

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra zoologie a ornitologická laboratoř



Geografická variabilita ve funkčních znacích ptáků Austrálie

Diplomová práce

Vypracovala: Bc. Lenka Harmáčková

Vedoucí práce: Doc. Mgr. Vladimír Remeš, Ph.D.

Konzultant: Nicholas Ryan Friedman, Ph.D.

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Zoologie

Prezenční studium

Olomouc 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Doc. Mgr. Vladimíra Remeše, Ph.D. a s použitím uvedené literatury.

V Olomouci dne 23. července 2013.

Podpis:

Poděkování

Ráda bych poděkovala především svému vedoucímu Vladimíru Remešovi za odborné vedení, rady, ochotu a trpělivost a mému konzultantovi Nicholasi Friedmanovi. Velký dík také patří Tomáši Koutnému za jeho čas a zapůjčení literatury. Závěrem bych chtěla poděkovat svým přátelům, Lence Korobczukové, Evě Krouparové a Lucii Bryndové, za podporu a poznámky k textu.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Bc. Lenka Harmáčková

Název práce: Geografická variabilita ve funkčních znacích ptáků Austrálie

Typ práce: Diplomová práce

Pracoviště: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř

Vedoucí práce: Doc. Mgr. Vladimír Remeš, Ph.D.

Rok obhajoby práce: 2013

Abstrakt

Podmínky prostředí, jako je např. teplota či množství srážek, ovlivňují morfologické, fyziologické, behaviorální i reprodukční znaky organismů. Tyto podmínky a jimi ovlivněné znaky nejsou všude na Zemi stejné, ale v geografickém měřítku vykazují jistou proměnlivost. Věnovala jsem se studiu této variability v rámci druhové bohatosti ptáků Austrálie, jejich vybraných reprodukčních znaků (velikost snůšky, délka inkubace, doba vzletnosti) a specializací (na prostředí, typ potravy, potravní chování) a jejich vztahu s podmínkami prostředí. Výsledky jsem analyzovala metodami OLS a GLS a k názornému zobrazení použila mapy. Druhová bohatost stoupá s produktivitou prostředí a dostupností vody. Na velikost snůšky má hlavní vliv produktivita prostředí, která je nejmenší u pobřeží a směrem do vnitrozemí se zvětšuje. Vysoká teplota prodlužuje délku inkubace a dobu vzletnosti. Specialisti na určitý typ prostředí se nacházejí především v souvislém porostu lesa. Listy, nektar, obratlovci (vyjma ryb) a mršiny jsou hlavním zájmem potravních specialistů, kteří navíc obývají hlavně prostředí bez přítomnosti stromů. Specialisti na místo sběru potravy jsou limitováni přítomností prostředí, které mohou využít. Zatímco některé výsledky potvrdily obecně známé teorie, jiné ukázaly opačné trendy, které jsem diskutovala a pokusila se je vysvětlit.

Klíčová slova: makroekologie, funkční znaky, podmínky prostředí, teplota, srážky, NDVI, geografická proměnlivost, druhová bohatost, velikost snůšky, délka inkubace, doba vzletnosti, prostředí, potrava, potravní chování

Počet stran: 54

Počet příloh: 5

Jazyk: Český

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Bc. Lenka Harmáčková

Title: Geographical variability in functional traits of Australian birds

Type of thesis: Diploma thesis

Department: Department of Zoology and Laboratory of Ornithology

Supervisor: Doc. Mgr. Vladimír Remeš, Ph.D.

The year of presentation: 2013

Abstract

Environmental conditions, such as temperature or precipitation, affect morphological, physiological, behavioural and reproductive traits of organisms. These conditions and traits affected by them are not all the same on Earth and they show a certain variability. I studied this variability in the terms of Australian birds' species richness, their chosen reproductive traits (clutch size, incubation period, fledging period) and specializations (in habitat, type of food, foraging behaviour) and their relationship to the environmental conditions. I analysed the results with OLS and GLS methods and used maps for a graphic depiction. Species richness increases with the productivity of environment and availability of water. The productivity of environment has the main effect on the clutch size, which is lowest along the coast and increases to the inland. High temperature extends the incubation period and the fledging period. Habitat specialists are located mostly in the continuous forest foliage. Leaves, nectar, vertebrates (except fish) and carrion are the main concern of food specialists that furthermore inhabit mostly the environment without the trees. Specialists in foraging behaviour are restricted by the presence of a usable environment. Whilst some results confirmed generally known theories, other showed opposite tendencies, which I discussed and tried to explain.

Key words: makroecology, functional traits, environmental conditions, temperature, precipitation, NDVI, geographical variability, species richness, clutch size, incubation period, fledging period, habitat, food, foraging behaviour

Number of pages: 54

Number of appendices: 5

Language: Czech

Obsah

1 Úvod.....	7
2 Metodika.....	12
2.1 Síť čtverců.....	12
2.2 Rozšíření druhů	12
2.3 Proměnné prostředí.....	12
2.4 Druhově specifické znaky.....	13
2.5 Úprava dat.....	14
2.6 Analýza dat	17
3 Výsledky.....	19
3.1 Proměnné prostředí.....	19
3.2 Distribuce druhové bohatosti	22
3.3 Distribuce taxonomických čeledí	23
3.4 Analýzy jednotlivých znaků.....	26
3.4.1 Průměrná velikost snůšky.....	26
3.4.2 Délka inkubace	27
3.4.3 Doba vzletnosti.....	28
3.4.4 Prostředí	30
3.4.5 Typ potravy	31
3.4.6 Místo sběru potravy	32
4 Diskuze.....	34
4.1 Druhová bohatost a distribuce taxonomických čeledí.....	34
4.2 Průměrná velikost snůšky	34
4.3 Délka inkubace	36
4.4 Doba vzletnosti.....	38
4.5 Prostředí	39
4.6 Typ potravy	40
4.7 Místo sběru potravy.....	41
5 Závěr	43
Literatura.....	45
Seznam příloh.....	54

1 Úvod

Teorie životních historií (life-history theory) se snaží vysvětlit, jak evoluce optimalizuje organismus tak, že dosáhne co největší reprodukční úspěšnost (Stearns 2000). Předpokládá se, že organismus rozkládá svou energii do jednotlivých investic v rámci existujících kompromisů (trade-offs). Jsou studovány znaky jako např. velikost těla, některé reprodukční parametry či přežívání a jejich vztahy s prostředím a různými ekologickými faktory (např. predace; Fabian et Flatt 2012). Takovýchto zdrojů selekce, které zapříčiňují optimalizaci znaků a ekologickou specializaci např. na typ potravy nebo prostředí, existuje v přírodě mnoho a snad proto nebyl dosud žádný z těchto faktorů identifikován jako hlavní (Futuyma et Moreno 1988).

Prostředí ovlivňuje jak znaky reprodukční, fyziologické a behaviorální, tak znaky morfologické. Snad nejznámějším, nejstudovanějším a nejstarším příkladem může být Bergmannovo pravidlo. Bergmann už v polovině 19. století diskutoval fakt, že teplotokrevní živočichové žijící severněji mají větší tělo, než jejich příbuzní zdržující se blíže rovníku (Bergmann 1847, Blackburn et al. 1999, Ashton 2002, Ramirez et al. 2008, Olson et al. 2009). Averill (1933) si dále všiml, že ptáci s větším rozšířením mají delší křídlo v poměru k běháku, což odůvodňuje délkou trasy, kterou ptáci musí uletět při migraci. Price (1991) zase zjistil, že velikost zobáku a délka běháku je korelovaná s typem prostředí, ve kterém druh žije a sice tak, že jedinci budníčka západního (*Phylloscopus occipitalis*) žijící v jehličnatém lese mají kratší běhák a širší zobák než populace z březového porostu. Podle Wiens et Rotenberry (1980) mají velké druhy ptáků větší zobáky, větší teritoria a jsou primárně karnivorní.

Studie zabývající se geografickými trendy některých ptačích znaků se znovu staly populární ve 40. letech 20. století. Tentokrát se však nezaměřovaly na morfologické aspekty ptačího těla, jako spíše na životní strategie (life-history strategies; Ricklefs 2000). Jako první formuloval Moreau (1944) vztah velikosti snůšky k zeměpisné šířce, kdy zjistil, že ptáci mírného pásu mívají větší snůšky než ptáci tropů, což potvrdil např. i Cardillo (2002) či Dunn et al. (2000). Lack (1947) se snažil tento vztah vysvětlit a předpokládal, že velikost snůšky je dána počtem mláďat, která rodiče dokážou uživit. Množství sehnatelné potravy je určeno délkou dne, takže ptáci mírného pásu, kde je v době rozmnožování den delší než noc, mají více času nasbírat dostatek potravy a nakrmit tak více mladých, než ptáci hnízdící blíže rovníku, kde je den kratší (Lack 1947). Lack však nebyl první, kdo vyjádřil názor, že na velikost snůšky má vliv délka dne. Už ve 30. letech tak soudili Averill (1933) a Hesse et al. (1937).

Lackově (1947) vysvětlení (rodiče mají tolik potomků, kolik zvládnou uživit) oponoval Skutch (1949) a to argumentem, že většina ptáků, kterým se uměle zvýší počet vajec, se i tak dokáže o všechny potomky postarat a mláďata nekrmových (nidifugních) druhů se krmí sama. Navíc u mnoha tropických druhů krmí mladé oba rodiče, zatímco u jiných jen jeden rodič a přesto mají stejný počet vajec, což protirečí Lackově hypotéze, poněvadž podle ní by ptáci, u kterých se o potomky stará pouze jeden rodič, měli mít méně vajec než ptáci s péčí poskytovanou oběma rodiči. Skutch (1949) viděl hlavní příčinu geografické variability velikosti snůšky v mortalitě dospělců, která je vyšší u ptáků mírného pásu (během zimy a migrace), než ptáků ve stabilním tropickém prostředí. Ptáci z mírného pásu tak mají kratší život a více mladých, aby tak obnovili a udrželi velikost populace, zatímco ptáci s menší roční mortalitou nevkládají do reprodukce tolik úsilí (Skutch 1949, Williams 1966, Hussell 1972, Steams 1976, Evans et al. 2005).

Podobně smýšlel i Ashmole (1963), podle kterého je velikost snůšky opět dána mortalitou. V zimě, tedy během období nedostatku potravy, je mortalita ptáků mírného pásu větší, než ptáků tropů. Ptáci z mírného pásu tak mají během následujícího reprodukčního období více zdrojů, které mohou vložit do reprodukce. Tuto teorii založenou na kolísání nabídky potravy potvrdily i další studie (Ricklefs 1980, Koenig 1984, Koenig 1986, Dunn et al. 2000, Yom-Tov et Geffen 2002, Evans et al. 2005). Cody (1966) si všiml, že velikost snůšky roste také směrem od pobřeží do vnitrozemí. Ve stabilním prostředí, jako jsou tropy, ostrovy a pobřeží, je důležitá nosná kapacita prostředí, zatímco v mírném pásu je k dispozici nejvíce energie na zvýšení reprodukční úspěšnosti.

Velikost vejce s velikostí snůšky úzce souvisí. Jak předpovídá teorie životních historií, velikost vejce roste se zmenšující se snůškou (Blackburn 1991, Figuerola et Green 2005, Martin et al. 2006). Také je známý pozitivní vztah velikosti vejce a těla samice (Yom-Tov et Geffen 2002, Martin et al. 2006), což však např. nepotvrdil Rhymer (1988), který u ptáků s prekociálními mláďaty nezjistil žádný vztah mezi velikostí vejce, těla samice a podmínkami prostředí. Erikstad et al. (1993) navrhli složitější model zahrnující existenci kompromisu v alokaci rezerv mezi velikost vejce, délkou inkubace a starost o mladé. Podle Christianse (2002) je však velikost vejce do značné míry ovlivněna geneticky a nedá se s ní manipulovat tolik, jako například s velikostí snůšky či začátkem snášení.

Martin (1995) považuje za klíčový evoluční znak počet snůšek za rok a možnost znovu zahrnout. Počet snůšek je negativně závislý na velikosti snůšky, tedy čím více snůšek do roka druh má, tím jsou jeho snůšky menší, zřejmě díky energetickému kompromisu (Ricklefs 1968, Martin 1995). To by odpovídalo principu alokace, který předpokládá, že organismy jsou limitovány časem a energií, kterou se snaží co nejlépe rozložit tak, aby byl jejich příspěvek do dalších pokolení co nejvyšší (Cody 1966). Dalším důležitým faktorem je zřejmě skutečnost, že dát veškerou energii vyhrazenou pro jedno hnízdní období do jedné snůšky by mohlo být fatální, zvláště u druhů s vysokou predací (Steams 1976). Navíc jsou druhy, které mají pouze jednu snůšku, více citlivé k načasování období s maximem potravy a při změně klimatu se zvětšuje riziko, že se do potravního maxima netrefí (Jiguet et al. 2007) a samice tak nejen neuživí mladé, ale sama nebude mít dostatek potravy, aby vůbec mohla vyprodukovat vejce (Perrins 1970). I přesto se zdá, že je stále výhodnější u ptáků mírného pásu, kteří obývají prostředí s krátkou, ale na potravu bohatou hnízdní sezónou, investovat do malého množství velkých snůšek, zatímco ptáci tropů mohou, díky stabilnímu prostředí, své výdaje rozložit do několika menších snůšek (Steams 1976, Pimentel et Nilsson 2007).

Dalším důležitým reprodukčním parametrem je délka individuálního vývoje. Na délku inkubace má velký vliv teplota prostředí a predace (Conway et Martin 2000). Delší dobu inkubace a větší snůšky mají druhy žijící dále od rovníku (Martin 2002). Velké snůšky a velká vejce potřebují více času na inkubaci (Moreno et Carlson 1989, Smith 1989, Figuerola et Green 2005). Samice musí do jejich zahřátí vkládat více energie, ale při opuštění hnízda zase vejce ztrácí teplo pomaleji. Je známo, že druhy hnízdící v chladnějším prostředí odlétají z hnízda častěji a na kratší dobu, aby vejce tolik nevychladla (Conway et Martin 2000). V chladnějším prostředí by tedy měly být zvýhodněny velké snůšky a v prostředí teplém malé. Chalfoun et Martin (2007) zjistili, že doba, kterou samice pěvců stráví na hnízdě, roste se zeměpisnou šířkou a nabídkou potravy. S délkou inkubace se ale i zvyšuje riziko predace. Více predované druhy vylétávají z hnízda méněkrát na delší dobu (Conway et Martin 2000), čímž se snaží neupoutávat pozornost predátora, ale prodlužují tím tak dobu inkubace.

Predace může mít vliv i na délku doby vzletnosti. Čím vyšší predace, tím je výhodnější opustit dříve hnízdo a to i při malé hmotnosti (Remeš et Martin 2002). Toto by se dalo očekávat v tropech, kde se věří, že ptáci mají malé snůšky kvůli zvětšenému riziku predace. To však nepotvrdili Geffen a Yom-Tov (2000). Podle Stearnse (1976) se však mláďata, kterým

hrozí predace, snaží co nejrychleji zvětšit svoji tělesnou hmotnost, ale pokud se nachází v prostředí bohatém na zdroje, s růstem tolik nespíchají. Avšak nedostatek potravy by měl dobu výletu z hnízda spíše prodloužit (Barrett et Rikardsen 1992).

Každý druh má vztah k jednomu, nebo několika typům prostředí či potravy. Na tomto základě může být identifikován jako generalista (více typů) nebo specialista (jeden či velmi malé množství typů). Genotyp specialistů má vždy nižší fitness než genotyp generalistů (van Tienderen 1991) a specialisti mají menší populace a jsou více náchylní k extinkci než generalisti (Munday 2004). Příčin specializace zřejmě existuje mnoho, ale žádná dosud nebyla shledána jako hlavní (Futuyma et Moreno 1988). Zatímco specialisti se vyvíjejí v homogenním prostředí, generalisti v prostředí heterogenním a degradovaném (Thiollay 1997, Kassen 2002, Julliard et al. 2006). Evoluce specializace je však závislá nejen na prostředí, ale i na náhodných událostech, jako jsou migrace a mutace (van Tienderen 1991). Specialisti mají dlouhou historii koevoluce s prostředím, zatímco společenstva generalistů jsou zřejmě recentním následkem nějaké změny (Julliard et al. 2006). Vliv může mít ale i velikost populace. Pokud je populace dostatečně malá na to, aby nevyčerpala dostupné zdroje, je optimální stát se specialistou a při nedostatku zdrojů naopak generalistou (Glasser 1982).

Makroekologie, zabývající se studiem vztahů mezi organismy a jejich prostředím pomocí statistické analýzy pravidelnosti (patterns) v početnosti, distribuci a diverzitě (Brown 1995), zažívá v posledních letech velký rozmach (Blackburn et Gaston 1998, Gaston et Blackburn 1999). Zatímco dříve se studie zaměřovaly pouze na jeden či nízký počet druhů nebo malou velikost zkoumaného území, s nynějším množstvím informací a dostupného softwaru je možné provádět výzkum globálně a s velkým množstvím druhů (např. Gaston et Blackburn 1996, Kissling et al. 2009, Kissling et al. 2012). Makroekologie se věnuje nejen zjišťování a lepšímu zdokumentování pravidelných závislostí, ale i využívá získané poznatky k vysvětlení a predikci daných jevů. Současným trendem je využití moderních makroekologických přístupů nejen pro studium početnosti, distribuce a diverzity, ale také pro studium geografických trendů a pravidelností v reprodukčních znacích, které byly často identifikovány již před mnoha desítkami let (viz výše).

Cílem mé práce je aplikovat makroekologické přístupy na studium geografické variability vybraných reprodukčních znaků (velikost snůšky, délka ontogeneze) a také na studium

potravní specializace, specializace ve způsobu vyhledávání potravy (lovecké chování), a specializace na typ obývaného prostředí a jejich vztah s podmínkami prostředí. Mojí modelovou skupinou jsou ptáci Austrálie. Vedle identifikování geografických trendů se zabývám vztahem studovaných znaků k podmínkám prostředí.

2 Metodika

2.1 Sít' čtverců

Jako základ k prostorové analýze jsem v programu SAM (Rangel et al. 2010) vytvořila sít' o rozměrech stran čtverce 1° zeměpisné šířky a délky. Velikost čtverců jsem zvolila tak, aby přehledně ukazovaly gradient, ale zároveň nezkreslovaly získané výsledky (Hurlbert et Jetz 2007). Pomocí programu Quantum GIS (Quantum GIS Development Team 2012) jsem pak odstranila čtverce, ve kterých se nacházely ostrovy a jejichž obsah byl tvořen pevninou z méně jak 50 %.

2.2 Rozšíření druhů

Pracovala jsem pouze s druhy, které na území Austrálie a Tasmánie hnízdí (n = 560). Data o jejich rozšíření jsem získala od BirdLife International et NatureServe (2011). Z původního formátu polygonu jsem je v programu SAM převedla na rastr podle již vytvořené sítě.

2.3 Proměnné prostředí

Data o environmentálních podmínkách (nadmořská výška, průměrná roční teplota a srážky a průměrné výkyvy teplot během dne) pochází z databáze WorldClim (Hijmans et al. 2005) a údaje o průměrné roční produktivitě prostředí (NDVI) z EDIT Geoplatform (Lobo 2007). Sezónnost teploty, srážek i NDVI jsem vypočítala jako absolutní hodnotu rozdílu průměrných letních (říjen až prosinec) a zimních (duben až červen) měsíců. Celkem jsem tedy pracovala s těmito sedmi proměnnými:

1. průměrná nadmořská výška (altitude)
2. průměrná roční teplota (temp year)
3. teplotní sezónnost (temp seas)
4. průměrné roční množství srážek (prec year)
5. srážková sezónnost (prec seas)
6. průměrná roční produktivita prostředí (NDVI year)
7. sezónnost produktivity prostředí (NDVI seas)

Data jsem opět převedla v programu SAM z jejich původního formátu 10 x 10“ na požadovaných 1 x 1°.

2.4 Druhově specifické znaky

Údaje k jednotlivým druhům jsem získala z Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic birds (HANZAB; Higgins et al. 1990, Higgins et al. 1993, Higgins et al. 1996, Higgins et al. 1999, Higgins et al. 2001, Higgins et al. 2002, Higgins et al. 2006).

Jednotlivé znaky a jejich kategorie (v závorkách):

- 1. prostředí** – endemit Tasmánie (ano/ne), typ prostředí (prales, les, křoviny, savana, louka, rákosí, močál, písek, sladká voda, moře, skály, lidské osídlení), nadmořská výška (min, max; m n. m.), denzita (ptáků/ha), migrace (stálý, vagrant, částečný migrant, migrant)
- 2. potrava** – typ potravy (listy, ovoce, nektar, semena, hmyz, ostatní bezobratlí, ryby, ostatní obratlovci, mršiny), místo sběru potravy (země, vegetace, vzduch, voda)
- 3. rozmnožování** – hnízdní asociace (solitérní, semikoloniální, koloniální), asociace mimo hnízdní období (solitérní, v párech, gregarický), způsob rozmnožování (monogamie, polygynie, polyandrie, promiskuita), věk při prvním rozmnožování (roky), teritorialita v hnízdním období (ano/ne), krmení samice samcem během námluv (ano/ne), krmení samice samcem během inkubace (ano/ne), umístění hnízda (na zemi, nad zemi), výška hnízda (m), typ hnízda (otevřené, uzavřené, dutina), stavba hnízda (samec, samice, oba), délka a šířka vejce (mm), hmotnost vejce (g), velikost snůšky (min, max, průměr), počet snůšek za rok, interval mezi snesenými vejci (h), délka inkubace (dny), typ mláděte (altriciální, semialtriciální, semiprekociální, prekociální), líhnutí (synchronní, asynchronní), doba vzletnosti (délka pobytu v hnízdě u altriciálních druhů, doba než začnou mláďata létat u prekociálních; dny), doba osamostatnění (počítáno od opuštění hnízda u altriciálních druhů a od získání letových schopností u prekociálních druhů; dny), úspěšnost líhnutí vajec (%), počet mláďat vylétnuvších z úspěšného hnízda, mortalita juvenilů (%), mortalita adultů (%), délka života (roky)
- 4. morfologie** – váha samce (min, max, průměr), váha samice (min, max, průměr)

2.5 Úprava dat

Podle údajů v textu jsem ke každé kategorii u znaků „prostředí“, „typ potravy“ a „místo sběru potravy“ přiřadila číslo vyjadřující poměrné zastoupení kategorie vůči kategoriím ostatním. Číselná hodnota u jednotlivých kategorií se pohybovala od 0 do 5, přičemž součet všech kategorií jednoho znaku u jednoho druhu musel být vždy 5. Pro každý z těchto tří znaků jsem poté vypočítala standardizovaný Levinsův index diverzity (Belmaker et al. 2012):

$$B_A = 1 - (B - 1)/(n - 1)$$

kde n je počet kategorií daného znaku a B je nestandardizovaný index, který se vypočítá jako:

$$B = 1/\sum p_i^2$$

kde p_i je proporce kategorie i . Velikost indexu se pohybuje od 0 (generalisti, využívající více typů prostředí, potravy nebo míst sběru potravy) do 1 (specialisti).

Levinsův index jsem použila i k výpočtu diverzity čeledí, přičemž jako kategorie zde fungovaly jednotlivé čeledi a hodnoty v rámci těchto kategorií byly vyjádřené počtem druhů daných čeledí v jednotlivých čtvercích.

Hodnoty průměrné roční teploty a teplotní sezónnosti jsem vydělila deseti, abych tak získala skutečné vyjádření teploty ve stupních Celsia, neboť původní data byla násobena deseti.

Objem vejce jsem vypočítala podle Hoytovy rovnice (Hoyt 1979):

$$V = 0.51 * LB^2$$

kde L je délka vejce a B maximální šířka vejce (mm).

Data s nečíselnými kategoriemi (migrace, typ hnízda a typ mláďete) jsem převedla na binární číselné tak, že jsem slovní kategorie nahradila čísly 1 nebo 2 (hodnoty 0 a 1 jsem ne-

použila z toho důvodu, že program SAM automaticky přiřazuje nulu i druhům, o kterých chybí informace), jak je ukázáno v tabulce 1.

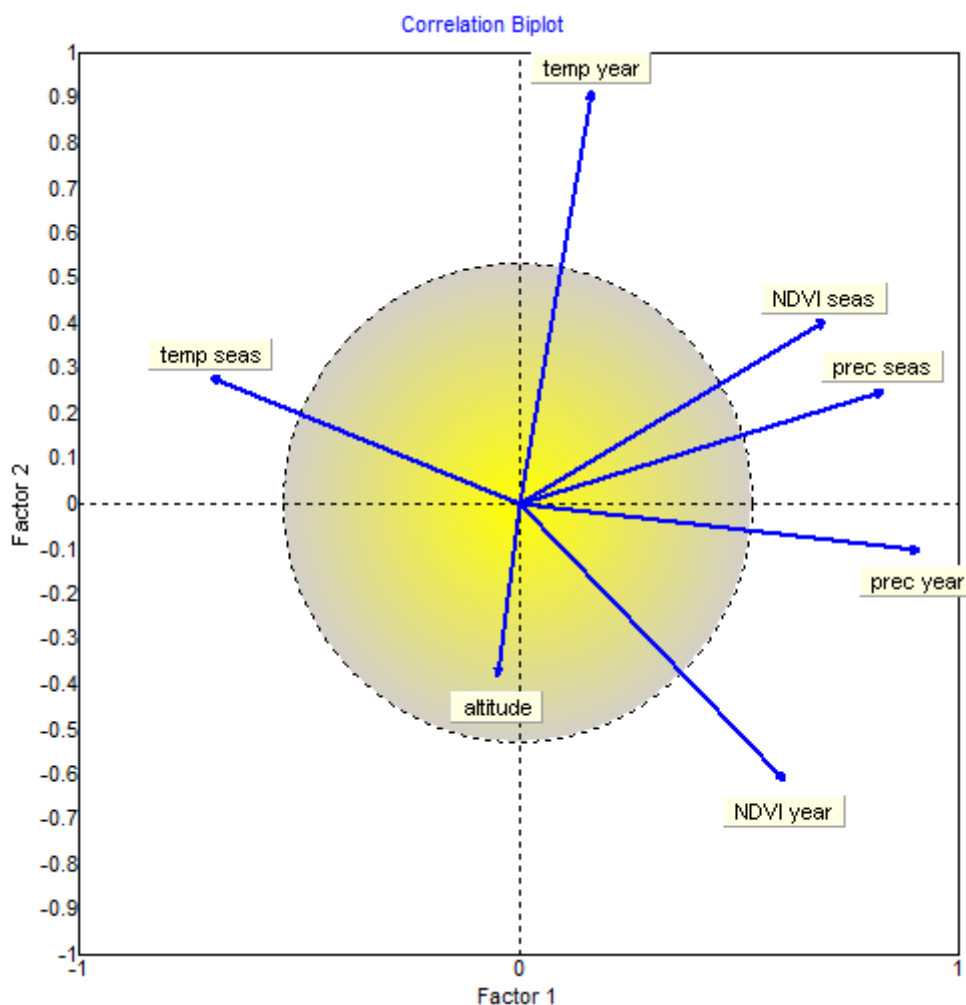
Tab. 1 Nahrazení slovních kategorií číselnými.

Znak	Kategorie	Hodnota
Migrace	stálý	1
	vagrant	2
	částečný migrant	2
	migrant	2
Typ hnízda	otevřené	1
	uzavřené	2
	dutina	2
Typ mláděte	altriciální	1
	semialtriciální	1
	semiprekociální	2
	prekociální	2

Pro každý čtverec jsem pak vypočítala procentuální zastoupení druhů, které mají u těchto tří znaků hodnotu 1 (dále referované jako migrace 1, typ hnízda 1 a typ mláděte 1).

Hodnoty znaků (altitude, temp year, temp seas, prec year, prec seas, NDVI year, NDVI seas, počet snůšek za rok, průměrná váha samice, průměrná váha adulta, průměrná velikost snůšky, objem vejce, délka inkubace, doba vzletnosti, typ mláděte 1, typ hnízda 1, migrace 1, druhová bohatost, prostředí B_A , typ potravy B_A a místo sběru potravy B_A) v jednotlivých čtvercích jsem testovala na šikmost distribuce dat pomocí programu Histogram (Boleman 2010). Znaky s pozitivní šikmostí jsem transformovala pomocí druhé odmocniny (altitude, NDVI seas, druhová bohatost, typ potravy B_A), logaritmu se základem deset (prec year, typ mláděte 1), logaritmu se základem $10+1$ (prostředí B_A) a logaritmu se základem $10+2$ (prec seas). Data s negativní šikmostí jsem transformovala druhou mocninou (temp year, temp seas, NDVI year, průměrná váha samice, průměrná váha adulta, průměrná velikost snůšky, objem vejce, délka inkubace, doba vzletnosti, typ hnízda 1, místo sběru potravy B_A). Znaky „počet snůšek za rok“ a „migrace 1“ již vykazovaly přirozené rozložení, takže jsem je ponechala beze změny.

Abych zjistila, jak jsou proměnné prostředí navzájem korelované, analyzovala jsem je pomocí metody PCA (Principal Component Analysis; obr. 1) v programu SAM. Ze vzniklých komponent jsem vybrala první tři, které jsou signifikantní nejen díky kladnému rozdílu hodnot Proportion a Broken Stick, ale i Kaiserovu kritériu (hodnoty Eigenvalues vyšší než 1; tab. 2) a dohromady vysvětlují 81,9 % variability v datech. První komponenta je korelována se všemi proměnnými krom nadmořské výšky a průměrné roční teploty, kterou vysvětluje druhá komponenta a nadmořskou výšku komponenta třetí (tab. 3).



Obr. 1 Výsledky PCA analýzy ukazující vzájemnou korelaci jednotlivých podmínek prostředí.

Tab. 2 PCA analýza - Eigenvalues.

Komponenty	Eigenvalues	Proportion	Broken Stick
1	2.879	0.411	0.370
2	1.674	0.239	0.228
3	1.186	0.169	0.156
4	0.553	0.079	0.109
5	0.329	0.047	0.073
6	0.234	0.033	0.044
7	0.145	0.021	0.020

Tab. 3 PCA analýza - komponenty.

Proměnné prostředí	1	2	3
altitude	-0.050	-0.383	0.850
temp year	0.165	0.915	0.227
temp seas	-0.697	0.278	0.540
prec year	0.911	-0.103	0.013
prec seas	0.827	0.251	0.069
NDVI year	0.604	-0.614	0.237
NDVI seas	0.697	0.403	0.242

2.6 Analýza dat

Získaný datový soubor sestával z hodnot znaků (průměry zde se vyskytujících druhů, případně proporce, viz výše) v jednotlivých čtvercích v rámci Austrálie a Tasmánie. Jednotkou analýzy byly tedy geografické čtverce, jejichž celkový počet byl 686. V diplomové práci jsem neanalyzovala všechny sesbírané znaky (viz kapitola 2.4), ale jako ukázkou detailní analýzy vztahů mezi vybranými funkčními znaky, podmínkami prostředí a dalšími kovariátami jsem zvolila následujících šest znaků a ke každému soubor prediktorů:

- 1. průměrná velikost snůšky** – komponenta 1, komponenta 2, komponenta 3, počet snůšek za rok, průměrná váha samice, typ mláděte 1, typ hnízda 1, migrace 1
- 2. délka inkubace** – komponenta 1, komponenta 2, komponenta 3, průměrná velikost snůšky, objem vejce, typ mláděte 1, typ hnízda 1, migrace 1
- 3. doba vzletnosti** – komponenta 1, komponenta 2, komponenta 3, průměrná váha adulta, typ mláděte 1, typ hnízda 1, migrace 1

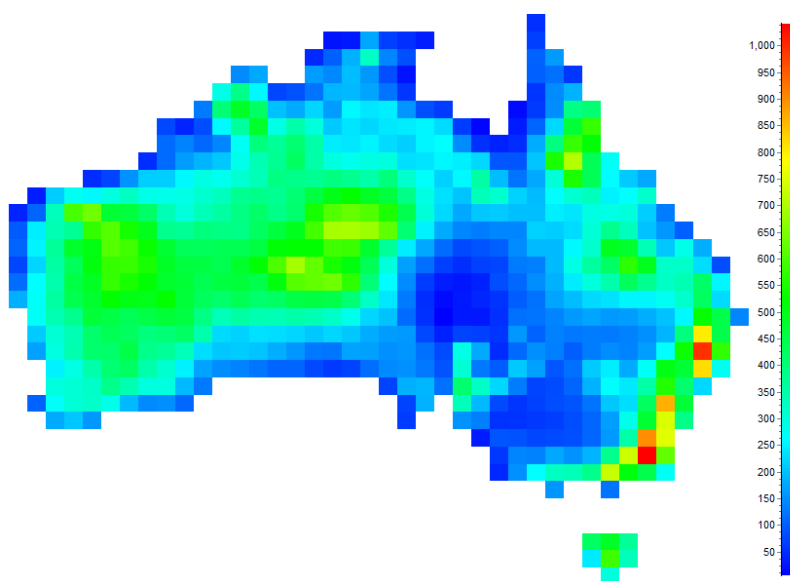
- 4. prostředí (\mathbf{B}_A)** – komponenta 1, komponenta 2, komponenta 3, průměrná váha, druhová bohatost (tj. počet druhů ve čtverci)
- 5. typ potravy (\mathbf{B}_A)** – komponenta 1, komponenta 2, komponenta 3, průměrná váha, druhová bohatost (tj. počet druhů ve čtverci)
- 6. místo sběru potravy (\mathbf{B}_A)** – komponenta 1, komponenta 2, komponenta 3, průměrná váha, druhová bohatost (tj. počet druhů ve čtverci)

Spousta makroekologických dat je prostorově autokorelována (Rangel et al. 2006). Znamená to, že lokality blíže u sebe jsou si podobnější než lokality vzdálené. Tento jev vytváří gradienty a plošky (patches) a v analýzách by na něj měl být brán ohled (Legendre 1993). Proto jsem data analyzovala jak metodami klasické lineární regrese (Ordinary Least Squares, OLS), tak regrese beroucí v potaz prostorovou autokorelaci dat (Generalized Least Squares, GLS) v programu SAM. U metody GLS jsem pro modelování prostorové autokorelace dat použila sférický model (Spherical Model).

3 Výsledky

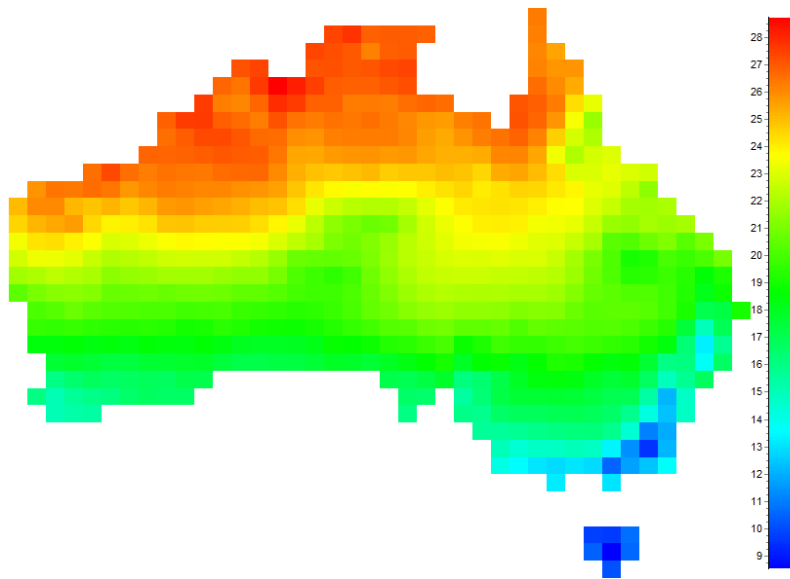
3.1 Proměnné prostředí

Průměrná nadmořská výška činí cca 280 m n. m. Největší elevace se nachází na jihovýchodě kontinentu, kde se také nalézá nejvyšší vrchol Austrálie, Mt. Kosciuszko, naopak nejniže jsou položeny okraje kontinentu svažující se k oceánu a oblast na středovýchodě pevniny, kterou zabírá Simpsonova poušť (obr. 2).



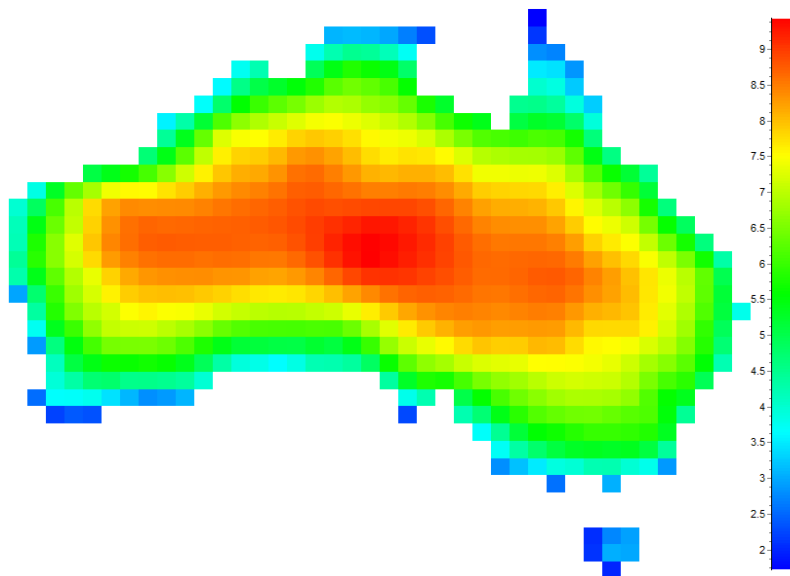
Obr. 2 Průměrná nadmořská výška (m n. m.).

Průměrná roční teplota silně koreluje se zeměpisnou šířkou ($r = 0.95$) a vykazuje tak zřetelný latitudinální gradient (obr. 3). Nejvyšších hodnot (až 28 °C) dosahuje na severu a severozápadě kontinentu, tedy blíže k rovníku, zatímco směrem k jižnímu pólu průměrná roční teplota klesá až na 9 °C na jihovýchodě a v Tasmánii.



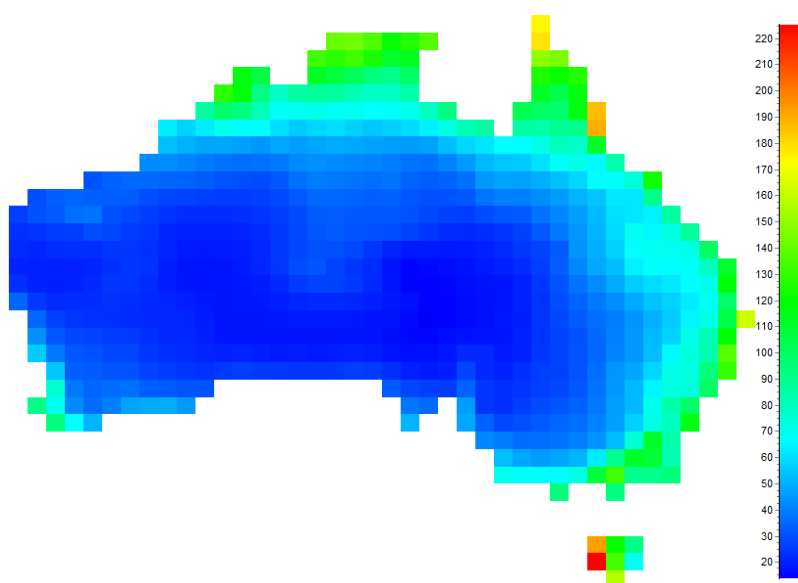
Obr. 3 Průměrná roční teplota (°C).

Teplotní sezónnost (rozdíly mezi teplotou letních a zimních měsíců) je nejvíce znatelná ve středu kontinentu, na jeho okrajích jsou naopak rozdíly minimální (obr. 4). Tento jev zřejmě zapříčiňuje velká měrná tepelná kapacita vody oceánu, která ovlivňuje i okolní vzduch a způsobuje, že výkyvy teplot nejsou tak znatelné.



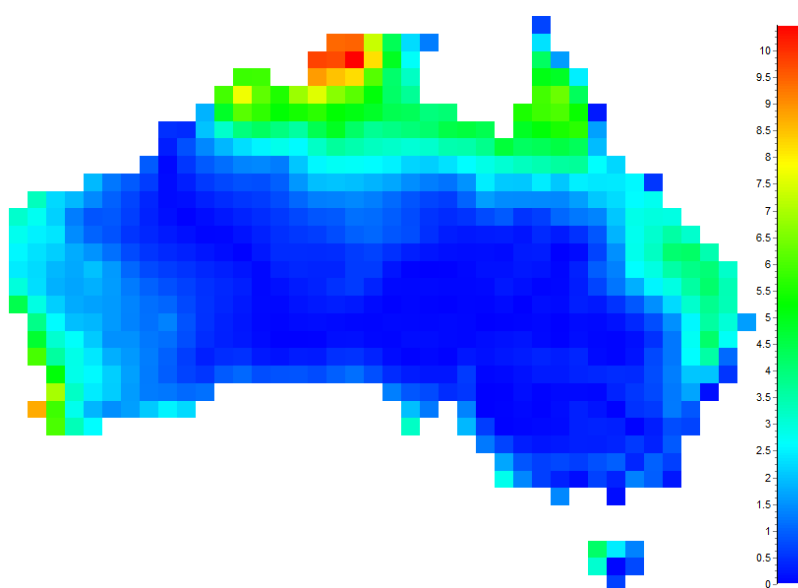
Obr. 4 Teplotní sezónnost (°C).

Množství srážek je v Austrálii všeobecně velmi nízké, jsou zde však patrné rozdíly mezi pobřežím a vnitrozemím (s výjimkou západního a jižního okraje kontinentu, které jsou velmi suché; obr. 5).



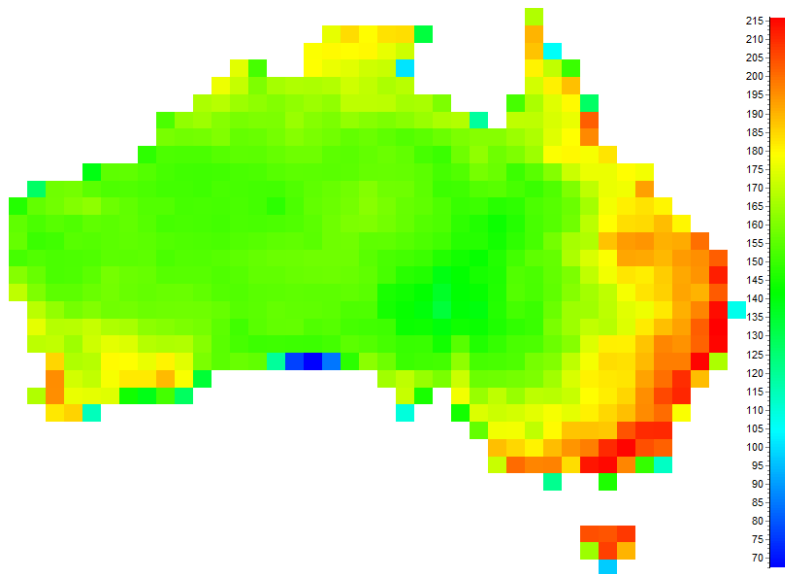
Obr. 5 Průměrné roční množství srážek (mm).

Rozložení srážkové sezónnosti do jisté míry kopíruje průměrné množství srážek. Největší srážkové rozdíly mezi ročními obdobími se nachází na severu, východě a západě kontinentu, zatímco ve středu a na jihu nejsou téměř patrné (obr. 6).



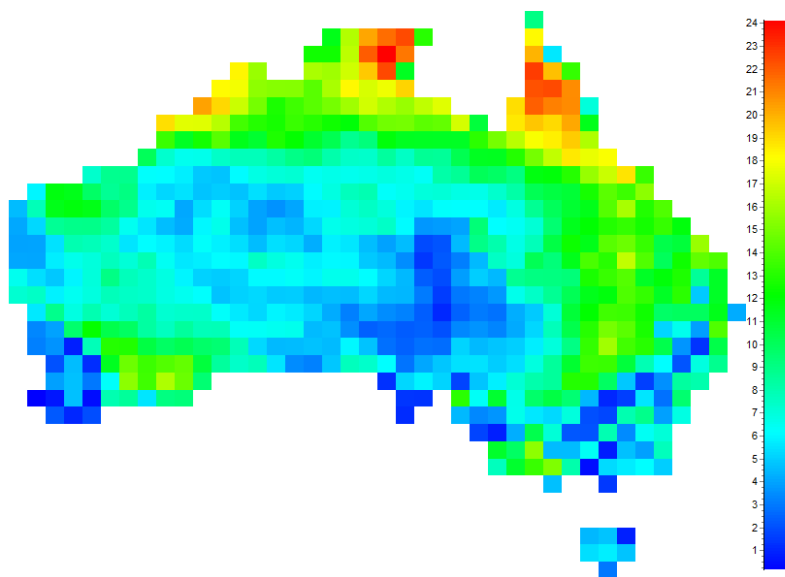
Obr. 6 Srážková sezónnost (mm).

Nejvyšších hodnot dosahuje průměrná roční produktivita prostředí (index NDVI) na Tasmánii a na východě a jihovýchodě Austrálie, tedy v oblastech mírného pásu a značného množství lesů. Na zbytku kontinentu, z velké části pokrytém pouštěmi, je však zeleně podstatně méně, což vede k nižší produktivitě (obr. 7).



Obr. 7 Průměrná roční produktivita prostředí (index NDVI).

Sezónnost produktivity prostředí není nijak zvlášť výrazná, k větším rozdílům mezi zimními a letními měsíci dochází pouze na severu kontinentu (obr. 8).

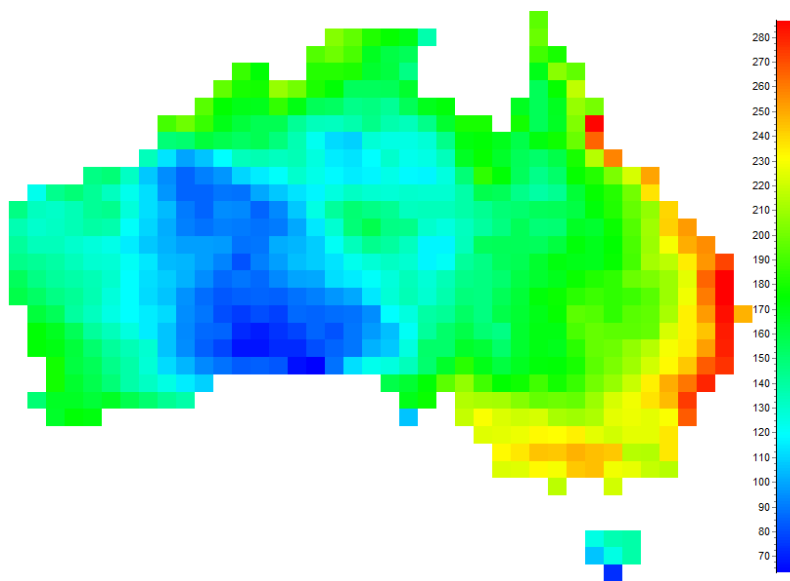


Obr. 8 Sezónnost produktivity prostředí (index NDVI).

3.2 Distribuce druhové bohatosti

Průměrný počet ptačích druhů na jeden geografický čtverec je v Austrálii a Tasmánii cca 155,9 (SD = 47.5). Výrazně druhově bohatší jsou oblasti na východním pobřeží Austrálie, kde v některých čtvercích počet druhů přesahuje i 280, zatímco výrazně druhově ochuzené jsou

oblasti Tasmánie a středozápadu a jihozápadu Austrálie, kde počet druhů na čtverec klesá i pod 70 (obr. 9). Počty druhů v jednotlivých čtvercích se tedy liší až čtyřnásobně. Při jednoduchém srovnání s podmínkami prostředí je patrné, že počet druhů pozitivně koreluje s průměrnou roční produktivitou prostředí ($r = 0.66$) a s průměrným ročním množstvím srážek ($r = 0.65$). Největší počty druhů se nacházejí ve vysoce produktivních oblastech pokrytých lesy a s množstvím srážek, zatímco nejmenší počty se nacházejí v oblastech neúrodných pouští s malým množstvím zeleně i srážek.

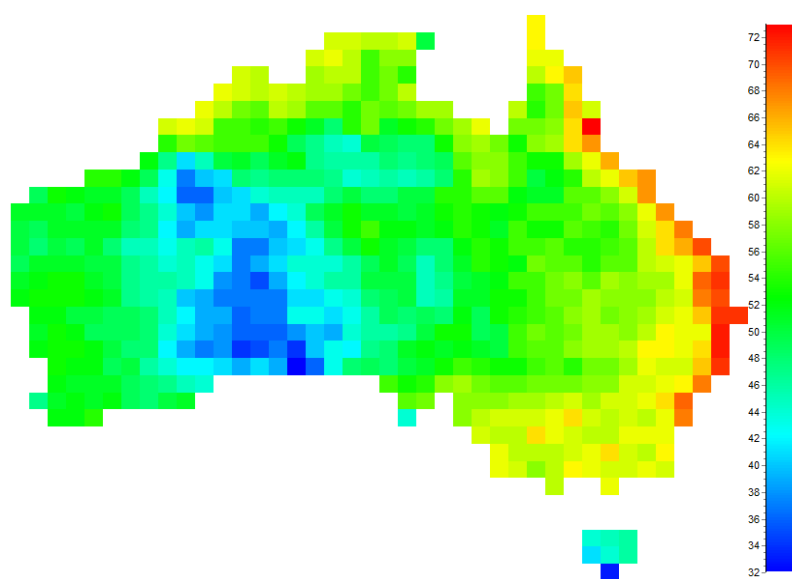


Obr. 9 Druhová bohatost (počet druhů ve čtverci).

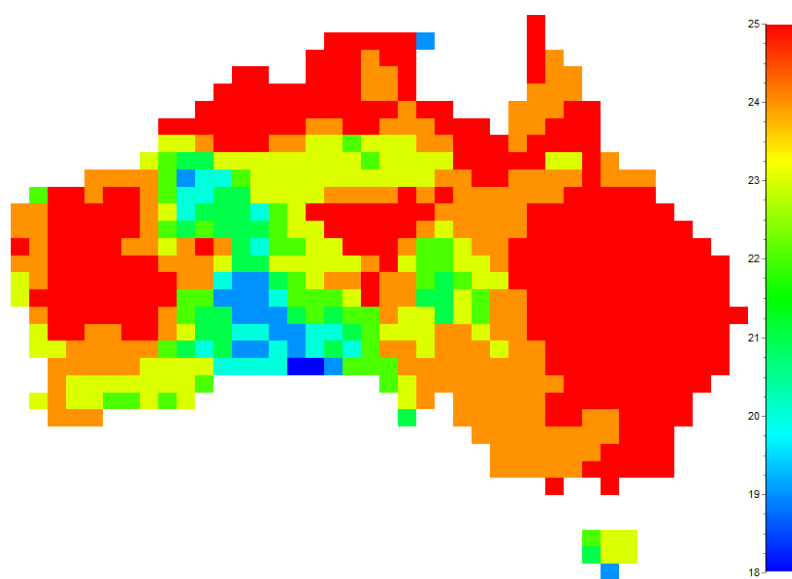
3.3 Distribuce taxonomických čeledí

Nerovnoměrná distribuce druhové bohatosti by mohla být způsobena nerovnoměrnou distribucí taxonomických čeledí. Abych tuto možnost prozkoumala, vynesla jsem do map počty čeledí v jednotlivých čtvercích, a to jak pro všechny čeledi (celkem 83; obr. 10), tak jen pro „velké“ čeledi, které jsou na studovaném území zastoupeny šesti či více druhy (celkem 25 čeledí; obr. 11) a dále jsem vytvořila i mapy pro jednotlivé čeledi (Příloha 1). Bohatost všech čeledí vykazuje podobnost s druhovou bohatostí (srovnej obr. 9 a obr. 10). Naopak velké čeledi jsou rozšířeny více méně rovnoměrně, vyjma středozápadní části kontinentu – avšak i zde je rozdíl jen 7 čeledí (18 z celkového počtu 25). Zástupci těchto čeledí mají potenciál obsadit celé území kontinentu (žijí v bezprostředně sousedících oblastech; obr. 11), tomuto

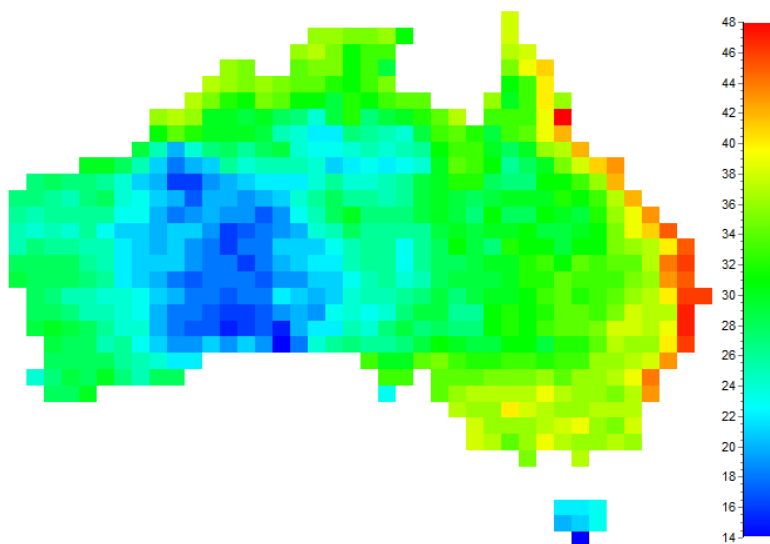
místu se však vyhýbají, zřejmě kvůli nějakým způsobem nevyhovujícím podmínkám prostředí. „Malé“ čeledi jsou distribuovány především na východním pobřeží (obr. 12).



Obr. 10 Bohatost všech čeledí (počet všech čeledí ve čtverci).

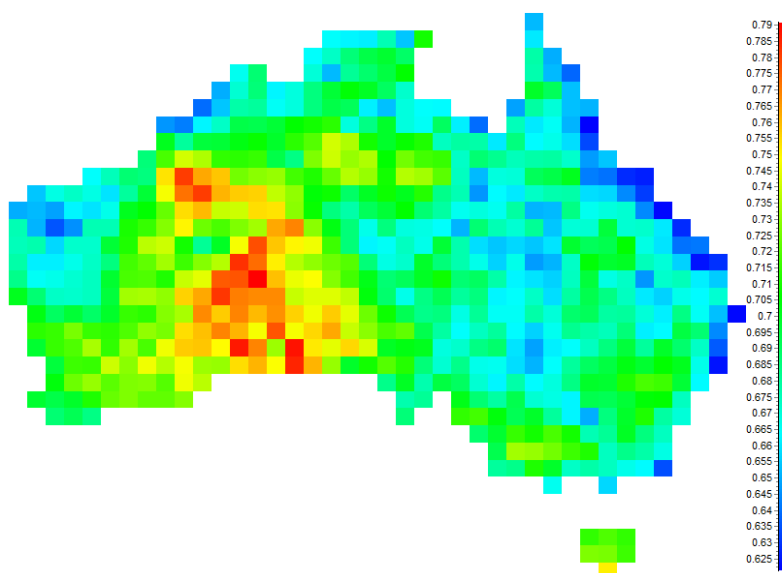


Obr. 11 Bohatost čeledí zastoupených na území Austrálie a Tasmánie minimálně šesti druhy (počet čeledí ve čtverci).



Obr. 12 Bohatost čeledí zastoupených na území Austrálie a Tasmánie pěti či méně druhů (počet čeledí ve čtverci).

Dalším ukazatelem prostorového zastoupení čeledí může být Levinsův index, B_A . Ten je nejvyšší na východní polovině kontinentu, především u pobřeží, a nejnižší na středozápadě (obr. 13). To znamená, že na východě je zastoupeno mnoho čeledí (a s relativně vyrovnanými počty druhů), zatímco na středozápadě jsou počty druhů mezi čeleděmi distribuovány velmi nerovnoměrně, což je způsobeno zejména velkým počtem chybějících čeledí, tzn. čeledí s počtem druhů rovným nule (viz obr. 10 a obr. 11).



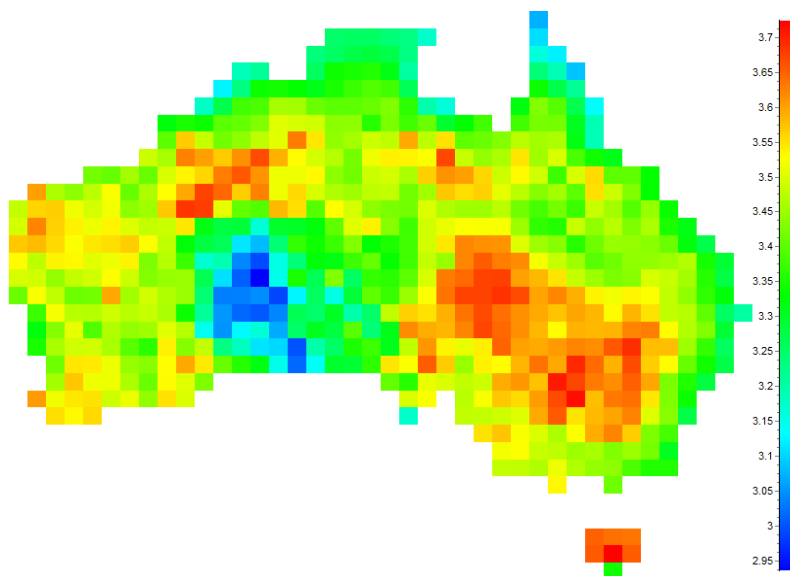
Obr. 13 Diverzita všech čeledí vyjádřená Levinsovým indexem B_A .

3.4 Analýzy jednotlivých znaků

3.4.1 Průměrná velikost snůšky

Průměrná velikost snůšky je největší na Tasmánii a ve vnitrozemí Austrálie. Na středozápadě a směrem k severnímu a východnímu pobřeží se zmenšuje (obr. 14). Vykazuje negativní vztah s Komponentou 1, a to v OLS i GLS (tab. 4). Znamená to, že velikost snůšky roste s teplotní sezónností a klesá s množstvím srážek, NDVI a se srážkovou a NDVI sezónností. Podle komponenty 2 lze usoudit, že velikost snůšky roste s klesající průměrnou roční teplotou a s rostoucím NDVI, avšak jen v OLS modelu. Třetí komponenta vyjadřuje především vztah s nadmořskou výškou, tedy čím větší nadmořská výška, tím větší bude snůška. Tento vztah ale vyšel jen v GLS, stejně jako počet snůšek za rok, kde slabá závislost ukazuje, že s množstvím snůšek vzrůstá i velikost snůšky. Průměrná váha samice vyšla pozitivně v obou analýzách a větší samice tedy mají i větší snůšky. Naproti tomu výsledky pro znaky Typ mláďate 1, Typ hnízda 1 a Migrace 1 ukazují, že větší snůšky mívají ptáci s překociálními mláďaty, ptáci hnízdící v uzavřených hnízdech a migranti.

Mapy znaků, které vystupují jako prediktory v jednotlivých analýzách, jsou zobrazeny v Příloze 2.



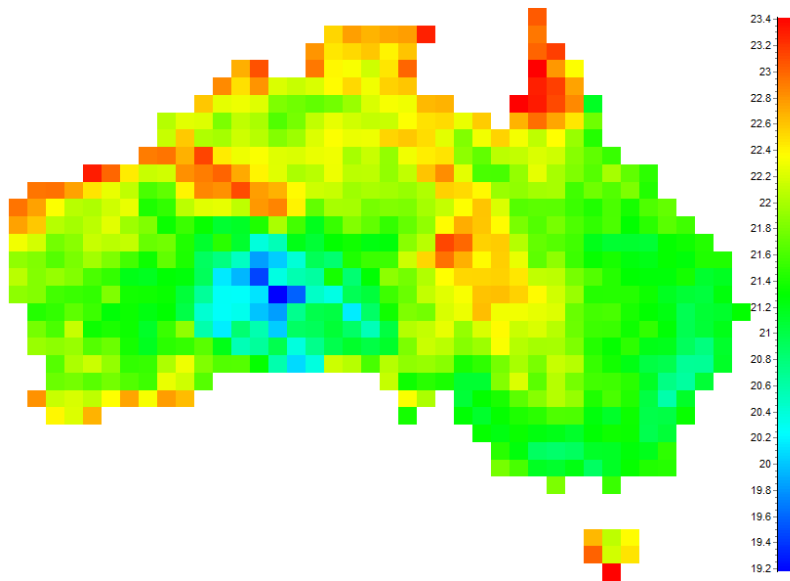
Obr. 14 Průměrná velikost snůšky (počet vajec ve snůšce).

Tab. 4 Analýzy OLS a GLS - průměrná velikost snůšky.

Prediktory	OLS		GLS	
	Std Coeff	p-value	Std Coeff	p-value
Komponenta 1	-0.217	<0.001	-0.179	0.003
Komponenta 2	-0.294	<0.001	-	-
Komponenta 3	-	-	0.166	<0.001
Počet snůšek za rok	-	-	0.073	0.006
Průměrná váha samice	0.284	<0.001	0.232	<0.001
Typ mláděte 1	-0.493	<0.001	-0.551	0.000
Typ hnízda 1	-0.335	0.000	-0.298	<0.001
Migrace 1	-0.494	<0.001	-0.271	<0.001
AIC	1 090.667		708.356	
F	204.901		146.134	
R ²	0.708		0.833	

3.4.2 Délka inkubace

Nejvyšších hodnot dosahuje délka inkubace především na severní polovině kontinentu, ale i na středovýchodě a na Tasmánii (obr. 15). Střední hodnoty se pak nalézají na východě a nejmenší na středozápadě. Komponenta 1 i 2 vychází kladně v obou modelech (tab. 5). Z toho se dá soudit, že délka inkubace se prodlužuje s průměrnou roční teplotou, srážkami, NDVI a sezónností srážek i NDVI a naopak se zkracuje, čím vyšší je teplotní sezónnost. Podle výsledku GLS u Komponenty 3 se délka inkubace taktéž zkracuje s rostoucí nadmořskou výškou a teplotní sezónností. Pouze v GLS modelu vyšel i pozitivní vztah k průměrné velikosti snůšky, z čehož vyplývá, že větší snůšky se inkubují déle. Kladně pak v obou modelech koreluje délka inkubace s objemem vejce a naopak záporně s proměnnou Typ mláděte 1. Doba inkubace je tedy delší u větších vajec a u ptačích druhů s prekociálními mláďaty. Vztah s Typem hnízda 1 vyšel jen v OLS a to pozitivně (ptáci hnízdící v otevřených hnízdech inkubují déle než ptáci v hnízdech uzavřených) a s Migrací 1 pouze v GLS, a sice negativně (déle vejce inkubují migranti).



Obr. 15 Délka inkubace (dny).

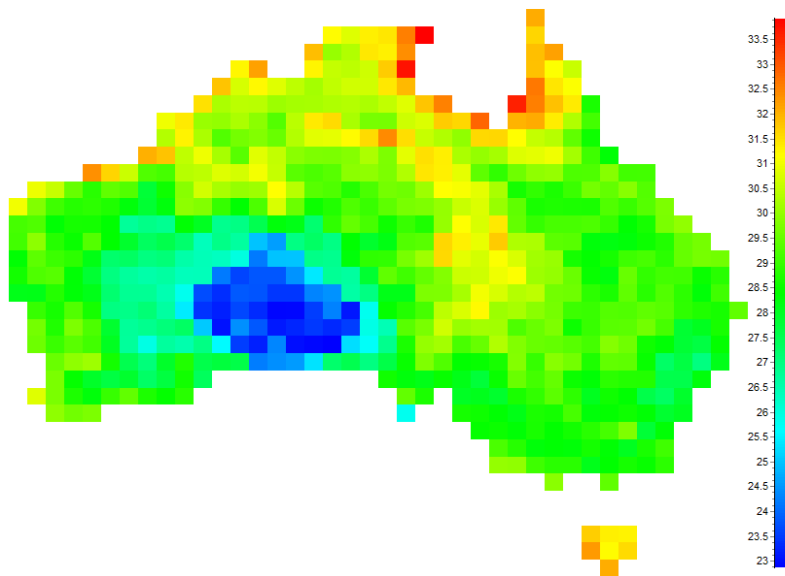
Tab. 5 Analýzy OLS a GLS - délka inkubace.

Prediktory	OLS		GLS	
	Std Coeff	p-value	Std Coeff	p-value
Komponenta 1	0.155	<0.001	0.172	<0.001
Komponenta 2	0.253	<0.001	0.090	0.047
Komponenta 3	-	-	-0.087	0.019
Průměrná velikost snůšky	-	-	0.119	<0.001
Objem vejce	0.474	<0.001	0.502	<0.001
Typ mláděte 1	-0.141	<0.001	-0.111	<0.001
Typ hnízda 1	0.180	<0.001	-	-
Migrace 1	-	-	-0.088	0.036
AIC	5 461.699		4 640.662	
F	359.339		273.990	
R ²	0.809		0.943	

3.4.3 Doba vzletnosti

Doba vzletnosti mláďat je na území celého kontinentu podobná, výjimku tvoří vyšší hodnoty v severní části Austrálie, na Simpsonově poušti a Tasmánii (obr. 16). Na opačné straně pak opět stojí středozápadní oblast, kde je doba vzletnosti poměrně krátká. Při bližším pohledu je patrné, že mapa Doby vzletnosti je podobná mapě Délky inkubace, se kterou silně koreluje ($r = 0.85$). Výsledky Komponent 1 a 2 v modelu OLS se dají interpretovat tak, že doba vzletnosti roste s průměrnou roční teplotou, srážkami, sezónností srážek a NDVI (tab. 6). Naopak

klesá s rostoucí teplotní sezónností a průměrným ročním NDVI. Slabý záporný vztah Komponenty 3 zase naznačuje, že doba vzletnosti se prodlužuje při nižší nadmořské výšce a při menší teplotní sezónnosti. Průměrná váha adulta vykazuje silný pozitivní vztah s dobou vzletnosti v obou analýzách. Doba vzletnosti se tak prodlužuje u ptáků s velkou hmotností. Výsledky OLS a GLS pro Typ mláděte 1 ukazují, že altriciální mládřata vylétávají z hnízda dříve, než se naučí létat mládřata prekociální. Stejně tak mládřata v otevřených hnízdech mají kratší dobu vzletnosti než mládřata z hnízd uzavřených. Vztah Doby vzletnosti a Migrace 1 nevyšel ani v jedné z analýz průkazně.



Obr. 16 Doba vzletnosti (dny).

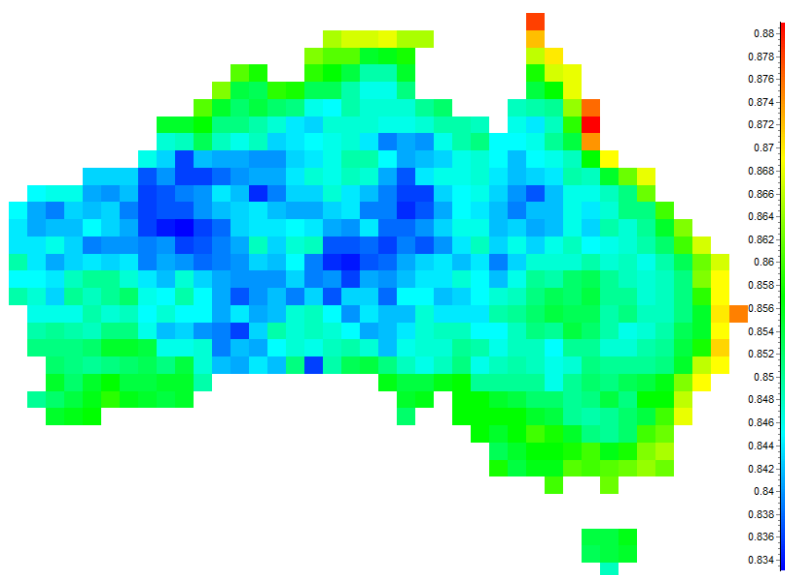
Tab. 6 Analýzy OLS a GLS - doba vzletnosti.

Prediktory	OLS		GLS	
	Std Coeff	p-value	Std Coeff	p-value
Komponenta 1	0.200	<0.001	-	-
Komponenta 2	0.058	0.005	-	-
Komponenta 3	-	-	-0.079	0.023
Průměrná váha adulta	0.632	<0.001	0.554	0.000
Typ mláděte 1	-0.273	0.000	-0.253	0.000
Typ hnízda 1	-	-	-0.112	<0.001
Migrace 1	-	-	-	-
AIC	7 072.686		6 630.467	
F	590.851		349.447	
R ²	0.859		0.926	

3.4.4 Prostředí

Levinsův index diverzity (B_A) vypočítaný pro prostředí, které jednotlivé druhy obývají, dosahuje nejmenších hodnot ve středu kontinentu a směrem k okrajům (vyjma západního) se zvětšuje (obr. 17), což koresponduje s výskytem porostu lesa. V obou modelech vyšly všechny prediktory stejně, krom Průměrné váhy adulta, která je pro GLS nesignifikantní (tab. 7). Stupeň generalizace, tj. pravděpodobnost výskytu ve více typech prostředí, tedy vzrůstá spolu s průměrnou roční teplotou, teplotní sezónností a nadmořskou výškou a naopak specializace stoupá s průměrným ročním množstvím srážek a NDVI a jejich sezónností. Specialisti také mají menší hmotnost než generalisti a míra specializace vzrůstá s druhovou bohatostí (počtem druhů) ve čtverci.

Mapy jednotlivých kategorií prostředí jsou zobrazeny v Příloze 3.



Obr. 17 Prostředí, které druhy obývají (B_A ; 0 = generalisti, 1 = specialisti).

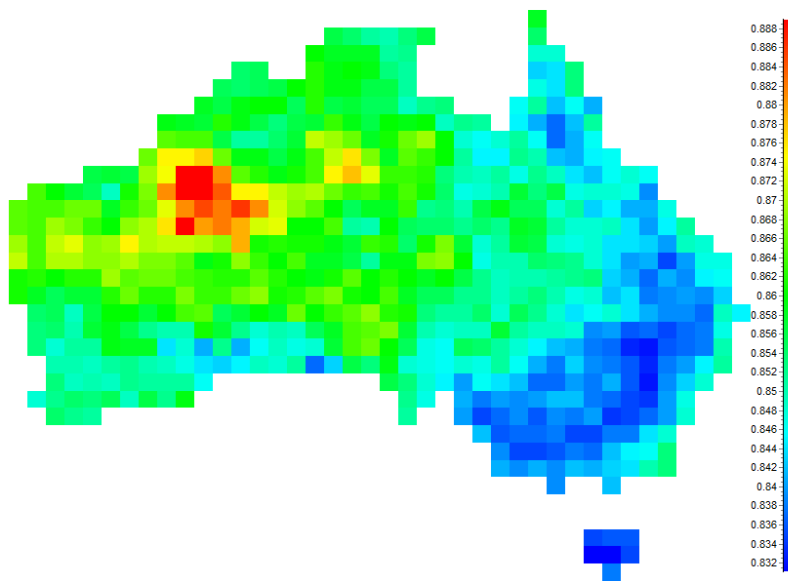
Tab. 7 Analýzy OLS a GLS - prostředí (B_A).

Prediktory	OLS		GLS	
	Std Coeff	p-value	Std Coeff	p-value
Komponenta 1	0.451	0.000	0.286	<0.001
Komponenta 2	-0.120	<0.001	-0.206	<0.001
Komponenta 3	-0.261	0.000	-0.284	<0.001
Průměrná váha adulta	-0.192	<0.001	-	-
Druhová bohatost	0.425	<0.001	0.728	0.000
AIC	-7 500.633		-7 684.211	
F	303.054		199.542	
R ²	0.690		0.874	

3.4.5 Typ potravy

Na aridní západní straně kontinentu převažují druhy ptáků specializující se na určitý typ potravy, zatímco generalisti se soustřeďují především na straně východní, pokryté převážně lesním porostem (obr. 18). Typ potravy je signifikantní u obou modelů pouze ve vztahu k druhové bohatosti a značí, že specializace se snižuje s rostoucím počtem druhů. Naopak v žádném modelu nevyšla signifikantní váha adulta (tab. 8). Komponenta 1 v GLS vykazuje pozitivní závislost, což znamená, že specializace se zvyšuje s průměrným ročním množstvím a sezónností srážek a NDVI a snižuje s teplotní sezónností. Pouze OLS pak ukazuje pozitivní korelaci s Komponentami 2 a 3. Míra specializace tedy stoupá průměrnou roční teplotou, její sezónností a nadmořskou výškou. Generalizace pak roste s průměrným ročním NDVI.

Mapy jednotlivých kategorií typů potravy jsou zobrazeny v Příloze 4.



Obr. 18 Typ potravy (B_A ; 0 = generalisti, 1 = specialisti).

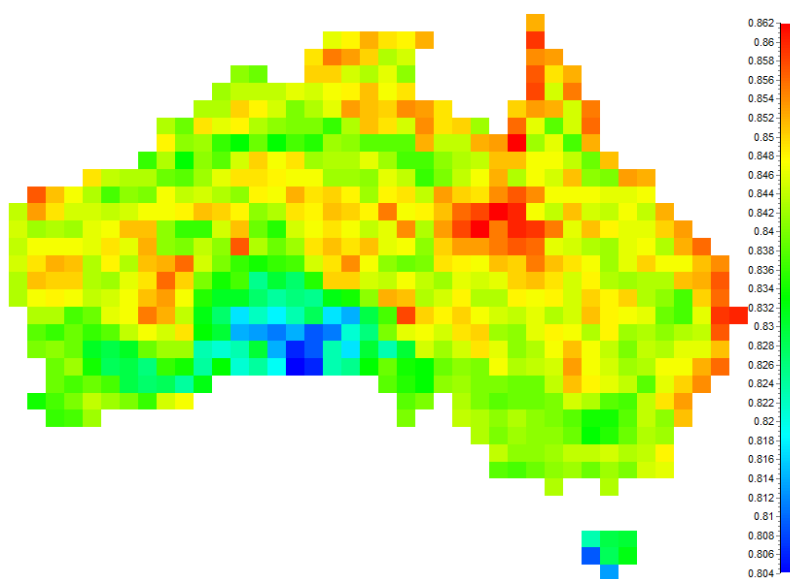
Tab. 8 Analýzy OLS a GLS - typ potravy (B_A).

Prediktory	OLS		GLS	
	Std Coeff	p-value	Std Coeff	p-value
Komponenta 1	-	-	0.147	0.043
Komponenta 2	0.333	<0.001	-	-
Komponenta 3	0.241	<0.001	-	-
Průměrná váha adulta	-	-	-	-
Druhová bohatost	-0.474	<0.001	-0.255	<0.001
AIC	-5 649.103		-6 303.782	
F	179.144		29.256	
R ²	0.754		0.914	

3.4.6 Místo sběru potravy

Zatímco specializovanější druhy převládají více či méně rovnoměrně po celé Austrálii, na části jižního pobřeží a na Tasmánii je situace opačná (obr. 19). Kromě Komponenty 1, jejíž negativní výsledek v OLS značí, že specializace roste s teplotní sezónností a naopak klesá s průměrným množstvím srážek a NDVI a jejich sezónností, vyšly všechny ostatní prediktory průkazně v obou modelech (tab. 9). Dle Komponenty 2 a 3 vzrůstá specializace s průměrnou roční teplotou, teplotní sezónností a nadmořskou výškou a klesá při rostoucí průměrné roční hodnotě NDVI. Specializace také roste s rostoucí tělesnou hmotností a s druhovou bohatostí.

Mapy jednotlivých kategorií míst sběru potravy jsou zobrazeny v Příloze 5.



Obr. 19 Místo sběru potravy (B_A ; 0 = generalisti, 1 = specialisti).

Tab. 9 Analýzy OLS a GLS - místo sběru potravy (B_A).

Prediktory	OLS		GLS	
	Std Coeff	p-value	Std Coeff	p-value
Komponenta 1	-0.319	<0.001	-	-
Komponenta 2	0.372	<0.001	0.225	0.001
Komponenta 3	0.370	<0.001	0.160	0.002
Průměrná váha adulta	0.260	<0.001	0.157	0.003
Druhá bohatost	0.710	0.000	0.708	0.000
AIC	-4 351.562		-4 671.774	
F	146.093		109.363	
R ²	0.547		0.847	

4 Diskuze

4.1 Druhová bohatost a distribuce taxonomických čeledí

Ačkoliv je velká část Austrálie vysoce aridní, distribuce druhů a čeledí je na většině míst více méně rovnoměrná. Výjimku tvoří východní pobřeží se značným množstvím druhů i čeledí a západní polovina kontinentu, kde je naopak druhů i čeledí nejméně. Druhová bohatost by měla vzrůstat spolu s diverzitou prostředí (Recher 1969), specializací (Belmaker et al. 2012), stabilitou prostředí a nabídkou potravy (Karr 1975). V Austrálii je největší počet druhů na východě a jihovýchodě kontinentu, kde se nachází oblasti s velkým množstvím srážek a vysokou průměrnou roční produktivitou prostředí. Na souvislost druhové bohatosti a produktivity prostředí upozornili už Tognelli et Kelt (2004) u ptáků Jižní Ameriky. Hawkins et al. (2005) zase spojují druhovou bohatost australských druhů ptáků s dostupností vody.

Méně vhodné klimatické podmínky pak panují na západě kontinentu. Největší propad v druhové početnosti odpovídá místům, na kterých se rozprostírají pouště, především Velká Viktoriina poušť, Gibsonova poušť a část Velké písečné pouště. Prostředí je zde natolik specifické a nepříznivé, že se jej podařilo osídlit jen malému počtu druhů (Brooker et al. 1979). Tato skutečnost ovlivňuje i další analýzy, poněvadž zatímco v ostatních čtvrcích jsou výsledky průměrem hodnot velkého počtu rozdílných druhů, na tomto místě je průměr vypočítán jen z malého počtu nepříliš se lišících druhů.

4.2 Průměrná velikost snůšky

Průměrná velikost snůšky, stejně jako např. ve studii Yom-Tov et al. (1994), nevykazuje žádný zřetelný latitudinální gradient. Rozdíly jsou více zřejmé mezi vnitrozemím a pobřežím, kdy se velikost snůšky směrem do vnitrozemí zvětšuje. Ke stejným výsledkům dospěl i Jetz et al. (2008). Velikost snůšky roste s teplotní sezónností, která je největší ve vnitrozemí. Počet vajec ve snůšce ale naopak klesá s rostoucím průměrným ročním množstvím srážek a produktivitou NDVI, jejichž hodnoty jsou největší při pobřeží. Podle Codyho (1966) jsou ve stabilních ekosystémech, jako jsou tropy, ostrovy a pobřeží, upřednostňovány redukované snůšky. Značné rozdíly teplot mezi létem a zimou a malé množství srážek, s čímž souvisí nízká produktivita prostředí a nabídka potravy ve vnitrozemí, mohou způsobovat vysokou mortalitu jedinců a dávají tak zapravdu Skutchově (Skutch 1949) i Ashmoleově (Ashmole 1963)

hypotéze. Ve vysoké nadmořské výšce, kde panují drsnější klimatické podmínky, mají ptáci, v souladu s Codym (1966), větší snůšky než v nížinách. Ačkoliv se tato závislost bere jako všeobecně platná, existuje pro ni jen málo důkazů (Krementz et Handford 1984) a v mnoha studiích vychází opačný vztah (Coulson 1956, Badyaev 1997, Lu 2005, Johnson et al. 2006). Johnson et al. (2006) předpokládají, že samice ptáků jsou v horském prostředí v nutričním a energetickém stresu a tak při zhoršených podmínkách raději zmenší velikost vejce, než aby nakladly vajec méně. To však nesouhlasí s tvrzením Christianse (2002), dle kterého se s velikostí vejce nedá tolik manipulovat a není závislá na množství potravy. Podle Boyce (1979) mají ptáci ve vyšší nadmořské výšce velké snůšky díky větší produktivitě prostředí, dostupné potravě a menší populační hustotě.

Překvapivá je pozitivní závislost velikosti snůšky a množství snůšek. Dle principu alokace (Cody 1966) mají živočichové omezené množství času a energie, které mohou investovat, což vede ke kompromisu mezi velikostí snůšek a jejich počtem (ptáci s malými snůškami jich mají do roka hodně, zatímco ptáci s velkými snůškami málo). Tento jev by mohly vysvětlit velké rozdíly v produktivitě prostředí, která na území Austrálie značně osciluje. V tropických oblastech na severu Austrálie jsou velké výkyvy v množství srážek a indexu NDVI mezi letními a zimními měsíci (obr. 6 a 8), což je případ, který by se očekával spíše v mírném pásu na jihu kontinentu. Zatímco produktivita se během roku značně mění, teplota a délka dne zůstávají zhruba stejné. Pokud se vezme v úvahu Lackova hypotéza (Lack 1947) o délce dne, ptáci v tropech nemají dost času sehnat dostatek potravy a je pro ně tedy výhodnější mít malou snůšku. Velké roční kolísání v produktivitě, pro tropické oblasti tak netypické, zde navíc značně zkracuje hnízdní sezónu, po kterou mohou rodiče potravu najít, a tím omezuje i počet snůšek během roku.

Australští ptáci dorůstající větší velikosti mají velké snůšky, ačkoliv se tento jev uvádí spíše v opačném vztahu (Averill 1933, Blackburn 1991, Cartron et al. 2000, Yom-Tov et Gefen 2002). Inkubace je energeticky náročný proces (Hanssen et al. 2005) a velké snůšky se inkubují déle, tudíž samice na jejich inkubaci potřebují hodně energie. Ptáci s velkým tělem tak v tomto ohledu mohou být zvýhodněni, protože jsou schopni uskladnit více tukových zásob a ty vložit do péče o potomstvo (Martin et al. 2007). To však může být dáno tím, že krmi-
ví ptáci, kteří většinou nedorůstají velkých rozměrů, mívají menší snůšky než ptáci nekrmi-
ví. Velcí ptáci dokážou v těle uložit více tuku, tedy energie a tu pak vložit do produkce většího

množství vajec. Někteří autoři navíc došli k výsledku, že váha samice nemá na velikost snůšky žádný vliv (Smith et Fretwell 1974, Saether 1987).

Ptáci s prekociálními mládřaty mají větší snůšky než ptáci s mládřaty altriciálními, zřejmě díky tomu, že prekociální mládřata si umí potravu najít z velké části sama, zatímco mládřata altriciální jsou závislá na krmení rodičů, což limituje jejich počet podle toho, kolik mladých dokážou rodiče uživit.

Mé výsledky potvrzují všeobecně přijímaný fakt, že ptáci hnízdící v uzavřených hnízdech mají větší snůšky než ptáci v hnízdech otevřených (Smith et Fretwell 1974, Martin et Li 1992, Jetz et al. 2008). Jako nejčastější vysvětlení se bere v potaz predace hnízd, před kterou jsou dutinová hnízdička více chráněni (Cody 1966, Slagsvold 1982, Mason 1985, Doligez et Clobert 2003, viz ale Remeš et al. 2012). Protože riziko ze ztráty celé snůšky je zde menší než u otevřených hnízd, mohou si dovolit mít větší snůšku. Vysvětlení velikosti snůšky u migrantů by mohlo spočívat v čase, kterým tažní ptáci na reprodukci disponují. Oproti stálým druhům ho mají migranti méně a tak investují do malého počtu velkých snůšek. Toto vysvětlení je ale v rozporu s mými výsledky, že velikost snůšky vzrůstá s počtem snůšek. McKinnon et al. (2010) navíc zjistili, že u migrantů dochází k menší predaci hnízd, což může vést ke zvětšení snůšky.

Na velikost snůšky má velký vliv predace, kterou jsem ale do svého výzkumu, vzhledem k nedostatku dat v publikacích, ze kterých jsem vycházela, nezahrnula. Určitě by nebylo od věci věnovat větší pozornost vztahu velikosti snůšky a predace na větší geografické škále. Už Cody (1966) naznačil, že velikost snůšky se u méně predovaných druhů s latitudou nijak nemění a podle Rotenberry et Wiens (1989) je velikost snůšky závislá na výskytu predátorů a množství srážek v zimě.

4.3 Délka inkubace

Doba inkubace je nejdelší na severu kontinentu, tedy v místech s vysokou průměrnou roční teplotou. Vzrůstá také s množstvím srážek a indexem NDVI a jejich sezónností. Opačný vztah má ale k teplotní sezónnosti a nadmořské výšce. Usuzuje se, že dlouhá doba inkubace v tropech souvisí s vysokou mortalitou. V tropech, kde je obecně nízká sezónnost v teplotě

i v produktivitě prostředí, hrozí dospělým ptákům menší riziko úmrtí, než v mírném pásu a vývojové periody ptáků jsou zde delší (Martin 1996). Podle Martina (2002) tak ptáci s nízkou mortalitou adultů (typicky tropické druhy) přijali riziko zvýšené predace hnízda a mláďat, aby tak ochránili sebe a tedy svoji budoucí rodičovskou investici. Snížené mortality dosahují tím, že na hnízdě netráví tolik času, tím ale snůška více vychladne a trvá déle jí opět zahřát, čímž se prodlužuje délka inkubace.

Mé výsledky ukazují, že velké snůšky a velká vejce potřebují delší dobu na inkubaci, což potvrzují i jiné studie (Moreno et Carlson 1989, Smith 1989, Ashton 2002, Martin 2002, Figuerola et Green 2005). Ricklefs (1968) však došel k opačnému výsledku. K zajímavému zjištění dospěl Rohwer (1985), který měnil velikost snůšky u čírky modrokřídle (*Anas discors*) a jehož zásahy neměly žádný vliv na délku inkubace. Samice jsou schopny inkubovat více vajec, než kolik nakladou (Frederickson 1969), ale za cenu velkých energetických ztrát a snížené imunity (Hanssen et al. 2005, Palacios et Martin 2006).

Vejce s prekociálními mláďaty se inkubují déle než vejce s altriciálními. Vzhledem k tomu, že nekrmivé druhy mají více vajec a prekociální mláďata se líhnou vyspělejší, k čemuž potřebují více času na inkubaci, je tato závislost očekávaná. Delší dobu inkubace vykazují i migrující druhy a také ptáci hnízdící v otevřených hnízdech. To by mohlo souviset se zvýšenou predací a delší dobou potřebnou k zahřátí, kdy se rodiče brání zvýšené mortalitě nižší intenzitou inkubace (viz výše), i když nejčastěji se předpokládá vztah opačný (Saunders et al. 1984), tedy že dutinová hnízdička inkubují vejce déle. Saunders et al. (1984) však tento vztah prokázali jen u papoušků (*Psittaciformes*) a měkkozobých (*Columbiformes*), žijících se semeny a plody, zatímco u karnivorních sov (*Strigiformes*) a dravců (*Falconiformes*) nebyl žádný zřetelný rozdíl v inkubační periodě mezi druhy, hnízdícími v dutinách a těmi hnízdícími v otevřených hnízdech. Vliv potravní ekologie na délku inkubace navrhl už Ricklefs (1968) a tato skutečnost je hodna podrobnějšího prozkoumání.

Na délku inkubace má vliv i fakt, zda snůšku inkubuje pouze jeden, nebo oba rodiče. V případě, že na vejcích sedí pouze samice (příp. samec), by měla inkubace trvat déle, protože samice musí opouštět hnízdo za účelem sehnání potravy a snůška v její nepřítomnosti ztrácí teplotu, kterou po návratu na hnízdo musí samice vyrovnat, což zabere určitý čas a doba inkubace se tím prodlouží. Pokud se však rodiče v sezení střídají, vejce tolik vychladnou a délka

inkubace se tím může zkrátit. Inkubace ale může být i kratší u druhů, kde sice sedí pouze samice, ale samec jí obstarává potravu, takže se nemusí vzdalovat z hnízda (Moreno et Carlson 1989, Pearse et al. 2004). Hypotéz týkajících se krmení partnera během inkubace existuje několik, ale nemají tolik podpory na mezidruhové úrovni (Conway et Martin 2000, Galván et Sanz 2011) a je třeba se jim ještě blíže věnovat. Inkubační krmení se také vztahuje na typ potravy, jelikož se objevuje častěji u druhů, které v jídelníčku nemají zastoupené maso a jsou tedy ochuzeny o výživné proteiny (Galván et Sanz 2011). Vzhledem k mému výzkumu potravní specializace (viz dále) by bylo zajímavé tyto výsledky porovnat s teoriemi o krmení partnera během inkubace a zjistit, zda nevykazují geografickou variabilitu.

4.4 Doba vzletnosti

Doba vzletnosti vykazuje jistý latitudinální gradient, kdy největších hodnot dosahuje na severu kontinentu a v místech s vysokou průměrnou roční teplotou (Simpsonova poušť) a srážkami a směrem k jihu se zmenšuje. Při vysvětlení vzhledem k nabídce potravy je důležité rozlišit mláďata krmivá a nekrmivá. Krmivá mláďata jsou závislá na příjmu potravy od rodičů a limitace jejich růstu je dána schopností rodičů potravu sehnat. Zatímco ptáci v mírném pásu mají času na sbírání potravy dostatek, díky dlouhým letním dnům, rodiče druhů hnízdících v tropech, kde se délka dne a noci zhruba rovná, jsou časem omezeni (Sanz et al. 2000). Tjørve (2007) u nekrmivých mláďat nevidí hlavní problém v čase potřebném k získání potravy, ale v její dostupnosti. Zjistil, že mláďata ve vyšší zeměpisné šířce mají kratší dobu vzletnosti a větší energetické náklady a to zřejmě díky tomu, že tráví více času zahříváním se, než sháněním potravy, zatímco mláďata v teplejších oblastech nejsou ovlivněna časem, ale dostupností potravy, které je v tropech méně a nižší kvality.

Kratší je také doba vzletnosti s rostoucí nadmořskou výškou a v oblastech s vysokou teplotní sezónností a vysokým průměrným ročním indexem NDVI. V místech s vysokou hodnotou indexu NDVI se dá očekávat i vysoká nabídka potravy a tím i dostupné energie ke zrychlení růstu. Vztah délky doby vzletnosti k nadmořské výšce ale v jiných studiích vychází přesně naopak, tj. delší doba vzletnosti s rostoucí nadmořskou výškou (Lu 2005, Lu et al. 2010), a přisuzuje se špatným podmínkám prostředí ve vysokých nadmořských výškách. Vzhledem k výsledkům souvislosti velikosti snůšky, délky inkubace a nadmořské výšky

(viz výše) se ukazuje, že reprodukční znaky australských ptáků vykazují vzhledem k nadmořské výšce naprosto opačný gradient než ve studiích jiných autorů.

Velikost těla má na dobu vzletnosti také vliv. Ptáci s nižší hmotností se naučí létat/vyletět z hnízda dříve, než ptáci těžší. Tento výsledek odpovídá tvrzení, že malé druhy rostou rychleji než velké (Remeš et Martin 2002, Yom-Tov et Geffen 2002, Tjørve 2007). Prekociálním mládřatům trvá delší čas naučit se létat, než trvá pobyt na hnízdě mládřat altriciálních. Prekociální mládřata, která si potravu vyhledávají sama, mají při svém růstu větší výdaje energie než mládřata altriciální, jež jsou závislá na potravě od rodičů (Tjørve et al. 2008). Tjørve et al. (2008) také zjistili, že prekociální mládřata vykazují v tropech pomalejší růst a nižší metabolismus a energetické náklady než jejich příbuzní z mírného pásu, což považují za adaptaci na menší dostupnost potravy a mírnější okolní teplotu v tropickém pásu. Navíc mládřata v otevřených hnízdech vylétávají dříve, než mládřata v dutinách a uzavřených hnízdech. Otevřená hnízda bývají více predována (Cody 1966, Slagsvold 1982, Mason 1985, Dooliges et Clobert 2003, viz ale Remeš et al. 2012) a ptáci trpící vyšší hnízdní predací vylétávají dříve, než ptáci hnízdící v bezpečném prostředí, kterým může být uzavřené hnízdo (Martin 1995). Čím déle mládřata na hnízdě zůstávají, tím větší je šance, že predátor hnízdo objeví. Zkrácením doby vzletnosti se toto riziko sníží, neboť mládřata se budou zdržovat v okolí hnízda a budou více mobilní, čímž získají větší šanci predátorovi uniknout, než kdyby stále trávila čas pouze v hnízdě.

4.5 Prostředí

Nejvyšší hodnoty Levinsova indexu diverzity pro Prostředí v jednotlivých čtvrcích se nacházejí při východním a severním pobřeží a směrem do vnitrozemí se zmenšují, i když nijak výrazně. Toto rozložení odpovídá výskytu zapojeného lesa (viz Příloha 3), ve kterém je generalizace obývaného prostředí méně pravděpodobná až nemožná. Na zbytku kontinentu, kde se typy prostředí střídají a žádný z nich není dominantní, naopak převažují generalisti. Pozitivní vliv na specializaci mají srážky a index NDVI, negativní teplota a nadmořská výška. Specialisti by se tedy měli zdržovat především v chladnějších oblastech bohatých na potravní zdroje, což je pravda jen z části. Jelikož výskyt specialistů kopíruje rozložení množství srážek a indexu NDVI ve zřetelném severojižním pásu, předpokládám jen malé působení teploty, která je vysoká na severu tohoto pásu a směrem k jihu se snižuje.

Velikost těla má na specializaci také vliv. Zatímco specialisti jsou spíše menšího vzrůstu, generalisti dorůstají větších rozměrů. Druhy vyskytující se v různých typech prostředí, které se liší okolními podmínkami, jako je např. dostupnost vody, potravy, teplota, intenzita slunečního záření či povětrnostní podmínky, mohou být díky své vysoké hmotnosti zvýhodněny, neboť lépe udrží tělesné teplo a uskladní více tukových zásob, které jim pomohou tyto přechody mezi prostředími překonat (Rosenzweig 1968).

Vysoká míra specialistů je i ve čtvercích s velkou druhovou bohatostí. Množství druhů tedy koreluje se specializací na prostředí pozitivně. Toto může být opět dáno nabídkou zdrojů. Prostředí, které specialisti v Austrálii obývají, se vyznačuje vysokým průměrným ročním úhrnem srážek a indexem NDVI. I přes stálost teploty je zde ale vysoká sezónnost v množství srážek a zeleně, která způsobuje velké výkyvy v nabídce zdrojů a tím i zvýšenou mortalitu (Skutch 1949, Ashmole 1963). Množství přeživších jedinců tak nezaplní nosnou kapacitu prostředí a zdrojů je pro ně dostatek. Vzhledem k tomu, že si pak druhy nijak nekonkurují, může se jich zde nacházet vysoký počet.

4.6 Typ potravy

Výskyt potravních specialistů je nejvyšší na severozápadě kontinentu, zatímco na jihu a východě převažují generalisti. Po srovnání s rozložením typů prostředí (Příloha 3) se zdá, že specialisti se soustředí v místech s porostem trávy a keřů bez přítomnosti stromů, zatímco generalisti se vyskytují především v oblastech lesa a lidského osídlení. Při pohledu na mapy procentuálního zastoupení druhů jednotlivých typů potravy (Příloha 4) je zřetelně vidět, že specialisti se živí především listy, nektarem, obratlovci (vyjma ryb) a mršinami. Na rozdíl od ostatních typů potravy (např. ovoce a hmyz), jsou tyto dostupné více méně neustále. Obratlovci a jejich mršiny se dají ulovit po celý rok, zatímco početnost a aktivita hmyzu se mění podle podmínek prostředí. Vzhledem k množství stálezelených rostlin na území Austrálie (Recher 1969) jsou trvale dobře dostupné jejich části, především listy. Problémy při studiu potravní specializace způsobuje také fakt, že mnoho druhů se specializuje na různé typy potravy v různých obdobích roku a to nejen kvůli momentální dostupnosti, ale i migraci (Karr 1976, Futuyma et Moreno 1988, Levey 1988, Lichstein et al. 2002).

Specializace se zvětšuje, když se zvyšují hodnoty všech proměnných prostředí, tedy nadmořské výšky, průměrné roční teploty, srážek, indexu NDVI a jejich sezónnosti. Nejsilnějším prediktorem pro výskyt frugivorů a insektivorů je evapotranspirace (Kissling et al. 2012), zatímco pro nektarivory sezónnost prostředí (Karr 1976, Abrahamczyk et Kessler 2010) a pro herbivory a mrchožrouty teplota (Morrison et al. 2007). Evapotranspiraci jsem sice nestudovala, ale výskyt frugivorů i insektivorů v Austrálii odpovídá místům s velkým množstvím srážek a vysokou hodnotou indexu NDVI. Stejně tak nektarivoři se zdržují v oblastech s vysokou sezónností a mrchožrouti na severu kontinentu, kde je nejvyšší průměrná roční teplota.

Očekává se, že velký počet specialistů bude pozitivně korelovat s počtem druhů ve čtverci (Belmaker et al. 2012) a homogenitou prostředí (Kassen 2002), avšak výsledky mé analýzy dopadly přesně opačně. Potravní generalisti převažují v místech s nejvyšší druhovou diverzitou (na jihovýchodě Austrálie; obr. 9) a specializací na prostředí (obr. 17). Přesto se ale i pro tyto závěry dá najít podpora. Dle Owense et al. (1999) vzrůstá druhová diverzita ne s homogenitou prostředí, ale s jeho heterogenitou, na což může mít vliv fylogeneze (Ricklefs 1966, Owens et al. 1999), kterou jsem však ve své studii nebrala v potaz. Poulin et al. (1994) pak tvrdí, že potrava má vliv spíše na početnost a dynamiku ptačích populací, než na druhovou bohatost.

Výsledky ale byly, kromě druhové bohatosti, průkazné jen v jednom z modelů a souvislost potravní specializace s váhou adulta nevyšla vůbec (tab. 8). Bylo by vhodné upravit metodiku a zaměřit se na tuto problematiku detailněji. Do dalšího studia by také nebylo do věci zahrnout nejen ekologii ptáků, ale i jejich fylogenezi a morfologii. Vztahy mezi velikostí zobáku, křídla a běháku se specializací na typ potravy jsou sice známé (Darwin 1964, Wiens et Rotenberry 1980, Price 1991), ale neprostudované na větším množství druhů a velké geografické škále, případně se týkají jen jedné z potravních specializací (frugivorie: Kissling et al. 2009).

4.7 Místo sběru potravy

Distribuce specializace na sběr potravy je zhruba rovnoměrná po celé ploše kontinentu, výjimku tvoří Tasmánie a střední část jižního pobřeží Austrálie, kde převažují generalisti.

V tomto místě se nachází Nullarborská plošina a Velká Viktoriina poušť, tedy oblasti s velmi malým množstvím vodních toků a potravních zdrojů. Místo aby se zde ptáci specializovali ve vyhledávání potravy na specifických místech je pro ně zřejmě výhodnější pátrat, kde se dá. Míra specializace stoupá s nadmořskou výškou, průměrnou roční teplotou a teplotní sezóností. Ostatní podmínky prostředí korelují spíše s výskytem generalistů. V prostředí se značným množstvím srážek a zeleně se dá najít více potravy a příležitostí, kde ji shánět.

Místo sběru potravy také úzce souvisí s typem prostředí, které daný druh obývá a s potravou, kterou se živí. U ptáků žijících v aridních oblastech s minimem vegetace je pravděpodobné, že nebude převažovat hledání potravy na stromech, stejně jako u druhů žijících se např. rybami. Při pohledu na mapy jednotlivých míst sběru potravy (Příloha 5) je patrné, že kategorie „Vegetace“, tedy stav kdy ptáci vyhledávají potravu především na vegetaci, kopíruje rozložení lesů (Příloha 3) a průměrnou roční hodnotu indexu NDVI (obr. 7). Ptáci pátrající po potravě ve vodě pak úplně chybí ve vysoce aridním prostředí Nullarborské plošiny a Velké Viktoriiny pouště.

Čtverce s převahou specialistů na určité místo sběru potravy jsou druhově bohatší a australsí ptáci zde mají také větší tělesnou hmotnost. Robinson et Holmes (1982) tvrdí, že potravní chování se vyvinulo na základně morfologických znaků, s čímž ale nesouhlasí Futuyma et Moreno (1988), podle kterých není jisté, zda morfologie a fyziologie mají na potravní chování vůbec nějaký vliv. Berou je spíše jako konstanty a ne jako evoluční proměnné. Vysoká druhová diverzita a specializace pak mohou souviset s rozdělením si částí prostředí, takže si jednotlivé druhy vzájemně nekonkurují (Eguchi et al. 1993).

5 Závěr

Nejvyšší počet druhů ptáků se v Austrálii nachází na východě a jihovýchodě kontinentu, nejnižší při jižním pobřeží středu kontinentu. Nepotvrdilo se, že největší rozmanitost druhů je v tropech a směrem k mírnému pásu klesá. Pro vysokou druhovou bohatost je důležité spíše stabilní a vysoce produktivní prostředí spolu s dostupností vody. Místa s největší druhovou bohatostí jsou zároveň různorodá i v množství zastoupených taxonomických čeledí.

Velikost snůšky v Austrálii nevykazuje latitudinální gradient. Snůšky jsou větší ve vnitrozemí než na pobřeží, zřejmě díky vlivu větší teplotní sezónnosti a menší produktivity prostředí. Snůšky jsou také větší ve vysokých nadmořských výškách. Velikost snůšky a počet snůšek za rok vyšel obráceně, než jak se často uvádí – čím více snůšek ročně, tím více vajec. Malé snůšky a jejich malý počet v tropech vysvětlují tím, že je zde krátký den, takže ptáci nemají čas najít dost potravy, a vysoká sezónnost v produktivitě, která zkracuje hnízdní sezónu. Velcí a nekrmiví ptáci mají více vajec. Velké druhy, které bývají většinou nekrmivé, mají více tukových zásob a tedy energie, kterou mohou vložit do tvorby většího množství vajec. Větší snůšky mají i ptáci v uzavřených hnízdech (možný vliv predace) a migranti.

V místech s vysokou teplotou (na severu kontinentu) se u ptáků prodlužuje doba inkubace. Potenciální vysvětlení by mohl být vliv predace adultů, kteří se snaží trávit na hnízdě co nejméně času, čímž se inkubace prodlouží. Velké snůšky a velká vejce potřebují více času na inkubaci, což se bere jako všeobecně platný fakt. U druhů s prekociálními mláďaty, která mají více vajec a vyspělejší mláďata, jež potřebují více času na vývin ve vejci, je inkubace delší než u druhů s mláďaty altriciálními. Stejně tak déle inkubují migranti (mají velké snůšky a ptáci hnízdící v otevřených hnízdech. Dále jsem navrhla zabývat se délkou inkubace a její spojitosti s typem potravy a krmením partnerem.

Doba vzletnosti má podobné geografické rozložení jako délka inkubace a vykazuje určitý latitudinální gradient. Je kratší v produktivním prostředí (dostatek energie na rychlý růst) a ve vysoké nadmořské výšce. Všeobecně výsledky s nadmořskou výškou u australských ptáků v mé studii vyšly opačně, než jak je popisují jiní autoři. Dlouhou dobu vzletnosti mají velcí ptáci, prekociální mláďata (větší energetické výdaje) a mláďata v uzavřených hnízdech (malá predace).

Specialisti na určité prostředí se nacházejí především na severním a východním pobřeží, kde je souvislý porost zapojeného lesa. Na zbytku kontinentu převažují generalisti, zřejmě proto, že se zde střídají různé druhy prostředí. Na specializaci může mít pozitivní vliv produktivita prostředí a množství srážek, ne však teplota. Generalisti mají větší tělo, pravděpodobně tak mohou lépe snášet změny podmínek při přechodu mezi jednotlivými typy prostředí. V místech výskytu specialistů je i velká druhová bohatost, což by mohlo být kvůli dostatku zdrojů a malé konkurenci.

Specialisti na typ potravy se nachází hlavně v místech bez stromů, zatímco generalisti v lese a lidském osídlení. Specialisti se živí především listy, nektarem, obratlovci (vyjma ryb) a mršinami. Problémem při studiu potravní specializace může být změna jídelníčku v průběhu roku a při migraci. Potravní generalisti převažují v místech s nejvyšší druhovou diverzitou a specializací na prostředí (možný vliv fylogeneze).

Distribuce specializace na místo sběru potravy je zhruba rovnoměrná, jen na Nullarborské plošině a Velké Viktoriině poušti převažují generalisti (malé množství vodních toků a potravních zdrojů). Ptáci hledající potravu na vegetaci se vyskytují v oblastech s lesy a vysokou hodnotou NDVI, ptáci specializovaní na vodu chybí v aridních oblastech. Oblasti s převahou specialistů jsou druhově bohatší a australské ptáci zde mají také větší tělesnou hmotnost.

V Austrálii nejsou, ve většině případů, zřetelné žádné latitudinální gradienty. Vliv na reprodukční znaky ptáků a jejich specializaci na prostředí a potravu se zdá mít především produktivita prostředí, která je sice jinde ve světě největší v tropech a směrem k mírnému pásu se snižuje, ale v Austrálii tomu tak není a náznaky gradientu se dají najít spíše mezi vnitrozemím a pobřežím.

Literatura

- Abrahamczyk S. & Kessler M. (2010): *Hummingbird diversity, food niche characters, and assemblage composition along a latitudinal precipitation gradient in the Bolivian lowlands*. Journal of Ornithology 151: 615-625.
- Ashmole N. P. (1963): *The regulation of numbers of tropical oceanic birds*. Ibis 103b: 458-473.
- Ashton K. G. (2002): *Patterns of within-species body size variation of birds: strong evidence for Bergmann's rule*. Global Ecology and Biogeography 11: 505-523.
- Averill Ch. K. (1933): *Geographical distribution in relation to number of eggs*. Condor 35: 93-97.
- Badyaev A. V. (1997): *Avian life history variation along altitudinal gradients: an example with cardueline finches*. Oecologia 111: 365 – 374.
- Barrett R. T. & Rikardsen F. (1992): *Chick Growth, Fledging Periods and Adult Mass Loss of Atlantic Puffins *Fratercula artica* during Years of Prolonged Food Stress*. Colonial Waterbirds 15: 24-32.
- Belmaker J., Sekercioglu C. H. & Jetz W. (2012): *Global patterns of specialization and koexistence in bird assemblages*. Journal of Biogeography 39: 193-203.
- Bergmann K. G. L. C. (1847): *Über die Verhältnisse der wärmeökonomie der Thiere zu Ihrer Grösse*. Göttinger Studien 3: 595-708.
- BirdLife International & NatureServe (2011): *Bird species distribution maps of the world*. BirdLife International, Cambridge, UK a NatureServe, Arlington, USA.
- Blackburn T. M. (1991): *An interspecific relationship between egg size and clutch size in birds*. Auk 108: 973-976.
- Blackburn T. M. & Gaston K. J. (1998): *Some Methodological Issues in Macroecology*. The American Naturalist 151: 68-83.
- Blackburn T. M., Gaston K. J. & Loder N. (1999): *Geographic gradients in body size: a clarification of Bergmann's rule*. Diversity and Distributions 5: 165-174.
- Boleman M. (2010): *Histogram* [online]. [cit. 2013-06-24]. Dostupné z: <http://www.southalabama.edu/physics/software/histogram.htm>
- Boyce M. S. (1979): *Seasonality and Patterns of Natural Selection for Life Histories*. The American Naturalist 114: 569-583.

- Brooker M. G., Ridpath M. G., Estbergs J. A., Bywater J., Hart D. S. & Jones M. S. (1979): *Bird observations on the North-western Nullarbor Plain and neighbouring regions, 1967-1978*. *Emu* 79: 176-190.
- Brown J. H. (1995): *Macroecology*. University of Chicago Press. Chicago. 269 s.
- Cardillo M. (2002): *The life-histories basis of latitudinal diversity gradients: how do species trans vary from the poles to the equator?* *Journal of Animal Ecology* 71: 79-87.
- Cartron J.-L. E., Kelly J. F. & Brown J. H. (2000): *Constraints on patterns of covariation: a case study in strigid owls*. *Oikos* 90: 381 – 389.
- Cody M. L. (1966): *A general theory of clutch size*. *Evolution* 20: 174-184.
- Conway C. J. & Martin T. E. (2000): *Evolution of passerine incubation behavior: influence of food, temperature, and nest predation*. *Evolution* 54: 670-685.
- Coulson J. C. (1956): *Mortality and Egg Production of the Meadow Pipit with Special Reference to Altitude*. *Bird Study* 3: 119-132.
- Darwin Ch. (1964): *On the Origin of Species*. Mundus Publishing. 502 s.
- Doligez B. & Clobert J. (2003): *Clutch size reduction as a response to increased nest predation rate in the collared flycatcher*. *Ecology* 84: 2582-2588.
- Dunn P. O., Thusius K. J., Kimber K. & Winkler D. W. (2000): *Geographic and ecological variation in clutch size of tree swallows*. *The Auk* 117: 215-221.
- Eguchi K., Yamagishi S. & Randrianasolo V. (1993): *The composition and foraging behaviour of mixed-species flocks of forest-living birds in Madagascar*. *Ibis* 135: 91-96.
- Erikstad K. E., Bustnes J. O. & Moum T. (1993): *Clutch-Size Determination in Precocial Birds: A Study of the Common Eider*. *The Auk* 110: 623-628.
- Evans K. L., Duncan R. P., Blackburn T. M. & Crick H. Q. P. (2005): *Investigating geographic variation in clutch size using natural experiment*. *Functional Ecology* 19: 616-624.
- Fabian D. & Flatt T. (2012): *Life History Evolution*. *Nature Education Knowledge* 3: 24.
- Figuerola J. & Green A. J. (2005): *A comparative study of egg mass and clutch size in the Anseriformes*. *Journal für Ornithologie* 147: 57-68.
- Frederickson L. H. (1969): *An experimental study of clutch size of the American coot*. *Auk* 86: 541-550.
- Futuyma D. J. & Moreno G. (1988): *The evolution of ecological specialization*. *Annual Review of Ecology and Systematics* 19: 207-233.

- Galván I. & Sanz J. J. (2011): *Mate-feeding has evolved as a compensatory energetic strategy that affects breeding success in birds*. Behavioral Ecology 22: 1088-1095.
- Gaston K. J. & Blackburn T. M. (1996): *Global macroecology: interactions between population size, geographic range size and body size in the Anseriformes*. Journal of Animal Ecology 65: 701-714.
- Gaston K. J. & Blackburn T. M. (1999): *A Critique for Macroecology*. Oikos 84: 353-368.
- Geffen E. & Yom-Tov Y. (2000): *Are incubation and fledging periods longer in the tropics?* Journal of Animal Ecology 69: 59-73.
- Glasser J. W. (1982): *A Theory of Trophic Strategies: The Evolution of Facultative Specialists*. The American Naturalist 119: 250-262.
- Hanssen S. A., Hasselquist D., Folstad I. & Erikstad K. E. (2005): *Cost of reproduction in a long-lived bird: incubation effort reduces immune function and future reproduction*. Proceedings of The Royal Society B 272: 1039-1046.
- Hawkins B. A., Diniz-Filho J. A. F. & Soeller S. A. (2005): *Water links the historical and contemporary components of the Australian bird diversity gradient*. Journal of Biogeography 32: 1035-1042.
- Hesse R., Allee W. C. & Schmidt K. P. (1937): *Ecological animal geography*. John Wiley & sons – New York. 597 s.
- Higgins P. J. & Marchant S. [eds.] (1990): *Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds. Volume 1: Ratites to Ducks*. Oxford University Press, Melbourne.
- Higgins P. J. & Marchant S. [eds.] (1993): *Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds. Volume 2: Raptors to Lapwings*. Oxford University Press, Melbourne.
- Higgins P. J. & Davies S. J. J. F. [eds.] (1996): *Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds. Volume 3: Snipe to Pigeons*. Oxford University Press, Melbourne.
- Higgins P. J. [eds.] (1999): *Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds. Volume 4: Parrots to Dollarbird*. Oxford University Press, Melbourne.
- Higgins P. J., Peter J. M. & Steele W. K. [eds.] (2001): *Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds. Volume 5: Tyrant-flycatchers to Chats*. Oxford University Press, Melbourne.
- Higgins P. J. & Peter J. M. [eds.] (2002): *Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds. Volume 6: Pardalotes to Shrike-thrushes*. Oxford University Press, Melbourne.

- Higgins P. J., Peter J. M. & Cowling S. J. [eds.] (2006): *Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds. Volume 7: Boatbill to Starlings*. Oxford University Press, Melbourne.
- Hijmans R. J., Cameron S. E., Parra J. L., Jones P. G. & Jarvis A. (2005): *Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas*. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- Hoyt D. F. (1979): *Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs*. *The Auk* 96: 73-77.
- Hurlbert A. H. & Jetz W. (2007): *Species richness, hotspots, and the scale dependence of range maps in ecology and conservation*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 33: 13384-13389.
- Hussell D. J. T. (1972): *Factors affecting clutch size in arctic passerines*. *Ecological Monographs* 42: 317-364.
- Chalfoun A. D. & Martin T. E. (2007): *Latitudinal variation in avian incubation attentiveness and a test of the food limitation hypothesis*. *Animal Behaviour* 73: 579-585.
- Christians J. K. (2002): *Avian egg size: variation within species and inflexibility within individuals*. *Biological Reviews* 77: 1-26.
- Jetz W., Sekercioglu C. H. & Böhning-Gaese K. (2008): *The worldwide variation in avian clutch size across species and space*. *PLoS Biology* 6: 2650-2657.
- Jiguet F., Gadot A.-S., Julliard R., Newson S. E. & Couvet D. (2007): *Climate envelope, life history traits and the resilience of birds facing global change*. *Global Change Biology* 13: 1672-1684.
- Johnson L. S., Ostlind E., Brubaker J. L., Balenger S. L., Johnson B. G. P. & Golden H. (2006): *Changes in egg size and clutch size with elevation in a Wyoming population of mountain bluebirds*. *The Condor* 108: 591-600.
- Julliard R., Clavel J., Devictor V., Jiguet F. & Couvet D. (2006): *Spatial segregation of specialists and generalists in bird communities*. *Ecology Letters* 9: 1237-1244.
- Karr J. R. (1976): *Seasonality, Resource Availability, and Community Diversity in Tropical Bird Communities*. *The American Naturalist* 110: 973-994.
- Kassen R. (2002): *The experimental evolution of specialists, generalists, and the maintenance of diversity*. *Journal of Evolutionary Biology* 15: 173-190.

- Kissling W. D., Böhning-Gaese K. & Jetz W. (2009): *The global distribution of frugivory in birds*. *Global Ecology and Biogeography* 18: 150-162.
- Kissling W. D., Sekercioglu C. H. & Jetz W. (2012): *Bird dietary guild richness across latitudes, environments and biogeographic regions*. *Global Ecology and Biogeography* 21: 328-340.
- Koenig W. D. (1984): *Geographic variation in clutch size variation in Northern Flicker (Colaptes auratus): support for Ashmole's hypothesis*. *Auk* 101: 698-706.
- Koenig W. D. (1986): *Geographical ecology of clutch size variation in North American woodpeckers*. *Condor* 88: 499-504.
- Krementz D. G. & Handford P. (1984): *Does Avian Clutch Size Increase with Altitude?* *Oikos* 43: 256-259.
- Lack D. (1947): *The Significance of Clutch-size*. *Ibis* 89: 302-352.
- Legendre P. (1993): *Spatial autocorrelation: Trouble or new paradigm?* *Ecology* 74: 1659-1673.
- Levey D. J. (1988): *Spatial and Temporal Variation in Costa Rican Fruit and Fruit-Eating Bird Abundance*. *Ecological Monographs* 58: 251-269.
- Lichstein J. W., Simons T. R., Shiner S. A. & Frnazreb K. E. (2002): *Spatial autocorrelation and autogressive models in ecology*. *Ecological Monographs* 72: 445-463.
- Lobo J. M. (2007): *EDIT Geoplatform: Soil - Vegetation - Land Cover* [online]. [cit. 2013-06-10]. Dostupné z: <http://edit.csic.es/Soil-Vegetation-LandCover.html>
- Lu X. (2005): *Reproductive ecology of blackbirds (Turdus merula maximus) in a high-altitude location, Tibet*. *J Ornithol* 146: 72-78.
- Lu X., Yu T., Liang W. & Yang C. (2010): *Comparative breeding ecology of two White-bellied Redstart populations at different altitudes*. *Journal of Field Ornithology* 81: 167-175.
- Martin T. E. (1995): *Avian life history evolution in relation to nest sites, nest predation, and food*. *Ecological Monographs* 65: 101-127.
- Martin T. E. (1996): *Life history evolution in tropical and south temperate birds: What do we really know?* *Journal of Avian Biology* 27: 263-272.
- Martin T. E. (2002): *A new view of avian life-history evolution tested on an incubation paradox*. *Proceedings of the Royal Society of London* 269: 309-316.

- Martin T. E., Auer S. K., Bassar R. D., Niklison A. M. & Lloyd P. (2007): *Geographic variation in avian incubation periods and parental influences on embryonic temperature*. *Evolution* 61: 2558-2569.
- Martin T. E., Bassar R. D., Bassar S. K., Fontaine J. J., Lloyd P., Mathewson H. A., Niklison A. M. & Chalfoun A. (2006): *Life-history and ecological correlates of geographic variation in egg and clutch mass among passerine species*. *Evolution* 60: 390-398.
- Martin T. E. & Li P. (1992): *Life-history traits of open- vs. cavity-nesting birds*. *Ecology* 73: 579-592.
- Mason P. (1985): *The Nesting Biology of Some Passerines of Buenos Aires, Argentina*. *Ornithological Monographs* 36: 954-972.
- McKinnon L., Smith P. A., Martin J. L., Doyle F. I., Abraham K. F., Gilchrist H. G., Morrison R. I. G. & Bêty J. (2010): *Lower Predation Risk for Migratory Birds at High Latitudes*. *Science* 15: 326-327.
- Moreau R. E. (1944): *Clutch-size: A Comparative Study, with Reference to African Birds*. *Ibis* 86: 286-347.
- Moreno J. & Carlson A. (1989): *Clutch size and the cost of incubation in the Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca**. *Ornis Scandinavica* 20: 123-128.
- Morrison J. C., Sechrest W., Dinerstein E., Wilcove D. S. & Lamoreus J. F. (2007): *Persistence of large mammal faunas as indicators of global human impacts*. *Journal of Mammalogy* 88: 1363-1380.
- Munday P. L. (2004): *Habitat loss, resource specialization, and extinction on coral reefs*. *Global Change Biology* 10: 1642-1647.
- Olson V. A., Davies R. G., Orme C. D. L., Thomas G. H., Meiri S., Blackburn T. M., Gaston K. J., Owens I. P. F. & Bennett P. M. (2009): *Global biogeography and ecology of body size in birds*. *Ecology Letters* 12: 249-259.
- Owens I. P. F., Bennett P. M. & Harvey P. H. (1999): *Species richness among birds: body size, life history, sexual selection or ecology?* *Proceedings of The Royal Society B* 266: 933-939.
- Palacios M. G. & Martin T. E. (2006): *Incubation period and immune function: a comparative field study among coexisting birds*. *Oecologia* 146: 505-512.

- Pearse A. T., Cavitt J. F. & Cully J. F. Jr. (2004): *Effects of food supplementation on female nest attentiveness and incubation mate feeding in two sympatric wren species.* The Wilson Bulletin 116: 23-30.
- Perrins C. M. (1970): *The timing of bird's breeding seasons.* Ibis 112: 242-255.
- Pimentel C. & Nilsson J. (2007): *Breeding patterns of great tits (Parus major) in pine forests along the Portuguese west coast.* J Ornithol 148: 59-68.
- Poulin B., Lefebvre G. & McNeil R. (1994): *Characteristics of Feeding Guilds and Variation in Diet of Bird Species of Three Adjacent Tropical Sites.* Biotropica 26: 187-197.
- Price T. (1991): *Morphology and ecology of breeding warblers along an altitudinal gradient in Kashmir, India.* Journal of Animal Ecology 60: 643-664.
- Quantum GIS Development Team (2012): *Quantum GIS Geographic Information System.* Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- Ramirez L., Diniz-Filho J. A. F. & Hawkins B. A. (2008): *Partitioning phylogenetic and adaptive components of the geographical body-size pattern of New World birds.* Global Ecology and Biogeography 17: 100-110.
- Rangel T. F. L. V. B., Diniz-Filho J. A. F. & Bini L. M. (2006): *Towards an integrated computational tool for spatial analysis in macroecology and biogeography.* Global Ecology and Biogeography 15: 321-327.
- Rangel T. F., Diniz-Filho J. A. F. & Bini L. M. (2010): *SAM: a comprehensive application for Spatial Analysis in Macroecology.* Ecography 33: 46-50.
- Recher H. F. (1969): *Bird Species Diversity and Habitat Diversity in Australia and North America.* The American Naturalist 103: 75-80.
- Remeš V. & Martin T. E. (2002): *Environmental influences on the evolution of growth and developmental rates in passerines.* Evolution 56: 2505-2518.
- Remeš V., Matysioková B. & Cockburn A. (2012): *Long-term and large-scale analyses of nest predation patterns in Australian songbirds and a global comparison of nest predation rates.* Journal of Avian Biology 43: 435-444.
- Rhymer J. M. (1988): *The effects of egg size variability on thermoregulation of Mallard (Anas platyrhynchos) offspring and its implications for survival.* Oecologia 75: 20-24.
- Ricklefs R. E. (1966): *The temporal component of diversity among species of birds.* Evolution 20: 235-242.
- Ricklefs R. (1968): *On the limitation of brood size in passerine birds by the ability of adults to nourish their young.* Proceedings of the National Academy of Sciences 61: 847-851.

- Ricklefs R. (1980): *Geographical variation in clutch size among passerine birds: Ashmole's hypothesis*. *Auk* 97: 38-49.
- Ricklefs R. E. (2000): *Lack, Skutch, and Moreau: The early development of life-history thinking*. *The Condor* 102: 3-8.
- Robinson S. K. & Holmes R. T. (1982): *Foraging Behavior of Forest Birds: The Relationships Among Search Tactics, Diet and Habitat Structure*. *Ecology* 63: 1918-1931.
- Rohwer F. C. (1985): *The Adaptive Significance of Clutch Size in Prairie Ducks*. *The Auk* 102: 354-361.
- Rosenzweig M. L. (1968): *The Strategy of Body Size in Mammalian Carnivores*. *American Midland Naturalist* 80: 299-315.
- Rotenberry J. T. & Wiens J. A. (1989): *Reproductive Biology of Shrubsteppe Passerine Birds: Geographical and Temporal Variation in Clutch Size, Brood Size, and Fledging Success*. *The Condor* 91: 1-14.
- Saether B.-E. (1987): *The influence of body weight on the covariation between reproductive traits in European birds*. *Oikos* 48: 79-88.
- Sanz J. J., Tinbergen J. M., Moreno J., Orell M. & Verhulst S. (2000): *Latitudinal variation in parental energy expenditure during brood rearing in the great tit*. *Oecologia* 122: 149-154.
- Saunders D. A., Smith G. T. & Campbell N. A. (1984): *The Relationship between Body Weight, Egg Weight, Incubation Period, Nestling Period and Nest Site in the Psittaciformes, Falconiformes, Strigiformes and Columbiformes*. *Australian Journal of Zoology* 32: 57-65.
- Skutch A. F. (1949): *Do tropical birds rear as many young as they can nourish?* *Ibis* 91: 430-455.
- Slagsvold T. (1982): *Clutch size variation in passerine birds: The nest predation hypothesis*. *Oecologia* 54: 159-169.
- Smith H. G. (1989): *Larger clutches take longer to incubate*. *Ornis Scandinavica* 20: 156-158.
- Smith C. C. & Fretwell S. D. (1974): *The optimal balance between size and number of offspring*. *The American Naturalist* 108: 499-506.
- Stearns S. C. (1976): *Life-history tactics: a review of the ideas*. *The Quarterly Review of Biology* 51: 3-47.
- Stearns S. C. (2000): *Life history evolution: successes, limitations, and prospects*. *Naturwissenschaften* 87: 476-486.

- Thiollay J.-M. (1997): *Disturbance, selective logging and bird diversity: a Neotropical forest study*. Biodiversity and Conservation 6: 1155-1173.
- van Tienderen P. H. (1991): *Evolution of Generalists and Specialist in Spatially Heterogeneous Environments*. Evolution 45: 1317-1331.
- Tjørve K. M. C. (2007): *Does chick development relate to breeding latitude in waders and gulls?* Wader Study Group Bull. 112: 12-23.
- Tjørve K. M. C., Underhill L. G. & Visser G. H. (2008): *The energetic implications of precocial development for free shorebird species breeding in a warm environment*. Ibis 150: 125-138.
- Tognelli M. F. & Kelt D. A. (2004): *Analysis of determinants of mammalian species richness in South America using spatial autoregressive models*. Ecography 27: 427-436.
- Wiens J. A. & Rotenberry J. T. (1980): *Patterns of Morphology and Ecology in Grassland and Shrubsteppe Bird Populations*. Ecological Monographs 50: 287-308.
- Williams G. C. (1966): *Natural Selection, the Costs of Reproduction, and a Refinement of Lack's Principle*. American Naturalist 100: 687-690.
- Yom-Tov Y. & Geffen E. (2002): *Examining Ashmole's hypothesis: are life-history parameters of resident passerines related to the proportion of migrants?* Evolutionary Ecology Research 4: 673-685.
- Yom-Tov Y., Christie M. I. & Iglesias G. J. (1994): *Clutch size in passerines of southern South America*. The Condor 96: 170-177.

Seznam příloh:

Příloha 1 – Mapy všech čeledí

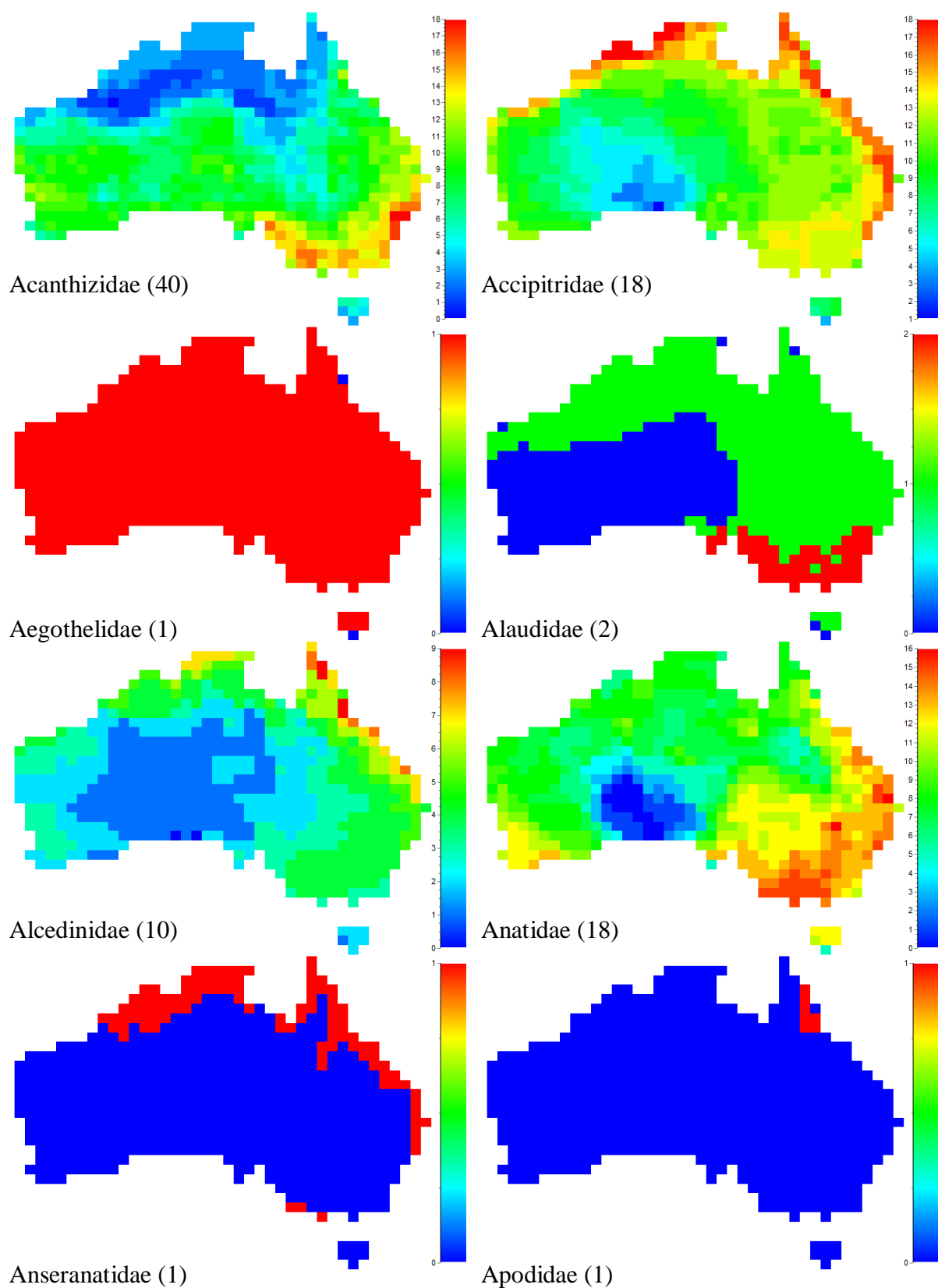
Příloha 2 – Mapy prediktorů

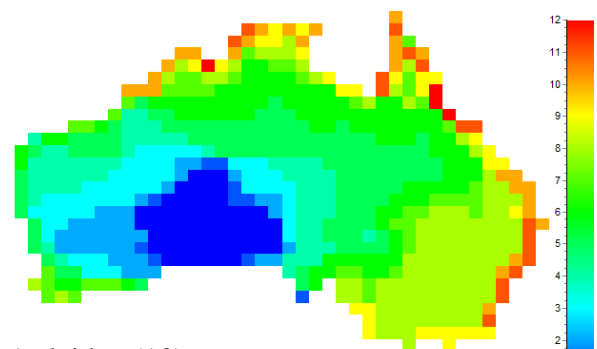
Příloha 3 – Mapy jednotlivých kategorií prostředí

Příloha 4 – Mapy jednotlivých kategorií typů potravy

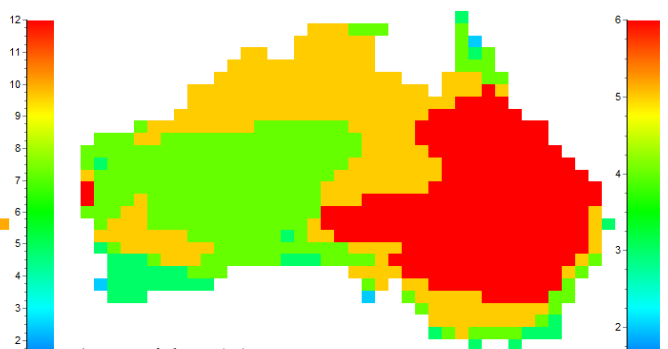
Příloha 5 – Mapy jednotlivých kategorií míst sběru potravy

Příloha 1 Mapy všech čeledí (mapy rozšíření jednotlivých čeledí, v závorce je za názvem čeledi uveden počet druhů).





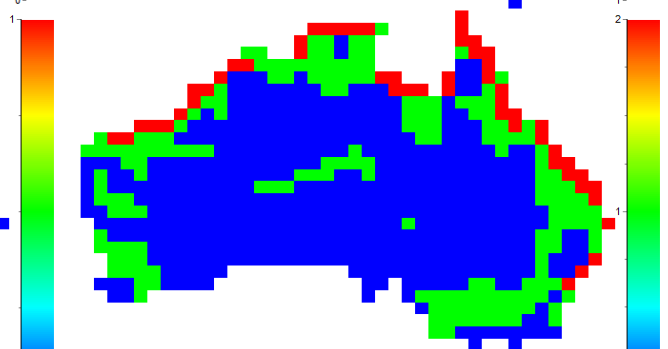
Ardeidae (13)



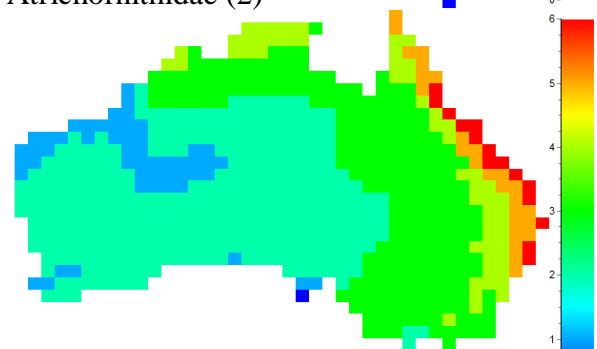
Artamidae (6)



Atrichornithidae (2)



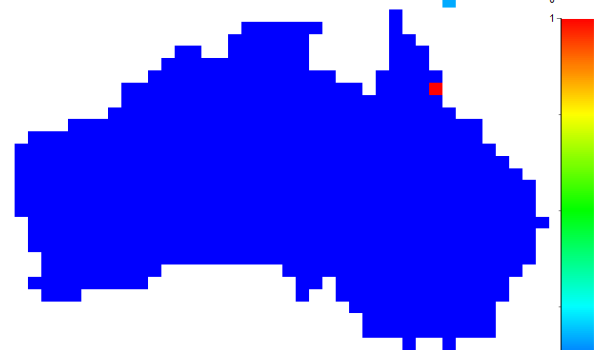
Burhinidae (2)



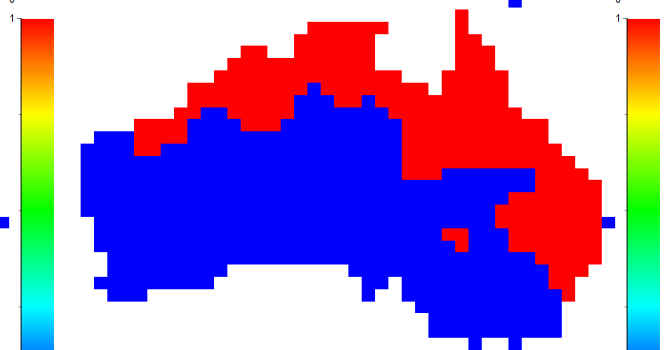
Campephagidae (7)



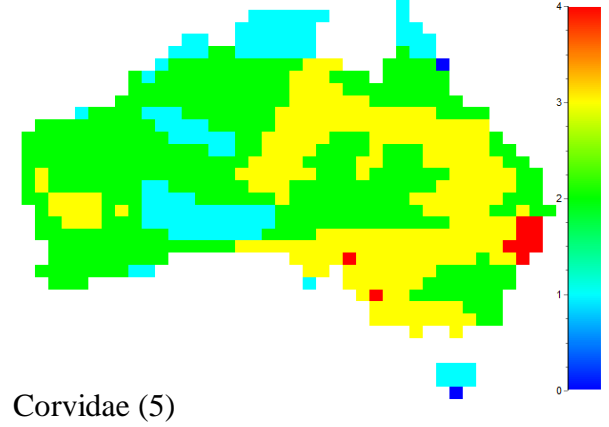
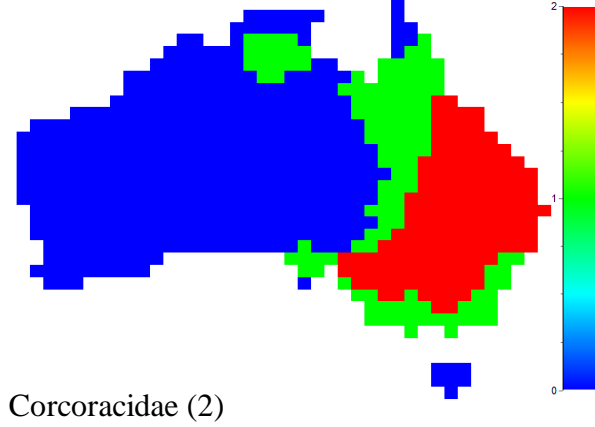
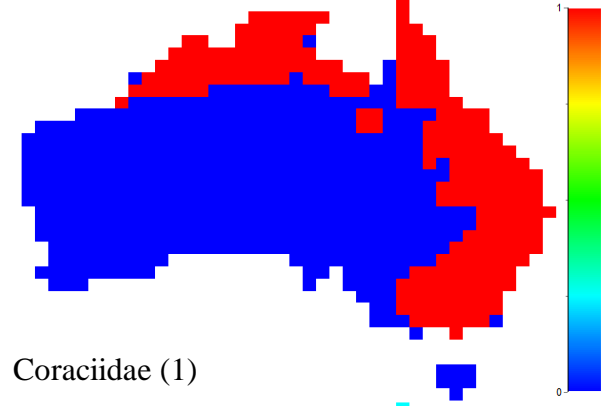
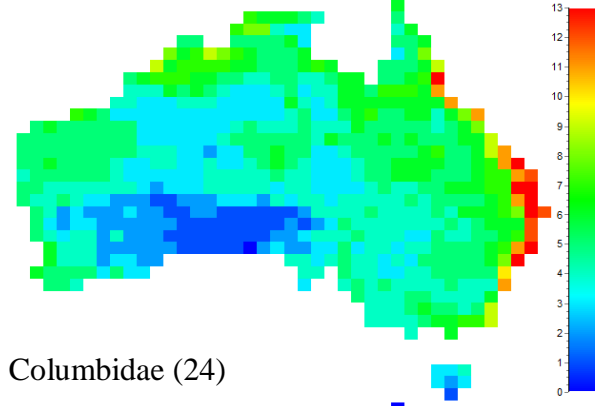
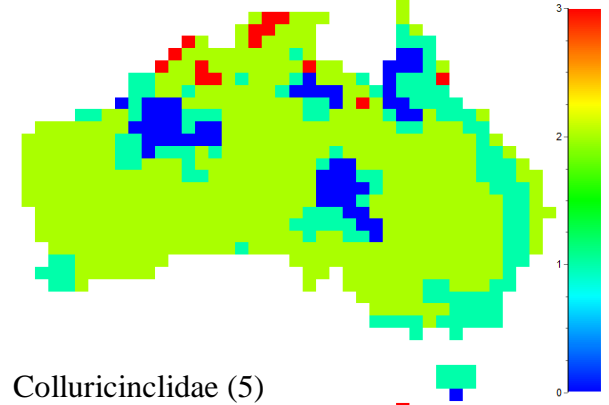
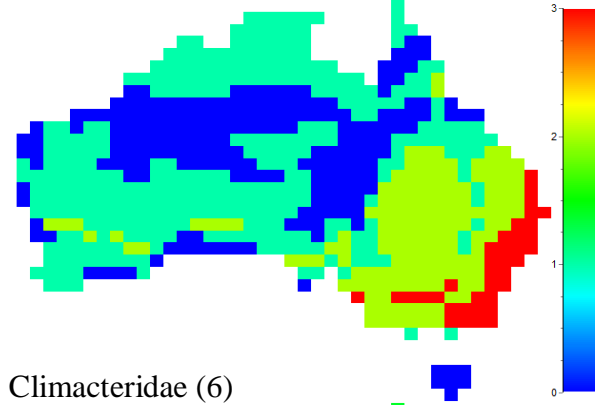
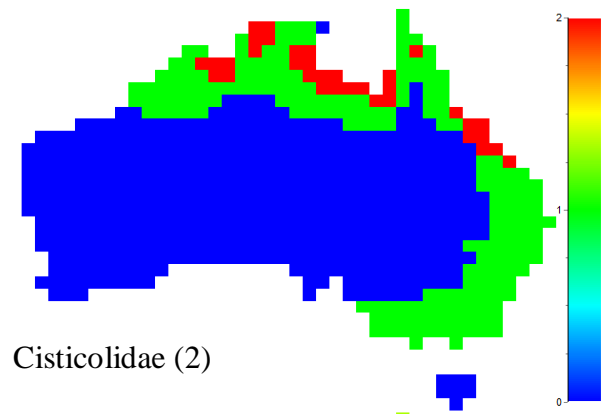
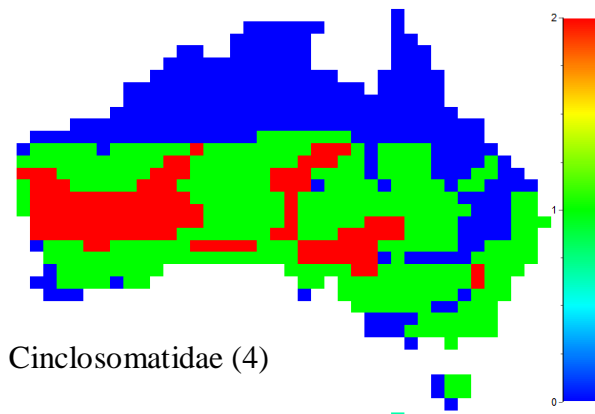
Caprimulgidae (3)

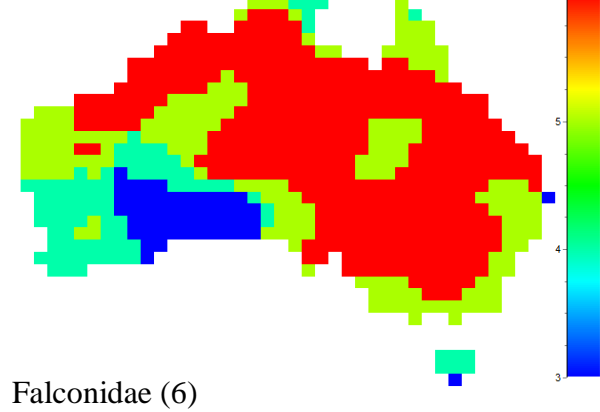
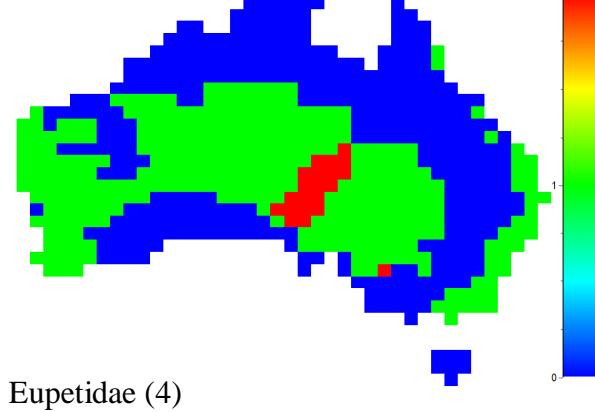
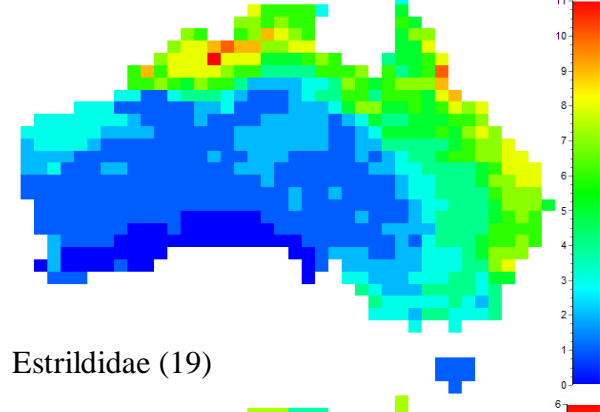
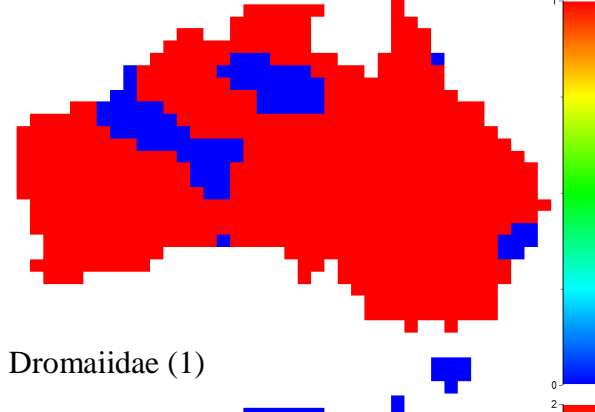
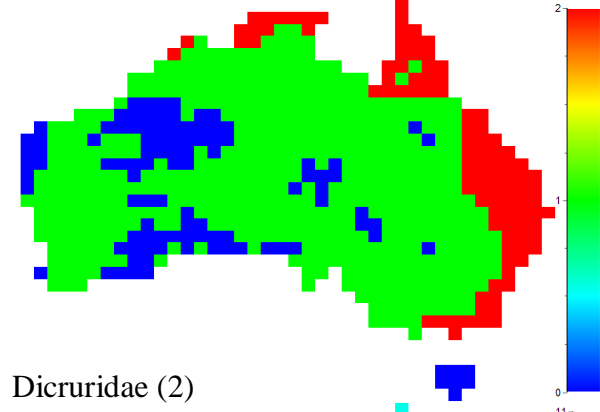
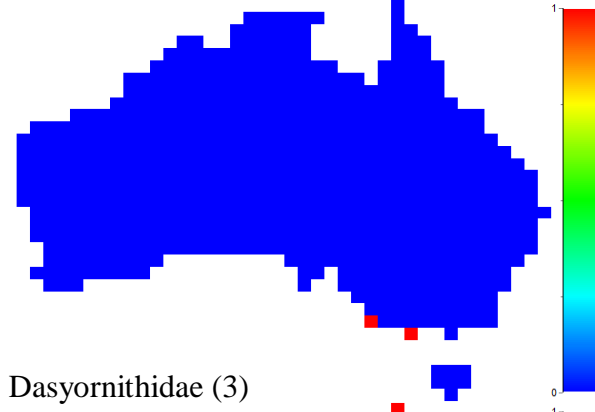
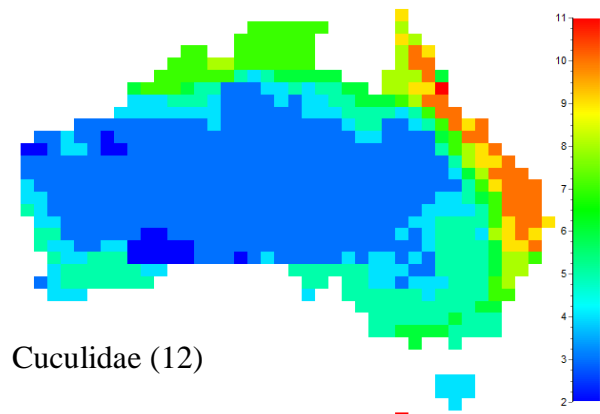
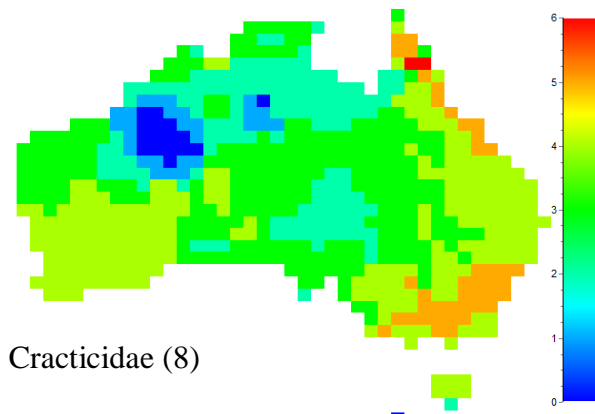


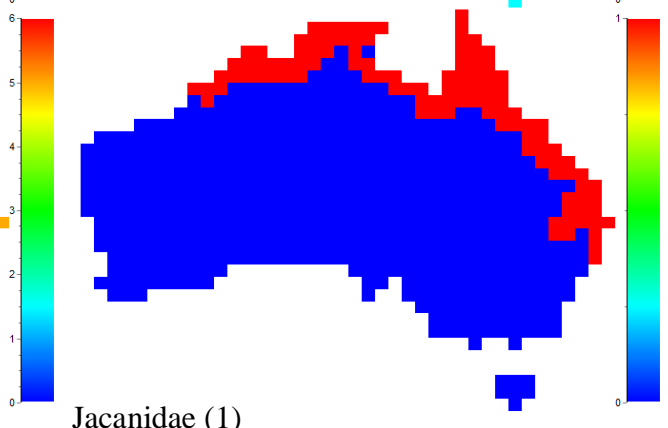
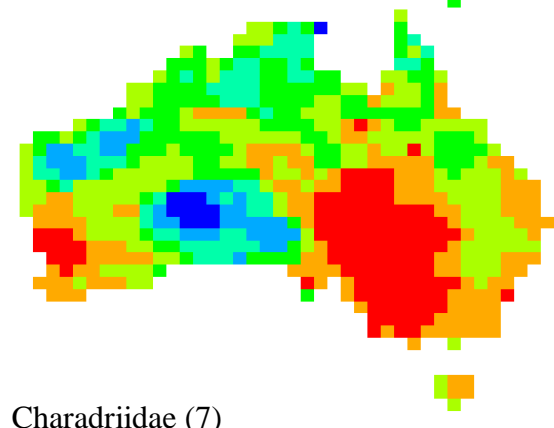
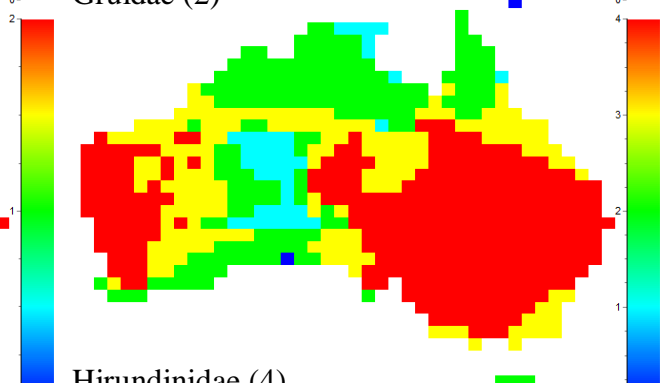
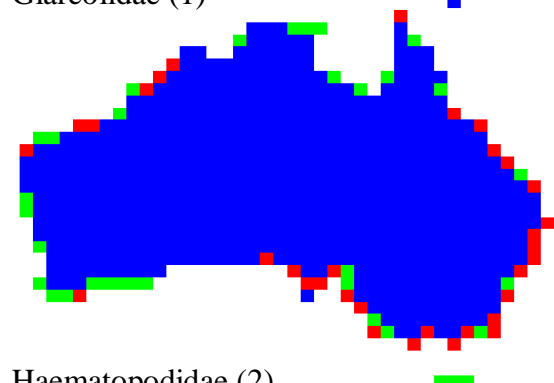
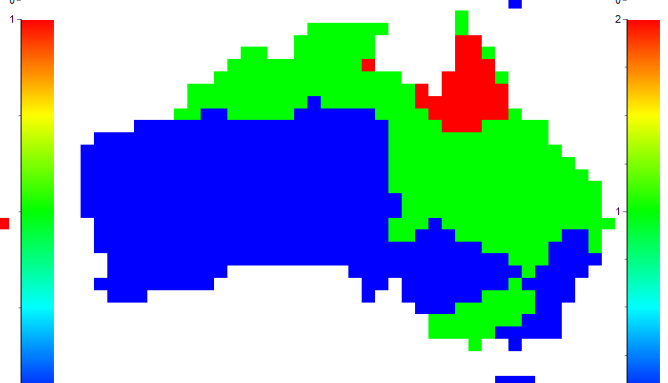
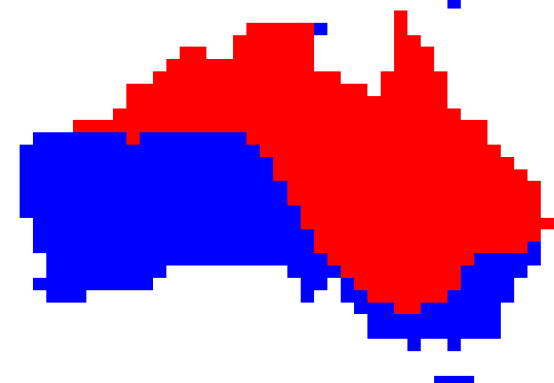
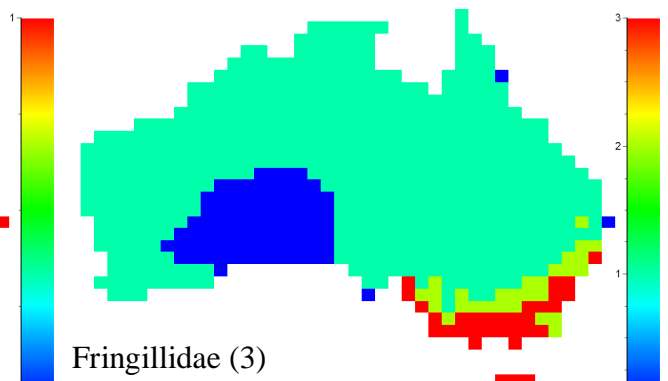
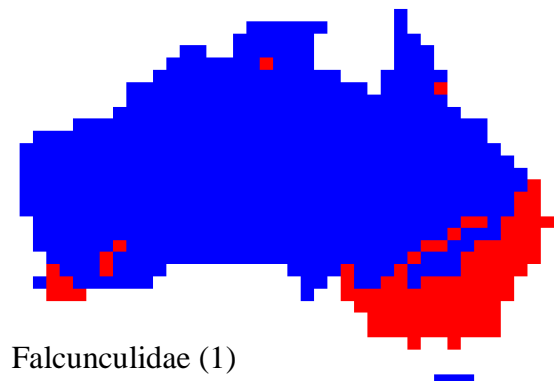
Casuariidae (1)

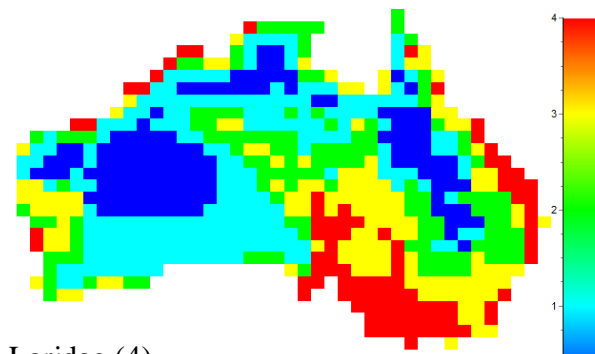


Ciconiidae (1)

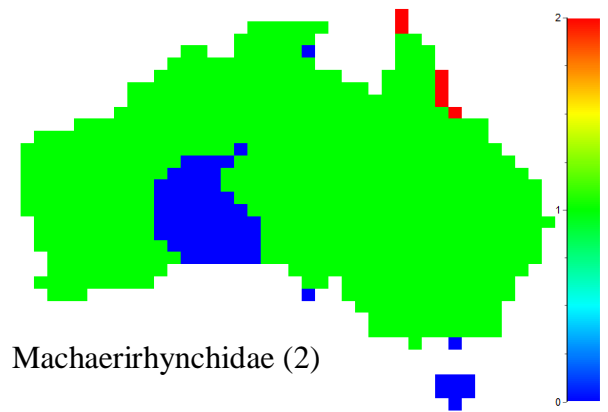




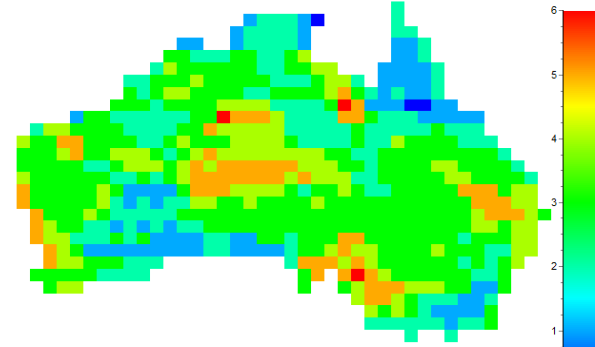




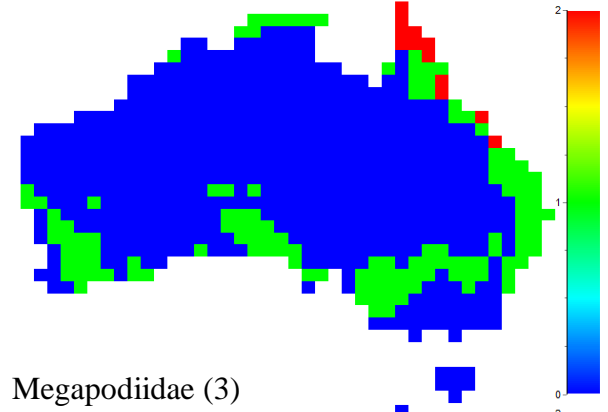
Laridae (4)



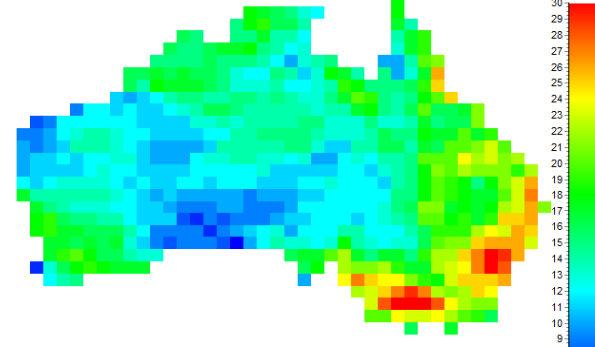
Machaerirhynchidae (2)



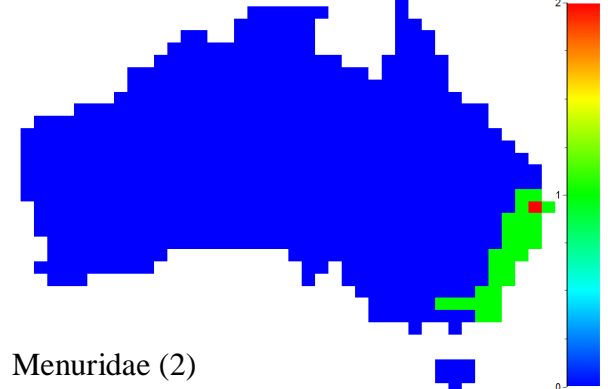
Maluridae (22)



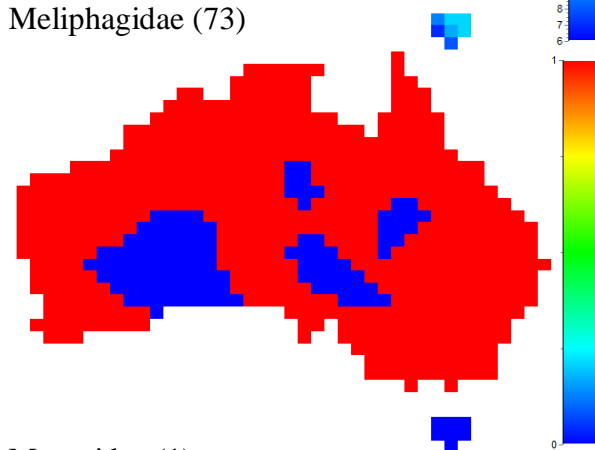
Megapodiidae (3)



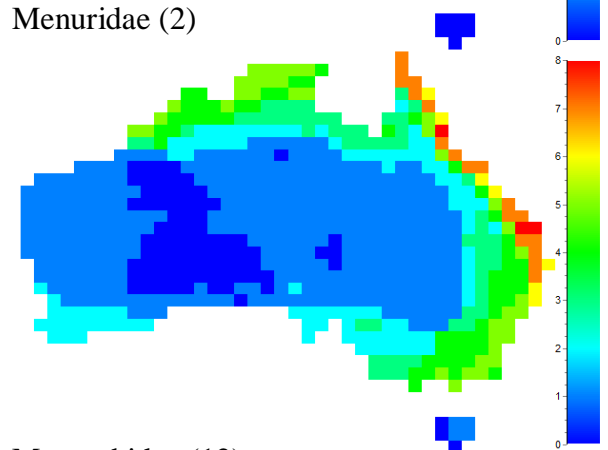
Meliphagidae (73)



Menuridae (2)



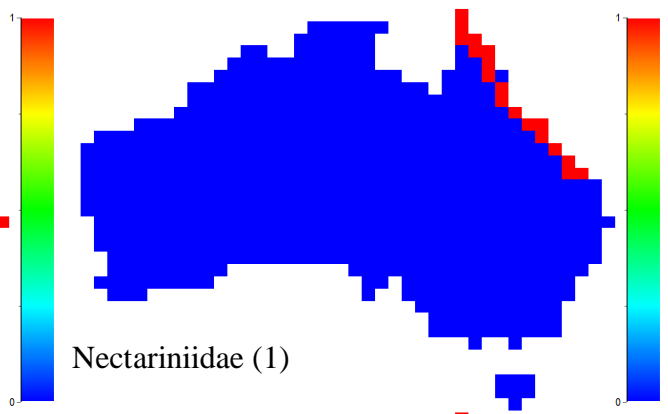
Meropidae (1)



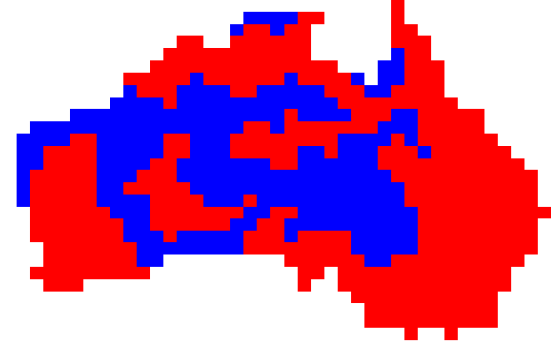
Monarchidae (12)



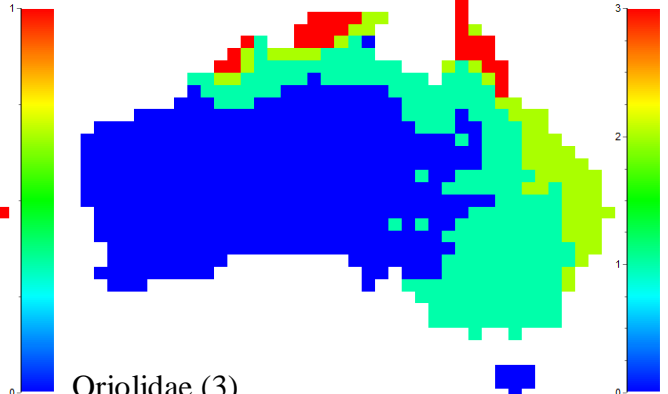
Motacillidae (1)



Nectariniidae (1)



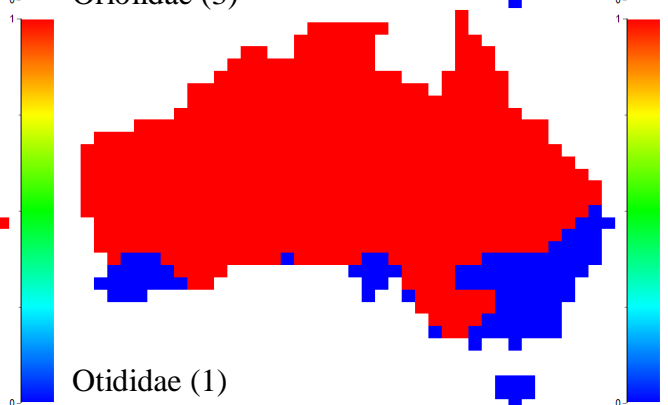
Neosittidae (1)



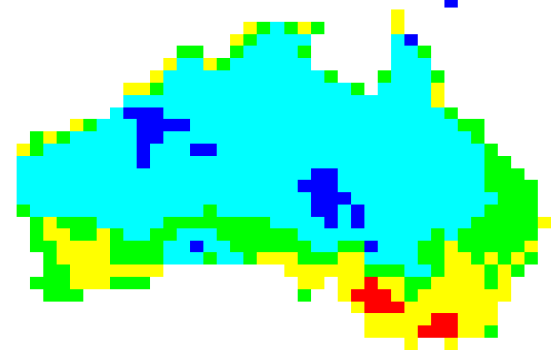
Oriolidae (3)



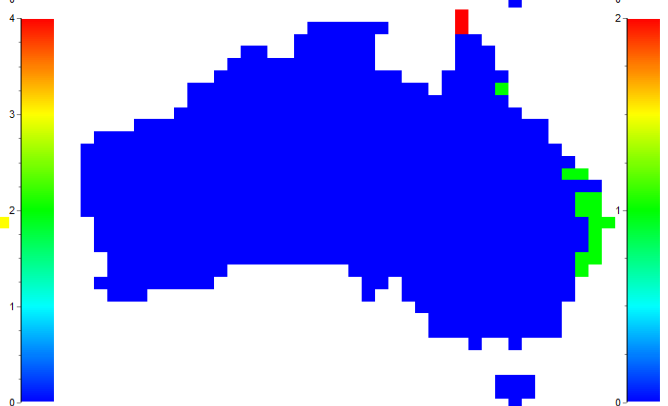
Orthonychidae (2)



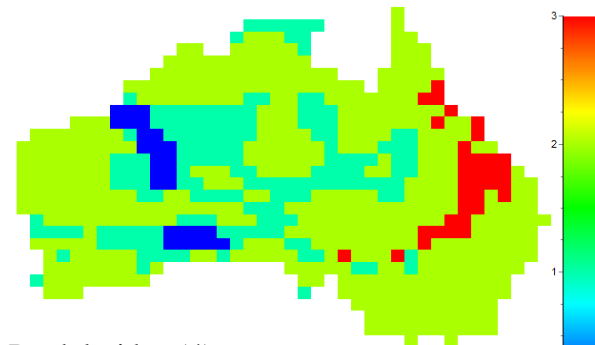
Otididae (1)



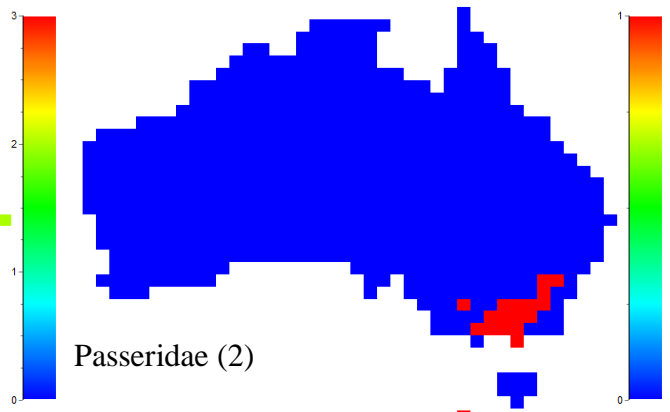
Pachycephalidae (8)



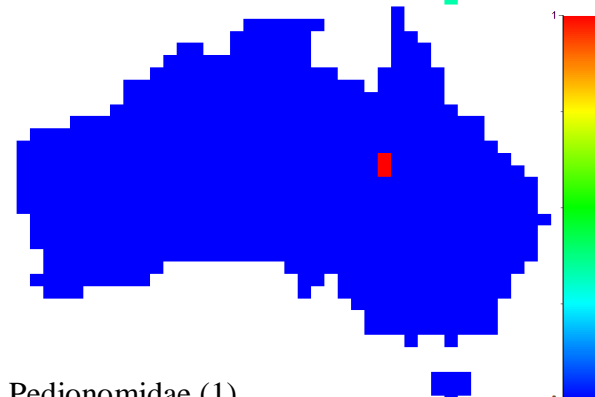
Paradisaeidae (4)



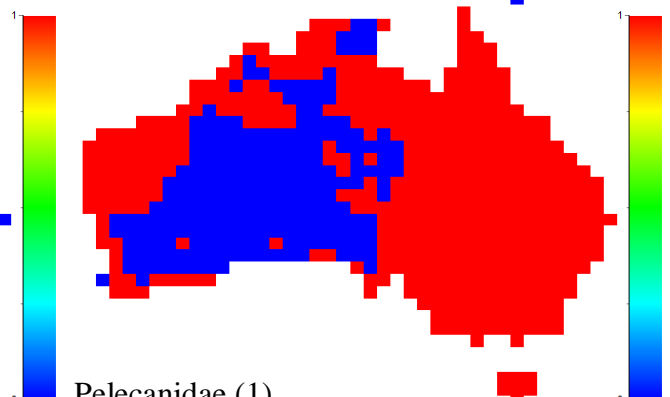
Pardalotidae (4)



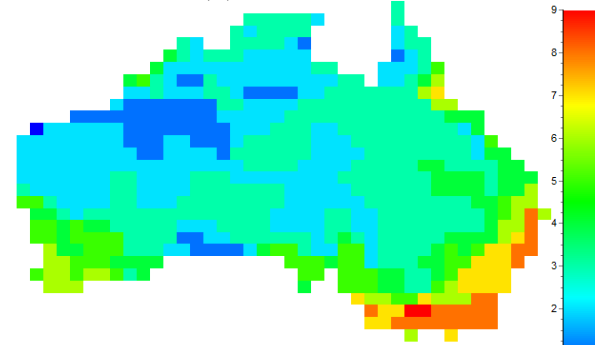
Passeridae (2)



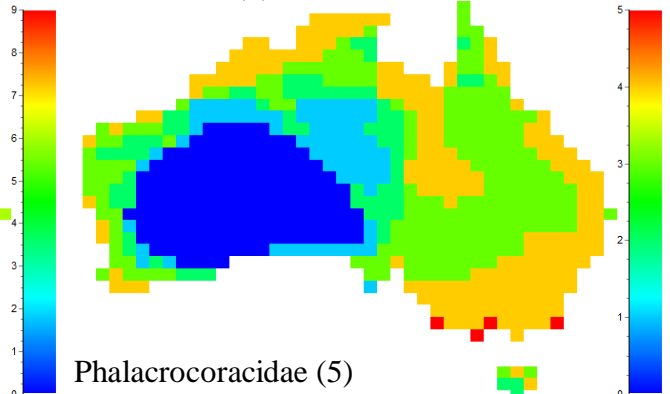
Pedionomidae (1)



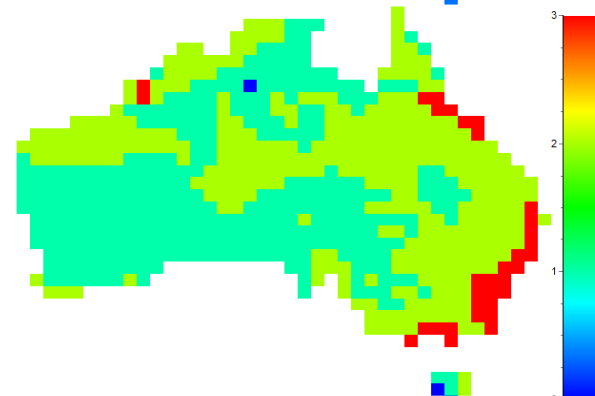
Pelecanidae (1)



Petroicidae (20)



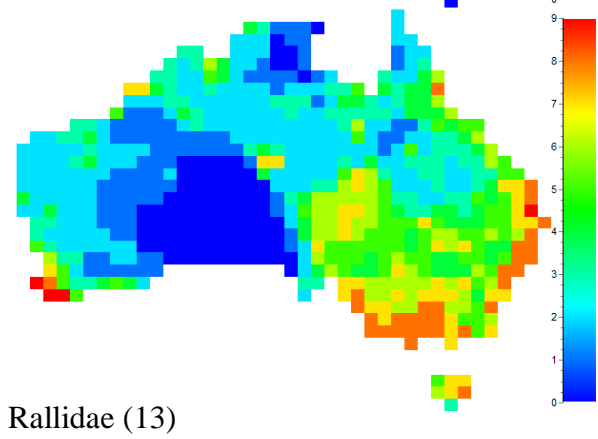
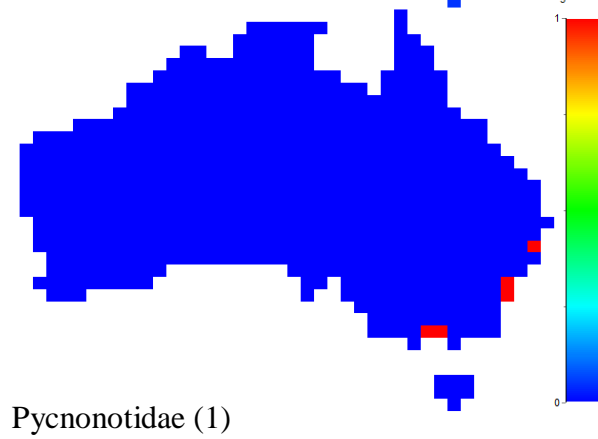
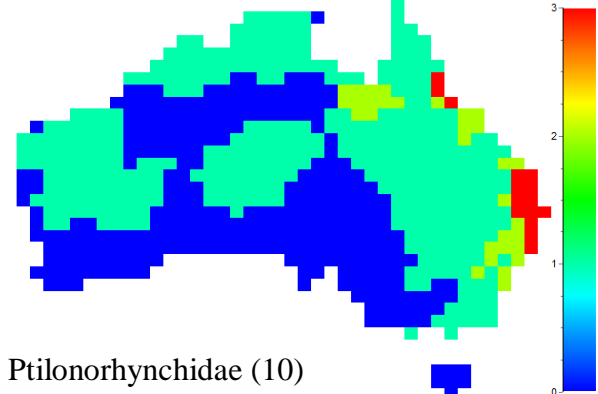
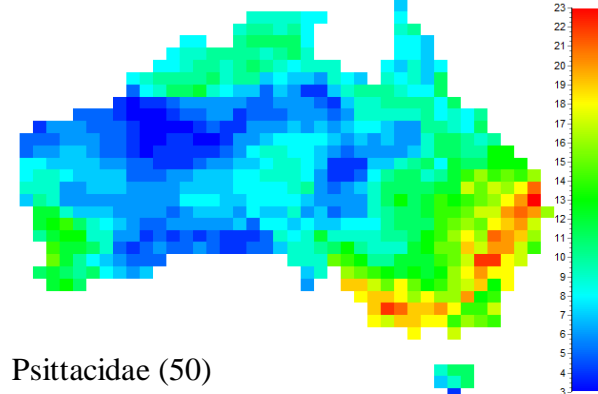
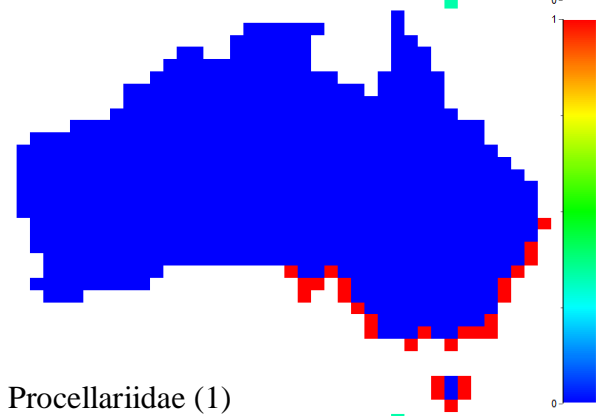
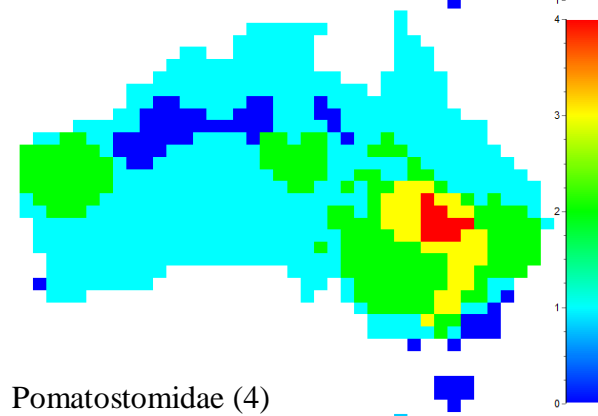
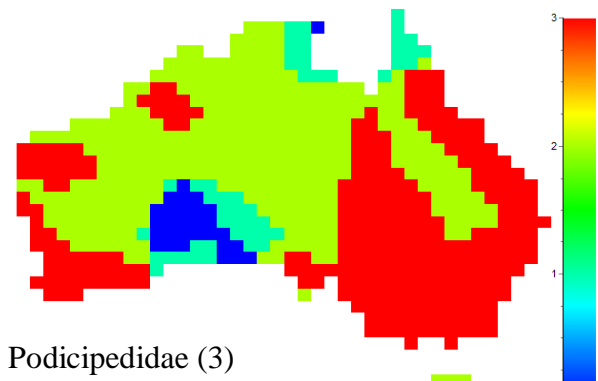
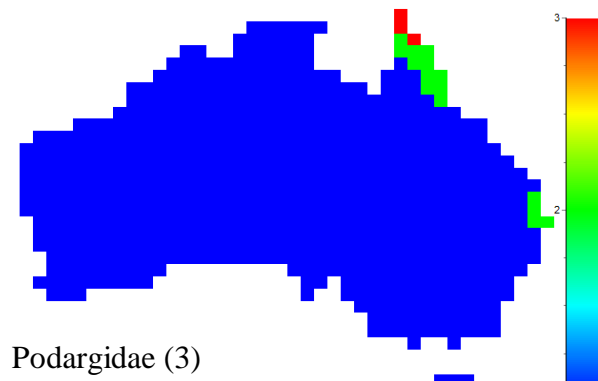
Phalacrocoracidae (5)

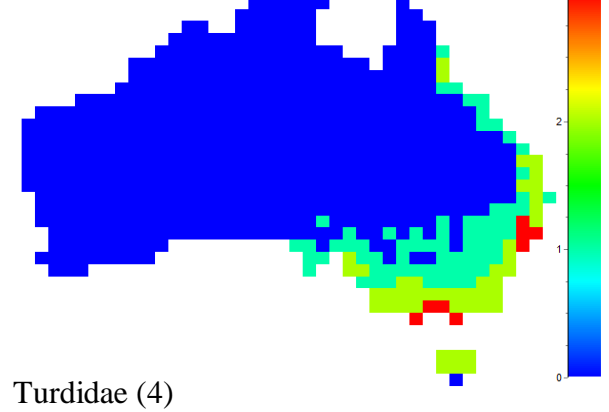
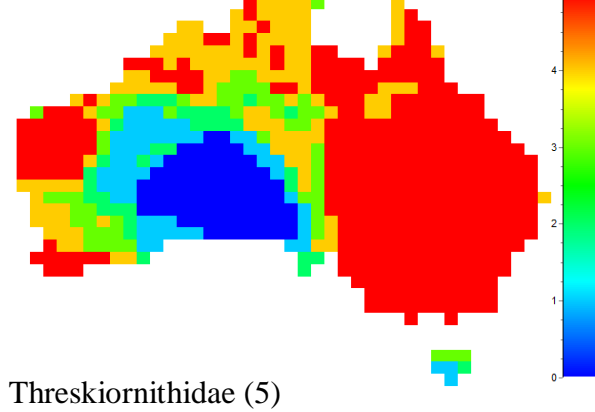
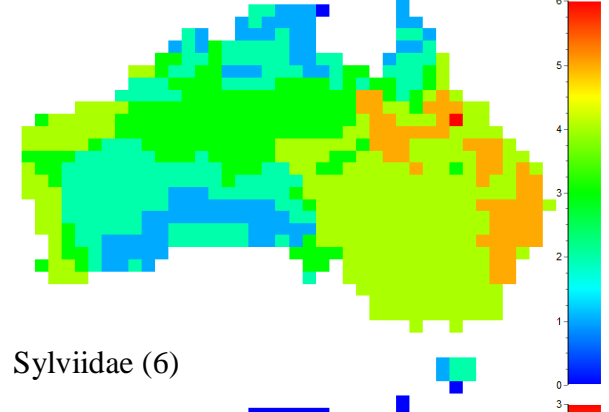
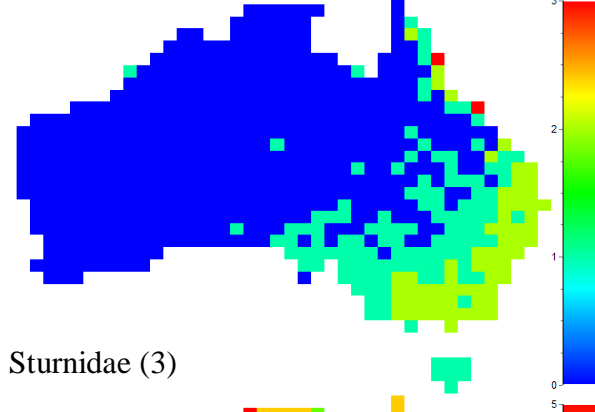
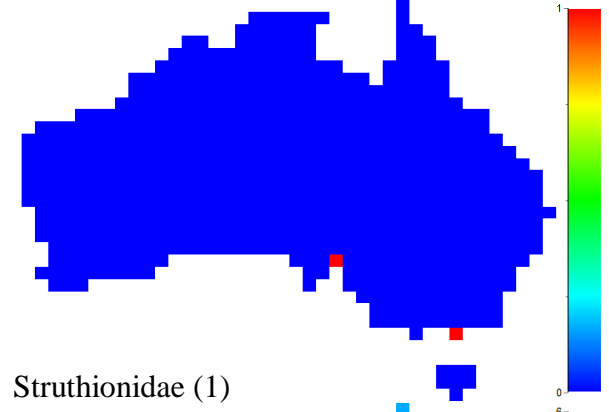
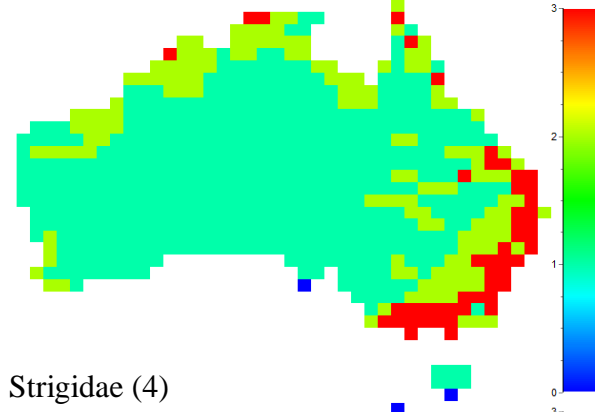
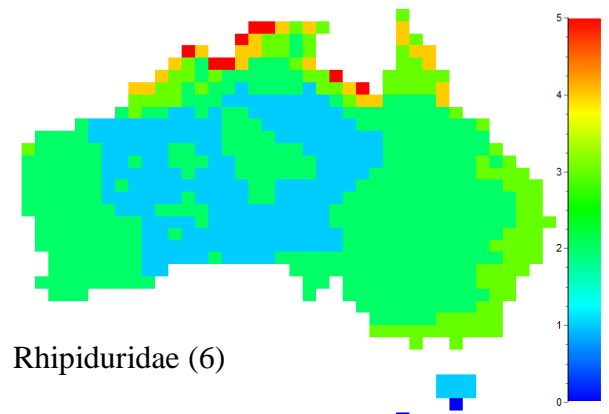
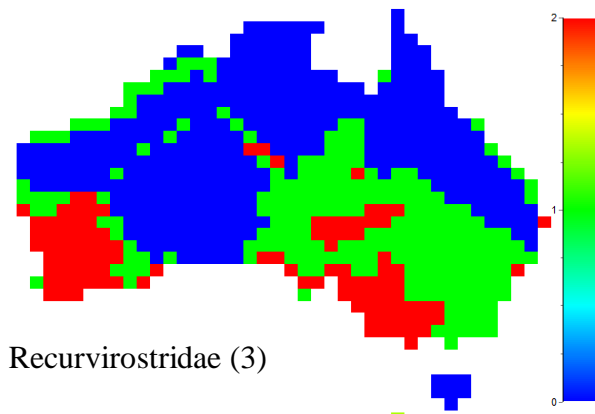


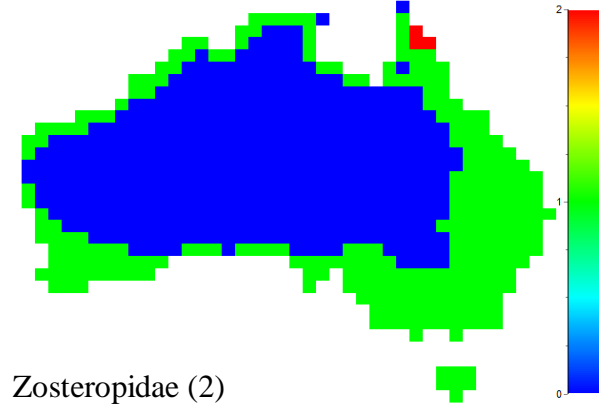
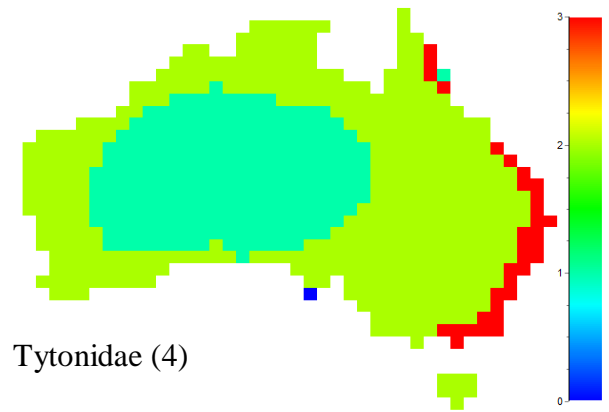
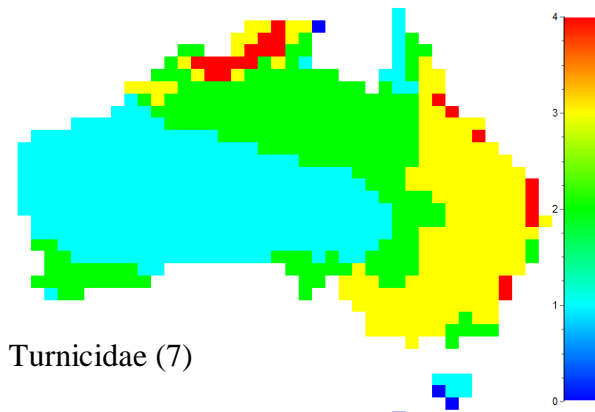
Phasianidae (3)



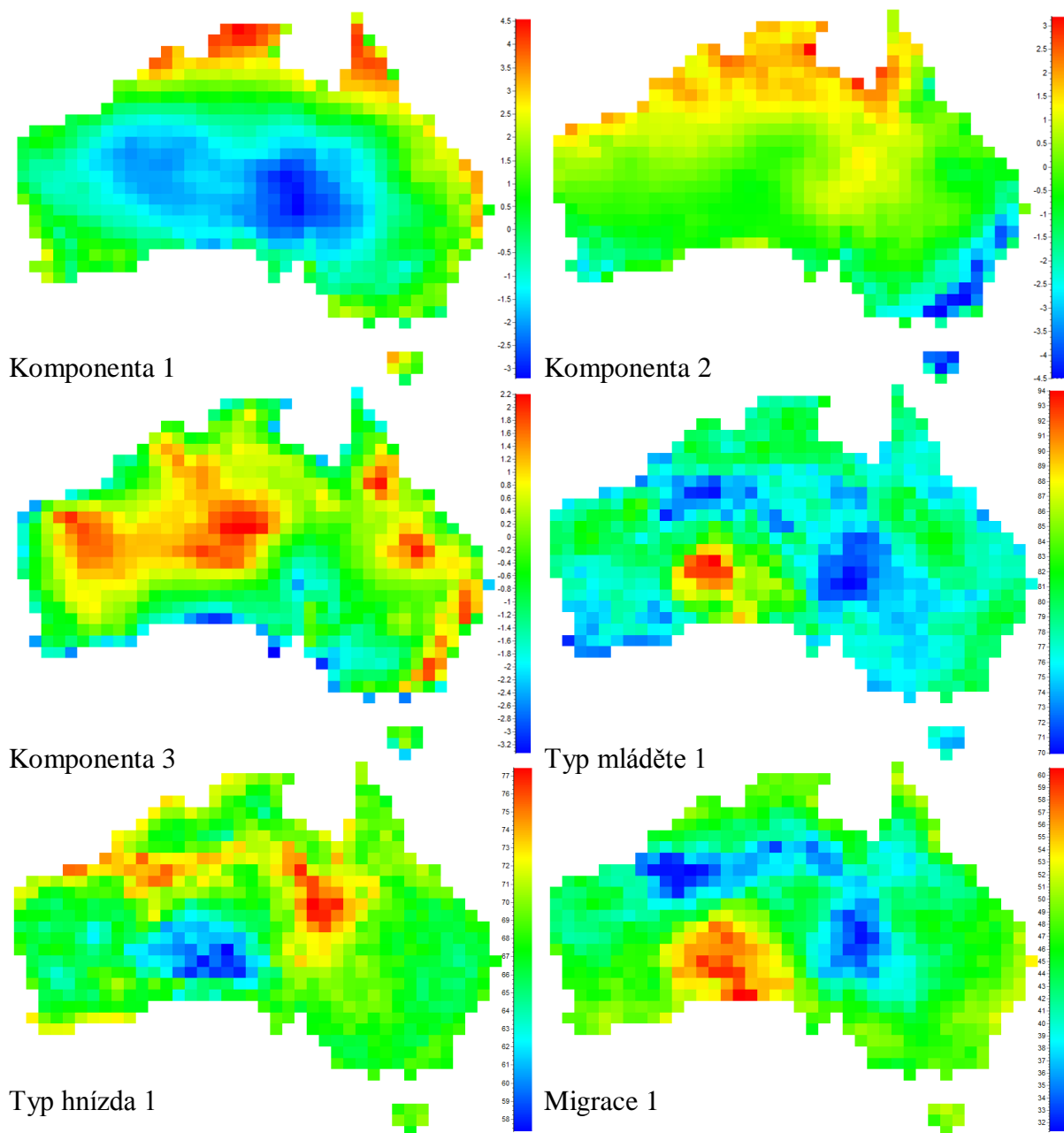
Pittidae (3)

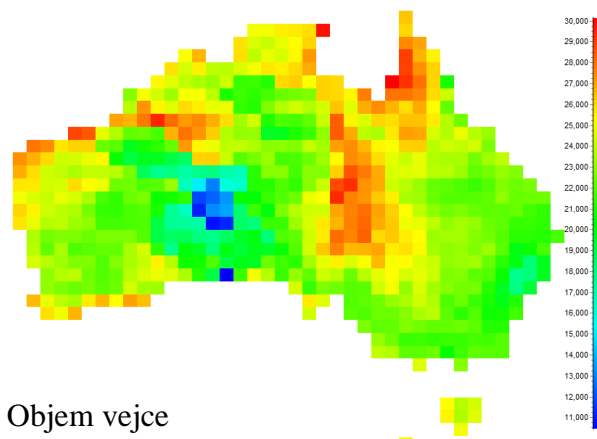




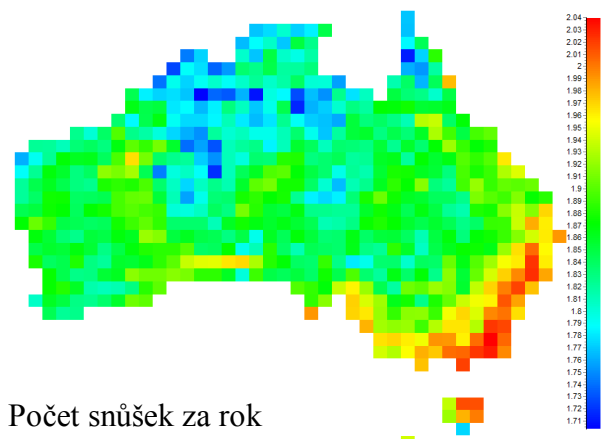


Příloha 2 Mapy prediktorů (Mapy znaků, které vystupují jako prediktory v jednotlivých analýzách, vyjma těch, které již byly v práci zobrazeny dříve (Průměrná velikost snůšky a Druhová bohatost).

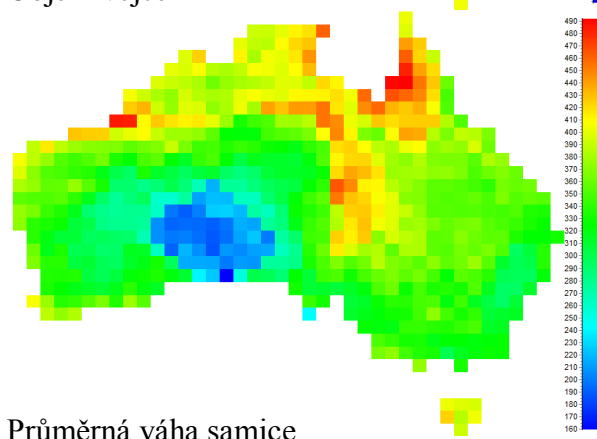




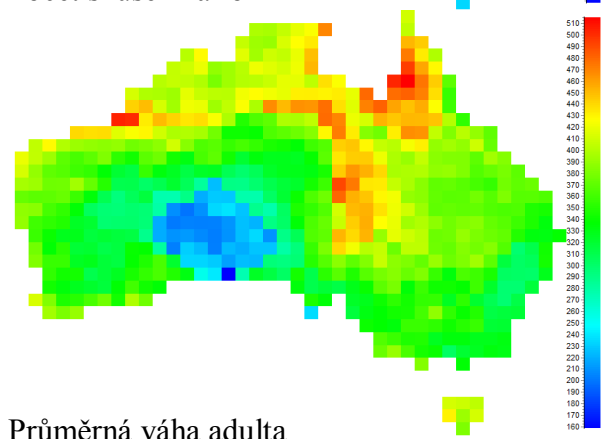
Objem vejce



Počet snůšek za rok

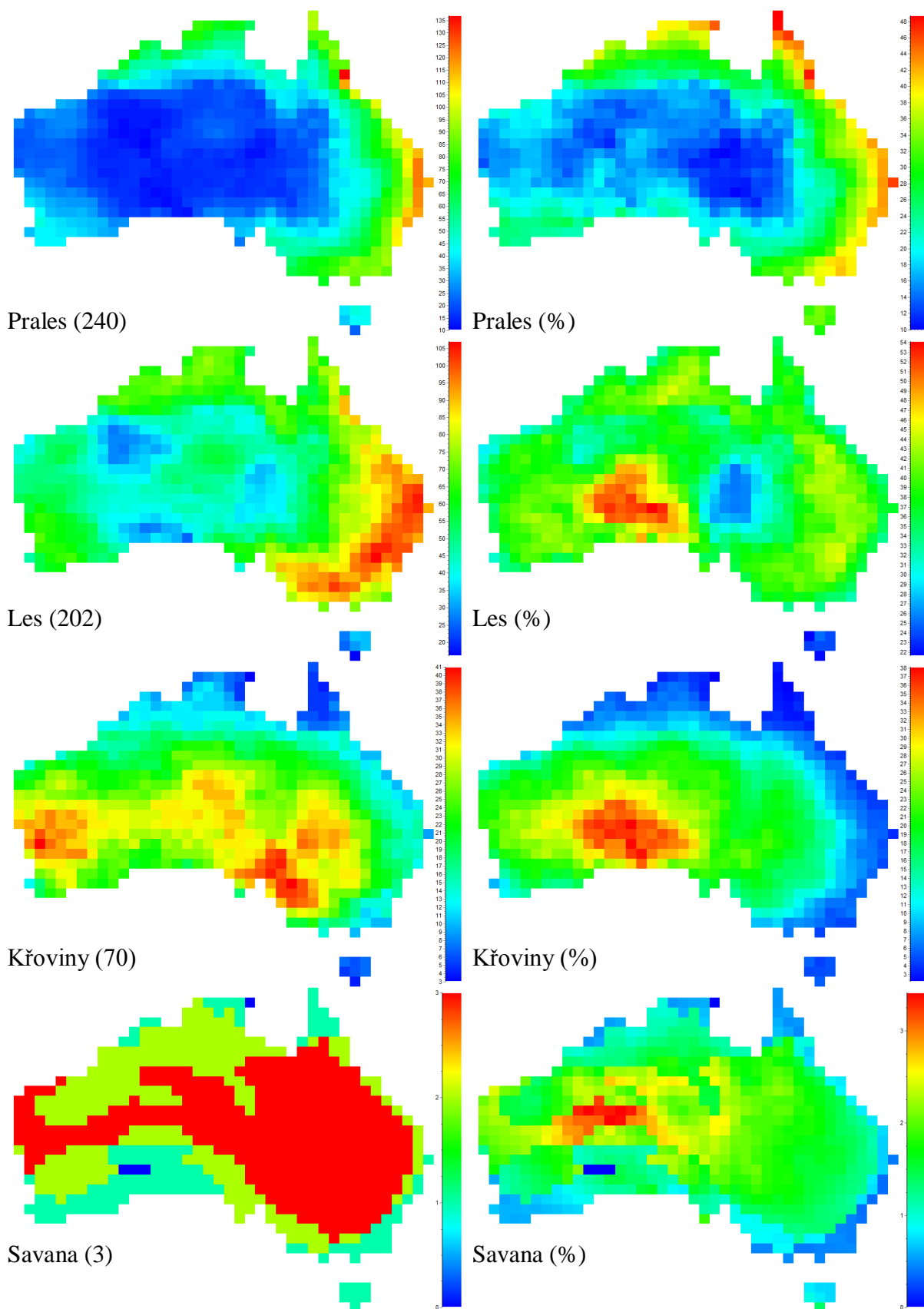


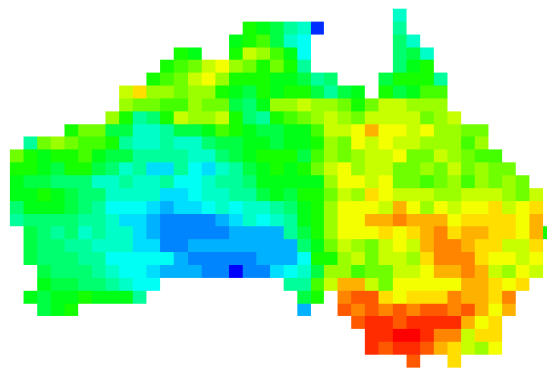
Průměrná váha samice



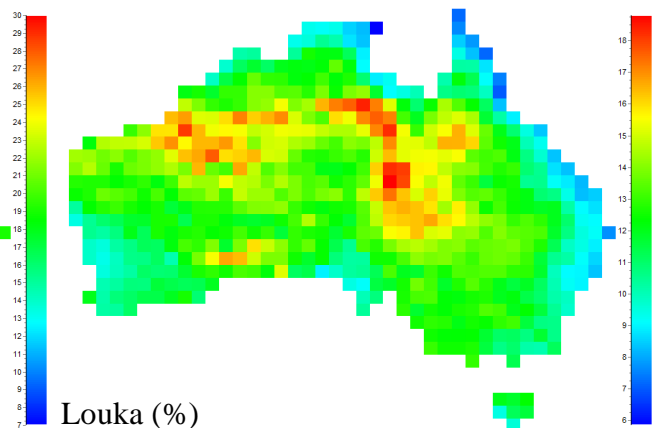
Průměrná váha adulta

Příloha 3 Mapy jednotlivých kategorií prostředí (v levém sloupci bohatost druhů, které mají hodnotu dané kategorie 2 či vyšší, v závorce celkový počet druhů; v pravém sloupci procentuální zastoupení druhů dané kategorie).

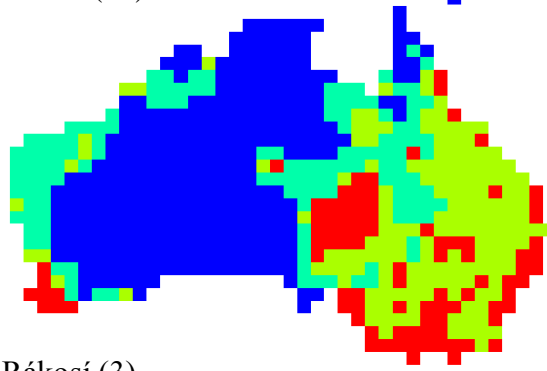




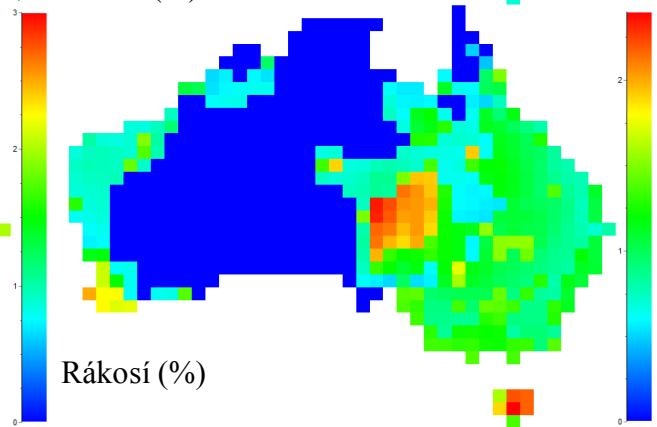
Louka (48)



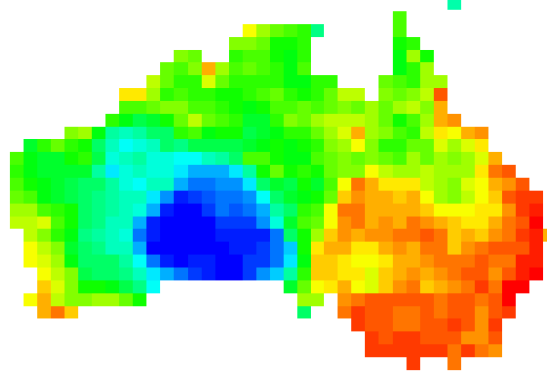
Louka (%)



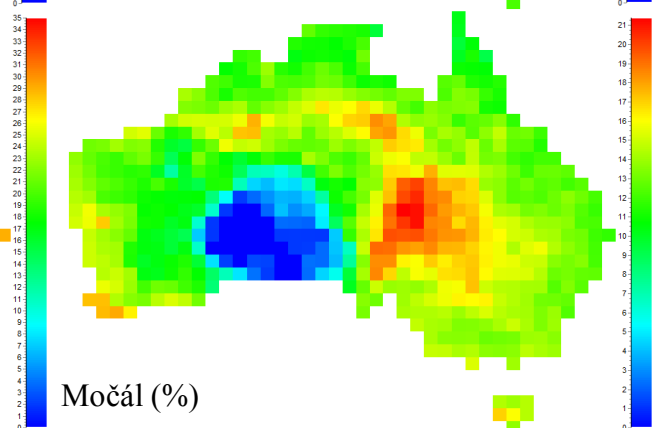
Rákosi (3)



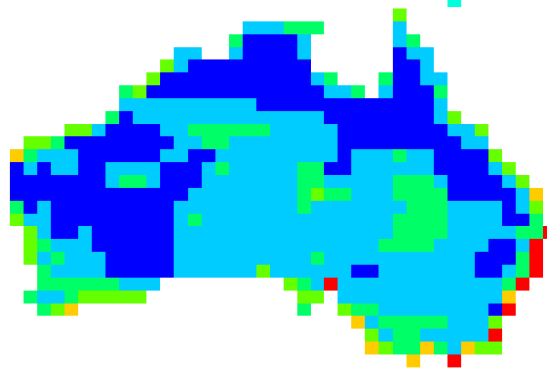
Rákosi (%)



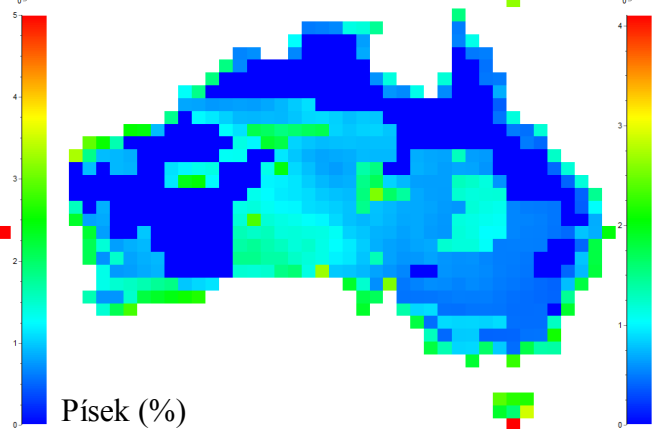
Močál (43)



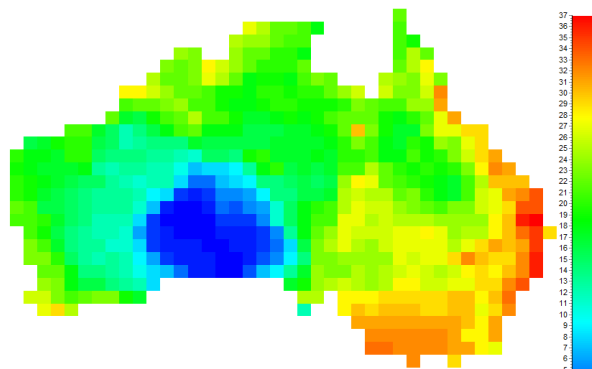
Močál (%)



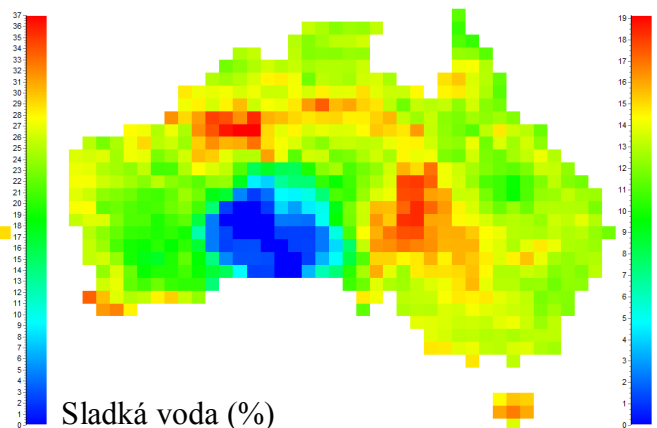
Písek (10)



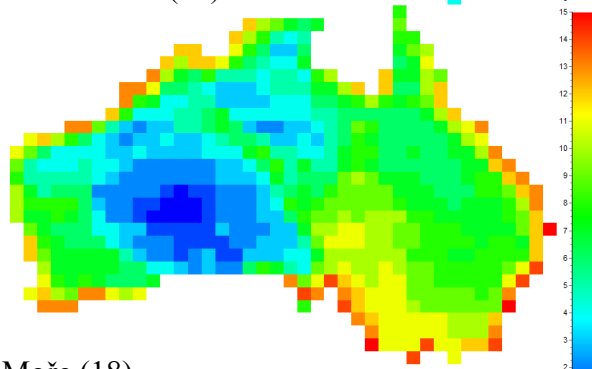
Písek (%)



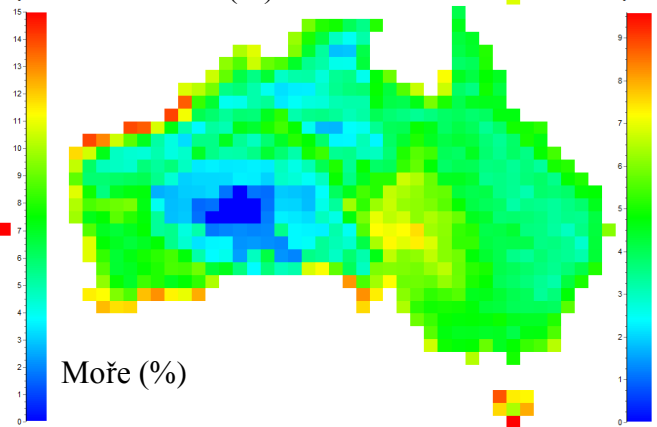
Sladká voda (41)



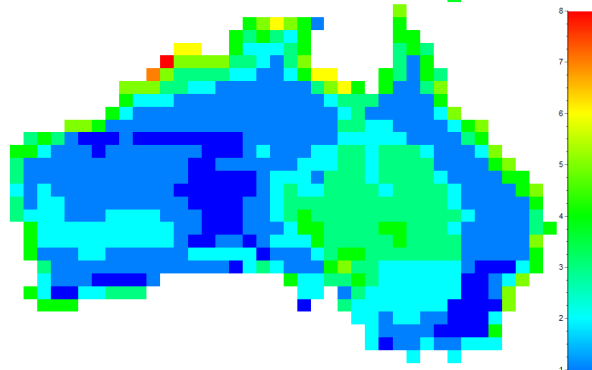
Sladká voda (%)



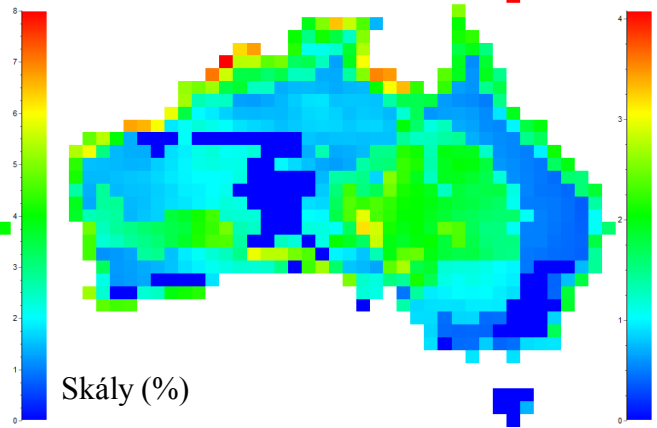
Moře (18)



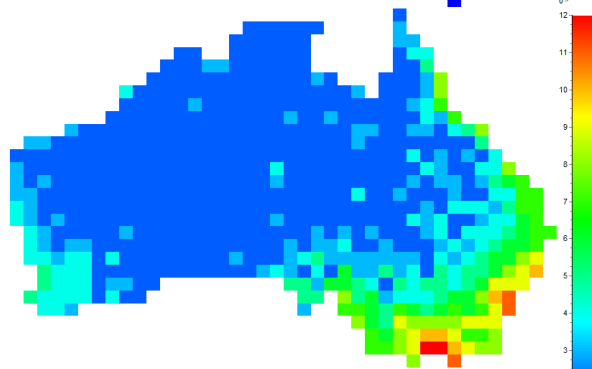
Moře (%)



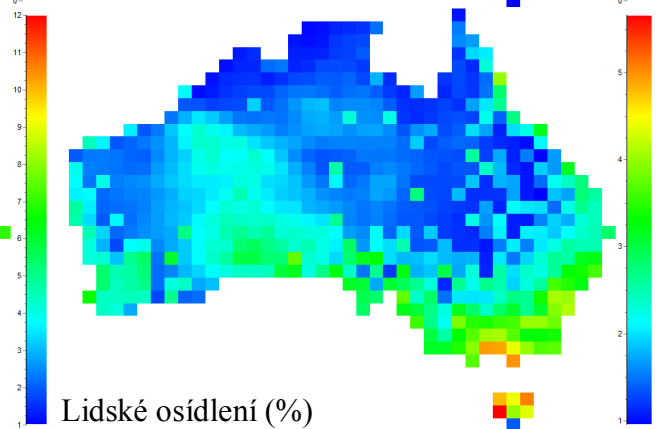
Skály (18)



Skály (%)

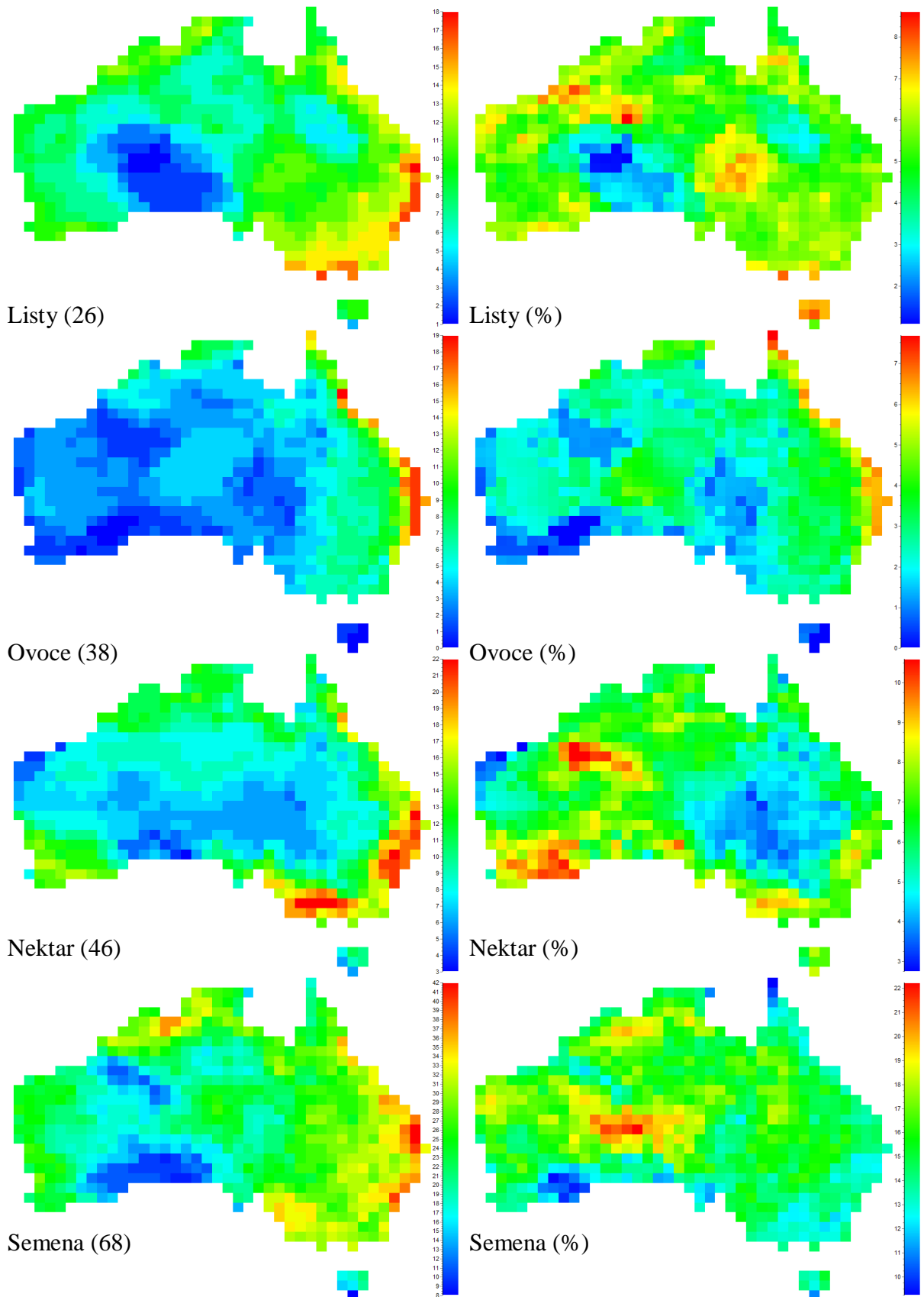


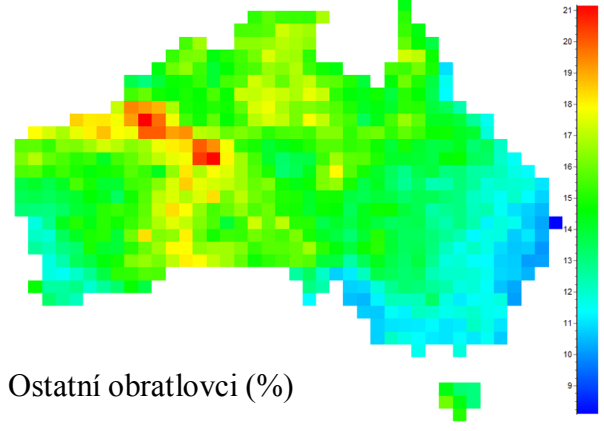
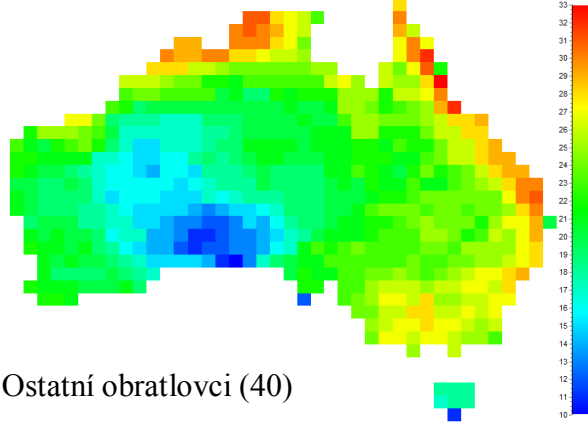
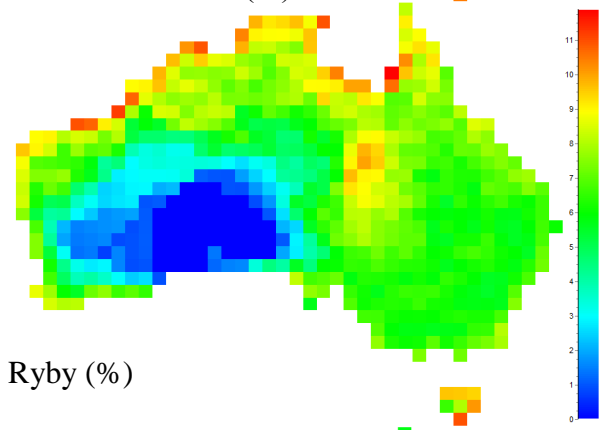
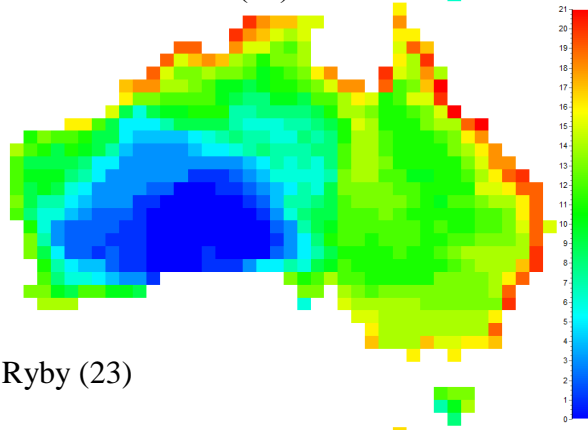
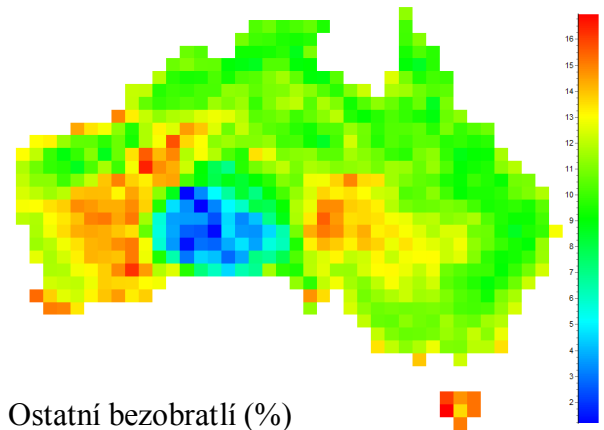
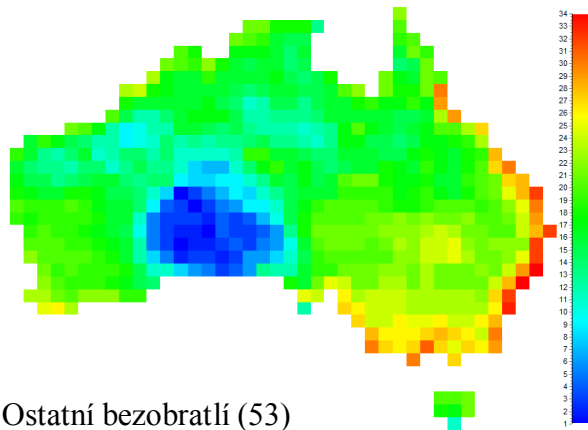
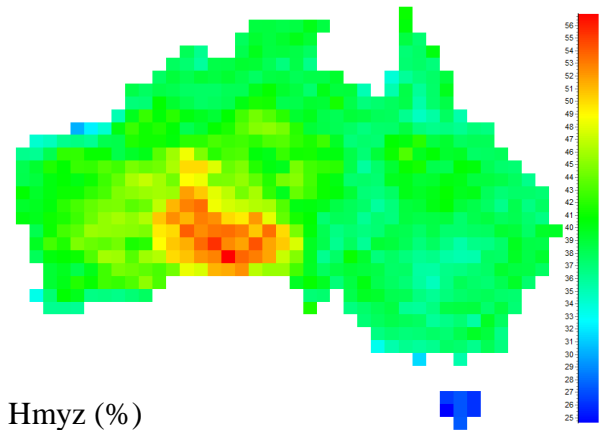
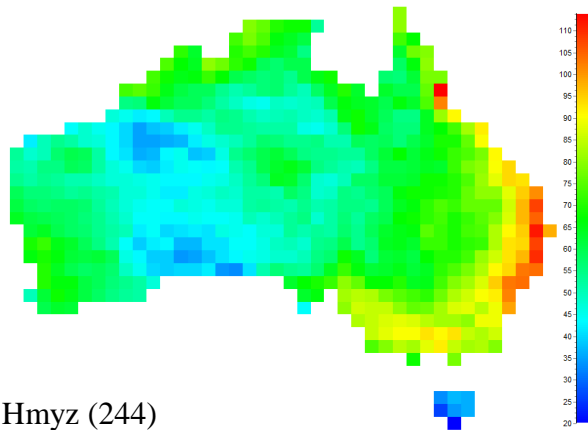
Lidské osídlení (17)

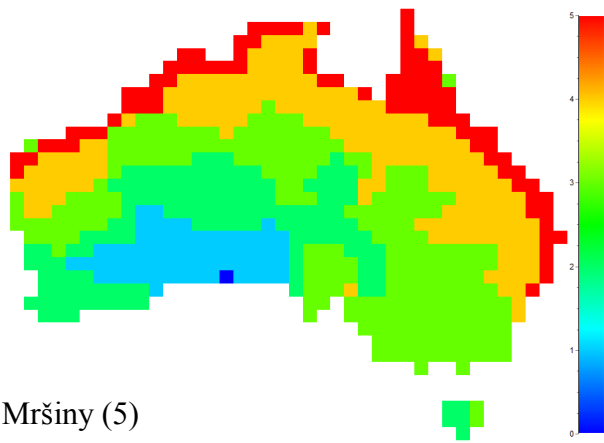


Lidské osídlení (%)

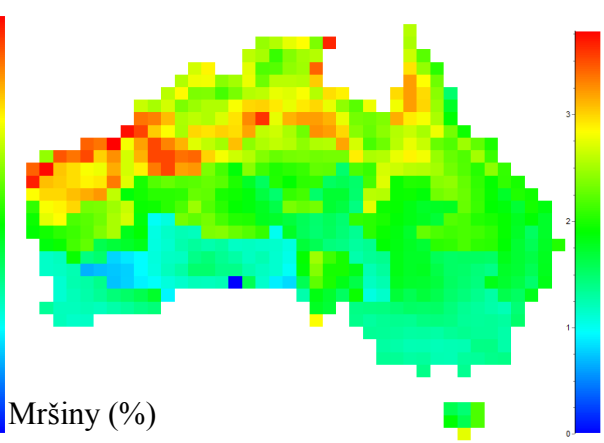
Příloha 4 Mapy jednotlivých kategorií typů potravy (v levém sloupci bohatost druhů, které mají hodnotu dané kategorie 2 či vyšší, v závorce celkový počet druhů; v pravém sloupci procentuální zastoupení druhů dané kategorie).







Mršiny (5)



Mršiny (%)



Příloha 5 Mapy jednotlivých kategorií míst sběru potravy (v levém sloupci bohatost druhů, které mají hodnotu dané kategorie 2 či vyšší, v závorce celkový počet druhů; v pravém sloupci procentuální zastoupení druhů dané kategorie).

