

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Katedra ekologie

**Makroekologie evropských bezobratlých: časové a  
prostorové patrnosti dobývané z heterogenních dat**

Autoreferát dizertační práce



**Petr Keil**

**Školitel: Doc. David Storch, Ph.D.**

Praha 2010

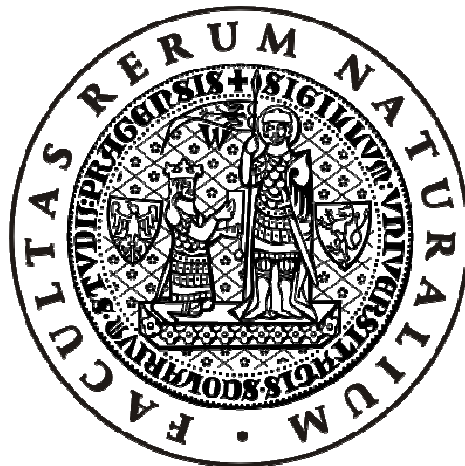
Charles University in Prague

Faculty of Science

Department of Ecology

**Macroecology of European invertebrates: temporal and  
spatial patterns extracted from heterogeneous data**

Ph.D. thesis - summary



**Petr Keil**

**Supervisor: Doc. David Storch, Ph.D.**

Prague 2010

## SOUHRN

Dizertační práce obsahuje pět kapitol. První čtyři kapitoly jsou věnovány několika aspektům makroekologie evropského hmyzu, jako jsou geografické a časové patrnosti druhového bohatství. Pátá kapitola zkoumá některé makroekologické charakteristiky populační dynamiky v rámci neutrální teorie biodiverzity. Dizertace je opatřena úvodem, který se věnuje zejména metodickým problémům společným pro většinu kapitol.

V **Kapitolách I a II** jsem se zabýval rozmístěním druhového bohatství pestřenek (Insecta: Diptera: Syrphidae) a vážek (Insecta: Odonata) napříč Evropou. Obě práce ukazují absenci jednoduchého poklesu druhového bohatství od jihu k severu. Druhově nejbohatší jsou horské oblasti kolem Středozevního moře, od kterých směrem na jih a na sever diverzita klesá. V obou případech se jako důležité proměnné vysvětluující druhové bohatství ukazují být energetické aspekty klimatu, kombinované s limitujícím vlivem dostupnosti vody. V případě vážek jsem rovněž testoval metabolickou teorii biodiverzity, která předpovídá specifický vztah mezi teplotou a druhovým bohatstvím. Ukázalo se, že podle predikcí metabolické teorie se diverzita chová jen v několika málo oblastech severní Evropy. Tyto výsledky souzní se studii prováděnými na jiných skupinách organismů a potvrzují, že na velkých škálách je pro podobu evropské diverzity klima důležitější, než například postglaciální historie nebo rozmanitost krajinného pokryvu.

Pestřenky mi navíc díky rozmanitosti svých životních strategií poskytly příležitost pro zkoumání geografických trendů diverzity v rámci různých funkčních skupin. Tyto trendy se napříč funkčními skupinami liší a někdy mohou být až nečekaně odlišné od toho, co známe u jiných skupin organismů. Například velké saprofágní pestřenky vykazují převrácený gradient druhového bohatství podél zeměpisné šířky (tedy nárůst k severu), zatímco fytofágní, saprofytické a některé saproxylické pestřenky vykazují pokles diverzity k severu.

To naráží na zajímavou otázku, totiž jak moc jsou známé makroekologické jevy univerzální, pokud platí jen pro určitá taxonomická vymezení (tzv. problém taxonové invariance).

Výše uvedené studie byly provedeny pomocí dvou odlišných typů dat. Zatímco vážky jsem zkoumal pomocí kvadrátů o konstantní velikosti, pro mapování rozmístění diverzity pestřenek jsem použil regionální druhové seznamy, tzv.

checklisty. Oba přístupy jsou v makroekologii běžně používané, avšak dosud nikdo nezkoumal, zda je využívání regionálních checklistů legitimní metoda pro makroekologické analýzy. V **Kapitole III** jsem se proto pokusil zjistit, zda použití checklistů (variabilní rozloha a tvar zkoumané oblasti) vede ke stejným modelům vysvětlujícím rozložení druhového bohatství, jako použití kvadrátů (konstantní rozloha a tvar oblasti). Použil jsem data o motýlech a vážkách, protože pro ně existují jak detailní informace o rozšíření jednotlivých druhů, tak spolehlivé regionální checklisty. Zjistil jsem, že metoda checklistů fungovala dobře u motýlů, ale vykazovala zavádějící výsledky u vážek. Navzdory tomu, že jde o metodu běžně používanou, nemůže být považována za spolehlivou. Tím jsem zároveň poněkud oslabil důvěryhodnost závěrů své studie o pestřenkách (Kapitola I).

**Kapitola IV** je pokusem o dynamickou makroekologii, tj. o zkoumání průběhu diverzity v čase, a to na několika prostorových škálách najednou. Na příkladu britských a nizozemských pestřenek jsem prokázal, že na konci dvacátého století skutečně došlo ke změně druhového bohatství v čase. Zároveň jsem ukázal, že míra a směr této změny jsou závislé na prostorovém měřítku, na kterém změnu zkoumáme. To znamená, že nedochází jen ke změně diverzity jako takové, ale také ke změně  $\beta$ -diverzity (resp. ke změně sklonu vztahu mezi rozlohou oblasti a počtem druhů). Zejména důležité jsou výsledky analýzy nizozemských dat (díky jejich dobré kvalitě), které ukázaly, že zvýšení diverzity v čase na jemných škálách nevede nutně k nárůstu diverzity na hrubých škálách. Závěry čtvrté kapitoly mimo jiné naznačují, jak omezený je potenciál studií, které dokumentují úbytek nebo nárůst druhového bohatství pouze na jednom prostorovém měřítku.

**Kapitola V** se tematicky poněkud vymyká zbytku práce - zkoumá sice makroekologický fenomén, tentokrát však nikoli druhovou rozmanitost, ale populační časové řady jednotlivých druhů, a to v rámci tzv. neutrálního modelu biodiverzity. Neutrální model simuluje fungování ekologických společenstev, ve kterých jsou jedinci z hlediska svých vlastností považováni za ekvivalentní a ve kterém je veškerá dynamika důsledkem náhodných disturbancí, kolonizací a náhodné speciace. Z přírody běžně známe tři charakteristiky populačních časových řad. Jsou to (1) mocninný vztah mezi průměrnou velikostí populace a mírou její fluktuace (tzv. Taylorův mocninný zákon), dále (2) specifický vztah mezi frekvencí a spektrální denzitou (takzvaná „barva“ spektra) a (3) jev známý jako hustotní závislost populačních fluktuací. Zkoumal jsem, zda neutrální model dovede reprodukovat tyto

charakteristiky tak, jak je známe z přírody. Ukázalo se, že časové řady v našem neutrálním modelu fluktovaly méně, než jak pozorujeme v reálu. To bylo vidět zejména na jejich spektrálních vlastnostech - neutrální časové řady byly blíže náhodné procházce (tzv. hnědý šum) než přírodní populace, které leží blíže načervenalému až bílému šumu. Zároveň se ukázalo, že neutrální časové řady mohou vykazovat zdánlivou hustotně závislou regulaci, která je však pouhým důsledkem náhodné migrace jedinců mezi společenstvy. Vztah mezi velikostí populace a mírou její fluktuace měl sice podobný sklon, jaký pozorujeme v přírodě, ale vztah byl mnohem volnějším. Přestože neutrální model nedokázal reprodukovat jevy známé u přírodních populací zcela dokonale, stále fungoval lépe než klasická náhodná procházka, což ukazuje, že by mohl být dobrým nulovým modelem pro populační ekologii.

Podrobnosti k jednotlivým kapitolám jsou uvedeny v následujícím seznamu abstraktů (pouze v anglickém jazyce).

## SUMMARY

The dissertation thesis contains four original chapters dealing with macroecology of European insects. In particular, these chapters study geographic and temporal patterns of species richness. The fifth chapter deals with some macroecological characteristics of population dynamics within the Neutral Theory of Biodiversity. There is also an introductory part which is concerned mostly with methodical problems common to most of the chapters.

**Chapters I and II** study distribution of species richness of hoverflies (Insecta: Diptera: Syrphidae) and dragonflies (Insecta: Odonata) across Europe. Both chapters show that there is an absence of simple latitudinal gradient with species richness decreasing towards the North Pole. The most species rich are mountainous areas around the Mediterranean Sea, from which species richness decreases both northwards and southwards. The most important environmental variables explaining species richness in both groups were energetic aspects of climate, combined with limiting influence of water availability. In the case of dragonflies I also tested the predictions of Metabolic Theory of Biodiversity (MTB) which predicts specific relationship between temperature and species richness. Only a few areas in northern Europe showed distribution of species richness concordant with MTB. These results are in accord with other published studies that were conducted on different groups of organisms. They are also concordant with general notion that, at large geographic scales, the influence of climate on species diversity is more important than the influence of post-glacial history or land cover.

Hoverflies are conspicuous for the variety of their life histories. This enabled me to explore the geographic patterns of species diversity within different functional groups. These patterns varied across functional groups and, in some cases, were surprisingly different from what we know in other groups of organisms. For example, large saprophagous species showed inversed gradient of species richness with latitude (i.e. northward decrease). On the other hand, phytophagous, saprophytic and some saproxylic hoverflies showed poleward increase of species richness. This leads to an interesting question: to what extent are the known macroecological patterns universal if they are valid only for particular taxonomic delimitations (the so called “problem of taxonomic invariance”)?

The abovementioned studies were performed using two different sources of data. The geographic patterns of dragonflies were explored by using gridded data with equal-area and equal-shape grid cells. On the other hand, the patterns of hoverflies were studied by using species checklists of regional administrative units. Both approaches are common in macroecology, however, nobody has yet tested if the using of the checklists is a legitimate method for analyses of diversity patterns. Hence, in the **Chapter III** I asked if species lists give results comparable to the gridded data when used in simple macroecological analysis of correlates of species richness. Because of the reliable distributional data, I used European hoverflies and dragonflies for the exercise. Analysis of the butterfly checklist data produced comparable results to the analysis of the gridded data. In contrast, the dragonfly checklist data performed poorly. This indicates that the checklist method can not be considered as generally reliable, although it is broadly used. These results also partly weakened reliability of the conclusions of my Chapter I.

**Chapter IV** explores a dynamic approach in macroecology. It studies temporal trends of species richness at several spatial scales. On the example of British and Dutch hoverflies I showed that, at the end of the 20<sup>th</sup> century, there was a real change of species richness in time. At the same time, direction and magnitude of this change depended on the spatial scale. This means that we witness not only the change of diversity but also a change of  $\beta$ -diversity (i.e. change of the slope of the species-area relationship). Especially the results from The Netherlands seem to be credible (because of the good data quality) – they showed that the observed increase of species diversity at small scales does not have to lead to an increase at large scales. The results indicate that explicit considerations of spatial scale are essential in studies documenting past biodiversity change, or projecting change into the future.

The subject of Chapter V is slightly different from the rest of the thesis. Although it also deals with a macroecological phenomenon, it does not focus on species diversity but rather on population time series of individual species within the framework of the Neutral Theory of Biodiversity. The Neutral Theory considers dynamics of ecological communities in which everything is a consequence of random disturbances, colonisations and random speciation. We know three characteristics of natural time series that appear to be quite universal. These are: (1) power relationship between mean population size and the rate of its fluctuations (Taylor's Power Law), (2) specific relationship between frequency and spectral density (the so-called

“spectral colour”) and phenomenon known as density dependent regulation of population fluctuations. I asked if the Neutral Model is able to reproduce these qualities in the same way as we know them from natural time series. I showed that time series in our model fluctuated less than what we observe in real world. This was apparent because of their spectral properties: the neutral time series were closer to a random walk dynamics (brown noise) than the natural ones which lie more in the region of reddened or white noise. I also showed that the neutral time series can show spurious density dependence because of the random migration between local communities. Finally, the slope of the Taylor’s Power Law in the model was similar to the slopes observed in nature, but the fit of the power law was worse. Although the neutral model could not reproduce the natural patterns perfectly it still worked better than ordinary random walk model. This suggests the neutral model would be a good null model for the future studies in population ecology.

For more details, see abstracts of the studies below.



## **ABSTRACTS OF INDIVIDUAL CHAPTERS IN THE THESIS**

*Souhrny jednotlivých článků v disertační práci (pouze anglicky)*

### **Chapter I**

**Keil P., Dziock F. & Storch D. (2008) Geographical patterns of hoverfly (Diptera, Syrphidae) functional groups in Europe: inconsistency in environmental correlates and latitudinal trends.**

*Ecological Entomology* 33: 748-757.

1. Relationships between species richness in higher taxa and large-scale environmental variables have been widely studied over the past 15 years. Much less is known about how different functional groups (FGs) of species with similar biological and life-history traits contribute to the overall trends, or how they differ in species richness patterns.
2. Multivariate analysis clustered 641 species of Syrphidae into eight FGs on the basis of 10 life-history features, revealing feeding strategy as the main factor separating the groups.
3. Geographical trends in species richness and determinants of species richness within the FGs were compared across Europe.
4. Total species richness showed no latitudinal trend. However, the richness of individual FGs revealed variable relationships with latitude, including positive, negative, and hump-shaped ones. This appeared to be related to how different environmental factors affected species richness within FGs.
5. Functional groups differed in their responses to the environmental variables. Annual temperature, evapotranspiration, and elevation span were the most important variables separating the FGs in ordination analysis. The multiple regression models showed further differences between FGs and their responses to the environment.
6. The FG approach revealed important inconsistencies in latitudinal diversity gradients and diversity-climate relationships.

## Chapter II

### **Keil P., Simova I., Hawkins B.A (2008) Water-energy and the geographical species richness pattern of European and North African dragonflies (Odonata).**

*Insect Conservation and Diversity* 1: 142-150.

1. Environmental correlates of broad-scale patterns of Odonata species richness were studied in Europe and part of northern Africa using 220 × 220-km gridded data. Relationships with 11 environmental variables were tested using multiple regression.
2. Two models were constructed: (i) for the entire data set covering both Europe and northern Africa, and (ii) only for Europe.
3. Across both regions, actual evapotranspiration had the strongest relationship with richness, followed by weaker associations of potential evapotranspiration (a concave polynomial) and summer vegetation index (a positive linear relationship). Within Europe the strongest predictor was a concave polynomial of potential evapotranspiration, followed by vascular plant species richness (a positive relationship) and annual precipitation (a concave polynomial).
4. A test of metabolic theory identified strong non-linearity in the temperature-richness relationship, and geographically weighted regression indicated consistency with the theory in a very limited part of Europe.
5. The results are most consistent with the hypothesis that broad-scale species richness patterns are primarily determined by water–energy balance, similar to many fully terrestrial insect groups.

## Chapter III

### **Keil P. & Hawkins B.A. (2009): Grids versus regional species lists: are broad-scale patterns of species richness robust to the violation of constant grain size?**

*Biodiversity and Conservation* 18: 3127-3137.

Where distribution maps do not exist ecologists often use regional species lists to examine geographic patterns of species richness, despite the fact that inconsistent grain sizes across areas may complicate interpretation of the results. We compare patterns of species richness of European butterflies and dragonflies using regional species lists (varying grain size) and regular grids (constant grain size). We asked if

species lists give results comparable to the gridded data when used in simple macroecological analysis of environmental correlates of species richness. We generated two equal-area grids (220 x 220 km and 440 x 440 km) to map the richness gradients and model species richness as a function of actual evapotranspiration (AET) and range in elevation. Then we used species checklists of 33 administrative regions of unequal sizes to construct the same environmental models while accounting for differences in area. Analysis of butterfly checklist data produced comparable results to the analysis of gridded data. In contrast, dragonfly checklist data had a distorted spatial pattern and much weaker associations with environmental variables than the gridded data. The robustness of checklist data appears to be variable, even within a single geographical region, and may not generate patterns congruent with those found using equal-area grids.

#### **Chapter IV**

#### **Keil P., Biesmeijer J.C., Barendregt A., Reemer M. & Kunin W.E. Biodiversity change is scale-dependent: An example from Dutch and UK hoverflies (Diptera, Syrphidae)**

*Submitted.*

We test whether temporal species richness change ( $\Delta S$  [%]) is scale-dependent, using data on hoverflies from the UK and The Netherlands. We analysed  $\Delta S$  between pre-1980 and post-1980 periods using 5 grid resolutions (10×10, 20×20, 40×40, 80×80 and 160×160 km). We also tested the effect of data quality and of unequal survey periods on  $\Delta S$  estimates, and checked for spatial autocorrelation of  $\Delta S$  estimates. Using data from equal survey periods, we found significant increases in hoverfly species richness in The Netherlands at fine scales, but no significant change at coarser scales indicating a decrease in beta diversity. In the UK,  $\Delta S$  was negative at fine scale, near zero at intermediate scales, and positive at coarse scales, showing scale-dependent dynamics and indicating increased beta diversity. The use of unequal survey periods (using longer periods in the past to compensate for lower survey intensity) tended to inflate past species richness, biasing  $\Delta S$  estimates downwards. High data quality thresholds sometimes obscured dynamics by reducing sample size, but never reversed trends. There was little spatial autocorrelation of  $\Delta S$ , implying that

local drivers (land use change or environmental noise) are important in hoverfly dynamics. Our results indicate that explicit considerations of spatial (and temporal) scale are essential in studies documenting past biodiversity change, or projecting change into the future.

## **Chapter V**

**Keil P., Herben T., Rosindell J. & Storch D. (2010) Predictions of Taylor's power law, density dependence and pink noise from a neutrally modelled time series.**

*Journal of Theoretical Biology* 256: 78-86.

There has recently been increasing interest in neutral models of biodiversity and their ability to reproduce the patterns observed in nature, such as species abundance distributions. Here we investigate the ability of a neutral model to predict phenomena observed in single-population time series, a study complementary to most existing work that concentrates on snapshots in time of the whole community. We consider tests for density dependence, the dominant frequencies of population fluctuation (spectral density) and a relationship between the mean and variance of a fluctuating population (Taylor's power law). We simulated an archipelago model of a set of interconnected local communities with variable mortality rate, migration rate, speciation rate, size of local community and number of local communities. Our spectral analysis showed 'pink noise': a departure from a standard random walk dynamics in favor of the higher frequency fluctuations which is partly consistent with empirical data. We detected density dependence in local community time series but not in metacommunity time series. The slope of the Taylor's power law in the model was similar to the slopes observed in natural populations, but the fit to the power law was worse. Our observations of pink noise and density dependence can be attributed to the presence of an upper limit to community sizes and to the effect of migration which distorts temporal autocorrelation in local time series. We conclude that some of the phenomena observed in natural time series can emerge from neutral processes, as a result of random zero-sum birth, death and migration. This suggests the neutral model would be a parsimonious null model for future studies of time series data.

## **CURRICULUM VITAE / ŽIVOTOPIS**

Petr Keil (\* 1980)

### **Education / Vzdělání**

- 2006-2010 Postgraduate study, Department of Ecology, Faculty of Sciences, Charles University, Prague, Czech Republic. *Postgraduální studium na katedře ekologie PřF UK v Praze.*
- 2000-2005 BSc. and MSc. study, Department of Zoology, Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, Ceske Budejovice, Czech Republic. *Bakalářské a magisterské studium na katedře zoologie BF JČU v Českých Budějovicích.*

### **Work experience / Pracovní zkušenost**

- 2007-2010 Department of Ecology, Faculty of Sciences, Charles University, Prague, Czech Republic – researcher. *Vědecký pracovník na katedře ekologie PřF UK v Praze.*
- 2006 Department of Zoology (Berthold Hedwig's lab), University of Cambridge, UK - research laboratory assistant. *Laboratorní asistent na oddělení zoologie (laboratoř Bertholda Hedwiga), Univerzita v Cambridgi, Velká Británie.*

### **International fellowships / Mezinárodní pobyty**

- 2008, 2009 University of Leeds, UK (Bill Kunin's lab) - Marie Curie Fellowship for early stage research training under supervision of Jacobus C. Biesmeijer (5 months in 2008 + 2 months in 2009). *Sedmiměsíční pobyt (5 + 2 měsíce v letech 2008 a 2009) na Univerzitě v Leedsu (laboratoř Billa Kunina), Velká Británie. Pobyt byl uskutečněn v rámci Marie Curie stipendia pro mladé vědecké pracovníky a proběhl pod vedením Jacobuse C. Biesmeijera.*

2004-2005 Université de Rennes 1, Rennes, France - one semester of studies of population and community ecology (Erasmus-Socrates EU exchange scheme). *Semestr studií populační ekologie a ekologie společenstev na univerzitě v Rennes ve Francii v rámci evropského programu Erasmus-Socrates.*

### **Teaching / Výuka**

2007-present Principal lecturer of graduate course *Foundations of Ecology*, Faculty of Humanities, Charles University, Prague, Czech Republic. *Vede přednášku Úvod do obecné ekologie na FHS UK v Praze.*

2009-present Lecturer of *R programming course* („R for life“), Faculty of Sciences, Charles University, Prague; together with Martin Weiser. *Spolu s Martinem Weiserem vede na PřF UK kurz programování v R (“R pro život”).*

### **Participation on research projects / Účast na výzkumných projektech**

2010-present Distribution atlas of Czech butterflies and large moths: model for assessment of biodiversity changes in Central Europe (P505/10/2167). *Atlas rozšíření denních a vybraných nočních motýlů České republiky: model pro hodnocení změn středoevropské biodiverzity (P505/10/2167).*

2009-present EU FP7 project SCALES – Securing the conservation of biodiversity across administrative levels and spatial, temporal and ecological scales. *EU FP7 projekt SCALES – Zajišťování ochrany biodiverzity napříč úředními patry a prostorovými, časovými a ekologickými šupinami.*

2008-2010 Biodiversity research center (LC06073). *Centrum pro výzkum biodiverzity (LC06073).*

2008-2010 The effect of energy availability and environmental heterogeneity on species diversity of plants and invertebrates (GAUK106108). *Vliv dostupnosti energie a heterogenity prostředí na druhovou rozmanitost rostlin a bezobratlých (GAUK106108).*

- 2008-2009 EU FP6 project PRATIQUE – Enhancements of pest risk analysis techniques. *EU FP6 projekt PRATIQUE – Vylepšování způsobů analýz rizika nenechavců.*
- 2008-2010 Spatial biodiversity patterns: role of energy, environmental heterogeneity, population sizes and phylogeny (IAA601970801). *Prostorová variabilita biologické rozmanitosti: role energie, heterogenity prostředí, populačních četností a fylogeneze (IAA601970801).*

## **Publications / Publikace**

- Keil P.**, Herben T., Rosindell J. & Storch D. (2010) Predictions of Taylor's power law, density dependence and pink noise from a neutrally modelled time series. *Journal of Theoretical Biology*, 256: 78-86.
- Šizling A.L., Storch D. & **Keil P.** (2009) Rapoport's rule, species tolerances, and the latitudinal diversity gradient: geometric considerations. *Ecology*, 90: 3575-3586.
- Keil P.** & Hawkins B.A. (2009) Grids versus regional species lists: are broad-scale patterns of species richness robust to the violation of constant grain size? *Biodiversity and Conservation*, 18: 3127–3137.
- Dixon A.F.G., Honek A., **Keil P.**, Kotela M.A., Šizling A.L. & Jarosik V. (2009) Relationship between the minimum and maximum temperature thresholds for development in insects. *Functional Ecology*, 23: 257-264.
- Keil P.**, Dziock F. & Storch D. (2008) Geographical patterns of hoverfly (Diptera, Syrphidae) functional groups in Europe: inconsistency in environmental correlates and latitudinal trends. *Ecological Entomology*, 33: 748-757.
- Langrova I., Makovcova K., Vadlejch J., Jankovska I., Petrtyl M., Fetchner J., **Keil P.**, Lytvynets A. & Borkovcova M. (2008) Arrested development of sheep strongyles: onset and resumption under field conditions of Central Europe. *Parasitology Research*, 103: 387-392.
- Keil P.**, Simova I. & Hawkins, B.A. (2008) Water-energy and the geographical species richness pattern of European and North African dragonflies (Odonata). *Insect Conservation and Diversity*, 1: 142-150.
- Konvicka M., Novak J., Benes J., Fric Z., Bradley J., **Keil P.**, Hreck J., Chobot K. & Marhoul P. (2007): The last population of the Woodland Brown butterfly (*Lopinga achine*) in the Czech Republic: habitat use, demography and site management. *Journal of Insect Conservation*, 12: 549-560.
- Keil P.** & Konvicka M. (2005): Local species richness of Central European hoverflies (Diptera: Syrphidae): a lesson taught by local faunal lists. *Diversity and Distributions*, 11: 417-426.
- Keil P.** (2005): Microhabitat preferences of Stiletto-flies larvae (Diptera: Therevidae) in mountain primeval forest. *Studia Dipterologica*, 12(1): 87-92.



### **Publications in review / *Publikace v recenzním řízení***

**Keil P.**, Biesmeijer J.C., Barendregt A., Reemer M. & Kunin W.E. (submitted):

Biodiversity change is scale-dependent: an example from dutch and UK hoverflies (Diptera, Syrphidae).

Šímová I., Storch D., **Keil P.**, Boyle B., Phillips O.L. & Enquist B.J. (submitted):

Global species-energy relationship in forest plots: role of abundance, temperature and species' climatic tolerances.

### **Selected conferences / *Účast na vybraných konferencích***

**Keil P.**, Herben T. & Storch D. (2009): Population dynamics in neutral biodiversity model reveal density dependence, Taylor's power law, and 1/f noise. 94<sup>th</sup> ESA Annual Meeting, Albuquerque, New Mexico, USA.

**Keil P.** & Biesmeijer J.C. (2008): Linking changes of diversity of hoverflies (Diptera: Syrphidae) to climate and land use changes in Britain and the Netherlands. EURECO - The 34th Annual Conference of the Ecological Society (Gesellschaft für Oekologie, GfOE), Leipzig, Germany.

**Keil P.** & Hawkins B.A. (2008): Grids vs. regional species lists: can regions of unequal areas be used in macroecological studies? British Ecological Society annual meeting, Imperial College, London, UK.