

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**Přírodovědecká fakulta**

Ekologická a evoluční biologie



**Tomáš Hrdý**

**Jak nejlépe spočítat ptáky v tropickém  
deštném lese?**

How to efficiently count birds in tropical  
rainforest?

Bakalářská práce

**Školitel: RNDr. Ondřej Sedláček, Ph.D.**

Praha, 2013

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

**V Praze, 23.8.2013**

**Podpis**

## **Poděkování**

Především bych chtěl poděkovat svému školiteli RNDr. Ondřeji Sedláčkovi, Ph.D. za poskytnutí veškerých konzultací práce a za pomoc s vyhledáváním literatury.

Dále bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům za všeobecnou podporu.

## **ABSTRAKT**

Tropický deštný les patří k druhově nejbohatším biotům na Zemi. Zároveň představuje značně nepřehledné a komplexní prostředí, které ztěžuje stanovení odhadu lokálních diverzit a abundancí druhů. Tato literární rešerše porovnává frekvenci, efektivitu a vhodnost jednotlivých metod, které jsou používány k zjišťování diverzity a početnosti ptáků v tropickém deštném lese. Dále srovnává důvody autorů pro použití určité metody, v jakém konkrétním prostředí byla použita a k čemu jejich studie metodiku využívala. Rešerše představuje i několik specifíků tropického deštného lesa, které zatím nejsou brány metodami v úvahu, avšak mohou mít velký vliv na kvalitu a úplnost datového vzorku, který metody vytvářejí. Nakonec porovnává nejčastěji používané metody (bodová a odchyty do nárazových sítí) a zdůvodňuje jejich případné kombinace. V závěru zmiňuje i použití nahrávacích zařízení, jakožto vhodného doplnění průzkumů.

### **Klíčová slova:**

Ptáci, bodový transekt, liniový transekt, odchyty, metodika, tropický les

## **ABSTRACT**

Tropical rainforest has one of the richest diversity on Earth. At the same time it is a complex and confusing environment, which makes estimation of local diversities and species abundance very hard. This literature review compares frequency, effectiveness and suitability of each method, which are used to detect diversity and abundance in tropical rainforest. It compares authors' reasons why do they use a specific method, in what kind of environment and what for was that methodology used in their study. Review presents even a few tropical rainforest specifications, which are not taken into account by current methods, even though they could have a large effect on quality and completeness of data sample. At the end it compares the most commonly used techniques (point – count and mist – net) and justifies their possible combinations. In conclusion it mentions the usage of recording devices as a suitable completion to research.

### **Key words:**

Birds, point-count, line transect, mist-net, methodology, tropical forest

# Obsah

<b>Úvod</b> .....	<b>5</b>
Ptáci jako modelová skupina obratlovců.....	5
Tropický les a jeho specifika.....	5
<b>Přehled základních kvantitativních metod</b> .....	<b>7</b>
Bodový transekt (Point count) .....	7
Liniový transekt (line transect) .....	8
Distance sampling .....	9
McKinnonův list (The McKinnon's list) .....	9
Metoda hodinových seznamů (The Time list) .....	10
Odchyty do nárazových sítí (mist-netting).....	10
<b>Aplikace metod sčítání v tropickém deštném lese</b> .....	<b>11</b>
Četnost používaných metod.....	11
Distance sampling.....	14
Duetové zpěvy.....	15
Noční druhy.....	15
<b>Srovnání metod založených na akustickém monitoringu a odchytech</b> .....	<b>16</b>
Audiovizuální metody.....	16
Odchyty do nárazových sítí.....	16
Možnosti srovnání a vzájemného doplnění metod.....	17
<b>Závěr</b> .....	<b>20</b>
<b>Literatura</b> .....	<b>22</b>

# Úvod

## Ptáci jako modelová skupina obratlovců

Ptáci představují jednu z nejdůležitějších modelových skupin živočichů pro řešení celé řady obecných ekologických otázek (Doležal 2010, Harris et al. 2011). Vyskytují se v celé škále typů prostředí a vyznačují se vysokou druhovou diverzitou, která se mezi jednotlivými typy prostředí významně liší. Nespornou výhodou je jejich hlasová aktivita umožňující relativně snadnou identifikaci v terénu a stanovení druhové rozmanitosti, složení společenstev i odhadu početnosti jednotlivých druhů (Bibby et al. 2000). Protože jsou vysoce mobilní a v potravních řetězcích často figurují jako konzumenti vyšších řádů, mohou velice rychle a citlivě reagovat na změnu prostředí, například opuštěním přeměněného biotopu nebo jeho následnou rekolonizací v případě zlepšení podmínek (Barlow a Peres 2004, Thinh et al. 2012). Pomocí zvukové detekce jsme u ptáků navíc schopni odhadovat velikosti jejich populací, což umožňuje jak mezidruhová srovnání v rámci jednotlivých společenstev, tak srovnání početnosti populací v různých typech prostředí a částech areálů (Levey 1988). V neposlední řadě pak můžeme shromažďovat údaje o jejich výskytu a početnosti v dlouhých časových obdobích a zkoumat vliv postupných změn prostředí na dynamiku populací (viz například Lacher 2004, Voříšek 2007, Banks-Leite et al. 2012). Díky často specifickým nárokům jednotlivých ptačích druhů na různé typy prostředí, potravní zdroje a také jejich velkým prostorovým nárokům, jsou ptáci považováni za dobrou bioindikační skupinu (Sekercioglu 2012). Zaměřením na ochranu jejich prostředí tak často dosáhneme uspokojivé ochrany celé řady dalších organismů – považujeme je tedy za dobré deštníkové druhy.

## Tropický les a jeho specifika

Tropický les je bezporu jedním z nejbohatších a nejrozmanitějších biotopů na Zemi, což vede k tomu, že snaha o stanovení diverzity ptačích společenstev i abundancí jednotlivých druhů je v tropech specifická. A to nejen díky strukturální složitosti tropického deštného lesa, ale i rozmanitějším životním strategiím. V tropech mohou například zpívat jak samci, tak i samice, objevuje se zde daleko více koloniálních a jinak kooperujících hnízdičů, ekologické niky jednotlivých druhů jsou více provázanější, objevují se zde neteritoriální druhy a některé druhy můžeme téměř vždy najít jako členy jednodruhových nebo vícedruhových hejn (Stutchbury a Morton 2001, Bradley a Mennill 2009). Další obtíže působí například doba hnízdní aktivity – zatímco u většiny temperátních druhů probíhá hnízdění a obhajoba teritorií v období od února do konce července a tudíž můžeme jejich hnízdění snadno předvídat, v

tropech může být hnízdění rozloženo do celého roku (Stutchbury a Morton 2001). I začátek hnízdění v jednotlivých sezónách a lokalitách značně kolísá a v určitých sezónách u některých druhů nemusí hnízdění proběhnout vůbec, což přináší řadu problémů při porovnávání studií z různých let a sezón.

Další z řady odlišností je vysoká diverzita ptáků – obrovská druhová rozmanitost klade vysoké požadavky na dovednosti pozorovatele (Levey 1988, Whitman et al. 1997). Jen v nížinných deštných pralesích Jižní Ameriky může žít na malém území v blízkosti řek až 500 druhů ptáků (Bibby et al. 2000). V mnoha zemích navíc chybí i základní průzkumy avifauny a spousta hlasů ještě stále nebyla ani zaznamenána. Jen velmi málo ornitologů má vůbec zkušenosti potřebné k průzkumu těchto oblastí – časově náročné je i pouhé obeznámení se zdejší avifaunou. S vysokou diverzitou jde však ruku v ruce nízká denzita – s mnoha druhy se během dne setkáme pouze jednou a nebo vůbec, s čímž si dokáže obstojně poradit jen velmi málo sčítacích metod. Z toho také vyplývá fakt, že už jen získání adekvátního počtu sčítání pro získ reprezentativních výsledků pro většinu druhů vyžaduje nasazení značného úsilí.

Výsledky sčítání podle „tradičních“ metod jsou v tropech ovlivňovány menšími zkušenostmi sčítatelů a zkreslovány vyšším procentem zastoupených druhů s výrazným hlasem, často zpívajícími druhy se snadno rozlišitelným hlasem nebo naopak ty, které nezpívají (Rosenstock et al. 2002, Alldredge et al 2007). Tyto druhy jsou však důležitou částí ptačí populace a to mnohem více než v temperátních oblastech. (Beehler et al. 1995).

Kombinace těchto faktorů způsobuje, že tradiční metody nelze v tropech používat dostatečně efektivně (Terborgh et al. 1990, Remsen 1994, Poulsen et al. 1997a). Navíc, vysekávání stezek pro vedení transektů stojí velké množství úsilí. Chůze mimo vysekané stezky naopak může být hlučná, nebezpečná a fyzicky značně náročná (Poulsen 1994, Gram et Faaborg 1997). Výzkum je tedy často omezen pouze na několik určitých míst v daném habitatu (například Terborgh et al. 1990, Robinson et al. 2000).

Cílem této práce je poskytnout ucelený přehled o kvantitativních metodách sčítání ptáků používaných dosud v tropickém deštném lese a jednotlivé metody porovnat z hlediska jejich frekvence využívání a efektivnosti. Dále pak zhodnotit efektivitu doplňování základních metod založených na akustickém monitoringu o odchyty pomocí nárazových sítí.

## Přehled základních kvantitativních metod

Tropický deštný les představuje specifické prostředí vyznačující se vysokou druhovou diverzitou (Karr et al. 1990, Whitman et al. 1997), nízkou hlasovou aktivitou ptáků, specifickými akustickými vlastnostmi i celkovou nepřehledností strukturálně složitého biotopu (Stutchbury a Morton 2001). Pro zjišťování diverzity a početnosti ptačích druhů jsou však používány klasické kvantitativní metody s určitými modifikacemi, případně specifické metody založené na nízkém pozorovacím úsilí zaměřené především na zjištění co největšího počtu druhů. Následující přehled podává základní popis jednotlivých metod, a jejich výhody či nevýhody vzhledem ke studiu ptačích společenstev v tropickém deštném lese.

### Bodový transekt (*Point count*)

Metoda bodového transektu spočívá v tom, že se sčítatel pohybuje po dané trase, ale ptáky sčítá až po zastavení na určitém bodě. Po příchodu ke stanovenému bodu sčítatel počká, až se ptáci uklidní a nebudou reagovat na jeho přítomnost, a potom začne zaznamenávat všechny viděné a slyšené jedince po stanovenou dobu (Gregory et al. 2008). Na bodech se doporučuje sčítat 5 – 20 minut v závislosti na druhu habitatu a diverzitě ptáků. Kratší intervaly jsou obecně vhodné pro otevřené a přehledné biotopy, delší pro lesy. Delší interval však výrazně zvyšuje pravděpodobnost registrace týchž jedinců (Janda a Řepa 1986). Gregory et al. (2008) doporučují dobu pro zaznamenávání ptáků na jednom bodu v intervalu 5 nebo 10 minut plus 1 minutu na uklidnění. V případě desetiminutového pozorování dále navrhují sčítat odděleně prvních a druhých 5 minut tak, aby na základě srovnání s pětiminutovým časovým úsekem bylo možno omezit dvojitě registrace.

Sčítací body mohou být rozmístěny nahodile nebo do pravidelných sítí, oblouků, linií apod. Druhy můžeme zaznamenávat v určitých vzdálenostních pásech a nebo určovat přesnou vzdálenost jedinců podobně jako u liniové metody. Gregory et al. (2008) navrhují rozmístit nejméně 20 bodů v minimální vzdálenosti 200 – 300 metrů od sebe tak, aby nedocházelo k dvojitým registracím stejných daleko slyšitelných jedinců z různých bodů. Okolo každého bodu dále doporučují vytyčení vzdálenostních pásů (0 – 30, 30 – 100 a 100 a více metrů). Sčítání na každém transektu by mělo probíhat rovnoměrně během hnízdní sezóny 2x - 4x. Obecně lze touto metodou snáze dosáhnout reprezentativnějšího výběru prostředí pro studium určité oblasti, než v případě metody liniového transektu. Jelikož se během přesunu mezi jednotlivými body sčítání neprovádí, v porovnání s liniovou metodou má nižší efektivitu. Stejně jako u liniového transektu, tak i u bodového transektu existuje celá řada modifikací



hodících se pro určitou oblast, skupinu druhů nebo způsobu zaznamenávání druhů (Bibby et al. 2000).

Zjednodušenou modifikaci této metody uvádějí Bibby et al. (2000) pro efektivnější využití v tropech. Na jednotlivých bodech se zjišťuje pouze přítomnost a nepřítomnost druhů, a vyhodnocování se pak provádí pouhou frekvencí výskytu. Získáme tedy procentuální zastoupení bodů, kde byl druh zjištěn, ku celkovému počtu bodů.

Metoda bodového transektu je nejpoužívanější technika používaná ve studijích ptačích populací (Rosenstock et al. 2002, Diefenbach et al. 2003, Alldredge 2007). Statistické pozorování tohoto typu jsou ročně prováděna v severní Americe ať již státními či soukromými sektory (Simons et al. 2007). Primární výhodou této metody je hlavně rychlost a nízká náročnost jak na čas, tak fyzickou aktivitu či finance (Alldredge 2007, Gove et al. 2013).

Pro použití v tropech se tato metoda často doporučuje, protože průzkum habitatů s hustým porostem závisí zcela jen na sluchové detekci (Scott et al. 1981, Dejong a Emlen 1985, Alldredge 2007)

### **Liniový transekt (*line transect*)**

Liniový transekt představuje tradiční, široce používanou a oblíbenou sčítací metodu. Poprvé bylo sčítání na liniích použito v USA v letech 1906-09. Největšího rozvoje se dočkala v USA v průběhu 60. a 70. let, kdy byly zároveň položeny základy teorie liniového sčítání a vypracovány zobecněné teorie pro sčítání a odhad početnosti populací (Janda a Řepa 1986).

Jedná se o metodu, s jejíž pomocí jsou sčítáni všichni ptáci podél určité linie. Tato metoda je snadno aplikovatelná v různých podmínkách, pro konkrétní druh nebo území. Proto dnes existuje celá řada různých modifikací. Žádná z liniových metod však není mezinárodně standardizovaná, což může způsobovat problémy právě při porovnávání mezinárodních studií (Janda a Řepa 1986). Vysokou adaptabilitu těchto metod potvrzují také Bibby et al. (2000) a Gregory et al. (2008), kteří popisují využití liniové metody pro monitoring vodních a mořských ptáků z lodí a ze vzduchu. Přestože jejich použití omezuje vysoká finanční nákladnost, za určitých okolností mohou dosáhnout mnohem lepší kvality výstupů než klasické pozemní metody.

Rychlost pohybu na transektu se doporučuje okolo 1-2 km/h v závislosti na hustotě ptáků a přehlednosti biotopu (Bibby et al. 2000). Použitelnost těchto metod je celoroční,

nejvíce se však uplatňují v hnízdním období, kdy se navíc doporučuje zaznamenávat zvláště zpívající samce, z jejichž početnosti potom můžeme stanovit počet párů na jednotku délky nebo plochy (Janda a Řepa 1986).

## **Distance sampling**

V případě distance sampling se nejedná o samostatnou sčítací metodu, ale jde o způsob vyhodnocování dat získaných z bodového nebo liniového transektu, který umožňuje získat přesnější hodnoty abundancí a denzit ptáků.

Princip distance samplingu spočívá ve vytyčení vzdálenostních pásů okolo bodu/linie, uvnitř kterých jsou ptáci zaznamenáváni. Podle toho, v jakých vzdálenostech bývají jednotlivé druhy zjišťovány, se spočítá detektabilita každého druhu. Pomocí detektabilnosti se pak přepočítávají zjištěné abundance jednotlivých druhů a získají se tak hodnoty, které je možno použít i pro absolutní odhady hustoty. Bere se přitom v úvahu předpoklad, že počty jedinců, které pozorovatel zaznamená vizuálně nebo akusticky, klesají s rostoucí vzdáleností od pozorovatele (Rosenstock et al. 2002). Tvar a velikost tohoto poklesu popisuje tzv. funkce detekce (*detection function*), která se liší mezi různými druhy, pozorovateli a významně také mezi různými habitaty (Thomas et al. 2002). Jednotlivé druhy se totiž liší intenzitou a frekvencí hlasových projevů, svou velikostí, rozdílným způsobem života apod., a tudíž svou nápadností pro sčítatele. Druhy pozorované na otevřených plochách, například na louce, jsou snáze detekovatelné na větší vzdálenost než druhy v hustém lese, kde se však mohou vyskytovat ve stejných hustotách. Při zanedbání rozdílné detektabilnosti bychom pak při stanovení početnosti dosáhli nižší denzity. Funkce detekce pro odhady početnosti nebo denzity bere v úvahu jak jedince, kteří byli skutečně zaznamenáni, tak jedince, kteří byli během sčítání pravděpodobně přítomni, ale nebyli zaznamenáni (Bibby et al. 2000, Gregory et al. 2008).

## **McKinnonův list (*The McKinnon's list*)**

McKinnonův list je semikvantitativní metoda používaná pro výzkum avifauny na různě velkém území. Byla navržena Johnem McKinnonem a Karenem Phillipsem v roce 1993 pro výzkum ptáků v jihovýchodní Asii pro oblasti s vysokou druhovou diverzitou (McKinnon a Phillips 1993).

Metoda spočívá v zaznamenávání všech ptačích druhů do seznamu o předem stanoveném počtu (20, 15, 10, nebo jiný počet) bez ohledu na jejich početnost a vzdálenost od pozorovatele. Seznamy jsou pořizovány opakovaně a relativní druhová početnost je

stanovována na základě frekvence výskytu druhu v jednotlivých seznamech.

### **Metoda hodinových seznamů (*The Time list*)**

Metoda hodinových seznamů je také semikvantitativní metoda používaná pro výzkum avifauny na různě velkém území. Navrhl ji v roce 1986 Derek Pomeroy a Beatrice Tengecho (Pomeroy a Tengecho 1986) a postupně zdokonalil ke shromáždění srovnatelných dat o ptačích populacích žijících od tropických pralesů až k savanám východní Afriky (Pomeroy a Dranzoa 1997). Metoda spočívá v zaznamenávání všech spatřených a sluchem detekovaných druhů do seznamů pořízených v pevně stanoveném časovém úseku. Seznamy jsou sbírány opakovaně a relativní druhová početnost je v nejjednodušší formě dána frekvencí výskytu druhu v jednotlivých seznamech.

### **Odchyty do nárazových sítí (*mist-netting*)**

Odchyt ptáků do nárazových sítí japonského typu je nejrozšířenější metodou odchytu ptáků pro účely kroužkování. Síť se vyrábějí z různého materiálu, díky využívání umělých vláken dochází ke snižování jejich viditelnosti a také ke zvyšování délky jejich životnosti. Síť se mohou lišit silou vláken, velikostí oka, délkou sítě, výškou sítě a počtem kapes. Platí, že čím větší je velikost oka, tím větší ptačí druhy se do ní chytají. Nejvyužívanějším typem je síť s velikostí oka 15 – 16 mm, tato síť slouží k odchytu drobných pěvců. Další rozměr oka je 19 mm, který se využívá pro speciální odchyty například hýlů rudých. Další velikost oka se pohybuje mezi 25 a 30 mm. Tyto síť se využívají na odchyt bahňáků. Největší oka mají rozměr 40-70 mm a využívají se na odchyty dravců a sov. U odchytů v těchto sítích je nutné dodržovat správný postup natažení a také intervaly jejich kontroly. Ten nesmí být delší než 60 minut. Délka intervalu je závislá na povětrnostních podmínkách a pokud jsou zhoršené (mlha, chladno, větrno, ...), musí být interval kratší (Janda a Řepa 1986).

Kroužkování volně žijících ptáků je z hlediska přispění k výzkumu jejich biologie, migrace a prostorových aktivit činností užitečnou a v mnohém nezastupitelnou. Odchyt a manipulace s volně žijícími ptáky však podléhá několika zákonným předpisům, které pro kroužkovatele znamenají určitá omezení. Ta navíc nemusejí souviset pouze s ochranou ptačích druhů, ale také například s ochranným režimem chráněných území.

# Aplikace metod sčítání v tropickém deštném lese

## Četnost používaných metod

Při srovnání údajů vychází (viz. Tab.1), že ze zpracovaných 41 článků používalo 11 čistě metodu odchyťů a 19 článků audio/vizuální metody (bodový či liniový transekt). Oba typy metodik zároveň byly použity v 11ti člancích. Dále lze rozhodnutí autorů pro určitou metodu rozdělit dle několika důvodů:

Jedním z nejčastějších důvodů pro výběr metody odchyťů byla její efektivita pro zachycení druhů s nízkou hlasovou aktivitou vázaných na pralesní podrost (například například Karr 1982, Martensen 2012) a také kvůli možnosti zpětných odchyťů a kroužkování (například Korfanta et al. 2012, Faaborg et al. 2013). Doba trvání odchyťů a počet sítí použitých ve zpracovaných člancích se hodně liší, hlavně z důvodu různě dlouhé doby výzkumu, či velikosti zkoumaného prostředí. Zato si můžeme povšimnout, že rozměry sítí jsou navzdory odlišným prostředím téměř vždy stejné, a to: 12m x 2m x 36mm. Tento rozměr je pravděpodobně používám jako nejvýhodnější z hlediska objemu, váhy, ceny a velikosti ok, která je koncipována pro nejčastější velikost ptáků.

Hlavním důvodem pro výběr akusticko-optické (bodové či liniové) metody bylo dané prostředí, ať už tedy otevřené, které umožňovalo přesné počítání a jisté zachycení všech druhů i jedinců (například Zuria a Gates 2012), nebo naopak hustý les znemožňující například natažení sítí (Johns 1991), avšak neomezující zvukové zaznamenávání (Reid et al. 2012, Edwards et al 2013). Celkově se u akusticko-optických metod pohybují vzdálenosti bodů, či celková délka transektu výrazně nad 100m a poloměr sčítání u bodů je nejčastěji 50m, z čehož vyplývá, že jen málokdy dochází k započítání stejného ptáka 2x. Na druhou stranu v hustých lesích je jasně patrná nutnost snižovat vzdálenosti bodů i poloměru sčítání, což výborně dokládá schopnost těchto metod se přizpůsobit jakémukoli prostředí. Doba sčítání na jednom bodě se běžně pohybuje v rozpětí 5 – 15 minut, což opět odpovídá různým hustotám habitatu.

**Tabulka 1. Souhrn informací o metodách sčítání ptáků použitých ve studiích zaměřených na ptačí společenstva tropického deštného lesa**

Zdroj	rok průzkumu	oblast	zaměření studie	měsíc	sezóna	počet návštěv	typ prostředí	metody sčítání	vzdálenost bodů	počet bodů	poloměr bodu	doba sčítání	distance sampling ano/ne
Edwards et al 2013	2008 – 9	Indonézie	ochranářské	V – IX	X	2	původní t. d. les + vykácený t.d.les	Bodový transekt	250m	6	unlimited	15min	ne
Mulva 2012	2009-10	Keňa	studie populace	celoročně	celoročně	2	tropický prales střední n.m.výšky	Bodový transekt	100m	6	50m	15min	ne
Gove et al. 2013	2007	Etiopie	ochranářské	VI – VIII	období dešťů	1	tropický horský les	Bodový transekt	50m	22	25m	8min	ne
Rodríguez et al. 2012	2010	Venezuela	studie metodiky sčítání ptáků	III – IV	období sucha	1	tropický les	Bodový transekt	800m	50	unlimited	3min	ne
Reid et al. 2012	2007	Kostarika	studie preference habitatu	VIII – X	X	1	původní + obnovený les	Bodový transekt	60m	27	30m	10min	ne
Maas et al. 2009	2008	Indonésie	ochranářské	I – II	X	1	primární les	Bodový transekt	X	15	50m	X	ne
Uezu a Metzger 2011	2003-5	Brazílie	ochranářské	VIII – II	X	5	tropický les	Bodový transekt	200m	6	X	10min	ne
Schulze et al. 2004	2001	Indonésie	ochranářské	XI – I	X	1	úhor + tropický les	Bodový transekt	100m	X	50m	20min	ne
O'Dea et al. 2004	2001-2	Ekvádor, Madagaskar	studie metodiky sčítání ptáků	E: VI – VII , M: IX – X	X	X	tropický les (E + M)	Bodový t. + McKinnon	100m	X	25m	10min	ne
Herzog et al. 2002	1995-98	Bolívie	studie metodiky sčítání ptáků	IX – X	X	36-72x	vždyzelený horský les	Liniový transekt	X	X	50m	0-60min	ne
Zuria a Gates 2012	1999-2000	Mexiko	ochranářské	celoročně	X	8	křovinný les + zemědělská krajina	Liniový transekt	100m celkový transekt	X	X	X	ne
Pomara et al. 2012	2005-7	Peru	studie interak.prostředí	VII – XII	X	1	náhorní tropický les	Liniový transekt	1000m celkový transekt	X	unlimited	4dny	ne
Velho et al. 2012	2009-10	Indie	ochranářské	XI – III	X	1	stálezelený tropický les	Liniový transekt	400m celkový transekt		X	X	ne
Karp et al. 2011	1999-2008	Kostarika	ochranářské	celoročně	celoročně	20	tropický les	Liniový transekt	200m celkový transekt		50m	3min	ne
Catterall et al. 2012	2008 – 9	Austrálie	ochranářské	V – XII	X	1	tropický les	Liniový transekt	X	X	20m	6x30min	ne
Shankar Raman et al. 1998	1998-2000	Indie	ochranářské	celoročně	celoročně	10	úhor + tropický les	Liniový transekt	500m celkový transekt		100m	3h/den	ne
Johns 1991	1985	Brazílie	ochranářské	celoročně	celoročně	celoročně	tropický les + kulturní krajina	Liniový transekt	36km celkem	X	X	X	ne
Watson 2010	2006	Panama	studie populace	VIII – XII	X	2	nížinný deštný les	Pozorování	X	X	X	6h	ne
Menke et al. 2012	2009 – 10	Kongo	ochranářské	I – III	období sucha	1	les střední n.m. Výšky	Pozorování		3	X	X	ne

Zdroj	rok průzkumu	oblast	zaměření studie	měsíc	sezóna	počet návštěv	typ prostředí	metody sčítání	vzdálenost bodů	počet bodů	poloměr bodu	doba sčítání	doba expozice sítí	počet sítí	rozměry sítí	distance sampling ano/ne
Vihemäki et al. 2012	2008 – 9	Tanzanie	studie populace	celoročně	celoročně	1	podhorský tropický + užívané půdy les	Liniový t. + Odchyty	X	X	X	10min	3dny	10	10 a 12m	ne
Thiollay 1994	1986-88, 1991-92	Amazonie	studie populace	celoročně	celoročně	2	nížinný deštný les	Liniový t. + Odchyty	100ha plocha	X	X	X	2dny	20	12m	ne
Blake a Loiselle 2012	2001-10	Ekvádor	studie abundance druhu	I – IV	X	10	nížinný tropický les	Liniový t. + Odchyty	X	X	X		X	192	12m x 2,6m x 36mm	ne
Johnson et al. 2011	2008	Brazílie	studie populace	VI – XI	období sucha	1	nížinný deštný les	Mapovací met. + odchyty	X	X	50m	X	8h	64	12m x 36mm	ne
Barlow et al. 2012	2008 – 9	Amazónie	ochranářské	IX – XI	X	2	tropický les	Bodový t. + odchyty	500m celkový transekt	X	50m	10min	14h	28	12 x 2,5m x 36mm	ne
Rappole et al. 1998	1993 – 94	Mexiko	porovnání metodik	I – II	X	2	nížinný deštný les	Bodový t. + odchyty	100m	10	50m	5min	20h	10	12 x 2,6m x 36mm	ne
Whitman et al. 1997	1993	Belize	porovnání metodik	II – III	období sucha	3	vždyzelený tropický horský les	Bodový t.+ odchyty	200m	6	50m	15min	5h	18	12m x 2,6m x 36mm	ne
Derlindati a Caziani 2005	1998-2000	Argentina	porovnání metodik	celoročně	celoročně	6	subtropický les	Bodový t.+ odchyty	400m	8	X	10min	9-18h	8	12,5m x 2,8m x 36mm	ne
Ruiz-Guerra et al. 2012	2004	Mexiko	ochranářské	III – XI	období dešťů	1	tropický deštný les	Bodový t.+ odchyty	X	8	25m	3min	24h	28	12 x 2,5m x 36mm	ne
Lefevre et al. 2012	2003- 4	Venezuela	ochranářské	II – V	období sucha	2	nižší montánní les	Bodový t.+ odchyty	150m	2	25m	10min	6h	3	12 x 2,5m x 36mm	ne
Estades et al. 2006	1999 – 2002	Chile	porovnání metodik	celoročně	celoročně	3	tropický les	Bodový t.+ odchyty	X	115	50m	5min	4,5h /den, 20dní v měsíci		5,6 – 9m; 10-12m x 32mm	ne
Banks-Leite et al. 2012	2005-7	Brazílie	studie metodiky sčítání ptáků	celoročně	celoročně	4	fragmentovaný nižší montánní les	Odchyty					18h	31	12m x 2,5m x 31mm	ne

Články ve kterých autoři sáhli ke dvěma, či více druhům metodik (akusticko-optický, odchyty, nahrávání, McKinon), z důvodu, aby se vyhnuli chybám, které postihují jednotlivé metody, velice dobře popisují metodiku právě díky zaměření se na jejich nedostatky (například: Barlow et al. 2012, Ruiz-Guerra et al. 2012 atd.)

Pouze Gove et al. (2013) uvádí, že rozhodnutí bylo založeno hlavně na základě úspory času, tedy že se použila metoda bodového transektu.

Velice často však v člancích nenacházíme konkrétní důvod, pouze odkaz na metodiku použitou v jiných pracích, které buď probíhaly na stejném místě nebo s podobným záměrem (Forero-Medina et al. 2011, Rodríguez et al. 2012 atd.) nebo dokonce neuvádí vůbec žádný důvod (Schulze et al. 2004, Watson 2010, atd.). (viz. Tab.2)

## **Tabulka 2. Přehled základních metod použitých ve studiích zaměřených na ptačí společenstva tropického deštného lesa a zdůvodnění jejího použití**

Odchyty	lepší zachycení křovinných druhů: zpětné odchyty + kroužkování: na základě jiných prací:	Martensen 2012, Karr 1982, Levey 1988, Barlow a Peres 2004, Loiselle a Blake 1991 Faaborg et al. 2013, Scherer-Neto a Toledo 2012, Korfanta et al. 2012, Blake a Loiselle 2012 Forero-Medina et al. 2011, Piratelli a Blake 2006, Banks-Leite et al. 2012
Akusticko-optické	otevřené prostředí: hustý les, znemožňující natažení sítí: úspora času: na základě jiných prací:  bez uvedení důvodu:	Zuria a Gates 2012, Vihemäki et al. 2012, Mulva 2012, Menke et al. 2011 Johns 1991, Edwards et al. 2013, Reid et al. 2012 Gove et al. 2013 Rodríguez et al. 2012, Uezu a Metzger 2011, Maas et al. 2009, Shankar Raman et al. 1998, Pomara et al. 2012 Velho et al. 2012, Karp et al. 2011, Catterall et al. 2012, Schulze et al. 2004, Watson 2010
Kombinované	potlačení chyb, použitím více metod:  na základě jiných prací:	Ruiz-Guerra et al. 2012, Barlow et al. 2012, Lefevre et al. 2012, Rappole et al. 1998, Estades et al. 2006, Thiollay 1994, Whitman et al. 1997, O'Dea et al. 2004, Herzog et al. 2002, Derlindati a Caziani 2005 Johnson et al. 2011

## **Distance sampling**

Tato metoda je ve zpracovaných člancích zmíněna pouze dvakrát, avšak nikdy není použita. Autoři se většinou omezují pouze na vzdálenost, od které již druhy nezaznamenávají. Tato vzdálenost je ovlivňována především typem prostředí a audiovizuálními podmínkami. Nejčastěji se udává 25m nebo 50m (například Karp et al. 2011, Lefevre et al. 2012, Mulva 2012).

Podrobnější distance sampling a zjišťování detektability jednotlivých druhů zatím v tropickém prostředí nikdo z autorů nepoužívá a i Rosenstock et al. (2002) srovnávající používání distance sampling na celém světě uvádí, že je s ním pracováno pouze ve 4% z 224 prací (z let 1989 - 1998) zabývajících se počítáním ptáků.

## Duetové zpěvy

V tropickém deštném lese se objevují odlišnosti také v komunikaci ptáků. Narozdíl od temperátního pásu, kde zpívá pouze samec, v tropech často zpívá i samička nebo dokonce oba najednou (Bradley a Mennill 2009). Těmto zpěvům, kdy najednou zpívají dva ptáci v páru, se říká duetové zpěvy. Pro tyto zpěvy existuje několik hypotéz, ale nejvíce je rozšířena ta, že si tímto způsobem obhajují své teritorium, hlídají partnera či synchronizují hnízdní období (Odom a Mennill 2009). Tyto zpěvy mohou probíhat také mezi více jedinci stejného pohlaví, pak ale mají funkci námluv – a v tomto případě zpívají duet pouze samci (Bradley a Mennill 2009). Výzkum duetových a sborových zpěvů ptáků je stále ještě málo prozkoumaný, ale rychle se rozvíjející se směr (Bradley a Mennill 2009).

S výzkumem duetových zpěvů je často spjatá metoda odchytů do nárazových sítí, pro možnost označení chyceného ptáka a poté jeho následování do hnízdního teritoria (Odom a Mennill 2009, Osmun a Mennill 2011). Nenašel jsem však žádnou práci, ve které by se autor zmiňoval o možných problémech či odlišnostech v zacházení s duetovými zpěvy z hlediska audiovizuálních metodik. V žádném z použitých článků se o možných chybách díky problematickému rozlišování velkého počtu jedinců v průběhu záznamu duetových či sborových zpěvů nepíše.

## Noční druhy

Další z málokdy řešených otázek patří kvalitní záznam nočních druhů ptáků. A ačkoli noční ptáci v tropickém lese patří bezesporu k důležité části společenstva (Bibby et al. 2000), jen málokterý autor zmiňuje problematiku jejich sčítání, nebo s nimi v práci dokonce počítá – z výjimek, které zahrnují do celkového počtu byť i částečně tyto druhy patří například: Derlindati a Caziani 2005, Watson 2010, Reid et al. 2012.

Jedním z nově se objevujících řešení této problematiky se ukazuje například instalace trvalých nahrávacích přístrojů, které mohou sloužit také jako zdatná výpomoc hlavně při dlouhodobých průzkumech či při určování neznámých druhů (Herzog et al. 2002, Lacher et al. 2004, Barlow et al. 2012, Reid et al. 2012).



# Srovnání metod založených na akustickém monitoringu a odchytech

## Audiovizuální metody

Největší výhodou metod založených na poslechu a pozorování je jejich rychlost a nízké náklady (Whitman et al. 1997, Derlindati a Caziani 2005, Alldredge et al. 2007). Tento typ metod dále dokáže zachytit větší druhovou diverzitu než metoda odchyťů (Whitman et al. 1997, Rappole et al. 1998) a pro zjištění přítomnosti většiny druhů lze kombinovat s nahráváním (Herzog 2002, Barlow et al. 2012, Reid et al. 2012).

Má ale i několik důležitých nevýhod - nejnámější jsou faktory ovlivňující detektabilitu: chyby pozorovatele, struktura prostředí (Rappole 1997, Derlindati a Caziani 2005, Alldredge et al. 2007), meteorologické podmínky, hluk v pozadí (Simons et al. 2007), doba dne a roční doba (Alldredge et al. 2007). Detektabilita je dále druhově specifická v závislosti na: míře zpěvu, době rozmnožování, nízké či vysoké denzitě. V různých fázích rozmnožovacího období mohou ptáci také měnit zpěvní aktivitu (Pagen et al. 2002, Faaborg et al. 2013). Všechny tyto faktory mohou zkreslit především odhady abundancí (Alldredge et al. 2007, Simons et al. 2007).

Dále detektabilita druhů v tropickém lese vzdálených více jak 50m od pozorovatele strmě klesá a druhy zaznamenané za touto vzdáleností by se již neměly používat v analýze (Whitman et al. 1997, Herzog et al. 2002).

I přes všechny tyto nedostatky, je podle některých autorů možné v tropickém lese s hustou vegetací zaznamenávat ptačí druhy pouze metodami poslechu a pozorování. (Johns 1991, Alldredge et al. 2007)

## Odchyty do nárazových sítí

Výhoda metody odchyťů je, že není zatížen chybami pozorovatelů a není potřeba mít tak zkušeného pozorovatele, protože určení ptáků v ruce může být snazší (Levey 1988, Derlindati a Caziani 2005). Na druhou stranu odchyty do sítí vyžadují jinou řadu zkušeností, navíc podléhají přísnějším zákonům než pouhá pozorování a ve většině zemí je třeba vlastnit speciální licence či povolení. Odchyty totiž znamenají pro ptáky minimálně rušení, někdy ale i zranění nebo usmrcení. Dosud však byla vypracována jen jedna studie, která by ve větším měřítku ukázovala jak bezpečná je to metoda (Spotswood et al. 2012)

Tato metoda je zaměřena hlavně na druhy žijící v podrostu ( Levey 1988, Barlow a Peres 2004, Derlindati a Caziani 2005) a zachycuje tak pouze část ptačích společenstev, méně

úspěšná je především pro druhy vyskytující se v korunách stromů (Gram a Faaborg 1997, Whitman et al. 1997, Rappole et al. 1998, Herzog 2002). Toto zjištění není překvapujícím, když vezmeme v úvahu, že pouze malá část druhů tropických ptáků stráví celou dobu životem do výšky 2m nad zemí (Remsen at Good 1996, Whitman et al. 1997).

Metoda odchyťů do nárazových sítí je také pracná a náročná na čas (Johns 1991, Derlindati a Caziani 2005). Navíc u dospělců některých druhů často dochází k pelichání a tudíž mají sníženou schopnost k letu – což ovlivňuje pravděpodobnost odchyty do sítí (Pagen et al. 2002). Další z problémů je, že tato metoda je silně ovlivněna počasím, habitatem (výška porostu) a odlišnostmi v chování druhů i jedinců (Karr 1986, Remsen a Good 1996, Herzog et. al. 2002). Je rovněž známo, že ptáci se sítím mohou aktivně vyhýbat (Johns 1991, Loiselle a Blake 1991). Platí to především pro sítě umístěné v otevřenějších biotopech, za slunečného počasí nebo za větru. Jednoznačně lze však odchyty do nárazových sítí doporučit jako doplňkovou metodu ke zjišťování druhové diverzity, efektivní je především pro kryptické druhy žijící v nižších patrech tropického deštného lesa.

### **Možnosti srovnání a vzájemného doplnění metod**

I přes rozšířenost a oblíbenost naráží oba typy metod (audiovizuální a odchyty) v tropickém prostředí často na potíže, hlavně z důvodu nedostupnosti lokality (například prudký svah horského tropického lesa (Herzog et al. 2002) ), vyžadují vysoké zkušenosti pozorovatele (Whitman et al. 1997, Rappole et al. 1998) a nebo často podhodnocují určité skupiny ptáků – například druhy noční (Bibby et al. 2000), vzácné (Rappole et al. 1998) či kryptické (Rappole et al. 1998, Blake a Loiselle 2000, Blake a Loiselle 2001, Derlindati a Caziani 2005) . Jelikož různé druhy jsou aktivní v jinou část dne, je nutné, aby průzkumy byly rozvrženy do celého dne, avšak převážná část článků (například: Whitman et al. 1997, Estades et al. 2006, Gove et al. 2013, atd.) zmiňuje použití pouze ráno (Herzog et al. 2002).

Ačkoli i jiné metody jako například sčítání ve standardizovaných blocích (*plot searches*) (Thiollay 1992), mapovací metoda, či různé typy transektů, mohou být užitečné k popisu ptačích populací v daném prostředí, tyto metody se také opírají o zvukové a vizuální zachycení, tudíž mohou mít stejné chyby jako bodový transekt (Whitman et al. 1997).

Metoda odchyťů byla léta doporučována jako velmi efektivní metoda pro zachycení křovinných druhů (Petit et al. 1989, Karr et al. 1990, Blake a Loiselle 1992, Whitman et al. 1997), některé studie však shledaly bodový transekt jako stejně, ne-li více efektivní (Gram a Faaborg 1997, Whitman et al. 1997, Blake a Loiselle 2000, Derlindati a Caziani 2005).

Studie zaměřené na srovnání bodového transektu a metody odchyťů nám dávají

představu o jejich relativní účinnosti. Většina autorů se shoduje v tom, že bodový transekt zachytil výrazně více druhů než metoda odchyťů, a to při srovnatelném vloženém úsilí (Whitman 1997, Barlow et al. 2007, Edwards et al. 2011). (obr.1)

Kupříkladu Whitman (1997) uvádí, že celkem bylo zaznamenáno 125 druhů, přičemž bodový transekt zachytil 119 druhů a metoda odchyťů 58 druhů. Podobné výsledky zjistili i Derlindati a Caziani (2005), kteří zachytili 98 druhů a z toho 75 druhů bodovým transektem (z toho 43 druhů nebylo zachyceno odchyty vůbec). Edwards et al. (2011) u bodového transektu zaznamenal nejen dvojnásobek jedinců, ale dokonce i dvojnásobek druhů ve srovnání s odchyty.

Dále i díky chybám vyskytujících se v metodě odchyťů (Pagen et al. 2002) dochází často k doplnění o metodu bodového transektu nebo obráceně. Ze závěrů mnoha článků porovnávajících tuto problematiku (Whitman et al. 1997, Rappole et al. 1998, Pagen et al. 2000, Derlindati a Caziani 2005, Estades et al. 2006, atd.) většina autorů dochází k tomu, že nejekonomičtější a nejlepší je metoda bodového transektu – a to hlavně kvůli časové nenáročnosti, nejnižší ceně a také, že dokáže zachytit počet druhů ptáků v tropickém lese relativně komplexně (Beehler et al. 1995, Whitman et al. 1997, Rappole et al. 1998, Pagen et al. 2002).

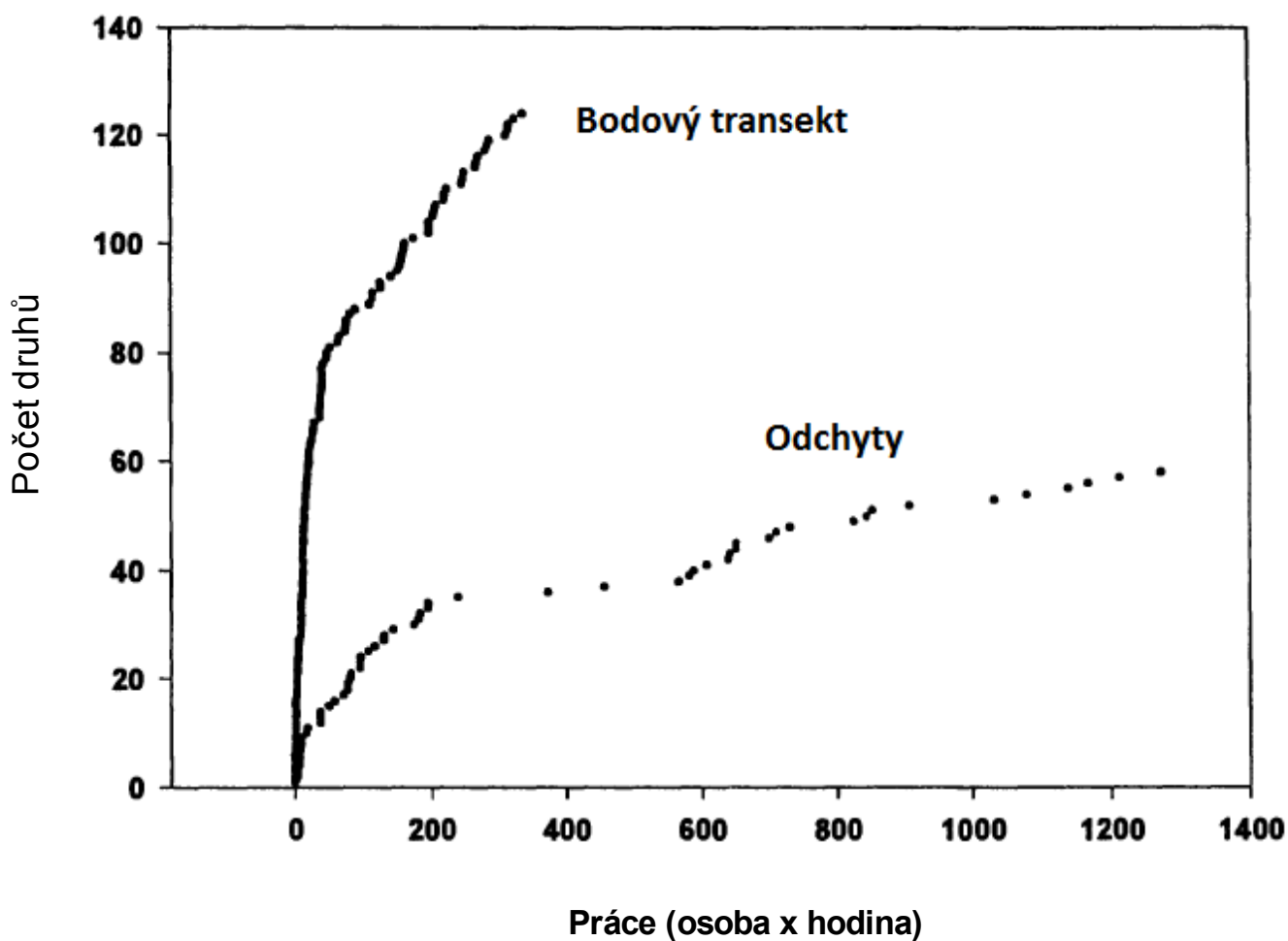
Přesto, že metoda bodového transektu je účinnější a také méně časově náročná než-li odchyty do sítí, stejně tak nedokáže zachytit všechny druhy. Například nezachytila velké ptáky, vzácné druhy a podhodnotila četnost všech druhů. (Lynch 1989, Whitman et al. 1997). Také se prokázala jako velice slabá metoda na zachycení neteritoriálních druhů, méně zpěvných nebo druhů s leky (Whitman et al. 1997, Rappole et al. 1998). Další z nevýhod bodového transektu je také to, že výška ovlivňuje zvukovou či vizuální detekci (Whitman et al. 1997) a obzvláště ve vysokých lesích tak znemožňuje určení všech zaznamenaných druhů.

Na základě výše uvedených nedostatků se všeobecně doporučuje využití obou metod najednou, jakožto nejlepší možnost průzkumu tropického ptáků (Karr 1971, Remsen a Parker 1983, Gram a Faaborg 1997, Whitman et al. 1997, Rappole et al. 1998, Pagen et al. 2002, Estades et al. 2006) Podle závěrů mnoha článků se autoři shodují, že spojení metod odchyťů a bodového transektu zvýšilo celkový počet zachycených druhů ve více než jedné třetině ptačích gild. Dohromady byly tyto metody mnohem lepší než každá zvlášť (Remsen and Parker 1983, Lynch 1989, Gram and Faaborg 1997) částečně i proto, že kombinované detekce pro ptáky žijící v křovinách i v korunách stromů byly vyšší, než pro každou techniku samostatně. Přesto obě metody dohromady zachytily pouze málo velkých či vzácných druhů,

protože tyto druhy mívají často jen nízkou densitu (Whitman et al. 1997).

Jako další doplnění průzkumu je autory silně doporučováno použití nahrávacích zařízení (Herzog et al. 2002), což umožňuje zpětnou detekci přehlédnutých druhů či určení neznámých hlasů.

Obr.1 Nárůsty počtu druhů ptáků zachycených metodou odchyť do nárazových sítí a bodovým transektem se stupňujícím se úsilím. Úsilím se míní celkové množství času stráveného přípravou bodu a záznamu dat, případně odchyť do sítí ( podle Whitman 1997).



## Závěr

Tropický deštný les patří mezi nejbohatší ekosystémy na planetě, avšak jeho výzkum je stále v začátcích. Rozloha i struktura tohoto prostředí se navíc rychle mění, hlavně z důvodů zásahu člověka. A právě díky citlivé reakci na tuto změnu, se ptáci hodí jako modelový taxon pro studie zabývající se souvislostmi ve složení společenstev a početností druhů, které by mohly poukázat na pozitivní či negativní dopady lidských činností.

Počítání ptáků má dále i výhodu nejen v možnosti jejich přímých odchytů, ale i zvukové detekce. Na obou možnostech byla založena celá řada různých metodik, určujících jak ptáky nejlépe spočítat. Tyto metody však vzešly z podmínek temperátních lesů a specifickým vlastnostem prostředí tropického deštného lesa se musejí přizpůsobit.

Ve své bakalářské práci jsem se snažil shrnout všechny dostupné informace o metodách používaných v tropickém lese pro sčítání ptáků. Používání uvedených metodik je velice běžné, avšak podrobnější srovnání jejich výhod a nevýhod je již vzácností. Také odůvodnění autorů pro výběr určité metody jsou založena často pouze na jednom základním parametru, mnohdy ignorující možnosti doplnění či vzájemných kombinací. Tato doplnění či kombinace byly však navrženy jako úprava právě pro tropické prostředí. U části z porovnávaných autorů se setkáváme alespoň s využitím kombinací těchto metod z důvodu omezení či eliminace základních chyb, které s sebou každá metoda nutně přináší. Avšak v tropickém prostředí je potřeba ještě dalších podrobnějších doplnění, která by opravila například chyby pozorovatele, neprůhlednost hustého prostředí, záznam i nočních druhů či dokázala počítat i se specifickými ptačími zpěvy.

Po podrobném průzkumu použití různých metod je vidět, že nejčastěji používanou metodou je metoda bodového transektu. Je to dáno především jednoduchostí, rychlostí a zároveň vysokou spolehlivostí co se týče získání přesných dat. Tato metoda se také velice snadno přizpůsobuje prostředí, ve kterém má výzkum probíhat. Pokud se jedná o hustý, neprůhledný tropický deštný les, tak je nejvhodnější vytyčit více bodů, s menšími rozestupy a malým poloměrem sčítání (například rozestupy na vzdálenost 50m a poloměrem sčítání 25m), který zajistí, že pozorovatel má maximální šanci na detekci ptáků. Pokud je les otevřený dají se rozestupy zvětšit (řádově až stovky metrů), zrychlit tím průzkum, a tím pádem i zvětšit rozlohu zkoumaného prostředí.

Autoři praktikující tuto metodu jsou si však vědomi i jejích chyb (podhodnocení kryptických křovinných druhů, snadnější chyba pozorovatele) a často doporučují její doplnění o metodu odchytů do nárazových sítí, jakožto metodu, která často pokrývá právě slabé stránky

bodového transektu. S tímto doporučením se mohu maximálně ztotožnit, avšak stále platí, že je-li průzkum časově omezen (a to v tropech často bývá kvůli náročnosti a nákladnosti dopravy), tak je samostatný bodový transekt plně dostačující metodou.

Zajímavou možností, pro další doplnění sčítacích metod, se také jeví velký potenciál dlouhodobých nahrávacích zařízení. a to nejen kvůli možnosti opakovaného přehrání záznamu a tudíž přesného určení druhu na základě hlasu, ale i pro možnost operování v noci, bez jakéhokoli rušení živočichů a nezávisle na počasí či roční době.

## Literatura

- 1 Alldredge, M. W., Simons, T. R. & Pollock, K. H. (2007) Factors affecting aural detections of songbirds. *Ecological Applications* **17**, 948-955.
- 2 Banks-Leite, C., Ewers, R. M., Pimentel, R. G. & Metzger, J. P. (2012) Decisions on temporal sampling protocol influence the detection of ecological patterns. *Biotropica* **44**, 378-385.
- 3 Barlow, J. & Peres, C. A. (2004) Avifaunal responses to single and recurrent wildfires in Amazonian forests. *Ecological Applications* **14**, 1358-1373.
- 4 Barlow, J. *et al.* (2012) Wildfires in bamboo-dominated Amazonian forest: Impacts on above-ground biomass and biodiversity. *Plos One* **7** (3), e33373.
- 5 Beehler, B. M., Sengo, J. B., Filardi, C. & Merg, K. (1995) Documenting the lowland rain-forest avifauna in Papua-New-Guinea – Effects of patchy distribution, survey effort and methodology. *Emu* **95**, 149-161.
- 6 Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A., Mustoe, S. H. (2000) Bird census techniques, 2. vyd. *Academic Press London, London*.
- 7 Blake, J. G. & Loiselle, B. A. (1992) Fruits in the diets of neotropical migrant birds in Costa-Rica. *Biotropica* **24**, 200-210.
- 8 Blake, J. G. & Loiselle, B. A. (2000) Diversity of birds along an elevational gradient in the Cordillera Central, Costa Rica. *Auk* **117**, 663-686.
- 9 Blake, J. G. & Loiselle, B. A. (2001) Bird assemblages in second-growth and old-growth forests, Costa Rica: Perspectives from mist nets and point counts. *Auk* **118**, 304-326.
- 10 Blake, J. G. & Loiselle, B. A. (2012) Temporal and spatial patterns in abundance of the wedge-billed woodcreeper (*Glyphorhynchus spirurus*) in lowland Ecuador. *Wilson Journal of Ornithology* **124**, 436-445.
- 11 Bradley, D. W. & Mennill, D. J. (2009) Solos, duets and choruses: vocal behaviour of the Rufous-naped Wren (*Campylorhynchus rufinucha*), a cooperatively breeding neotropical songbird. *Journal of Ornithology* **150**, 743-753.
- 12 Catterall, C. P., Freeman, A. N. D., Kanowski, J. & Freebody, K. (2012) Can active restoration of tropical rainforest rescue biodiversity? A case with bird community indicators. *Biological Conservation* **146**, 53-61.
- 13 Dejong, M. J. & Emlen, J. T. (1985) The shape of the auditory detection function and its implications for songbird censusing. *Journal of Field Ornithology* **56**, 213-223.
- 14 Derlindati, E. J. & Caziani, S. M. (2005) Using canopy and understory mist nets and point counts to study bird assemblages in Chaco forests. *Wilson Bulletin* **117**, 92-99.
- 15 Diefenbach, D. R., Brauning, D. W. & Mattice, J. A. (2003) Variability in grassland bird counts related to observer differences and species detection rates. *Auk* **120**, 1168-1179.
- 16 Edwards, D. P. *et al.* (2011) Degraded lands worth protecting: the biological importance of Southeast Asia's repeatedly logged forests. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* **278**, 82-90.
- 17 Edwards, F. A., Edwards, D. P., Hamer, K. C. & Davies, R. G. (2013) Impacts of logging and conversion of rainforest to oil palm on the functional diversity of birds in Sundaland. *Ibis* **155**, 313-326.
- 18 Estades, C. F., Escobar, M. A. H., Tomasevic, J. A., Vukasovic, M. A. & Paez, M. (2006) Mist-nets versus point counts in the estimation of forest bird abundances in south-central Chile. *Ornitologia Neotropical* **17**, 203-212.
- 19 Faaborg, J. *et al.* (2013) Long-term decline of a winter-resident bird community in Puerto Rico. *Biodiversity and Conservation* **22**, 63-75.
- 20 Forero-Medina, G., Terborgh, J., Socolar, S. J. & Pimm, S. L. (2011) Elevational ranges of birds on a tropical montane gradient lag behind warming temperatures. *Plos*

One 6.

- 21 Gove, A. D., Hylander, K., Nemomissa, S., Shimelis, A. & Enkossa, W. (2013) Structurally complex farms support high avian functional diversity in tropical montane Ethiopia. *Journal of Tropical Ecology* **29**, 87-97.
- 22 Gram, W. K. & Faaborg, J. (1997) The distribution of neotropical migrant birds wintering in the El Cielo biosphere reserve, Tamaulipas, Mexico. *Condor* **99**, 658-670.
- 23 Gregory, R. D. *et al.* (2008) The generation and use of bird population indicators in Europe. *Bird Conservation International* **18**, S223-S244.
- 24 Harris, J. B. C. *et al.* (2011) The tropical frontier in avian climate impact research. *Ibis* **153**, 877-882.
- 25 Herzog, S. K., Kessler, M. & Cahill, T. M. Estimating species richness of tropical bird communities from rapid assessment data. *Auk* **119**, 749-769, doi:10.1642/0004-8038(2002)119[0749:esrotb]2.0.co;2 (2002).
- 26 Janda, J. & Řepa, P. (1986) Metody kvantitativního výzkumu v ornitologii. 1.vyd. *Státní zemědělské nakladatelství, Praha*.
- 27 Johns, A. D. (1991) Responses of Amazonian rain-forest birds to habitat modification. *Journal of Tropical Ecology* **7**, 417-437.
- 28 Johnson, E. I., Stouffer, P. C. & Vargas, C. F. (2011) Diversity, biomass, and trophic structure of a central amazonian rainforest bird community. *Revista Brasileira De Ornitologia* **19**, 1-16.
- 29 Karr, J. R. (1971) Ecological, behavioral, and distributional notes on some central Panama birds. *Condor* **73**, 107-&.
- 30 Karr, J. R. (1982) Population variability and extinction of the avifauna of a tropical land-bridge island. *Ecology* **63**, 1975-1978.
- 31 Karr, J. R. (1990) Avian survival rates and the extinction process on Barro-Colorado island, Panama. *Conservation Biology* **4**, 391-397.
- 32 Korfanta, N. M., Newmark, W. D. & Kauffman, M. J. (2012) Long-term demographic consequences of habitat fragmentation to a tropical understory bird community. *Ecology* **93**, 2548-2559.
- 33 Lacher, T. (2004) Tropical ecology, assessment and monitoring (TEAM) Initiative avian monitoring protocol.
- 34 Lefevre, K. L., Sharma, S. & Rodd, F. H. (2012) Moderate human disturbance of rain forest alters composition of fruiting plant and bird communities. *Biotropica* **44**, 427-436.
- 35 Levey, D. J. (1988) Spatial and temporal variation in Costa Rican fruit and fruit-eating bird abundance. *Ecological Monographs* **58**, 251-269.
- 36 Loiselle, B. A. & Blake, J. G. (1991) Temporal variation in birds and fruits along an elevational gradient in Costa-Rica. *Ecology* **72**, 180-193.
- 37 Lynch, J. F. (1989) Distribution of overwintering nearctic migrants in the Yucatan peninsula. 1. General patterns of occurrence. *Condor* **91**, 515-544.
- 38 Maas, B. *et al.* (2009) Six years of habitat modification in a tropical rainforest margin of Indonesia do not affect bird diversity but endemic forest species. *Biological Conservation* **142**, 2665-2671.
- 39 Martensen, A. C., Ribeiro, M. C., Banks-Leite, C., Prado, P. I. & Metzger, J. P. (2012) Associations of forest cover, fragment Area, and connectivity with neotropical understory bird species richness and abundance. *Conservation Biology* **26**, 1100-1111.
- 40 McKinnon, J., Phillips, K. (1993) A field guide to the birds of Borneo, Sumatra, Java, and Bali, the Greater Sundas. 1.vyd., *New York: Oxford University Press*.
- 41 Menke, S., Bohning-Gaese, K. & Schleuning, M. (2012) Plant-frugivore networks are less specialized and more robust at forest-farmland edges than in the interior of a tropical forest. *Oikos* **121**, 1553-1566.
- 42 O'Dea, N., Watson, J. E. M. & Whittaker, R. J. (2004) Rapid assessment in



- conservation research: a critique of avifaunal assessment techniques illustrated by Ecuadorian and Madagascan case study data. *Diversity and Distributions* **10**, 55-63.
- 43 Odom, K. J. & Mennill, D. J. (2010) Vocal duets in a nonpasserine: an examination of territory defence and neighbour-stranger discrimination in a neighbourhood of barred owls. *Behaviour* **147**, 619-639.
- 44 Osmun, A. E. & Mennill, D. J. (2011) Acoustic monitoring reveals congruent patterns of territorial singing behaviour in male and female tropical wrens. *Ethology* **117**, 385-394.
- 45 Pagen, R. W., Thompson, F. R. & Burhans, D. E. (2000) Breeding and post-breeding habitat use by forest migrant songbirds in the Missouri Ozarks. *Condor* **102**, 738-747.
- 46 Pagen, R. W., Thompson, F. R. & Burhans, D. E. (2002) A comparison of point-count and mist-net detections of songbirds by habitat and time-of-season. *Journal of Field Ornithology* **73**, 53-59.
- 47 Petit, D. R., Petit, L. J. & Petit, K. E. (1989) Winter caching ecology of deciduous woodland birds and adaptations for protection of stored food. *Condor* **91**, 766-776.
- 48 Piratelli, A. & Blake, J. G. (2006) Bird communities of the southeastern Cerrado region, Brazil. *Ornitologia Neotropical* **17**, 213-225.
- 49 Pomara, L. Y., Ruokolainen, K., Tuomisto, H. & Young, K. R. (2012) Avian composition co-varies with floristic composition and soil nutrient concentration in amazonian upland forests. *Biotropica* **44**, 545-553.
- 50 Pomeroy, D. E. & Tengecho, B. (1986) A method for analyzing bird distribution. *African Journal of Ecology* **24**, 243-253.
- 51 Pomeroy, D. & Dranzoa, C. (1997) Methods of studying the distribution, diversity and abundance of birds in East Africa - Some quantitative approaches. *African Journal of Ecology* **35**, 110-123.
- 52 Poulsen, B. O. (1994) Movements of single birds and mixed-species flocks between isolated fragments of cloud forest in Ecuador. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* **29**, 149-160.
- 53 Poulsen, B. O. & Krabbe, N. (1997) Avian rarity in ten cloud-forest communities in the Andes of Ecuador: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation* **6**, 1365-1375.
- 54 Raman, T. R. S., Rawat, G. S. & Johnsingh, A. J. T. (1998) Recovery of tropical rainforest avifauna in relation to vegetation succession following shifting cultivation in Mizoram, north-east India. *Journal of Applied Ecology* **35**, 214-231.
- 55 Rappole, J. H., Winker, K. & Powell, G. V. N. (1998) Migratory bird habitat use in southern Mexico: Mist nets versus point counts. *Journal of Field Ornithology* **69**, 635-643.
- 56 Reid, J. L., Harris, J. B. C. & Zahawi, R. A. (2012) Avian habitat preference in tropical forest restoration in southern Costa Rica. *Biotropica* **44**, 350-359.
- 57 Reif, J., Voříšek, P., Šťastný, K., Bejček, V. & Petr, J. (2007) Population increase of forest birds in the Czech Republic between 1982 and 2003. *Bird Study* **54** (2), 248-255.
- 58 Remsen, J. V. (1994) Use and misuse of bird lists in community ecology and conservation. *Auk* **111**, 225-227.
- 59 Remsen, J. V. & Good, D. A. (1996) Misuse of data from mist-net captures to assess relative abundance in bird populations. *Auk* **113**, 381-398.
- 60 Remsen, J. V. & Parker, T. A. (1983) Contribution of river-created habitats to bird species richness in Amazonia. *Biotropica* **15**, 223-231.
- 61 Robinson, W. D., Brawn, J. D. & Robinson, S. K. (2000) Forest bird community structure in central Panama: Influence of spatial scale and biogeography. *Ecological Monographs* **70**, 209-235.
- 62 Rodriguez, G. A., Rodriguez, J. P., Ferrer-Paris, J. R. & Sanchez-Mercado, A. A

- (2012) Nation-wide standardized bird survey scheme for Venezuela. *Wilson Journal of Ornithology* **124**, 230-244.
- 63 Rosenstock, S. S., Anderson, D. R., Giesen, K. M., Leukering, T. & Carter, M. F. (2002) Landbird counting techniques: Current practices and an alternative. *Auk* **119**, 46-53.
- 64 Ruiz-Guerra, B., Renton, K. & Dirzo, R. (2012) Consequences of fragmentation of tropical moist forest for birds and their role in predation of herbivorous insects. *Biotropica* **44**, 228-236.
- 65 Scherer-Neto, P. & Toledo, M. C. B. (2012) Bird community in an Araucaria forest fragment in relation to changes in the surrounding landscape in Southern Brazil. *Iheringia Serie Zoologia* **102**, 412-422.
- 66 Schulze, C. H. *et al.* (2004) Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: Comparing plants, birds, and insects. *Ecological Applications* **14**, 1321-1333.
- 67 Scott, J. M. & Ramsey, F. L. (1981) Effects of abundant species on the ability of observers to make accurate counts on birds. *Auk* **98**, 610-613.
- 68 Sekercioglu, C. H. (2012) Promoting community-based bird monitoring in the tropics: Conservation, research, environmental education, capacity-building, and local incomes. *Biological Conservation* **151**, 69-73.
- 69 Simons, T. R., Alldredge, M. W., Pollock, K. H. & Wettroth, J. M. (2007) Experimental analysis of the auditory detection process on avian point counts. *Auk* **124**, 986-999.
- 70 Spotswood, E. N. *et al.* (2012) How safe is mist netting? evaluating the risk of injury and mortality to birds. *Methods in Ecology and Evolution* **3**, 29-38.
- 71 Stutchbury, B. J. M., Morton, E. S. (2001) Behavioral ecology of tropical birds *Elsevier Academy Press, San Diego*.
- 72 Terborgh, J., Robinson, S. K., Parker, T. A., Munn, C. A. & Pierpont, N. (1990) Structure and organization of an Amazonian forest bird community. *Ecological Monographs* **60**, 213-238.
- 73 Thin, V. T., Doherty, P. F. & Huyvaert, K. P. (2012) Effects of different logging schemes on bird communities in tropical forests: A simulation study. *Ecological Modelling* **243**, 95-100.
- 74 Thiollay, J. M. (1992) Influence of selective logging on bird species-diversity in a Guianan rain-forest. *Conservation Biology* **6**, 47-63.
- 75 Thiollay, J. M. (1994) Structure, density and rarity in an Amazonian rain-forest bird community. *Journal of Tropical Ecology* **10**, 449-481.
- 76 Thomas, L., Buckland, S. T., Burnham, K. P., Anderson, D. R., Laake, J. L., Borchers, D. L., Strinberg, S. (2002) Distance sampling. In: El-Shaarawi, A. L., Piegorsch, W. W. *Encyclopedia of Environmetrics*, p. 544-552 *John Wiley and Sons, Chichester*.
- 77 Uezu, A. & Metzger, J. P. (2011) Vanishing bird species in the Atlantic Forest: relative importance of landscape configuration, forest structure and species characteristics. *Biodiversity and Conservation* **20**, 3627-3643.
- 78 Velho, N., Ratnam, J., Srinivasan, U. & Sankaran, M. (2012) Shifts in community structure of tropical trees and avian frugivores in forests recovering from past logging. *Biological Conservation* **153**, 32-40.
- 79 Vihemaki, H., Hall, J. M., Leonard, C., Mwangoka, M. & Mkongewa, V. (2013) Bird and plant diversity in tropical landscape mosaics in east Usambaras, Tanzania. *Small-Scale Forestry* **12**, 125-143.
- 80 Watson, D. M. (2010) Optimizing inventories of diverse sites: insights from Barro Colorado Island birds. *Methods in Ecology and Evolution* **1**, 280-291.
- 81 Whitman, A. A., Hagan, J. M. & Brokaw, N. V. L. (1997) A comparison of two bird survey techniques used in a subtropical forest. *Condor* **99**, 955-965.
- 82 Zuria, I. & Gates, J. E. (2013) Community composition, species richness, and

abundance of birds in field margins of central Mexico: local and landscape-scale effects. *Agroforestry Systems* **87**, 377-393.