

## **Velká anotace - návrh:**

Výsledek 1: (stručný popis výsledku, max. 200 znaků)

Navrhli jsme standardní metodu hodnocení environmentálních dopadů invazí, vycházející z mechanismů, které je podmiňují, použitelnou na různé úrovni ekologické komplexity a časoprostorového uspořádání.

Anotace :

Název česky: Klasifikace nepůvodních druhů rostlin a živočichů na základě důsledků jejich invazí: na cestě k Černému seznamu IUCN

Název anglicky: Classification of alien plant and animal species based on the impacts of their invasions: towards an IUCN Black List

Popis česky (max. 500 znaků): Důsledky biologických invazí jsou velmi proměnlivé v závislosti na invadujícím druhu a invadovaném ekosystému (1–3), nelze je předpovědět na základě invazivnosti (4) a výzkum trpí nejednotnou metodologií (5). Navrhli jsme standardní metodu hodnocení environmentálních dopadů invazí, vycházející z mechanismů, které je podmiňují a které používá International Union for Conservation of Nature (IUCN). Klasifikaci lze použít na různé úrovni ekologické komplexity a časoprostorového uspořádání (obr. 1).

Popis anglicky: Alien species impacts vary greatly across species and ecosystems (1–3), cannot be predicted based on species' invasiveness (4) and studies are often biased by using unclear methodology (5). We propose a standardized method to evaluate the magnitudes of environmental impacts (1), driven by mechanisms recognized by the International Union for Conservation of Nature (IUCN). The classification applies to different levels of ecological complexity, and spatial and temporal scales (Fig. 1).

Spolupracující subjekt: German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv) Halle-Jena-Leipzig, Leipzig, Germany

Kontaktní osoba (jméno, telefon, e-mail): Petr Pyšek, 271015266, pysek@ibot.cas.cz

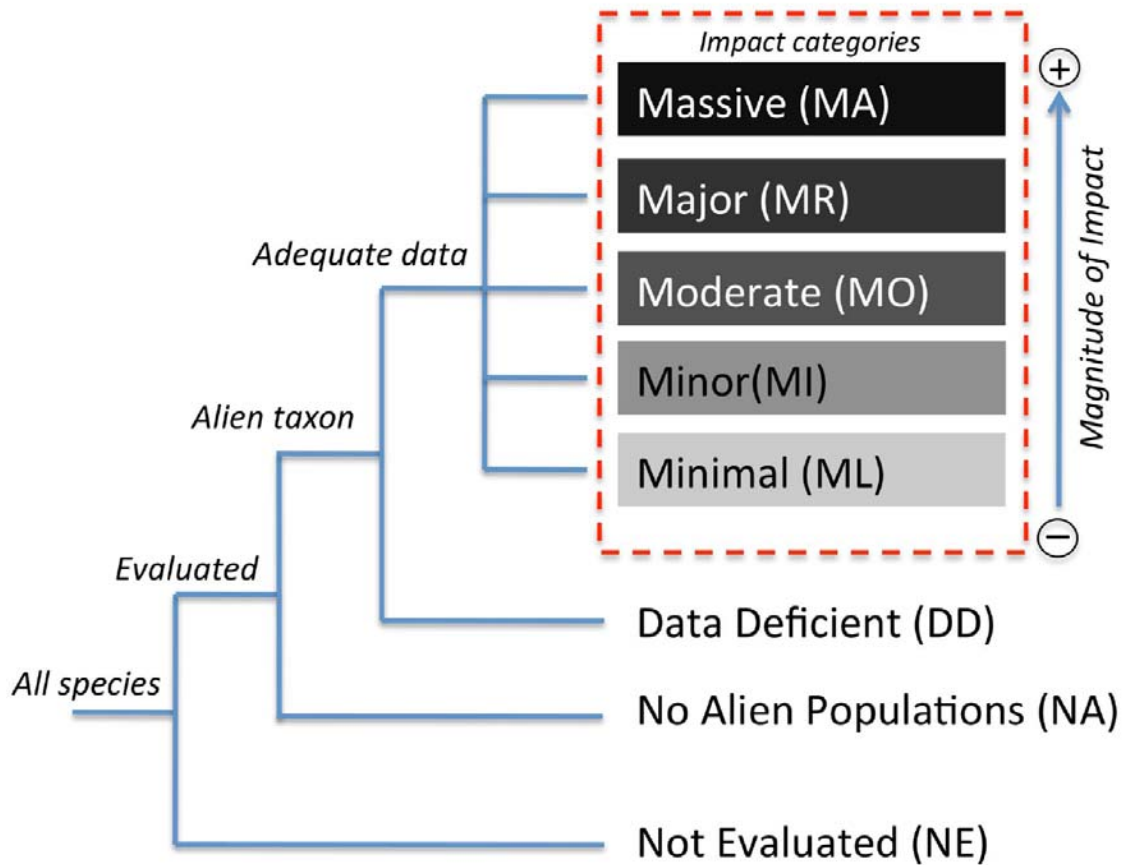
Citace výstupu: 1. Blackburn T. M., Essl F., Evans T., Hulme P. E., Jeschke J. M., Kühn I., Kumschick S., Marková Z., Mrugała A., Nentwig W., Pergl J., Pyšek P., Rabitsch W., Ricciardi A., Richardson D. M., Sendek A., Vilà M., Wilson J. R. U., Winter M., Genovesi P. & Bacher S. (2014) A unified classification of alien species based on the magnitude of their environmental impacts. *PLOS Biology* 12: e1001850 (doi: 10.1371/journal.pbio.1001850). – 2. Hulme P. E., Pyšek P., Pergl J., Schaffner U. & Vilà M. (2014) Pragmatism required to assess impacts of invasive plants. *Frontiers in Ecology and the Environment* 12: 153–154 (doi: 10.1890/14.WB.003). – 3. Gioria M., Jarošík V. & Pyšek P. (2014) Impact of alien invasive plants on soil seed bank communities: emerging patterns. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 16: 132–142 (doi: 10.1016/j.ppees.2014.03.003). – 4. Horáčková J., Juříčková L., Jarošík V., Šizling A. & Pyšek P. (2014) Invasiveness does not predict impact: response of native land snail communities to plant invasions in riparian habitats. *PLoS One* 9: e108296 (doi:10.1371/journal.pone.0108296). – 5. Jeschke J. M., Bacher S., Blackburn T. M., Dick J. T. A., Essl F., Evans T., Gaertner M., Hulme P. E., Kühn I., Mrugała A., Pergl J., Pyšek P., Rabitsch W., Ricciardi A., Richardson D. M., Sendek A., Vilà M., Winter M. & Kumschick S. (2014) Defining the impact of non-native species. *Conservation Biology* 28: 1188–1194 (doi: 10.1111/cobi.12299)

Název ilustrace česky: Obr. 1. Kategorie klasifikace nepůvodních druhů podle důsledků jejich invazí.

Název ilustrace anglicky: Fig. 1. The different categories in the alien species impact scheme.

Popis ilustrace česky: Dopady invazí jsou pro každý mechanismus (např. kompetice, hybridizace, predace) hodnoceny prostřednictvím semikvantitativní stupnice (od minimálních až po masivní). Schéma umožňuje začlenit i druhy, které nebyly dosud zkoumány nebo nemají žádné nepůvodní populace, či pro ně neexistuje dostatek dat.

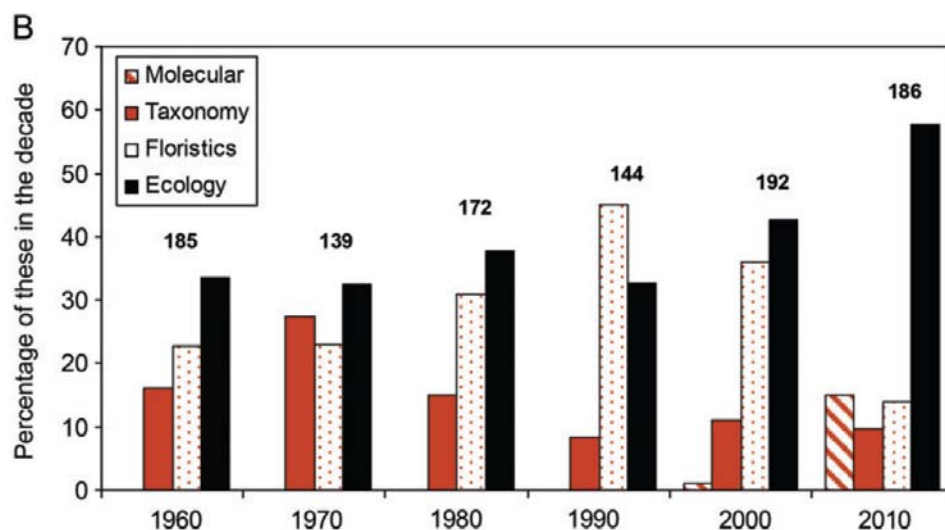
Popis ilustrace anglicky: The classification system uses five semi-quantitative scenarios describing impacts under each mechanism (e.g. competition, predation, hybridization) to assign species to different levels of impact, ranging from Minimal to Massive, with assignment corresponding to the highest level of deleterious impact associated with any of the mechanisms. The scheme also includes categories for species that are Not Evaluated, have No Alien Population, or are Data Deficient, and a method for assigning uncertainty to all the classifications.



**Result 1: Taxonomic challenges of, and for, biological invasions**  
*(in cooperation with Flow Cytometry Lab)*

A lack of taxonomic expertise, and by implication a dearth of taxonomic products such as identification tools, has become a trend (Fig. 1) and hindered progress in understanding and managing biological invasions. This is so because biosecurity strategies, legislation dealing with invasive species, quarantine, weed surveillance and monitoring all depend on accurate and rapid identification of non-native taxa. However, such identification can be challenging because the taxonomic skill base in most countries is diffuse and lacks critical mass, and identifications can impede ecological studies (1). Better integration of classical alpha taxonomy and modern genetic taxonomic approaches will improve the accuracy of species identification, and further refine taxonomic classification at the level of populations and genotypes in the field and laboratory; one example of a genus for which this is highly relevant is *Phragmites* (2). Taxonomy not only plays a critical role in the study of plant invasions, but in turn benefits from the insights gained from these studies; biological invasions have provided important tests of basic theories about species concepts (1).

1. Pyšek P., Hulme P. E., Meyerson L. A., Smith G. F., Boatwright J. S., Crouch N. R., Figueiredo E., Foxcroft L. C., Jarošík V., Richardson D. M., Suda J. & Wilson J. R. (2013) Hitting the right target: taxonomic challenges of, and for, biological invasions. *AoB Plants* 5: plt042 (doi: 10.1093/aobpla/plt042).
2. Meyerson L. A., Pergl J. & Pyšek P. (2014) Making waves about spreading weeds. *Science* 344: 1236.



**Fig. 1.** Trends in botanical interest at the Department of Botany, Charles University in Prague, Czech Republic over the last 50 years, expressed as the percentage of theses (master, doctoral, habilitation) by decades for areas relevant to plant invasion studies; those of interest for ‘taxonomy of invasions’, i.e. related to identification of alien species, are in red. Based on a total sample of 1018 theses completed in the examined period, with numbers for decades shown above bars.

### **Výsledek 1: Taxonomie rostlinných invazí**

(ve spolupráci s Laboratoří průtokové cytometrie)

Nedostatek taxonomické odbornosti, který se nadále prohlubuje (obr. 1), a z toho vyplývající nedostatek taxonomických produktů, jako jsou určovací příručky či klíče, zpomaluje pokrok v porozumění biologickým invazím a jejich managementu. Důvodem je, že legislativa zahrnující invazní druhy, karanténní opatření na jejich potlačení, jakož i sledování a monitoring těchto druhů klíčovým způsobem závisí na jejich přesné a rychlé identifikaci. Správné určení druhů však může být problematické, protože ve většině zemí je taxonomická základna nedostatečná; to může komplikovat ekologické studie (1). Je třeba, aby došlo k užšímu propojení klasické alfa taxonomie a moderních geneticko-taxonomických přístupů; jen tak může být určení nově zavlékaných druhů zpřesněno, a to i na úroveň populací a genotypů – příkladem rodu, pro který je tato problematika obzvláště relevantní, je rákos (2). Taxonomie však nejen že hraje klíčovou roli při studiu rostlinných invazí, ale sama z invazních studií profituje – rostlinné invaze například poskytly možnost testovat základní teorie o konceptu druhů (1).

1. **Pyšek P.**, Hulme P. E., Meyerson L. A., Smith G. F., Boatwright J. S., Crouch N. R., Figueiredo E., Foxcroft L. C., **Jarošík V.**, Richardson D. M., **Suda J.** & Wilson J. R. (2013) Hitting the right target: taxonomic challenges of, and for, biological invasions. *AoB Plants* 5: plt042 (doi: 10.1093/aobpla/plt042).

2. Meyerson L. A., **Pergl J.** & **Pyšek P.** (2014) Making waves about spreading weeds. *Science* 344: 1236.

**Obr. 1.** Trendy v zájmu o jednotlivé botanické obory na katedře botaniky PŘF UK v Praze za posledních 50 let, vyjádřené jako procentuální podíl na pracích (diplomových, doktorských a habilitačních) předložených v jednotlivých dekadách. Obory významné z hlediska ‘taxonomie invazí’, tedy vztahující se k určování nepůvodních druhů, jsou znázorněny červeně. Založeno na vzorku 1018 prací obhájených v daném období, celkový počet je uveden nad příslušnými sloupci.

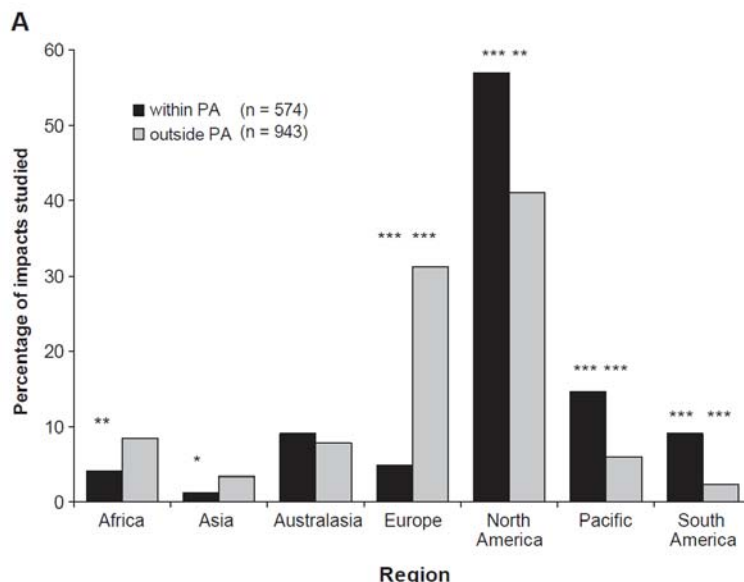
### **Result 2: Plant invasions in protected areas worldwide: greater focus on impacts is needed**

(in cooperation with Conservation Services, South African National Parks, Skukuza, South Africa & Centre for Invasion Biology, Stellenbosch University, South Africa)

Alien plants pose significant threats to protected areas worldwide yet many studies only describe the degree to which these areas have become invaded (1). Almost 30 years since the last global assessment during the SCOPE programme of the 1980s, we provide a synthesis of the current state of knowledge of problems with invasive

plants in protected areas (2, 3), and suggest measures to reduce the risks of new invasions (4). We also advocate the role of protected areas as leaders and catalysts of global action on invasive species, and key study areas for basic and applied invasion science (5). For Europe, continent-wide rigorous data on the distribution and abundance of invasive alien species in protected areas are lacking; managers there are well aware of the seriousness of the problem and threats imposed by invasive plant species but are constrained in their efforts by the lack of resources, both staff and financial, and that of rigorous scientific information translated into practical guidelines (6). Research in protected areas must move toward a better understanding of alien plant impacts since managers urgently require an appropriate evidence base to prioritize control/eradication targets. We analysed a global database of quantitative studies of alien plant impacts to evaluate existing knowledge of alien plant impacts within and outside protected areas. Although protected areas are a significant focus for quantitative impact studies, the biogeographic emphasis of most research effort does not coincide with the global distribution of protected areas (Fig. 2). While impacts were often as significant within protected areas as outside, only a minority of studies provide any subsequent management recommendations. There is therefore considerable scope to improve the evidence base on alien plant management in protected areas (1).

1. Hulme P. E., **Pyšek P.**, **Pergl J.**, **Jarošík V.**, Schaffner U. & Vilà M. (2014) Greater focus needed on plant invasion impacts in protected areas. *Conservation Letters* 7: 459–466 (doi: 10.1111/conl.12061).
2. Foxcroft L. C., **Pyšek P.**, Richardson D. M. & Genovesi P. (eds) (2013) *Plant invasions in protected areas: patterns, problems and challenges*. Springer, Dordrecht.
3. Foxcroft L. C., **Pyšek P.**, Richardson D. M., **Pergl J.** & Hulme P. E. (2013) The bottom line: impacts of alien plant invasions in protected areas. In: Foxcroft L. C., Pyšek P., Richardson D. M. & Genovesi P. (eds), *Plant invasions in protected areas: patterns, problems and challenges*, pp. 19–41, Springer, Dordrecht.
4. Meyerson L. A. & **Pyšek P.** (2013) Manipulating alien plant species propagule pressure as a prevention strategy for protected areas. In: Foxcroft L. C., Pyšek P., Richardson D. M. & Genovesi P. (eds), *Plant invasions in protected areas: patterns, problems and challenges*, pp. 473–486, Springer, Dordrecht.
5. Foxcroft L. C., Richardson D. M., **Pyšek P.** & Genovesi P. (2013) Invasive alien plants in protected areas: threats, opportunities, and the way forward. In: Foxcroft L. C., Pyšek P., Richardson D. M. & Genovesi P. (eds), *Plant invasions in protected areas: patterns, problems and challenges*, pp. 621–639, Springer, Dordrecht.
6. **Pyšek P.**, Genovesi P., **Pergl J.**, Monaco A. & **Wild J.** (2013) Plant invasions of protected areas in Europe: an old continent facing new problems. In: Foxcroft L. C., Pyšek P., Richardson D. M. & Genovesi P. (eds), *Plant invasions in protected areas: patterns, problems and challenges*, pp. 209–240, Springer, Dordrecht.



**Fig. 2.** Frequency of impacts of alien plants addressed by studies conducted within and outside protected areas, according to the geographic distribution of studies. Differences between observed and average frequencies were tested by a G-test on contingency tables. Categories with significantly fewer or more cases than expected by chance are marked \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ . In North and South America and on Pacific islands, disproportionately more impact studies have been conducted in protected areas than outside, while the opposite is true for Europe, Asia, and Africa.

## **Výsledek 2: Rostlinné invaze ve světových chráněných územích: je třeba zabývat se více jejich důsledky**

(ve spolupráci s Conservation Services, South African National Parks, Skukuza, South Africa & Centre for Invasion Biology, Stellenbosch University, South Africa)

Rostlinné invaze představují významné ohrožení diversity chráněných území po celém světě, přesto většina studií pouze popisuje, do jaké míry jsou tato území invadována, nikoli jaké jsou důsledky těchto invazí (1). Téměř třicet let od poslední globální syntézy invazí v rezervacích jsme zhodnotili současný stav problémů s invazními rostlinami v chráněných územích (2, 3) a navrhuje opatření ke zmírnění těchto trendů (4). Chráněná území se mohou stát klíčovými oblastmi pro studium invazí (5). V Evropě například téměř chybí solidní data o rozšíření a abundanci invazních druhů v rezervacích a manažeři, kteří jsou si dobře vědomi závažnosti důsledků invazí, vnímají jako problém nejen nedostatek zdrojů, ať už finančních či lidských, ale také právě chybějící instrukce založené na rigorózních vědeckých datech (6). Výzkum v chráněných územích by se proto měl zaměřit na lepší pochopení důsledků invazí, protože manažeři urgentně potřebují informace, na jejichž základě mohou vybírat vhodné druhy ke kontrole či eradikaci. V dalším článku jsme analyzovali databázi kvantitativních studií impaktu nepůvodních druhů s ohledem na to, zda studie probíhaly v chráněných územích nebo mimo ně. Přestože významná část výzkumu impaktu invazí probíhá v chráněných územích, existují rozdíly mezi biogeografickými oblastmi (obr. 2). Rostlinné invaze mají statisticky průkazný dopad na lokální společenstva v chráněných územích stejně často jako mimo ně, přesto jen malá část studií uvádí konkrétní doporučení pro management v rezervacích (1).

1. Hulme P. E., **Pyšek P.**, **Pergl J.**, **Jarošík V.**, Schaffner U. & Vilà M. (2014) Greater focus needed on plant invasion impacts in protected areas. *Conservation Letters* 7: 459–466 (doi: 10.1111/conl.12061).
2. Foxcroft L. C., **Pyšek P.**, Richardson D. M. & Genovesi P. (eds) (2013) *Plant invasions in protected areas: patterns, problems and challenges*. Springer, Dordrecht.
3. Foxcroft L. C., **Pyšek P.**, Richardson D. M., **Pergl J.** & Hulme P. E. (2013) The bottom line: impacts of alien plant invasions in protected areas. In: Foxcroft L. C., Pyšek P., Richardson D. M. & Genovesi P. (eds), *Plant invasions in protected areas: patterns, problems and challenges*, pp. 19–41, Springer, Dordrecht.
4. Meyerson L. A. & **Pyšek P.** (2013) Manipulating alien plant species propagule pressure as a prevention strategy for protected areas. In: Foxcroft L. C., Pyšek P., Richardson D. M. & Genovesi P. (eds), *Plant invasions in protected areas: patterns, problems and challenges*, pp. 473–486, Springer, Dordrecht.
5. Foxcroft L. C., Richardson D. M., **Pyšek P.** & Genovesi P. (2013) Invasive alien plants in protected areas: threats, opportunities, and the way forward. In: Foxcroft L. C., Pyšek P., Richardson D. M. & Genovesi P. (eds), *Plant invasions in protected areas: patterns, problems and challenges*, pp. 621–639, Springer, Dordrecht.
6. **Pyšek P.**, Genovesi P., **Pergl J.**, Monaco A. & **Wild J.** (2013) Plant invasions of protected areas in Europe: an old continent facing new problems. In: Foxcroft L. C., Pyšek P., Richardson D. M. & Genovesi P. (eds), *Plant invasions in protected areas: patterns, problems and challenges*, pp. 209–240, Springer, Dordrecht.

**Obr. 2.** Frekvence studií zabývajících se důsledky rostlinných invazí v chráněných územích a mimo ně, znázorněná pro jednotlivé geografické oblasti. Rozdíly testovány G testem na kontingenčních tabulkách \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ . V Severní a Jižní Americe a na tichomořských ostrovech se impakt studuje více v chráněných oblastech, v Evropě, Asii a Africe je tomu naopak.

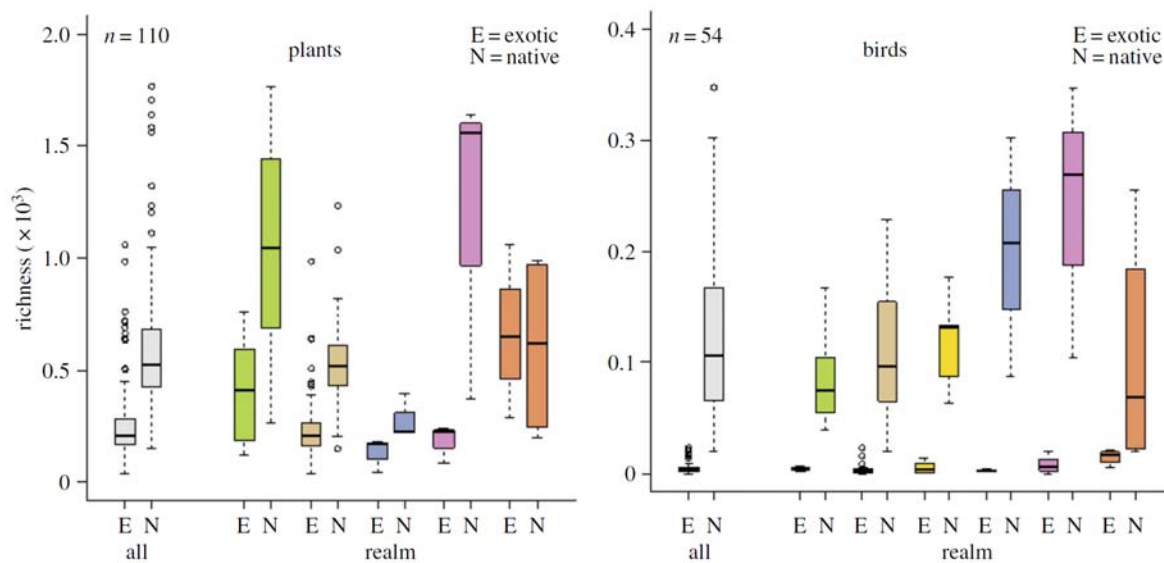
## **Result 3: Cities retain a surprisingly high plant and bird diversity globally**

(in cooperation with The State University of New Jersey, New Brunswick, USA & Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY, USA)

Urbanization contributes to the loss of the world's biodiversity and the homogenization of its biota. Based on the largest global dataset to date of two diverse taxa in world cities (birds, 54 cities; plants, 110 cities), we show that the majority of urban bird and plant species are native in those cities (Fig. 3). However, the density of bird and plant species (expressed as the number of species per sq km) is very low compared with estimates of non-urban density of species in the regions; only 8% of native bird and 25% of native plant species are currently present in cities. The current density of species in cities and its loss compared to non-urban areas is best explained by anthropogenic features (landcover, city age) rather than by non-anthropogenic factors (geography, climate, topography). As urbanization continues to expand, efforts directed towards the

conservation of intact vegetation within urban landscapes could support higher concentrations of both bird and plant species. Despite declines in the density of species, cities still retain a high number of species, including endemic natives, thus providing opportunities for regional and global biodiversity conservation, restoration and education (1). Further, it appears that intensive land-use change and biotic interchange, shaped through European influences, have had a world-wide effect on the beta diversity of urban plant assemblages. Cities in disparate regions of the globe thus retain regionally distinct native and alien plant assemblages, while invasive species are associated with lower beta diversity among cities (2). We also show that the compositional patterns of native and alien plant species respond to the same environmental drivers; alien species may have an impact on biogeographic patterns of urban floras in ways that reflect their history of introduction and expansion – archaeophytes and invasive neophytes tended to homogenize, while non-invasive neophytes tended to differentiate urban floras (3).

1. Aronson M. F. J., La Sorte F. A., Nilon C. H., Katti M., Goddard M. A., Lepczyk C. A., Warren P. S., Williams N. S. G., Cilliers S., Clarkson B., Dobbs C., Dolan R., Hedblom M., Klotz S., Louwe Koojimans J., Kühn I., MacGregor-Fors I., McDonnell M., Mörtberg U., **Pyšek P.**, Siebert S., Sushinsky J., Werner P. & Winter M. (2014) A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society B* 281: 20133330 (doi: 10.1098/rspb.2013.3330).
2. La Sorte F. A., Aronson M. F. J., Williams N. S. G., Clarkson B., Celesti-Grapow L., Cilliers S., Dolan R. W., Hipp A., Klotz S., Kühn I., **Pyšek P.**, Siebert S. & Winter (2014) Beta diversity of urban floras within and among European and non-European cities. *Global Ecology and Biogeography* 23: 769–779 (doi: 10.1111/geb.12159).
3. Ricotta C., Celesti-Grapow C., Kühn I., Rapson G., **Pyšek P.**, La Sorte F. A. & Thompson K. (2014) Geographical constraints are stronger than invasion patterns for European urban floras. *PLoS One* 9: e85661 (doi:10.1371/journal.pone.0085661)



**Fig. 3.** The distribution of species richness for exotic (E) and native (N) species across all 147 cities combined (all) and for cities in six biogeographic realms. The six realms are the Nearctic (green), Palearctic (brown), Neotropics (yellow), Afrotropics (blue), Indo-Malaya (pink) and Australasia (orange). No cities in the Neotropics contain plant data.

### **Výsledek 3: Města uchovávají překvapivě vysokou diverzitu rostlinných a ptačích druhů**

(ve spolupráci se State University of New Jersey, New Brunswick, USA & Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY, USA)

Všeobecně se předpokládá, že urbanizace přispívá ke ztrátě světové biodiverzity a její homogenizaci. Analýza dosud největšího globálního datového souboru 147 měst ukázala, že většinu rostlinných a ptačích druhů tvoří druhy původní (obr. 3). Densita ptáků a rostlin (vyjádřená jako počet druhů na kilometr čtvereční) je však ve srovnání s okolní krajinou velmi nízká, pouze 8 % původních ptačích a 25 % rostlinných druhů se nacházejí ve městech. Současnou densitu těchto druhů ve městech a její pokles ve srovnání s okolím vysvětlují lépe faktory

antropogenní (krajinný pokryv, stáří města) než geografické a klimatické. Jak bude urbanizace v celosvětovém měřítku i nadále pokračovat, bude vzrůstat význam nenarušené vegetace ve městské krajině, protože ta poskytuje útočiště mnoha rostlinným a ptačím druhům. Navzdory nižší denzitě druhů ve srovnání s okolní krajinou si města uchovávají překvapivě vysokou druhovou diverzitu a hostí i některé endemické původní druhy, takže představují vhodné objekty ochrany regionální biodiverzity a poskytují příležitost ke vzdělávání veřejnosti (1). Dále se ukazuje, že intenzivní změny ve využívání městské krajiny a historický vliv člověka na přemísťování rostlinných druhů zásadně ovlivňují rozložení městské diverzity (2). Ukázalo se též, že složení původních a nepůvodních urbánních flór je ovlivňováno stejnými faktory prostředí a vliv zavlečených druhů na tyto flóry odráží historické okolnosti; zatímco výskyt archeofytů (rostliny zavlečené do začátku novověku) a mezi neofyty (zavlečené v posledních pěti stoletích) těch, které jsou invazní, přispívá k homogenizaci (města v různých oblastech jsou si díky tomu podobnější), neinvazní neofyty naopak zvyšují odlišnost (3).

1. Aronson M. F. J., La Sorte F. A., Nilon C. H., Katti M., Goddard M. A., Lepczyk C. A., Warren P. S., Williams N. S. G., Cilliers S., Clarkson B., Dobbs C., Dolan R., Hedblom M., Klotz S., Louwe Koojimans J., Kühn I., MacGregor-Fors I., McDonnell M., Mörtberg U., **Pyšek P.**, Siebert S., Sushinsky J., Werner P. & Winter M. (2014) A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society B* 281: 20133330 (doi: 10.1098/rspb.2013.3330).
2. La Sorte F. A., Aronson M. F. J., Williams N. S. G., Clarkson B., Celesti-Grapow L., Cilliers S., Dolan R. W., Hipp A., Klotz S., Kühn I., **Pyšek P.**, Siebert S. & Winter (2014) Beta diversity of urban floras within and among European and non-European cities. *Global Ecology and Biogeography* 23: 769–779 (doi: 10.1111/geb.12159).
3. Ricotta C., Celesti-Grapow C., Kühn I., Rapson G., **Pyšek P.**, La Sorte F. A. & Thompson K. (2014) Geographical constraints are stronger than invasion patterns for European urban floras. *PLoS One* 9: e85661 (doi:10.1371/journal.pone.0085661)

**Obř. 3.** Rozložení druhové bohatosti nepůvodních (E, exotic) a původních (N, native) flór a ptačích faun, souhrnně (all) a podle jednotlivých biogeografických oblastí: Neoarktická (zeleně), Palearktická (hnědě), Neotropická (žlutě), Afrotropická (modře), Indomalajská (růžově) and Australasijská (oranžově).