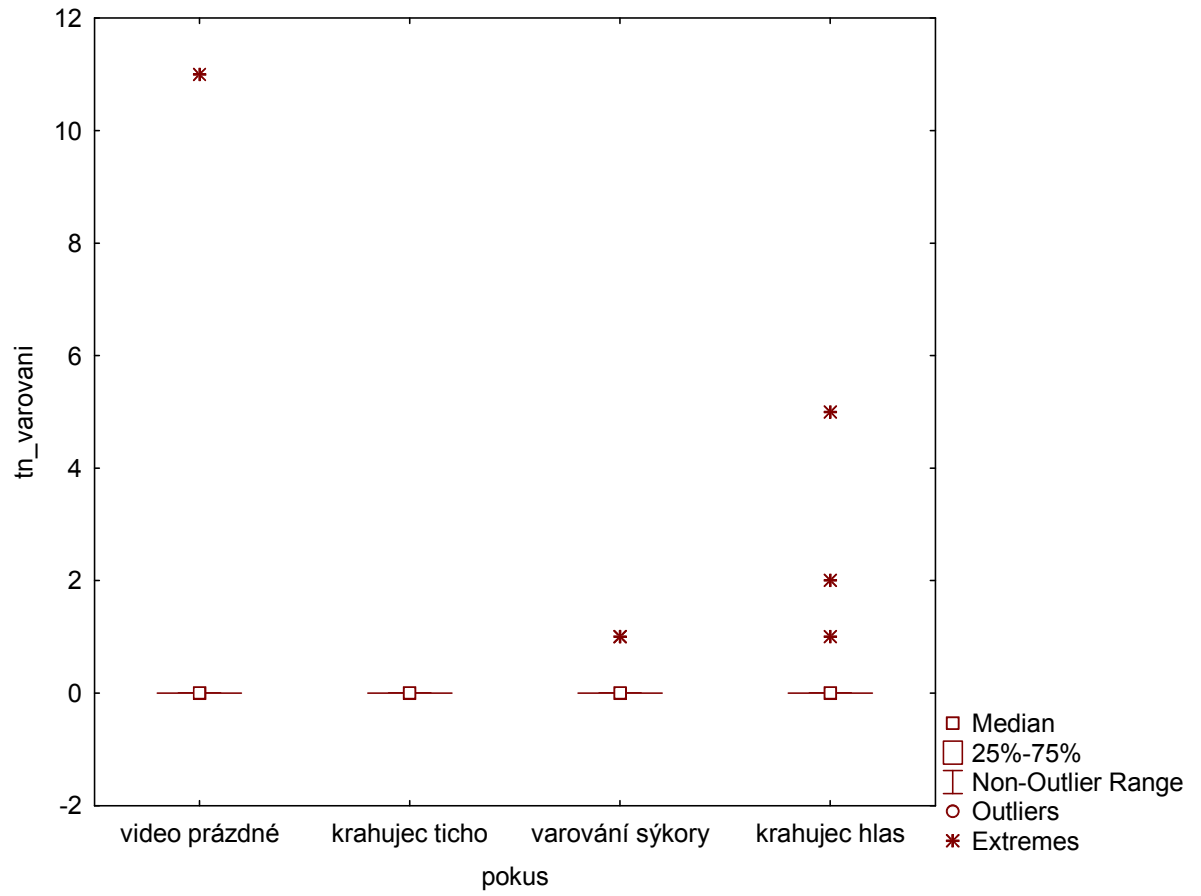
		df	F	p
1.osa	typ videa	3	0,2	0,88
2.osa	typ videa	3	1,6	0,20
3. osa	typ videa	3	0,5	0,65
4. osa	typ videa	3	0,5	0,69

3.3. Vliv vizuálních a akustických stimulů na vybrané aktivity

Protože vizuální a akustické stimuly na celkové chování ptáků žádný vliv neměly, otestovala jsem i vybrané typy chování nezávisle. Ani zde uspořádání experimentu neovlivnilo průkazně žádnou z vybraných aktivit. Za zmínku snad nicméně stojí to, že v pokusech s akustickými stimuly se jen méně než polovina testovaných ptáků odvážila navštívit misku s potravou (Kruskal-Wallisův test, $N = 80$, $H = 3,5$, $df = 3$, $p = 0,32$). Nápadné je i to, že 3 z 5 případů varování se objevily v pokusech s hlasem krahujce (Kruskal-Wallisův test, $N = 80$, $H = 3,49$, $df = 3$, $p = 0,32$).



Obr. 4. počet případů krmení se



Obr. 5. Celkový počet případů varování

4. DISKUZE

Protože je krahujec významným predátorem sýkor, předpokládala jsem, že jejich reakce na něj bude výrazná. Jak ale ukazují všechny výsledky, sýkory na krahujce nijak nereagují, a to ani v případě doplnění videa o akustické signály.

V žádném typu chování sýkor jsem nezaznamenala rozdíl mezi pokusnou skupinou a skupinou, které se promítala nějaká forma videa s predátorem.

Sýkory nevykazovaly zvýšení žádného ze stresových projevů při promítnutí predátora, ani při doplnění videa audionahrávkou. Několik jedinců v průběhu pokusu *varovalo* (i častěji), ale jednalo se o naprosté výjimky. Formy stresového chování jako jsou *čepička* nebo *dřepy* se vyskytovaly taktéž velmi ojediněle.

Komfortnímu chování se ptáci věnovali mnohem častěji a vytrvaleji. Běžně se také krmili na prvním bidýlku, tedy k predátorovi nejbližším vhodném místě pro loupání semen slunečnice. A to bez jakýchkoliv projevů strachu.

Chování sýkor naznačuje, že sýkory nejsou schopné vnímat videozáznam krahujce. Nepotvrdil se tedy předpoklad, že rozpoznání krahujce na obrazovce ztěžuje jeho nehybnost.

Alternativním vysvětlením by nicméně mohlo být, že krahujce klidně sedícího na větvi nehodnotí jako aktuálně nebezpečného. Proti tomu ale mluví výsledky Rozsypala (2008), který zjišťoval reakce sýkory koňadry a modřinky na nepohyblivé 3D atrapy krahujce obecného (vycpanina, dřevěný model). Jeho výzkum došel k závěru, že sýkory reagovaly stresovým chováním jak na vycpaninu, tak na krahujce dřevěného, kdy si prohlížely atrapu z dálky spolu s projevy strachu i vzrušení (varování, dřepy, vztyčování čepičky). Rovněž se v přítomnosti 3D predátora odmítaly krmit, byť byly hladové (několik výjimek bylo zaznamenáno u vycpaniny).

Co se týká audionahrávky s varováním sýkory, předpokládala jsem, že se pokusné sýkory budou po zaslechnutí varování rozhlížet a hledat případné nebezpečí a po případném nalezení predátora na obrazovce hledat úkryt či projevovat známky stressu. Audionahrávka varování však chování sýkor průkazně neovlivnila. Totéž platí i pro nahrávku krahujce, která měla navodit situaci výskytu predátora v širším okolí a opět následně zvýšit pozornost sýkor.

Náznak určitého efektu lze nicméně v obrázcích pozorovat. U obou variant klesl podíl ptáků, kteří se odvážili konzumovat slunečnici pod 50%. To bychom mohli interpretovat tak, že se skutečně necítili bezpečně. Ani v takovéto situaci ale ve videoprojekci zřejmě nerozpoznali krahujce.

Není mnoho prací, s kterými lze můj experiment porovnávat. Většina studií věnující se rozpoznávání objektů na obrazovce se zaměřuje na statické obrázky a většinou před samotným experimentem probíhá fáze tréninku, při kterém se ptáci učí rozpoznávat určité objekty, které jim pak jsou při vlastním pokusu předkládány v různě pozměněné podobě. Trénink se obvykle zakládá na poskytování odměny (ve formě zrní) za správnou odpověď (většinou klovnutí do příslušného tlačítka) o povaze předloženého snímku. Tím může snadno docházet k ovlivňování výsledku pokusu, protože pták vůbec nemusí reagovat na objekt jako takový ale na jiné s ním spojené nebo v něm obsažené stimuly. V mém případě takový zdroj potenciálních chybných interpretací nevznikl, neboť nebylo nutné ptáky rozpoznávání jejich nejnebezpečnějšího predátora učit.

Práce, které k pokusům zaměřeným na rozpoznávací schopnosti ptáků využívají videosekvence, se nejvíce věnují rozpoznávání konspecifických jedinců (Patterson – Kane et al. 1997, D'Eath and Dawkins. 1996, Jitsomuri et al. 1999, Watanabe 2002, Baker 1996), v menší míře sexuálních partnerů (Ophir and Galef 2003, Partan et al. 2005).

Baker et al. (1996) sledující reakci samce sýkory černohlavé (*Parus atricapillus*) na videozáznam a audiozáznam jiného samce dospěli k závěru, že pokusní samci soka na obrazovce vnímají. Testovali čtyři typy uspořádání (video bez soka/audio s třemi druhy hlasového projevu soka, video se sokem bez audiodoplňku, video se sokem/audio s jedním druhem hlasového projevu soka a video se sokem/audio s třemi druhy hlasového projevu soka) a sledovali čas strávený na opačném konci pokusné klece, než bylo promítáno video. Čím více času samec strávil na odlehlém konci, tím více dával najevo stres. Rozdíl mezi variantou: video se sokem versus video bez soka (oboje doplněné audiodoplňkem se třemi hlasy) byl signifikantně rozdílný ($p = 0,01$). Ze všeho nejmíň ptáci reagovali na variantu, kde bylo video bez soka. Dokonce méně, než na variantu video se sokem + audio s jedním hlasem. To ukazuje na velký význam vizuálního stimulu, který je pro tyto jedince vnímatelný. Nabízí se zde ale několik otázek, na které není v práci odpověď. Za první, lze pobyt na vzdáleném konci klece opravdu považovat za projev stresu? Za druhé,

v experimentu nebyla použita řádná kontrola videa bez soka i audiostimulu. A v neposlední řadě je diskutabilní doba, v které experiment probíhal (8. října – 22. března), kdy reakce na soka nemusí být adekvátní.

V práci Watanabeho (2002) šest ze sedmi jedinců rýžovníka šedého (*Padda oryzivora*) strávilo více času před monitorem s vlastním obrazem než před monitorem se záznamem baseballového utkání ($p = 0,04$). Lze tedy usuzovat, že na monitoru „něco“ viděli a vnímali rozdíl. Dalšími testovanými variantami bylo zrcadlo versus zamrzlé zrcadlo (preference čistého zrcadla, $p = 0,014$), zrcadlo versus živý konspecifický jedinec (preference živého ptáka, $p = 0,08$), zrcadlo versus zmrzlý pták (nepatrná preference zrcadla, ale $p = 0,94$) a monitor s vlastním obrazem versus převrácený monitor s vlastním obrazem (3 z 6 ptáků sledovalo jen převrácený monitor a ostatní tři dělilo čas strávený před jednotlivými monitory cca napůl ($p = 0,17$)).

Partan et al. (2005) testovali 6 samic holuba (*Columba livia*) a jejich reakce na tokajícího samce. Zkoušeli čtyři pokusy: video samce bez audia tokajícího samce, audio bez videa, kombinaci videa a audia a kontrolní video bez samce a bez audia. Zaznamenávali několik typů pozitivních reakcí samic: prohlížení samce, kroužení dokola, roztahování ocasu a vrkání. Při samotném audiu byla reakce samic ve formě vrkání větší než při samotném videozáznamu. Kombinace video a audio stimulu vyvolávala u typické namlouvací reakce kroužení a roztahování ocasu signifikantně vyšší reakce samic na samce než ostatní formy experimentu (kroužení $p < 0,001$, roztahování ocasu $p < 0,01$) Pokud by samce na obrazovce nevnímali, neměla by kombinace stimulů větší vliv než audio samotné.

Práce Marlera and Evanse (2008) se sice primárně zabývá emociálností hlasových projevů ptáků, přesto jsou zde prvky, které je velmi zajímavé porovnat s mým výzkumem. Jejich výzkum spočíval v promítnutí vzdušného predátora (v tomto případě rovněž krahujce) na obrazovce monitoru a sledování hlasové (a dodatečně i pohybové) reakce samce domácí drůbeže v závislosti na přítomnosti kuřat svého druhu, samic příbuzného druhu nebo osamocení samce. Umístili vedle sebe dvě voliéry s vytvořeným přirozeným biotopem, v jedné byl testovaný samec, v druhé postupně: kuřata téhož druhu, samice blízce příbuzného druhu, křepela virginského (*Colinus virginianus*), a prázdná klec. Pokud samci byli v hlasovém kontaktu s kuřaty, vydávali po objevení se predátora varovný hlas a reagovali strachem respektive snahou o útek (pohledy vzhůru, pobíhání, splihnutí

peří, krčení se a třesení se), pokud kuřata v okolí nebyla (ať už byla klec prázdná nebo s křepelem), samci sice nevarovali, ale stresové reakce byly stejné. Kromě krahujce testovali i vliv videozáznamu mývala (*Procyon lotor*). Hlasová reakce pokusného samce byla sice zcela odlišná, varovný hlas je na pozemního predátora hlasitější a dále se nesoucí, ale stejně tak to byla reakce velmi intenzivní. Samci se tentokrát neprojevovali kryptickým chováním, ale odletem z úkrytu na otevřený a přehledný prostor s častým šubáním hlavou. Z toho vyplývá, že evidentně tedy predátora na obrazovce vnímali a rozpoznali jako predátora.

D'Eath and Dawkins (1996) studovali schopnost sociálního rozpoznávání ostatních slepic. Je známo, že slepice se dříve přiblíží ke slepici ze svého hejna, než k neznámé slepici (Grigor et al. 1995 ex D'Eath and Dawkins (1996)). Pokud byla jako stimul živá slepice za plexisklem, testovaná slepice začala žrát dříve v přítomnosti slepice ze svého hejna než v případě cizí slepice a rovněž rozlišovala slepici dominantní a podřízenou (ačkoliv plexisklo také nepropouští světlo z UV spektra). Když byla živá slepice vyměněna za videozáznamy týž slepic, testovaná slepice již nedělala rozdíl v délce času, kdy se odváží začít žrát. Zajímavé ale je, že i nadále rozlišuje slepici s výhružným postojem a slepici s normálním držením těla, kdy k hrozící slepici se přibližuje obezřetněji.

Nakonec uvádím několik studií, které před vlastním experimentem ptáky učily rozpoznávat reálné obrazy. Adret 1997 zkoumal rozlišovací schopnost zebříček (*Taeniopygia guttata*). Za odměnu (po klovnutí do správného tlačítka se vysypalo zrní) rozlišovaly mezi náhodně promítanými obrazy. Jak v experimentu 1 (obraz přes celou obrazovku), tak v experimentu 2 (pouze část obrazu) rozlišovaly mezi obrazem s ptákem a obrazem bez ptáka.

Jitsomuri et al. (1999) trénoval dvě skupiny holubů na rozlišování obrazů konspicivních jedinců podle jejich individuálních znaků respektive jednání. První skupina se při tréninku učila rozlišovat různé jedince se stejným druhem pohybu. Druhá skupina trénovala rozlišení různých pohybů jednoho jedince. Při samotném pokusu byla zjišťována schopnost převedení na naučeného na novou scénu, kde první skupině byl promítán nový druh pohybu a druhé skupině byl promítán nový pták. Obě skupiny si velmi rychle tuto schopnost osvojily.

Na druhou stranu Patterson – Kane et al. (1997) dochází ve své studii k závěru, že domácí slepice mají omezenou schopnost vnímání videonahrávky. Ve skupině 1 bylo šest slepic. Nejprve měly rozpoznávat mezi různými typy dvou skutečných

objektů (červený a zelený karton, hnědá a žádná slepice, bílá a žádná slepice). Toto rozpoznávání prováděly bezchybně. Pokud se ale tyto samé kombinace prováděly formou videostimulu, byly schopné rozeznat mezi zeleným a červeným kartonem a mezi hnědou a žádnou slepicí (oboje ovšem jen nemálo lépe než náhodně). Co se týče varianty bílá a žádná slepice, nebyly schopné rozeznávat. V experimentu 2 jedna podskupina rozlišovala hnědou slepici a basketbalový míč v reálu a druhá podskupina to samé, ale na videonahrávce. Zatímco první podskupina získala rozlišovací schopnost okamžitě, druhá podskupina potřebovala několik set nácviků, než byla schopna toto rozlišovat.

Jaké jsou důvody pro rozdílnost výsledků prací, stále není jisté. Kromě tetrachromaticity a vnímání blikání obrazovky jako problémů známých a jistých, se v souvislosti s experimenty na rozlišování na obrazovce ptáky mluví i o dalších potencionálních problémech. Například stimulací čípků v sítnici nedochází jen k vytváření barevného vjemu, ale i k určité hladině jasů (Fleishman et al. 1998). Pokud tedy není stimulován onen ptačí „UV čípek“, nechybí jen informace o barvě, ale ani jas není v pořádku. V jiné studii tentýž autor (Fleishman 2000) dodává, že jas je v obrazu velice důležitý a jeho intenzitu nemůžeme ignorovat. Pokud je jas na obrazovce velmi rozdílný od ptačí zkušenosti v přírodě, může celé vnímání obrazu selhat. U studií, ve kterých ptáci na obraz reagují, může být důvodem rovněž využití jiného klíčového stimulu (např. tvar nebo pohyb), který vynahradí nerealistické podání barev (Fleishman et al. 1998). Fleishman et al. (l.c.) rovněž zmiňuje málo známou skutečnost, že některá zvířata jsou vnímavá k polaritě světla, které by mohlo být problémem u LCD televizorů. Možným problémem je i vnímání poměru mezi vzdáleností obrazovky a velikostí objektu na ní (Dawkins and Woodington 1997). Některá zvířata mají velmi ostré vidění a jsou pak zřejmě schopna rozlišit jednotlivé pixely a obraz se jim tak rozkládá do mosaiky červených, zelených a modrých bodů (D'Eath 1998). D'Eath (l.c.) dále poukazuje na hloubku obrazu. Obraz je dvourozměrný a není důvod se domnívat, že zvířata toto nejsou schopna rozlišit a může to tak ovlivnit jejich reakci. I ptáci, jejichž oči nesměřují dopředu, používají otáčení hlavy, aby rozdílem mezi levým a pravým okem posoudili hloubku obrazu (Fox 1978 ex D'Eath 1998). Některé druhy, žijící v těsném kontaktu v malých hejnech (př. kuřata) rozpoznávají konspecifické jedince jen na velmi malou vzdálenost. Není-li jim umožněn přístup na velmi blízkou vzdálenost, nejsou schopné rozpoznání (Lea and Dittrich 1999). Rovněž Dawkins and Woodington (1997) zjistili u slepic potřebu

blízkého přezkoumání předloženého předmětu. Cuthill et al. (2000) navíc zmiňuje i problematiku umělého osvětlení během pokusů. Zářivky totiž produkují nepatrné množství UV světla a žárovky vůbec žádné, což může ovlivňovat celý průběh pokusu.

O těchto možných obtížích se zatím ví velmi málo a je to možný důvod, proč některé experimenty fungují a jiné ne. V každém experimentu je mnoho proměnných, které lidské oko jako proměnné nezaznamenává, ale pro citlivější oko ptačí, to mohou být klíčové věci. Není nic zjevného, co by spojovalo pokusy s pozitivními respektive negativními reakcemi pokusných ptáků na stimul. U výše zmiňovaných prací se používají jak CRT obrazovky, tak obrazovky plazmové či LCD. Hodně prací spojuje zaměření se na rozpoznávání konspicivních jedinců, kteří by mohli mít nějaké znaky pro pokusného ptáka identifikovatelné i při 2D zobrazení (ale i zde jsou výsledky jak kladné, tak záporné), navíc Marler and Evans (2008) s úspěchem používají i videostimul mývala a Patterson – Kane et al. (1997) zase červený versus zelený karton. Často má doplnění videa o audiostimul pozitivní vliv na kladnou reakci, ale na druhou stranu například v mé práci toto vliv nemělo. Pokusy jsou prováděny v různých obdobích roku, což by ale nemělo mít vliv na rozpoznávání konspicivních jedinců či predátorů (zvláště pak predátorů dospělých ptáků). Diskutovat by se o tom dalo u reakcí na sexuální partnery. Vliv nemá ani využití či nevyužití aklimatizačního pobytu v testovací kleci před samotným experimentem či různá délka promítání stimulu (který se v jednotlivých studiích liší).

5. CITOVANÁ LITERATURA

- Adret P. 1997: Discrimination of video images by Zebra Finches (*Taeniopygia guttata*): direct evidence from song performance. *Journal of Comparative psychology*, 111 (2): 115 – 125
- Baker M. C., Tracy T. T., Miyasato L. E. 1996: Gargle vocalization of black – capped chickadees: test of repertoire and video stimuli. *Animal Behaviour*, 52: 1171 – 1175
- Bleiweiss R. (2004): Ultraviolet plumage reflectance distinguishes sibling bird species. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101: 16561-16564.
- Bradshaw R. H. 1991: Discrimination of group members by lying hens (*Gallus domesticus*). *Behaviour Proceeding*, 24: 143 - 151
- Bradshaw R. H., Dawkins M. S. 1993: Slide sof conspecifics as representatives of real animals in lying hens (*Gallus domesticus*). *Behaviour Processes*, 28: 165 – 172
- Burkhardt D. 1989: UV vision: a bird's eye view of feathers. *Journal of Comparative Physiology*, 164: 787 – 796
- Burkhardt D., Finger E. 1991: Black, white and UV: How birds see birds. *Naturwissenschaften*, 78: 279 – 280
- Cerella J. 1980: The Pigeon's Analysis of Picture. *Pattern Recognition*, 12: 1 – 6
- Cook R. G. 1992: Acquisition and Transfer of Visual Texture Discriminations by Pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 18 (4): 341 – 353
- Cook R. G., Cavoto K. K., Cavoto B. R. 1995: Same – Different Texture Discrimination and Concept Learning by Pigeon. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 21 (3): 253 – 260
- Cuthill I. C., Hart N. S., Partridge J. C., Bennett A. T. D., Hunt S., Church S. C. 2000: Avian colour vision and avian playback experiment. *Acta ethologica*, 3: 29 – 37
- D'Eath R. B. 1998: Can video images imitate real stimuli in animal behaviour experiments? *Biological Reviews*, 73 (3): 267-292

- D'Eath R. B., Dawkins M. S. 1996: Laying hens do not discriminate between video images of conspecific. *Animal Behavior*, 52: 903 – 912
- Dawkins M. S., Woodington A. 1997: Distance and the presentation of visual stimuli to birds. *Animal Behaviour*, 54: 1019 – 1025
- Emmerton J., Delius J. D. 1980: Wavelength discrimination in the „visible“ and ultraviolet spectrum by pigeons. *Journal of Experimental Physiology*, 141: 47 – 52
- Evans C. S., Evans L., Marler P. 1993: On the meaning of alarm calls: functional reference in an avian vocal system. *Animal Behaviour*, 46: 23 – 38
- Fleishman L. J., Endler J. a. 2000: Some comments on visual perception and the use of video playback in animal behaviour studies. *Acta ethologica*, 3: 15 – 27
- Fleishman L. J., McClintock W. J., D'Eath R. B., Breinard D. H., Endler J. A. 1998: Colour perception and the use of video playback experiment in animal behaviour. *Animal Behavior*, 56: 1035 – 1040
- Geer T. A. 1978: Effect of nesting sparrowhawks on nesting tits. *Condor*, 80: 419 – 422
- Ginsburg N., Nilsson V. 1971: Measuring flicker threshold in the budgerigar. *Journal of the experimental analysis of behaviour*, 15: 189 – 192
- Hendricks J. 1966: Flicker threshold as determined by a modified conditioned suppression procedure. *Journal of the experimental analysis of behaviour*, 9: 501 – 506
- Jitsumori M., Natori M., Okuyama K. 1999: Recognition of moving video images of conspecific by pigeons: Effect of individuals, static and dynamic motion cues, and movement. *Animal learning & Behaviour*, 27 (3): 303 – 315
- Lea S. E. G., Dittrich W. H. 1999: What do birds see in moving video images? *Current Psychology of Cognition*, 18: 765 - 803
- Maddocks S. A., Goldsmith A. R., Cuthill I. C. 2001: The influence of flicker rate on plasma corticosterone levels of european starlings, *Sturnus vulgaris*. *General end comparative endocrinology*, 124: 315 – 320
- Marler P., Evans C. 1996: Bird calls: just emotional displays or something more? *Ibis*, 138: 26 – 33
- Ophir A. G., Bennett G. G. Jr. 2003: Female Japanese mail affiliate with live males that they have seen mate on video. *Animal Behaviour*, 66: 369 – 375

- Partan S., Yelda S., Price V., Shimizu T. 2005: Female pigeons, *Columba livia*, respond to multisensory audio/video playback of male courtship behaviour. *Animal Behavior*, 70: 957 – 966
- Patterson – Kane E., Nicol C. J., Foster T. M., Temple W. 1997: Limited perception of video images by domestic hen. *Animal Behaviour*, 53: 951 – 963
- Rozsypal J. 2008: Experimentální výzkum diskriminace predátorů v laboratorních podmínkách. *Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích*, České Budějovice
- Wasserman E. A., Hugart J. A., Kirkpatrick-Steger K. 1995: Pigeon show same – different conceptualization after training with complex visual stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 21 (3): 248 – 252
- Watanabe S. 1988: Failure of visual prototype learning in the pigeon. *Animal learning & Behaviour*, 16 (2): 147 – 152
- Watanabe S. 2002: Preference for mirror images and video image in Java sparrows (*Padda oryzivora*). *Behavioural processes*, 60: 35 – 39
- Wright A. A., Cook R. G., Rivera J. J., Sands S. F., Delius J. D. 1988: Concept learning by pigeons: Matching – to – sample with trial – unique video picture stimuli. *Animal learning & Behaviour*, 16 (4): 436 – 444
- Fox R. 1978: Binocular vision and stereopsis. *Frontiers in Visual Science*, 316 – 327, Springer – Verlag, New York
- Grigir P. N., Hughes B. O., Appleby M. C. 1995: Social inhibition of movement in domestic hens. *Animal Behaviour*, 49: 1381 – 1388
- Hart N. S., Partridge J. C., Cuthill I. C. 1998: Visual pigments, oil droplets and cone photoreceptor distribution in the European starling (*Sturnus vulgaris*). *Journal of the experimental Biology*, 201: 1433 – 1446

odkaz 1: www.fi.muni.cz/usr/pelikan/ARCHIT/TEXTY/MONITORY.HTML

odkaz 2: www.plasma-lcd.wbs.cz/Plasma.html

odkaz 3: www.lcd-centrum.cz/clanek/lcd-technologie

odkaz 4: www.teleci.cz/jirka/Skola/36nm/technologieCRT.php