

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra etologie a zájmových chovů**



**Kognitivní funkce a používání nástrojů u ptačích druhů**

**Bakalářská práce**

**Kristýna Musílková**

**Speciální chovy**

**Ing. Marek Kouba, Ph.D.**

© 2020 ČZU v Praze

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "**Kognitivní funkce a používání nástrojů u ptačích druhů**" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala svému školiteli Ing. Marku Koubovi, Ph.D., za jeho rady a připomínky a především za celkové vedení této práce. Dále bych ráda poděkovala své rodině, přátelům a dalším lidem, kteří mě podporují při studiu.

# Kognitivní funkce a používání nástrojů u ptačích druhů

## Souhrn

Od minulého století můžeme pozorovat celosvětově vzrůstající zájem o studium kognice. Tato bakalářská práce se zaměřuje především na kognitivní funkce a s nimi spjaté používání nástrojů u ptáků. Předpoklady ohledně kognice jednotlivých ptačích druhů se opírají zvláště o relativní velikost mozku ptáků vzhledem k velikosti jejich těla. Pokud ale chceme porozumět tomu, jak souvisí velikost mozku s kognitivními schopnostmi, je třeba znát absolutní počty neuronů a jejich spojů. Ukazuje se, že některé behaviorální znaky, jako je zpěv či skladování potravy, korelují s velikostí koncového mozku a jeho částmi, jež se na těchto typech chování podílejí. Kognitivní funkce jsem rozdělila do šesti oddílů, kterými jsou sociální kognice, paměť, metapaměť, vlastnosti komplexní kognice, základní kognitivní úlohy a inovativní chování.

Existuje jen hrstka ptačích druhů vytvářejících pravé nástroje, nejznámějším druhem disponujícím touto schopností je vrána novokaledonská. Shazování potravy na pevný povrch a otloukání potravy o pevný povrch jsou dva nejčastější způsoby použití nepravého nástroje, kdy pevný povrch představuje nepravý nástroj. Použití metanástroje neboli tzv. „sekundárního nástroje“, který je využíván k dosažení nebo modifikaci jiného nástroje, bylo pozorováno pouze u již zmiňovaných vran novokaledonských. Obecně vytváření a používání nástrojů vyžaduje značnou míru kognitivních schopností. Tyto schopnosti jsou experimentálně testovány prostřednictvím úloh jak v přirozeném prostředí, tak v laboratorních podmínkách. Mezi kognitivní funkce, díky nimž si ptáci osvojují používání nástrojů a také rozšiřují schopnost jejich používání, patří hlavně učení pokusem a omylem a napodobování. Nástroje jsou používány za účelem získání potravy a jejího zpracování. Spontánní použití nástroje, či dokonce jeho vytvoření, bylo pozorováno i u druhů, které běžně nástroje v přírodě nepoužívají.

Cílem práce je vytvoření přehledu kognitivních funkcí a používání nástrojů u ptačích taxonů obzvláště pomocí studia zahraniční vědecké literatury.

**Klíčová slova:** kognice; inteligence; ptactvo; ptačí mozek; vytváření a používání nástrojů; řešení úloh

# Cognitive functioning and tool-use in bird species

## Summary

The scientific interest about bird cognition is growing since the last century all over the world. This bachelor thesis is primarily focused on cognitive functions in birds and their tool use, which is closely linked with cognition. Cognitive assumptions of individual bird species are based primarily on the relative brain size compared with the whole body mass of an individual. But if we want to understand how brain size relates to cognitive skills we need to know the total number of neurons and synapses. It turns out, that some behavioural characteristics, like special song learning or food storage, correlates with the size of the cerebrum (telencephalon) and its parts, which are involved in these types of behaviour. In my work I have split cognitive functions into six categories, which are social cognition, memory, metamemory, complex cognition, basic cognitive problems and innovative behaviour.

There is only a handful of bird species creating true tools. The most known bird species disposing such a rare ability is the New Caledonian crow. Throwing food on hard surface and smashing food on hard surface are the most used borderline tools (non real tools), where the hard surface is used as a tool. The use of a meta-tool, sometimes named secondary tool, too, was observed only in already mentioned New Caledonian crows. In general, tool-creating and subsequent tool-use requires a considerable degree of cognitive abilities. These abilities are tested in experiments via tasks in natural environments or in laboratory conditions. Birds acquire and spread the ability of tool-use mainly among the cognitive functions trial and error learning and imitation. Tools are used primarily for the purpose of obtaining and processing food. Spontaneous use or even the creation of a tool has also been observed in species that do not normally use tools in nature.

The goal of this thesis is creating an overview of cognitive functions and the use of tools in bird taxa, mainly by studying foreign scientific literature.

**Keywords:** cognition; intelligence; birds; the brain of birds; tool-use and tool-creating; problem solving

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Cíl práce.....</b>	<b>2</b>
<b>3 Literární rešerše.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1 Definice termínů.....</b>	<b>3</b>
3.1.1 Kognitivní funkce .....	3
3.1.2 Používání nástrojů .....	3
<b>3.2 Části koncového mozku ptáků řídící kognitivní projevy .....</b>	<b>4</b>
3.2.1 Velikost mozku a počty neuronů .....	5
<b>3.3 Kognitivní funkce.....</b>	<b>6</b>
3.3.1 Sociální kognice.....	6
3.3.2 Paměť.....	11
3.3.3 Metapaměť.....	17
3.3.4 Inteligence, vlastnosti komplexní kognice .....	17
3.3.5 Základní kognitivní úlohy.....	18
3.3.5.1 Provázkový test .....	18
3.3.5.2 Test s aparátem s pastí.....	19
3.3.5.3 Zrcadlový test.....	21
3.3.6 Inovativní chování .....	22
<b>3.4 Používání nástrojů .....</b>	<b>23</b>
3.4.1 Vytváření a používání pravých nástrojů v přírodě .....	23
3.4.2 Používání pravých nástrojů v laboratoři .....	24
3.4.3 Používání nepravých nástrojů.....	25
3.4.4 Nepravé nástroje při lovu.....	26
3.4.5 Metanástroje .....	27
<b>4 Závěr .....</b>	<b>29</b>
<b>5 Literatura.....</b>	<b>30</b>
<b>6 Samostatné přílohy .....</b>	<b>I</b>
<b>6.1 Obrázky.....</b>	<b>I</b>
<b>6.2 Tabulky .....</b>	<b>VI</b>

# 1 Úvod

Obsah mé práce je zaměřen na početnou třídu ptáci (Aves). Třída ptáci čítá přibližně 10 000 druhů. Nejčastěji zkoumanými jsou řády pěvci (Passeriformes) a papoušci (Psittaciformes). Z jednotlivých čeledí jsou zkoumáni především krkavcovití (Corvidae). Výzkumy ohledně kognice u jednotlivých ptačích druhů se opírají o relativní velikost mozku ptáků vzhledem k velikosti jejich těla, o sociální život, přirozené prostředí a způsob života (Emery 2017).

Otázce velikosti mozku a jejímu výzkumu je věnováno značné úsilí. Mezi nejznámější způsoby měření velikosti mozku patří relativní velikost mozku a absolutní velikost mozku. Pokud chceme pochopit vzájemný vztah mezi velikostí mozku a kognitivními schopnostmi, je zapotřebí znát počty neuronů a jejich spojů (Dicke & Roth 2016). Koncovému mozku je přisuzováno řízení kognitivních projevů, a proto se o něm v krátkosti zmiňuji.

Kognice je vnímána jako neurální komplex operací a pochodů, jejichž prostřednictvím si jedinec uvědomuje sám sebe a okolní svět. Popisuje práci s informacemi o prostředí, způsob získávání znalostí (Shettleworth & Hampton 1998) a jejich zpracování pomocí myšlenek, zkušeností a smyslů (Kitchner 1983). Kognitivní schopnosti ptáků jsou spojené s různými úrovněmi používání nástrojů (Taylor et al. 2009). Jednou z funkcí kognice je paměť, pod níž spadá epizodická paměť, kterou používají především druhy schovávající si potravu. Zástupcem takového druhu je kupříkladu ořešník americký (*Nucifraga columbiana* (Wilson, 1811)), jež je schopen schovat až 33 tisíc semen, a to až ve třech tisících úkrytů za jedinou zimu (Balda & Kamil 1992; Emery 2017). Straky obecné (*Pica pica* (Linnaeus, 1758)) se rozpoznají v zrcadle (Prior et al. 2008). Mnoho ptačích druhů žije v sociálních strukturách, ve kterých probíhají mnohé interakce jak mezi jedinci, tak mezi skupinami. Sociální kognice slouží k zhodnocení a mentálnímu zpracování projevů sociálního chování. Do sociální kognice zahrnují komunikaci, výběr partnera, kooperaci a prosocialitu, socializaci pomocí hry a klamání.

V poslední části této práce se zabývám již zmiňovaným používáním nástrojů, které jsem rozdělila na pravé, nepravé a metanástroje. Předpokládá se, že ptáci rozumějí funkci jimi používaného nástroje a principům úspěšně vyřešených úloh (Taylor et al. 2009).

## **2 Cíl práce**

Cílem mé bakalářské práce bylo sepsání literární rešerše na téma kognitivní funkce a používání nástrojů u ptačích druhů. Do rozsahu práce jsem zahrnula definice pojmů kognitivní funkce a používání nástrojů u živočichů, přehled kognitivních funkcí popsaných u ptačích druhů, jež jsem rozdělila do šesti kapitol. A souhrn ptačích druhů, u kterých bylo pozorováno používání pravých a nepravých nástrojů či metanástrojů.



## 3 Literární rešerše

### 3.1 Definice termínů

#### 3.1.1 Kognitivní funkce

Kognice je vnímána jako neurální komplex operací a pochodů, jejichž prostřednictvím si jedinec uvědomuje sám sebe a okolní svět. Popisuje práci s informacemi o prostředí, způsob získávání znalostí (Shettleworth & Hampton 1998) a jejich zpracování pomocí myšlenek, zkušeností a smyslů (Kitchner 1983). S pomocí kognitivních funkcí je živočich schopen se v dané situaci rozhodnout a reagovat. Kognitivní procesy nejčastěji ovlivňují chování zvířat, ale působí také na jejich morfologické a fyziologické vlastnosti (Dukas 1998).

Kognice se dá rozdělit do tří úrovní, které jedinec při řešení problémů využívá (Dukas 1998). Do první úrovně spadá paměť, pozornost, vnímání okolí a řešení problémů. Tuto úroveň kognice využívají všechna zvířata (Shettleworth 2010), která pomocí smyslových receptorů zpracovávají podněty, jako jsou světlo, zvuk nebo pach (Dukas 1998).

Druhá úroveň, metakognice neboli „kognitivní monitoring“ (Flavell 1979), je nejčastěji definována jako sledování vlastní aktivity. Zvířata aktivně přemýšlí nad tím, co udělala, co dělají, co budou dělat anebo co dělá jiný jedinec. Učí se, plánují, chápou sami sebe a vnímají pokroky z úspěšně vyřešeného problému (Gallistel 1989).

Třetí úroveň je tzv. epistemická kognice. Zde si jedinci uvědomují limity vlastního poznání a do jaké míry jsou si vlastními vědomostmi jistí (Kitchner 1983). Tato úroveň zahrnuje strategie využívané k identifikaci a k výběru nejlepšího možného řešení pro různé typy úloh (Shettleworth 2010).

Příkladem zkoumání epistemické kognice je úloha, kdy je v bedně z plexiskla umístěna odměna ([viz Obrázek 1., Příloha 6.1.](#)). V tomto experimentu byli testováni nestoři kea (*Nestor notabilis* Gould, 1856) a vrány novokaledonské (*Corvus moneduloides* Lesson, 1831). Tito ptáci měli možnost dostat se k odměně pomocí dvířek nebo pomocí nástrojů. Z nástrojů měli na výběr větvičku, míček a provázek přivázaný k odměně. V prvních několika pokusech nestoři volili k získání odměny pouze dvířka, do kterých se po otevření zobákem nebáli strčit hlavu. Vrány s jistotou používaly větvičku. V dalším pokusu jim vědci zamezili přístup ke zvolené metodě. Nestoři v této situaci použili zatažení za provázek. Vrány zkusily míček. I nyní oba druhy odměnu získaly. Poté, co jim byly odebrány tyto předměty, zbylé možnosti k získání odměny nevyzkoušely, mimo jednoho nestora. Tento nestor postupně s odebíráním možností použil větvičku i míček. Pravděpodobně si většina testovaných ptáků byla jista výběrem pro ně nejlepšího možného řešení dané úlohy. A poté, co jim bylo jejich vybrané řešení zamezeno, zvolili jinou metodu k získání odměny, která zřejmě byla limitem jejich poznání (Auersperg et al. 2011a).

#### 3.1.2 Používání nástrojů

V otázce definice termínu používání nástrojů nejsou vědci zcela za jedno. Existuje mnoho názorů a odlišných formulací. Podle Grubera (1969) nereprezentuje využití přírodních materiálů zvířetem pravé používání nástrojů. Dle jeho názoru se pravé používání nástrojů přisuzuje pouze lidem. S tím ale nesouhlasí vědci, kteří v minulém století zkoumali manuální

schopnosti primátů (Primates) (Washburn & Jay 1967). Např. u šimpanzů (*Pan troglodytes* (Blumenbach, 1775)) bylo zpozorováno získávání termitů (Termitidae) z termišt' pomocí upravených větviček (Goodall 1968).

Dnes ale víme, že využívání nástrojů u zvířat se objevuje u devíti tříd (ježovky – Echinoidea, hmyz – Insecta, pavoukovci – Arachnida, krabi – Brachyura, plži – Gastropoda, hlavonožci – Cephalopoda, paprskoploutví – Actinopterygii, ptáci – Aves, savci – Mammalia). Přesto bylo přímé používání nástrojů pozorováno jen u méně než jednoho procenta všech živočišných druhů (Biro et al. 2013).

Používání nástrojů můžeme definovat jako manipulaci s neživým objektem prodlužujícím tělo, objekt je zvířetem využit z důvodu dosažení nějakého cíle (Beck 1980), např. zpřístupní zdroj potravy, usnadní hůře řešitelné situace (Balda 2007) a celkově zdokonalí výkonnost při jeho manuální práci (Alcock 1971).

Pokud je tato definice správná, nemohlo by se používání kamenů, kovadlin či napichování potravy na trny a větve brát jako reálné používání nástrojů. Proto vědci rozdělili nástroje na pravé a nepravé. Pravé nástroje jsou objekty, jež byly aktivně odděleny od substrátu či upraveny zvířetem. Ptáci je drží zobákem nebo končetinou (McFarland 1982; Lefebvre et al. 2002). Mezi pravé nástroje patří například u vran novokaledonských používání modifikovaných větviček a kaktusových trnů k získání potravy.

Nepravým nástrojem nazýváme objekt, který zvíře našlo v prostředí a nijak ho neupravovalo (Vauclair 1997). K nepravým nástrojům řadíme shazování kamenů na potravu či naopak potravy na kámen, takové nástroje používají např. racci rodu *Larus* (Boswall 1977), krkavci rodu *Corvus* (Zach 1979) a orlosupi bradatí (*Gypaetus barbatus* (Linnaeus, 1758)) (Hartley 1964). Dále je nepravým nástrojem označováno shazování předmětů používaných jako zbraň na vetřelce ohrožující hnízda, takovéto chování pozorujeme u orla damaního (*Aquila verreauxii* Lesson, 1831) (Boswall 1983), vrány americké (*Corvus brachyrhynchos* Brehm, 1822) (Caffrey 2001) a tabona lesního (*Alectura lathami* Gray, 1831) (Dow 1980).

Používání nástrojů může být geneticky fixovaným chováním nebo výsledek individuálního či sociálního učení. Pro oba druhy učení (individuální i sociální) musí být přítomné fyzické i sociální prostředí, jež zajišťují dostatečnou příležitost podporující učení práce s nástroji u každého jednotlivce bez ohledu na morfologické nebo kognitivní předpoklady (Biro et al. 2013).

### 3.2 Části koncového mozku ptáků řídící kognitivní projevy

Dle vědecké literatury týkající se ptačího nervového systému jsou části koncového mozku považovány za neurální základ komplexního kognitivního chování (Karten 1997; Emery 2010). Struktura koncového mozku je znázorněna na [Obrázku 2., Příloha 6.1.](#)

Nejčastěji se zkoumají části koncového mozku, jako je hipokampus spojovaný s epizodickou pamětí, ke které je vztahováno skladování potravy (Garamszegi & Eens 2004) nebo vokalizační centra (Airey & DeVoogd 2000). Zadní a střední část nidopallia na konci mozku umožňuje provádět exekutivní funkce, jako jsou např. plánování, flexibilní myšlení, kontrolované akce a zacházení s nástroji. Ptáci mají schopnost odehrát si v nidopalliu různé alternativní scénáře na aktuální situace. Neurony v této části mozku reagují lépe, pokud zkoumaného jedince po úspěšném vyřešení úlohy odměníme. Poškození nidopallia u holubů

domácích (*Columba livia* f. *domestica* Gmelin, 1789) mělo vysoce škodlivé následky na pracovní paměť a flexibilní myšlení (Emery 2010).

Hipokampus je důležitý pro prostorovou paměť (Colombo & Broadbent 2000). Tato část mozku se podle toho, zdali je používána nebo ne, zvětšuje nebo zmenšuje. Velikost hipokampu se u ptáků mění podle ročního období, protože ptačí mozek je schopen vytvářet nové nervové cely. V říjnu, v hlavní sezóně hledání potravy, je hipokampus o hodně větší než v jiných ročních obdobích (Emery 2017). Lidé i zvířata mají stejné objektivně pozorovatelné funkce epizodické paměti. Zasluhou hipokampu si některá zvířata umí dobře zapamatovat nejen místa, kde se jim cosi událo, ale také pořadí těchto událostí (Nathan et al. 2012).

### 3.2.1 Velikost mozku a počty neuronů

Z hlediska velikosti mozku se v posledních letech objevuje mnoho názorů a různých způsobů, jak ji měřit. Celkovou velikost mozku lze spočítat z objemu mozkovny. Lebka se naplní materiálem, z jehož váhy lze odhadnout objem mozkovny a poté zpětně spočítat váhu mozku (Iwaniuk & Nelson 2002).

Mezi nejznámější způsoby měření velikosti mozku patří absolutní a relativní velikost. Absolutní velikost mozku je spojena s mezidruhovými rozdíly kognitivní kapacity. Dva živočišné druhy se stejně velkými mozky, ale různě velkými těly se budou v kognitivních schopnostech lišit tak, že menší druh využije mozkovou kapacitu lépe než druh větší (Willemet & Güntürkün 2013). Absolutní velikost mozku nejspíše není přímo úměrná míře kognitivních schopností (Dicke & Roth 2016).

Proto vědci častěji pracovali s relativní velikostí mozku, jež podle nich o kognitivních schopnostech vypovídá více (Willemet & Güntürkün 2013). Podle Jerisona (1973) vykazují hmotnost mozku a hmotnost těla exponenciální závislost. Váha těla je ovšem velice proměnná, protože může být variabilní i mezi jedinci stejného druhu (Roth & Dicke 2005). Při výzkumu relativní velikosti mozku u 504 druhů australských ptáků napříč čeledmi se zjistilo, že větší relativní velikost mozku mají hlavně papoušci a sovy a menší ji mají naopak pštrosi, kasuáři a potápky (Franklin et al. 2014). Série studií demonstrovala, že druhy s relativně velkými mozky jsou tolerantnější vůči teplotním výkyvům, a proto se lépe adaptují v novém prostředí (Sol et al. 2005). I technologické inovace při hledání potravy (používání nástrojů) dovolují zvířatům obejít ekologická omezení. U ptáků úzce korelují s relativní velikostí mozku (Overington et al. 2009). Obecně lze také říct, že nidikolní druhy ptáků mají v průměru větší mozky než nidifugní druhy (West 2013).

Pokud chceme porozumět souvislosti mezi velikostí mozku a kognitivními schopnostmi, je třeba znát absolutní počty neuronů a jejich spojů. Proto počítala skupina vědců neurony a odhadla počty gliových buněk mozku zhruba u 100 druhů ptáků pomocí metody izotropické frakcionace. Tato metoda spočívá v tom, že se celý mozek zhomogenizuje narušením plazmatické membrány nervových buněk. Tímto způsobem se získá různorodá směs buněčných jader rozptýlených v kapalině. Jádra je možné obarvit a poté spočítat všechny neurony. U hrabavých ptáků s velikostí mozku klesá hustota neuronů, u papoušků a pěvců tomu tak není. U nich je hustota neuronů nezávislá na velikosti mozku. Pěvci a papoušci mají dvakrát až čtyřikrát vyšší hustotu neuronů než primáti. Špaček obecný (*Sturnus vulgaris* Linnaeus, 1758) má zhruba stejně těžký mozek (1,86 gramů) jako potkan obecný (*Rattus norvegicus*

(Berkenhout, 1769)), (1,8 gramů), má ale dvakrát více neuronů. Špačkův mozek má 483 milionů neuronů oproti 200 milionů neuronů v mozku potkana. Výraznější rozdíl v počtu neuronů je v porovnání mozku havrana polního (*Corvus frugilegus* Linnaeus, 1758) a mozku tamarinů rodu *Saguinus*. Mozek tamarína váží 7,78 gramů a obsahuje 636 milionů neuronů. Havraní mozek váží jen o 0,58 gramů více, ale obsahuje 1,5 miliard neuronů (Olkowicz et al. 2016). Na rozdíl od savců dokážou ptáci vytvářet nové neurony, děje se tak především na jaře či na podzim, kdy více zpívají, učí se imitovat zvuky nebo schovávají potravu. V těchto obdobích mají ptáci více neuronů na kubickém milimetru mozku než primáti (Emery 2017).

U papoušků, pěvců a např. u sov je většina neuronů uložena v koncovém mozku. Čím větší je koncový mozek, tím větší je i počet neuronů. To ovšem neplatí u většiny ptáků. U hrabavých, běžců a holubů je většina neuronů uložena v mozečku, tak jako je tomu u savců (Olkowicz et al. 2016). Proto se zřejmě někteří ptáci úrovní kognice mnohdy vyrovnají primátům navzdory tomu, že absolutní velikost mozku ptáků je zpravidla násobně menší (Striedter 2005).

### 3.3 Kognitivní funkce

#### 3.3.1 Sociální kognice

Většina ptáků žije ve skupinách. Výskyt problémů ve skupině je minimalizován tím, že každý jednotlivec zná své místo v sociální hierarchii (Emery 2017). U zvířat žijících v sociálních skupinách funguje lineární dominance. To znamená, že pokud je jedinec A dominantní nad jedincem B a jedinec B dominantní nad jedincem C, tak je pravděpodobné, že je jedinec A také dominantní nad jedincem C. Umět takhle odvozovat svou pozici ve skupině je výhodné, protože není třeba, aby se musela vybojovat. Proto se domníváme, že zvířata žijící ve skupinách s lineární dominancí mají dobré kognitivní schopnosti (Lazareva & Wasserman 2006). Nejlépe popsaná lineární dominance v sociálním postavení je u sojek modrých (*Gymnorhinus cyanocephalus* Wied-Neuwied, 1841). Paz-y-Mino a kolektiv (2004) zdokumentovali dominantní vztah u tří skupin sojek chovaných v zajetí. Podřízení ptáci pozorovali dominantního jedince ze své skupiny a cizího jedince při „soutěži“ o burák. Ve třech případech porazil cizí pták dominantního jedince ze skupiny. Tato situace by znamenala, že poražený pták není již dominantní a jemu i podřazeným dominuje cizí pták. Když se podřízení jedinci poprvé střetli s cizím jedincem, chovali se spíše submisivně než dominantně. Ačkoli proces pozorování netrval moc dlouho, je pozoruhodné, jak rychle se ptáci naučili relativní postavení cizího jedince. I slepice se učí dominanci podobným způsobem (Hogue et al. 1996). Burish a kolektiv (2004) zjistili, že relativní velikost koncového mozku je větší u druhů s individuálním poznáním, kteří se pohybují mezi skupinami, než u druhů žijících samotářsky nebo ve velkých koloniích. Ještě větší relativní velikost koncového mozku potřebují ptáci žijící v trvalých párech. Život v trvalém páru je složitější v tom, že ptáci v páru se většinou dělí o potravu, spolupracují a společně odchovávají mláďata (Emery 2017).

Papoušci i havranovití žijí ve velkých sociálních skupinách a mají silněji vyvinutou empatii vůči jiným jedincům. V takových sociálních skupinách se jedinci mezi sebou dokážou poznat, mají dlouhodobé vztahy a sledují sociální vztahy ostatních jedinců (Humphrey 1976). Agresivní chování mezi jedinci vede ve skupině ke ztrátě výhod. K těmto výhodám patří dělení

se o potravu nebo podpora při budoucích konfliktech. Pokud se v konfliktu pokusí slabší jedinec smířit s agresorem příliš brzy, mohlo by to vést k dalšímu konfliktu. Často bylo ale pozorováno, že přihlížející jedinci se přibližují k oběti konfliktu. Tomuto fenoménu se říká útěcha. Útěcha zahrnuje kognitivně náročný stupeň empatie. Aby přihlížející začali utěšovat oběť, musí nejdříve poznat, že je oběť vystresovaná. Až pak mohou vhodným chováním přispět k zmírnění stresu oběti. Empatie u ptáků je zatím málo prozkoumána (Fraser & Bugnyar 2010).

Studie hus velkých (*Anser anser* (Linnaeus, 1758)) ukázala, že přihlížející jedinci jsou většinou bývalí partneři oběti nebo členové skupiny, do které oběť patří. Přihlížející oběť utišovali buď tím, že se pouze přiblížili k oběti a bránili ji před případným dalším útokem, nebo oběti čistili peří a drbali ji zobákem. Během konfliktu se oběti zvyšuje tep a po utišování se frekvence tepu vrátí k normálu (Wascher et al. 2008).

Jiná studie se zaměřila na pokonfliktní chování krkavců velkých (*Corvus corax* Linnaeus, 1758). Krkavci žijí v nestabilních sociálních skupinách, a proto se očekávalo, že smíření se s oponentem a vzájemné utišování nebude u tohoto druhu vyvinuté. Testováno bylo třináct ručně odchovaných krkavců. Všichni tito jedinci žili společně v jedné voliěře. Přihlížející se častěji vyskytovali u konfliktů s větší mírou agresivity. Výskyt smíření se s oponentem nebyl ve skupině krkavců pozorován (Seed et al. 2008). Ale utišování oběti přihlížejícími příbuznými ptáky (stejně jako u hus velkých) se objevilo i u tohoto druhu ptáka. Přihlížející po utišování udržovali pevnější vztah s obětí konfliktu než s agresorem (Fraser & Bugnyar 2010).

## **Komunikace**

Komunikace slouží k převodu informací mezi vysílatelem a příjemcem. U ptáků je nejvíce používána akustická komunikace. Informace mohou být předvedené jednoduchými pískavými hlasy nebo složitými zvukovými signály s harmonickými kmity. Informace mohou být předávány mezidruhově nebo v rámci jednoho druhu. Ptáci si předávají informace o objektech a událostech (Emery 2017). Komunikace zajišťuje i vyhledávání sociálních a sexuálních partnerů a soužití s nimi, ale i varování před nepřáteli. Hlasové projevy ptáků se dají rozdělit na volání a zpěv. Volání je krátký hlasový projev vyjadřující varování, bolest a agresi při souboji. Voláním jedinec oznamuje svou přítomnost v hejně (Veselovský 2005). Jednotlivci se také varují, např. před predátory. Každý predátor je označen speciálním voláním, které je jednoznačné pro daného predátora. Pokud pták přijme zároveň optické i akustické signály, zvýší se účinnost předání informace (Emery 2017). Zpěv je delší hlasový projev, kdy ptáci opakují fráze a motivy, a to zejména při teritoriálním chování a při námluvách (Veselovský 2005).

Kuřiči domácí (*Gallus gallus domesticus* Linnaeus, 1758) mají dva druhy varovného volání. V experimentu byli kohouti uzavřeni v kleci s monitorem nad sebou a vedle sebe. Na jednom monitoru byl promítán obrázek jestřába (*Accipiter*) a na druhém se promítal obrázek mývala (*Procyon*). Při zobrazení jestřába vydal kohout varovné volání označující vzdušné nebezpečí, při zobrazení mývala volání označující pozemní nebezpečí (Evans et al. 1993). Když se pak tyto zvuky pouštěly slepicím, reagovaly na vzdušné volání pokusem se schovat a poté se pozorně dívaly směrem nahoru. Slepice, které slyšely pozemní varovné volání, reagovaly klidněji a pouze se rozhlížely do stran (Shettleworth 2010). Vydávat varovné volání dává evolučně smysl, pokud je poblíž např. pták stejného druhu, který by varujícího ptáka mohl slyšet. Pro osamoceného jedince by mohl být hlasitý projev nebezpečný, protože usnadní jeho objevení dravcem či šelmou. Kohouti vydávali hlasitější volání, pokud viděli pravou nebo

digitální slepici (Evans & Marler 1995). Toto volání bylo dokonce hlasitější, pokud byla poblíž slepice, než když byla poblíž křepelka (*Coturnix* sp.). Nezáleží tedy jen na blízkosti varovaného jedince, ale také na tom, jaký je to druh (Karakashian et al. 1988).

Signály týkající se vztahu mezi partnery a mláďaty zahrnují vábení, zdravící projevy, přivolávání druhého jedince a uvědomovací hlasy, na které mládě či dospělý vyžaduje odpověď, jež ho informuje o přítomnosti rodiče či partnera. Tyto hlavové projevy jsou významné při vybízení k páření nebo ke střídání na hnízdě a zajišťují vztah mezi rodiči a mláďaty (Veselovský 2005).

Zpěv slouží nepochybně k označení teritoria. Většina druhů pěvců zpívá způsobem, který je obvyklý v jejich prostředí (Dukas 1998). Struktura zpěvu se skládá ze slabik, elementů, frází a motivů tvořících strofu. Až soubor strof je označován za zpěv. Většina pěvců zpívá z vyvýšeného místa, aby nebyl zpěv pohlcen hustou vegetací či rušen jinými vlivy prostředí. Zpěv rovněž láká samice a posiluje sociální vazby v páru (Veselovský 2005).

Při pokusu naučit ptáky lidskou komunikaci si nejlépe vedli holubi. Samec se postupně naučil zeptat samice, jakou barvu vidí ve své kleci za záclonou. Zeptal se pomocí tlačítka „jaká barva je v kleci“. Samice byla naučená odpovědět samcovi tak, že klovlá na nápis barvy (např. červená nebo modrá). Svě pochopení samec znázornil klovnutím na tlačítko zbarvené barvou, kterou samice označila, a ukončil proces klovnutím na tlačítko „děkuji“. Pokud oba ptáci zvládli vše správně, dostali odměnu, ale když udělal jeden z nich chybu, nedostal odměnu nikdo (Epstein et al. 1980). To znamená, že holubi se dokážou naučit komunikovat mezi sebou i řečí, která vykazuje lidské rysy (Shettleworth 2010).

Optická komunikace se u ptáků uplatňuje při výběru partnera, např. pomocí lesklého peří odrážejícího světelné paprsky. Fregatky rodu *Fregata* při námluvách nafukují hrdelní vak. Optické signály jsou používány i při hrozbě či útoku. Slunatec rodu *Eurypyga* při hrozbě roztáhne proti sokovi či nepříteli obě křídla s nápadnou kresbou. Krocanům rodu *Meleagris* při útoku zčervená krk (Veselovský 2005).

## Výběr partnera

O zvířecí kognici hrající roli ve výběru partnera se zajímal již Darwin (1871). Kognitivní schopnosti samců a výběr samic mohou mít vzájemnou souvislost, často se totiž lépe vyvinutá kognice spojuje s lepšími geny. Samice poznají tuto genetickou výhodu podle kognitivního chování samce. Mezi toto chování patří hlavně zpěv, ale také interaktivní tance (Duval 2007) nebo namlouvání samice pomocí staveb, např. loubí vyzdobené objekty z přírody (Wojcieszek et al. 2007; Doerr 2010).

Existují dvě hypotézy ohledně tohoto tématu. Jedna z nich je tzv. hypotéza opakujících se signálů (redundant signals hypothesis), která funguje na principu toho, že opakující se vlastnosti předváděného samčího chování vytváří samici představu o samčí kvalitě. Druhá hypotéza, tzv. hypotéza mnohonásobných zpráv (multiple messages hypothesis), funguje na takovém principu, že samice hodnotí každý jednotlivý projev daného jedince, např. unikátní tanec, zvukový projev či neobvyklý vzhled. Tyto vlastnosti samici informují o samcově genetické výbavě (Møller & Pomiankowski 1993).

Popsané hypotézy se zkoumaly na samičkách lemčičků hedvábných (*Ptilonorhynchus violaceus* (Vieillot, 1816)). Samičky si za partnera vybírají takového samce, jenž vykazuje

nejlepší kognitivní schopnosti (Keagy et al. 2011). Samci lemčiků staví před obdobím páření loubí z větví, která jsou poté samicemi navštíveny a kontrolovány. Samec, který v očích samice postavil nejlepší loubí, je vybrán ke kopulaci. Obvykle se dá říct, že jde samicím především o čtyři rysy postaveného loubí, a to o symetrii, velikost použitých větví, hustotu větví a celkovou kvalitu konstrukce (Borgia 1985). Samci ale navíc dekorují svá loubí modrými objekty, protože se samicím modré okolí líbí, a také proto, že jsou modré objekty v přírodě velmi vzácné. Samci nejčastěji využívají modrá pera rozel (*Platycercus* spp.) nebo jiných papoušků, ale taktéž využívají modré věci vyrobené lidmi. Samci si mezi sebou často kradou, což vypovídá o inteligenci nejmazanějších jedinců (Keagy et al. 2011).

V době námluv předvádějí pipulky zlatokrké (*Manacus vitellinus* (Gould, 1843)) tance, jaké v ptačím světě téměř nemají obdoby. Nápadníci přeskakují mezi větvíčkami a přitom tleskají křídly, což vydává hlasitý zvuk připomínající lusknutí, prasknutí či střelbu. Samičky pipulek oceňují rychlost, která vyžaduje nejen dokonalou svalovou kondici, ale také postřeh, koordinaci a rychlé reakce (Barske et al. 2015).

Samci kakadu palmového (*Probosciger aterrimus* (Gmelin, 1788)) při námluvách rytmicky bubnují o duté části stromu pomocí modifikované větve. Každý samec má svůj individuální styl bubnování a několik odlišných kompozic s jiným rytmem. Bubnují v takovém tempu, aby si udrželi rytmus. Toto bubnování je doprovázeno skřehotem a rytmickými pohyby napodobujícími tanec. Samičky si vybírají toho samce, který umí nejlépe udržet rytmus bubnování (Heinsohn et al. 2017).

Kognitivní chování při námluvách hraje roli u mnoha dalších druhů ptáků. Jako např. u stepujících motýlků modrohavých (*Uraeginthus cyanocephalus* (Richmond, 1897)) (Ota et al. 2015), u zpívajících strnadců mokřadních (*Melospiza georgiana* (Latham, 1790)) ve velkých hejnech (Ballentine et al. 2004) nebo u rybáků obecných (*Sterna hirundo* Linnaeus, 1758) předávajících dary ve formě ryby (Veselovský 2005).

## Socializace pomocí hry

Hra je v rámci ontogeneze důležitou součástí sociálního vývoje zejména u papoušků. Během hry dochází k řadě projevů mnohdy protichůdného chování, kdy se objevuje pozitivní a negativní vyladění jedinců. Pozitivní vyladění zahrnuje vzájemné probírání peří, kontakt zobáky nebo pseudokopulaci. U negativně vyladěných jedinců se objevuje vzájemné napadání a krádeže potravy. Prostřednictvím tohoto chování se ptáci socializují, začleňují se do společenství a utvářejí mezi sebou vztahy (Skeate 1985).

Skeate (1985) pozoroval projevy sociálního chování při hře u dvou juvenilních amazoňanů běločelých (*Amazona albifrons* (Sparrman, 1788)). Nejčastějším typem hry pozorované u amazoňanů byl hraný boj, který zahrnoval fyzický kontakt, variace různých postojů a řeč těla obou jedinců. Jedinec hru započal postrkováním druhého jedince do hlavy a stavěl se k němu příkřčeně, aby se jevil jako menší. Hlavním projevem hry mezi amazoňany bylo klovaní do druhého. Když byla pro druhého ptáka míra agrese již neúnosná, zaměřil se prvním jedinci na končetiny a přitom snížil svůj postoj, čímž se snížila i míra agrese.

Další studie zabývající se sociální hrou u ptáků se objevují v rámci druhů, např. u nestorů kea (Diamond & Bond 2002), arů zelenokřídých (*Ara chloroptera* Gray, 1859) (Deckert & Deckert 1982), krkavce velkého (Heinrich & Smolker 1998) a straky obecné (Deckert 1991).

## Kooperace a prosocialita

Není snadné definovat kooperaci, ale v zásadě se jedná o všechny činnosti, u kterých jedinci vzájemně spolupracují, aby nabyli zisku (Noë 2006). Spolupráce dvou či více jedinců je pozorována při laboratorních studiích i v přirozeném prostředí. Kooperaci lze velmi často pozorovat u zvířat při lovu nebo při shánění potravy. Takové chování vyžaduje vysokou sociální inteligenci, vykazuje se např. u papoušků. U papoušků můžeme ve volné přírodě pozorovat kooperaci v rámci rodičovské péče nebo při antipredační strategii, při níž ohrožovaní jedinci útočí na predátora, aby ochránili mláďata (Péron et al. 2011).

Kooperace je důležitým faktorem pro udržení dlouholetého partnerství havranů polních. Kooperace partnerů by měla být pro oba prospěšná a rovnocenná. Mállokdy se stává, že jeden jedinec v kooperaci druhého jedince podvede (Dugatkin 1997). Pokud se tak stane mezi krkavci, tak si podvedení jedinci pamatují, kdo je podvedl, a později si ho ke spolupráci již nevyberou (Massen et al. 2015). Autoři ve většině studií se shodují, že na pravděpodobnost uskutečnění spolupráce mají vliv sociální vazby, vztahy mezi ptáky a míra dominance (Péron et al. 2011, Tebbich et al. 1996). Ptáci si jsou schopni zapamatovat po dobu přibližně jednoho měsíce, kdo s nimi potravu sdílel a kdo nikoliv (Müller et al. 2017).

Havrani během sestavování páru projevují partnerovi ochotu kooperovat tím, že mu nabídnou část své potravy (Kort et al. 2006). Někteří ptáci při vytváření dlouhodobých svazků projevují ochotu kooperovat, např. synchronizací pohybů nebo synchronizací vokalizace (Emery et al. 2007). Andulky vlnkované (*Melopsittacus undulatus* (Shaw, 1805)) se po spárování naučí během dvou týdnů stejnou vokalizaci (Hile & Striedter 2000).

Při skupinovém lovu koordinují jedinci své jednání tak, aby zisk z ulovené oběti měla celá skupina. Většina evidovaných případů společného lovu je u dravců, kteří odchovávají mláďata v páru. Studie zabývající se lovem káňat Harrisových (*Parabuteo unicinctus* (Temminck, 1824)) zjistila, že tito ptáci spolu loví během období, kdy se nerozmnožují. Skupina káňat se rozdělila do dvou menších skupin. Jedna skupina kroužila nad obětí, druhá nalétávala na oběť ze všech stran a pokoušela se ji zabít. Takovýto kooperativní lov může fungovat pouze, pokud oběť vystačí k nasycení všech jedinců skupiny. Bylo vypočítáno, že káňě potřebuje za den zhruba 147 kalorií. Průměrný zajíc poskytuje 630 kalorií, což by znamenalo, že dodá z 88 % energii celé skupině. Samotné káňě by muselo ulovit několik hrabošů, aby získalo tolik energie jako celá skupina z jednoho velkého zajíce. Nejvýhodnější je tímto způsobem ulovit zajíce tmavoocasého (*Lepus californicus* Gray, 1837), který váží přes dvě kila (Bednarz 1988).

Kooperace je nejčastěji testována pomocí modelu tzv. volného provázku, ve kterém byli testováni žakové šedí (*Psittacus erithacus* Linnaeus, 1758), havrani polní a krkavci velcí. Dva jedinci téhož druhu stojí před nádobou, ve které je na prkně umístěna potrava. K prkně vede provázek, za jehož konce má dvojice současně zatáhnout, aby přisunula krmení blíže k okraji nádoby. Studie ukázaly, že úloha je lépe a rychleji vyřešena, pokud se testovaná dvojice zná a vzájemně se toleruje (Seed et al. 2008; Péron et al. 2011; Asakawa-Haas et al. 2016).

Krasheninnikova a kolektiv (2019) testovali prosocialitu u papoušků žako. Prosocialita je definována jako dobrovolné a méně nákladné chování jednoho jedince, které je výhodné také pro dalšího jedince. Osm ručně ochovaných subadultních žaků mělo v pokusu na výběr mezi dvěma žetony. Výběrem modrého žetonu aktér zajistil odměnu sobě i svému partnerovi a výběrem bílého žetonu zajistil odměnu pouze sobě. V pokusu byl stůl rozdělen pomocí



plexiskla do dvou stejně velkých oddělení. Ptáci se mohli vidět i slyšet. V každém oddělení ležely tři modré a tři bílé žetony. Nejdříve se papoušci naučili, co jednotlivé žetony znamenají. V prvních testech dostávali dle výběru žetonu jedinci semena slunečnic buď jednotlivě, nebo oba. Poté bylo odměňování změněno. Při rozdílném výběru žetonů dostal aktér semena slunečnice, ale jeho partner dostal vlašský ořech. Dle výsledků prvních pokusů s jedním typem odměny ptáci nejčastěji opláceli svému protějšku jejich výběr. V pokusech s odlišnou odměnou se ptáci naučili, že mohou dostat lepší odměnu, pokud v předešlém kole zvolili odlišný žeton nežli jejich partner, a tím dopřáli odměnu svému partnerovi. Po pár testech se skoro výhradně rozhodovali pro oplácení partnerovi.

## **Klamání**

Klamání je takové chování, kdy se zvýší okamžitý zisk jednajícího jedince a sníží okamžitý zisk oklamaneho individua. Při klamání dochází k manipulaci s jedincem (Brosnan & Bshary 2010).

Ptáci při skrývání potravy využívají proměnlivost svého prostředí a potenciálním zlodějům se snaží poskytnout co nejméně vizuálních informací o skrýši, ale ne vždy se to podaří (Emery & Clayton 2007).

Oklamání bylo pozorováno v experimentu s krkavci velkými. Bugnyar a Kotrschal (2002) zjistili, že pokud dají jednomu krkavci, tzv. skrývači, větší množství odměn, poschovává si je. Ve voliére byl při schovávání potravy přítomen ještě další krkavec, tzv. potenciální zloděj, který čekal, až skrývač přestane s ukrýváním potravy. Poté s ním manipuloval takovým způsobem, že se např. otočil, aby si skrývač myslel, že nebyl pozorován. Pak zloděj vyčkával, až skrývač opustí svou skrýš, a potravu mu ukradl.

V jiné studii si krkavec z tříčlenné skupiny schoval kus masa ve velké voliére. Současně byli vedle voliéry v klecích umístěni dva zbylí krkavci. Jednomu z nich bylo umožněno pozorovat skrývače při ukrývání potravy. Druhý jedinec do voliéry neviděl. Pokud byl skrývač z voliéry odchycen a byli do ní vpuštěni zmiňovaní dva krkavci, tak se po chvílce začal pozorovatel zajímat o místo, jež bylo daleko od úkrytu s potravou. Chvilku tam hrabal a pak se od místa vzdálil, aby na toto místo klamně navedl nevědomého společníka. Ten se opravdu se zájmem na toto místo přesunul a začal tam hrabat. Pozorovatel se ale mezitím přesunul k místu, kde byla potrava dopravdy schována, vyhrabal ji a sezobl (Bugnyar & Heinrich 2005).

### **3.3.2 Paměť**

Paměť je zásobárna informací získaných během života, která se formuje nejčastěji v hipokampu (Bolhuis & Macphail 2001). V paměti se nachází informace, které jsou registrovány, tříděny a ukládány (Veselovský 2005). Vjemy se dostávají do hipokampu, kde jsou nejprve ukládány do krátkodobé paměti, a poté jsou některé informace ukládány do dlouhodobé paměti. Zatím ale není zcela objasněno, jak jsou v hipokampu informace tříděny (Mohr 2007) a jakou roli hrají různé typy paměti (Macphail 1993).

Paměť má tři fáze. První fáze je zapamatování si neboli kódování informací. Jde o proces vytváření paměťových stop v mozkové kůře na základě působení podnětů. Druhá fáze je uchování, kdy jsou informace podrženy v paměti po určitou dobu. Vybavování je poslední fáze

paměti, jde o proces, kdy je uchovaná informace použita, pokud to situace vyžaduje (Sherwood 2008; Vanduffel 2018).

Krátkodobá, nebo také pracovní, paměť je definovaná jako schopnost uchovat omezené množství informací v průběhu sekund či minut. Kapacita krátkodobé paměti je limitována. Proto se časem mohou opakované informace dostat z pracovní paměti do dlouhodobé (Dukas 1998), jelikož retence dlouhodobé paměti je od několika minut až po celý život (Vanduffel 2018).

Živočichové by měli být schopni využít získané zkušenosti a dovednosti ke svému budoucímu prospěchu. Především v situacích, které mohou vést ke zranění nebo ke smrti. Pro živočichy je životně důležité pamatovat si, kde je potrava, jaké číhá nebezpečí, jak přežít a vyvíjet se (Glenberg 1997).

## Prostorová kognice

Výzkum prostorové kognice sloužil jako důležitý faktor v rozvoji vědy zabývající se zvířecí kognicí. Prostorová kognice je uplatňována v rozsáhlém prostředí u většiny životně důležitého chování, mezi ně patří rozptyl, migrace, teritorialita, vyhýbání se predátorům, vyhledávání partnera, vyhledávání potravy, vytváření úkrytů s potravou a zapamatování si těchto míst (O'Keefe & Nadel 1978).

Aby si ptáci, kteří vytvářejí depa s potravou, pamatovali, kde všude mají poschovávanou potravu, potřebují zpracovat informace ohledně objektů v okolí úkrytu a také, jak dlouho potrava vydrží, aby se nezkazila (Emery 2005). Jedna z teorií, jak si jsou tyto ptáci schopni zapamatovat tolik míst, je, že používají fotografickou paměť. Bylo pozorováno, že si ořešníci při hledání svých uložišť vždy sednou na stejné místo, odkud hledali úkryt, kam by mohli potravu schovat. Zřejmě proto, aby se znovu rozhlédli a vzpomněli si, kde je potrava ukryta (Kamil et al. 1999). Sojka západní (*Aphelocoma californica* (Vigors, 1839)) sice nemá velké množství uložišť, ale pamatuje si jejich přesný obsah (Clayton et al. 2001). Sojky obecně vyhledávají své úkryty pomocí orientačních bodů nacházejících se v blízkosti schované potravy (Bennett 1993). Řada krkavcovitých pozoruje ostatní jedince svého druhu při schovávání potravy a vykazuje excelentní prostorovou paměť na úkryty potravy cizího ptáka (Clayton et al. 2001). Tato schopnost by mohla úzce souviset se sociální inteligencí u ptáků žijících ve velkých skupinách. Bednekoff a Balda (1996) proto testovali sociálně žijící sojky modré a asociálně žijící ořešníky americké. Oba druhy nejdříve schovaly vlastní potravu a poté pozorovaly jiného jedince, jak schovává svou potravu. Sojky si pamatovaly vlastní i cizí uložště po dobu jednoho týdne, ořešníci si pamatovali pouze vlastní uložště.

Pěnice černohlavé (*Sylvia atricapilla* (Linnaeus, 1758)) dědí směr migrace po svých rodičích (Berthold et al. 1992). Testy ručně vychovaných pěnic odchycených z přírody ukázaly, že jejich migrace měla i přes odchov v zajetí směr jako rodičovská populace (Helbig et al. 1989). Roční mláďata neměla žádné zkušenosti s migrací a zvládala letět stejnou cestu do Afriky jako divoce žijící jedinci (Dukas 1998).

Healy a Hurly (1995) zkoumali, jak si kolibříci rezavolesklí (*Selasphorus rufus* (Gmelin, 1788)) brání svá potravní teritoria. Každý kolibřík si udržuje přístup k dostatečnému množství květů, aby si zajistil dostatek nektaru k naplnění energetické potřeby.

## Potravně epizodická paměť

S prostorovou pamětí úzce souvisí i epizodická paměť, kterou prvně definoval Tulving (1972) jako „kde“, „kdy“, „co“ paměť. Epizodická paměť je schopnost si zapamatovat, co se stalo, kde a kdy. Tato paměť se zvířeti vyplatí pouze tehdy, když je vzpomínka pro jedince výhodná. Nejvíce je tato paměť spojována se schováváním potravy. Vytváření dep s potravou je v momentu schovávání potravy bez jakékoliv výhody a vyplatí se až někdy v budoucnosti. Toho si musí být zvíře vědomé. Aby mohla mít zvířata epizodickou paměť, je potřeba, aby měla cit pro čas (Roberts 2002). Lidé si k tomu vyrobili hodiny a počítají dny, týdny a roky. Jak to ale dělají zvířata? Jedno možné vysvětlení je, že si pamatují počet světelných fází dnů, zvířata v laboratoři si zase mohou pamatovat cykly příchodů a odchodů experimentátorů (Daan & Koene 1981).

Přežití ptáků žijících v nepříznivých podmínkách závisí na tvorbě zásob potravy. Tito ptáci si musí dobře zapamatovat umístění svých dep s potravou, protože nedostatek potravy může v zimním období znamenat smrt (Pravosudov & Grubb 1997). Zásoby ptákům umožňují začít i dříve hnízdit a mít dostatek potravy pro nakrmení mláďat (Vander Wall 1990). Druhy žijící v teplejších oblastech nebo třeba i poblíž měst, kde se celoročně nachází dostatek potravy, nemusí na zimu zakládat potravní depa (Nathan et al 2012). Existují dva způsoby schovávání si potravy. Jsou ptáci, kteří si schovají vše na jednom místě, a ptáci, kteří si schovávají potravu na více místech. Mezi ptáky schovávající si potravu na jednom místě patří datel sběrač (*Melanerpes formicivorus* (Swainson, 1827)), ten schovává svou potravu do jedné dutiny ve stromě (Emery 2017). Ptáků schovávajících si potravu na několika místech je mnohem více, nejčastěji jsou to sojky, ořešníci a sýkory (Dukas 1998).

Ořešník americký je schopen si zapamatovat až tři tisíce úkrytů, ve kterých si schovává každý rok na podzim semínka borovice. K těmto úkrytům se vrací v zimě a na jaře (Balda & Kamil 2006).

Druhy sýkor, jež si schovávají potravu, mají v poměru s tělesnou váhou až o 31 % větší hipokampus než sýkory, které si hledají pouze čerstvou potravu a nezakládají si zásoby (Balda & Kamil 1992). Například sýkory lužní (*Parus montanus* Conrad, 1827) a sýkory laponské (*Parus cinctus* Boddaert, 1783) si schovávají nespočet potravních zbytků na dlouhou zimu, sýkora modřinka (*Parus caeruleus* Linnaeus, 1758) nebo sýkora koňadra (*Parus major* Linnaeus, 1758) si potravu neschovávají (Nathan et al. 2012). Sojka zlověstná (*Perisoreus infaustus* (Linnaeus, 1758)), žijící na Sibíři, má velice dobrou paměť. U tohoto ptáka bylo pozorováno, že si v přírodě ukládá několik tisíc kusů potravy za rok (Ekman et al. 1996). Naopak kavky obecné (*Corvus monedula* Linnaeus, 1758) a sojky středoamerické (*Cyanocorax formosus* (Swainson, 1827)), žijící jižně v mírném pásmu, si potravu neschovávají nebo schovávají jen malé množství potravy (Nathan et al. 2012). Sýkory černohlavé (*Parus atricapillus* Linnaeus, 1766), žijící na Aljašce, si na zimu schovávají větší množství potravy než druhy žijící v jižněji položeném Coloradu, a to i když jsou jedinci z obou populací chováni ve stejných podmínkách v laboratoři (Pravosudov & Clayton 2002). Sýkory si obvykle schovávají potravu ve svém přirozeném prostředí pár dnů (Dukas 1998), někdy se to však protáhne i na několik měsíců (Brodin & Ekman 1994).

V experimentu se sojkou západní (*Aphelocoma californica* (Vigors, 1839)) bylo dokázáno, že tito ptáci vědí, které z předložených krmiv je nejtrvanlivější. Výzkumu byli podrobeni uměle odchovaní jedinci i odchycení jedinci z přírody, kteří k sobě neměli přístup.

Odchované sojky neměly možnost tuto činnost odpozorovat od jedinců odchycených z přírody. Na výběr měly buráky, usmrcené larvy potemníka moučného a cvrčky. Po dobu pozorování nebylo do voliéry nijak zasahováno. Obě skupiny sojek si ve výzkumných voliérách poschovávaly v první testovací fázi buráky a larvy potemníka, v druhé fázi buráky a cvrčky a v poslední fázi larvy potemníka a cvrčky. Po uschovávání potravy byly sojky přepuštěny do jiné voliéry a do výzkumné neměly přístup. Do výzkumné voliéry byly znovu pouštěny po časových intervalech 4, 28 a 100 hodin. Po prvním intervalu v první a druhé testovací fázi sojky vyhledaly nejdříve hmyz a v druhém i v třetím časovém úseku upřednostnily buráky. V třetí fázi výzkumu pouze v prvním intervalu vyzobaly úschovny s larvami potemníka, v druhém intervalu zkoušely cvrčky, které nepožřely. Z tohoto výzkumu vyplývá, že sojky západní nejprve s přesností vyhledaly úkryty s rychleji se kazícím hmyzem (Clayton et al. 2001). I sojky křovinné (*Aphelocoma coerulescens* (Bosc, 1795)) jsou schopné pochopit, že se musí vrátit včas na místa, kam schovaly rychle se kazící potravu (Emery 2017). Ručně odchované sojky křovinné si v experimentu schovaly usmrcené žížaly a buráky do nádoby s pískem a dostaly možnost se k tomuto krmivu vrátit po čtyřech hodinách. Sojky si vyhrabaly nejprve žížaly a až poté buráky. Když jim bylo umožněno se dostat ke krmivu po pěti dnech, vyhrabaly si pouze buráky a ani se nepokusily vyhrabat žížaly. Tito ptáci si zřejmě pamatují, co, kde a hlavně kdy schovali (Emery 2017).

Další potenciální kandidát na epizodickou paměť by mohl být hnízdní parazitismus, ten je praktikován např. kukačkami obecnými (*Cuculus canorus* Linnaeus, 1758) nebo vlhovci hnědohlavými (*Molothrus ater* (Boddaert, 1783)). Úspěšně parazitující pták využívá informaci o umístění hnízd ptáků, na kterých parazituje, a vhodném času, kdy snést vejčička do cizí snášky (Clayton et al. 2001).

## Orientace

Orientační smysl se vyvíjí ihned po vyklubání mláďat nidifugních druhů. Kupříkladu husám nebo slepicím se tento smysl uplatňuje, když po vylíhnutí hledají potravu dál od hnízda, a poté je zapotřebí najít cestu zpět. Nidikolní mláďata nepotřebují prostorovou představivost, ale potřebují si zapamatovat první objekt jimi zahlédnutý, tedy rodiče. Dobrý orientační smysl je zapotřebí při krmení mláďat. Rodiče shání mláďatům potravu mnohdy ve velké vzdálenosti od hnízda. Pokud najdou místo, kde je mnoho potravy, je lepší, když se na toto místo dokážou vrátit i následující den, než aby hledali jiný zdroj potravy. Dobrou orientaci potřebují holubi, kteří hledají cestu zpět k holubníku. Jakmile opustí holub svůj holubník, zapamatuje si objekty kolem něj. Informace ohledně budov a silnic z okolí holubníku si ukládá do hipokampu. Když se holub objeví daleko od svého známého prostředí, využívá vnitřní kompas, který mu pomůže najít cestu zpět. Orientace je důležitá i u ptačích druhů skladujících si semínka. Později se ke svým úschovnám vrací. Kolibříci si pamatují, u jakých květů se naposledy nakrmili, a vědí, kdy se květy znovu naplní nektarem, a poté se k nim vrací (Emery 2017). Kolibříci se potřebují při rychlém letu orientovat ve svém okolí. V Americe je obvyklé, že kolibřík rubínohrdlý (*Archilochus colubris* (Linnaeus, 1758)) zalétne do bytu. Aby se mohl orientovat, musí rychle zpracovávat velké množství vizuálních informací. Při pokusu vědci pozorovali, jak se dostane ven. Bylo zjištěno, že kolibřík je schopný vidět sklo okna a nevrazí do něj. Kolibřík při rychlém letu spatří těsně před sklem svůj odraz a zastaví se. Poté pomalu přeletí na místo, kde vidí, že může vylétnout ven (Herrmann 2016).

Tažní ptáci se orientují podle intenzity svitu slunce, hvězd či magnetického pole. Tito ptáci mají tři interní hodinky (sítnici, šišinku a hipotalamus), které podle síly světla vyhodnotí klíčová data ohledně denního času. Pokud tažným ptákům rozhodíme rytmus o zhruba šest hodin, změní se jejich směr letu o 90°. Noční ptáci se orientují obdobně podle hvězd. Experimenty ukázaly, že se tažní ptáci naučí zmapovat konstelaci hvězd noční oblohy a podle toho určují vzdálenost k pólům. Magnetické pole země je relativně pevně daná mapa rozpínající se horizontálně přes celou planetu a napomáhá ptačím druhům při migracích. V sedmdesátých letech vědci narušili holubům orientaci podle magnetického pole tím, že jim na končetinu připevnili magnetický kroužek. Ten holubům způsobil problém při orientaci. Ptáci mají v sítnici receptory reagující na magnetické pole, tzv. kryptochromy. Specializované neurony (Cluster-N-Neurony) se v mozku shlukují poblíž mozkového kmene, kde dokážou vyhodnotit informace z kryptochromů. Poškozením těchto neuronů pták ztrácí schopnost orientace podle magnetického pole, orientace podle slunce a hvězd zůstává ale funkční. Tažní ptáci a holubi mají navíc gen *ADCYAP1*, který byl v jedné studii zkoumán na populacích pěníč černohlavých. Severoevropská populace pěníč odlétá na jihozápad, aby přezimovala ve Španělsku, a pak pokračovala do rovníkové Afriky. Východoevropská populace naopak odlétá na jihovýchod přes Řecko směrem do východní Afriky. Když vědci skřížili jedince z obou populací, jejich mláďata odlétala přes Itálii do Afriky, tedy střední cestou obou rodičů (Emery 2017).

## Učení

Učení je proces získávání zkušeností, které poté utváří jedince v průběhu jeho života. Živočich se rozhoduje na základě naučených informací uložených v paměti. Jedinci se učí již v raném věku od blízkých členů skupiny. Učení se rozděluje na nutné a na výběrové. Mezi nutné patří získání znalostí potřebných k hledání potravy, k obraně a k rozmnožování. Výběrový typ učení zahrnuje úkony, při kterých zvíře nemusí věnovat energii k záchraně svého života. U výběrového učení jde o zvědavost nebo hru. K učení je řazeno operantní podmiňování, návyk, napodobování a vhléd (Veselovský 2005).

Operantní podmiňování neboli učení metodou pokus-omyl je způsob individuálního učení. Toto učení je založeno na vytvoření asociace mezi vlastním chováním a jeho následkem, vede k nejúčinnějšímu vyřešení komplikovaných úloh (Ruediger et al. 2012). Existují tři typy experimentů metodou pokus-omyl. Nejlehčí a nejvíce využívaný je typ, kde je zvíře po správně vyřešeném úkolu odměněno a při chybném řešení úkolu nedostává nic. Druhý typ je dnes z etického hlediska nevhodný, protože zvíře je po chybném vyřešení úlohy potrestáno. Nejtěžší typ operantního podmiňování je ten, kde si má zvíře zapamatovat správný postup úkolu skládajícího se z několika částí. U tohoto typu učení pokusem a omylem zvíře dostává odměnu až po správném vyřešení všech částí úkolu (Hull & Baernstein 1929). Metoda učení pokusem a omylem je důležitá hlavně při řešení úloh s více možnostmi řešení. Zvíře má správně pochopit fyzikální pravidla aparátu a nových problémů, jako jsou např. testové boxy, bludiště, pokusy s hladinou vody či správné rozhodování při kooperaci (Noble 1957). Sadovinkova (1923) byla jedna z prvních, co vyzkoušela ptačí druhy v bludišti. V bludišti byli otestováni např. kanáři domácí (*Serinus canaria* (Linnaeus, 1758)), hýlové obecní (*Pyrrhula pyrrhula* (Linnaeus, 1758)), pěnkavy obecné (*Fringilla coelebs* Linnaeus, 1758) nebo hýlové křivčí (*Pinicola enucleator* (Linnaeus, 1758)). Bludiště v tomto testu mělo několik slepých uliček a jedinou správnou cestu ven. Úkol ptáků byl: naučit se pomocí pokusu a omylu správnou cestu ven z

bludiště. Ptáci se po bludišti pohybovali velice rozdílně. Teprve po 42. pokusu se v bludišti cílevědomě pohyboval hýl obecný a za 20 minut úspěšně našel východ. Po 51. pokusu se ukázalo i u dalších druhů vylepšení celkové doby, kterou ptáci v bludišti strávili.

V experimentu s ručně odchovanými havrany polními šlo o to, zdali pochopí funkci zvyšování hladiny vody pomocí objektů, které do ní vhodí. V první fázi testu se naučili havrani vyndat si odměnu plavající na vodní hladině v trubici v takové výšce, že k ní bez problému dosáhli zobákem. Poté byla hladina snížena a havrani dostali k výběru malé kamínky, velké kamínky a piliny. Havrani se v prvním pokusu naučili, že piliny hladinu vody příliš neovlivní. Po dalším vhažování a několika pokusech zjistili, že velké kamínky fungují lépe než malé kamínky. K odměně se nepokoušeli dosáhnout po každém jednotlivě vhozeném kamínku. Přestali vždy sami od sebe vhažovat kameny, když si byli jistí, že zobákem dosáhnou k odměně v trubici, a to bez předchozí zkoušky, zdali počet vhozených kamínků stačí. Nikdy nehodili do vody o kamínek víc, než bylo potřeba. Naučili se tedy, které předměty dostatečně zvýší hladinu, ale také to, kolik kamínků je třeba k dostatečnému zvýšení hladiny (Bird & Emery 2009). Učení pokusem a omylem je nejdůležitější u mladých jedinců, protože tímto způsobem získávají většinu rysů chování (Starch 1910).

Nejnámější případ učení napodobováním byl pozorován u sýkor, které si ve Velké Británii v chladných zimách obstarávaly potravu otvíráním lahví s mlékem a následnou konzumací smetany, která se držela na povrchu. Toto chování mnoho sýkor odpozorovalo od jiných jedinců. Naučily se, jak udělat do víčka díru, aby se dostaly ke smetaně (Emery 2017). Nepřímé učení pozorováním zkoumal Norton-Griffiths (1967) u ústřičníků velkých (*Haematopus ostralegus* Linnaeus, 1758), jejichž mláďata napodobují rodiče při rozbíjení lastur měkkýšů. Špačci a racci se naučili obsluhovat automatické krmítko díky napodobování metody, kterou spatřili u již poučených ptáků (Franck 1997). Mezi napodobování patří i imitace zvuků. Typičtí imitátoři jsou drozdi, špačci, majny a lyrochvosti (*Menura* spp.). Drozdi umí například přes 150 různých zpěvů, a to nejen imitace ptačích, ale i žabích, hmyzích nebo dalších zvuků z prostředí. Někteří lemčící napodobují hlas predátora, aby odehnali soupeře (Emery 2017).

Učení vhladem znamená, že živočich spontánně pochopí novou situaci a předvidá jednání, kterým posléze novou situaci vyřeší (Thorpe 1963). Ptákům byly předkládány karty, na kterých byl různý počet puntíků. V testu, kde se ověřovalo, zdali umí počítat, byly ptákům předloženy dvě krabice. Jedna krabice měla přesně tolik kusů potravy, kolik bylo puntíků na kartě, druhá krabice měla buď o kus více, nebo o kus méně. V tomto experimentu byla úspěšná pouze jedna vrána a jeden žako šedý, kteří se naučili otvírat vždy jen tu krabici se shodným počtem odměn, jako byl počet puntíků na kartě (Thorpe 1964).

Koehler (1955) svými pokusy dokázal, že se kavka obecná naučí počítat do tří pomocí krabiček s třemi tečkami. A poté toto číslo učil i pomocí tří záblesků žárovky. Pochopení kavka projevila tím, že z předložené odměny sezobla tři larvy potemníka moučného a ostatní nechala bez povšimnutí. Pepperbergová (1991) postupně naučila papouška žako názvy osmdesáti objektů různého tvaru, barvy a materiálu. Papoušek v pokusech bez problémů rozlišil barvy a tvary stejných či různých předmětů. Dokázal odpovědět i na otázku, co je různé a co je stejné. Odpovídal na otázku, kolik je kterých objektů na předloženém tácu. Když měl ve výběru jednu oranžovou křídu, dva oranžové kousky dřeva, čtyři fialové kousky dřeva a pět fialových kusů křídly, odpověděl na otázku „Kolik vidíš fialových kusů dřeva“ zcela korektně číslovkou „4“ (Pepperberg 1994).

### 3.3.3 Metapaměť

Metapaměť je schopnost monitorovat vlastní paměť (Nelson & Narens 1990). Kupříkladu když se zeptáte lidí, zdali mohou vyjmenovat všechny státy Evropy, většina dokáže zcela dobře odhadnout, jestli by to zvládla nebo ne (Nathan et al. 2012). Zvířata využívají metakognici nejspíše při prostorové epizodické paměti, jež je spojována se schováváním potravy, kterou jsem již výše zmiňovala. Pokud si umí zpětně vzpomenout, kam schovali potravu, vrací se nejdříve k uložistům, kde si jsou jistí, že tam potravu naleznou. Až pak hledají místa, u kterých si nejsou zcela jistí, že tam potrava bude (Goto & Watanabe 2012).

Teller (1989) se jako první zabýval metapamětí, a to u holubů. Holubi si měli zapamatovat tvary, poté si mohli vybrat, jestli klovnou na tvar, který si pamatovali, nebo zdali klovnou na tlačítko „Nejsem si jistý“. Holubi dostali největší odměnu, když klovlí na správný tvar, méně odměny, pokud využili možnost nejistého tlačítka a žádnou odměnu, jestliže klovlí chybně. Po dlouhých intervalech využívali ptáci spíše tlačítko nejistoty, protože si pamatovali, že dostanou alespoň malé množství odměny. V novějších pokusech se holubi opět prvně naučili zapamatovat si samostatný tvar. Poté dostali obraz s více tvary, mezi kterými se nacházel i požadovaný tvar. Holubi dostali i možnost vrátit se zpět a prohlédnout si znovu požadovaný tvar. Naprostá většina holubů si tuto možnost ne zvolila a rozhodla přejít ihned k výběru tvarů. Dle výsledků prvního testu se v průměru 47,82 % testovaných holubů rozhodlo pro nejisté tlačítko a 52,18 % holubů si věřilo a dokázalo najít požadovaný tvar. Po patnáctidenním tréninku dokázali holubi najít požadovaný tvar ve více než 90 % všech pokusů (Roberts et al. 2009).

Goto a Watanabe (2012) v obdobném testu testovali i vrány hrubozobé (*Corvus macrorhynchos* Wagler, 1827) žijící v komplexních sociálních skupinách a mající relativně velký přední mozek, což by mělo umožnit metakognici. Vranám byl předložen obrázek vybraného druhu ptáka, který se měly naučit a poté jej v testu rozpoznat od jiných tří druhů ptáků. I ony mohly v samotném testu zvolit tlačítko „Nejsem si jistý“, kde nemusely řešit test a dostaly malou odměnu. Vrány využily tlačítko častěji nežli holubi. Proto se vyzkoušely i testy bez tlačítka, jež ukázaly, že vrány v 50 % pokusů tipovaly.

Celkové výsledky pokusů s holuby a vránami vedou ke dvěma teoriím. Je možné, že si ptáci v prvních dnech zapamatovali částečně pozitivní efekt tlačítka „Nejsem si jistý“, při kterém dostanou odměnu bez jakéhokoliv řešení úlohy. Po delším tréninku ptáci častěji vyřešili úlohu označením správného tvaru, to vede k druhé teorii. Ptáci skutečně umí odhadnout vlastní vědomosti, ale až po dostatečném trénování úlohy. Čím častěji řešili úlohu, tím více trénovali svou paměť, a proto nalézali správný tvar rychleji a s větší jistotou (Goto & Watanabe 2012; Nakamura et al. 2011).

### 3.3.4 Inteligence, vlastnosti komplexní kognice

Inteligence je schopnost získat, rozeznat, udržet a využít fakta, znalosti a zkušenosti, které jsou potřeba znát při řešení problémů, hlavně když je živočich konfrontován s novou situací nebo s novým problémem (Herrmann 2016).

Průzkumy ukázaly, že ptáci pracují se čtyřmi základními vlastnostmi komplexní kognice. První vlastnost kognice je flexibilita. Dovoluje například havranům využít již naučené strategie v zcela nových situacích, anebo naopak využít nové strategie ve známých situacích. Kupříkladu

některí krkavcovití zahrabávají potravu, když je venku chladno. Pokud se ale náhle oteplí, schovanou potravu vyhledají a vyhrabou, aby se nezkazila. Sojka křovinná si schovává různé typy potravy na různých místech, protože si pamatuje i trvanlivost jednotlivých typů potravy, pozře dříve ten typ, který by se rychle zkazil. Druhá vlastnost je představitivost. Do nedávna se myslelo, že je to čistě lidská vlastnost, u zvířat byla vždy považována za nemožnou. V dnešní době máme ale jasné důkazy, že si někteří ptáci promýšlí řešení úloh pomocí metody pokus-omyl, a to bez toho, aby se do řešení reálně pustili. Ohýbání háček a větviček u vran novokaledonských patří do představitivosti, protože si ptáci před použitím nástroje promýšlí, jestli jim ohnutí nástroje pomůže. Třetí vlastností je opatrnost, kdy pták vymýšlí alternativní řešení, které by mu v budoucnu mohlo pomoci. Plánování do budoucna vyžaduje dobrou představitivost a flexibilitu, protože to, o čem pták přemýšlí, by se mohlo, ale i nemuselo stát. Sojky křovinné často pozorují další jedince při schovávání potravy. V experimentu pták schovávající si potravu předpokládal, že je pozorován, a proto dopředu naplánoval změnu umístění potravy. A v tu chvíli, kdy nebyl poblíž potenciální zloděj, přesunul potravu do předem vybraného jiného úkrytu. Čtvrtá a poslední kognitivní vlastnost je kauzální myšlení. To znamená, že ptáci chápou vztah mezi akcí a reakcí. Ptáci se mohou naučit souvislosti mezi akcí a reakcí při opakovaném řešení problému. Test kauzálního myšlení spočívá v tom, že si má pták zapamatovat informace z řešení jedné úlohy a použít je při řešení obdobné úlohy. Havrani se naučili, že těžký kamínek zvedne vodní hladinu líp než lehký kamínek. V testu jim místo kamínků byly předloženy kusy kovu. I u kovu se havran rozhodne pro těžší kus kovu než pro lehčí kus. Tyto čtyři vlastnosti jsou považovány za jádro inteligence především u krkavcovitých ptáků ([viz Obrázek 3., Příloha 6.1](#)) (Emery 2017).

### 3.3.5 Základní kognitivní úlohy

Kognice je u zvířat zkoumána hlavně pomocí úloh, které vyžadují dobrou paměť, pozornost, vnímání okolí a myšlení během jejich řešení (Liedtke et al. 2011; Ellison et al. 2014). V této části se zaměřím na základní úlohy, které byly testovány na vícero druzích ptactva. Mezi tyto úlohy patří experimenty s provázkem, s aparátem s pastmi a zrcadlové testy. Přehled ptačích druhů testovaných v provázkovém testu je sepsán [v Tabulce 1., Příloha 6.2.](#)

#### 3.3.5.1 Provázkový test

Provázkový test se využívá hlavně pro prozkoumání různých mechanismů kognice, jako jsou například porozumění, instinkt, motorika a asociativní učení (Wasserman et al. 2013). U ptáků se provázkový test provádí tak, že je odměna pověšena na provázku, který je připevněný na bidýlku. K odměně se pták nemůže dostat z podlahy, ani přímým letem. Pro ptáky je nejlehčí řešení vytáhnout provázek zobákem, pak si ho přidržit nohou na bidýlku, aby jim nesklouzl zpět dolů, a znovu ho přitahovat zobákem, dokud nedosáhnou na odměnu (Seibt & Wickler 2006).

Johnston (1999) úspěšně zdokumentoval vyřešení provázkového úkolu u šesti z devatenácti volně žijících nestorů. Tato šestice nestorů dokázala vyřešit problém během prvního pokusu v průměrné době 50 vteřin.

Seibt a Wickler (2006) testovali v provázkové úloze stehlíky obecné (*Carduelis carduelis* (Linnaeus, 1758)) a čížky lesní (*Carduelis spinus* (Linnaeus, 1758)). Celkem bylo testováno 52



stehlíků a 29 čížků. Při řešení bylo zjištěno, že několik jedinců spontánně vyřešilo úkol, část jedinců napodobila řešení, které odpozorovalo od jiného jedince, a pár jedinců bylo neúspěšných. Spontánní řešení úkolu je znázorněno na [Obrázku 4., Příloha 6.1](#). Zajímavé je, že ti, co úspěšně dokázali přitáhnout nádržku s odměnou, zkusili poté různé další varianty, jak se k odměně dostat. Jediný další způsob, který fungoval, bylo obmotávání provázku kolem bidýlka. Tuto variantu zkusilo osm stehlíků a sedm čížků. Při porovnání úspěšných vs. neúspěšných jedinců u obou druhů se lišilo procentuální číslo úspěšných. Z 52 stehlíků se pouze 25 jedinců dostalo k odměně. To je 48% úspěšnost. Z 29 čížků bylo úspěšných 21, což vypovídá o 72% úspěšnosti. Čížkové byli tedy skoro dvakrát lepší než stehlíci. Navíc se u čížků vyskytovali pouze 3 imitátoři, přičemž u stehlíků se evidovalo 13 imitátorů.

Taylor a kolektiv (2012) provázkový test vyzkoušeli u vran novokaledonských. Osm vran z jedenácti dokázalo tento test správně vyřešit. Výsledky dokazují, že i když tyto vrány znaly provázkový test pouze ve vertikální podobě, dokázaly poté spontánně vyřešit i horizontální podobu toho testu, protože si zapamatovaly, že táhnutí za provázek znamená odměna (Taylor et al. 2012).

Provázkový test byl zkoumán i u kondorů krocanovitých (*Cathartes aura* (Linnaeus, 1758)). Na konci provázku měli zavěšený kus masa. Dva jedinci z šesti dokázali úkol vyřešit ihned, třetí jej vyřešil až poté, co pozoroval správné chování u jiného jedince. Zbytek skupiny nebyl úspěšný. Kondoři přitahovali provázek jazykem do zobáku, dokud nedosáhli k odměně. Poté provázek vyplivli. Většina ptáků použila metodu táhnutí zobákem, přidržení nohou a znovu táhnutí zobákem, mezi další druhy takto řešící provázkový test patří krkavci (Heinrich & Bugnyar 2005) a káně Harrisové (Ellison et al. 2014).

### 3.3.5.2 Test s aparátem s pastí

Existují čtyři typy aparátů s pastí, které jsou používány v experimentech. Prvním typem aparátu je plexisklový válec, v jehož středu je umístěna past (ne vždy) a vedle ní odměna (viz obrázek A). Aby bylo zvíře úspěšné, musí zvolit správnou stranu aparátu, použít nástroj k získání odměny a vyhnout se pasti (Taylor et al. 2009). V případě, kdy je testován druh, jenž přirozeně nepoužívá nástroje, bývá tento aparát upraven (viz obrázek B). Nástroj je v takovéto situaci do válce předem vložen a válec obsahuje pomocné disky, které odměnu pomáhají přesouvat (Seed et al. 2006; Liedtke et al. 2011). Druhý typ aparátu je plexisklový válec se dvěma pastmi, jedna z nich je nefunkční (viz obrázek C). Odměna je umístěna mezi tyto pasti. Nefunkční past může mít odstraněné dno a odměna skrze past propadne na podložku, kde je přístupná a může být sezobnuta, nebo past má zakrytý vrchní otvor, přes nějž může být odměna přesunuta. Předpokládá se, že se testovaný jedinec nebude vyhýbat nefunkční pasti, jelikož chápe, že nemůže způsobit ztrátu odměny, a pro její získání zvolí stranu aparátu s touto pastí (Taylor et al. 2009; Seed et al. 2006). Třetí typ aparátu je válec z plexiskla se šterbinou (viz obrázek D). Tento aparát se opět skládá z průhledného válce, v jehož středu je past. Je opatřen šterbinou po celé délce vrchní stěny, k přesunutí odměny lze použít zobák nebo končetiny. Třetí aparát se používá v případě, že testovaný jedinec neuspěl v úloze s prvním typem aparátu (Liedtke et al. 2011). Posledním typem aparátu je stůl s pastí, jež je sestavena z dřevěného boxu rozděleného na dvě identické části se svrchní stěnou z plexiskla či pletiva (viz obrázky E, F). V obou částech jsou umístěny odměny, před jednou se ovšem nachází past. Zvíře by mělo

vybrat adekvátní polovinu boxu a pomocí nástroje získat odměnu (Taylor et al. 2009). Přehled aparátů s pastí je na [Obrázku 5., Příloha 6.1.](#)

V laboratoři byly testovány vrány novokaledonské v experimentu s prvním typem aparátu z plexisklového válce. Páru vran odchycených z přírody byl v tomto experimentu předložen rovný kus drátu a aparát obsahující košík s odměnou. Samice byla ve většině pokusů úspěšná. Tyto vrány neměly nikdy možnost odpozorovat používání nástroje u jiných jedinců a nikdy neřešily obdobnou úlohu. Samec v této úloze získal odměnu z válce pouze jednou pomocí rovného drátu (Weir et al. 2002).

Seed a kolektiv (2006) ve své studii s havrany polními použili druhý typ válcového aparátu, kde byla svrchní část inaktivní pasti obarvena černou barvou stejně jako dno aktivní pasti. Nástroj tvaru rovného klacíku byl umístěn do aparátu. Aparát obsahoval posuvné disky, kterými byla potrava ve válci přesunována. Disky jsou používány k testování schopností ptáků, kteří v přírodě nepoužívají nástroje. Testováno bylo osm dospělých ptáků odchovaných v zajetí. Nejprve se havrani učili přesouvat potravu přes nefunkční past, poté byla testována jejich schopnost přenést získané znalosti na válec s neaktivní pastí beze dna. Tuto úlohu provedli všichni ptáci úspěšně.

Liedtke a kolektiv (2011) podrobili ručně odchované nestory kea, ary zelenokřídle a kakadu žlutolícího (*Cacatua sulphurea* (Gmelin, 1788)) testu s třetím typem válcového aparátu. Po několikátém pokusu se ptáci naučili, že se pasti vyhnou pouze tehdy, když odměnu zvednou zobákem a přesunou ji přes past. Poté již nezáleželo na tom, z jaké strany se o vyndání pokusili. Pokusy zvládali papoušci vyřešit pomocí zobáku, jeden kakadu pomocí končetiny. Jeden ara úkol nevyřešil.

Testu s aparátem stolu s pastí bylo podrobena devět ručně odchovaných jedinců ary zeleného (*Ara ambigua* (Bechstein, 1811)) a devět jedinců ary kanindy (*Ara glaucogularis* Dabbene, 1921). Experimenty se prováděly v uzavřené ubikaci u voliéry v Loro Parque na Tenerife. Všichni arové, mimo jednoho ary kanindy, byli již dříve testováni v úloze s plexisklovým válcem, v jehož středu byla umístěna past. Stůl s pastí pokrývalo drátěné pletivo. Pouze jeden konec aparátu byl otevřený, odměna ležela na opačné straně v kovové mističce, která bránila přímému vytáhnutí odměny z pletiva. Subjekty posouvaly odměnu zobákem skrze drátěné pletivo, to znamená, že mohly posouvat odměnu pouze po malých krocích, což eliminovalo možnost výběru preferované strany jako u jiných úloh s aparáty s pastí. Papoušci začínali úkol vždy na stejné straně ubikace, ale aparát stál při každém pokusu někde jinde a byl různě otočený. Jakmile pták zvládl třikrát vytáhnout odměnu na jedné straně, začali vědci pasti i aparát různě otáčet, aby byl každý jednotlivý pokus zcela unikátní. Nejlépe si v této úloze vedl samec ary zeleného, který zvládl úspěšně vyřešit čtrnáct z dvaceti pokusů, a jeden ara kaninda, který úspěšně vyřešil čtrnáct z osmnácti úkolů. Výsledky ukázaly, že oba druhy arů jsou sice schopné tento úkol vyřešit, ovšem jejich úspěšnost souvisí spíše s náhodou nežli s opravdovým pochopením úkolu. Důvodem, proč tomu tak je, by mohla být teorie, že jinak než ostatní úspěšní jedinci, jako třeba vrány novokaledonské, jsou papoušci lépe přizpůsobeni k tomu naučit se jisté pravidlo, než aby se pokusili pochopit fyzikální pravidla daného problému. Další nevýhodou je pro ary postavení zobáku, kvůli kterému mají malý slepý bod, přes něj při manipulaci s odměnou neviděli na past. Také je možnost, že v experimentech hrál velkou roli věk. Při prvních testech byli jedinci ještě subadultní, o rok později řešily úlohu lépe (O'Neill et al. 2018).

Schopnost sebepoznání byla u zvířat poprvé popsána Darwinem (1876). Poznat se v zrcadle vyžaduje poznání vlastního těla a schopnost vizuálně koordinovat pohyby těla v prostoru s odpovídajícími pohyby v zrcadle (Toda & Watanabe 2008). Některá zvířata se nikdy nenaučí, že se v odrazu nacházejí ona samotná. Jsou však i jedinci, jež se dokážou naučit, že odraz, který vidí v zrcadle, je jejich. Nechovají se k zrcadlu jako k jinému jedinci svého druhu, ani neprojevují agresivitu. Ptáci, kteří to dokážou, se dívají s otevřeným zobákem do svého hrdla, prohlížejí se zezadu (Emery 2017), pohybují se sem a tam nebo si kontrolují opeření na místech těla, kam si nevidí (Prior et al. 2008).

### 3.3.5.3 Zrcadlový test

Gallup (1970) byl první, kdo aktivně testoval sebepoznání u zvířat pomocí označovacího testu. Při něm je zvíře označeno kupříkladu malou tečkou na místě těla, kam si bez pomoci zrcadla nevidí. Tomuto testu byly podrobeny např. straky obecné, které byly označeny na hrudi těsně pod zobákem buď barevnou (žlutou nebo červenou), nebo kontrolní černou tečkou. Černá tečka nebyla na hrudi vidět ani v zrcadle, pomocí ní se ověřovalo, jestli si ptáci pouze nezapamatovali její nalepení na hrud'. Výsledky ukázaly, že se straky téměř ihned pokoušely o odstranění barevné tečky. Po úspěšném odstranění tečky pečovaly o své peří (viz [Obrázek 6., Příloha 6.1.](#)). V zrcadle poté kontrolovaly, zdali se jim to povedlo. Žádná z testovaných strak se nepokoušela o odstranění tečky na odrazu zrcadla. V případě kontrolní černé tečky se ptáci chovali, jako by ji na sobě neměli, a tudíž ji nezkoušeli odstranit. Poté se testovala barevná tečka na těle, ale bez zrcadla. Ptáci se nepokoušeli tečku odstranit, bez zrcadla tedy opravdu nevěděli, kde nebo jestli vůbec se tečka nachází na jejich těle. Ručně odchované straky obecné se naučily v průměru za 150 minut, že jde v zrcadle o jejich odraz. Mezi zvířaty je to úplně nejrychlejší sebepochopení, šimpanzi (*Pan sp.*) a orangutani (*Pongo sp.*) ukazují takový typ chování až po třech dnech. (Prior et al. 2008).

Komplikovanější je test, kde je zrcadlem zprostředkovaná pozice odměny (Pepperberg et al. 1995). Ptáci musí u tohoto testu využít zrcadlo bez metody pokus-omyl, aby našli odměnu nacházející se mimo dohled. Úlohu vyřeší jen tehdy, když pochopí spojitost mezi reálnou pozicí odměny a pozicí v zrcadle. Musí tedy pochopit odraz zrcadla jako takový. Předpokládá se, že zvířata chápou pomoc odrazu zrcadla k nalezení odměny, ale nemusí si být vědoma, že se jedná jak v zrcadle, tak i ve skutečnosti o ten samý objekt (Povinelli 1989).

Tento test byl vyzkoušen na vranách novokaledonských. V testu byl nejprve vranám předložen aparát s dvěma boxy s dřevěným přesahem pro úkryt odměny. Pod aparátem bylo umístěno zrcadlo, na které se ptáci ale nemohli postavit. Aparát s dvěma boxy sloužil k pochopení jeho funkce. Poté se k zmiňovanému aparátu přidaly další dva boxy. Na grafickém znázornění průřezu aparátu ukazuje šipka na dřevěný přesah zabráňující výhled na odměnu (viz [Obrázek 7., Příloha 6.1.](#)). Čtvereček za přesahem je masová kulička. Vrány použily zrcadlo k nalezení odměny, ale nedokázaly se v něm poznat. Všichni ptáci odchycení v divočině se úspěšně naučili využít horizontální zrcadlo, pomocí něhož lokalizovali schovanou potravu v tzv. čtyřkrabicovém prostorově lokačním testu (Medina et al. 2011). Přehled testovaných druhů ptáků na sebepochopení se v zrcadle je uveden v příloze ([Tabulka 2., Příloha 6.2.](#)).

### 3.3.6 Inovativní chování

Inovace v chování se staly příčinou toho, jak chápeme zvířecí přizpůsobení měnícímu se prostředí. Inovace jsou velmi vzácné, proto je problém je správně definovat. Reader a Laland (2003) inovaci definovali jako „nové nebo modifikované naučené chování, které se v populaci ještě nevyskytovalo“, anebo jako „výsledek nového nebo modifikovaného naučeného, do populace zavedeného, chování“. Overington et al. (2009) klasifikovali ptačí inovaci buď jako konzumaci nového typu potravy, nebo jako vymyšlení nové techniky, jak potravu získat.

S inovacemi souvisí behaviorální plasticita. To znamená vývoj změn chování organismu, které jsou způsobeny různými podněty (např. změnou životního prostředí). Behaviorální plasticita v podobě učení, kognitivního chování nebo rychlého přizpůsobování umožňuje pohotové řešení nových problémů (Lefebvre et al. 1997). Tito autoři se zaměřili na inovativní chování při hledání potravy u ptáků z britských ostrovů a Severní Ameriky. Inovace by měla být dle autorů novým nebo neobvyklým chováním, které u druhu nebylo prozatím popsáno. Celkem bylo pozorováno a popsáno 322 inovací při krmení, z toho 126 na britských ostrovech a 196 v Severní Americe (přehled inovativního chování u vybraných druhů ptáků [viz Tabulka 3., Příloha 6.2.](#)). Kupříkladu bylo zdokumentováno 131 inovací u pěvců a devět inovací u vrubozobých. Pěvci z britských ostrovů vykázali o něco více inovací nežli pěvci ze Severní Ameriky. Většina těchto pěvců patřila do čeledi krkavcovitých. Nečekaný počet inovací byl popsán u sokolů (*Falco* spp.) Po výzkumu ptačích mozků bylo zjištěno, že s četností inovací souvisí relativní velikost předního mozku (Lefebvre et al. 1997). Ptáci s větší relativní velikostí mozku a čtenějším inovativním chováním se umí lépe přizpůsobit klimatickým změnám (MacDonald 2002), lépe přežívají v novém životním prostředí, naopak nemigrující druhy se lépe přizpůsobují ročním obdobím (Sol et al. 2005).

Webster a Lefebvre (2001) porovnávali tendenci pro inovace u pěti různých ptačích druhů z řádu pěvci a měkkozobí (Columbiformes). Ptáky testovali pomocí experimentu tzv. „puzzle box“. Jednotlivci měli tento úkol vyřešit, aby se dostali k potravě. Pěvci, kteří mají i v přírodě vysoký podíl inovací při hledání potravy, byli v tomto experimentu lepší nežli měkkozobí.

Overington a kolektiv (2009) prozkoumali 76 ptačích čeledí. Z celkem 2182 zapsaných případů inovací byl nejčastější typ inovace potravní, což zahrnovalo konzumaci nové potravy. Takový typ inovace byl vždy alespoň jednou popsán u 58 čeledí. Nejvzácnějším typem inovace byla výroba nových nástrojů, jež byla popsána pouze u sedmi čeledí. Nejčastěji se objevovaly inovace u krkavcovitých, jestřábovitých (Accipitridae), lejskovitých (Muscicapidae) a rackovitých (Laridae). U čtrnácti čeledí bylo popsáno inovativní chování pouze při sběru potravy, např. u kukačkovitých (Cuculidae), dropovitých (Otidae) a potáplicovitých (Gaviidae). Výsledky ukázaly, že velikost mozku je skutečně pozitivně spojená nejen s celkovým počtem inovací, ale i s diverzitou inovací pro danou čeleď. Ptáci s velkými mozky měly větší počet potravních inovací než ptáci s menšími mozky.

K inovacím je řazena i neofilie a neofobie. Neofilie je přitažlivost k novým věcem a mohla by sloužit k snazšímu dosažení informací ohledně nové výzvy. Neofobie je strach před novými věcmi nebo před novými úkoly a má ptákovi instinktivně zabránit, aby podstoupil rizika. „Neofobiový test“ zkoumá projevy hladového zvířete vůči motivaci (potravě) a neznámému objektu (Greenberg & Mettke-Hofmann 2001). U vrabců domácích (*Passer domesticus* (Linnaeus, 1758)), špačků obecných a sýkor modřinek nebyla nalezena spojitost

mezi neofobií a řešením testu. Ani u čimanga šedonohého (*Phalcoboenus chimango* (Vieillot, 1816)) nebyla popsána spojitost mezi zkoumáním nových objektů (neofilie) a řešením problémů. Zde lze ale říct, že mladí čimangové dokážou spíše vyřešit „neofobiový test“ než dospělí jedinci (Biondi et al. 2010). Inovativní chování by mělo být častěji pozorováno u juvenilních ptáků než u dospělých. Jako dobrý příklad ptáka s vysokou úrovní inovace je majna obecná (*Acridotheres tristis* (Linnaeus, 1766)), úspěšný invazní druh a ideální model pro pochopení ptačího smyslu pro řešení úplně nových problémů a vymýšlení inovací. Schopnost vyřešit „neofobiový test“ je ovlivňován motorickými schopnostmi zvířete (Griffin & Guez 2014).

Dominance a soutěživost by také mohly souviset s vývojem inovace a rychlejšího řešení problémů, ale i zde hraje důležitou roli mozková kůra. U špačků obecných je známé, že jedinec s větší soutěživostí je obvykle první, který dokáže vyřešit problém ve skupině, ale není nejrychlejší, když je testován zvlášť (Boogert et al. 2008). Na druhou stranu žádné takové chování neexistuje u holubů ani u sýkor modřinek. U sýkor rozhodovala ve skupině spíše dominance než soutěživost (Aplin et al. 2013; Bouchard et al. 2007). Řešení problému je spjato s rychlostí učení, přičemž učení zahrnuje postupné získávání správných motorických pohybů. Pokud se nějaké naučené chování ukáže jako funkční, je opakováno. Až poté se může pták pokusit změnit detail naučeného chování a způsobit tím inovaci známého chování (Griffin & Guez 2014).

### 3.4 Používání nástrojů

#### 3.4.1 Vytváření a používání pravých nástrojů v přírodě

Je jen několik málo ptačích druhů, jež vytvářejí pravé nástroje přímo ve volné přírodě. Jedním z těchto druhů je vrána novokaledonská. U těchto ptáků byly zaznamenány dva typy pravých nástrojů (Hunt 1996). Prvním typem je hákovitý nástroj, pomocí kterého vrány získávají larvy brouků z otvorů ve stromech. Hunt a Gray (2004a) popsali výrobu hákovitého nástroje ve čtyřech krocích: 1) vrány si nejdříve vyberou vhodnou větvičku s listím, 2) odlomí vedlejší větvičky nad kloubem, 3) odlomí nepotřebné části větvičky pod kloubem, 4) odstraní listy a vytvarují hák pomocí zobáku.

Druhým typem pravého nástroje vytvářeného vránami je tzv. pandanus nástroj. Vrány tento nástroj vytvářejí pomocí modifikace listu pandánu (*Pandanus* spp.) Natrhnou zobákem proužek v listu, v několika krocích ho sestříhnou do tvaru nástroje, který je zpočátku úzký a postupně se rozšiřuje. Pandanus nástroj má na jedné straně ostny pandánu. Vrány ho v zobáku drží za široký konec a pomocí ostrého hrotu vytahují např. potravu ze dna listů pandánů. Na Nové Kaledonii byly u těchto vran pozorovány až tři druhy nástrojů z pandánového listu, a to úzké, široké a stupňovité (Hunt & Gray 2004b). Vzácněji tyto vrány vyrábí nástroje z řapíků listů či z vlastního peří. Přehled vytvářených nástrojů těchto vran je na [Obrázku 8., Příloha 6.1.](#)

Dalším druhem vytvářejícím pravé nástroje v přirozeném prostředí je galapážská pěnkavka bledá (*Geospiza pallida* (Sclater & Salvin, 1870)). Pěnkavky odtrhují kaktusové trny nebo upravují větvičky odtržené od nepůvodního ostružiníkového keře (*Rubus niveus* Thunb, 1813) odštěpováním vedlejších větviček a listů. Poté tyto nástroje používají k získání hmyzu zpod kůry stromů (Tebich et al. 2012). Ojedinele bylo pozorováno i spontánní vytvoření a

použití pravého nástroje u vrány americké. Pozorovaný jedinec k ulovení skrytého pavouka v dutině nejprve odlomil trojúhelníkový kousek dřeva. Ten před použitím zúžil klováním. Následně pavouka úzkým hrotem napíchl, vyprostil jej z dutiny a pozřel (Caffrey 2000).

Bylo dokonce zpozorováno použití pravého nástroje jako zbraň. U záchranné stanice „Bird feeding station“ v Arizoně měli krmnou plochu převážně určenou pro sojky Stellerovy (*Cyanocitta stelleri* (Gmelin, 1788)). Tuto plochu obsadila vrána americká. Vrána se krmila. Samec sojky, který vránu chvíli pozoroval, poté uštípl větvíčku z nedaleko stojícího keře oháňkovníku horského (*Cercocarpus montanus*). Tupou část svíral v zobáku a špičatou mířil na vránu. S takto drženou větvíčkou z keře nalétl přímo na vránu. Ovšem neúspěšně. Při přistání na krmnou plochu upustil větvíčku. Vrána větvíčku uchopila stejným způsobem a letěla směrem k sojce, ale její další použití již nebylo zdokumentováno. Pozorovatelé došli k závěru, že sojka větvíčku použila záměrně k odehnání potravního konkurenta (Balda 2007). Přehled ostatních druhů ptáků používajících pravé nástroje je v [Tabulce 4., Příloha 6.2.](#)

### 3.4.2 Používání pravých nástrojů v laboratoři

Bayern a kolektiv (2018) zjistili, že vrány novokaledonské umí vyrobit nástroj kombinací až čtyř samostatně nefunkčních předmětů. V experimentu byla postupně před osm vran dána bedna s potravou, ke které se dalo dostat jen pomocí úzké štěrbin, kam se zobák nevešel (viz [Obrázek 9., Příloha 6.1.](#)). Ptáci tuto bednu nikdy předtím neviděli. Aby se vrány dostaly štěrbinou k odměně, musely si nejprve pomocí větvíčky přistrčit nádobu s odměnou k otvoru a pak mohly odměnu sezobnout. Poté byla nádoba s odměnou umístěna dál do bedny. Vrány se k odměně nemohly dostat pouze pomocí krátké větvíčky. Proto dostali ptáci k dispozici písty injekčních stříkaček, do kterých se větvíčky vešly. Čtyři vrány dokázaly během šesti minut zkombinovat dva předměty k vytvoření delšího nástroje, a to bez metody pokus-omyl. Dále byl experiment ztížen takovým způsobem, že v okolí bedny byly rozmístěny různé široké větvíčky a písty injekčních stříkaček. Ptáci uspěli jen tehdy, pokud k sobě spojili odpovídající části. Zde uspěly jen dvě vrány. V další úrovni experimentu byla nádoba v bedně posunuta ještě dále, bylo potřeba zkombinovat více předmětů k dosažení odměny. Tuto úroveň dokázala vyřešit pouze jediná vrána, která uspěla s kombinací čtyř předmětů (dvou větvíček a dvou pístů injekčních stříkaček). Vyrábět funkční nástroj z více komponentů je mentálně extrémně náročný úkol, protože to vyžaduje složité abstraktní úvahy o vlastnostech ještě neexistujícího nástroje (Bayern et al. 2018).

U sojek chocholatých (*Cyanocitta cristata* (Linnaeus, 1758)) vycovaných v laboratořích bylo pozorováno, jak ze starých kusů časopisů a novin vyráběly nástroje, pomocí kterých dosáhly do krmných misek mimo klec, misky byly daleko a sojky se do nich nedostaly zobákem. V tomto případě jedinci modifikovali útržky novin klováním a otáčením zobákem či končetinou, aby si mohli skrze mříž přisunout granule. Sojky se ani jednou o nástroje nezajímaly, pokud potrava nebyla přítomná. Není známo použití nástroje sojkou chocholatou v přírodě (Jones & Kamil 1973).

V zajetí odchovaný dospělý samec kakadu Goffinova (*Cacatua goffini* (Finsch, 1863)) během hry prohodil oblázek skrze mříž své klece a pokusil se jej získat zpět kusem bambusu drženým v zobáku. Následně byl kakadu podroben experimentu, místo oblázku byl umístěn kešu ořech. Papoušek úlohu vyřešil vytvořením nástroje, vylomil kus z dřevěného trámu a

kombinací dvou pohybů ořech přisunul k sobě. V další části experimentu byli úloze podrobena další dva jedinci. Samec, jenž neviděl úspěch již zmiňovaného jedince, a samice, která tento úspěch sledovala. Úspěšně úlohu vyřešila jen samice (Auersperg et al. 2012).

Pěnkavky bledé byly podrobeny testu s různě dlouhými nástroji a válcem s jedním otvorem. Pěnkavky nejprve sice nepochopily správnou délku nástroje, ale po prvním použití si dokázaly poradit a nástroj upravily. Tři z pěti ptáků se rychle naučili, jak modifikovat větev, aby je mohli využít. Zbylí dva jedinci používali nefunkční nástroje. Tyto experimenty dospěly k závěru, že využívání nástrojů u pěnkavek bledých je spíše naučené chování, které je lépe ovládáno jedinci s vyšší inovativní inteligencí. Nejčastěji se budou pěnkavky učit správné používání nástrojů pomocí učení se z chyb (Tebbich & Bshary 2004).

### 3.4.3 Používání nepravých nástrojů

Havrani polní házeli v Japonsku a v Kalifornii na betonovou silnici v blízkosti přechodů pro chodce tvrdé vlašské ořechy. Ořech, který se nerozbil hodem z výšky, byl rozlousknut projíždějícími auty. Havrani se naučili, že auta zpřístupní jádro ořechu, ale také to, že zelená barva na semaforu pro chodce znamená bezpečný moment pro vyzvednutí potravy (Emery 2017).

Dalším druhem využívajícím auta k rozbíjení ořechů jsou vrány obecné (*Corvus corone* Linnaeus, 1758). Ty většinou hází vlašské ořechy z výšky zhruba pěti až deseti metrů na betonové chodníky, silnice nebo parkoviště. Ale pokud k rozlousknutí nestačí volný pád, hodí ořech před jedoucí auto. Vrány aktivně využívají auta jako louskáček (Shettleworth 2010). Vrány novokaledonské shazují ze stromů na tvrdý povrch ořechy a plže bulimky vláknité (*Placostylus fibratus* Martyn, 1784) (Hunt et al. 2002).

V Africe v Národním parku Serengeti bylo pozorováno několik supů mrchožravých (*Neophron percnopterus* (Linnaeus, 1758)) při používání kamenů k rozbití pštrosího vejce. Sup s kamenem v zobáku zvedl hlavu a rychlým pohybem hlavou dolů vymrštil kámen na vejce. Toto chování supi opakují, dokud se skořápka nerozbije. Poté mohou vypít vnitřek vajíčka. Vědci tyto kameny zvážili. Ideální váha kamenů k rozbití vajec byla v rozmezí 120 až 140 gramů (Lawick-Goodall & Lawick-Goodall 1966). Sup mrchožravý nepoužívá jen kameny, ale umí využít i větev. Skupina zhruba šestnácti párů supů v severovýchodním Bulharsku kroužila nad farmami během období stříhání ovčí vlny. Tito supi sbírali zbytky ovčí vlny. Jeden z nich přiletěl s klackem v zobáku, kterým hýbal zleva doprava. Pohyby klackem nahrnuly větší množství vlny na hromádky, se kterými poté sup odletěl. Supi vlnou vystylají svá hnízda. Po několika obdobích stříhání vlny se zvyšoval počet jedinců využívajících větev ke sbírání zbytků vlny (Stoyanova et al. 2010).

Luňáci černoprsí (*Hamirostra melanosternon* (Gould, 1841)) podobně jako supi shazují kameny na vejce emu hnědého (*Dromaius novaehollandiae* (Latham, 1790)), jeřábů australských (*Grus rubicunda* (Perry, 1810)) a dropů australských (*Ardeotis australis* (Gray, 1829)) (Legge 1917). V experimentu v prvních osmi testech dostal luňák černoprsý vajíčka slepic a šest kulatých kamínků o hmotnosti 15 až 80 gramů. V tomto experimentu se zjišťovala preference kamínků a počet shoení k rozbití vajíček. V prvních testech luňáci sebrali kámen a po zhruba 40 až 100 vteřinách jej začali házet na vajíčka. Pták držel kámen 10 až 15 cm nad vajíčkem. Luňák poté silným pohybem hlavou vymrštil kamínek na vajíčko. Ani jednou se

nepodařilo rozbít vajíčko prvním hodem. Celkem využili luňáci pět z šesti kamenů, z toho nejčastěji použili čtyřicetigramový kamínek. Další dva testy byly provedeny s mrtvým kuřátkem. Tyto testy byly realizovány, aby se vědci dozvěděli, zdali je házení kamenů motivováno vajíčkem nebo celkově potravou. V pokusech s kuřátkem použil luňák kamínek jen při prvním testu. V druhém testu kuře okamžitě pozřel. Nejspíše nové krmivo otestoval kamínkem, a jakmile zjistil, že kamínek neměl žádný účinek, přestal ho používat (Aumann 1990).

Kolihy aljašské (*Numenius tahitiensis* (Gmelin, 1789)) rozbíjí vodní korýše, kteří jsou příliš velcí, aby je mohly pozřít. Korýše drží v zobáku, položí hlavu až na záda a mrští kořist na tvrdý povrch. Kolihy používají nástroje také během zimování na Havajských ostrovech, kde se žijí vajíčky albatrosů (*Diomedea* spp.) Na rozbití skořápky používají kusy korálů, jež házejí na vajíčka, dokud se neobjeví trhлина, kam mohou strčit zobák (Marks & Hall 1992). Drozd zpěvný (*Turdus philomelos* Brehm, 1831) používá rovný kus kořene nebo kámen, aby o něj jako o kovádku rozbil ulitu hlemýždě, kterou drží v zobáku (Veselovský 2005).

Bylo zaznamenáno několik případů, kdy pták použil nepravý nástroj jako zbraň. Při pozorování hnízdícího páru krkavců velkých, byl pozorující vědec při přiblížení se k ptáčatům opakovaně atakován shazovanými kameny (Janes 1976). V případě tabonů lesních jsou shrabávaný písek, kamínky či jiné objekty z hnízda použity jako zbraň proti ještěrům. Téměř vždy trefí hlavu útočícího ještěra (Dow 1980). Samice vrány americké k obraně hnízda použila popadané šišky zpod stromu, na kterém měla hnízdo. Šišky shazovala na hlavu vědce, který vylezl na strom, aby zkontroloval mláďata. Čtyřikrát na muže zaútočila, z toho třikrát se trefila. I orlí damaní užívaly zbraně proti vetřelcům. V jejich případech to byly klacky z hnízda (Boswall 1983).

V přílohách je v tabulkách uveden přehled ptačích druhů používajících nepravé nástroje v laboratoři ([Tabulka 5., Příloha 6.2.](#)) a v přírodě ([Tabulka 6., Příloha 6.2.](#)).

#### 3.4.4 Nepravé nástroje při lovu

Při používání nástroje jako návnady při lovu bylo pozorováno šestnáct druhů ptáků ([viz Tabulka 7., Příloha 6.2.](#)). Jedním z nich je volavka stříbřitá (*Egretta garzetta* (Linnaeus, 1766)), která sletěla k vodě poblíž vědců. Vědci jí hodili kus chleba, volavka ho zvedla a šla s ním k okraji vodní nádrže. Tam ho v pootevřeném zobáku držela na hladině a zhruba po 10 vteřinách rychlým pohybem hlavou chytila rybkou, která chleba uždíbovala. O dva dny později se vědci tento pokus zopakovali, přičemž se chování volavky takřka nezměnilo. Zřejmě byl oba dny pozorován stejný jedinec, protože není zdokumentováno žádné širší pozorování popsaného chování. Pokus s chlebem byl vyzkoušen i na volavce popelavé (*Ardea cinerea* Linnaeus, 1758). Tento druh se choval s návnadou trochu jinak nežli volavka stříbřitá. Tato volavka nechala chleba plovat na hladině, a když se k němu přiblížila nějaká ryba, udeřila a ulovila si svou kořist. Volavka stříbřitá ukázala aktivní používání návnady, přičemž volavka popelavá ukázala pasivní používání návnady (Post et al. 2009).

Dalším druhem používajícím návnadu je sýček králičí (*Athene cunicularia* (Molina, 1782)). Ten sbírá savčí trus, který umístí kolem svých nor. Trus láká hmyz, např. brouka (*Phanaeus igneus* MacLeay, 1819), který se jim živí. Při čtyřdenních pokusech, kde bylo experimentátory regulováno množství trusu u vybraných nor sýčků, se ukázalo, že sýčci, kteří



měli trus kolem vchodu, konzumovali až desetkrát více bezobratlých než sýčci bez trusu (Levey et al. 2004).

Kardinál červený (*Cardinalis cardinalis* (Linnaeus, 1758)) využil svá ocasní pera jako nástroj pro lov termitů. Kardinál využil pera k tomu, aby nasměroval roj termitů z kamene na svá křídla, protože z nich je mohl pohodlněji sezobnout. Kardinál je jediným ptákem, u kterého bylo takové chování pozorováno (Vornberger 2004). Volavka velká (*Ardea herodias* Linnaeus, 1758) využívá kachny jako nástroj k lovení. Často se postaví jen metr od proplouvajících kachen, které svou přítomností lákají ryby do její blízkosti. Ryby totiž plavou pryč od kachen pohybujících se před nimi, což je výhoda pro nehýbající se volavku. Kvakoši noční (*Nycticorax nycticorax* Linnaeus 1758) se naučili, že lidé v Central Parku v New Yorku loví ryby tzv. stylem „chytnout a pustit“. Proto kvakoš počká, až člověk rybu chytí a zase ji pustí. V ten moment je kvakoš připravený a tuto rybu uloví (Herrmann 2016).

### 3.4.5 Metanástroje

Metanástroje neboli tzv. „sekundární nástroje“ jsou zvířetem využity k dosažení jiného nástroje nebo k jeho modifikaci. Metanástroje lze tedy dělit na sekvenční a konstruktivní. Sekvenční metanástroj je nástroj, který je zvířetem využitý k dosažení jiného nástroje. Sekvenčním metanástrojem může být např. krátká větvička, jejíž pomocí pták získal delší nástroj, na který nešlo dosáhnout zobákem či končetinou. Konstruktivním metanástrojem zvíře modifikuje finální nástroj, kterým si usnadňuje lov, např. hmyzu ukrytého ve štěrbinách.

Nejčastěji je pozorováno použití konstruktivního metanástroje u primátů a u lidí (Wimpenny et al. 2009). Aby mohlo zvíře použít metanástroj, je zapotřebí, aby pochopilo tři důležité kognitivní výzvy. Nejprve je třeba, aby si zvíře bylo vědomo toho, že nástroj může být využit také pro nepotravní objekty. Toto pochopení vyžaduje analogické uvažování (Beaune 2004). Za druhé si jedinec musí uvědomit, že existuje překážka mezi ním a potravou (Santos et al. 1999). A za třetí je nezbytné, aby bylo zvíře schopné pochopit hierarchickou posloupnost. (Byrne & Russon 1998). To znamená, že si je zvíře vědomo, jaký nástroj je v dané situaci důležitější a v jakém pořadí má postupovat, aby dosáhlo cíle (tj. malý nástroj → velký nástroj → odměna).

Použití metanástroje bylo pozorováno pouze u vran novokaledonských (Hunt & Gray 2003). Tyto vrány uměly v laboratoři vyřešit náročný metanástrojový úkol, kde musely nejdříve použít krátký nástroj k získání delšího nástroje. Až s dlouhým nástrojem šlo vyšťourat odměnu z otvoru. Vrány tento úkol nikdy předtím neřešily, ani neměly možnost někdy dříve takovéto chování pozorovat. V experimentu byla odměna položena v otvoru o hloubce patnácti centimetrů. Kus od otvoru byly dvě identické krabice, do kterých se nemohly kvůli mřížím dostat celou hlavou, ale pouze zobákem. V jedné krabici byl osmnácticentimetrový nástroj, který stačil na dosažení odměny. V druhé krabici byl kamínek. Před krabicemi byl položen pěticentimetrový nástroj, který byl příliš krátký k získání odměny, ale dostatečně dlouhý, aby s ním dosáhli k delšímu nástroji nebo ke kamínku. Šest ze sedmi testovaných vran intuitivně použilo ihned krátký nástroj na vytáhnutí dlouhého nástroje a čtyři z nich dokázaly již při prvním pokusu pomocí dlouhého nástroje vyšťourat odměnu. Pouze jedna vrána se snažila v prvním pokusu dosáhnout k potravě pomocí krátkého nástroje. Tyto výsledky jsou ohromující a jsou dokonce lepší než u šimpanzů (Kohler 1925) Vrány tento test neřešily ani naučeným chováním,

ani metodou pokus-omyl (Taylor et al. 2007). Vědci se domnívají, že vrány vyřešily metanástrojový úkol pomocí analogického uvažování (French 2002). Vrány si zřejmě spojily tento nový problém s dřívějšími úkoly, při kterých se naučily, že nástroj může pomoci k přisunutí objektů, ke kterým zobákem nedosáhnou. Přestože se dříve jednalo přímo o přisunutí odměny či nádoby s odměnou (Taylor et al. 2007).

## 4 Závěr

V rámci bakalářské práce bylo zpracováno téma týkající se problematiky kognitivních funkcí a používání nástrojů u ptáčích druhů. Z uvedených informací v této práci je zřejmé, že mnoho autorů vědeckých článků mělo odlišné názory, a proto je potřeba pokračovat ve výzkumech a více ucelit toto téma.

Vybrané závěry z obsahu bakalářské práce:

- Výzkumy kognice z hlediska mozku byly zaměřeny na koncový mozek, velikost mozku a počty absolutních neuronů, jež měly vést k porozumění a měření kognitivních schopností.
- Sociální kognice byla použita při socializaci pomocí her, při klamání, při kooperaci a prosocialitě. Obecně měli ptáci žijící ve skupinách silněji vyvinutou empatii oproti těm, kteří žijí samotářsky. Někteří ptáci v rámci skupiny či páru vzájemně kooperovali při shánění potravy.
- Prostorovou kognici ptáci uplatňovali při hledání potravních skrýší, při migraci, rozptylu, teritorialitě, vyhýbání se predátorům a vyhledávání partnerů.
- Epizodická paměť ptákům umožňovala vracet se k potravním skrýším. Holubi si k nalezení cesty zpět do holubníku ukládali do paměti informace o objektech v jeho bezprostředním okolí. Tažní ptáci se orientovali podle svitu slunce, hvězd, magnetického pole či speciálního genu ADCYAP1.
- Aby si ptáci byli schopni informace dlouhodobě udržet, museli si je vštěpit do paměti pomocí učení. Nejznámější typ učení bylo operantní podmiňování, které bylo užíváno ve většině řešení úloh.
- V základních kognitivních úlohách s provázkem a v testu s aparátem s pastí byli nejúspěšnější hlavně ptáci z řádů pěvci a papoušci. V zrcadlovém testu se poznalo pouze pár jedinců z čeledi krkavcovitých a měkkozobých. Největší procento inovací se objevovalo při získávání potravy.
- V přírodě pravé nástroje používali především pěvci, ale i pár jedinců z řádů brodiví, papoušci a šplhavci. Používání pravých nástrojů bylo testováno i v laboratorních podmínkách u vran novokaledonských, sojek chocholatých, kakadu Goffinova a havranů polních.
- U ptáků bylo ve větší míře pozorováno používání nepravých nástrojů. Nejčastěji ptáci otloukávali potravu či ji shazovali na pevný povrch. Nepravé nástroje byly užívány i při lovu. Pomocí nepravých nástrojů lovalo celkem šestnáct druhů ptáků, a to z řádů dlouhokřídlí, dravci, pěvci, slunatci, sovy, srostloprstí a veslonozí.
- V práci jsem uvedla 14 druhů ptáků, jež použili pravý nástroj a 99 druhů ptáků, kteří použili nepravý nástroj.
- Jen vrány novokaledonské dokázaly používat i metanástroje.

## 5 Literatura

- Airey DC, DeVoogd TJ. 2000. Variation in song complexity and HVC volume are significantly related in zebra finches. *Neuroreport* **10**: 2339-2344.
- Alcock J. 1971. The Evolution of the Use of Tools by Feeding Animal. *Evolution* **26**: 464-473.
- Andrews E. 1966. Slate-Colored Junco responds to mirror. *Bird Banding* **37**: 206.
- Antevs A. 1948. Behavior of the Gila woodpecker, Ruby-crowned kinglet and Broad-tailed hummingbird. *Condor* **50**: 91-92.
- Aplin LM, Sheldon BC, Morand-Ferron J. 2013. Milk bottles revisited: social learning and individual variation in the blue tit. *Cyanistes caeruleus*. *Animal Behaviour* **85**: 1225-1232.
- Asakawa-Haas K, Schiestl M, Bugnyar T, Massen JJM. 2016. Partner Choice in ravens (*Corvus corax*) Cooperation. *PLoS One* **11**: e0156962.
- Auersperg AMI, Huber L, Gajdon GK. 2011. Navigating a tool end in a specific direction: stick-tool use in kea (*Nestor notabilis*). *Biology Letters* **7**: 825-828.
- Auersperg AMI, Szabo B, von Bayern AMP, Kacelnik A. 2012. Spontaneous innovation in tool manufacture and use in a Goffin's cockatoo. *Current Biology* **22(21)**: 903-904.
- Auersperg AMI, von Bayern AMP, Gajdon GK, Huber L, Kacelnik A. 2011a. Flexibility in Problem Solving and Tool Use of Kea and New Caledonian Crows in a Multi Access Box Paradigm. *PLOS One* **6(6)**: e20231.
- Auersperg AMI, von Bayern AMP, Gajdon GK, Huber L, Kacelnik A. 2011b. Flexibility in problem solving and tool use of kea and New Caledonian crows in a multi access box paradigm. *PLoS ONE* **6**: e20231.
- Aumann T. 1990. Use of Stones by the Black-breasted Buzzard *Hamirostra melanosternon* to Gain Access to Egg Contents for Food. *Emu* **90**: 141-144.
- Balda RP, Kamil AC. 1992. Long-term spatial memory in Clark's nutcrackers, *Nucifraga columbiana*. *Animal Behaviour* **44**: 761-769.
- Balda RP. 2007. Corvids in combat: with a weapon? *The Wilson Journal of Ornithology* **119(1)**: 100-102.
- Ballentine B, Hyman J, Nowicki S. 2004. Vocal performance influences female response to male bird song: an experimental test. *Behavioral Ecology* **15(1)**: 163-168.
- Barske J, Schlinger BA, Fusoni L. 2015. The presence of a female influences courtship performance of male manakins. *Auk* **132**: 594-603.
- Beck BB. 1980. *Animal Tool Behaviour*. Garland, New York.
- Bednarz JC. 1988. A comparative study of the ecology of breeding Harris' and Swainson's hawks in southeastern New Mexico. *The Condor* **90**: 311-323.
- Bednekoff PA, Balda RP. 1996. Observational spatial memory in Clark's nutcrackers and Mexican jays. *Animal Behaviour* **52(4)**: 833-839.
- Bennett ATD. 1993. Spatial memory in a food storing corvid. *Journal of comparative Physiology A* **173**: 193-207.
- Berthold P, Helbig AJ, Mohr G, Querner U. 1992. Rapid microevolution of migratory behaviour in a wild bird species. *Nature* **360**: 668-670.

- Biondi LM, Bó MS, Vassallo AI. 2010. Inter-individual and age differences in exploration, neophobia and problem-solving ability in a Neotropical raptor (*Milvago chimango*). *Animal Cognition* **13**: 701-710.
- Bird CD, Emery NJ. 2009. Insightful problem solving and creative tool modification by captive nontool-using rooks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **106(25)**: 10370-10375.
- Biro D, Haslam M, Rutz C. 2013. Tool use as an adaptation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* **368**: 20120408.
- Bolhuis JJ, Macphail EM. 2001. A critique of the neuroecology of learning and memory. *Trends in Cognitive Sciences* **5**: 426-433.
- Boogert NJ, Reader SM, Hoppitt W, Laland KN. 2008. The origin and spread of innovations in starlings. *Animal Behaviour* **75**: 1509-1518.
- Borgia G. 1985. Bower destruction and sexual competition in the satin bowerbird (*Ptilonorhynchus violaceus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* **18**: 91-100.
- Boswall J. 1977. Tool-using by birds and related behaviour. *Avicultural Magazine* **83**: 89-97.
- Boswall J. 1983. Tool use and related behaviour in birds: yet more notes. *Avicultural Magazine* **89**: 170-181.
- Bouchard J, Goodyer W, Lefebvre L. 2007. Social learning and Innovation are positively correlated in pigeons (*Columbia livia*). *Animal Cognition* **10**: 259-266.
- Brodin A, Ekman J. 1994. Benefits of food hoarding. *Nature* **372**: 510.
- Brosnan SF, Bshary R. 2010. Cooperation and deception: from evolution to mechanisms. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **365(1553)**: 2593-2598.
- Bugnyar T, Heinrich B. 2005. Ravens, *Corvus corax*, differentiate between knowledgeable and ignorant competitors. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **272(1573)**: 1641-1646.
- Bugnyar T, Kotrschal K. 2002. Observational learning and the raiding of food caches in ravens, *Corvus corax*: is it 'tactical' deception? *Animal Behaviour* **64(2)**: 185-195.
- Burish MJ, Kueh HY, Wang SSH. 2004. Brain Architecture and Social Complexity in Modern and Ancient Birds. *Brain, Behavior and Evolution* **63(2)**: 107-124.
- Byrne R, Russon A. 1998. Learning by imitation: a hierarchical approach. *Behavioral Brain Science* **21**: 667-721.
- Caffrey C. 2000. Tool modification and use by an American Crow. *The Wilson Bulletin* **112(2)**: 283-284.
- Caffrey C. 2001. Goal-directed use of objects by American Crows. *Wilson Bulletin* **13**: 114-115.
- Censky EJ, Ficken MS. 1982. Responses of Black-capped Chickadees to mirrors. *Wilson's Bulletin* **94**: 590-594.
- Clayton NS, Griffiths DP, Emery NJ, Dickinson A. 2001. Elements of episodic-like memory in animals. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* **356**: 1483-1491.
- Clayton NS, Yu K, Dickinson A. 2001. Scrub-jays (*Aphelocoma coerulescens*) form integrated memory for multiple features of caching episodes. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behaviour Processes* **27**: 17-29.

- Colombo M, Broadbent N. 2000. Is the avian hippocampus a functional homologue of the mammalian hippocampus? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* **24**: 465-484.
- Darwin C. 1871. *The descent of man and selection in relation to sex*. John Murray, London.
- de Beaune SA. 2004. The invention of technology: prehistory and cognition. *Current Anthropology* **45**: 139-162.
- De Kort SR, Emery NJ, Clayton NJ. 2006. Food sharing in jackdaws, *Corvus monedula*: what, why and with whom? *Animal Behaviour* **72**: 297-304.
- Dean S, Koene P. 1981. On the timing of foraging flights by Oyster-catchers *Haematopus ostralegus*, on tidal flats. *Netherlands Journal of Sea Research* **15**: 1-22.
- Deaner RO, Isler K, Burkart J, van Schaik. 2007. Overall Brain Size, and Not Encephalization Quotient, Best Predicts Cognitive Ability across Non-Human Primates. *Brain, Behavior and Evolution* **70**: 115-124.
- Deckert G, Deckert K. 1982. Spielverhalten und Komfortbewegungen beim Grünflügelara (*Ara chloroptera* G. R. Gray). *Bonner Zoologische Beiträge* **33(2-4)**: 269-281.
- Deckert G. 1991. Spielverhalten bei Elstern, *Pica pica* (L.), und Grünflügelaras, *Ara chloroptera* G. R. Gray. *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Berlin: Annual Ornithology* **15**: 55-64.
- Delsaut M, Roy JC. 1980. Auditory and visual stimuli as reinforcers among lovebirds (*Agapornis roseicollis*). *Behavioral and Neural Biology* **28**: 319-334.
- Diamond J, Bond A. 1989. Note on lasting responsiveness of a kea *Nestor notabilis* towards its mirror image. *Aviculture Magazine* **95**: 92-94.
- Diamond J, Bond AB. 2002. Play in parrots. *Interpretive Birding* **3**: 56-57.
- Dicke U, Roth G. 2016. Neuronal factors determining high intelligence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* **371(1685)**: 20150180.
- Doerr NR. 2009. Stealing rates in the great bowerbird (*Ptilonorhynchus nuchalis*): effects of the spatial arrangement of males and availability of decorations. *Emu*: **109**: 230-236.
- Dow DD. 1980. Primitive weaponry in birds: the Australian Brush-turkey's defence. *Emu* **80**: 91-92.
- Dugatkin LA. 1997. *Cooperation Among Animals: An Evolutionary Perspective*. Oxford University Press, New York.
- Dukas R. 1998. *Cognitive Ecology: The Evolutionary Ecology of Information Processing and Decision Making*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Duval EH. 2007. Social organization and variation in cooperative alliances among male lance-tailed manakins. *Animal Behaviour* **73**: 391-401.
- Duyck I, Duyck J. 1984. Koolmees, *Parus major*, gebruikt instrument bij het voedselzoeken. *Wielewaal* **50**: 416.
- Edwards HM. 1932. A Cardinal's odd way of catching ants. *Wilson Bulletin* **44**: 235.
- Ekman J, Brodin A, Bylin A, Sklepkovych B. 1996. Selfish long-term benefits of hoarding in the Siberian jay. *Behavioral Ecology* **7**: 140-144.
- Ellison AM, Watson J, Demers E. 2014. Testing problem solving in turkey vultures (*Cathartes aura*) using the string-pulling test. *Animal Cognition* **18**: 111-118.
- Emery B. 2010. Regulation of oligodendrocyte differentiation and myelination. *Science* **330**: 779-782.

- Emery NJ, Clayton NS, Frith CD. 2007. Social intelligence: from brain to culture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* **362**: 485-488.
- Emery NJ. 2005. Cognitive ornithology: the evolution of avian intelligence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* **361(1465)**: 23-24.
- Emery NJ. 2017. *Bird Brain: Vögel mit Köpfchen*. National Geographic Buchverlag GmbH, München.
- English M. 1987. More on fishing green-backed herons. *Bokmakierie* **39**: 124-125.
- Epstein R, Lanza RP, Skinner BF. 1980. Symbolic communication between two pigeons (*Columbia livia domestica*). *Science* **207**: 543-545.
- Epstein R, Lanza RP, Skinner BF. 1981. "Self-Awareness" in the Pigeon. *Science* **212**: 695-696.
- Evans CS, Evans L, Marler P. 1993. On the meaning of alarm calls: functional reference in an avian vocal system. *Animal Behaviour* **46**: 23-28.
- Evans CS, Marler P. 1995. Language and animal communication: Parallels and contrasts. Pages 342-382 in Roitblat HL, Meyer JA, editors. *Comparative Approaches to Cognitive Science*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Flavell JH. 1979. Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive-Developmental Inquiry. *American Psychologist* **34(10)**: 906-911.
- Foxall CD, Drury D. 1987. Green backed heron 'bait-fishing' in Nairobi National Park. *Bulletin of the East African Natural History Society* **17**: 11.
- Franck D. 1997. *Verhaltensbiologie*. Thieme, Stuttgart.
- Franklin DC, Garnett ST, Luck GW, Gutierrez-Ibanez C, Iwaniuk AN. 2014. Relative brain size in Australian birds. *Emu* **114(2)**: 160-170.
- Fraser ON, Bugnyar T. 2010. Do ravens show consolation? Responses to distressed others. *PLoS ONE* **5**: e10605.
- French RM. 2002. The computational modelling of analogy-making. *Trends in Cognition Science* **6**: 200-205.
- Funk M. 2002. Problem solving skills in young yellow-crowned parakeets (*Cyanoramphus auriceps*). *Animal cognition* **5(3)**: 167-176.
- Gallistel CR. 1989. *Animal Cognition: The Representation of Space, Time and Number*. *Annual Review of Psychology* **40**: 155-189.
- Gallup GG Jr, Capper SA. 1970. Preference for mirror-image stimulation in finches (*Passer domesticus*) and parakeets (*Melopsittacus undulatus*). *Animal Behaviour* **18**: 621-624.
- Gallup GG Jr. 1970. Chimpanzees: self-recognition. *Science* **167**: 86-87.
- Garamszegi LZ, Eens M. 2004. The evolution of hippocampus volume and brain size in relation to food hoarding in birds. *Ecology Letters* **7**: 1216-1224.
- Gayou DC. 1982. Tool use by green jays. *Wilson Bulletin* **94**: 593-594.
- Glenberg AM. 1997. What memory is for. *Behavioral and Brain Sciences* **20**: 1-55.
- Goodall J. 1968. The behaviour of free-living chimpanzees in the Gombe Stream Reserve. *Animal behaviour monographs*. **1(3)**: 161-311.
- Goto K, Watanabe S. 2012. Large-billed crows (*Corvus macrorhynchos*) have retrospective but not prospective metamemory. *Animal Cognition* **15**: 27-35.
- Greenberg RS, Mettke-Hofmann C. 2001. Ecological aspects of neophilia and neophobia in birds. *Current Ornithology* **16**: 119-178.

- Griffin AS, Guez D. 2014. Innovation and problem solving: A review of common mechanisms. *Behavioral Processes* **109**: 121-134.
- Gruber A. 1969. A functional definition of primate tool making. *Man* **4**: 573-579.
- Hartley PHT. 1964. Feeding habits in Thomson AL, editors *A New Dictionary of Birds*. Nelson, London.
- Healy SD, Hurlly TA. 1995. Spatial memory in rufous hummingbirds (*Selasphorus rufus*): a field test. *Animal Learning and Behaviour* **23**: 63-68.
- Heinrich B, Bugnyar T. 2005. Testing Problem Solving in Ravens: String-Pulling to Reach Food. *Ethology* **111(10)**: 962-976.
- Heinrich B, Smolker R. 1998. Play in common ravens (*Corvus corax*). Pages 27-44 in Bekoff M, Byers JA editors. *Animal play: Evolutionary, comparative and ecological perspectives*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Heinsohn R, Zdenek CN, Cunningham RB, Endler JA, Langmore NE. 2017. Tool-assisted rhythmic drumming in palm cockatoos shares key elements of human instrumental music. *Science Advances* **3**: e1602399.
- Helbig AJ, Berthold P, Wiltschko W. 1989. Migratory Orientation of Blackcaps (*Sylvia atricapilla*): Population-specific Shifts of Direction during the Autumn. *Ethology* **82**: 307-315.
- Henry PY, Aznar JC. 2006. Tool-use in Charadrii: active bait-fishing by a Herring Gull. *Waterbirds* **29(2)**: 233-234.
- Herrmann D. 2016. *Avian Cognition – Exploring the Intelligence, Behavior, and Individuality of Birds*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Higuchi H. 1986. Bait fishing by the green-backed heron *Ardeola striata* in Japan. *Ibis* **128**: 285-290.
- Hile AG, Streidter GF. 2000. Call Convergence within Gropus of Female Budgerigars. (*Melopsittacus undulatus*). *Ethology* **106**: 1105-1114.
- Hogue ME, Beaugrand JP, Laguë PC. 1996. Coherent use of information by hens observing their former dominant defeating or being defeated by a stranger. *Behavioural Processes* **38(3)**: 241-252.
- Hull CL, Baernstein HD. 1929. A mechanical parallel to the conditioned reflex. *Science* **70**: 14-15.
- Humphrey NK. 1976. The social function of intellect. Pages 303–317 in Bateson G, Hinde RA, editors. *Growing points in ethology*. University of Cambridge, Cambridge.
- Hunt GR, Gray RD. 2003. Diversification and cumulative evolution in New Caledonian crow tool manufacture. *Proceedings of the Royal Society in London B* **270**: 867-874.
- Hunt GR, Gray RD. 2004a. The crafting of hook tools by wild New Caledonian crows. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* **271(3)**: 88-90.
- Hunt GR, Gray RD. 2004b. Direct observations of pandanus-tool manufacture and use by New Caledonian Crow (*Corvus moneduloides*). *Animal Cognition* **7**: 114-120.
- Hunt GR, Sakuma F, Chiba Y. 2002. New Caledonian crows drop candle nuts onto rock from communally used forks on branches. *Emu* **102**: 283-290.
- Hunt GR. 1996. Manufacture and use of hook-tools by New Caledonian crows. *Nature* **379**: 249-251.



- Hunter Jr ML, Calhoun A, Wilcove DS. 2004. Goliath Heron fishing with an artificial bait? *Waterbirds* **27(3)**: 312-313.
- Hurley TA, Haley SD. 1996. Memory for flowers in rufous hummingbirds: Location or visual clues? *Animal behaviour* **51**: 1149-1157.
- Iwaniuk AN, Nelson JE. 2002. Can endocranial volume be used as an estimate of brain size in birds? *Canadian Journal of Zoology* **80(1)**: 16-23.
- Janes SW. 1976. The apparent use of rocks by a raven in nest defense. *The Condor* **78**: 409.
- Jarvis ED, Güntürkün O, Bruce L, Csillag A, Karten H, Kuenzel W, Striedter G. 2005. Avian brains and a new understanding of vertebrate brain evolution. *Nature Reviews Neuroscience* **6(2)**: 151-159.
- Jerison HJ. 1973. Evolution of the Brain and Intelligence. *Evolution* **30(1)**: 483.
- Johnston R. 1999. The kea (*Nestor notabilis*): a New Zealand problem or problem solver? M.Sc.Thesis. University of Canterbury, Canterbury.
- Jones TB, Kamil AC. 1973. Tool-Making and Tool-Using in the Northern Blue Jay. *Science* **180**: 1076-1077.
- Kacelnik A, Chappell J, Weir AAS, Kenward B. 2006. Cognitive adaptations for tool-related behaviour in New Caledonian crows. Pages 515-529 in Wasserman EA, Zentall TR, editors. *Comparative cognition: experimental explorations of animal intelligence*. Oxford University Press, Oxford.
- Kamil AC, Balda RP, Good S. 1999. Patterns of movement and orientation during caching and recovery by Clark's nutcrackers (*Nucrifaga columbiana*). *Journal of experimental psychology: Animal cognition and Cognition* **16**: 162-168.
- Karakashian SJ, Gyger M, Marler P. 1988. Audience effects on alarm calling in chickens (*Gallus gallus*). *Journal of Comparative Psychology* **102**: 129-135.
- Karten HJ. 1997. Evolutionary developmental biology meets the brain: the origins of mammalian cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **94(7)**: 2800-2804.
- Keagy J, Savard JF, Borgia G. 2011. Cognitive ability and the evolution of multiple behavioral display traits. *Behavioral Ecology* **23**: 448-456.
- Keenan WJ III. 1981. Green heron fishing with mayflies. *Chat* **45**: 41.
- Kitchner KS. 1983. Cognition, metacognition, and epistemic cognition: A three-level model of cognitive processing. *Human Development* **26(4)**: 222-232.
- Koehler O. 1955. Vorsprachliches Denken und „Zählen“ der Vögel. *Ornithologie als biologische Wissenschaft. Festschrift zum 60. Geburtstag von E. Stresemann*. 125-146.
- Koenig W. 1985. Dunking of prey by Brewer's blackbirds: a novel source of water for nestlings. *Condor* **87**: 444-445.
- Köhler W. 1925. *The Mentality of Apes*. New York: Harcourt, Brace and Co, New York.
- Krasheninnikova A, Brucks D, von Bayern AMP. 2019. Assessing African grey parrots' prosocial tendencies in a token choice paradigm. *Royal Society Open Science* **6**: 190696.
- Kusyama T, Bischof HJ, Watanabe S. 2000. Responses to mirror-image stimulation in jungle crows (*Corvus macrorhynchos*). *Animal Cognition* **3**: 61-64.
- Lazareva OF, Wasserman EA. 2006. Effect of stimulus orderability and reinforcement history on transitive responding in pigeons. *Behavioural Processes* **72(2)**: 161-172.
- Lefebvre L, Nicolakakis N, Boire D. 2002. Tools and brains in birds. *Behaviour* **139**: 939-973.

- Lefebvre L, Whittle P, Lascaris E, Finkelstein A. 1997. Feeding innovations and forebrain size in birds. *Animal Behaviour* **53**: 549-560.
- Legge WV. 1917. A new raptor (*Gypoictinia melanosterna*) for Tasmania. *Emu* **17**: 103-106.
- Levey DJ, Duncan RS, Levins CF. 2004. Use of dung as a tool by burrowing owls. *Nature* **431**: 39.
- Liedtke J, Werdenich D, Gajdon GK, Huber L, Wanker R. 2011. Big brains are not enough: performance of three parrot species in the trap-tube paradigm. *Animal cognition* **14**(1): 143-149.
- MacDonald K. 2002. Statistical analysis of the distribution of modern primates: a comparative approach to the spatial analysis of the Palaeolithic. Pages 105-112 in Burenhult G, Arvidsson J, editors. *Archaeological informatics*. ArcheoPress. Oxford, UK.
- Macphail EM. 1993. *The neuroscience of animal intelligence: from the seahare. to the seahorse*. Columbia University Press, New York.
- Marks JS, Hall CS. 1992. Tool Use by Bristle-Thighed Curlews Feeding on Albatross Eggs. *The Condor* **94**: 1032-1034.
- Massen JJM, Lambert M, Schiestl M, Bugnyar T. 2015. Subadult ravens generally don't transfer valuable tokens to conspecifics when there is nothing to gain for themselves. *Frontiers in Psychology* **6**: 885.
- McFarland D. 1982. *The Oxford companion to animal behavior*. Oxford University Press, Oxford.
- Medina FS, Taylor AH, Hunt GR, Gray RD. 2011. New Caledonian crow's responses to mirrors. *Animal Behaviour* **82**: 981-993.
- Mohr RC. 2007. *How Human Memory Works*. Publications International Ltd. Illinois, USA.
- Møller AP, Pomiankowski A. 1993. Punctuated equilibria or gradual evolution: fluctuating asymmetry and variation in the rate of evolution. *Journal of Theoretical Biology* **161**: 359-367.
- Müller JJA, Massen JJM, Bugnyar T, Osvath M. 2017. Ravens remember the nature of a single reciprocal interaction sequence over 2 days and even after a month. *Animal Behaviour* **128**: 69-78.
- Nakamura N, Watanabe S, Betsuyaku T, Fujita K. 2011. Do birds (pigeons and bantams) know how confident they are of their perceptual decisions? *Animal Cognition* **14**: 83-93.
- Nathan PE, Zentall TR, Wassermann EA. 2012. *The Oxford Handbook of Comparative Cognition*. Oxford University Press, Oxford.
- Nelson TO, Narens L. 1990. Metamemory: a theoretical framework and new findings. Pages 125-173 in Bower GH, editors. *The psychology of learning and motivation* 26. Academic Press, New York.
- Noble CE. 1957. Human Trial-and-Error Learning. *Psychological Reports* **3**(2): 377-398.
- Noë R. 2006. Cooperation experiments: coordination through communication versus acting apart together. *Animal Behaviour* **71**(1): 1-18.
- Norton-Griffiths M. 1967. Some ecological aspects of the feeding behaviour of the oystercatcher *Haematopus ostralegus* on the edible mussel *Mytilus edulis*. *Ibis* **109**: 412-424.
- Noske RA. 1985. Left-footedness and tool using in the varied sitella *Daphoenositta cheysoptera* and crested shrike-tit *Falcunculus frontatus*. *Corella* **9**: 63-64.

- O'Neill L, Picaud A, Maehner J, Gahr M, von Bayern AMP. 2018. Two macaw species can learn to solve an optimised two-trap problem, but without functional causal understanding. *Behaviour* **156**: 691-720.
- O'Keefe J, Nadel L. 1978 *The Hippocampus as a Cognitive Map*. Oxford University Press. Oxford.
- Olkowicz S, Kocourek M, Lučan RK, Porteš M, Fitch T, Herculano-Houzel S, Němec P. 2016. Birds have primate-like numbers of neurons in the forebrain. *PNAS* **113**: 7255-7260.
- Ota N, Gahr M, Soma M. 2015. Tap dancing birds: the multimodal mutual courtship display of males and females in a socially monogamous songbird. *Scientific Reports* **5**: 16614.
- Overington SE, Morand-Ferron J, Boogert NJ, Lefebvre L. 2009. Technical innovations drive the relationship between innovativeness and residual brain size in birds. *Animal Behaviour* **78**: 1001-1010.
- Paz-y-Mino G, Bond AB, Kamil AC, Balda RP. 2004. Pinyon Jays use transitive interference to predict social dominance. *Nature* **430**: 778-781.
- Pepperberg IM, Garcia SE, Jackson EC, Macroni S. 1995. Mirror use by African gray parrots (*Psittacus erithacus*). *Journal of Comparative Psychology* **109**: 182-195.
- Pepperberg IM. 1991. A communicative approach to animal cognition: A study of conceptual abilities of an African Grey parrot. Pages 153-186 in Ristau CA editors. *Comparative cognition and neuroscience. Cognitive ethology: The minds of other animals: Essays in honor of Donald R. Griffin*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. New Jersey, USA.
- Pepperberg IM. 1994. Numerical competence in an African gray parrot (*Psittacus erithacus*). *Journal of Comparative Psychology* **108(1)**: 36-44.
- Pepperberg IM. 1999. *The Alex studies*. Harvard University Press. Cambridge, MA.
- Péron F, Rat-Fischer L, Lalot M, Nagle L, Bovet D. 2011. Cooperative problem solving in African Grey Parrots (*Psittacus erithacus*). *Animal Cognition* **14**: 545-553.
- Pickering SPC, Duverge L. 1992. The influence of visual stimuli provided by mirrors on the marching display of lesser flamingos, *Phoeniconias minor*. *Animal Behaviour* **43**: 1048-1050.
- Post RJ, Kowal Post CP, Walsh JF. 2009. Little Egret (*Egretta garzetta*) and Grey Heron (*Ardea cinerea*) Using Bait for Fishing in Kenya. *Waterbirds* **32**: 450-452.
- Povinelli DJ. 1989. Failure to find self-recognition in Asian elephants (*Elephas maximus*) in contrast to their use of mirror cues to discover hidden food. *Journal of Comparative Psychology* **103**: 122-131.
- Pravosudov VV, Clayton NS. 2002. A test of the adaptive specialization hypothesis: Population differences in caching, memory, and the hippocampus in black-capped chickadees (*Poecile atricapilla*). *Behavioral Neuroscience* **116(4)**: 515-522.
- Pravosudov VV, Grubb Jr TC. Energy management in Passerine Birds during the Nonbreeding Season. *Current Ornithology* **14**: 188-234.
- Prior H, Schwarz A, Güntürkün O. 2008. Mirror-induced behaviour in the magpie (*Pica pica*): evidence of self-recognition. *PLoS Biology* **6**: e202.
- Prytherch R. 1980. Squacco Heron possibly using insects as bait. *British Birds* **73(4)**: 183-184.
- Reader SM, Laland KN. 2003. *Animal Innovation*. Oxford University Press, Oxford.
- Reglade MA, Siei D, Uribe M. 2014. Bait fishing black-crowned night heron (*Nycticorax nycticorax*) in Chile. *Ornitologia Neotropical* **25(4)**: 465-468.

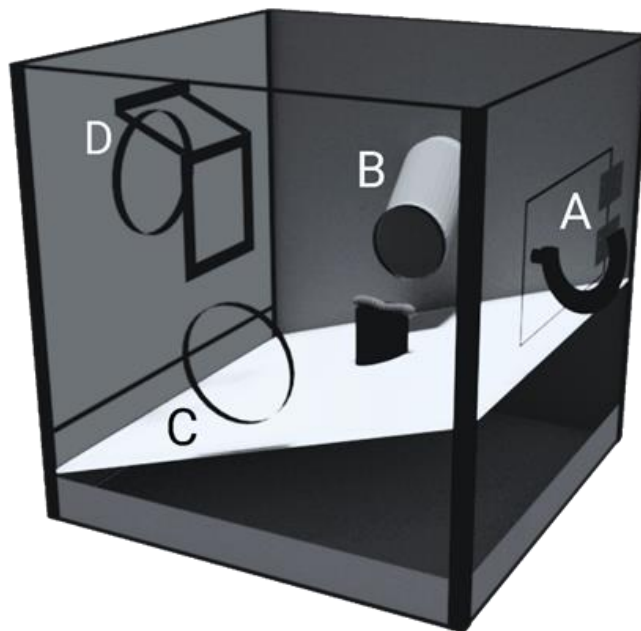
- Rekasi J. 1980. Über die Nahrung des Weisstorchs (*Ciconia ciconia*) in der Batschka (Südungarn). *Ornithologische Mitteilungen* **32**: 154-155.
- Roberts GJ. 1982. Apparent baiting behaviour by a black kite. *Emu* **82**: 53-54.
- Roberts WA, Feeney MC, McMillan N, MacPherson K, Musolino E, Petter M. 2009. Do pigeons (*Columba livia*) study for a test? *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* **35(2)**: 129-142.
- Roberts WA. 2002. Are Animals stuck in Time? *Psychological Bulletin* **128**: 473-489.
- Roth G, Dicke U. 2005. Evolution of the brain and intelligence. *Trends in Cognitive Sciences* **9(5)**: 250-257.
- Ruediger S, Spirig D, Donato F, Caroni P. 2012. Goal-oriented searching mediated by ventral hippocampus early in trial-and-error learning. *Nature Neuroscience* **15(11)**: 1563-1571.
- Ryan MJ. 1978. Mirror image versus conspecific stimulation in adult male Zebra Finches. *Wilson's Buletin* **90**: 295-297.
- Sadovinkova MP. 1923. A Study of the Behavior of Birds in the Maze. *Journal of Comparative Psychology* **3(2)**: 123-139.
- Santos L, Ericson BN, Hauser M. 1999. Constraints on problem solving and inhibition: object retrieval in cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus oedipus*). *Journal of Comparative Psychology* **113**: 186-193.
- Seed AM, Clayton NS, Emery NJ. 2008. Cooperative problem solving in rooks (*Corvus corax*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **275**: 1421-1429.
- Seed AM, Tebbich S, Emery NJ, Clayton NS. 2006. Investigating physical cognition in rooks, *Corvus frugilegus*. *Current Biology* **16(7)**: 697-701.
- Seibt U, Wickler W. 2006. Individuality in problem solving: String pulling in two *Carduelis* species (Aves: Passeriformes). *Ethology* **112**: 493-502.
- Sherwood L. 2008. *Human Physiology: From Cells to Systems*. Cengage Larning. Boston, USA.
- Shettleworth SJ, Hampton RR. 1998. Adaptive specialization of spatial cognition in food storing birds? Approaches to testing a comparative hypothesis. Pages 65-98 in RP Balda, IM Pepperberg, AC Kamil, editors. *Animal Cognition in Nature*. Academic Press, San Diego, CA.
- Shettleworth SJ. 2010. *Cognition, Evolution, and Behavior*. Oxford University Press. Oxford.
- Sinclair JC. 1984. Baiting behaviour in a captive Lesser Black-backed Gull *Larus fuscus*. *Cormorant* **12**: 105-106.
- Skeate ST. 1985. Social Play Behaviour in Captive White-fronted Amazon Parrots *Amazona albifron*. Department of Zoology, University of Florida, Gainesville, Florida 32611, USA. *Birds Behaviour* **6**: 46-48.
- Smith GA. 1970. Tool use in parrots. *Aviculture magazine* **77**: 47-48.
- Sol D, Duncan RP, Blackburn TM, Cassey P, Lefebvre L. 2005. Big brains, enhanced cognition, and response of birds to novel environments. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **102**: 5460-5465.
- Soler M, Pérez-Contreras T, Peralta-Sánchez JM. 2014. Mirror-Mark tests Performed on Jackdaws Reveal Potential Methodological Problems in the Use of Stickers in Avian Mark-Test Studies. *PLoS ONE* **9**: e86193.

- Starch D. 1910. A demonstration of the trial and error method of learning. *Psychological Bulletin* **7(1)**: 20-23.
- Stirling I. 1968. Aggressive behavior and the dispersion of female blue grouse. *Canadian Journal of Zoology* **46**: 405-408.
- Stout JF, Wilcox CR, Creitz LE. 1969. Aggressive communication by *Larus glaucescens*: Part I. Sound communication. *Behaviour* **34**: 29-41.
- Stoyanova Y, Stefanov N, Schmutz JK. 2010. Twig Used as a Tool by the Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*). *Journal of Raptor Research* **44**: 154-156.
- Striedter GF. 2005. *Principles of Brain Evolution*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Taylor AH, Hunt GR, Holzhaider JC, Gray RD. 2007. Spontaneous Metatool Use by New Caledonian Crows. *Current Biology* **17**: 1504-1507.
- Taylor AH, Hunt GR, Medina FS, Gray RD. 2009. Do New Caledonian crows solve physical problems through causal reasoning? *Proceedings of the Royal Society B* **276**: 247-254.
- Taylor AH, Knaebe B, Gray RD. 2012. An end to insight? New Caledonian crows can spontaneously solve problems without planning their actions. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **279(1749)**: 4977-4981.
- Tebbich S, Bshary R. 2004. Cognitive abilities related to tool use in the woodpecker finch, *Cactospiza pallida*. *Animal Behaviour* **67**: 689-697.
- Tebbich S, Taborsky M, Winkler H. 1996. Social manipulation causes cooperation in keas. *Animal Behaviour* **52(1)**: 1-10.
- Tebbich S, Teschke I, Cartmill E, Stankewitz S. 2012. Use of a barbed tool by an adult and a juvenile woodpecker finch (*Cactospiza pallida*). *Behavioural processes* **89(2)**: 166-171.
- Teller SA. 1989. *Metamemory in the pigeon: Prediction of performance on a delayed matching in sample task*. Reed College, Portland.
- Thorpe WH. 1963. Ethology and the coding problem in germ cell and brain. *Ethology* **20(5)**: 529-551.
- Thorpe WH. 1964. *Learning and instinct in animals*. Methuen. London, England.
- Toda K, Watanabe S. 2008. Discrimination of moving video images of self by pigeons (*Columba livia*). *Animal Cognition* **11**: 699-705.
- Tulving E. 1972. Episodic and semantic memory. Pages 381-402 in Tulving E, Donaldson W, editors. *Organization of memory*. Academic Press, Cambridge.
- Van Lawick-Goodall J, van Lawick-Goodall H. 1966. Use of Tools by the Egyptian Vulture, *Neophron percnopterus*. *Nature* **212**: 1468-1469.
- Vander Wall SB. 1990. *Food Hoarding in Animals*. University of Chicago Press, Chicago.
- Vanduffel W. 2018. Long-term value memory in Primates. *PNAS* **115**: 1956-1958.
- Vauclair J. 1997. *Animal cognition: an introduction to modern comparative psychology*. Harvard University Press, Cambridge.
- Veselovský Z. 2005. *Etologie: Biologie chování zvířat*. Academia, Praha.
- von Bayern AMP, Daniel S, Auersperg AMI, Mioduszewaska B, Kacelnik A. 2018. Compound tool construction by New Caledonian crows. *Scientific Reports* **8**: 15676.
- Vornberger C. 2004. *Birds of Central Park*. Harry N. Abrams Inc, New York.
- Washburn SL, Jay PC. 1967. More on tool-using among primates. *Current Anthropology* **8**: 253.

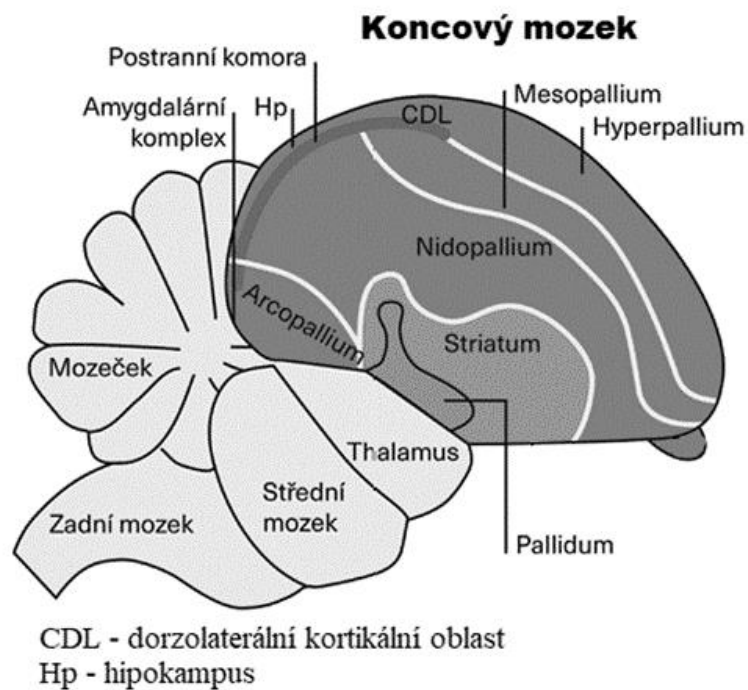
- Wascher CAF, Scheiber IBR, Kotrschal K. 2008. Heart rate modulation in bystanding geese watching social and non-social events. *Proceedings of the Royal Society B* **275**: 1653-1659.
- Wasserman EA, Nagasaka Y, Castro L, Brzykcy SJ. 2013. Pigeons learn virtual patterned-string problems in a computerized touch screen environment. *Animal Cognition* **16**: 737-753.
- Watanabe S. 2002. Preference for mirror images and video image in Java sparrows (*Padda oryzivora*). *Behavioural Processes* **60**: 35-39.
- Webster SJ, Lefebvre L. 2001. Problem solving and neophobia in a columbiform-passeriform assemblage in Barbados. *Animal Behaviour* **62**: 23-32.
- Weir AA, Chappell J, Kacelnik A. 2002. Shaping of hooks in New Caledonian crows. *Science* **297(5583)**: 981-981.
- West RJD. 2013. The evolution of large brain size in birds is related to social, not genetic, monogamy. *Biological Journal of the Linnean Society* **111**: 668-678.
- Willemet R, Güntürkün O. 2013. Reconsidering the evolution of brain, cognition, and behavior in birds and mammals. *Frontiers in Psychology* **4**: 396.
- Wimpenny JH, Weir AAS, Clayton L, Rutz C, Kacelnik A. 2009. Cognitive Processes Associated with Sequential Tool Use in New Caledonian Crows. *PLoS ONE* **4**: e6471.
- Wojcieszek JM, Nicholls JA, Marshall NJ, Goldizen AW. 2007. The stealing of bower decorations among male satin bowerbirds (*Ptilonorhynchus violaceus*): why are some decorations more popular than others? *Emu* **106**: 175-180.
- Wood GA. 1988. Further field observations of the palm cockatoo *Probosciger aterrimus* in the Cape York Peninsula, Queensland. *Corella* **12**: 48-52.
- Wood P. 1986. Fishing green backed heron. *Bokmakierie* **38**: 105.
- Zach R. 1979. Shell dropping: decision making and optimal foraging in North-western Crows. *Behaviour* **68**: 106-117.
- Zickefoose J, Davis WE. 1998. Great Blue heron (*Ardea Herodias*) Uses Bread as Bait for Fish. *Colonial waterbirds* **21(1)**: 87-88.

## 6 Samostatné přílohy

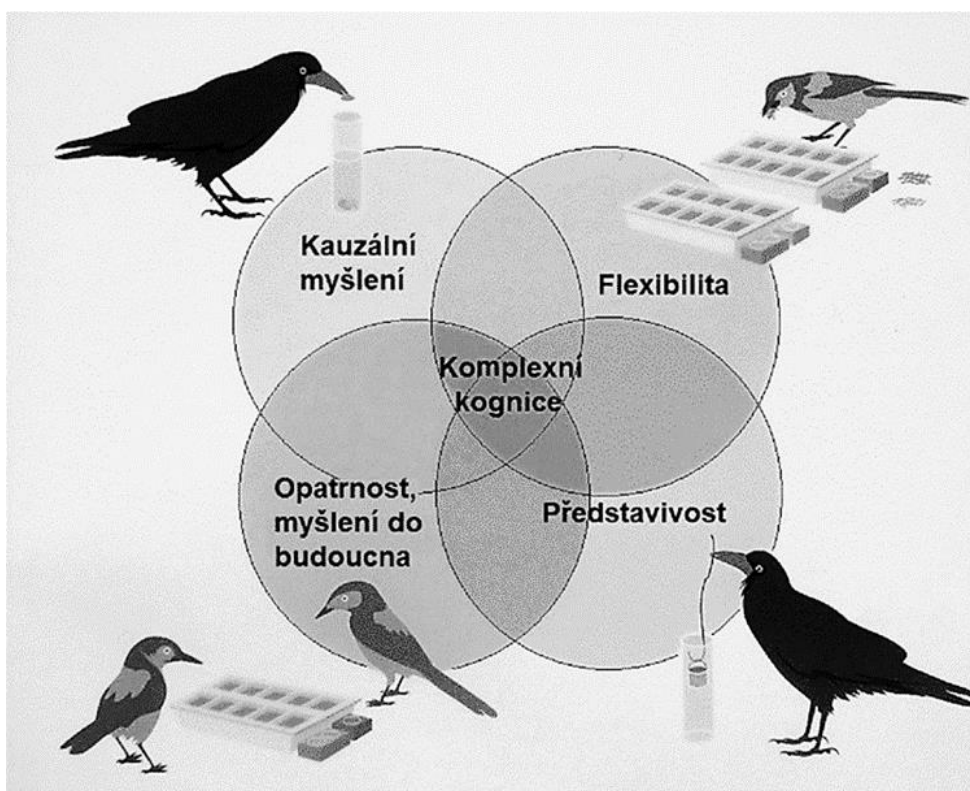
### 6.1 Obrázky



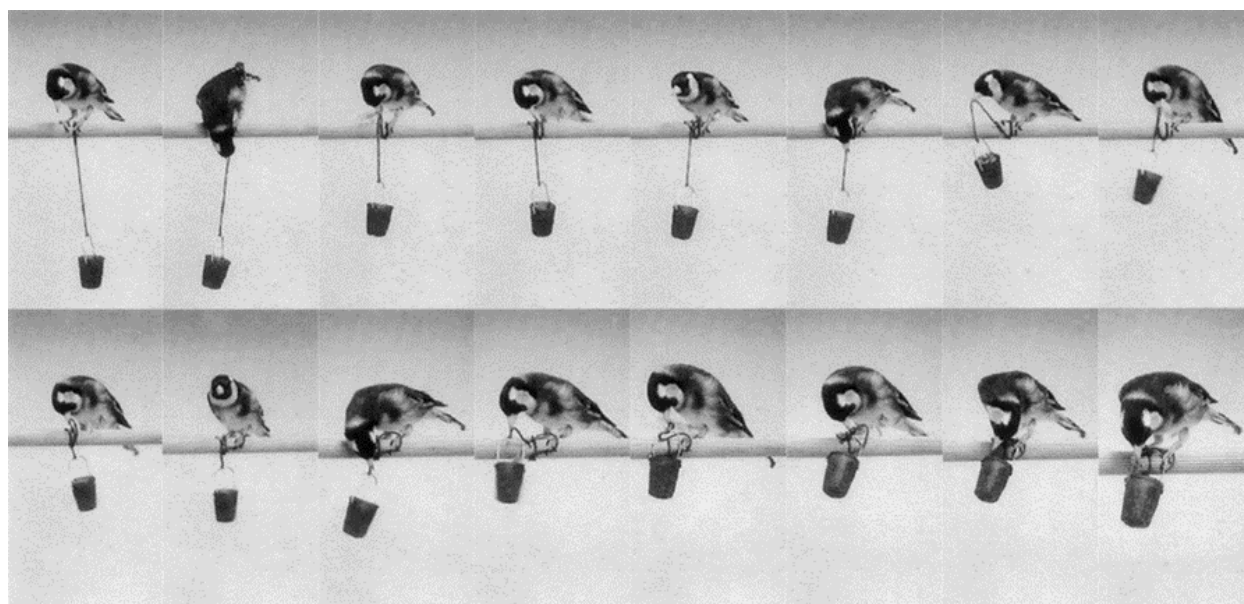
[Obrázek 1](#). Bedna z plexiskla použita v experimentu epistemické kognice. Uprostřed na vyvýšeném místě je umístěna odměna (moučný červ). Dvířka (A), tunel pro vhození kuličky (B), otvor pro větvičku (C), otvor sloužící k vytažení odměny provázkem (D). Převzato z práce Auersperg a kolektiv (2011).



[Obrázek 2](#). Struktura koncového mozku u zebřičky pestré (*Taeniopygia guttata* (Vieillot, 1817)). Převzat z práce Jarvis a kolektiv (2005).

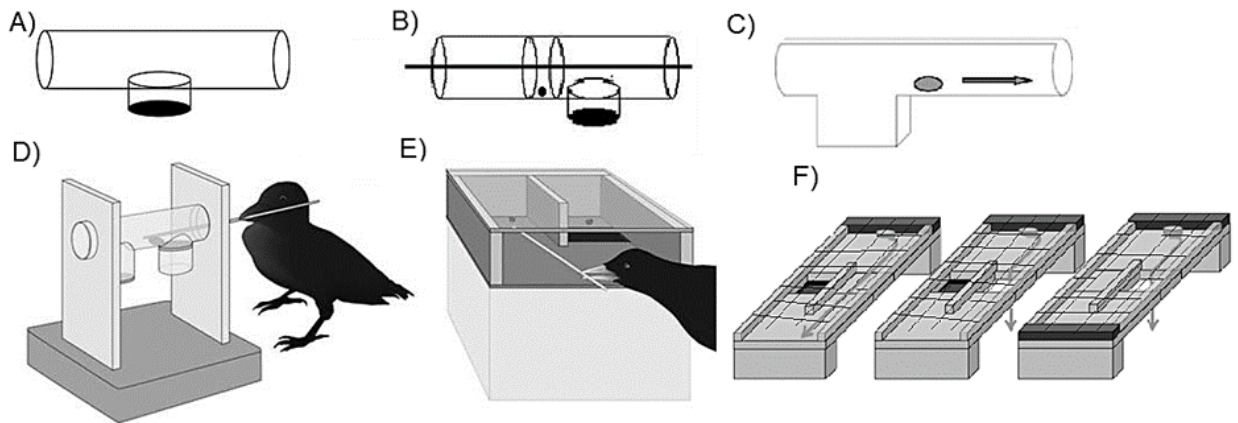


[Obrázek 3.](#) Čtyři základní vlastnosti komplexní kognice (Emery 2017).

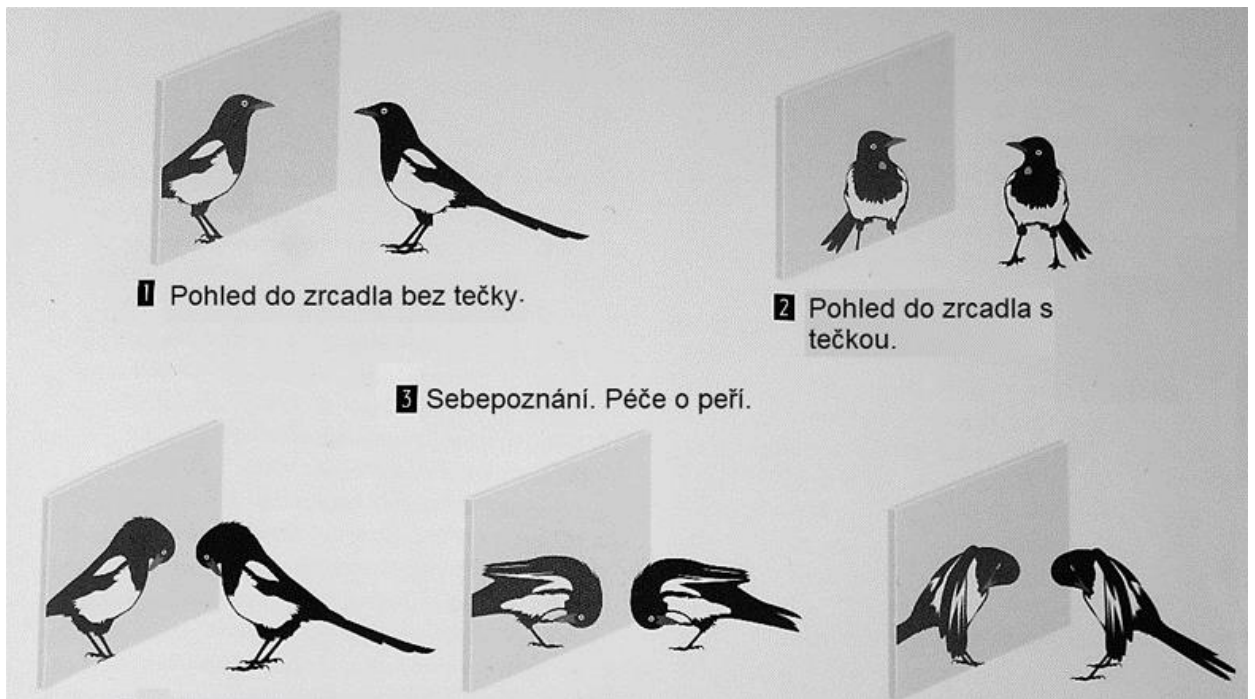


[Obrázek 4.](#) Řešení provázkového testu u stehlíka obecného. Převzato z práce Seibt a Wickler (2006).

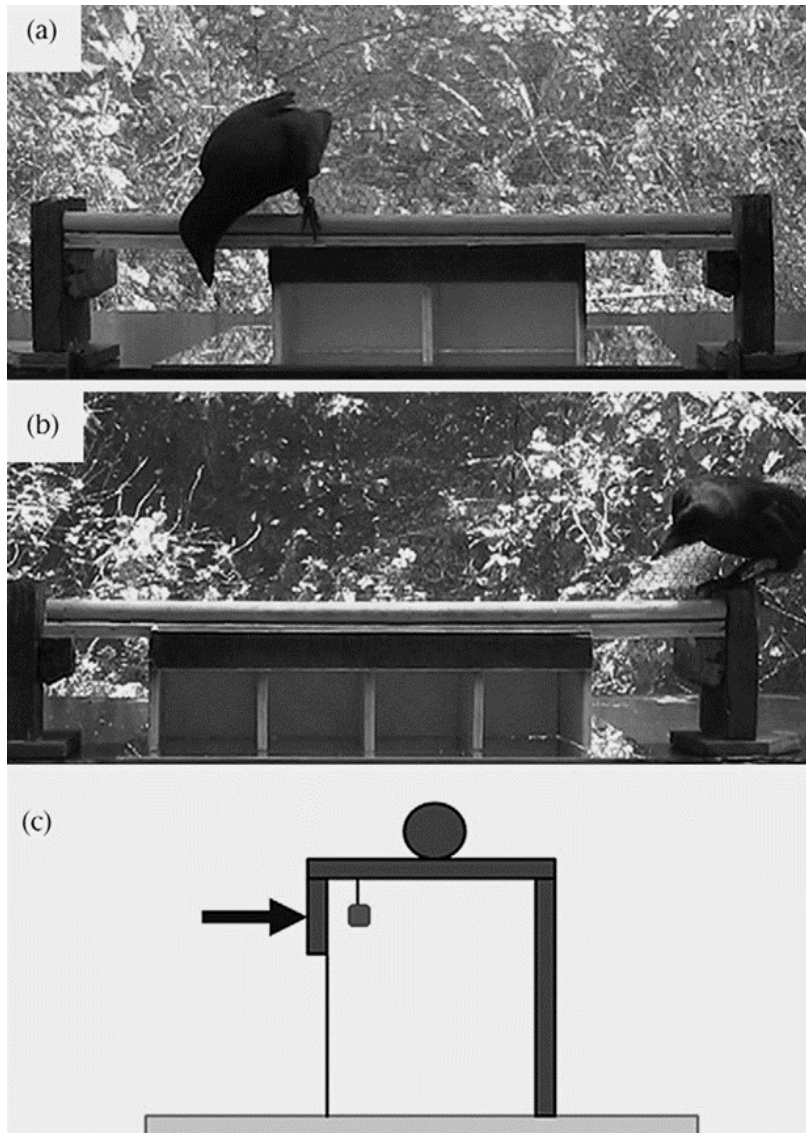




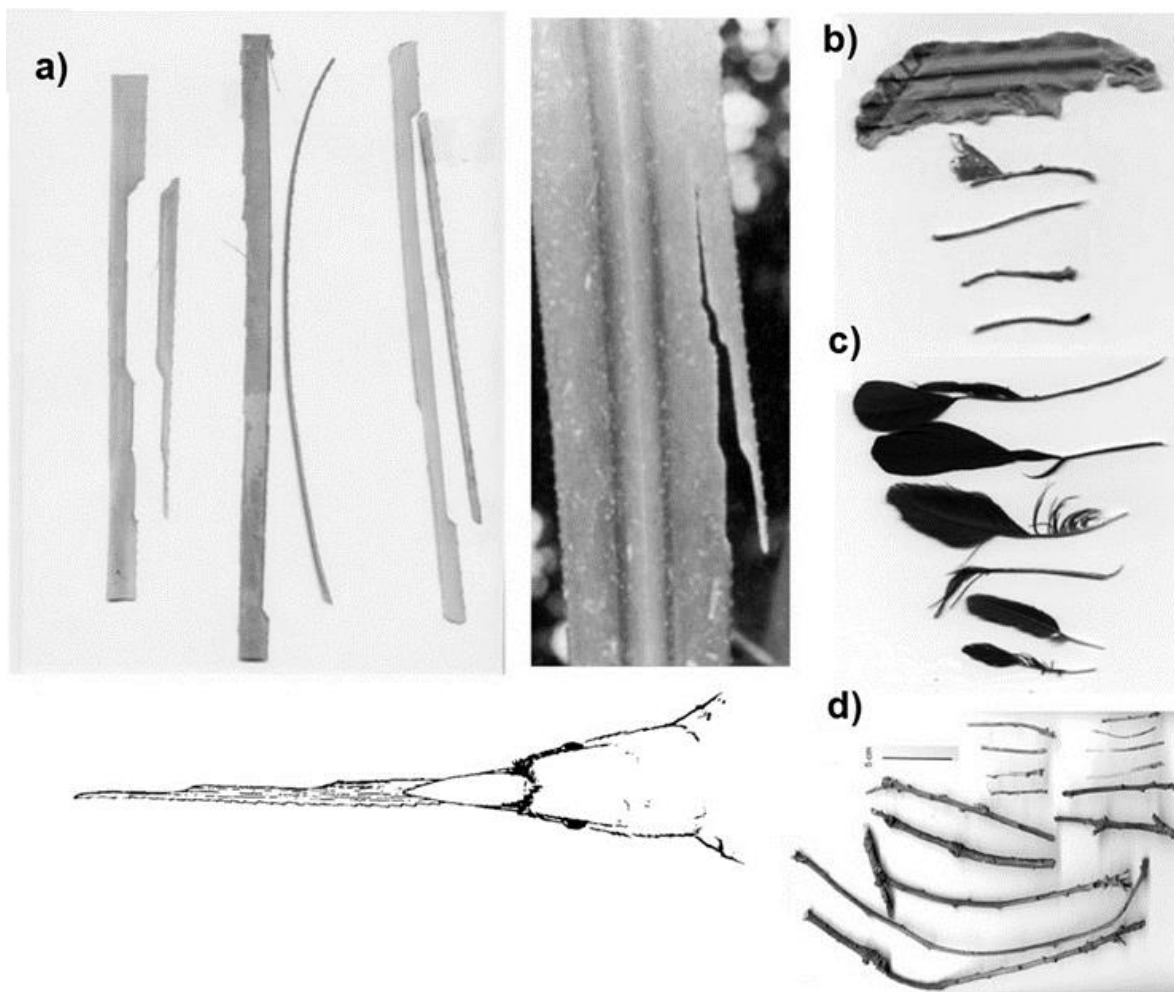
**Obrázek 5.** Experimentální aparáty s pastí (A) plexisklový válec, v jehož středu je umístěna past, (B) upravený první typ aparátu s posuvnými disky, (C) válec z plexiskla se štěrbinou, (D) plexisklový válec se dvěma pastmi, (E, F) stůl s pastí. Převzato z prací Seed a kolektiv (2006), Taylor a kolektiv (2009), Tebbich a kolektiv (2007) a O'Neill a kolektiv (2018).



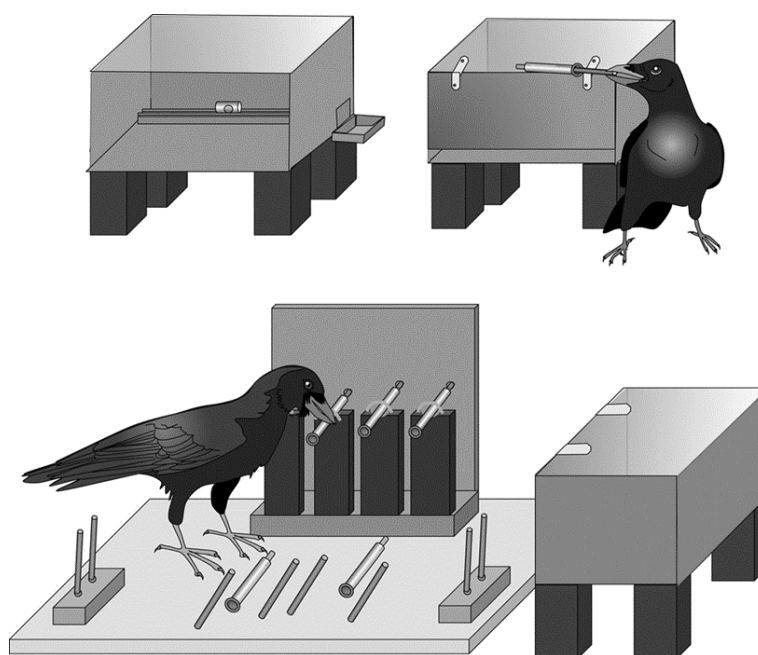
**Obrázek 6.** Sebepoznání v zrcadlovém testu u straky obecné. Převzato z práce Emery (2017).



[Obrázek 7.](#) Test zrcadlem zprostředkované prostorové lokace u vran novokaledonských (Medyna et al. 2011). a) Aparát s dvěma boxy – k naučení funkce, b) Aparát s čtyřmi boxy, c) Průřez aparátu: šipka ukazuje na dřevěný přesah zabraňující výhled na odměnu, čtvereček za dřevem je odměna, pod aparátem je zrcadlo).



**Obrázek 8.** Přehled typů nástrojů vytvořenými vránami novokaledonskými. Pandanus nástroje (a), řapíky listů (b), peří (c), větvičky (d). Převzat o z prací Kacelnik a kolektiv (2006) a Hunt (1996).



**Obrázek 9.** Experiment s kombinovanými nástroji u vrán novokaledonských. Převzato z práce Bayern a kolektiv (2018).

## 6.2 Tabulky

[Tabulka 1](#). Přehled ptačích druhů testovaných v provázkovém testu. Převzato z práce Jacobs a Osvath (2015).

Řád:	Druh:	Směr přitahování:	Úspěšnost:	Řešeno v:
	<b>kondor krocanovitý</b> ( <i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	3 z 6	Zajetí
	<b>holub skalní</b> ( <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789)	Horizontálně	úspěšní	Zajetí
	<b>agapornis růžohrdlý</b> ( <i>Agapornis roseicollis</i> (Vieillot, 1818))	Vertikálně	21 z 27	Zajetí
	<b>amazoňan kubánský</b> ( <i>Amazona leucocephala</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
	<b>amazoňan modročelý</b> ( <i>Amazona aestiva</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
	<b>amazoňan nádherný</b> ( <i>Amazona pretrei</i> (Temminck, 1830))	Vertikálně	4 z 9	Zajetí
	<b>amazoňan oranžovokřídlý</b> ( <i>Amazona amazonica</i> (Linnaeus, 1766))	Vertikálně	22 ze 45	Zajetí
	<b>andulka vlnkovaná</b> ( <i>Melopsittacus undulatus</i> (Shaw, 1805))	Vertikálně	7 ze 17	Zajetí
	<b>ara arakanga</b> ( <i>Ara macao</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
	<b>ara ararauna</b> ( <i>Ara ararauna</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
	<b>ara hyacintový</b> ( <i>Anodorhynchus hyacinthinus</i> (Latham, 1790))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
	<b>ara kaninda</b> ( <i>Ara glaucogularis</i> Dabbene, 1921)	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
	<b>ara kobaltový</b> ( <i>Anodorhynchus leari</i> Bonaparte, 1856)	Vertikálně	2 ze 4	Zajetí
	<b>ara marakana</b> ( <i>Primolius maracana</i> (Vieillot, 1816))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
	<b>ara šedolící</b> ( <i>Primolius couloni</i> (Sclater, 1876))	Vertikálně	neúspěšní	Zajetí
	<b>ara zelenokřídlý</b> ( <i>Ara chloroptera</i> Gray, 1859)	Vertikálně	2 ze 4	Zajetí
	<b>arara zelený</b> ( <i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i> (Swainson, 1827))	Vertikálně	4 z 6	Zajetí

<b>aratinga sluneční</b> ( <i>Aratinga solstitialis</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>aratinga žlutý</b> ( <i>Guaruba guarouba</i> (Gmelin, 1788))	Vertikálně	neúspěšní	Zajetí
<b>eklektus různobarvý</b> ( <i>Eclectus roratus</i> (Müller, 1776))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>kakadu havraní</b> ( <i>Calyptorhynchus banksii</i> (Latham, 1790))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>kakadu přilbový</b> ( <i>Callocephalon fimbriatum</i> (Grant, 1803))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>kakadu růžový</b> ( <i>Eolophus roseicapilla</i> (Vieillot, 1817))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>kakadu tenkozobý</b> ( <i>Cacatua tenuirostris</i> (Kuhl, 1820))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>kakadu žlutočechelatý</b> ( <i>Cacatua galerita</i> (Latham, 1790))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>kakariki žlutočelý</b> ( <i>Cyanoramphus auriceps</i> (Kuhl, 1820))	Vertikálně i horizontálně	úspěšní	Zajetí
<b>korela chocholátá</b> ( <i>Nymphicus hollandicus</i> (Kerr, 1792))	Vertikálně	10 z 15	Zajetí
<b>lori mnohobarvý</b> ( <i>Trichoglossus haematodus</i> (Linnaeus, 1771))	Vertikálně	8 z 10	Zajetí
<b>nestor kea</b> ( <i>Nestor notabilis</i> Gould, 1856)	Vertikálně i horizontálně	12 z 13	Zajetí
<b>papoušek královský</b> ( <i>Alisterus scapularis</i> (Lichtenstein, 1816))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>papoušek mniší</b> ( <i>Myiopsitta monachus</i> (Boddaert, 1783))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>papoušek nádherný</b> ( <i>Polytelis swainsonii</i> (Desmarest, 1826))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>papoušek patagonský</b> ( <i>Cyanoliseus patagonus</i> (Vieillot, 1818))	Vertikálně	6 z 10	Zajetí
<b>papoušek senegalský</b> ( <i>Poicephalus senegalus</i> (Linnaeus, 1766))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>papoušiček brýlatý</b> ( <i>Forpus conspicillatus</i> (Lafresnaye, 1848))	Vertikálně	15 z 21	Zajetí

<b>vaza velký</b> ( <i>Coracopsis vasa</i> (Shaw, 1812))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>žako šedý</b> ( <i>Psittacus erithacus</i> Linnaeus, 1758))	Vertikálně	3 z 5	Zajetí
<b>brhlík lesní</b> ( <i>Sitta europaea</i> Linnaeus, 1758)	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>čečetka zimní</b> ( <i>Acanthis flammea</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>červenka obecná</b> ( <i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	neúspěšní	Zajetí i přírodě
<b>čížek lesní</b> ( <i>Carduelis spinus</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	19 z 32	Zajetí
<b>čížek žlutý</b> ( <i>Carduelis tristis</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>drozd zpěvný</b> ( <i>Turdus philomelos</i> Brehm, 1831))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>drozdec mnohohlasý</b> ( <i>Mimus polyglottos</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	neúspěšní	Zajetí
<b>havran polní</b> ( <i>Corvus frugilegus</i> Linnaeus, 1758)	Vertikálně	úspěšní	Zajetí i přírodě
<b>hýl obecný</b> ( <i>Pyrrhula pyrrhula</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	1 z 2	Zajetí
<b>kanár divoký</b> ( <i>Serinus canaria</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	5 z 11	Zajetí
<b>kavka obecná</b> ( <i>Corvus monedula</i> Linnaeus, 1758)	Vertikálně	5 ze 14	Zajetí
<b>konopka obecná</b> ( <i>Carduelis cannabina</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	3 ze 7	Zajetí
<b>kos černý</b> ( <i>Turdus merula</i> Linnaeus, 1758)	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>krkavec velký</b> ( <i>Corvus corax</i> Linnaeus, 1758)	Vertikálně	23 z 92	Zajetí i přírodě
<b>křivka obecná</b> ( <i>Loxia curvirostra</i> Linnaeus, 1758)	Vertikálně	4 z 12	Zajetí
<b>kubánka malá</b> ( <i>Tiaris canorus</i> (Gmelin, 1789))	Vertikálně	neúspěšní	Zajetí
<b>majna obecná</b> ( <i>Acridotheres tristis</i> (Linnaeus, 1766))	Horizontálně	úspěšní	Zajetí
<b>pěnice slavíková</b> ( <i>Sylvia borin</i> (Boddaert, 1783))	Horizontálně	1 z 2	Zajetí
<b>pěnkava obecná</b> ( <i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758)	Vertikálně	neúspěšní	Zajetí

<b>pěnkavka bledá</b> ( <i>Geospiza pallida</i> (Sclater & Salvin, 1870))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>pěnkavka hmyzožravá</b> ( <i>Camarhynchus pauper</i> (Ridgway, 1890))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>pěnkavka kokosová</b> ( <i>Pinaroloxias inornata</i> (Gould, 1843))	Vertikálně	neúspěšní	Zajetí
<b>pěnkavka kuželozobá</b> ( <i>Geospiza conirostris</i> Ridgway, 1890)	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>pěnkavka malinká</b> ( <i>Geospiza parvula</i> Gould, 1837)	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>pěnkavka papouščí</b> ( <i>Geospiza psittacula</i> (Gould, 1837))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>pěnkavka tlustozobá</b> ( <i>Platyspiza crassirostris</i> (Gould, 1837))	Vertikálně	neúspěšní	Zajetí
<b>sojka obecná</b> ( <i>Garrulus glandarius</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	1 z 2	Zajetí
<b>stehlík obecný</b> ( <i>Carduelis carduelis</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	12 z 52	Zajetí
<b>strnavec bělokorunkatý</b> ( <i>Zonotrichia leucophrys</i> (Forster, 1772))	Vertikálně	neúspěšní	Zajetí
<b>střízlík obecný</b> ( <i>Troglodytes troglodytes</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	neúspěšní	Zajetí
<b>sýkora koňadra</b> ( <i>Parus major</i> Linnaeus, 1758)	Vertikálně	95 z 393	Zajetí
<b>sýkora modřinka</b> ( <i>Parus caeruleus</i> Linnaeus, 1758)	Vertikálně	14 z 16	Zajetí
<b>sýkora proměnlivá</b> ( <i>Sittiparus varius</i> (Temminck & Schlegel, 1848))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>sýkora rezavoboká</b> ( <i>Baeolophus bicolor</i> (Linnaeus, 1766))	Vertikálně	úspěšní	Přírodě
<b>sýkora šedohnědá</b> ( <i>Baeolophus inornatus</i> (Gambel, 1845))	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>ťuhýk americký</b> ( <i>Lanius ludovicianus</i> Linnaeus, 1766)	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>vlhovec červenokřídlý</b> ( <i>Agelaius phoeniceus</i> (Linnaeus, 1766))	Vertikálně	neúspěšní	Zajetí
<b>vlhovec pospolitý</b> ( <i>Euphagus cyanocephalus</i> (Wagler, 1829))	Vertikálně	neúspěšní	Zajetí

<b>vrabec domácí</b> ( <i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	1 z 2	Zajetí i přírodě
<b>vrána americká</b> ( <i>Corvus brachyrhynchos</i> (Brehm, 1822))	Vertikálně	neúspěšní	Zajetí
<b>vrána černá</b> ( <i>Corvus corone corone</i> Linnaeus, 1758)	Vertikálně	neúspěšní	Přírodě
<b>vrána novokaledonská</b> ( <i>Corvus moneduloides</i> Lesson, 1831)	Vertikálně	úspěšní	Zajetí
<b>vrána šedá</b> ( <i>Corvus cornix</i> Linnaeus, 1758)	Vertikálně	4 z 50	Zajetí i přírodě
<b>zvonek zelený</b> ( <i>Chloris chloris</i> (Linnaeus, 1758))	Vertikálně	3 z 18	Zajetí
<b>pušтік vousatý</b> ( <i>Strix nebulosa</i> Forster, 1722)	Horizontálně	6 z 12	Zajetí

[Tabulka 2.](#) Přehled ptačích druhů v zrcadlovém testu.

Řád:	Druh:	Sebepochopení:	sociální chování:	úspěšnost:	Literatura:
Dlouhokřídlí (Charadriiformes)					
	<b>racek šedokřídlý</b> ( <i>Larus glaucescens</i> Naumann, 1840)	Ne	Ano	-	Stout et al. 1969
Hrabaví (Galliformes)					
	<b>tetřívěk douglaskový</b> ( <i>Dendragapus obscurus</i> (Say, 1823))	Ne	Ano	-	Stirling 1968
Měkkozobí (Columbiformes)					
	<b>holub domácí</b> ( <i>Columba livia f. domestica</i> Gmelin, 1789)	Ano	Ano	10dnů, 3 ze 3	Epstein et al. 1981
Papoušci (Psittaciformes)					
	<b>agapornis růžohrdlý</b> ( <i>Agapornis roseicollis</i> (Vieillot, 1818))	Ne	Ano	-	Delsaut & Roy 1980
	<b>andulka vlnkovaná</b> ( <i>Melopsittacus undulatus</i> (Shaw, 1805))	Ne	Ano	-	Gallupp & Capper 1970
	<b>nestor kea</b> ( <i>Nestor notabilis</i> Gould, 1856)	Ne	Ano	-	Diamond & Bond 1989
	<b>žako šedý</b> ( <i>Psittacus erithacus</i> Linnaeus, 1758)	Ne	Ano	-	Pepperberg et al. 1995
Pěvci (Passeriformes)					
	<b>brkoslav americký</b> ( <i>Bombycilla cedrorum</i> Vieillot, 1808)	Ne	Ano	-	Andrews 1966
	<b>kavka obecná</b> ( <i>Corvus monedula</i> Linnaeus, 1758)	Ano	Ano	9 hodin, 8 z 9	Soler et al. 2014



<b>rýžovník šedý</b> ( <i>Padda oryzivora</i> (Linnaeus, 1758))	Ne	Ano	-	Watanabe 2002
<b>straka obecná</b> ( <i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758))	Ano	Ano	150 minut, 3 z 5	Prior et al. 2008
<b>strnadec zimní</b> ( <i>Junco hyemalis</i> (Linnaeus, 1758))	Ne	Ano	-	Andrews 1966
<b>sýkora černohlavá</b> ( <i>Parus atricapillus</i> Linnaeus, 1766)	Ne	Ano	-	Censky & Ficken 1982
<b>vrabec domácí</b> ( <i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758))	Ne	Ano	-	Gallupp & Capper 1970
<b>vrána hrubozobá</b> ( <i>Corvus macrorhynchos</i> Wagler, 1827)	Ne	Ano	-	Kusayama et al. 2000
<b>vrána novokaledonská</b> ( <i>Corvus moneduloides</i> Lesson, 1831)	Ne	Ano	-	Medina et al. 2011
<b>zebřička pestrá</b> ( <i>Taeniopygia guttata</i> (Vieillot, 1817))	Ne	Ano	-	Ryan 1978
Plameňáci (Phoenicopteriformes)				
<b>plameňák malý</b> ( <i>Phoeniconaias minor</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1798))	Ne	Ano	-	Pickering & Duverge 1992

**Tabulka 3.** Přehled vybraných druhů ptáků s inovativním chováním. Převzato z práce Lefebvre a kolektiv (1997).

<b>Řád:</b>	<b>Druh:</b>	<b>Inovace:</b>
Vrubozobí (Anseriformes)		
	<b>morčák chocholatý</b> ( <i>Lophodytes cucullatus</i> (Linnaeus, 1758))	Predace hraboše.
Potápky (Podicipediformes)		
	<b>potápka americká</b> ( <i>Podilymbus podiceps</i> (Linnaeus, 1758))	Selektivní útok na ryby, které byly přilákány lidmi, jež ryby krmili.
Trubkonosí (Porcellariiformes)		
	<b>buňáček Wilsonův</b> ( <i>Oceanites oceanicus</i> (Kuhl, 1820))	Požírání mrtvé velryby, především rozpadajícího se tuku.
Veslonozí (Pelecaniformes)		
	<b>pelikán hnědý</b> ( <i>Pelecanus occidentalis</i> Linnaeus, 1766)	Krádež ryby od volavky velké.
	<b>volavka bělostná</b> ( <i>Egretta thula</i> (Molina, 1782))	Skupinové vyhledání a lov žab, bez pomocného vyhánění žab savci.
	<b>volavka bílá</b> ( <i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758)	Skupinové vyhledání a lov žab, bez pomocného vyhánění žab savci. Predace sluky.
	<b>volavka modrošedá</b> ( <i>Egretta caerulea</i> (Linnaeus, 1758))	Skupinové vyhledání a lov žab, bez pomocného vyhánění žab savci.

Dravci (Accipitriformes)	
<b>káně královská</b> ( <i>Buteo regalis</i> (Gray, 1844))	Využívání výstřelů z pušek, krádež zvířat zastřelených lidmi.
<b>krahujec obecný</b> ( <i>Accipiter nisus</i> (Linnaeus, 1758))	Utopení kořisti (kosa černého).
<b>orel bělohlavý</b> ( <i>Haliaeetus leucocephalus</i> (Linnaeus, 1758))	Noční lov vodních ptáků.
<b>orlovec říční</b> ( <i>Pandion haliaetus</i> (Linnaeus, 1758))	Otevření ulit shozením na beton.
Krátkokřídlí (Gruiformes)	
<b>chřástal vodní</b> ( <i>Rallus aquaticus</i> Linnaeus, 1758)	Ulovení a sežráním několik pěvců.
Dlouhokřídlí (Charadriiformes)	
<b>chaluha velká</b> ( <i>Catharacta skua</i> Brünnich, 1764)	Vyhledávání zvířat přejetých autem.
<b>kamenáček pestrý</b> ( <i>Arenaria interpres</i> (Linnaeus, 1758))	Útoky na žaludeční dutiny mořských sasanek.
<b>kulík zrzoocasý</b> ( <i>Charadrius vociferus</i> Linnaeus, 1758)	Ukořistění živé žáby.
<b>racek stříbřitý</b> ( <i>Larus argentatus</i> Pontoppidan, 1763)	Ulovení malých zajíců a upuštění je z výšky na kameny.
<b>racek stříbřitý</b> ( <i>Larus argentatus</i> Pontoppidan, 1763)	Malá hejna donutí volavku odletět na moře a tam ji společně zabijí.
<b>rybák tichomořský</b> ( <i>Onychoprion lunatus</i> (Peale, 1848))	Predace ještěrky přepadením.
Sokoli (Falconiformes)	
<b>poštolka pestrá</b> ( <i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758)	Predace kolčavy.
Šplhavci (Piciformes)	
<b>datel gilský</b> ( <i>Melanerpes uropygialis</i> (Baird, 1854))	Druh, jenž obvykle neschovává potravu, schoval potravu.
<b>strakapoud osikový</b> ( <i>Dryobates pubescens</i> (Linnaeus, 1766))	Využívá větrné houpání, aby chytil končetinou potravu visící z větve.
Pěvci (Passeriformes)	
<b>cetie jižní</b> ( <i>Cettia cetti</i> (Temminck, 1820))	Využívá techniku tyranů při lovu hmyzu.
<b>drozd stěhovavý</b> ( <i>Turdus migratorius</i> Linnaeus, 1766)	Pozření kousků zmrzlých lidských zvratků.
<b>drozdec bělokrký</b> ( <i>Mimus parvulus</i> (Gould, 1837))	Krádež potravy (kus ryby) z tlamy lachtana.

<b>havran polní</b> ( <i>Corvus frugilegus</i> Linnaeus, 1758)	Pozření kousků zmrzlých lidských zvratků.
<b>kardinál červený</b> ( <i>Cardinalis cardinalis</i> (Linnaeus, 1758))	Odštípnutí a pozření květů rostlin naplněných nektarem.
<b>kavka obecná</b> ( <i>Corvus monedula</i> Linnaeus, 1758)	Shazuje koňské kaštiny na chodník.
<b>kos černý</b> ( <i>Turdus merula</i> Linnaeus, 1758)	Využívá techniku tyranů při lovu hmyzu.
<b>krkavec velký</b> ( <i>Corvus corax</i> Linnaeus, 1758)	Koordinovaný lov hřadujících racků tříprstých.
<b>lesňáček lejskovitý</b> ( <i>Setophaga ruticilla</i> (Linnaeus, 1758))	Noční lov hmyzu v blízkosti pouličních lamp.
<b>sojka chocholátá</b> ( <i>Cyanocitta cristata</i> (Linnaeus, 1758))	Lov lesňáčkovitých.
<b>straka obecná</b> ( <i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758))	Vyhrabávání brambor.
<b>tyran hnědochocholatý</b> ( <i>Myiarchus tyrannulus</i> (Müller, 1776))	Predace kolibříků.
<b>vlhovec červenokřídlý</b> ( <i>Agelaius phoeniceus</i> (Linnaeus, 1766))	Letí za traktorem a požírá přejeté žáby, hmyz a hlodavce.
<b>vlhovec nachový</b> ( <i>Quiscalus quiscula</i> (Linnaeus, 1758))	Predace dospělé vlaštovky.
<b>vlhovec pospolitý</b> ( <i>Euphagus cyanocephalus</i> (Wagler, 1829))	Letí za traktorem a požírá přejeté žáby, hmyz a hlodavce.
<b>vrabec domácí</b> ( <i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758))	Využití senzoru na otevření automatických dveří. Systematické vyhledávání hmyzu na čelních oknech aut.
<b>vrána americká</b> ( <i>Corvus brachyrhynchos</i> Brehm, 1822)	Využívá auta jako louskáček.
<b>vrána obecná</b> ( <i>Corvus corone</i> Linnaeus, 1758)	Přistání na plovoucí mrtvole ovce a požívání jejího masa.

[Tabulka 4.](#) Přehled dalších druhů ptáků používajících pravé nástroje v přírodě.

Řád:	Druh:	Nástroj a použití:	Literatura:
Brodiví (Ciconiiformes)			
	<b>čáp bílý</b> ( <i>Ciconia ciconia</i> (Linnaeus, 1758))	Mech k transportu vody mláďatům.	Rekasi 1980
Papoušci (Psittaciformes)			
	<b>kakadu palmový</b> ( <i>Probosciger aterrimus</i> (Gmelin, 1788))	Větve k fixování potravy a k bubnování při námluvách.	Heinsohn et al. 2017; Wood 1988

Pěvci (Passeriformes)		
<b>brhlíček proměnlivý</b> ( <i>Daphoenositta chrysoptera</i> (Latham, 1801))	Využívá větve na vydlabání červa.	Noske 1985
<b>lejsek šedohnědý</b> ( <i>Bradornis microrhynchus</i> Reichenow, 1887)	Stonek trávy k lovení termitů.	Boswall 1983
<b>sojka zelenavá</b> ( <i>Cyanocorax yncas</i> (Boddaert, 1783))	Větev k šťourání pod kůrou.	Gayou 1982
<b>sýkora koňadra</b> ( <i>Parus major</i> Linnaeus, 1758)	Napichování larev na jehličí.	Duyck & Duyck 1984
<b>vlhovec pospolitý</b> ( <i>Euphagus cyanocephalus</i> (Wagler, 1829))	Kořist jako houba pro transport vody mlád'atům.	Koenig 1985
<b>vrána americká</b> ( <i>Corvus brachyrhynchos</i> Brehm, 1822)	Ostrá větev pro prozkoumávání otvorů.	Caffrey 2000
Šplhavci (Piciformes)		
<b>datel gilský</b> ( <i>Melanerpes uropygialis</i> (Baird, 1854))	Kůra pro transport medu k mlád'atům.	Antevs 1948

**Tabulka 5.** Přehled používání nepravých nástrojů u ptáků v laboratoři.

Řád:	Druh:	Nástroj a použití:	Literatura:
Dlouhokřídlí (Charadriiformes)			
	<b>ústříčník velký</b> ( <i>Haematopus ostralegus</i> Linnaeus, 1758)	Větev k vypuzení bezobratlých.	Lefebvre et al. 2002
Dravci (Accipitriformes)			
	<b>luňák černoprský</b> ( <i>Hamirostra melanosternon</i> (Gould, 1841))	Shazování kamenů na vajíčka.	Lefebvre et al. 2002
Papoušci (Psittaciformes)			
	<b>amazoňan modročelý</b> ( <i>Amazona aestiva</i> (Linnaeus, 1758))	Klacík, předvádění se.	Boswall 1977
	<b>amazoňan žlutohlavý</b> ( <i>Amazona ochrocephala</i> (Gmelin, 1788))	Kalich jako lopatka pro nabírání semen.	Lefebvre et al. 2002
	<b>ara hyacintový</b> ( <i>Anodorhynchus hyacinthinus</i> (Latham, 1790))	List k stabilizaci ořechu v zobáku.	Lefebvre et al. 2002
	<b>kakadu molucký</b> ( <i>Cacatua moluccensis</i> (Gmelin, 1788))	Větve, klacky, předvádění se.	Boswall 1983
	<b>kakadu naholící</b> ( <i>Cacatua sanguinea</i> Gould, 1843)	Větve, klacíky, předvádění se.	Smith 1970
	<b>kakadu žlutočečelatý</b> ( <i>Cacatua galerita</i> (Latham, 1790))	Horní část láhve jako kalíšek na vodu.	Lefebvre et al. 2002

<b>kakadu žlutolící</b> ( <i>Cacatua sulphurea</i> (Gmelin, 1788))	Větvička a skořápka, předvádění se a přenášení vody.	Boswall 1983
<b>kakariki žlutočelý</b> ( <i>Cyanoramphus auriceps</i> (Kuhl, 1820))	Větvička k získání nedosažitelné potravy.	Funk 2002
<b>nestor kea</b> ( <i>Nestor notabilis</i> Gould, 1856)	Klacky, lanka, kuličky, větve k získání odměny.	Auersperg et al. 2011
<b>žako šedý</b> ( <i>Psittacus erithacus</i> Linnaeus, 1758)	Využití části trubky k nabrání vody.	Lefebvre et al. 2002
Pěvci (Passeriformes)		
<b>sýkora babka</b> ( <i>Parus palustris</i> Linnaeus, 1758)	Sběr rozprášené potravy pomocí houby.	Lefebvre et al. 2002
Seriémy (Cariamiformes)		
<b>seriema rudozobá</b> ( <i>Cariama cristata</i> (Linnaeus, 1766))	Shazování vajíčka na kameny.	Lefebvre et al. 2002
Srostloprstí (Coraciiformes)		
<b>ledňák obrovský</b> ( <i>Dacelo novaeguineae</i> (Hermann, 1783))	Třískání krysy a kosti.	Lefebvre et al. 2002

[Tabulka 6.](#) Přehled používání nepravých nástrojů u ptáků v přírodě. Převzato z práce Lefebvre a kolektiv (2002).

Řád:	Druh:	Nástroj a použití:
	<b>marabu africký</b> ( <i>Leptoptilos crumeniferus</i> (Lesson, 1831))	Větev k vyšťourání kořisti ze štěrbiny.
	<b>káně rudochvostá</b> ( <i>Buteo jamaicensis</i> (Gmelin, 1788))	Třískání hadem o skály (při letu).
	<b>orel bělohlavý</b> ( <i>Haliaeetus leucocephalus</i> (Linnaeus, 1766))	Shazování želvy na zem.
	<b>orel skalní</b> ( <i>Aquila chrysaetos</i> (Linnaeus, 1758))	Shazování želvy na skály.
	<b>orlosup bradatý</b> ( <i>Gypaetus barbatus</i> (Linnaeus, 1758))	Shazování kostí a želv na skalnatý povrch.
	<b>orlovec říční</b> ( <i>Pandion haliaetus</i> (Linnaeus, 1758))	Shazování ulity na beton.
	<b>sup mrchožravý</b> ( <i>Neophron percnopterus</i> (Linnaeus, 1758))	Shazuje želvy a plazi na tvrdý povrch
	<b>chaluha velká</b> ( <i>Catharacta skua</i> Brünnich, 1764)	Shazování vajíčka tučňáků na zem.
	<b>chřástal hnědobřichý</b> ( <i>Eulabeornis castaneoventris</i> Gould, 1844)	Třískání skořápek pomocí kovadliny.
	<b>racek bouřní</b> ( <i>Larus canus</i> Linnaeus, 1758)	Shazování měkkýše na zem.

<b>racek černočhlavý</b> ( <i>Larus melanocephalus</i> Temminck, 1820)	Shazování měkkýše na zem.
<b>racek jižní</b> ( <i>Larus dominicanus</i> Lichtenstein, 1823)	Shazování vajíčka na vodní hladinu.
<b>racek mořský</b> ( <i>Larus marinus</i> Linnaeus, 1758)	Shazování krabů a potkanů na písek.
<b>racek stříbrný</b> ( <i>Larus argentatus</i> Pontoppidan, 1763)	Shazování králíků na skalnatý povrch.
<b>racek šedokřídlný</b> ( <i>Larus glaucescens</i> Naumann, 1840)	Shazování měkkýše na zem.
<b>racek velkozobý</b> ( <i>Larus pacificus</i> Latham, 1802)	Shazování mušle na silnici.
<b>kukačka kohoutí</b> ( <i>Geococcyx californianus</i> (Lesson, 1829))	Třískání plazů o kameny.
<b>lelkoun soví</b> ( <i>Podargus strigoides</i> (Latham, 1802))	Třískání kořisti o větev.
<b>ara ararauna</b> ( <i>Ara ararauna</i> (Linnaeus, 1758))	Kost, předvádění se.
<b>bělořit černý</b> ( <i>Oenanthe leucura</i> (Gmelin, 1789))	Třískání ještěrkami o kameny.
<b>bělořit šedý</b> ( <i>Oenanthe oenanthe</i> (Linnaeus, 1758))	Třískání housenkami o zem.
<b>bramborníček černočhlavý</b> ( <i>Saxicola rubicola</i> (Linnaeus, 1766))	Třískání šneky o zeď.
<b>bramborníček šedý</b> ( <i>Saxicola ferrea</i> Gray, 1846)	Třískání housenkami o zem.
<b>brhliček proměnlivý</b> ( <i>Daphoenositta chrysoptera</i> (Latham, 1801))	Třískání hmyzem o větve.
<b>brhlík běloprsý</b> ( <i>Sitta carolinensis</i> Latham, 1790)	Štěrbina ve větvi jako svěrák, páka z kůry.
<b>brhlík hnědočhlavý</b> ( <i>Sitta pusilla</i> Latham, 1790)	Páka z kůry.
<b>bulbul šupinkový</b> ( <i>Pycnonotus cafer</i> (Linnaeus, 1766))	Třískání gekony o zeď.
<b>drozd africký</b> ( <i>Turdus pelios</i> Bonaparte, 1850)	Třískání šneky o kameny.
<b>drozd cvrčala</b> ( <i>Turdus iliacus</i> Linnaeus, 1766)	Třískání šneky o tvrdý povrch.
<b>flétnáči</b> ( <i>Cracticus Vieillot</i> , 1816)	Trny k nabodnutí kořisti.
<b>flétnák šedohřbetý</b> ( <i>Cracticus torquatus</i> (Latham, 1802))	Klín ve vidlicích a štěrbinách, špíz na větvi.

<b>havran polní</b> ( <i>Corvus frugilegus</i> Linnaeus, 1758)	Shazování slávky na tvrdý povrch.
<b>kavčík bělokřídlý</b> ( <i>Corcorax melanorhamphos</i> (Vieillot, 1817))	Prázdné ulity jako kladivo na zavřené mušle, třískání slávkami o kameny.
<b>kavka obecná</b> ( <i>Corvus monedula</i> Linnaeus, 1758)	Shazování kaštanů na tvrdý povrch.
<b>kos černý</b> ( <i>Turdus merula</i> Linnaeus, 1758)	Větvička k hledání potravy pod sněhem.
<b>krkavec bělokrký</b> ( <i>Corvus albicollis</i> Latham, 1790)	Shazování želvy na zem.
<b>krkavec krátkoocasý</b> ( <i>Corvus rhipidurus</i> Hartert, 1918)	Házení kamenů na vajíčka, shazování vajíčka do písku.
<b>krkavec velký</b> ( <i>Corvus corax</i> Linnaeus, 1758)	Lov ryb pod ledem pomocí rybářského provázku, shazování kosti na skály.
<b>lejsek černohlavý</b> ( <i>Ficedula hypoleuca</i> (Pallas, 1764))	Třískání šneky o silnici.
<b>lemčík zejkozobý</b> ( <i>Scenopoeetes dentirostris</i> (Ramsey, 1876))	Třískání šneky o kameny.
<b>linduška skalní</b> ( <i>Anthus petrosus</i> (Montagu, 1798))	Třískání šneky o tvrdý povrch.
<b>majna hnědá</b> ( <i>Acridotheres fuscus</i> (Wagler, 1827))	Třískání myši o tvrdý povrch.
<b>modravec siný</b> ( <i>Myophonus caeruleus</i> (Scopoli, 1786))	Rozbíjení vajec o kameny.
<b>pěnkavka lesňáčkovitá</b> ( <i>Certhidea olivacea</i> Gould, 1837)	Větvička.
<b>pěnkavka mangrovová</b> ( <i>Geospiza heliobates</i> Snodgrass & Heller, 1901)	Větve a klacíčky na prozkoumání štěrbin.
<b>pěnkavka ostrozobá</b> ( <i>Geospiza difficilis</i> Sharpe, 1888)	Tlačení na kameny, shazování/skrípnutí mezi kameny
<b>pištec australský</b> ( <i>Colluricincla harmonica</i> (Latham, 1802))	Větvičky použité pro prozkoumávání, třískání myšmi o pařez a červenkou o kámen.
<b>pištec sokolí</b> ( <i>Falcunculus frontatus</i> (Latham, 1802))	Třískání hmyzem o větve, větve na prozkoumání štěrbin.
<b>pita červenobřichá</b> ( <i>Pitta erythrogaster</i> Temminck, 1823)	Třískání kořistí o tvrdý povrch.
<b>pita hřmotivá</b> ( <i>Pitta versicolor</i> Swainson, 1825)	Třískání kořistí o tvrdý povrch.

<b>pita káповá</b> ( <i>Pitta sordida</i> (Müller, 1776))	Třískání kořistí o tvrdý povrch.
<b>pita modrokřídla</b> ( <i>Pitta moluccensis</i> (Müller, 1776))	Třískání kořistí o tvrdý povrch.
<b>pita páskovaná</b> ( <i>Pitta guajana</i> (Müller, 1776))	Třískání kořistí o tvrdý povrch.
<b>pokřovnik alpský</b> ( <i>Xenicus gilviventris</i> Pelzeln, 1867)	Třískání kobyilkami po vlnitým plechu.
<b>skalník indický</b> ( <i>Saxicoloides fulicatus</i> (Linnaeus, 1766))	Třískání žábami a gekony o zem.
<b>snovač asijský</b> ( <i>Ploceus philippinus</i> (Linnaeus 1766))	Třískání žábami o elektrický drát.
<b>straka obecná</b> ( <i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758))	Zaklínování ořechů ve štěrbině.
<b>střízlík karolínský</b> ( <i>Thryothorus ludovicianus</i> (Latham, 1790))	Zaklínování semen mezi cihlami.
<b>sýkora modřinka</b> ( <i>Parus caeruleus</i> Linnaeus, 1758)	Větev na ořechy.
<b>ťuhýci</b> ( <i>Lanius Linnaeus, 1758</i> )	Trny k nabodnutí obětí.
<b>ťuhýk afrotropický</b> ( <i>Lanius collaris</i> Linnaeus, 1766)	Třískání kobyilkami o větev, napichování na špíz.
<b>tyran šedý</b> ( <i>Tyrannus dominicensis</i> (Gmelin, 1788))	Pevný povrch k rozbíjení potravy.
<b>vrabec domácí</b> ( <i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758))	Otřískávání křidélek much.
<b>vrána americká</b> ( <i>Corvus brachyrhynchos</i> Brehm, 1822)	Kámen hozený na ořechy, skořábka vlašského ořechu k transportu vody, třískání rybou o písek, shazování ořechů na silnici pod auta.
<b>vrána obecná</b> ( <i>Corvus corone</i> Linnaeus, 1758)	Lov ryb pod ledem pomocí rybářského provázku.
<b>vrána domácí</b> ( <i>Corvus splendens</i> Vieillot, 1817)	Pomocí listu vydlabání mravence ze štěrbin, shazování pískomila na zem.
<b>vrána novokaledonská</b> ( <i>Corvus moneduloides</i> Lesson, 1831)	Shazování ořechů na jednotlivé kameny.
<b>vrána severozápadní</b> ( <i>Corvus caurinus</i> Baird, 1858)	Shazování lastury na tvrdý povrch.
<b>ledňáček hnědohlavý</b> ( <i>Halcyon smyrnensis</i> (Linnaeus, 1758))	Třískání žábou o větev.
<b>arassari pestrý</b> ( <i>Pteroglossus torquatus</i> Gould, 1843)	Větev na prohledání.



<b>datel červenolící</b> ( <i>Melanerpes lewis</i> (Gray, 1849))	Zaklínování ve štěrbině.
<b>datel karolínský</b> ( <i>Melanerpes carolinus</i> (Linnaeus, 1758))	Klín z dřeva, rozlamování semen.
<b>datel rudohrdlý</b> ( <i>Sphyrapicus varius</i> (Linnaeus, 1766))	Zaklínování semen v kůře.
<b>rybařík jižní</b> ( <i>Ceryle rudis</i> (Linnaeus, 1758))	Roztřískání kraba o kameny.
<b>strakapoud americký</b> ( <i>Picoides villosus</i> (Linnaeus, 1766))	Klín z dřeva, rozlamování semena.
<b>strakapoud jižní</b> ( <i>Dendrocopos syriacus</i> (Hemprich & Ehrenberg, 1833))	Klín a kovadlina z praskliny zdi.
<b>strakapoud osikový</b> ( <i>Dryobates pubescens</i> (Linnaeus, 1766))	Štěrbina ve větvi jako svěrák, otevírání semínka.
<b>strakapoud velký</b> ( <i>Dendrocopos major</i> (Linnaeus, 1758))	Zaklínování ve štěrbině.
<b>anhinga americká</b> ( <i>Anhinga anhinga</i> (Linnaeus, 1766))	Třískání ryb o pařezy a větve.
<b>ibis australský</b> ( <i>Threskiornis molucca</i> (Cuvier, 1829))	Třískání slávek o kovadlinu.

[Tabulka 7.](#) Přehled ptačích druhů používajících nástroje jako návnadu při lovu.

Řád:	Druh:	Aktivní lov:	Pasivní lov:	Návnada/pomůcka:	Literatura:
Dlouhokřídlí (Charadriiformes)					
	<b>racek stříbřitý</b> ( <i>Larus argentatus</i> Pontoppidan, 1763)	✓	-	chleba	Henry & Aznar 2006
	<b>racek žlutohý</b> ( <i>Larus fuscus</i> Linnaeus, 1758)	✓	-	chleba	Sinclair 1984
Dravci (Accipitriformes)					
	<b>luňák hnědý</b> ( <i>Milvus migrans</i> (Boddaert, 1783))	✓	-	chleba	Roberts 1982
Pěvci (Passeriformes)					
	<b>kardinál červený</b> ( <i>Cardinalis cardinalis</i> (Linnaeus, 1758))	✓	-	peří	Edwards 1932
Slunatci (Eurypygiiformes)					
	<b>slunatce nádherný</b> ( <i>Eurypyga helias</i> (Pallas, 1781))	✓	-	larvy hmyzu	Boswall 1977

Sovy (Strigiformes)				
<b>sýček králičí</b> ( <i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782))	-	✓	trus	Levey et al. 2004
Srostoprstí (Coraciiformes)				
<b>rybařík jižní</b> ( <i>Ceryle rudis</i> Linnaeus, 1758)	✓	-	chleba	Boswall 1983
Veslonozí (Pelecaniformes)				
<b>kvakoš noční</b> ( <i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758))	-	✓	lidé	Reglade et al. 2014
<b>volavka bílá</b> ( <i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758)	✓	-	chleba	Zickefoose & Davis 1998
<b>volavka obrovská</b> ( <i>Ardea goliath</i> Cretzschmar, 1829)	✓	-	větvička	Hunter et al. 2004
<b>volavka popelavá</b> ( <i>Ardea cinerea</i> Linnaeus, 1758)	-	✓	chleba	Post et al. 2009
<b>volavka proměnlivá</b> ( <i>Butorides striatus</i> (Linnaeus, 1758))	✓	-	část rostliny, chleba, hmyz, peří	Keenan 1981; Higuchi 1986; Wood 1986; English 1987; Foxall & Drury 1987
<b>volavka stříbřitá</b> ( <i>Egretta garzetta</i> (Linnaeus, 1766))	✓	-	chleba	Post et al. 2009
<b>volavka velká</b> ( <i>Ardea herodias</i> Linnaeus, 1758)	-	✓	kachny	Zickefoose & Davis 1998
<b>volavka vlasatá</b> ( <i>Ardeola ralloides</i> (Scopoli, 1769))	✓	-	hmyz	Prytherch 1980
<b>volavka zelenavá</b> ( <i>Butorides virescens</i> (Linnaeus, 1758))	✓	-	hmyz	Emery 2017