

**Univerzita Palackého v Olomouci**  
**Přírodovědecká fakulta**

**Růstová alometrie u mlád'at pěvců**

Diplomová práce

2014

Bc. Jakub Vrána

**Univerzita Palackého v Olomouci**  
**Přírodovědecká fakulta**

**Růstová alometrie u mládřat pěvců**

Magisterská diplomová práce

Studijní program: N1501/Biologie

Studijní obor: 1502T003/Zoologie

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

Konzultant: Nicholas Ryan Friedman Ph.D.

Autor: Bc. Jakub Vrána

**Olomouc 2014**

Univerzita Palackého v Olomouci  
Přírodovědecká fakulta

Prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: "Růstová alometrie u mláďat pěvců" vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Olomouci dne .....

Podpis .....

## **Poděkování**

Velký dík zasluží především můj školitel Doc. Mgr. Vladimír Remeš Ph.D. za rady, data a vedení mé práce. Rád bych poděkoval také Mgr. Beátě Matysiokové Ph.D. za poskytnutí části dat. Nicholas Ryan Friedman Ph.D. byl ochotný ke konzultaci a zapomenout nesmím ani na přátele a celou svou velkou rodinu, kteří mně při psaní práce vždy podporovali.

## Bibliografická identifikace

**Jméno a příjmení:** Jakub Vrána

**Název práce:** Růstová alometrie u mlád'at pěvců

**Typ práce:** Magisterská

**Pracoviště:** Katedra zoologie a ornitologická laboratoř, Přírodovědecká fakulta UP

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

**Rok obhajoby práce:** 2014

### Abstrakt:

Rychlost růstu patří mezi významnou část životní historie zvířat. Jde přitom o evolučně flexibilní znak, jenž může být ovlivněn řadou faktorů. V této práci se zabývám vztahem rychlosti růstu (růstová konstanta  $K$ ), relativní rychlosti růstu ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ,  $K_{\text{křídlo}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a relativního rozvoje orgánů (rozvoj orgánu při opuštění hnízda/veliči a váha u dospělce) k vybraným faktorům (velikost snůšky, poloha hnízda, zeměpisná šířka, zoogeografická oblast, způsob sběru potravy, způsob krmení mlád'at, velikost dospělce, typ hnízda a míra predace). Analýzy byly prováděny pro měření po celou dobu růstu mlád'at v hnízdě a pro měření ukončené při 70% váhy dospělce. Jako statistická metoda byla použita mnohonásobná regrese. Veškeré výpočty byly prováděny v programu R 2.15.1.

Celkově jsem pracoval se 227 druhy pěvců z 54 čeledí. Pro měření po celou délku pobytu mlád'at v hnízdě vyšla u rychlosti růstu hmotnosti, běháku i křídla negativní korelace s velikostí dospělého jedince. Dále u rychlosti růstu hmotnosti po celou dobu pobytu mlád'at v hnízdě vychází průkazně negativní korelace s výškou hnízda nad zemí (při 70% těsně neprůkazné) a s velikostí snůšky. Při obou analýzách vychází průkazně vztah rychlosti růstu hmotnosti a hnízdění v různých zoogeografických oblastech. Nejrychleji rostoucí se zdají být ptáci z Orientu a Palearktu. Růst hmotnosti se zdá být evolučně nejflexibilnějším znakem. U běháku vychází pro obě analýzy korelace se způsobem sběru potravy, když nejpomalejší růst koreluje s lovem ve vzduchu. Pro křídlo vychází při měření do 70% průkazně pozitivní vztah s výškou hnízda nad zemí. Též vyšla korelace se způsobem krmení, když krmení

pouze od páru by mělo vést k rychlejšímu růstu než kooperace a krmení od páru. Výsledky však mohou být ovlivněny malým vzorkem pro tuto analýzu.

U relativní rychlosti růstu běháku vychází při obou analýzách průkazný pozitivní vztah s výškou hnízda. Při celé délce pobytu mládřat v hnízdě je průkazná též korelace se způsobem sběru potravy (nejnižší rychlost koreluje s lovem ve vzduchu). Při měření do 70% váhy dospělého vychází u běháku průkazně i vztah mezi rychlejším růstem a otevřenými hnízdy. Pro křídlo nevyšel průkazně žádný vztah faktorů s relativní rychlostí růstu.

Relativní rozvoj hmotnosti i křídla ukazuje u zoogeografické oblasti, polohy hnízda a velikosti snůšky obrácený vztah než u rychlosti růstu. V obou případech je ale průkazný negativní vztah s velikostí adulta. U relativního rozvoje křídla vyšla korelace se zoogeografickými oblastmi, kde je nejmenší relativní rozvoj v Orientu. U relativního rozvoje hmotnosti také vychází negativní vztah s polohou hnízda a velikostí snůšky. Presentované výsledky nám odkrývají část složitých vztahů v životní historii a evoluci pěvců

**Klíčová slova:** rychlost růstu, běhák, křídlo, hmotnost, ekologické faktory, rozvoj orgánů

**Počet stran:** 50 + apendix

**Jazyk:** Český

## **Bibliographical identification**

**Author's first name and surname:** Jakub Vrána

**Title:** Growth allometry of Passerines

**Type of thesis:** Master

**Department:** Department of Zoology, Palacký university, The Czech Republic

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

**The year of presentation:** 2014

### **Abstract:**

Growth rate is important part of animal's life-history. It is evolutionary flexible feature which can be influenced by many factors. I research a relationship between growth rate, relative growth rate, relative development of chosen body parts (weight, tarsometatarsus and wing) and chosen environmental factors (clutch size, position of nest, predation rate, type of nest, adult size, latitude, zoogeographical regions, foraging mode, kind of feeding). The Passerine birds are my model group. I use two kinds of analysis. I analyse the data for all fledging period and the data which are cut in 70% of adult's weight. These data are analysed in program R 2.15.1. I research 227 species from 54 families. My results suggest that species with faster growth rate of weight have also faster growth rate of tarsometatarsus and wing. I also find a negative correlation between growth rates of all features and their adult body's parts. I also discover that growth rate of weight, which seems to be the most flexible feature, is negatively correlated with growing clutch size and growing position of nest. The relationship with zoogeographical regions is also conclusive. There seems to be a correlations between faster growth rate of weight and breeding in Orient and Palearctic regions. The results for tarsometatarsus suggest a correlation between its growth rate and kinds of foraging mode, when the species, which hunt food in air, has slower growth rate. The growth rate of wing (for the second type of analysis – 70% of adult mass) seems to have positive relationship with growing position of nest. Results of the

analysis also suggest a correlation with type of feeding when the feeding by pair seems to correlate with faster growth rate. A problem is that the analysis is working with small sample. The relative growth rate of tarsometatarsus has positive correlation with growing position of nest. The results also suggest a relationship between these relative growth rate and foraging mode (slower growth rate correlates with collecting in air). A correlation with breeding in open nest is also conclusive. The relative development of weight and wing has negative relationship with adult's size. There is also a correlation with zoogeographical regions. The birds from the Orient region are less developed than others. The relative development of weight shows positive correlation with clutch size and the position of nest. These results are in opposition to the results of growth rate. My work could bring a new information about the evolution of bird life-history.

**Keywords:** growth rate, weight, tarsometatarsus, wing, environmental factors

**Number of pages:** 50 + appendix

**Language:** Czech



## Obsah

1.	Úvod.....	1
1.1.	Faktory ovlivňující růst mláďat.....	1
1.2.	Pěvci - modelová skupina.....	4
2.	Cíle práce.....	5
3.	Metodika.....	5
3.1.	Růstová křivka.....	6
3.2.	Vysvětlované proměnné - hmotnost, délka běháku a křídla.....	7
3.3.	Faktory prostředí.....	8
3.4.	Statistické zpracování dat.....	11
4.	Výsledky.....	11
4.1.	Porovnání rychlosti růstu hmotnosti s délkami běháků a křídla .....	11
4.2.	Vliv faktorů prostředí na rychlost růstu hmotnosti, běháku a křídla.....	19
4.3.	Vliv faktorů prostředí na relativní rychlost růst.....	29
4.4.	Vliv faktorů prostředí na relativní rozvoj jednotlivých částí těla.....	34
5.	Diskuze.....	38
5.1.	Porovnání rychlosti růstu hmotnosti s délkami běháků a křídla.....	38
5.2.	Vliv faktorů prostředí na rychlost růstu hmotnosti, běháku a křídla.....	38
5.3.	Vliv faktorů prostředí na relativní rychlost růstu.....	40
5.4.	Relativní rozvoj jednotlivých částí těla.....	41
6.	Závěr.....	41
7.	Literatura.....	43

## Přílohy

## Seznam tabulek

<b>Tab. 1:</b> Formulace logistické, Gompertzovy a von Bertalanffyho rovnice pro výpočet růstové křivky hmotnosti, případně délky běháku nebo křídla. Vysvětlení parametrů rovnic viz. text.....	7
<b>Tab. 2:</b> Počet druhů pro jednotlivé zoogeografické oblasti.....	9
<b>Tab. 3:</b> Průměr a směrodatná odchylka (SD) pro růstové konstanty (K) u hmotnosti, křídla a běháku. Měřeno po celou dobu pobytu mládřat v hnízdě.....	13
<b>Tab. 4:</b> Průměr a směrodatná odchylka (SD) pro růstové konstanty (K) u hmotnosti, křídla a běháku. Měřeno do 70% váhy adulta.....	14
<b>Tab. 5:</b> Průměr a směrodatná odchylka (SD) pro konstanty relativní rychlosti růstu ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ , $K_{\text{křídlo}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) u křídla a běháku. Měřeno po celou dobu pobytu mládřat v hnízdě.....	16
<b>Tab. 6:</b> Průměr a směrodatná odchylka (SD) pro konstanty relativní rychlosti růstu ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ , $K_{\text{křídlo}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) u křídla a běháku (měřeno do odsažení 70% váhy adultů)...	17
<b>Tab. 7:</b> Průměr a směrodatná odchylka (SD) pro relativní velikost těla při opouštění hnízda. Měřeno pro hmotnost, křídlo a běhák.....	18
<b>Tab. 8:</b> Výsledky analýzy vztahu rychlosti růstu hmotnosti a faktorů prostředí pro celou dobu pobytu mládřat v hnízdě. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 96. Model vysvětlil (adjusted R square) 52,5% variability. Průkazné výsledky zvýrazněny tučně.....	23
<b>Tab. 9:</b> Výsledky analýzy vztahu rychlosti růstu hmotnosti a faktorů prostředí pro měření ukončené při 70% váhy adultů. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 46. Model vysvětlil (adjusted R square) 40,3% variability. Průkazné výsledky zvýrazněny tučně.....	23
<b>Tab. 10:</b> Výsledky analýzy vztahu rychlosti růstu běháku a faktorů prostředí pro celou dobu pobytu mládřat v hnízdě. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 60. Model vysvětlil (adjusted R square) 26,3% variability. Průkazné výsledky zvýrazněny tučně.....	26

<b>Tab. 11:</b> Výsledky analýzy vztahu rychlosti růstu běháku a faktorů prostředí pro měření ukončené při 70% váhy adultů. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 27. Model vysvětlil (adjusted R square) 16,1% variability. Průkazné výsledky zvýrazněny tučně.....	26
<b>Tab. 12:</b> Výsledky analýzy vztahu rychlosti růstu křídla a faktorů prostředí pro celou dobu pobytu mládřat v hnízdě. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 53. Model vysvětlil (adjusted R square) 14,9% variability. Průkazné výsledky zvýrazněny tučně.....	29
<b>Tab. 13:</b> Výsledky analýzy vztahu rychlosti růstu křídla a faktorů prostředí pro měření ukončené při 70% váhy adultů. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 13. Model vysvětlil (adjusted R square) 43,2 % variability.....	29
<b>Tab. 14:</b> Výsledky analýzy vztahu relativní rychlosti růstu běháku ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a faktorů prostředí pro celou dobu pobytu mládřat v hnízdě. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 60. Model vysvětlil (adjusted R square) 17,9% variability. Průkazné výsledky zvýrazněny tučně.....	32
<b>Tab. 15:</b> Výsledky analýzy vztahu relativní rychlosti růstu běháku ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a faktorů prostředí pro měření do 70% váhy adultů. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 27. Model vysvětlil (adjusted R square) 9,1% variability.....	33
<b>Tab. 16:</b> Výsledky analýzy vztahu relativní rychlosti růstu křídla ( $K_{\text{křídlo}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a faktorů prostředí pro celou dobu pobytu mládřat v hnízdě. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 53. Model vysvětlil (adjusted R square) 15,5% variability.....	33
<b>Tab. 17:</b> Výsledky analýzy vztahu relativní rychlosti růstu křídla ( $K_{\text{křídlo}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a faktorů prostředí pro měření do 70% váhy adultů. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 12. Model vysvětlil (adjusted R square) 24,6 % variability.....	34
<b>Tab. 18:</b> Výsledky analýzy vztahu relativního rozvoje hmotnosti ( $\text{hmotnost}_{\text{vylétání}}/\text{hmotnost}_{\text{adulta}}$ ) a faktorů prostředí. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 96. Model vysvětlil (adjusted R square) 61,0% variability. Průkazné výsledky zvýrazněny tučně.....	36
<b>Tab. 19:</b> Výsledky analýzy vztahu relativní rozvoje křídla ( $\text{křídlo}_{\text{vylétání}}/\text{křídlo}_{\text{adulta}}$ ) a faktorů prostředí. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 55. Model vysvětlil (adjusted R square) 21,0% variability. Průkazné hodnoty vyznačeny tučně.....	38

## Seznam obrázků

- Obr. 1:** Ukázka růstové křivky (čára) proložené nárůstu hmotnosti těla (body) u vlaštovky obecné (*Hirundo rustica*) – ukončeno po dosažení 70 % hmotnosti dospělého.....6
- Obr. 2:** Porovnání růstových konstant (K) hmotnosti, běháku a křídla. Měřeno pocelou dobu hnízdění. Spodní panely ukazují korelační koeficienty.....12
- Obr. 3:** Porovnání růstových konstant (K) hmotnosti, běháku a křídla (měření ukončeno při 70% váhy adultů). Spodní panely ukazují korelační koeficienty.....12
- Obr. 4:** Porovnání relativní rychlosti růstových konstant u běháku ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a křídla ( $K_{\text{křídlo}}/K_{\text{hmotnost}}$ ). Měřeno po celou dobu hnízdění. Spodní panel ukazují korelační koeficienty.....15
- Obr. 5:** Porovnání relativní rychlosti růstových konstant u běháku ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a křídla ( $K_{\text{křídlo}}/K_{\text{hmotnost}}$ ). Měřeno do dosažení 70% hmotnosti adulta. Spodní panel ukazují korelační koeficienty.....15
- Obr. 6:** Porovnání relativního rozvoje hmotnosti, běháku a křídla. Spodní panely ukazují korelační koeficienty.....18
- Obr. 7:** Vztah mezi rychlostí růstu hmotnosti (K) a hnízděním v různých zoogeografických oblastech (AU – Australská, ET – Etiopská, NR – Nearktická, NT – Neotropická, OR – Orientální, PA – Palearktická). Růst měřen po celou dobu hnízdění. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 8.....19
- Obr. 8:** Vztah mezi rychlostí růstu hmotnosti (K) a hnízděním v různých zoogeografických oblastech (jejich kódování viz obr. 7). Růst měřen do dosažení 70% váhy dospělého. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 9.....19
- Obr. 9:** Vztah rychlosti růstu hmotnosti a průměrné hmotnosti dospělého jedince. Růst měřen po celou dobu pobytu mláďat v hníždě. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 8.....20
- Obr. 10:** Vztah rychlosti růstu hmotnosti a průměrné hmotnosti dospělého jedince. Růst měřen do dosažení 70% váhy dospělého. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 9.....20

<b>Obr. 11:</b> Vztah rychlosti růstu hmotnosti (K) a výšky hnízda nad zemí (m). Růst měřen po celou dobu pobytu mláďat v hnízdě. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 8.....	21
<b>Obr. 12:</b> Vztah rychlosti růstu hmotnosti (K) a výšky hnízda nad zemí (m). Růst měřen do dosažení 70% váhy dospělého. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 9.....	21
<b>Obr. 13:</b> Vztah rychlosti růstu hmotnosti (K) a velikostí snůšky. Růst měřen po celou dobu pobytu mláďat v hnízdě. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 8.....	22
<b>Obr. 14:</b> Vztah rychlosti růstu hmotnosti (K) a zeměpisné šířky. Růst měřen po celou dobu pobytu mláďat v hnízdě. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 8.....	22
<b>Obr. 15:</b> Vztah rychlosti růstu běháku (K) a jeho průměrné délky u dospělců. Růst měřen po celou dobu pobytu mláďat v hnízdění. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 10.....	24
<b>Obr. 16:</b> Vztah rychlosti růstu běháku (K) a jeho průměrné délky u dospělců. Růst měřen do 70% váhy adulta. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 11.....	24
<b>Obr. 17:</b> Vztah rychlosti růstu běháku (K) a způsobu, jakým druh sbírá potravu. Růst měřen po celou dobu pobytu mláďat v hnízdě. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 10.....	25
<b>Obr. 18:</b> Vztah rychlosti růstu běháku (K) a způsobu, jakým druh sbírá potravu. Růst měřen do 70% váhy adulta. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 11.....	25
<b>Obr. 19:</b> Vztah rychlosti růstu křídla (K) a délky křídla u dospělého. Měřeno po celou dobu pobytu mláďat v hnízdě. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 12.....	27
<b>Obr. 20:</b> Vztah mezi rychlostí růstu křídla (K) a výškou hnízda (m). Měřeno do dosažení 70% váhy dospělého. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 13.....	27
<b>Obr. 21:</b> Vztah mezi rychlostí růstu křídla (K) a způsobem krmení. Měřeno do dosažení 70% váhy dospělého. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 13.....	28
<b>Obr. 22:</b> Vztah mezi rychlostí růstu (K) a predací (DPR). Růst měřen do 70% váhy adultů. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 13.....	28

<b>Obr. 23:</b> Vztah mezi relativní rychlostí růstu běháku ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a výškou hnízda nad zemí (m). Růst měřen po celou dobu pobytu mláďat v hnízdě Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 14.....	30
<b>Obr. 24:</b> Vztah mezi relativní rychlostí růstu běháku ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a výškou hnízda nad zemí (m). Růst měřen do 70% váhy adultů. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 15.....	30
<b>Obr. 25:</b> Vztah mezi relativní rychlostí růstu běháku ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a způsobem sběru potravy. Růst měřen po celou dobu pobytu mláďat v hnízdě. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 14.....	31
<b>Obr. 26:</b> Vztah mezi relativní rychlostí růstu ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a velikostí snůšky. Růst měřen po celou dobu pobytu mláďat v hnízdě. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 14.....	31
<b>Obr. 27:</b> Vztah mezi relativní rychlostí růstu ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a typem hnízda. Růst měřen do dosažení 70% hmotnosti adulta. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 15..	32
<b>Obr. 28:</b> Vztah mezi relativním rozvojem hmotnosti ( $\text{hmotnost}_{\text{vylétání}}/\text{hmotnost}_{\text{adult}}$ ) a váhou u dospělých. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 18.....	34
<b>Obr. 29:</b> Vztah mezi relativním rozvojem hmotnosti ( $\text{hmotnost}_{\text{vylétání}}/\text{hmotnost}_{\text{adult}}$ ) a výškou hnízda nad zemí (m). Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 18.....	35
<b>Obr. 30:</b> Vztah mezi relativním rozvojem hmotnosti ( $\text{hmotnost}_{\text{vylétání}}/\text{hmotnost}_{\text{adult}}$ ) a velikostí snůšky. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 18.....	35
<b>Obr. 31:</b> Vztah mezi relativním rozvojem hmotnosti ( $\text{hmotnost}_{\text{vylétání}}/\text{hmotnost}_{\text{adult}}$ ) a hnízděním v různých zoogeografických oblastech (jejich kódování viz obr. 7). Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 18.....	36
<b>Obr. 32:</b> Vztah mezi relativním rozvojem křídla ( $\text{délka}_{\text{vylétání}}/\text{délka}_{\text{adult}}$ ) a hnízděním v různých zoogeografických oblastech (jejich kódování viz obr. 7). Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 19.....	37
<b>Obr. 33:</b> Vztah mezi relativním rozvojem křídla ( $\text{délka}_{\text{vylétání}}/\text{délka}_{\text{adult}}$ ) a zeměpisnou šířkou. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 19.....	37

## 1. Úvod

Rychlost růstu mláďat patří společně s počtem mláďat, věkem vstupu do reprodukce, plodností, přežíváním, délkou hnízdní periody a dalšími znaky k významným prvkům týkajícím se životní historie („*Life History*“) zvířat. Jeden ze základních předpokladů této teorie říká, že se jedinci snaží svým růstem, vývojem a chováním dosáhnout maximální biologické zdatnosti (angl. fitness, Roff 1992). Proti tomu však působí různé vnější faktory, jako jsou například kompetice, predace, nedostatek potravy a fyziologické limity jednotlivých druhů živočichů (např. Ricklefs 1968). Výsledek tak často přináší kompromis a následné adaptace (Lack 1968, Ydenberg 1989). Jedním ze zásadních problémů při studiu životních historií se přitom stává otázka, co přesně vede k mezidruhovým rozdílům v „life-history“ znacích (Roff 1992).

Zkoumání tlaků působících na rychlost růstu (angl. „*Growth rate*“) mláďat může být vhodné pro alespoň částečné objasnění této problematiky. Jedná se totiž o evolučně poměrně flexibilní znak (Remeš 2006), který je možné zkoumat u všech skupin obratlovců (Roff 1992, Arendt 1997, Metcalfe & Monaghan 2001). Velmi vhodnou skupinou pro jeho výzkum jsou přitom ptáci, u kterých se objevuje velká variabilita v rychlosti růstu a existuje zde také celá řada faktorů, jež ji mohou ovlivnit. Navíc máme o ptactvu poměrně velké množství údajů (Ricklefs 1974).

Většina autorů se i u ptáků zaměřuje především na rychlost růstu hmotnosti těla (Ricklefs 1968, Werschkul a Jackson 1979, Bortolotti 1986, Robertson 1986, Remeš & Martin 2002). Existuje jen málo prací zabývajících se běhákem a křídlem na mezidruhové úrovni (př.: Monk 1998, Pezzone 2000). Dosud byla navíc publikována jen jedna práce porovnávající všechny tři výše zmíněné znaky mezi sebou (Cheng & Martin 2012). Jejich studie se přitom soustředí výhradně na druhy severní Ameriky. Můj výzkum je oproti tomu prováděn v rámci celého světa.

### 1.1. Ovlivnění rychlosti růstu

Ve svých prvních člancích dochází Ricklefs (1968, 1973) k závěru, že růstová rychlost je ovlivněna především fyziologickou a dědičnou složkou. Vliv dalších faktorů (např. predace,

velikosti těla, množství potravy) přitom sice zcela nevylučuje, celkově se ale staví proti názoru prezentovanému v práci Lacka (1968), jež předpokládá značnou flexibilitu rychlosti růstu. Přestože se setkáváme s výzkumy alespoň částečně podporujícími Ricklefsův (1968, 1973) názor (Werschkul a Jackson 1979), většina autorů se dnes však kloní k poměrně značné flexibilitě v rychlosti růstu (Ydenberg 1989, Remeš 2007, Cheng & Martin 2012).

Obecně panuje shoda na inverzním vztahu rychlosti růstu a velikosti těla (Ricklefs 1968, Remeš & Martin 2002, Biancucci & Martin 2010, Martin et al. 2011). Různí autoři (Ricklefs 1968, Bortolotti 1986, Remeš & Martin 2002) se dále shodují na korelaci mezi rychlostí růstu a velikostí snůšky. Tento vztah by se však měl projevovat pouze v případě nedostatku potravy. Tímto problémem se ve své práci detailně zabývá O'Connor (1978), který pozoruje dva různé vzorce chování v těchto situacích. V prvním případě rodiče riskují větší snůšku a mláďata si pak v rámci boje o přežití vytváří tukové zásoby. Tím dochází k velkým rozdílům v rychlosti růstu. V druhém případě se rodičovský pár před hladověním svých potomků pojistí předem a vyprodukuje menší snůšku. Díky tomu je zajištěn odpovídající přísun potravy a k velkým výkyvům v rychlosti růstu nedochází. Též Ricklefs (1968) pozoruje velké rozdíly ve váze mláďat při malém množství potravy a konstatuje, že problém snížení rychlosti růstu je zřejmě spojen právě s tímto jevem.

Co se týká způsobu příjmu potravy, pak je pravdou, že rychlost růstu hmotnosti je u nekrmivých pomalejší a růstová křivka je delší než pro altriciální druhy. To může mít spojitost se značným rozvojem těla v prenatalní fázi a rozvinutějšími svaly na počátku života nekrmivých (Ricklefs et al. 1994). Pozitivní vliv kooperace na rychlost růstu je znám spíše z vnitrodruhové studie (Lloyd et al. 2009), než u porovnávání na mezidruhové úrovni. Na té však vychází vztah mezi pomalejším růstem a krmením pouze od samice (Martin et al. 2011).

Některé výsledky (Ricklefs 1968, Robertson 1986, Jetz et al. 2008) poukazují na správnost teorie, že dutinová ptáci mají větší snůšku a delší dobu pobytu mláďat v hnízdě (Lack 1968). Patrná je přitom negativní korelace rychlosti růstu a obou výše zmíněných částí hnízdního cyklu. Tento úkaz je spojován s větší predací u otevřených hnízd, která jsou kvůli tomu opouštěna ne zcela vyvinutými jedinci (Metcalfé & Monaghan 2001). K podobnému závěru dochází také Martin & Li (1992), kteří však příčiny větší snůšky vidí spíš v produktivitě prostředí a stoupajícím počtu hnízdních pokusů.



Ve vztahu mezi tropy a mírným pásem panuje zvláštní situace, kdy přestože je v tropech obecně vyšší predace hnízd, rychlost růstu se tu snižuje a doba hnízdění protahuje (Brown 1976 in Bortolotti 1986, Biancucci & Martin 2010). Vysvětlení je možné hledat v jiných energetických nárocích, kratší délce dne a v limitaci živinami v tropických oblastech (Lack 1968, Ricklefs 1974). Tuto teorii částečně nabourává nedávný výzkum (Martin et al. 2011), který naznačuje, že problém se zdroji potravy postihuje výhradně temperátní ptáky (Martin et al. 2011).

Hnízdní predaci považuje Lack (1968) za významnou pro evoluci rychlosti růstu. Ricklefs (1968 a 1973) ji oproti tomu zpočátku klíčový význam nepřikládal. Novější poznatky naznačují její zásadní vliv na rychlost růstu (Remeš 2002, Remeš 2007, Martin et al. 2011, Cheng & Martin 2012). Při velké hrozbě predace by se pochopitelně měla zrychlit i rychlost růstu a uspíšet opuštěná hnízda s tím, že ptáci dorostou později. Tento způsob však může být poměrně nebezpečný z hlediska následné mortality po opuštění hnízda (Metcalf & Monaghan 2001). Nutno poznamenat, že nebezpečí ulovení není jediným faktorem, kvůli němuž ptáčata opouští hnízda předčasně. U některých alkovitých (*Alcinae*) dochází ke stejnému jevu také kvůli potravě (Ydenberg 1989).

Vliv predace se přitom zdá působit jak u hmotnosti, tak i u křídla. Na druhou stranu v případě běháku se studie rozcházejí. Někdy je vliv predace považován za významný (Björklund 1994), jindy se nezdá být zásadním (Cheng & Martin 2012). Jiná teorie (Monk 1998) tvrdí, že růst běháku bývá ovlivněn soupeřením mezi sourozenci. Delší tarsometatarsus může totiž přinést výhodu v boji o přístup k potravě.

Právě kompetice mezi sourozenci je dalším možným faktorem ovlivňujícím rychlost růstu. Některé články (Ricklefs 1982, Rayle et al. 1999) tomuto jevu nepřikládají větší význam. V práci zabývající se orly (Bortolotti 1986) byl ale tento znak podpořen. Hlavní roli však v tomto případě hraje spíše množství potravy. Jiný výzkum (Lloyd & Martin 2003) ukazuje vliv tohoto soupeření na prenatalní vývoj. Další studie (Werschkul & Jackson 1979) pak kompetici považuje za podstatnou sílu ovlivňující rychlost růstu. Na zrychlení růstu se podílí též hnízdní parazitismus, který vede k intenzivní sourozenecké kompetici (Remeš 2006). Zároveň také platí, že čím rychleji roste napadený druh, tím rychlejší je i parazit (Remeš 2010).

Z výše uvedeného stručného přehledu je vidět, že růst mláďat může být ovlivněn skutečně velkým množstvím různých faktorů. Jejich síla a relativní důležitost jsou však často vykládány různě. Tato práce si klade za cíl přinést nové informace o tom, jak vybrané faktory působí na celosvětové úrovni. Navíc je vedle váhy hodnocen i růst vybraných končetin (běhák a křídlo). Ty byly do teď řešeny jen okrajově, a není uspokojivě známo, co přesně ovlivňuje růst těchto dvou částí těla.

## 1.2. Modelová skupina - pěvci (Passeriformes)

Pěvci jsou s více než 5000 druhy největším ptačím řádem. Obvykle jsou považováni za nejodvozenější skupinu Neoaves (Sibley & Ahlquist 1990, Jetz et al. 2012). Názory, že se jedná naopak o bazální skupinu (Watanabe et al. 2006) nenašly výraznější podporu.

Díky své variabilitě a schopnosti obsadit obrovské množství biotopů se zástupci této skupiny stávají vhodnými adepty na můj typ výzkumu. Velikostně se pohybují mezi 4,2 g u jihoamerického tyránkovec krátkoocasého (*Myiornis ecaudatus*, del Hoyo & Christie 2004) a zhruba 1600 g u krakavce velkého (*Corvus corax*, Cramp & Perrins 1994).

Snůška pěvců může někdy čítat pouze 1-2 vejce, což je typické například pro rajky (Paradisaeidae, Firth & Beehler 2008). U některých sýkor (Paridae) se však velikost snůšky může vyšplhat až k 16 vejcím (Cramp & Perrins 1993). Potrava je pak hledána především ve vegetaci nebo na zemi. Existují ale i pěvci specializovaní na lov ve vzduchu (např. vlaštovkovití Hirundinidae, del Hoyo & Christie 2004).

Jde výlučně o altriciální druhy využívající, jak otevřená hnízda, tak i dutiny a uzavřená místa. Jako zástupce první skupiny můžeme jmenovat třeba pěnicovité (Sylviidae, Baker 1997, Shirihai et al. 2001) a pěnkavovité (Fringillidae, Clement et al. 2010). V dutinách hnízdí například sýkorovití (Paridae, del Hoyo & Christie 2007) a brhlíkovití (Sittidae, del Hoyo & Christie 2008). Nalézt můžeme i náznaky mezistupňů, jako jsou třeba uzavřená hnízda z rostlinného materiálu u moudivláčka lužního (*Remiz pendulino*), nebo hnízda lepená z hlíny a slin u vlaštovkovitých (Hirundinidae). Výška hnízda se může pohybovat ve velkém rozptýlu i v rámci jednoho druhu. Například vrána domácí (*Corvus splendens*) běžně hnízdí ve výšce mezi 5 a 26 m (Allan & Davies 2005), což není u pěvců nijak vzácné. Druhy hnízdící na zemi však také nejsou výjimkou (př.: skřivanovití Alaudidae, del Hoyo & Christie 2004).

Většina druhů je sociálně monogamních. Poměrně častou se ale objevují mimo párové kopulace ústící v mimo párovou paternitu mlád'at (Webster et al. 2007, Veder et al. 2011). Sociálně polygamní systémy jsou vzácnější, vyskytují se kupříkladu u rajek (Paradisaeidae, Firth & Beehler 2008) a rákosníka ostřicového (*Acrocephalus paludicola*, Cramp 1992). O krmení mlád'at se většinou starají oba rodiče. Kooperace je poměrně vzácná. Známá je zhruba u 220 druhů. Jako příklad jmenujme třeba střízlíky rodu *Campylorhynchus* (Stacey & Koenig 1990). Případy, kdy jsou mlád'ata krmená jen jedním z rodičů, jsou poměrně vzácné. Objevuje se to například u rajkovitých (Paradisaeidae, Firth & Beehler 2008), lemčíkovitých (Ptilonorhynchidae, del Hoyo & Christie 2009) a pipukovitých (Pipridae, del Hoyo & Christie 2004).

## 2. Cíle práce

Má práce si klade následující cíle:

1. Kvantifikovat a porovnat: i) rychlost růstu hmotnosti, běháku a křídla a ii) relativní rozvoj hmotnosti, běháku a křídla při opuštění hnízda.
2. Zjistit, které faktory prostředí ovlivňují i) jednotlivé rychlosti růstu a ii) relativní rozvoj jednotlivých orgánů.

## 3. Metodika

Původní studie tvořící datový podklad této práce pocházejí z nepublikované databáze V. Remeše a B. Matysiokové. Celkem je v této práci zahrnuto 272 údajů týkajících se 227 druhů pěvců. V případě, že existovalo více záznamů k jednomu druhu, použil jsem aritmetický průměr. Všichni zkoumaní pěvci patří dohromady do 54 čeledí. Data potřebná pro odhad růstových křivek hmotnosti, běháku a křídla byla převzata z 235 odborných publikací (příloha 1). Údaje týkající se jednotlivých nezávislých proměnných a morfologie dospělců (viz. níže) byla primárně přebírána rovněž z těchto publikací (příloha 1). V případě, že v nich

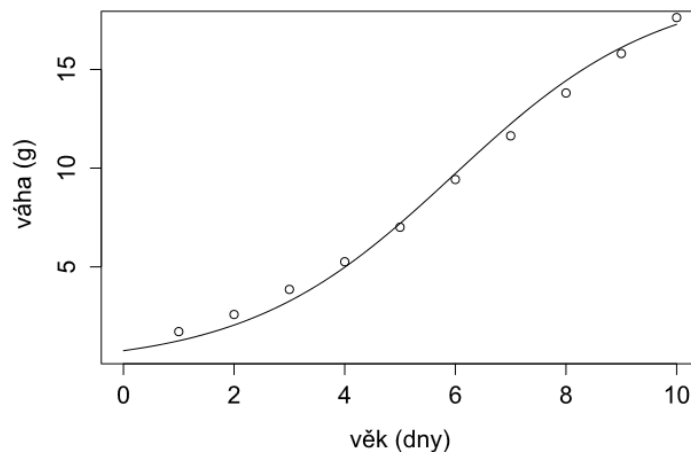
nebyla potřebná data nalezena, získal jsem je z knih a odborných článků (příloha 2). Pokud bylo k jednomu druhu více takovýchto údajů, použil jsem opět aritmetický průměr.

### 3.1. Růstová křivka

#### 3.1.1. Princip růstové křivky

Detailně se problematice rychlosti růstu věnují práce amerického zoologa Ricklefse (1974, 1982, 1994). Ten také stanovuje základní charakteristiky růstové křivky a pravidla jejího použití při výzkumu (Ricklefs 1968 a 1973).

Růstová křivka (obr. 1) ukazuje nárůst hmotnosti (nebo délky běháku či křídla) za určitou časovou jednotku (např. den). Všechny používané křivky jsou přitom modifikacemi 3 základních rovnic - logistické, Gompertzovy a von Bertalanffyho (tab. 1). V nich  $W_{(t)}$  představuje hmotnost (či délku křídla nebo běháku) mláděte v čase  $t$ ,  $A$  je zde asymptota udávající nejvyšší hodnotu, již může daná část těla dosáhnout. Hodnota  $t_i$  je čas dosažení inflexního bodu, v němž začíná docházet k zpomalování rychlosti růstu.  $K$  je růstová konstanta udávající vlastní rychlost růstu. Písmeno  $b$  potom představuje konstantu převádějící časovou osu.



**Obr. 1:** Ukázka růstové křivky (čára) proložené nárůstem hmotnosti těla (body) u vlaštovky obecné (*Hirundo rustica*) – ukončeno po dosažení 70 % hmotnosti dospělé.

Logistická rovnice se používá především pro altriciální (krmové) nebo menší druhy. U prekociálních (nekrmových) se často využívá jak rovnice logistická tak Gompertzova. Pro větší a pomalu rostoucí druhy, nebo pro druhy pohybující se na pomezí krmivosti a nekrmivosti (např. rybáci) se většinou využívá von Bertalanffyho či Gompertzova rovnice. Úplné znění těchto rovnic je uvedeno v tab. 1.

**Tab. 1:** Formulace logistické, Gompertzovy a von Bertalanffyho rovnice pro výpočet růstové křivky hmotnosti, případně délky běháku nebo křídla. Vysvětlení parametrů rovnic viz. text.

	logistická (b=1)	Gompertz (b=1)	von Bertalanffy (b=1/3)
<b>Hodnota znaku (W)</b>	$A/(1+be^{-Kt})$	$Ae^{be^{-(A-Kt)}}$	$A(1 - be^{-Kt})^3$

### 3.1.2. Využití růstové křivky

Údaje o rychlosti růstu jednotlivých částí ptačího těla byly z článků a knih buď přepsány přímo z tabulek a textu, nebo odečteny z křivek. K tomu byl použit program Grafklik 1.0.0.6 (Krupička 2010). V případě, že potřebné publikace byly k dispozici pouze v tištěné a ne v digitální podobě byly potřebné informace odečteny ručně.

Vlastní odhad růstových křivek byl proveden v programu R2.15.1 (R Core Team 2012). Použita byla přitom logistická růstová křivka (Ricklefs 1968):

$$W_{(t)} = A / \{1 + e^{[-K(t-t_i)]}\},$$

kde  $W_{(t)}$  představuje hmotnost (či délku křídla nebo běháku) mláděte v čase  $t$ .  $A$  je asymptota,  $t_i$  představuje čas dosažení inflexního bodu a  $K$  je růstová konstanta (viz.výše).

## 3.2. Vysvětlované proměnné - hmotnost, délka běháku a křídla

Hmotnost byla udávána v gramech, délky běháku a křídla v mm. V případě, že tyto hodnoty byly původně udávány v jiných jednotkách, došlo k přepočtu. Za délku křídla je považována jeho délka od ohbí až k vrcholu nejdelší letky (angl. „wing chord“). Běhák je potom tarsometatarsální kost.

Jako závislá proměnná při odhadu vlivu různých faktorů prostředí na rychlost růstu byla u všech tří hodnocených částí těla použita relativní hodnota znaku při opuštění hnízda, a růstová konstanta (K). Druhá jmenovaná bývá standardně využívána při provádění těchto analýz (Remeš & Martin 2002, Ricklefs 1968), protože K je nezávislé na absolutním čase růstu a na velikosti ptáka (jednotkou je  $\text{den}^{-1}$ ).

Relativní hodnota znaku při opuštění hnízda pro všechny tři závislé proměnné byla určena vydělením velikosti při opuštění hnízda průměrnou velikostí dospělých ( $\text{křídlo}_{\text{vylétání}}/\text{křídlo}_{\text{dospěléce}}$ ,  $\text{běhák}_{\text{vylétání}}/\text{běhák}_{\text{dospěléce}}$ ,  $\text{hmotnost}_{\text{vylétání}}/\text{hmotnost}_{\text{dospěléce}}$ ). V případě, že byla průměrná délka běháku adultů menší než zjištěná hodnota u zkoumaných mlád'at, byla jako hodnota dospělců použita právě velikost mlád'at, neboť v tomto případě nemůže být koncová hodnota u mláděte větší než u dospělého jedince. U růstové konstanty K byl porovnáván vliv ekologických faktorů i) na absolutní rychlost růstu daného znaku a ii) na vztah rychlosti růstu křídla a běháku k rychlosti růstu hmotnosti, tj. na relativní růstovou rychlost končetiny ( $K_{\text{křídlo}}/K_{\text{hmotnost}}$ ,  $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ).

Vedle růstové konstanty pro celou dobu pobytu mláděte v hnízdě byla použita též hodnota K stanovena ve chvíli, kdy mlád'ata dosáhla 70% váhy dospělých ptáků. Tento přístup je někdy používán z metodických důvodů, neboť ke konci hnízdění často dochází ke kolísání váhy, jež může ovlivnit výsledky (Remeš & Martin 2002). Zároveň však může tento způsob přinést problémy při hodnocení růstu běháku a křídla. Ty mohou být v daný moment totiž relativně výrazně menší než hmotnost (Cheng & Martin 2012). Tato problematika bude ještě zmíněna v diskuzi.

### **3.3. Faktory prostředí**

Tyto faktory představují nezávislé proměnné, které byly použity k vysvětlení rychlosti růstu. Při analýze jejich vzájemné korelace (pomocí metriky Generalized Variance Inflation Factors, GVIF) nebyly zjištěny žádné nežádoucí hodnoty. Hladina GVIF se pohybovala mezi 1,15-3,96.

#### **3.3.1. Zeměpisná šířka**

Jde o standardně používanou proměnnou při tomto typu výzkumů. V této práci jsem se rozhodl považovat jižní a severní zeměpisnou šířku za ekvivalentní a nijak je od sebe

nerozlišovat. Tento faktor tak může ukázat vliv stoupající šířky na zkoumané rychlosti růstu. Stupně latitudy byly přitom převedeny do desetinné soustavy.

### 3.3.2. Geografické oblasti

Při rozvržení do jednotlivých oblastí vycházím z práce Buchar (1983). V tomto pojetí zabírá Australská oblast vedle Austrálie také Nový Zéland, Tasmánii a další blízké ostrovy. Kromě toho do ní patří též Papua-Nová Guinea a její okolí. Na Wallacově linii pak přechází v Orientální oblast, jež je tvořena Indií, jihovýchodní Asii a zbylými ostrovy mezi Asií a Austrálií. Další část Asie tvoří společně s Evropou a severní předsaharskou Afrikou Palearkt. Afrika od Sahary a část Arabského poloostrova patří do Etiopské oblasti. Za Neotropy je zde vedle jižní Ameriky považována také část Ameriky střední a severní. K jejich ukončení dochází zhruba na obratníku raka. Zbytek Nového světa tvoří Nearktický region. Počet jednotlivých druhů pro každou oblast je uveden v tab. 2. Tento klasický způsob zoogeografického dělení jsem se rozhodl použít, neboť dosud nedošlo ke konsenzu mezi novými výzkumy (např. Holt et al. 2013, Rauhme 2013).

**Tab. 2:** Počet druhů pro jednotlivé zoogeografické oblasti.

oblast	Neotropická	Nearktická	Palearktická	Etiopská	Orientální	Australská
počet	24	72	68	24	5	38

### 3.3.3. Poloha hnízda

Je udávána v metrech nad zemí. Vzhledem k tomu, že tato hodnota byla při statistické analýze logaritmicky transformována (viz. níže), vznikl zde problém s hnízdy, ležícími na zemi. Právě kvůli nim byla ke všem hnízdům přičtena před logaritmováním hodnota 0,1 m.

### 3.3.4. Typ hnízda

Rozlišuji 2 základní typy. Hnízdo otevřené, které není nijak výrazně kryto (př.: hnízdo pěnkavy obecné *Fringilla coelebs*) a hnízdo uzavřené (př.: dutina brhlíka lesního *Sitta europaea*). Do první kategorie patří také hnízda, u nichž často rodiče budují malou stříšku (př.: straka obecná *Pica pica*) a hnízda, která jsou sice až na vchod zcela uzavřena, nicméně jsou vybudována ze snadno zničitelného materiálu (př.: moudivláček lužní *Remiz pendulinus*). Naopak za uzavřená jsou vedle stromových dutin považovány i skalní pukliny a výdutě. Též

sem řadím větrací otvory a škvíry na domech stejně jako hnízda postavená z pevného materiálu, jako je třeba zemina (př.: jiříčka obecná *Delichon urbica*).

### **3.3.5. Způsob krmení**

Je rozlišen do 3 skupin. V prvním případě jsou mláďata krmena pouze jedním rodičem v druhém oběma rodiči a třetí typ je tvořen druhy s kooperativním hnízděním, kde se na péči o mláďata vedle rodičů podílejí i další jedinci (většinou starší sourozenci).

### **3.3.6. Způsob sběru potravy**

Rozlišeny jsou 3 základní způsoby sběru potravy. Jedná se o sbírání potravy ze země, vzduchu a vegetace. Do kategorie vegetace řadím i klubáka červenozobého (*Buphagus erythrorhynchus*), jež vybírá parazity na zvířatech.

### **3.3.7. Velikost snůšky**

Primárně byly údaje o této proměnné brány z článků zabývajících se růstem ptáků. V případě, že zde tento údaj chyběl, byl nahrazen průměrem z dalších zdrojů. K použití této proměnné na úkor množství mláďat v hnízdě jsem přistoupil, abych získal větší vzorek.

### **3.3.8. Predace**

Jako hodnota udávající intenzitu predace mláďat byla použita „denní míra predace“ („Daily Predation Rate“ – DPR) hnízd. Ta udává proporce hnízd zničených predátory během jednoho dne. V případě, že údaje o predaci byly udávány jinak než formou DPR (př.: v procentech pro celou dobu hnízdění, v počtu predovaných mláďat z celku), došlo k přepočtu zavedeném v pracích Ricklefsem (Ricklefs 1969 in Remeš et al. 2012):

$$DPR = - [\ln(1-PR)]/T,$$

kde PR je celková proporce hnízd zničených predátory a T představuje délku hnízdního cyklu (spojení inkubační periody a doby, po kterou jsou mláďata krmena na hnízdě). Vzhledem ke skutečnosti, že DPR musela být logaritmicky transformována (což u nulové predace není možné), bylo ke všem hodnotám přičteno 0,0001.

### **3.3.9. Velikost a váha dospělých**

Tato proměnná byla zařazena proto, že poměrně často ovlivňuje rychlost růstu. V případě, že nebyl údaj o velikosti u dospělého nalezen v primárním článku (příloha 1), byl převzat průměr z jiných literárních pramenů .



### **3.4. Statistická analýza dat**

Použita byla ve všech případech metoda mnohonásobné regrese. Problém přitom nastal u relativního rozvoje běháku, který neukazuje normální rozdělení, proto nebylo možné provést analýzu této proměnné. Vše bylo i nyní počítáno v programu R2.15.1 (R Core Team 2012).

Aby bylo dosaženo uspokojivé distribuce reziduí modelu, bylo nutné některé hodnoty transformovat a tak je přiblížit normálnímu rozdělení. K tomu jsem použil přirozený logaritmus. Zlogaritmovány byly přitom následující proměnné: Poloha hnízda, DPR, velikost vzorku, hmotnost dospělců a délka běháku u dospělých a délka křídla u adultů.

Jako statistická váha byla v modelech použita zlogaritmovaná velikost vzorku (počet měřených a vážených mláďat v daném článku). V rámci této diplomové práce nebyly do analýz zahrnuty fylogenetické vztahy, které mohou způsobit prokorelovanost reziduí v regresním modelu. Ty budou součástí budoucího článku, jež bude z této studie vycházet.

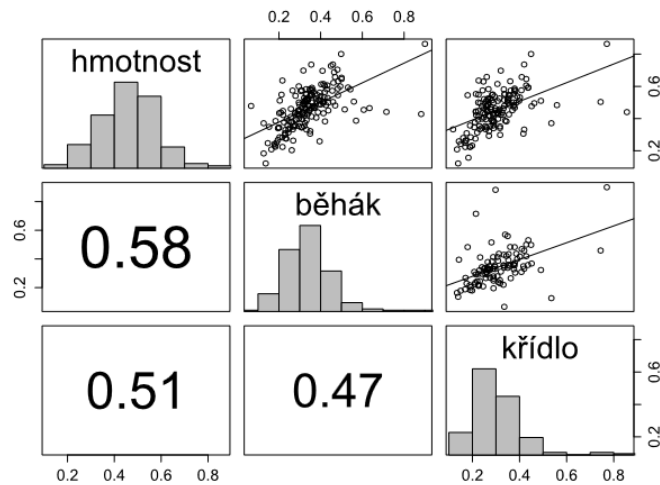
## **4. Výsledky**

Celkem je v této práci zahrnuto 271 údajů týkajících se 227 druhů pěvců. Všichni zkoumaní pěvci patří dohromady do 54 čeledí.

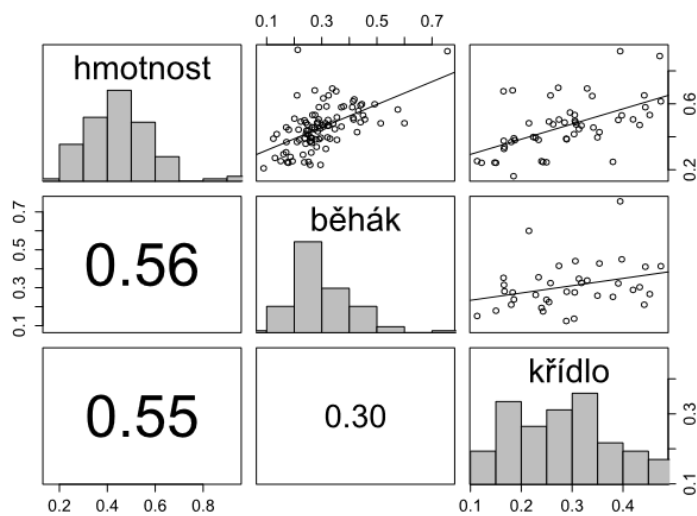
### **4.1. Porovnání rychlosti růstu a relativního rozvoje hmotnosti s délkami běháku a křídla**

#### **4.1.1. Rychlosti růstu hmotnosti**

Porovnání jednotlivých rychlostí růstu mezi sebou ukazuje silnou pozitivní korelaci mezi všemi třemi proměnnými (Pearsonův korelační koeficient  $r = 0,47-0,58$ ). Je ale nutné upozornit na skutečnost, že u některých druhů s rychlým růstem například křídla jsou jak u hmotnosti, tak i běháku dosaženy pouze průměrné hodnoty. Takovéto případy se přitom vyskytují u všech 3 znaků, nejpatrnější jsou ale mezi křídlem a běhákem (obr. 2). K podobnému závěru se dostáváme i u dat ukončených v 70% váhy adultů. Pearsonovi korelační koeficienty jsou však o něco nižší (obr. 3)



**Obr. 2:** Porovnání růstových konstant (K) hmotnosti, běháku a křídla. Měřeno po celou délku pobytu mláďat na hnízdě. Spodní panely ukazují korelační koeficienty.



**Obr. 3:** Porovnání růstových konstant (K) hmotnosti, běháku a křídla. Měření ukončeno při 70% váhy adultů. Spodní panely ukazují korelační koeficienty.

Podíváme-li se na průměry jednotlivých rychlostí růstu pro různé kategorické proměnné při celé délce pobytu mláďat na hnízdě (tab. 3), pak u hmotnosti je největší rychlosti růstu dosaženo v Nearktické oblasti, která je následována Palearktem. Naopak nejpomalejší je růst v Australské a Etiopské oblasti. Podobné výsledky nalzáme i u běháku, kde se nejrychlejší růst vyskytuje v Palearktické a Nearktické oblasti. Nejpomalejší je potom

v oblasti Etiopské a Australské. Nejrychlejší růst křídla vychází u novosvětských druhů, nejpomalejší pak v Etiopské oblasti.

Krmení párem vykazuje ve všech třech případech největší rychlost růstu. Nejpomalejší jsou vždy mláďata, o něž se stará jen jeden rodič. Hnízda s kooperací vychází vždy mezi těmito dvěma způsoby.

Mezi oběma typy hnízd není výrazný rozdíl v rychlosti růstu hmotnosti. Stejně tak u křídla se neobjevují žádné znatelné rozdíly, jen u běháku je o něco větší rychlost růstu v uzavřených hnízdech.

Sběr potravy na zemi vykazuje nejrychlejší růst hmotnosti. Hledání potravy ve vegetaci a lov ve vzduchu vychází u hmotnosti podobně. Nicméně u běháku je sběr ve vegetaci i na zemi zhruba stejně účinný, kdežto u lovu ve vzduchu je rychlost růstu pomalejší. Křídlo rostlo nejrychleji u druhů hledajících potravu ve vegetaci. Nejpomalejší růst byl opět patrný u vzdušných lovců. Celkově byl největší průměr zjištěn u hmotnosti, nejmenší pak u křídla.

**Tab. 3:** Průměr a směrodatná odchylka (SD) pro růstové konstanty (K) u hmotnosti, křídla a běháku. Měřeno po celou dobu pobytu mláďat v hnízdě.

		hmotnost		běhák		křídlo	
		průměr	SD	průměr	SD	průměr	SD
zoogeografická oblast	Australská	0,386	0,113	0,266	0,079	0,264	0,102
	Orientální	0,454	0,127	0,268	0,103	0,238	0,086
	Etiopská	0,383	0,116	0,300	0,094	0,232	0,056
	Palearktická	0,490	0,111	0,382	0,142	0,308	0,106
	Nearktická	0,504	0,127	0,363	0,085	0,350	0,086
	Neotropická	0,436	0,130	0,298	0,168	0,321	0,140
krmení	kooperace	0,405	0,115	0,292	0,108	0,279	0,077
	pár	0,478	0,114	0,356	0,119	0,315	0,110
	jeden	0,338	0,148	0,263	0,081	0,218	0,062
typ hnízd	otevřené	0,464	0,130	0,334	0,111	0,309	0,115
	uzavřené	0,459	0,083	0,371	0,147	0,292	0,078
sběr potravy	vegetaci	0,456	0,120	0,343	0,139	0,323	0,126
	zemi	0,467	0,125	0,346	0,107	0,300	0,095
	vzduchu	0,459	0,095	0,306	0,102	0,265	0,060
	celkem	0,460	0,121	0,341	0,119	0,304	0,106

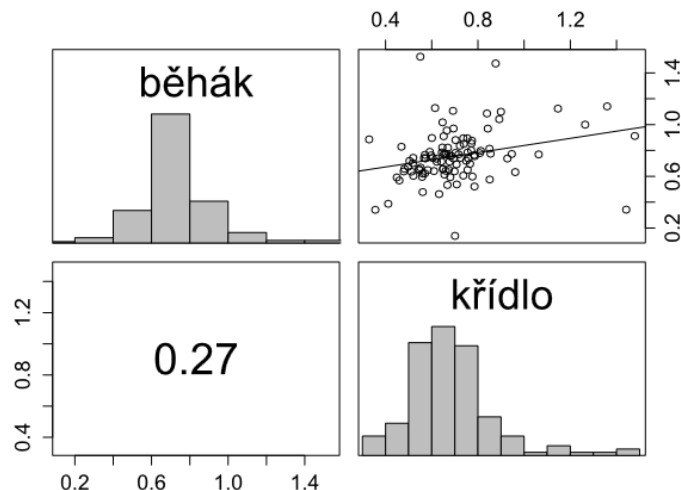
Podobné výsledky dostáváme také, když měření ukončíme při 70% hmotnosti dospělých (tab. 4). Pouze u křídla je růst rychlejší pro dutinové druhy a v případě běháku mají být nejpomalejší mláďata krmena oběma rodiči. Kooperativní hnízdění a krmení jedním rodičem vychází podobně. Celkově byl nejvyšší průměr zjištěn i zde u hmotnosti, nejmenší pak byl běhák.

**Tab. 4:** Průměr a směrodatná odchylka (SD) pro růstové konstanty (K) u hmotnosti, křídla a běháku. Měřeno do 70% váhy adulta.

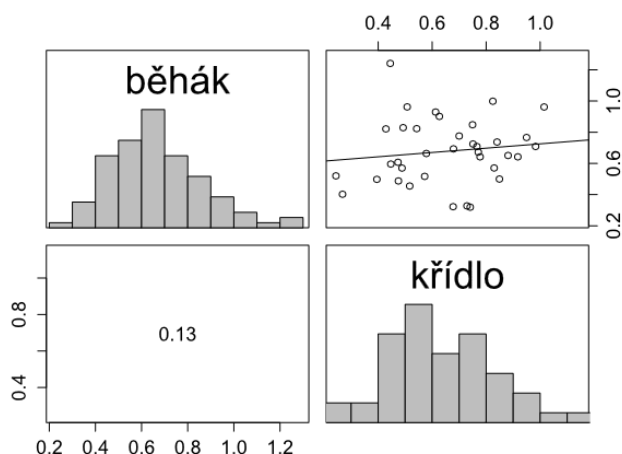
		hmotnost		běhák		křídlo	
		průměr	SD	průměr	SD	průměr	SD
zoogeografická oblast	Australská	0,347	0,112	0,226	0,083	0,226	0,081
	Orientální	0,486	0,131	0,311	0,103	0,180	0,000
	Etiopská	0,379	0,110	0,253	0,084	0,221	0,088
	Palearktická	0,521	0,147	0,347	0,137	0,304	0,090
	Nearktická	0,507	0,109	0,319	0,092	0,342	0,082
	Neotropická	0,415	0,120	0,298	0,057	0,571	0,451
krmení	kooperace	0,414	0,111	0,291	0,087	0,222	0,056
	pár	0,483	0,134	0,242	0,104	0,349	0,208
	jeden	0,330	0,133	0,304	0,170	0,206	0,060
hnízd typ	otevřené	0,314	0,202	0,294	0,110	0,452	0,141
	uzavřené	0,310	0,115	0,316	0,090	0,493	0,128
sběr potrav vegetaci	zemi	0,469	0,094	0,303	0,115	0,282	0,098
	vzduchu	0,441	0,060	0,308	0,094	0,703	0,785
	celkem	0,460	0,139	0,298	0,107	0,313	0,188

#### 4.1.2. Relativní rychlost růstu

Při analýze pro celou dobu hnízdění (obr. 4) vychází opět korelace mezi rychlejším relativním růstem běháku ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a křídla ( $K_{\text{křídlo}}/K_{\text{hmotnost}}$ ). Pearsonův korelační koeficient ( $r = 0,27$ ) je zde ale o něco menší než v předchozí podkapitole. Tato korelace je přitom výrazně slabší, když měření růstu ukončíme v 70% váhy dospělého (obr. 5). Korelační koeficient je však v tomto případě poměrně malý ( $r = 0,13$ ).



**Obr. 4:** Porovnání relativní rychlosti růstových konstant u běháku ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a křídla ( $K_{\text{křídlo}}/K_{\text{hmotnost}}$ ). Měřeno po celou dobu hnízdění. Spodní panel ukazují korelační koeficienty.



**Obr. 5:** Porovnání relativní rychlosti růstových konstant u běháku ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a křídla ( $K_{\text{křídlo}}/K_{\text{hmotnost}}$ ). Měřeno do dosažení 70% hmotnosti adulta. Spodní panel ukazují korelační koeficienty.

Podíváme-li se na průměry pro celou dobu pobytu mláďat na hnízdě (tab. 5), pak u zoogeografických oblastí vychází nejvyšší průměr běháku v Etiopské a Palearktické oblasti. Nejmenší je naopak v Orientální oblasti. U křídla jsou nejvyšší průměry v Austrálské oblasti a v Novém světě. Nejpomalejší je potom opět Orient.

U způsobu krmení pro běhák nevidíme výrazné rozdíly. U křídla je největší průměr překvapivě zjištěn u krmení jedincem, nejmenší pak na rozdíl od předchozího u páru.

Zajímavý je rozdíl u typu hnízda. U běháku je vyššího průměru dosaženo v uzavřeném, u křídla naopak v otevřeném hnízdě.

Vyšší průměry jsou u běháku zaznamenány při sběru potravy ve vegetaci a vzduchu. Výrazně menší je potom sběr na zemi. Naopak u křídla vychází nejmenší průměr lov ve vzduchu a nejvyšší opět hledání potravy ve vegetaci. Celkově vychází průměr pro relativní růst křídla o něco vyšší než u běháku.

**Tab. 5:** Průměr a směrodatná odchylka (SD) pro konstanty relativní rychlosti růstu ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ,  $K_{\text{křídlo}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) u křídla a běháku. Měřeno po celou dobu pobytu mláďat v hnízdě.

		běhák		křídlo	
		průměr	SD	průměr	SD
zoogeografická oblast	Australská	0,765	0,203	0,731	0,210
	Orientální	0,609	0,170	0,643	0,170
	Etiopská	0,796	0,233	0,658	0,160
	Paleartická	0,806	0,321	0,655	0,229
	Neartická	0,726	0,146	0,724	0,221
	Neotropická	0,668	0,178	0,722	0,223
krmení	kooperace	0,724	0,172	0,709	0,117
	pár	0,758	0,239	0,682	0,227
	jeden	0,750	0,151	0,786	0,231
typ hnízd sběr potravy	otevřené	0,736	0,184	0,713	0,236
	uzavřené	0,817	0,349	0,638	0,144
	vegetaci	0,775	0,249	0,747	0,249
	zemi	0,645	0,205	0,664	0,182
	vzduchu	0,755	0,224	0,599	0,151
	celkem	0,692	0,216	0,751	0,225

Při ukončení měření po dosažení 70 % hmotnosti dospělého (tab. 6) můžeme u běháku vidět pozitivní vliv kooperace. Mezi typy hnízda a způsoby sběru potravy není vidět žádný výraznější rozdíl. Zoogeografické oblasti pak vychází podobně jako při celé délce hnízdění. U křídla vychází velký průměr pro Neotropickou oblast a výrazný vliv krmení od rodičů (korelace naopak vykazuje nejmenší průměr). Narozdíl od průměrů po celou délku hnízdění zde vychází vyšší průměry pro uzavřené hnízdo a krmení ve vzduchu. Obráceně oproti měření pro celou délku hnízdění vychází také celkový průměr (vyšší je u běháku).

**Tab. 6:** Průměr a směrodatná odchylka (SD) pro konstanty relativní rychlosti růstu ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ,  $K_{\text{křídlo}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) u křídla a běháku. Měřeno do odsazení 70% váhy adultů.

		běhák		křídlo	
		průměr	SD	průměr	SD
zoogeografická oblast	Australská	0,653	0,214	0,706	0,209
	Orientální	0,633	0,054	0,488	0,000
	Etiopská	0,682	0,180	0,717	0,428
	Palearktická	0,713	0,216	0,569	0,183
	Neartická	0,635	0,170	0,692	0,144
	Neotropická	0,706	0,265	1,127	0,823
krmení	kooperace	0,714	0,177	0,638	0,181
	pár	0,655	0,173	0,707	0,409
	jeden	0,649	0,314	0,749	0,255
hnízd typ	otevřené	0,673	0,198	0,680	0,266
	uzavřené	0,658	0,188	0,787	0,637
hnízd potravy sběr	vegetaci	0,681	0,232	0,679	0,240
	zemi	0,660	0,175	0,639	0,256
	vzduchu	0,684	0,180	1,622	1,438
	celkem	0,701	0,367	0,670	0,195

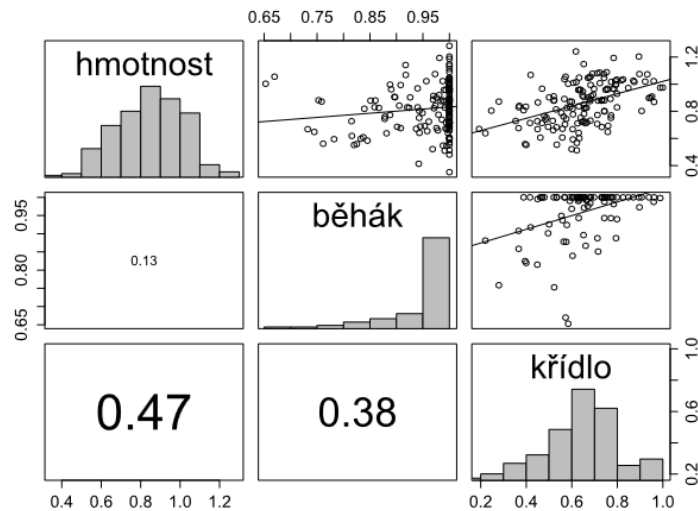
#### 4.1.3. Relativní rozvoj orgánů

Také zde vychází pozitivní korelace mezi všemi třemi znaky. Nicméně u vztahu mezi běhákem a hmotností byl, zřejmě kvůli nelinearitě dat o běháku, stanoven malý korelační koeficient ( $r = 0,13$ ). Oproti tomu korelační koeficienty pro hmotnost s křídlem ( $r = 0,47$ ) a křídlo s běhákem ( $r = 0,38$ ) jsou středně vysoké (obr. 6).

U jednotlivých průměrů relativního rozvoje pro kategorické proměnné (tab. 7) můžeme vidět menší rozdíly mezi jednotlivými kategoriemi než v předchozím případě. To platí zvláště pro běhák, kde se mezi sebou získané hodnoty téměř neliší.

U hmotnosti je největšího relativního rozvoje dosaženo v Neotropické, nejmenšího pak v Palearktické a především Neartické oblasti. U křídla je rozvoj opět nejpomalejší v Neartickém regionu, nicméně v Palearktu nacházíme druhý největší hned po Etiopské oblasti. Způsob krmení opět ukazuje na dobrý vliv krmení páru na hmotnost. V případě křídla jsou všechny hodnoty téměř stejné. Ptáci opouštějící uzavřená hnízda se víc blíží velikosti rodičů jak ve váze, tak i v délce křídla. Zajímavé je, že nejvyvinutější v délce křídla i

hmotnosti jsou mláďata druhů, které loví potravu ve vzduchu. Sběrači potravy na zemi nebo ve vegetaci přitom vychází v obou případech podobně. Celkově dosáhl nejvyššího průměru běhák, nejmenší bylo potom křídlo.



**Obr. 6:** Porovnání relativního rozvoje hmotnosti, běháku a křídla. Spodní panely ukazují korelační koeficienty.

**Tab. 7:** Průměr a směrodatná odchylka (SD) pro relativní velikost těla při opuštění hnízda. Měřeno pro hmotnost, křídlo a běhák.

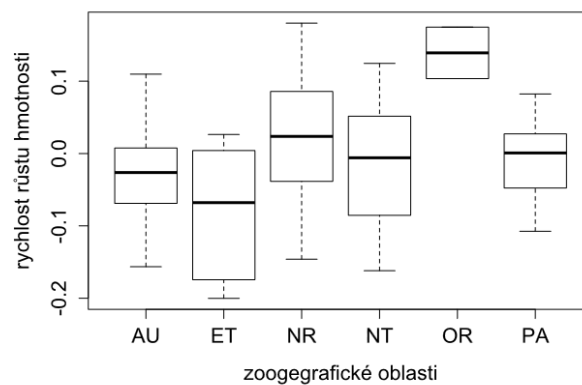
		hmotnost		běhák		křídlo	
		průměr	SD	průměr	SD	průměr	SD
zoogeografická oblast	Australská	0,849	0,112	0,987	0,083	0,658	0,124
	Orientální	0,801	0,131	0,960	0,103	0,614	0,115
	Etiopská	0,848	0,110	0,952	0,084	0,717	0,180
	Palearktická	0,887	0,147	0,969	0,137	0,693	0,160
	Neartická	0,787	0,109	0,944	0,092	0,565	0,153
	Neotropická	0,926	0,120	0,927	0,057	0,617	0,156
krmení	kooperace	0,831	0,170	0,971	0,044	0,626	0,173
	pár	0,854	0,170	0,950	0,079	0,652	0,160
	jeden	0,749	0,146	0,973	0,047	0,644	0,141
hnízd typ	otevřené	0,818	0,163	0,955	0,072	0,626	0,159
	uzavřené	0,942	0,159	0,954	0,075	0,706	0,150
sběr potravy	vegetaci	0,807	0,170	0,955	0,720	0,643	0,168
	zemi	0,802	0,161	0,956	0,071	0,631	0,155
	vzduchu	0,956	0,139	0,957	0,092	0,718	0,150
celkem		0,846	0,17	0,965	0,073	0,648	0,160



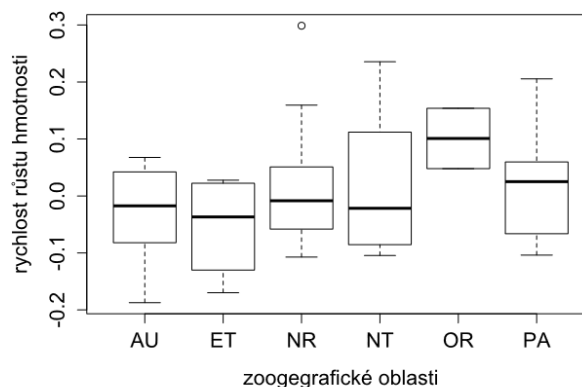
## 4.2. Vliv faktorů prostředí na rychlost růstu hmotnosti, běháku a křídla

### 4.2.1. Růst hmotnosti

Jak v případě plného vývoje (tab. 8), tak i pro ukončení výzkumu při 70% váhy adulta (tab. 9) vyšla prokazatelně korelace mezi rychlostí růstu hmotnosti a zoogeografickými oblastmi. V Orientální oblasti je dosaženo výrazně rychlejšího růstu než v Etiopské (obr. 7 a 8). Rychlejší růst je též patrný v Palearktu a Nearktické oblasti.

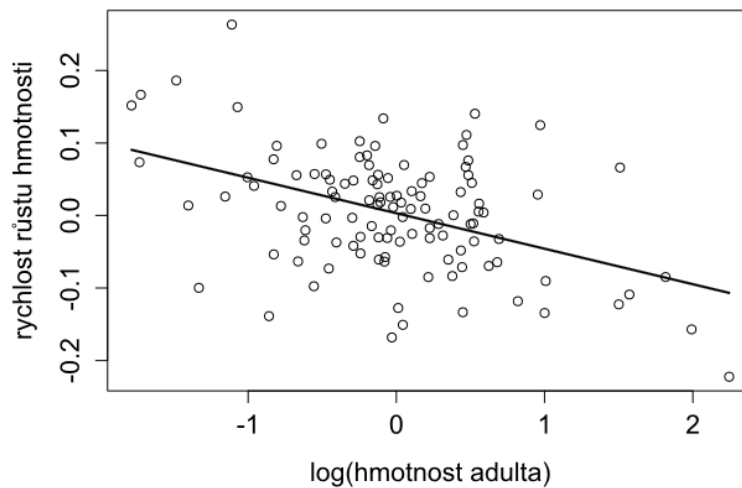


**Obr. 7:** Vztah mezi rychlostí růstu hmotnosti (K) a hnízděním v různých zoogeografických oblastech (AU – Australská, ET – Etiopská, NR – Nearktická, NT – Neotropická, OR – Orientální, PA – Paleartická). Růst měřen po celou dobu hnízdění. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 8.

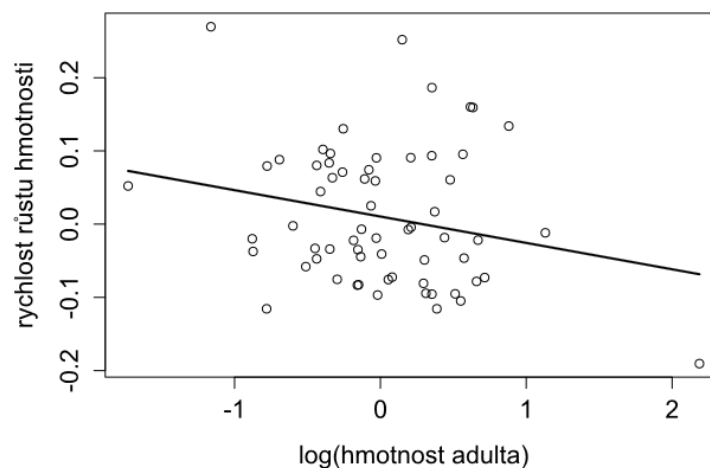


**Obr. 8:** Vztah mezi rychlostí růstu hmotnosti (K) a hnízděním v různých zoogeografických oblastech (jejich kódování viz obr. 7). Růst měřen do dosažení 70% váhy dospělého. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 9.

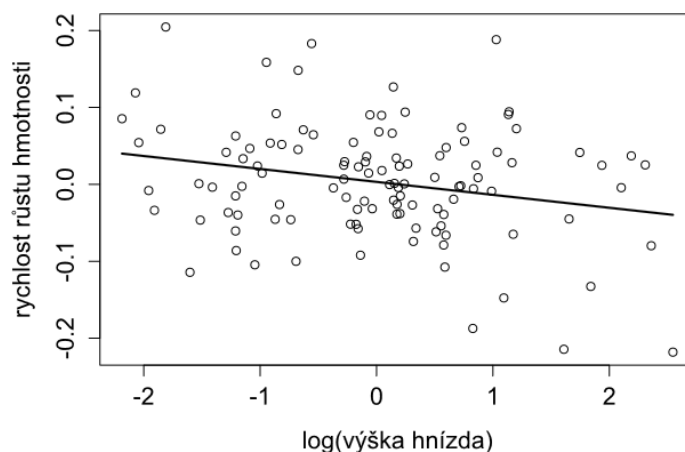
Pro celou dobu pobytu mláďat v hnízdě (tab. 8) vychází signifikantně také negativní vztah s průměrnou hmotností dospělých (obr. 9). Při ukončení měření po dosažení 70% váhy adulta je tento faktor těsně neprůkazný (obr. 10). Stejná situace nastává i pro polohu hnízda, kde s jeho rostoucí výškou nad zemí klesá rychlost růstu (obr. 11 a 12).



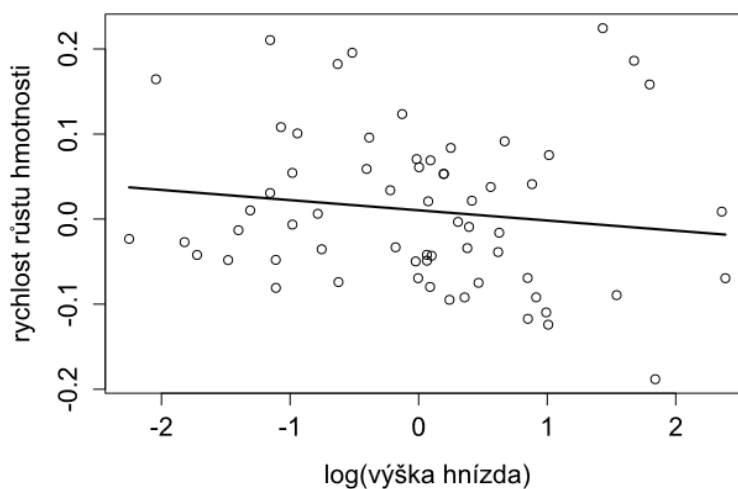
**Obr. 9:** Vztah rychlosti růstu hmotnosti a průměrné hmotnosti dospělého jedince. Růst měřen po celou dobu pobytu mláďat v hnízdě. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 8.



**Obr. 10:** Vztah rychlosti růstu hmotnosti a průměrné hmotnosti dospělého jedince. Růst měřen do dosažení 70% váhy dospěléce. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 9.

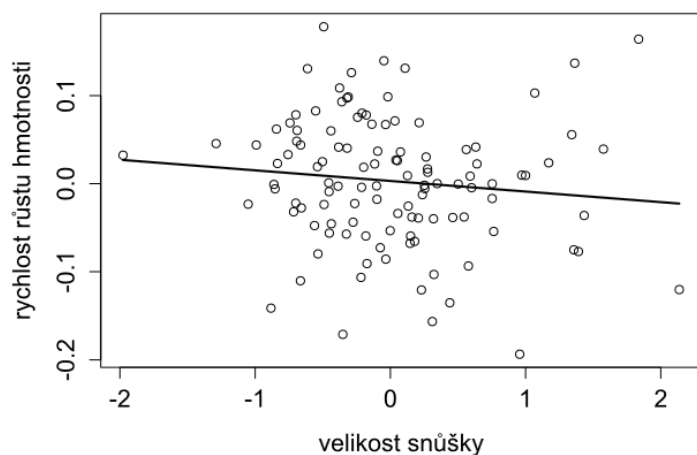


**Obr. 11:** Vztah rychlosti růstu hmotnosti (K) a výšky hnízda nad zemí (m). Růst měřen po celou dobu pobytu mláďat v hníždě. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 8.

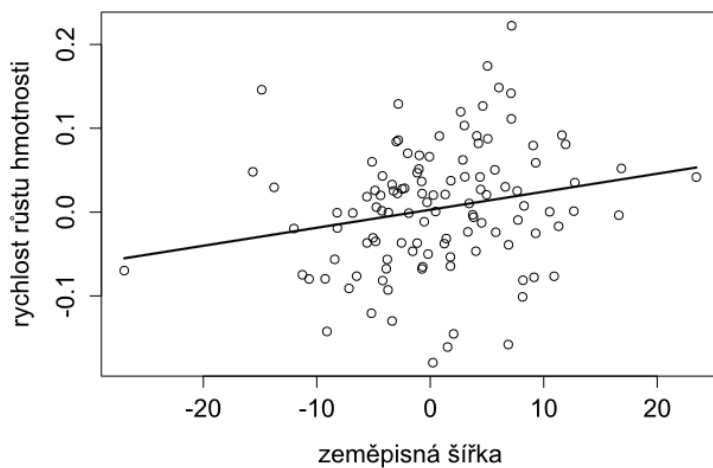


**Obr. 12:** Vztah rychlosti růstu hmotnosti (K) a výšky hnízda nad zemí (m). Růst měřen do dosažení 70% váhy dospěléce. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 9.

Pro celou dobu pobytu mláďat v hníždě (tab. 8) vychází také negativní korelace s velikostí snůšky (obr. 13). Jen těsně neprůkazný je pozitivní vztah s rostoucí zeměpisnou šířkou (obr. 14). Při ukončení měření růstu na 70% (tab. 9) však ani jeden z těchto faktorů signifikantně nevychází.



**Obr. 13:** Vztah rychlosti růstu hmotnosti (K) a velikostí snůšky. Růst měřen po celou dobu pobytu mládřat v hnízdě. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 8.



**Obr. 14:** Vztah rychlosti růstu hmotnosti (K) a zeměpisné šířky. Růst měřen po celou dobu pobytu mládřat v hnízdě. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 8.

**Tab. 8:** Výsledky analýzy vztahu rychlosti růstu hmotnosti a faktorů prostředí pro celou dobu pobytu mláďat v hnízdě. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 96. Model vysvětlil (adjusted R square) 52,5% variability. Průkazné výsledky zvýrazněny tučně.

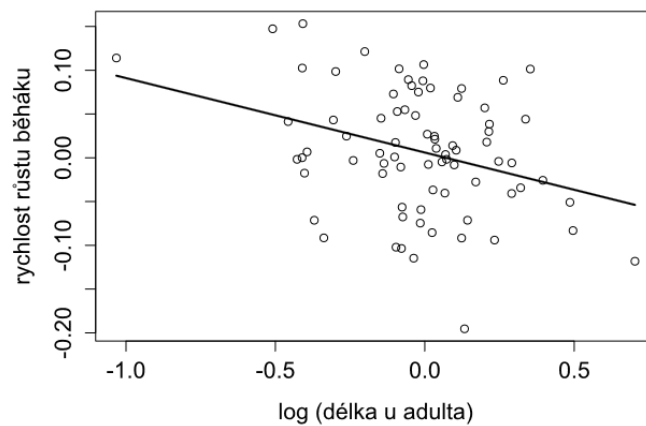
	<b>Efekt</b>	<b>Df</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>latituda</b>	+	1	3,29	0,073
<b>váha adulta</b>	-	<b>1</b>	<b>23,6</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<b>zoogeografická oblast</b>		<b>5</b>	<b>8,65</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<b>krmení</b>	pár > kooperace > jeden	2	1,17	0,316
<b>typ hnízda</b>	uzavřené > otevřené	1	1,04	0,310
<b>poloha hnízda</b>	-	<b>1</b>	<b>9,89</b>	<b>0,002</b>
<b>sběr potravy</b>	vegetace > zem > vzduch	2	0,67	0,516
<b>predace</b>	-	1	2,48	0,118
<b>velikost snůšky</b>	-	<b>1</b>	<b>6,22</b>	<b>0,043</b>

**Tab. 9:** Výsledky analýzy vztahu rychlosti růstu hmotnosti a faktorů prostředí pro měření ukončené při 70% váhy adultů. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 46. Model vysvětlil (adjusted R square) 40,3% variability. Průkazné výsledky zvýrazněny tučně.

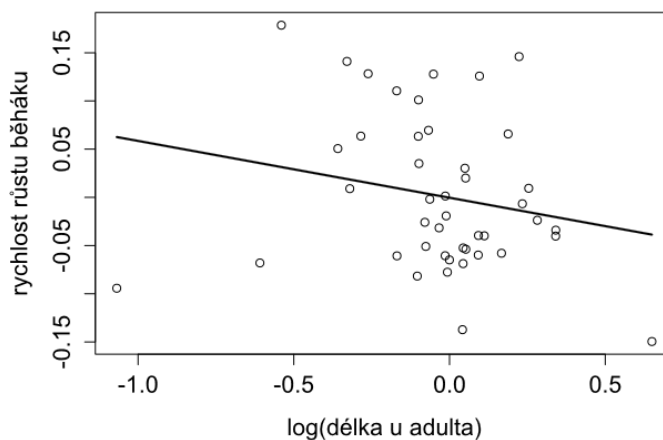
	<b>Efekt</b>	<b>Df</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>latituda</b>	-	1	0,07	0,792
<b>hmotnost u adulta</b>	-	1	3,43	0,071
<b>zoogeografická oblast</b>		<b>5</b>	<b>3,88</b>	<b>0,005</b>
<b>krmení</b>	pár > kooperace > jeden	2	0,98	0,389
<b>typ hnízda</b>	uzavřené > otevřené	1	0,74	0,393
<b>poloha hnízda</b>	-	1	3,41	0,071
<b>sběr potravy</b>	vegetace > zem > vzduch	2	1,79	0,179
<b>predace</b>	-	1	1,16	0,287
<b>velikost snůšky</b>	-	1	1,63	0,208

#### 4.2.1. Růst běháku

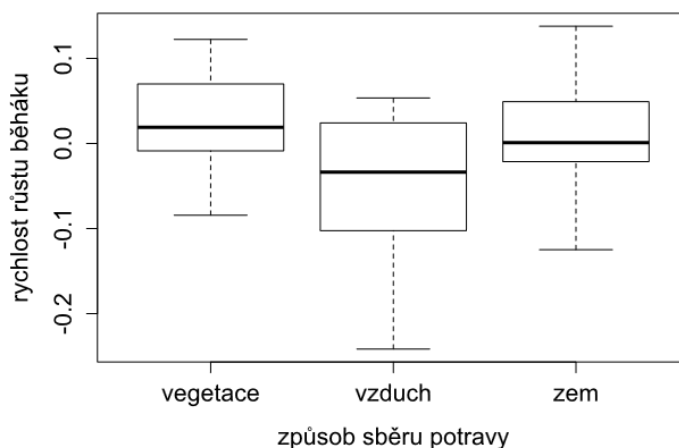
V případě růstu běháku vychází pro obě analýzy (tab. 10 a 11) průkazně negativní vztah s jeho délkou u dospělých (obr. 15 a 16). Signifikantní je pro celou dobu pobytu mlád'at v hnízdě (tab. 10) také způsob sběru potravy (obr. 17), když pomalejší růst koreluje s lovením potravy ve vzduchu. Tato analýza při ukončení měření na 70% hmotnosti adultů vychází sice jen těsně neprůkazně (tab. 10), ale bez žádného viditelného efektu (obr. 18).



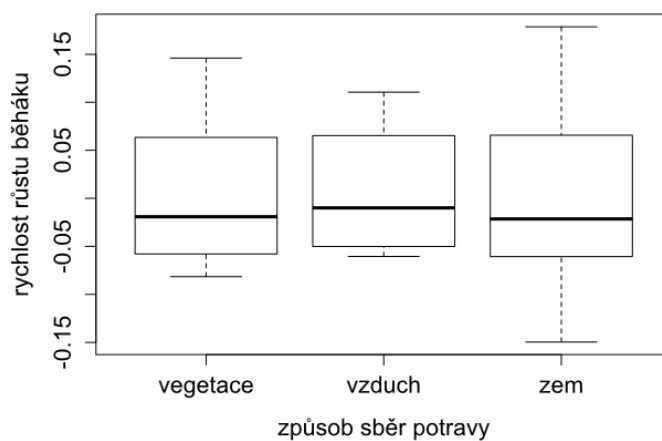
**Obr. 15:** Vztah rychlosti růstu běháku (K) a jeho průměrné délky u dospělců. Růst měřen po celou dobu pobytu mlád'at v hnízdění. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 10.



**Obr. 16:** Vztah rychlosti růstu běháku (K) a jeho průměrné délky u dospělců. Růst měřen do 70% váhy adulta. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 11.



**Obr. 17:** Vztah rychlosti růstu běháku (K) a způsobu, jakým druh sbírá potravu. Růst měřen po celou dobu pobytu mládřat v hníždě. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 10.



**Obr. 18:** Vztah rychlosti růstu běháku (K) a způsobu, jakým druh sbírá potravu. Růst měřen do 70% váhy adulta. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 11.

**Tab. 10:** Výsledky analýzy vztahu rychlosti růstu běháku a faktorů prostředí pro celou dobu pobytu mlád'at v hnízdě. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 60. Model vysvětlil (adjusted R square) 26,3% variability. Průkazné výsledky zvýrazněny tučně.

	<b>Efekt</b>	<b>Df</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>latituda</b>	-	1	0,01	0,618
<b>délka u adulta</b>	-	<b>1</b>	<b>7,63</b>	<b>0,008</b>
<b>zoogeografická oblast</b>		5	1,89	0,109
<b>krmení</b>	pár > jeden > kooperace	2	0,32	0,731
<b>typ hnízda</b>	uzavřené > otevřené	1	0,19	0,668
<b>poloha hnízda</b>	-	1	0,12	0,732
<b>sběr potravy</b>	<b>vegetace &gt; zem &gt; vzduch</b>	<b>2</b>	<b>4,73</b>	<b>0,012</b>
<b>predace</b>	+	1	0,77	0,383
<b>velikost snůšky</b>	+	1	0,07	0,788

**Tab. 11:** Výsledky analýzy vztahu rychlosti růstu běháku a faktorů prostředí pro měření ukončené při 70% váhy adultů. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 27. Model vysvětlil (adjusted R square) 16,1% variability. Průkazné výsledky zvýrazněny tučně.

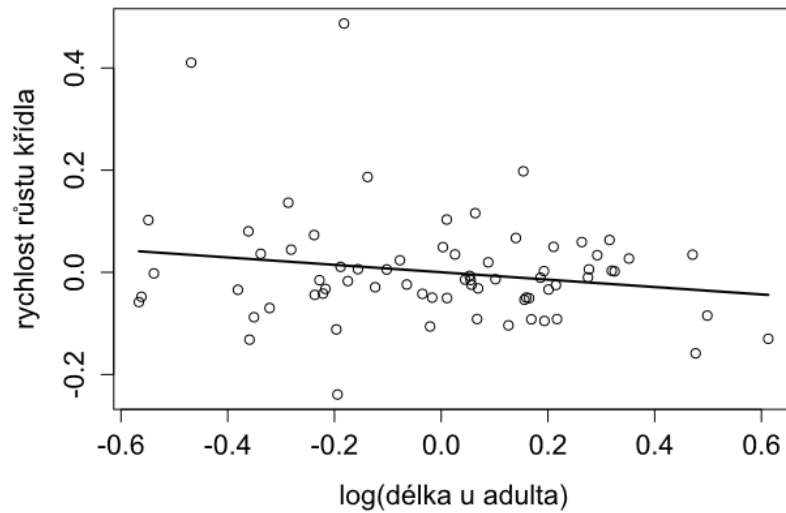
	<b>Efekt</b>	<b>Df</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>latituda</b>	+ -	1	1,45	0,240
<b>délka u adulta</b>	-	<b>1</b>	<b>5,51</b>	<b>0,027</b>
<b>zoogeografická oblast</b>		5	1,72	0,163
<b>krmení</b>	pár > jeden > kooperace	2	0,19	0,829
<b>typ hnízda</b>	otevřené > uzavřené	1	1,09	0,307
<b>poloha hnízda</b>	+	1	1,22	0,300
<b>sběr potravy</b>	vegetace > zem > vzduch	2	2,76	0,081
<b>predace</b>	+	1	0,19	0,667
<b>velikost snůšky</b>	+	1	0,35	0,562

#### 4.2.3. Růst křídla

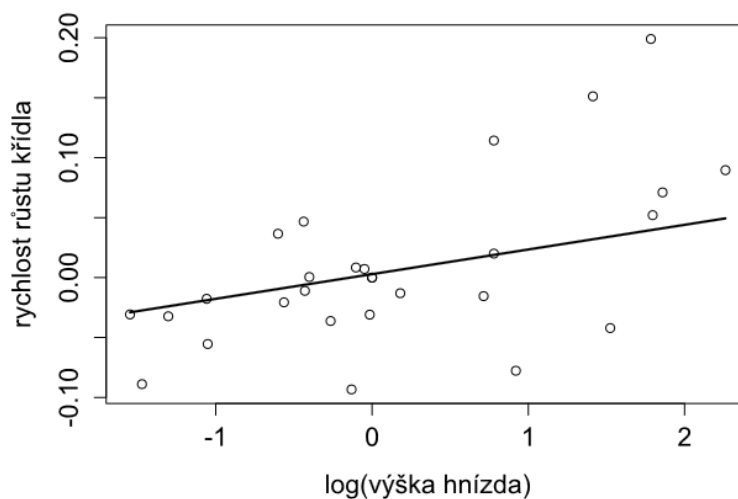
Výsledky pro celou dobu pobytu mlád'at v hnízdě (tab. 12) ukazují na slabě negativní vztah mezi rychlostí růstu a délkou křídla dospělých (obr. 19). Když bylo měření ukončeno při 70% váhy dospělého (tab. 13) vyšla průkazně pozitivní korelace mezi růstem křídla a polohou hnízda (obr. 20). Signifikantní je též vztah se způsobem krmení (obr. 21), když rychlejší růst



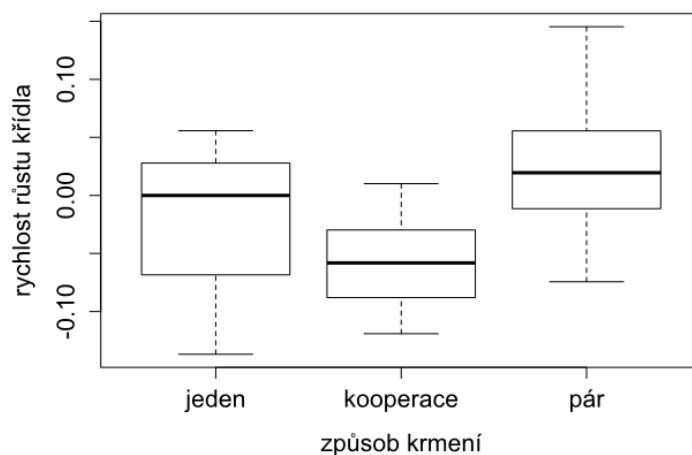
by se měl vyskytovat u druhů krmených párem. Jen těsně neprůkazně pak vychází pozitivní korelace s rostoucí predací (obr. 22).



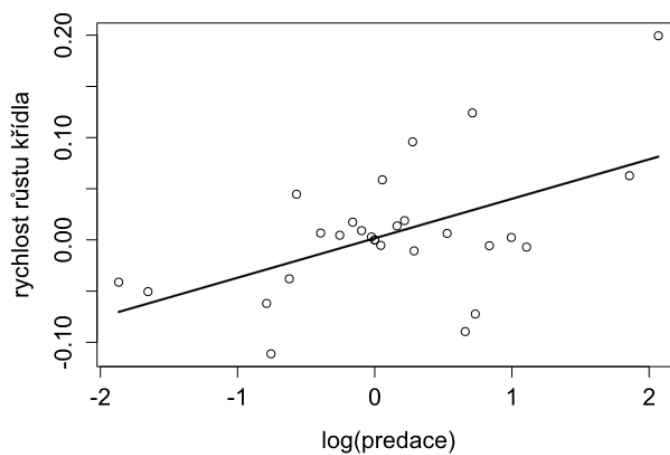
**Obr. 19:** Vztah rychlosti růstu křídla (K) a délky křídla u dospělého. Měřeno po celou dobu pobytu mláďat v hníždě. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 12.



**Obr. 20:** Vztah mezi rychlostí růstu křídla (K) a výškou hnízda nad zemí (m). Měřeno do dosažení 70% váhy dospělého. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 13.



**Obr. 21:** Vztah mezi rychlostí růstu křídla (K) a způsobem krmení. Měřeno do dosažení 70% váhy dospělé. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 13.



**Obr. 22:** Vztah mezi rychlostí růstu (K) a predací (DPR). Růst měřen do 70% váhy adultů. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 13.

**Tab. 12:** Výsledky analýzy vztahu rychlosti růstu křídla a faktorů prostředí pro celou dobu pobytu mládřat v hnízdě. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 53. Model vysvětlil (adjusted R square) 14,9% variability. Průkazné výsledky zvýrazněny tučně.

	<b>Efekt</b>	<b>Df</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>latituda</b>	-	1	0,01	0,977
<b>délka u adulta</b>	-	<b>1</b>	<b>4,52</b>	<b>0,038</b>
<b>zoogeografická oblast</b>		5	1,51	0,203
<b>krmení</b>	pár > kooperace > jeden	2	0,85	0,433
<b>typ hnízda</b>	otevřené > uzavřené	1	0,01	0,936
<b>poloha hnízda</b>	+	1	0,01	0,976
<b>sběr potravy</b>	vegetace > zem > vzduch	2	0,88	0,420
<b>predace</b>	+	1	0,95	0,335
<b>velikost snůšky</b>	-	1	2,35	0,131

**Tab. 13:** Výsledky analýzy vztahu rychlosti růstu křídla a faktorů prostředí pro měření ukončené při 70% váhy adultů. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 13. Model vysvětlil (adjusted R square) 43,2 % variability.

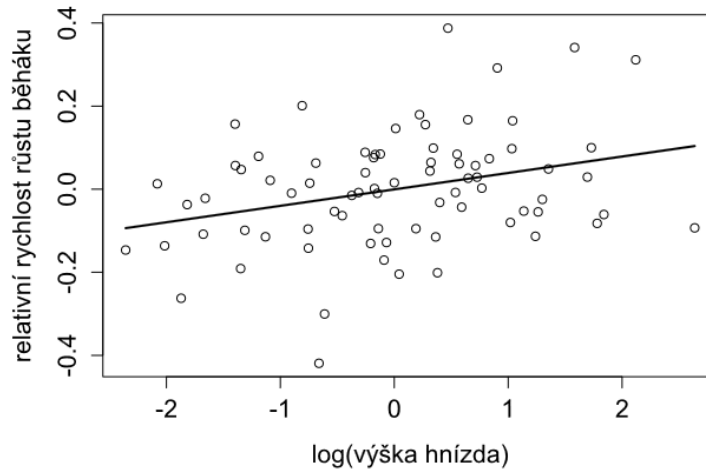
	<b>Efekt</b>	<b>Df</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>latituda</b>	-	1	0,42	0,529
<b>délka u adulta</b>	-	1	1,62	0,225
<b>zoogeografická oblast</b>		3	1,51	0,259
<b>krmení</b>	<b>pár &gt; jeden &gt; kooperace</b>	<b>2</b>	<b>6,57</b>	<b>0,011</b>
<b>typ hnízda</b>	otevřené > uzavřené	1	1,62	0,225
<b>poloha hnízda</b>	+	<b>1</b>	<b>7,64</b>	<b>0,016</b>
<b>sběr potravy</b>	vegetace > zem > vzduch	2	0,31	0,743
<b>predace</b>	+	1	3,69	0,077
<b>velikost snůšky</b>	+	1	0,01	0,916

### 4.3. Vliv faktorů prostředí na relativní rychlost růstu

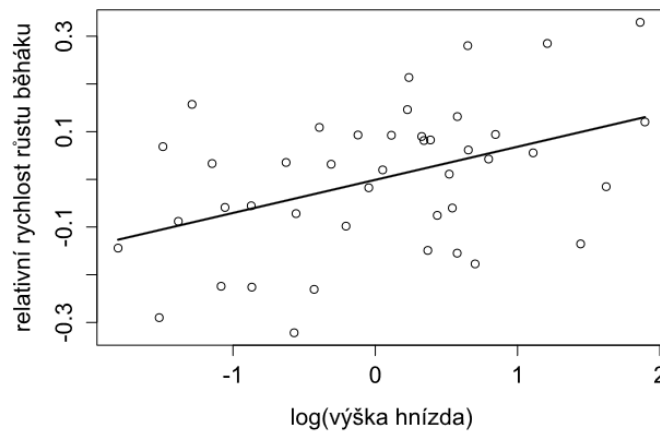
#### 4.3.1. Běhák

Jak pro celou dobu pobytu mládřat v hnízdě (tab. 14), tak pro měření ukončená na 70% váhy dospělé (tab. 15) vychází signifikantně pozitivní vztah s polohou hnízda (obr. 23 a 24). Při celé délce pobytu mládřat v hnízdě pak vychází těsně průkazně korelace se sběrem potravy

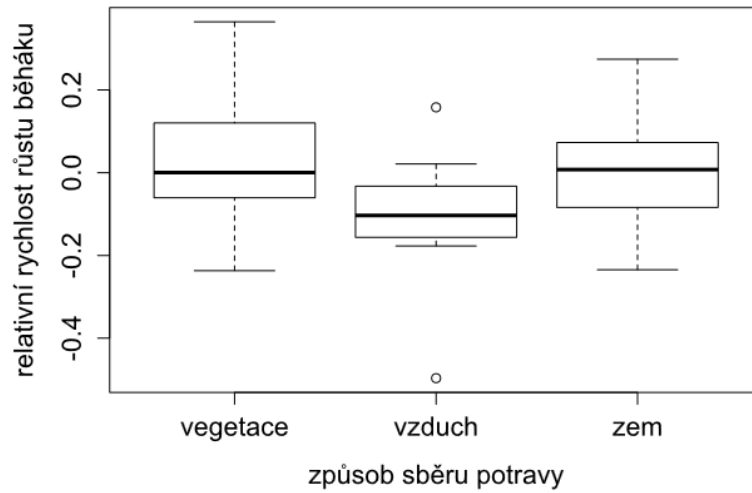
(obr. 25), kdy pomalejší růst koreluje s lovem potravy ve vzduchu. Naopak pozitivní vztah s velikostí snůšky (obr. 26) je jen těsně neprůkazný.



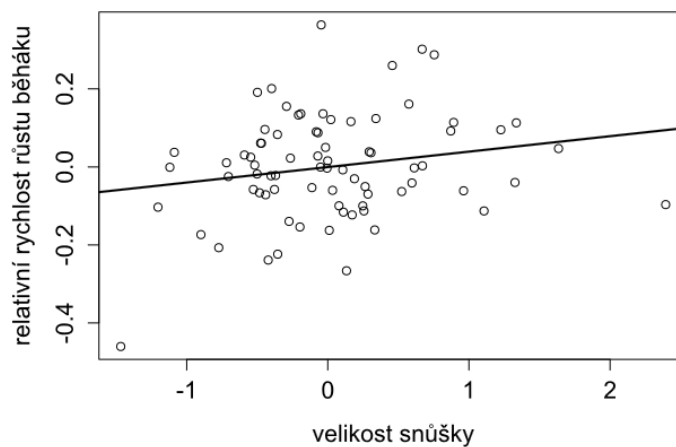
**Obr. 23:** Vztah mezi relativní rychlostí růstu běháku ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a výška hnízda nad zemí (m). Růst měřen po celou dobu pobytu mláďat v hnízdě Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 14.



**Obr. 24:** Vztah mezi relativní rychlostí růstu běháku ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a výškou hnízda (m). Růst měřen do 70% váhy adultů. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 15.

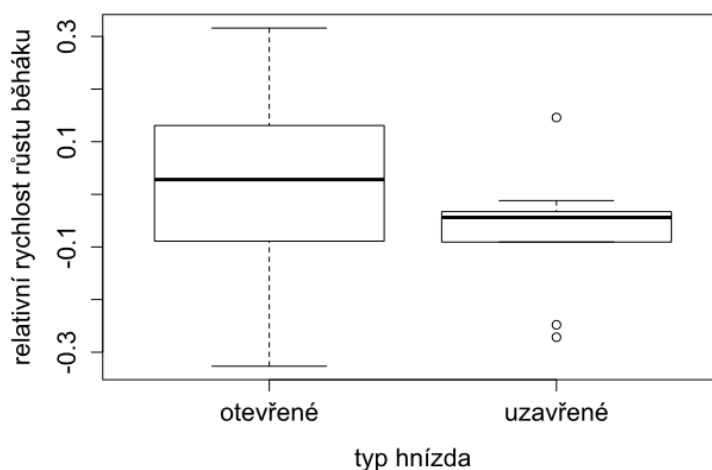


**Obr. 25:** Vztah mezi relativní rychlostí růstu běháku ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a způsobem sběru potravy. Růst měřen po celou dobu pobytu mládřat v hnízdě. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 14.



**Obr. 26:** Vztah mezi relativní rychlostí růstu ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a velikostí snůšky. Růst měřen po celou dobu pobytu mládřat v hnízdě. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 14.

Pro měření ukončené při 70% váhy dospělé vyšla těsně průkazně (tab. 15) také korelace s typem hnízda. Ptáci z uzavřených hnízd mají trochu pomalejší relativní rychlost růstu běháku, než ti z otevřených (obr. 27).



**Obr. 27:** Vztah mezi relativní rychlostí růstu ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a typem hnízda. Růst měřen do dosažení 70% hmotnosti adulta. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 15.

**Tab. 14:** Výsledky analýzy vztahu relativní rychlosti růstu běháku ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a faktorů prostředí pro celou dobu pobytu mláďat v hnízdě. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 60. Model vysvětlil (adjusted R square) 17,9% variability. Průkazné výsledky zvýrazněny tučně.

	<b>Efekt</b>	<b>Df</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>latituda</b>	-	1	1,08	0,303
<b>délka u adulta</b>	-	1	0,12	0,739
<b>zoogeografická oblast</b>		5	0,54	0,745
<b>krmení</b>	kooperace>pár> jeden	1	0,14	0,874
<b>typ hnízda</b>	uzavřené>otevřené	1	0,75	0,389
<b>poloha hnízda</b>	+	<b>1</b>	<b>7,67</b>	<b>0,008</b>
<b>sběr potravy</b>	<b>vegetace&gt;zem&gt;vzduch</b>	<b>2</b>	<b>3,44</b>	<b>0,039</b>
<b>predace</b>	+	1	2,75	0,102
<b>velikost snůšky</b>	+	1	3,22	0,078

**Tab. 15:** Výsledky analýzy vztahu relativní rychlosti růstu běháku ( $K_{\text{běhák}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a faktorů prostředí pro měření do 70% váhy adultů. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 27. Model vysvětlil (adjusted R square) 9,1% variability.

	<b>Efekt</b>	<b>Df</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>latituda</b>	+	1	0,53	0,473
<b>délka u adulta</b>	-	1	1,08	0,309
<b>zoogeografická oblast</b>		5	1,24	0,320
<b>krmení</b>	jeden > kooperace > pár	0	1,05	0,364
<b>typ hnízda</b>	otevřené > uzavřené	<b>1</b>	<b>4,99</b>	<b>0,034</b>
<b>poloha hnízda</b>	+	<b>1</b>	<b>5,32</b>	<b>0,029</b>
<b>sběr potravy</b>	zem > vegetace > vzduch	2	0,76	0,477
<b>predace</b>	+	1	0,76	0,392
<b>velikost snůšky</b>	+	1	1,73	0,199

#### 4.3.2. Křídlo

Ani při jedné analýze vztahu mezi relativní rychlostí růstu křídla ( $K_{\text{křídlo}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a faktorů prostředí nevyšla žádná proměnná průkazně (tab. 16 a 17).

**Tab. 16:** Výsledky analýzy vztahu relativní rychlosti růstu křídla ( $K_{\text{křídlo}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a faktorů prostředí pro celou dobu pobytu mláďat v hnízdě. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 53. Model vysvětlil (adjusted R square) 15,5% variability.

	<b>Efekt</b>	<b>Df</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>latituda</b>	-	1	2,97	0,091
<b>délka u adulta</b>	-	1	1,61	0,211
<b>zoogeografická oblast</b>		5	0,88	0,501
<b>krmení</b>	pár > kooperace > jeden	2	0,60	0,642
<b>typ hnízda</b>	otevřené > uzavřené	1	0,97	0,329
<b>poloha hnízda</b>	+	1	4,35	0,329
<b>sběr potravy</b>	vegetace > zem > vzduch	2	0,84	0,439
<b>predace</b>	+	1	2,98	0,090
<b>velikost snůšky</b>	-	1	0,62	0,434

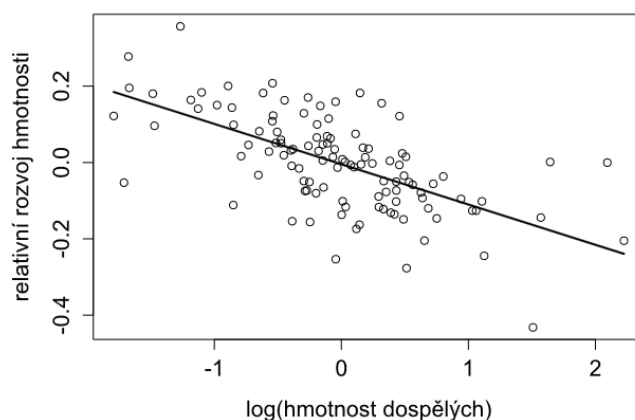
**Tab. 17:** Výsledky analýzy vztahu relativní rychlosti růstu křídla ( $K_{\text{křídlo}}/K_{\text{hmotnost}}$ ) a faktorů prostředí pro měření do 70% váhy adultů. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 12. Model vysvětlil (adjusted R square) 24,6 % variability.

	<b>Efekt</b>	<b>Df</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>latituda</b>	-	1	0,89	0,363
<b>délka u adulta</b>	-	1	0,04	0,844
<b>zoogeografická oblast</b>		3	0,18	0,908
<b>krmení</b>	kooperace>pár >jeden	2	0,31	0,738
<b>typ hnízda</b>	otevřené>uzavřené	1	2,14	0,170
<b>poloha hnízda</b>	+	1	2,12	0,171
<b>sběr potravy</b>	vzduch>vegetace>zem	2	0,03	0,970
<b>predace</b>	+	1	0,39	0,544
<b>velikost snůšky</b>	+	1	1,83	0,201

## 4.4. Relativní rozvoj částí těla

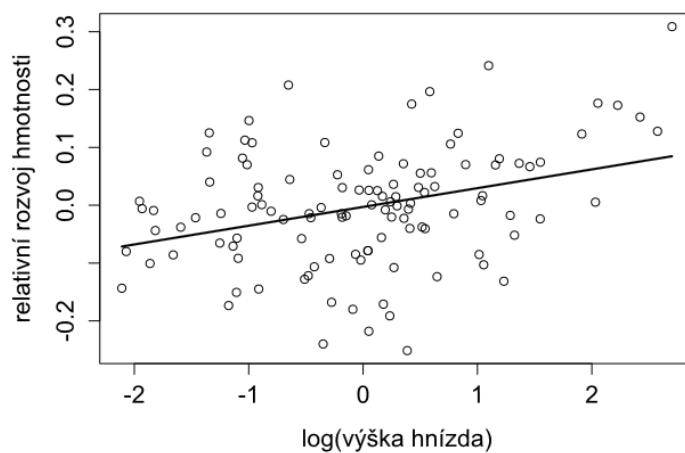
### 4.4.1. Hmotnost

Průkazná je negativní korelace s velikostí těla dospělých (obr. 28). Pozitivní jsou potom vztahy s rostoucí výškou hnízda (obr. 29) a velikostí snůšky (obr. 30). U geografických oblastí je relativní rozvoj hmotnosti menší v Orientu a větší naopak v Neotropech (obr. 31). Všechny výsledky jsou pak shrnuty v tab. 18.

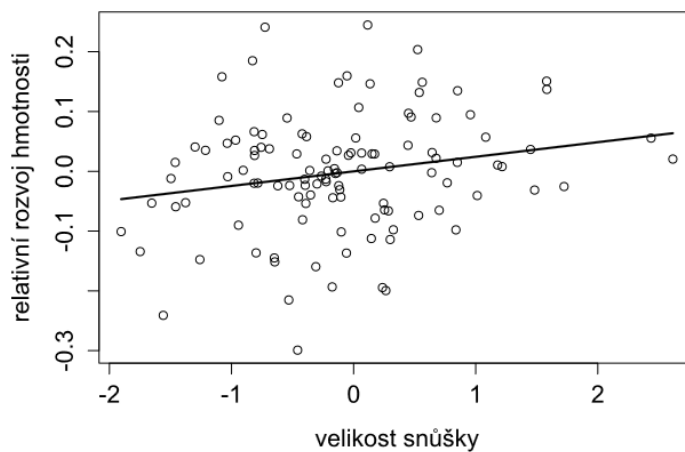


**Obr. 28:** Vztah mezi relativním rozvojem hmotnosti ( $\text{hmotnost}_{\text{vyletání}}/\text{hmotnost}_{\text{adult}}$ ) a váhou u dospělých. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 18.

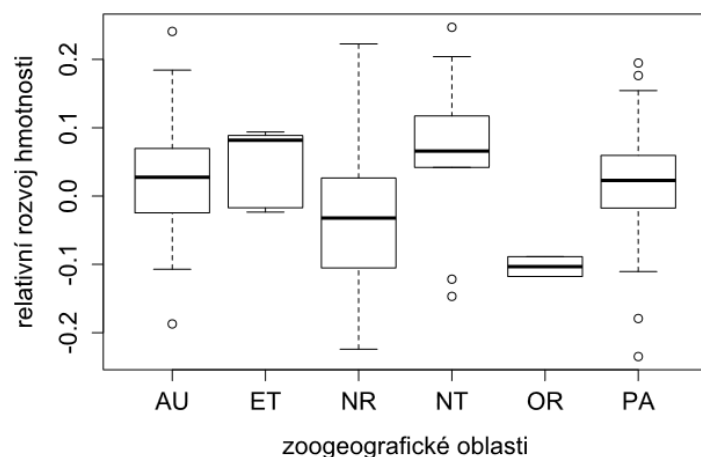




**Obr. 29:** Vztah mezi relativním rozvojem hmotnosti ( $\text{hmotnost}_{\text{vylétání}}/\text{hmotnost}_{\text{adult}}$ ) a výškou hnízda nad zemí (m). Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 18.



**Obr. 30:** Vztah mezi relativním rozvojem hmotnosti ( $\text{hmotnost}_{\text{vylétání}}/\text{hmotnost}_{\text{adult}}$ ) a velikostí snůšky. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 18.



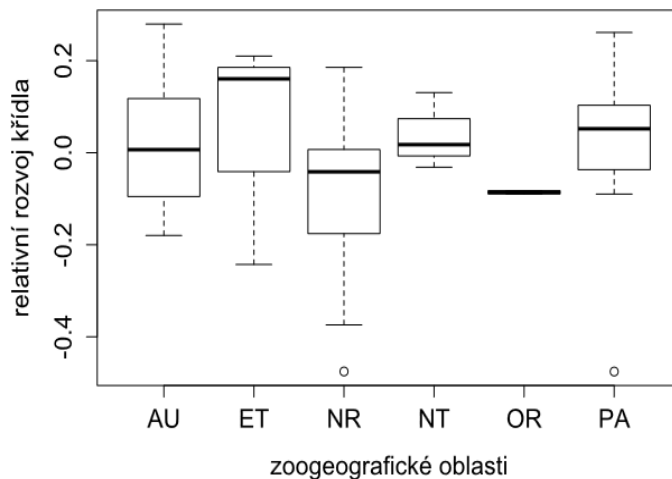
**Obr. 31:** Vztah mezi relativním rozvojem hmotnosti ( $\text{hmotnost}_{\text{vylétání}}/\text{hmotnost}_{\text{adult}}$ ) a hnízděním v různých zoogeografických oblastech (jejich kódování viz obr. 7). Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 18.

**Tab. 18:** Výsledky analýzy vztahu relativního rozvoje hmotnosti ( $\text{hmotnost}_{\text{vylétání}}/\text{hmotnost}_{\text{adult}}$ ) a faktorů prostředí. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 96. Model vysvětlil (adjusted R square) 61,0% variability. Průkazné výsledky zvýrazněny tučně.

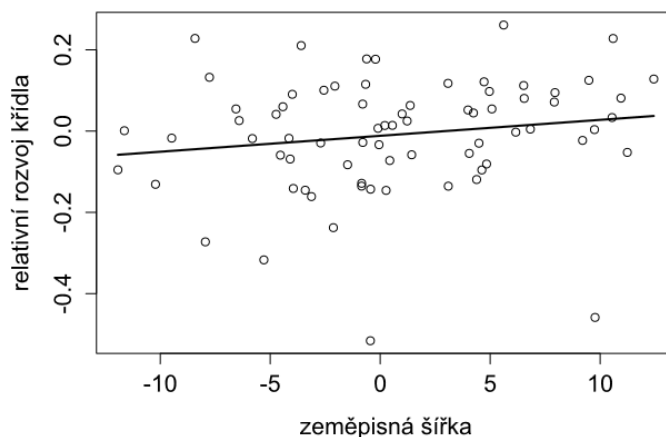
	<b>Efekt</b>	<b>Df</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>latituda</b>	+	1	3,33	0,071
<b>hmotnost u adulta</b>	-	<b>1</b>	<b>61,34</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<b>zoogeografická oblast</b>		<b>5</b>	<b>4,69</b>	<b>0,001</b>
<b>krmení</b>	kooperace>jeden>pár	2	0,43	0,652
<b>typ hnízda</b>	uzavřené > otevřené	1	0,06	0,813
<b>poloha hnízda</b>	+	<b>1</b>	<b>14,99</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<b>sběr potravy</b>	vzduch>zem>vegetace	2	1,85	0,163
<b>predace</b>	-	1	1,42	0,237
<b>velikost snůšky</b>	+	<b>1</b>	<b>7,93</b>	<b>0,006</b>

#### 4.4.2. Křídlo

Relativní rozvoj křídla (tab. 19) koreluje s hnízděním v různých zoogeografických oblastech (obr. 32). Menší relativní rozvoj křídla byl zaznamenán v Orientální oblasti, největší pak v Neotropické oblasti. Jen těsně neprůkazně vychází pozitivní vztah se zeměpisnou šířkou (obr. 33).



**Obr. 32:** Vztah mezi relativním rozvojem křídla ( $\text{délka}_{\text{vylétání}}/\text{délka}_{\text{adult}}$ ) a hnízděním v různých zoogeografických oblastech (jejich kódování viz obr. 7). Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 19.



**Obr. 33:** Vztah mezi relativním rozvojem křídla ( $\text{délka}_{\text{vylétání}}/\text{délka}_{\text{adult}}$ ) a zeměpisnou šířkou. Rychlost růstu vyjádřena v residuálech z modelu v tab. 19.

**Tab. 19:** Výsledky analýzy vztahu relativní rozvoje křídla ( $křídlo_{\text{vylétání}}/křídlo_{\text{adulta}}$ ) a faktorů prostředí. Hodnota stupňů volnosti u residuálů je 55. Model vysvětlil (adjusted R square) 21,0% variability. Průkazné hodnoty vyznačeny tučně.

	<b>Efekt</b>	<b>Df</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>latituda</b>	+	1	2,99	0,090
<b>délka u adulta</b>	-	1	0,41	0,524
<b>zoogeografická oblast</b>		<b>5</b>	<b>4,15</b>	<b>0,003</b>
<b>krmení</b>	jeden>pár> kooperace	2	1,09	0,345
<b>typ hnízda</b>	uzavřené > otevřené	1	1,23	0,273
<b>poloha hnízda</b>	+	1	1,32	0,255
<b>sběr potravy</b>	vzduch>zem> vegetace	2	0,04	0,960
<b>predace</b>	+	1	0,02	0,891
<b>velikost snůšky</b>	+	1	0,24	0,625

## 5. Diskuze

Při rozebírání těchto výsledků je nutné si uvědomit, že jsem nepracoval s fylogenetickými vztahy mezi druhy (viz. metodika), čímž mohou být částečně ovlivněny mé výsledky. Bude zajímavé vidět, jak silou bude tento faktor působit v zamýšleném článku, jež má na tuto diplomovou práci navazovat.

### 5.1. Porovnání rychlosti růstu a relativního rozvoje hmotnosti s délkami běháku a křídla

Srovnání růstových konstant (K) ukázalo očekávanou skutečnost, že druhy s rychlejším růstem hmotnosti mají i rychlejší růst běháku a křídla. Stejný výsledek je naznačen také pro porovnání relativní rychlosti růstu a relativní rozvoje všech tří znaků.

### 5.2. Vliv faktorů prostředí na rychlost růstu hmotnosti, běháku a křídla

Výsledky pro zoogeografické oblasti (signifikantní efekt pro rychlost růstu hmotnosti pro obě analýzy a pro křídlo při ukončení v 70% váhy adulta) je nutné brát s jistou rezervou, neboť je zde jasně vidět vliv Orientální oblasti, která je ale zastupena velmi malým počtem druhů (tab. 2). Přesto by rychlejší růst hmotnosti v Palearktu a Nearktické oblasti mohl naznačovat

rychlejší vývoj v temperátních oblastech (Brown 1976 in Bortolotti 1986, Biancucci & Martin 2010). V souladu s tím by byla i těsně neprůkazná pozitivní korelace se zeměpisnou šířkou. Na druhou stranu podobná rychlost růstu jako u Palearktu a Nearktu vychází také pro Neotropy.

Negativní korelace s velikostí dospělých (obě analýzy u běháku, výsledky při celé délce pobytu mlád'at v hnízdě u hmotnosti a křídla) je ve shodě s názorem, že větší ptáci rostou pomaleji (Ricklefs 1968). Většina dalších autorů (Remeš & Martin 2002, Biancucci & Martin 2010, Martin et al. 2011) také u hmotnosti dochází k tomuto závěru. U běháku a křídla tento jev zatím moc zkoumán nebyl (nebo, jako v případě Cheng & Martin (2012), vychází neprůkazně). Přesto nejsou tyto výsledky překvapivé.

Negativní vztah mezi hmotností, která se zdá být evolučně nejflexibilnější ze zkoumaných proměnných, a velikostí snůšky (analýza pro celou délku pobytu mlád'at v hnízdě) je naopak v rozporu s několika studiemi (Ricklefs 1968, Ricklefs 1973, Bortolotti 1986, Remeš & Martin 2002). Na druhou stranu tyto práce většinou hodnotí buď vztahy mezi krmivými a nekrmivými (Ricklefs 1973) nebo tropické a temperátní ptáky (Bortolotti 1986). Já pracuji z větší části s druhy z mírného pásu, kde by tato korelace mohla vypadat jinak. Navíc tento vztah vychází poměrně mírný (obr. 11).

Zajímavé jsou korelace se stoupající výškou hnízda. Zatímco pro rychlost růstu hmotnosti vychází negativně (analýza pro celou dobu pobytu mlád'at v hnízdě), u křídla (analýza do 70% váhy adulta) je pozitivní. V některých pracích (Badyaev & Martin 2000, Metcalfe & Monaghan 2001) se uvádí, že ptáci často upřednostňují buď vývoj hmotnosti, nebo různých částí těla. Jako hlavní důvod je uváděna většinou predace. Výšce hnízda se přitom nevěnuje moc velká pozornost, což by mohl být chyba, podobný vztah je totiž vidět i u relativní rychlosti růstu běháku (viz. kapitola 5.4.).

U rychlosti růstu běháku vychází vedle již zmíněné korelace s velikostí u dospělé průkazně také negativní korelace se sběrem potravy ve vzduchu (analýza při celé délce pobytu mlád'at v hnízdě). To je v rozporu s výsledky práce Cheng & Martin (2012), v níž autoři nezjistili žádný vliv prostředí na délku běháku. Na druhou stranu pomalejší vývoj u druhů sbírajících potravu ve vzduchu je znám např. u pěvců severní Ameriky (Remeš & Martin 2002). Naopak nebyl zjištěn žádný vztah s někdy udávanými faktory, jako je větší snůška, krmení oběma rodiči (Pezzolezi 2000) a predace (Björklund 1994).

U rychlosti růstu křídla vyšel pro měření při celé délce pobytu mládřat v hnízdě průkazně jen už výše zmíněný vztah s jeho délkou u dospělého. Výsledky při ukončení měření v 70% váhy dospělého mohou být částečně ovlivněny malým vzorkem. Ukazuje se, že tento způsob zpracování dat není pro křídlo ideální. Platí totiž, že k vývoji křídla dochází později než k hlavnímu růstu hmotnosti (Badyaev & Martin 2000), takže toto ukončení nemůže zahrnout nejdůležitější část růstu křídla. Nicméně výsledek ukazující pozitivní korelaci s krmením od páru je ve shodě s výsledky z kapitoly 4.1.

### **5.3. Vliv faktorů prostředí na relativní rychlost růstu**

U běháku v obou analýzách vychází pozitivní vztah se stoupající výškou hnízda. To by mohlo podporovat výše prezentovanou myšlenku, že s rostoucí výškou hnízda nad zemí upřednostňují pěvci vývoj různých částí těla (zde křídlo a běhák) nad rychlým přibýváním hmotnosti. Rychlejší relativní růst běháku (analýza pro celou dobu pobytu mládřat v hnízdě) u druhů s otevřenými hnízdy je ve shodě s řadou studií (Lack 1968, Ricklefs 1968, Robertson 1986, Jetz et al. 2008), které tvrdí, že ptáci v uzavřených hnízdech mají vedle menší predace také delší hnízdní periodu a pomalejší růst. V analýze při 70% váhy adultů vyšel pak průkazně vztah pomalejšího růstu a lovu potravy ve vzduchu, což je už vysvětleno výše.

Žádná korelace nebyla zjištěna mezi relativní rychlostí růstu křídla a faktory prostředí. Zvláštní je, že ani jedna analýza neprokázala vliv predace na relativní růst křídla (pouze těsně neprůkazné u rychlosti růstu při 70%). Tento faktor je přitom podle Cheng & Martin (2012) pro růst této části těla naprosto zásadní. Obecně vliv predace, jež je v řadě článků považována za významný faktor (Remeš 2002, Remeš 2007, Martin et al. 2011, Cheng & Martin 2012), nevyhází při žádné analýze průkazně. To by bylo spíše ve shodě s menším množstvím studií, které korelaci s predací také nepodporují (Ricklefs 1968 a 1973). Je však pravdou, že při mém výzkumu byla brána v potaz jen predace na hnízdech a nebyla zohledněna predace dospělců, která by měla v tropech hrát velkou roli při péči o mládřata (Martin 2002). Navíc je zde pracováno s menším vzorkem dat o predaci, než jaký bude použit v plánovaném článku, takže můj pohled na relativní roli predace v evoluci růstu končetin ptáků se může ještě změnit.

#### **5.4. Vliv faktorů prostředí na relativní rozvoj jednotlivých částí těla**

Jak pro křídlo, tak i hmotnost vychází korelace mezi relativním rozvojem a hnízděním v různých zoogeografických oblastech, když nejmenší rozvoj je v obou případech zaznamenán v orientální oblasti. Vzhledem k tomu, že u rychlosti růstu vychází tato korelace obráceně, můžeme v tom vidět shodu s tvrzením, že rychlejší růst vede k menšímu rozvoji tělních částí (Björklund 1994, Metcalfe & Monaghan 2001). Podobně by se daly vysvětlit i pozitivní korelace relativního rozvoje hmotnosti s výškou hnízda a velikostí snůšky. I zde je vztah obrácený vůči rychlosti růstu. Shoda naopak panuje pro negativní korelaci mezi relativním rozvojem hmotnosti a velikostí těla.

Vedle již zmíněné predace nebyl v žádné analýze zjištěn prokazatelný vztah ani mezi některou z vysvětlovaných proměnných a zeměpisnou šířkou. Přestože někteří autoři, jak již bylo zmíněno, udávají, že rychlost růstu kladně koreluje se stoupající zeměpisnou šířkou (Brown 1976 in Bortolotti 1986, Biancucci & Martin 2010). Tento vztah je patrný i u mých výsledků (viz. kapitola 4.2.), není však nikdy podpořen potřebnou statistickou vahou. To však může být způsobeno i vzájemnou korelací se zoogeografickými oblastmi nebo nerozdělením na jižní a severní polokouly.

## **6. Závěr**

V rámci této diplomové práce docházím k následujícím závěrům:

- 1) Popisné údaje naznačují, že ptáci s rychlejším růstem hmotnosti, mají také rychlejší růst běháku a křídla.
- 2) Rychlost růst hmotnosti, běháku i křídla negativně koreluje s vahou a velikostí tělních částí u dospělých. Toto zjištění je v souladu s tvrzením většiny autorů.
- 3) Průkazně vychází korelace mezi rychlostí růstu hmotnosti a zoogeografickými oblastmi. Rychlejšímu růst tu vykazuje pozitivní vztah s hnízděním v Palearktické a

především v Orientální oblasti. To však může být způsobeno malým vzorkem pro Orient.

- 4) Větší velikost snůšky negativně koreluje s rychlostí růstu u hmotnosti.
- 5) Rychlost růstu hmotnosti rovněž negativně koreluje se stoupající výškou hnízda. U rychlosti růstu křídla (analýza s měřením do 70% váhy adulta) a relativní rychlosti růstu běháku vychází tento vztah naopak pozitivně. To naznačuje, že ptáci hnízdící ve vyšších výškách věnují více energie do vývoje různých částí těla než do růstu váhy.
- 6) Vychází inverzní vztah mezi rychlostí růstu a relativním rozvoje hmotnosti u velikosti snůšky, polohy hnízda a hnízděním v různých zoogeografických oblastech. To ukazuje na známou skutečnost, že s rychlejším růstem klesá rozvoj jednotlivých částí těla. Faktory korelující s jedním, by tedy měly mít opačný vztah s druhým.
- 7) Pro celkovou i relativní rychlost růstu běháku při celé délce hnízdění prokazatelně vychází vztah se způsobem sběru, potravy, když o něco pomalejší růst koreluje s lovem potravy ve vzduchu. To podporuje tvrzení, že ptáci loví ve vzduchu mají vývoj pomalejší, pro poměrně menší množství potravní nabídky.
- 8) Pro rychlost růstu křídla při analýze s růstem ukončeným při 70% váhy adulta vychází vztah se způsobem krmení. Nejvyšší rychlost růstu koreluje s krmením od páru, což je ve shodě s výsledky popisné části.
- 9) Relativní rychlost růstu běháku (pro analýzu ukončenou při 70% váhy adulta) koreluje s typem hnízda. Mláďata z uzavřených hnízd vykazují o něco pomalejší růst než ty z hnízd otevřených. Výsledek je v souladu s názorem, že rychlejší růst mají mláďata v otevřených hnízdech.



10) Evolučně nejflexibilnější se zdá být rychlost růstu hmotnosti.

11) Celkově jde vidět očekávaná negativní korelace mezi rychlostí růstu váhy i obou částí těla a velikostí dospělého. Zajímavé jsou vztahy mezi rychlostmi růstu a stoupající výškou hnízda nad zemí. Zatímco pro hmotnost je korelace negativní, u křídla a relativní rychlosti růstu běháku vychází naopak pozitivně, takže rozdíl v poloze hnízda by mohl vést k upřednostňování buď růstu hmotnosti, nebo křídla s běhákem. Inverzní vztah mezi působením faktorů u rychlosti růstu a relativního rozvoje těla pak podporuje myšlenku, že ptáci s rychlejším růstem opouští hnízdo dříve a ne zcela vyvinutí. Všechny prezentované výsledky by nám mohli pomoci pochopit poměrně složitou evoluci životní historie u ptáků.

## 7. Literatura

Allan D. G. & Davies G. B. 2005: Breeding biology of House Crows (*Corvus splendens*) in Durban, South Africa. *Ostrich* 75 (1 a 2): 21-31.

Arendt J. D. 1997: Adaptive intrinsic growth rates: an integration across taxa. *Q. Rev. Biol.* 72: 149-177.

Badyaev A. V. & Martine T. E. 2000: Individual variation in growth trajectories: phenotypic and genetic correlation in ontogeny of the house finch. *Journal of Evolution Biology* 13: 290-301.

Baker K. 1997: Warblers of Europe, Asia and North Africa. *Princeton University Press, New Jersey*.

Biancucci L. and Martin T.E. 2010: Can selection on nest size from nest predation explain the latitudinal gradient in clutch size? *Journal of Animal Ecology* 2010, 79, 1086–1092.

Bortolotti G. R. 1986: Evolution of growth rate in eagles. Sibling competition vs. energy considerations. *Ecology* 67(1): 182-194.

Bouchar J. 1983: Zoogeografie. *SPN, Praha*.

Clements P., Harris A., Davis J. 2011: Finches and Sparrows. *Christopher Helm A & C Black, London*.

Cramp S. & Perrins C. M. 1993: Handbook of the birds of Europe, the Middle East, and North Africa: The birds of the western Palearctic. Volume VII: Flycatchers to Shrikes. *Oxford University Press, Oxford*.

Cramp S. & Perrins C. M. 1994: Handbook of the birds of Europe, the Middle East, and North Africa: The birds of the western Palearctic. Volume VIII: Crows to Finches. *Oxford University Press, Oxford*.

del Hoyo J. & Christie D. W. 2004: The handbook of the birds of the World. Volume 9: Cotingas to Pipits and Wagtails. *Oxford University press, Oxford*.

del Hoyo J. & Christie D. W. 2007: The handbook of the birds of the World. Volume 12: Tits to Chickadees. *Oxford University press, Oxford*.

del Hoyo J. & Christie D. W. 2008: The handbook of the birds of the World. Volume 13: Penduline tit to Shrikes. *Oxford University press, Oxford.*

del Hoyo J. & Christie D. W. 2008: The handbook of the birds of the World. Volume 14: Bush-shrikes to Old World Sparrows. *Oxford University press, Oxford.*

del Hoyo J. & Christie D. W. 2010: The handbook of the birds of the World. Volume 15: Weavrs to New Word Warblers. *Oxford University press, Oxford.*

Firth C. B., Beehler B. M. 1998: The Birds of paradise. *Oxford University Press, Oxford.*

Holt B. G., Lessard J., Borregaard M. K., Fritz S. A., Araújo M. B., Dimitrov D., Fabre P., Graham C. H., Graves G. R., Jønsson K.A., Nogués-Bravo D., Wang Z., Whittaker R. J., Fjeldså J., Rahbek C. 2013: An update of Wallace's zoogeographical region of the world. *Science 339: 74-78.*

Cheng Y. & Martin T. E. 2012: Nest predation risk and growth strategies of Passerine species: Grow fast or develop traits to escape risk? *The American Naturalist 180(3): 285-295.*

Jetz W., Sekercioglu C. H., Böhnig-Gaese K. 2008: The worldwide variation in avian clutch size. *PLoS Biol. 6: 2650-2657.*

Jetz W., Thomas G. H., Joy J. B., Hartmann K., Mooers O. 2012: The global diversity of birds in space and time. *Nature 491: 444-448.*

Krupička 2010: Grafoklik 1.0.0.6. *ČVUT, Praha.*

Lack D. 1968: Ecological adaptations for breeding in birds. *Metwen, London*.

Lloyd J.D. & Martin T. E. 2003: Sibling competition and the evolution of prenatal development rates. *Proc. R. Soc. London. B.* 270:735-740.

Lloyd J. D. & Martin T. E. 2004: Nest-site preference and maternal effects on offspring growth. *Behavioral Ecology* 15 (5): 816–823.

Lloyd P., Taylor A. W., Plessis du A. M., Martin T. E. 2009: Females increase reproductive investment in response to helper-mediated improvements in allo-feeding, nest survival, nestling provisioning and post-fledging survival in the Karoo Scrub-Robin *Cercotrichas coryphaeus*. *Journal of Avian Biology* 40: 400-411

Martin T. E. 2002: A new view of avian life-history evolution tested on an incubation paradox. *Proc. R. Soc. Lond. B* (2002) 269, 309-316.

Martin T. E. & Li P. 1992: Life history traits of open- vs. cavity-nesting birds. *Ecology* 73(2): 579-592.

Martin T. E., Lloyd P., Bosque C., Barton D. C., Biancucci A. L., Cheng Y., Ton R. 2011: Growth rate variation among Passerine species in tropical and temperate sites: An antagonistic interaction between parental food provisioning and nest predation risk. *Evolution* 65-6: 1607–1622.

Metcalfe N. B. & Monaghan P. 2001: Compensation for a bad start: grow now, pay later? *Trends in Ecology & Evolution* 16(5): 254-260.

Monk D. S. 1998: Parental allocation by birds: Analysis of parent and sibling interaction with a new statistical model. *Proc. VIII Cong. Internat. Soc. Behav. Ecol. Pacific Grove, CA.*

O'Connor R. J. 1978: Growth strategies in nestling passerines. *The Living Bird* 16: 209 – 239.

Pezzolesi L. S. W. 2000: Parental feeding of nestling House Wrens: choices and consequences. *Diplomová práce, nepublikováno.*

Rayle N. J., Hartley I. R., Owens P. F. I, Parker G. A. 1999: Sibling competition and the evolution of growth rate in birds. *Proc. R. Soc. London. B.* 266: 923-932.

Remeš V. 2006: Growth strategies of passerine birds are related to brood parasitism by The Brown-Headed Cowbird (*Molothrus ater*). *Evolution*, 60(8): 1692–1700.

Remeš V. 2007: Avian growth and development rates and age-specific mortality: the roles of nest predation and adult mortality. *The Author* 20: 3 2 0 – 3 2 5.

Remeš V. 2010: Explaining postnatal growth plasticity in a generalist brood parasite. *Naturwissenschaften (2010)* 97:331–335.

Remeš V. & Martin T. E. 2005: Environmental influences on the evolution of growth and developmental rates in Passerines. *Evolution* 56 (12): 2505-2518.

Remeš V., Matysioková B., Cockburn A. 2012: Long-term and large-scale analyse of nest-predation pattern in Australian song-birds and global comparison of nest predation rates. *Journal of Avian Biology* 43: 435–444.

Ricklefs R. E. 1968: Pattern of growth in birds. *Ibis* 110(4): 419-451.

Ricklefs R. E. 1973: Pattern of growth in birds II. Growth rate and mode of development. *Ibis* 115(2): 177-201.

Ricklefs R. E. 1974: Growth rate of birds in the humid New World tropic. *Ibis* 118: 179-207.

Ricklefs R. E. 1982: Some considerations on sibling competition and avian growth rate. *The AUK* 99: 141-147.

Ricklefs R. E., Shea R. E. Choi I. H. 1994: Inverse relationship between functional maturity and exponential growth rate of avian skeletal muscle: a constraint on evolutionary response. *Evolution* 48: 1080-1088.

Robertson H. A. 1986: Interspecific variation in growth rate of British pigeon (Columbidae). *Ibis* 130:261-267.

Roff D. A. 1992: The evolution of life history. *Chapman & Hall, London*.

Rueda M., Rodriguez M. A., Hawkins B. A. 2013: Identifying zoogeographical regions: lessons from Wallace. *J. Biogeogr.* 13: 2215 – 2225.

R Core team 2012: A language and environment for statistical computing. *R foundation for statistical computing, Vídeň.*

Shirihai H., Gargallo G., Helbig A. J., Harris A., Cottridge D. 2001: Sylvia Warblers. *Princeton University Press, New Jersey.*

Sibley C. G. & Ahlquist E. 1990: Phylogeny and classification of birds. *Yale University Press, Yale.*

Stacey P. B. & Koenig W. D. 1990: Cooperative breeding in birds: Long-term studies of ecology and behavior. *Cambridge University Press, Cambridge.*

Veder O., Komdeur J., van der Velde M., Schut E., Magrath M. J. L. 2011: Polygyny and extra-pair paternity enhance the opportunity for sexual selection in blue tits. *Behavioral Ecology Sociobiology* 65:741–752.

Watanabe M., Nikado M., Tsuda T. T., Kobayashi T., Mindel D., Cao Y., Okada N., Hasegawa M. 2006: New candidate species most closely related to penguins. *Gene* 378: 65-73.

Webster M. S., Tarwin K. A., Tuttle E. M. 2007: Promiscuity drives sexual selection in a socially monogamous bird. *Evolution* 61-9: 2205-2211.

Werschkul D. F. & Jackson J. A. (1979): Sibling competition and avian growth rate. *Ibis* 121: 97-102.

Ydenbergen C. 1989: Growth mortality trade-offs and the evolution of juvenile life histories in the Alcidae. *Ecology* 70 (5): 1494 – 1506.



## **Přílohy**

### **Seznam příloh**

Příloha 1: Zdroje pro rychlosti růstu a primární data o jednotlivých faktorech prostředí.

Příloha 2: Seznam literatury využité pro doplnění jednotlivých faktorů prostředí.

**Příloha 1:** Zdroje pro rychlosti růstu a primární data o jednotlivých faktorech prostředí.

<b>rod</b>	<b>druh</b>	<b>primární články</b>
Acanthisitta	chloris	Sherley 1985
Acanthiza	chrysorhoa	Brooker 2001
Acanthiza	inornata	Brooker 2001
Acrocephalus	australis	Berg 2007
Ailuroedus	melanotis	Frith & Frith 2001
Artamus	cyanopterus	Brooker 2001
Bowdleria	punctata	Best 1973
Corvus	coronoides	Rowley 1973
Corvus	mellori	Rowley 1973
Cracticus	torquatus	Brooker 2001
Emberiza	citrinella	Macleod et al. 2005
Gerygone	igata	Gill 1982
Grallina	cyanoleuca	Tingay 1981
Hirundo	ariel	Tarbuton 1991
Hirundo	neoxena	Tarbuton 1991
Lichmera	indistincta	Brooker 2001
Malurus	cyaneus	Nias 1987
Manorina	melanophrys	Poiani A. 1993, Mervelde et al 2009
Mohoua	noaesellandiae	Gill 1980, Cunningham 1985
Oreoscopus	gutturalis	Higgins & Peter 2002
Petroica	goodenovii	Brooker 2001
Phylidonyris	melanops	Brooker 2001
Phylidonyris	novaehollandiae	Brooker 2001
Pitta	iris	Zimmermann 1996
Prionodura	newtonia	Frith & Frith 1998
Prothemadera	noaesellandiae	Stewart 1980
Psophodes	nigrogularis	Smith 1991
Psophodes	olivaceus	Rogers & Mulder 2004
Ptiloris	victoriae	Frith & Frith 1995
Ramsayornis	modestus	Maher 1986
Rhipidura	fuliginosa	McLeans & Jenkins 1980
Zosterops	lateralis	Brooker 2001, Kikkawa 2003
Amblyramphus	holosericeus	Fernández et al. 2007
Aphrastura	spinicauda	Moren et al. 2005
Atlapetes	semirufus	Biancucci & Martin 2008
Basileuterus	tristriatus	Cox & Martin 2009
Conopophaga	lineata	Willis et al. 1983
Cypsnagra	hirundinacea	Reis dos Santos 2008
Dysithamnus	mentalis	Schwartz 2005
Grallaria	guatimalensis	Dobbs et al. 2001

**Příloha 1:** Zdroje pro rychlosti růstu a primární data o jednotlivých faktorech prostředí - pokračování.

<b>rod</b>	<b>druh</b>	<b>primární články</b>
Grallaricula	ferrugineipectus	Niklison et al. 2008
Grallaricula	nana	Greeney et al. 2010
Chlorochrysa	calliparea	Martínez & Londoño 2011
Lathrotriccus	euleri	Aguilar et al. 1999
Myrmotherula	schisticolor	Schwartz 2005
Myioborus	miniatus	Collins & Ryan 1994, Rougera & Martin 2010
Pipraeidea	melanonota	Alquezar et al. 2010
Pyrrhomyias	cinnamomea	Ryan & Collins 1999
Tachycineta	bicolor	Allen 1996
Tachycineta	cyaneoviridis	Allen 1996
Thamnophilus	caerulescens	Oniki & Willis 1999
Thamnophilus	punctatus	Oniki 1975
Tolmomyias	sulphurescens	Anciães et al. 2012
Zimmerius	chrysops	Goulding & Martin 2010
		Holcomb & Twiest 1968, Robertson 14974, McGuire 1986
Agelaius	phoeniceus	
Aimophila	carpalis	Austin & Ricklefs 1977
Aimophila	cassinii	Maurer et al. 1989
Aimophila	botterii	Maurer et al. 1989, Jongsomjit et al. 2007
Ammodramus	caudacutus	Woolfenden 1956
Ammodramus	maritimus	Woolfenden 1956
Amphispiza	belli	Petersen et al 1986
Anthus	spragueii	Jongsomjit et al. 2007
Calcarius	mccownii	Mickey 1943
Calcarius	ornatus	Jongsomjit et al. 2007
Campylorhynchus	brunneicapillus	Anderson & Anderson 1961
Cardinalis	cardinalis	Eckerle & Breitwisch 1997
Carduelis	flammea	Walkinshaw 1948
Carduelis	pinus	Nonhof 1979
Carduelis	tristis	Walkinshaw 1939, Jongsomjit et al. 2007
Catharus	bicknelli	Rimmer et al. 2001
Catherpes	mexicanus	Jones et al. 2002
Corvus	brachyrhynchus	Parmalee 1952
Corvus	caurinus	Butler et al. 1984
Dendroica	discolor	Nolan 1978
Dendroica	kirtlandii	Mayfield 1960
Dendroica	striata	Hunt & Eliason 1999
Dolichonyx	oryzivorus	Frei et al. 2010
Dumetella	carolinensis	Zimmerman 1963
Empidonax	minimus	Briskie & Sealy 1989

**Příloha 1:** Zdroje pro rychlosti růstu a primární data o jednotlivých faktorech prostředí - pokračování.

<b>rod</b>	<b>druh</b>	<b>primární články</b>
Empidonax	flaviventris	Martin 2006
Empidonax	oberholseri	Jongsomjit et al. 2007
Eremophila	alpestris	Cannings & Threlfall 1981
Euphagus	cyanocephalus	Balph 1975
Geothlypis	trichas	Stewart 1953
Hirundo	pyrrhonota	Stoner 1945
Hirundo	rustica	Stoner 1935
Hylocichla	mustelina	Kaiser et al. 2007
Chamaea	fasciata	Jongsomjit et al. 2007
Icteria	virens	Eckerle & Thompson 2001
Melospiza	lincolni	Ammon 1995
Melospiza	melodie	Jongsomjit et al. 2007
Mimus	polyglottos	Sims 2002
Oreoscoptes	montanus	Killpack 1970, Petersen 1999
Passerculus	sandwichensis	Threlfall & Cannings 1979
Pheucticus	melanocephalus	Weston 1955
Pipilo	erythrophthalmus	Barbour 1950
Piranga	rubra	Fitch & Fitch 1955
Progne	subis	Poulin 1997
Protonotaria	citrea	Walkinshaw 1938, Meyer et al. 1943
Quiscalus	major	Bancroft 1984 Lindsey 1964, Willson et al. 1974, Hamel 1974, Peer and
Quiscalus	quiscula	Bollinger 1997
Sayornis	nigricans	Wolf 1991
Sayornis	phoebe	Stoner 1939, Murphy 1981
Setophaga	ruticilla	Baker 1944
Spizella	arborea	Baumgartner 1938
Spizella	breweri	Petersen et al 1986
Spizella	passerina	Walkinshaw 1944
Spizella	pussila	Best 1977
Stelgidopteryx	serripennis	Lunk 1962
Tachycineta	bicolor	Louis & Barlow 1993, Austin et al. 2009
Thryothorus	ludovicianus	Jongsomjit et al. 2007
Toxostoma	curvirostre	Fischer 1983
Toxostoma	longirostre	Fischer 1983
Toxostoma	rufum	Cavitt & Haas 2000
Troglodytes	aedon	Huggins 1940, Lago et al. 2000, Austin et al. 2009
Turdus	migratorius	Howell 1942
Tyrannus	forficatus	Murphy 1988
Tyrannus	tyrannus	Murphy 1981, Murphy 1988

**Příloha 1:** Zdroje pro rychlosti růstu a primární data o jednotlivých faktorech prostředí - pokračování.

<b>rod</b>	<b>druh</b>	<b>primární články</b>
Tyrannus	verticalis	Murphy 1988
Vermivora	peregrina	Holmes 1998
Xanthocephalus	xanthocephalus	Ortega & Cruz 1992
Zonotrichia	atricapilla	Hendricks 1987
Zonotrichia	leucophrys	Norment 1992
Zonotrichia	querula	Norment 1992
Acrocephalus	dumetorum	Koskimies 1984
Alauda	arvensis	Pätzold 1963, Shurulinkov 2005
Calandrella	brachydactyla	Endes 1970
Carduelis	cannabina	Frey 1989
Carpodacus	erythrinus	Stjernberg 1979
Certhia	familiaris	Schönfeld 1983
Coccothraustes	coccothraustes	Krüger 1979
Corvus	cornix	Rofstad 1986
Corvus	corone	Richner 1989, Siano 1993
Corvus	monedula	Folk 1967, Andriescu & Andriescu 1972, Dwenger 1989, Soler & Soler 1990
Cyanistes	caeruleus	Kunz & Ekman 2000
Cyanopica	cooki	Arauo 1975
Delichon	urbica	Bryant 1975, Johnston 1993
Emberiza	cioides	Gamova 2002
Emberiza	citrinella	Macleod et al. 2005
Emberiza	rustica	Rymkevič 1979
Erithacus	rubecula	Pätzold 1982
Ficedula	hypoleuca	Järvinen & Ylimaunu 1984
Galerida	cristata	Pätzold 1986
Hirundo	rustica	Jones 1986, Georg et al. 1970, Országová et al. 2006
Lanius	isabellinus	Sagitov et al. 1993
Locustella	fluviatilis	Dittberner & Dittberner 1987
Lullula	arborea	Pätzold 1971
Miliaria	calandra	Hartley et al. 2000
Motacilla	cinerea	Smiddy & O'Halloran 1998
Motacilla	citreola	Ściborska 2004
Motacilla	flava	Dittberner & Dittberner 1984
Poecille	cintus	Haftorn 1973
Cyanistes	cyaneus	Jelajev & Doržijev 1991
Parus	major	Orell 1983
Passer	domesticus	Novotny 1970, Veiga 1990
Passer	montanus	Sánchez-Aguado 1985, Veiga 1990
Phoenicurus	ochruros	Hong-Jan et al. 2008

**Příloha 1:** Zdroje pro rychlosti růstu a primární data o jednotlivých faktorech prostředí - pokračování.

<b>rod</b>	<b>druh</b>	<b>primární články</b>
Phoenicurus	phoenicurus	Järvinen 1989
Phylloscopus	collybita	Tiainen 1978
Phylloscopus	sibilatrix	Tiainen 1978
Phylloscopus	trochilus	Tiainen 1978, Schönfeld, Norman 1983
Pica	pica	Husby 1991, Soler & Soler 1991
Poecille	montanus	Orell 1983, Thessing 1999
Poecille	palustris	Nilsson & Svensson 1996
Prunella	ocularis	Loskot 2003
Regulus	regulus	Haftorn 1978
Remiz	pendulinus	Tong Junchang & Zhou Weiwei 1985
Riparia	riparia	Turner and Bryant 1979
Saxicola	ruberta	Rebstock & Maulbetsch 1993, Tome 2007
Saxicola	torquata	Starcket al. 1995
Saxicola	maura	Helm & Gwinner 2001
Sitta	europaea	Pravosudov 1991
Sturnus	unicolor	Galarza 1984, Motis 1987
Sturnus	vulgaris	Hudec & Folk 1961, Feare 1984
Turdus	merula	Hald-Mortensen 1972, Blümel 1979
Turdus	philomelos	Blümel 1979, Kelleher & O'Hallorah 2006
Turdus	pilaris	Hass 1983, Norman 1994
Turdus	torquatus	Korodi Gál 1970, Burfield 2002
Turdus	viscivorus	Korodi Gál 1972
Acrocephalus	schoenobaenus	Krol et al. 2002
Archboldia	papuensis	Frith & Frith 1990
Astrapia	mayeri	Frith & Frith 1993
Urosphena	squameiceps	Kawaji et al. 1996
Cnemophilus	macgregorii	Frith & Frith 1993
Copsychus	malabaricus	Aguon and Conant 1994
Ficedula	zanthopygia	Deng et al. 2010
Hirundo	tahitica	Bryant & Hails 1983, Hails 1984
Lanius	cristatus	Takagi 2002
Melampitta	lugurbis	Frith & Frith 1990b
Motacilla	alba	Nakamura 1984
Paradigalla	brevicauda	Frith & Frith 1991
Paradoxornis	webbiana	Park et al. 1993
Paradoxornis	zappeyi	Jiang et al. 2009
Poecille	varius	Higuchi 1976
Poecille	owstoni	Higuchi 1976
Sitta	europaea	Adamian & Klen D. 1992

**Příloha 1:** Zdroje pro rychlosti růstu a primární data o jednotlivých faktorech prostředí - pokračování.

<b>rod</b>	<b>druh</b>	<b>primární články</b>
Sylvia	mystacea	Adamian & Klen D. 1992
Telespiza	cantans	Morin 1991
Terpsiphone	paradisi	Pattamvadee et al. 2009
Anthobates	violace	Broekhuysen 1963
Batis	capensis	Broekhuysen 1958
Buphagus	erythrorhynchus	Stutterheim 1992
Calendulauda	barlowi	Engelbrecht & Lonzer 2009
Cercomela	familiaris	Steyn 1966
Certhilauda	chuana	Engelbrecht 2005
Cisticola	aridula	Engelbrecht & Dippenaar 2005
Corvus	albus	Penzhorn 1978
Corvus	splendens	Allan and Davies 2005
Emberiza	tahapisi	Gumming & Steyn 1966
Hirundo	spilodera	Earlé 1986, Earlé & Underhill 1991
Hirundo	semirufa	Earlé 1989
Lanius	collaris	Marshall & Cooper 1969
Lonchura	cucullata	Woodall 1975
Motacilla	aguimp	Nhlane 1990
Myrmecocichla	formicivora	Earlé & Herholdt 1988
Nesospiza	acunhae	Fraser & Briggs 1992
Picathartes	gymnocephalus	Thomson 2004
Sporaeginthus	subflavus	Colahan 1982
Spreo	bicolor	Herholt 1987
Zosterops	virens	Broekhuysen & Winterbottom 1968
Turdoides	affinis	Zacharias et al. 1997
Turdoides	altrirostris	Stoner 1939
Vermivora	chrysoptera	Eyer 1963
Diuca	diuca	Marin 2011
Empidonax	flavescens	Martin 2011
Pomatostomus	halli	Kopij 1999
Plocepasser	mahali	Earle 1983

**Příloha 2:** Seznam literatury využité pro doplnění jednotlivých faktorů prostředí.

Albrecht T. 2004: Edge effect in wetland-arable land boundary determines nestling success of Scarlet rosefinches (*Carpodacus erythrinus*) in Czech republic. *The Auk* 121 (2):361-371.

Ali S., Riley S. D. 2001: Handbook of the birds of India and Pakistan volume 6 Cuckoo-Shrikes to Babaxes. *Oxford Press, Melbourne*.

Ali S., Riley S. D. 2001: Handbook of the birds of India and Pakistan volume 7 Laughing Thrushes to the Mangrove Whistler. *Oxford Press, Melbourne*.

Ali S., Riley S. D. 2001: Handbook of the birds of India and Pakistan volume 8 Laughing Thrushes to the Mangrove Whistler. *Oxford Press, Melbourne*.

Baker K. 1997: Warblers of Europe, Asia and North Africa. *Princeton University Press, New Jersey*.

Blondel J. 1984: Strategies of the Blue Tit and Coal Tit (*Parus*) in mainland and island mediterranean habitats: A comparison. *Journal of Animal Ecology* 54 (2): 531-556.

Clement P., Hathway R., Byers C., Wilczur J. 2000: Thrushes. *Princeton University Press, New Jersey*.

Cramp S. 1988: Handbook of the birds of Europe, the Middle East, and North Africa: The birds of the western Palearctic. Volume VI: Tyrann flycatcher to Thrushes. *Oxford University Press, Oxford*.



Cramp S. & Brooks D. J. 1992: Handbook of the birds of Europe, the Middle East, and North Africa: The birds of the western Palearctic. Volume VI: Warblers. *Oxford University Press, Oxford.*

Cramp S. & Perrins C. M. 1993: Handbook of the birds of Europe, the Middle East, and North Africa: The birds of the western Palearctic. Volume VII: Flycatchers to Shrikes. *Oxford University Press, Oxford.*

Cramp S. & Perrins C. M. 1994: Handbook of the birds of Europe, the Middle East, and North Africa: The birds of the western Palearctic. Volume VIII: Crows to Finches. *Oxford University Press, Oxford.*

Cramp S. & Perrins C. M. 1995: Handbook of the birds of Europe, the Middle East, and North Africa: The birds of the western Palearctic. Volume IX: Buntings and New World Warblers. *Oxford University Press, Oxford.*

Cordero P. J. 1989: Predation in House Sparrow and Tree Sparrow (*Passer spp.*) nests. *Proceeding of the international of the working group on granivorous birds 111 - 120.*

Crick H. Q. P., Dudley C., Evans A. D., Smith K. W. 1994: Causes of nest failure among buntings in the UK. *Bird Study*, 41:2, 88-94

Dantos G. P. M., Santos F. R., Marinha M. A. 2009: Sex ratio and morphological characteristics of Rufous Gnatcatchers, *Conopophaga lineata* (Aves, Passeriformes) in Atlantic forest fragments. *Iherenia. Seria Zoologia* 99 (1): 115 – 119.

del Hoyo J. & Christie D. W. 2003: The handbook of the birds of the World. Volume 8: Broadbills to Tapaculos. *Oxford University press, Oxford.*

del Hoyo J. & Christie D. W. 2004: The handbook of the birds of the World. Volume 9: Cotingas to Pipits and Wagtails. *Oxford University press, Oxford.*

del Hoyo J. & Christie D. W. 2005: The handbook of the birds of the World. Volume 10: Coocko-shrike to Thrushes. *Oxford University press, Oxford.*

del Hoyo J. & Christie D. W. 2006: The handbook of the birds of the World. Volume 11: Old World Flycatchers to Old World Warblers. *Oxford University press, Oxford.*

del Hoyo J. & Christie D. W. 2007: The handbook of the birds of the World. Volume 12: Tits to Chickadees. *Oxford University press, Oxford.*

del Hoyo J. & Christie D. W. 2008: The handbook of the birds of the World. Volume 13: Penduline tit to Shrikes. *Oxford University press, Oxford.*

del Hoyo J. & Christie D. W. 2009: The handbook of the birds of the World. Volume 14: Bush-shrikes to Old World Sparrows. *Oxford University press, Oxford.*

del Hoyo J. & Christie D. W. 2010: The handbook of the birds of the World. Volume 15: Weavers to New World Warblers. *Oxford University press, Oxford.*

del Hoyo J. & Christie D. W. 2011: The handbook of the birds of the World. Volume 16: Cardinals to New World Blackbirds. *Oxford University press, Oxford.*

Drachmann J., Broberg M. M., Solgaard M. 2002: Nest predation and semicolonial breeding in Linnets *Carduelis cannabina*: Nest predation in Linnets in Denmark was caused mainly by Hooded Crows *Corvus corone cornix* and Magpies *Pica pica* with no experimental evidence of antipredator aggression. *Bird Study*, 49(1): 35-41.

Ekman J. & Askenmo C. 1986: Reproductive cost, age-specific survival and a comparison of the reproductive strategy in two European Tits (Genus *Parus*). *Evolution* 40 (1): 159-168

Firth C.B. & Firth D.W. 2004: The Bowerbirds. *Oxford University Press, Oxford.*

Firth C. B. & Beehler B. M. 1998: The Birds of Paradise. *Oxford University Press, Oxford.*

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.*

Hockey P.A.R., Dean W.R.J., Ryan P.G. (eds.) 2005: Roberts - Birds of Southern Africa. VIIth ed. *The Trustees of the John Voelcker Bird Book Fund, Cape Town.*

Huhta E. & Jokimäki J. 2001: Breeding occupancy and success of two hole-nesting Passerines: the impact of fragmentation caused by forestry. *Ecography* 24 (4) 431-440

Jaramillo A. & Burke P. 1999: New World Blackbirds. The Icterids. *Princeton University Press, New Jersey*.

Kerns C. K., Ryan M. R., Murphy R. K., Thompson F. R., Rubin C. S. 2010: Factors affecting songbird nest survival in northern mixed-grass prairie. *Journal of Wildlife Management*, 74(2):257-264.

Loman J. 1984: Breeding success in relation to parent size and experience in a population of the Hooded Crow. *Ornis Scandinavica* 15 (3): 183-187.

Moller A. P. 1987: Advantages and disadvantages of coloniality in the swallow, *Hirundo rustica*. *Animal Behaviours* 35(3): 819 – 832.

Moller A. P. 1991: Clutch Size, nest predation, and distribution of avian unequal competitors in a patchy environment. *Ecology* 72: 1336-1349.

Moller A. P. 2010: The fitness benefit of association with humans: elevated success of birds breeding indoors. *Behavioral Ecology* 21: 913–918.

Morris A. J., Gilroy J. J. 2008: Close to the edge: predation risks for two declining farmland passerines. *Ibis* 150: 168 - 177.

Nilsson L. 1983: Laying of replacement clutches in the Willow Warbler *Phylloscopus trochilus* in Lapland, Sweden. *Ornis Scandinavica* 14 (1): 48-50.

Panov E. N. 2011: The True Shrikes (Lanidae) of the World. Ecology, Behavioral and Evolution. *Pensoft publishers, Sofia*.

Poole A. (ed) 1998. The Birds of North America. *Cornell Lab. of Ornithology, Ithaca*.

Pratt H.D. 2005: The Hawaiian Honeycreepers. *Oxford University Press, Oxford*.

Ropper J. J. 2000: Experimental analysis of nest-site and nest predation for a tropical bird: stuck between rock and hard place. *Ararajuba* 8 (2): 85-91.

Shirihai H., Gargallo G., Helbig A. J., Harris A., Cottridge D. 2001: Sylvia Warblers. *Princeton University Press, New Jersey*.

Soler M. & Soler J. J. (1993) Does the risk of nest predation affect clutch size in the Jackdaw *Corvus monedula*? *Bird Study* 40 (3): 232-235.

Tomiałojć L. 2012: Reproduction and population dynamics of Hawfinches *Coccothraustes coccothraustes* in the primeval forest of Białowieża National Park (NE Poland). *Acta Ornithologica* 47(1):63-78

Veiga J. P., Moreno J., Arenas M., Sánchez S. 2002: Reproductive consequences for males of paternal vs territorial strategies in the polygynous spotless starling under variable ecological and social conditions. *Behaviour* 139 (5): 677-693.

White D.H., Chapman B.R., Brunjes J.H., Raftovich R.V. Jr. & Seginak J.T. 1999: Abundance and reproduction of songbirds in burned and unburned pine forests of the Georgia Piedmont. *Journal of Field Ornithology* 70: 414-424.

Wright L. J., Ron A. Hoblyn, Green R. E., Bowden C. G. R., Mallord J. W., Sutherland W. J., Dolman P. J. 2009: Importance of climatic and environmental change in the demography of a multi-brooded passerine, the woodlark *Lullula arborea*. *Journal of Animal Ecology* 78: 1191–1202.

Zhao L. & Zhang X. 2005: Effects of nest type. Nest Predation and clutch size on growth period for passerine birds in alpine meadow. *Zoological research* 26 (2): 129-135.