



# Mapování alfa diverzity cévnatých rostlin v evropských lesích

Martin Večeřa, Jan Divíšek, Jonathan Lenoir, Borja Jiménez-Alfaro,  
Idoia Biurrun, Ilona Knollová, ... Milan Chytrý

*Výroční konference České společnosti pro krajinnou ekologii, 31. 1. 2019, Praha*

# Úvod

## Terminologie

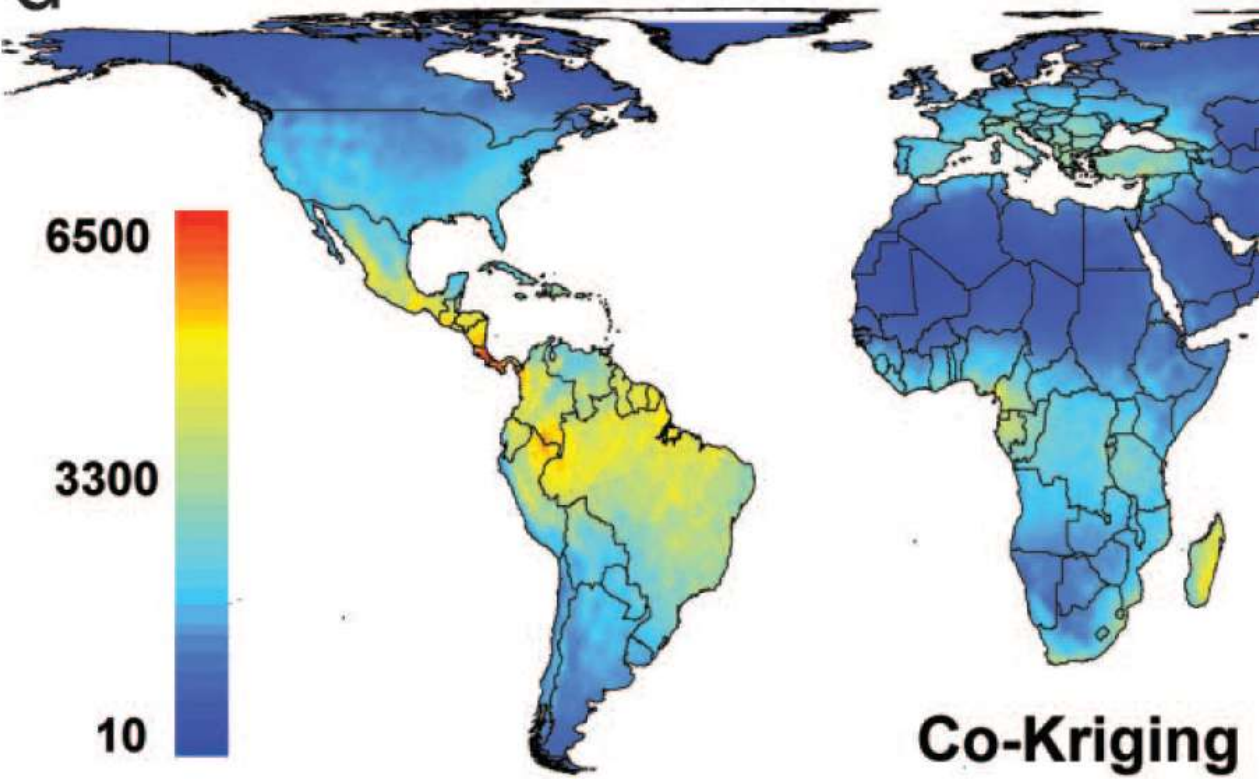
- **Druhá bohatost (DB)** – počet druhů
- **Alfa diverzita** – DB v lokálním společenstvu
- **Gama diverzita** – DB v určitém území

## Druhá bohatost

- Tradiční téma
- Environmentální změny & pokles biodiverzity
- Gama vs. alfa diverzita – data o reálných společenstvech, biotopově specifické mechanismy určující druhovou bohatost

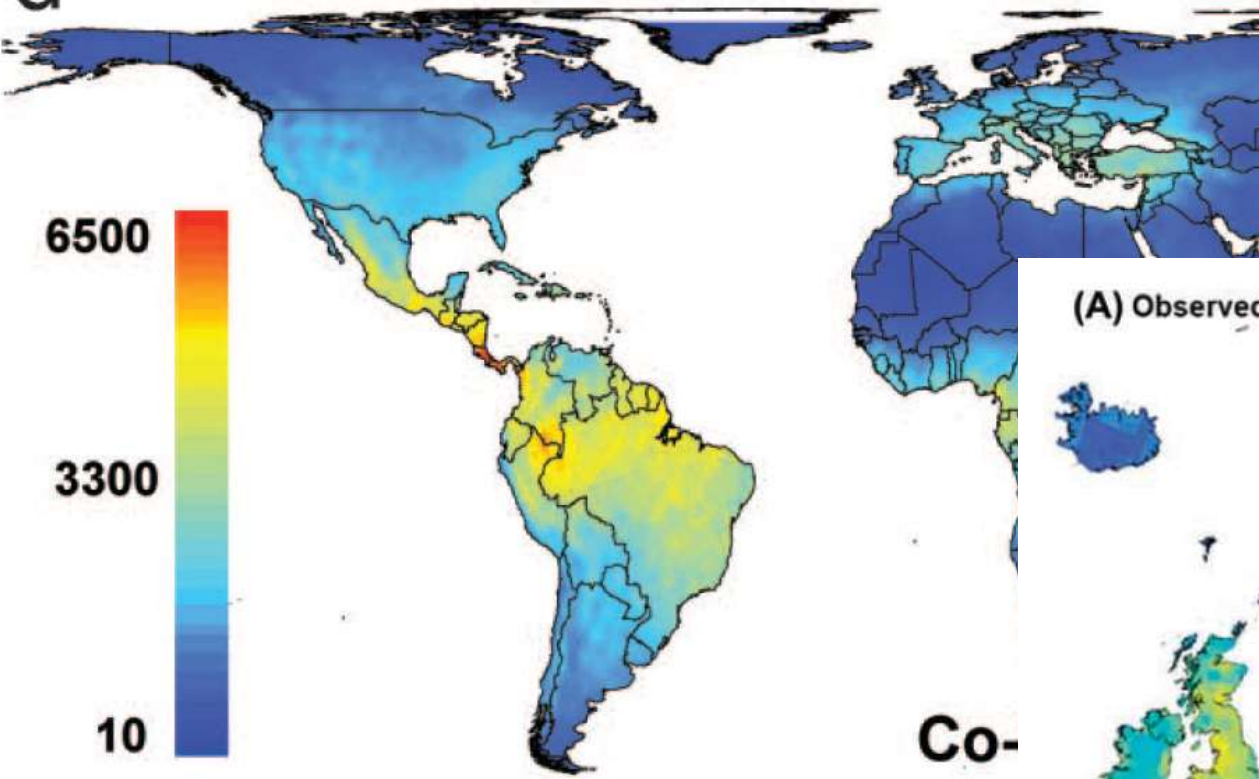


d



Kreft & Jetz (2007)

d

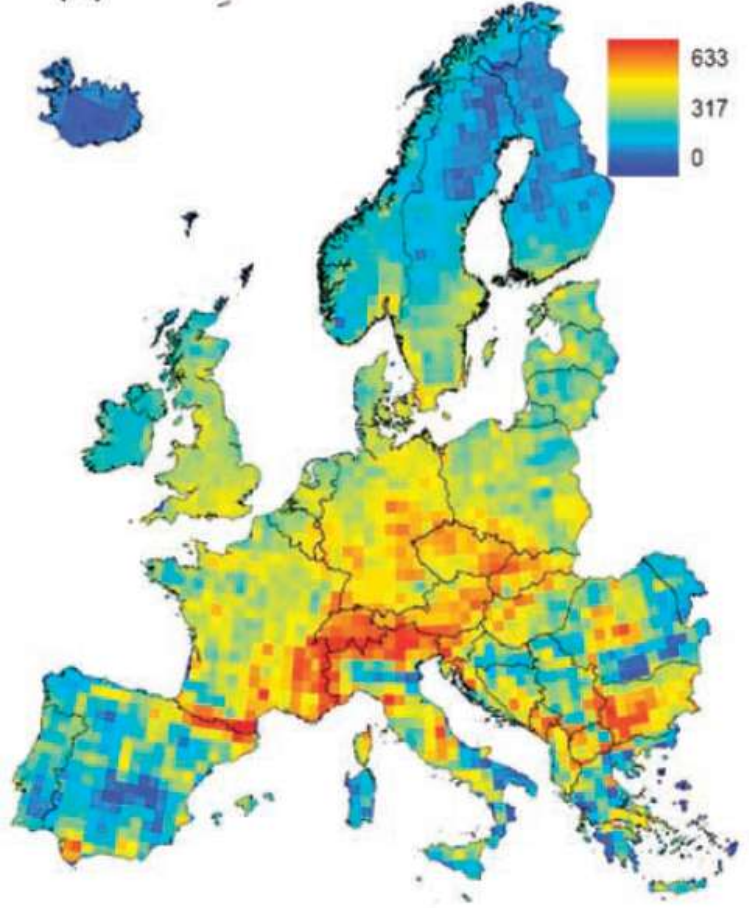


Kreft & Jetz (2007)

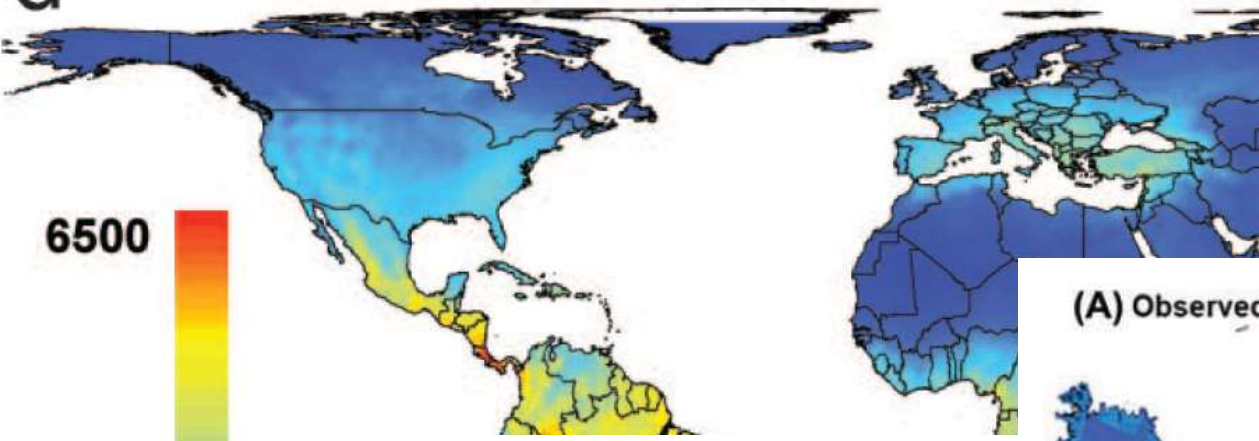
Ronk et al. (2015)

(A) Observed richness

Co-



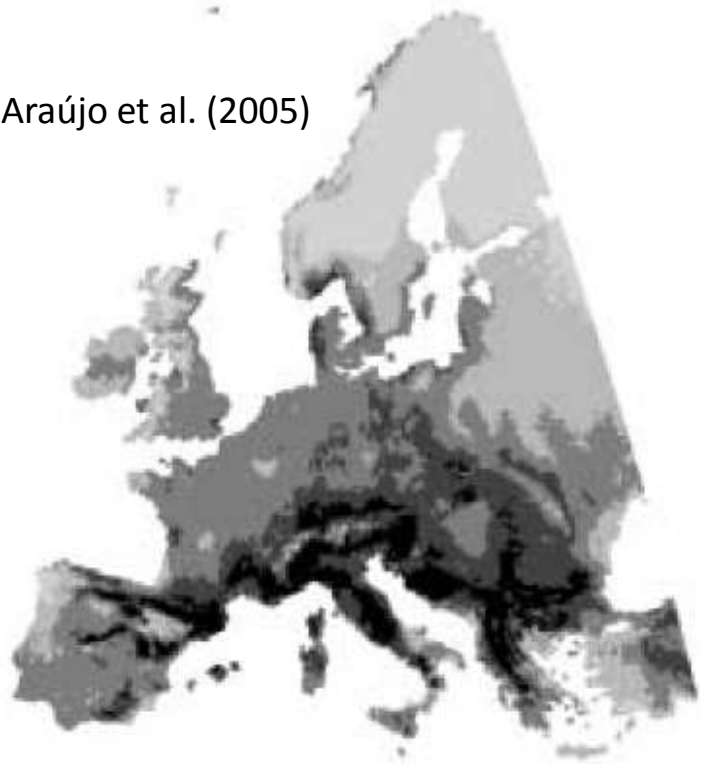
d



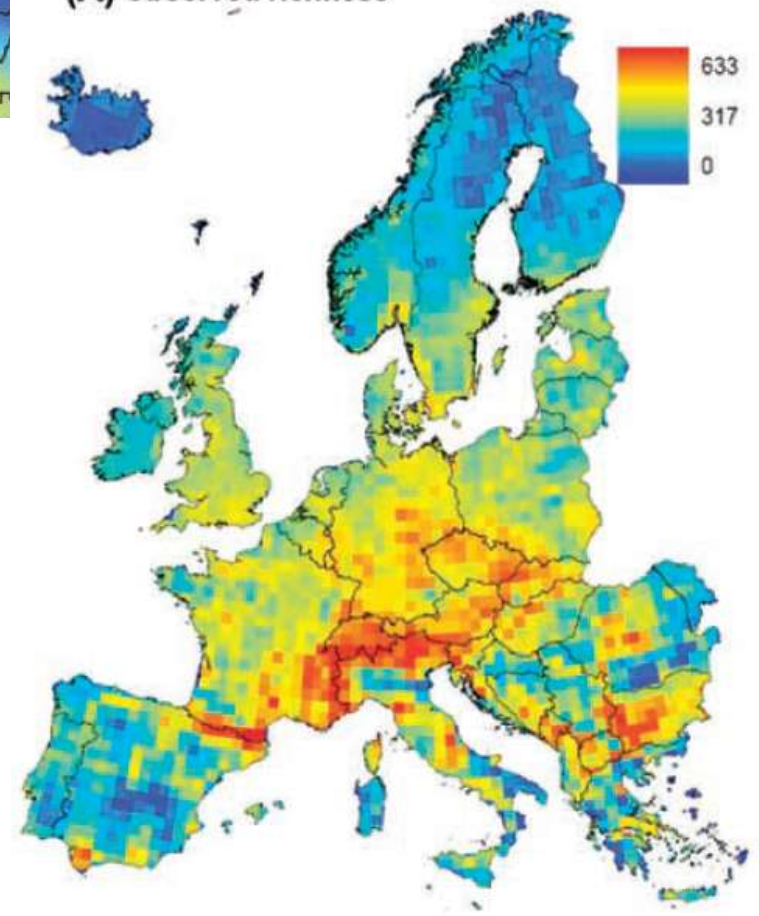
Kreft & Jetz (2007)



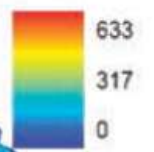
Araújo et al. (2005)



(A) Observed richness



Ronk et al. (2015)

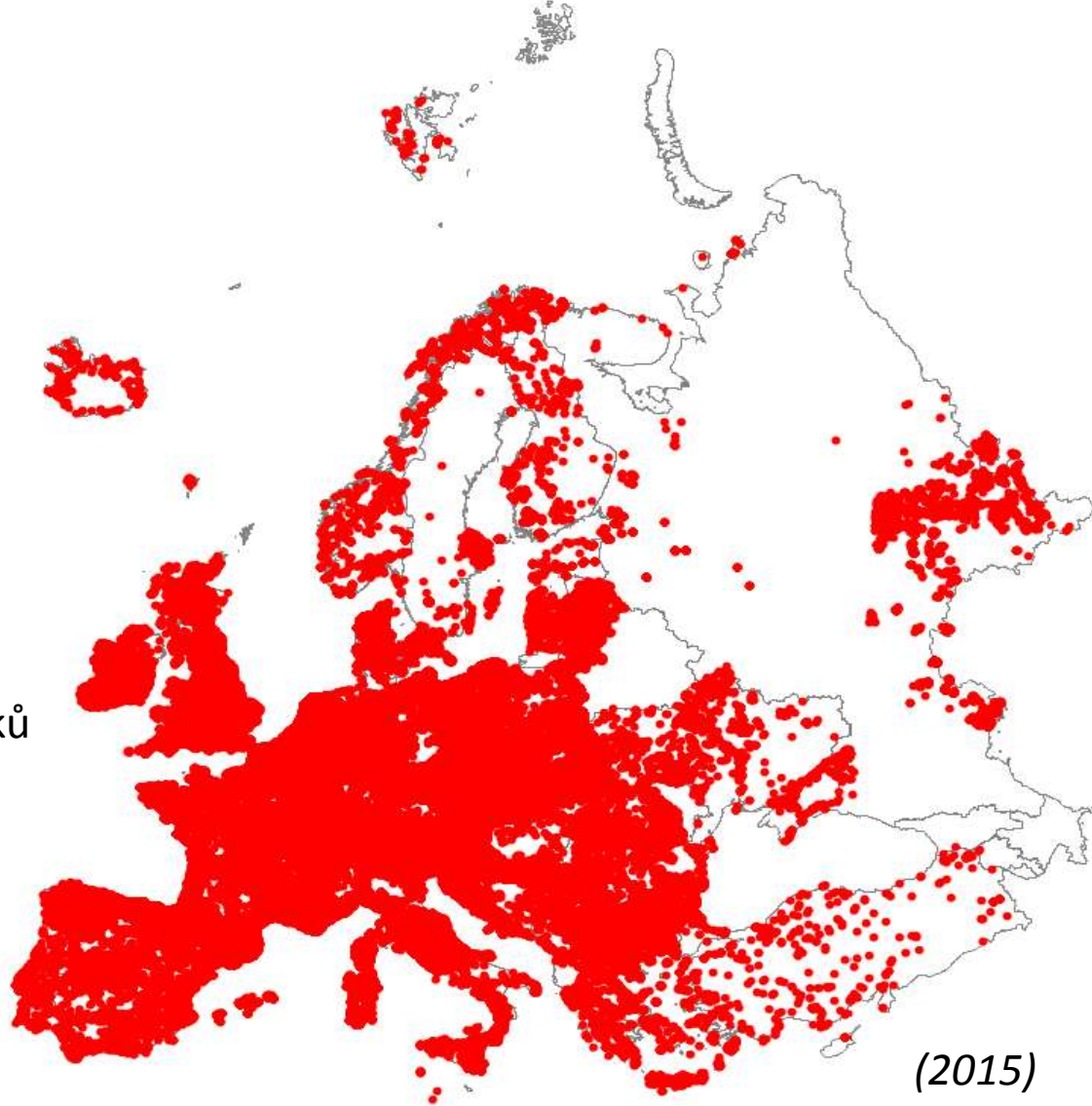




## Evropský vegetační archiv

- 74 databází
- cca 1.5 mil. vegetačních snímků
- 86 % georeferencováno

<http://euroveg.org/eva-database>



(2015)

# Cíle

Na základě prediktivních modelů:

- Vymapovat alfa diverzitu cévnatých rostlin v rámci tří hlavních typů evropských lesů – listnatých (opadavých), jehličnatých a mediteránních tvrdolistých
- Identifikovat faktory, které určují/souvisejí s geografickým rozmístěním alfa diverzity v evropských lesích



# Data

## Druhová bohatost

- Georeferencované vegetační snímky z EVA (n = 73 134), 100–1000 m<sup>2</sup>
- Přiřazení do jednoho ze tří lesních typů na základě Expertního systému



# Data

## Druhová bohatost

- Georeferencované vegetační snímky z EVA (n = 73 134), 100–1000 m<sup>2</sup>
- Přiřazení do jednoho ze tří lesních typů na základě Expertního systému

G1.Aa	<i>Carpinus</i> and <i>Quercus</i> mesic deciduous woodland	5303
G1.Ab	Ravine woodland	4677
G1.Ba	<i>Alnus cordata</i> woodland	26
G2.1	Mediterranean evergreen <i>Quercus</i> woodland	2608
G2.2	Mainland laurophyllous woodland	24
G2.5a	South-Aegean <i>Phoenix</i> grove	3
G3.1a	Temperate mountain <i>Picea</i> woodland	5254
G3.1b	Temperate mountain <i>Abies</i> woodland	2791
G3.1c	Mediterranean mountain <i>Abies</i> woodland	13

# Data

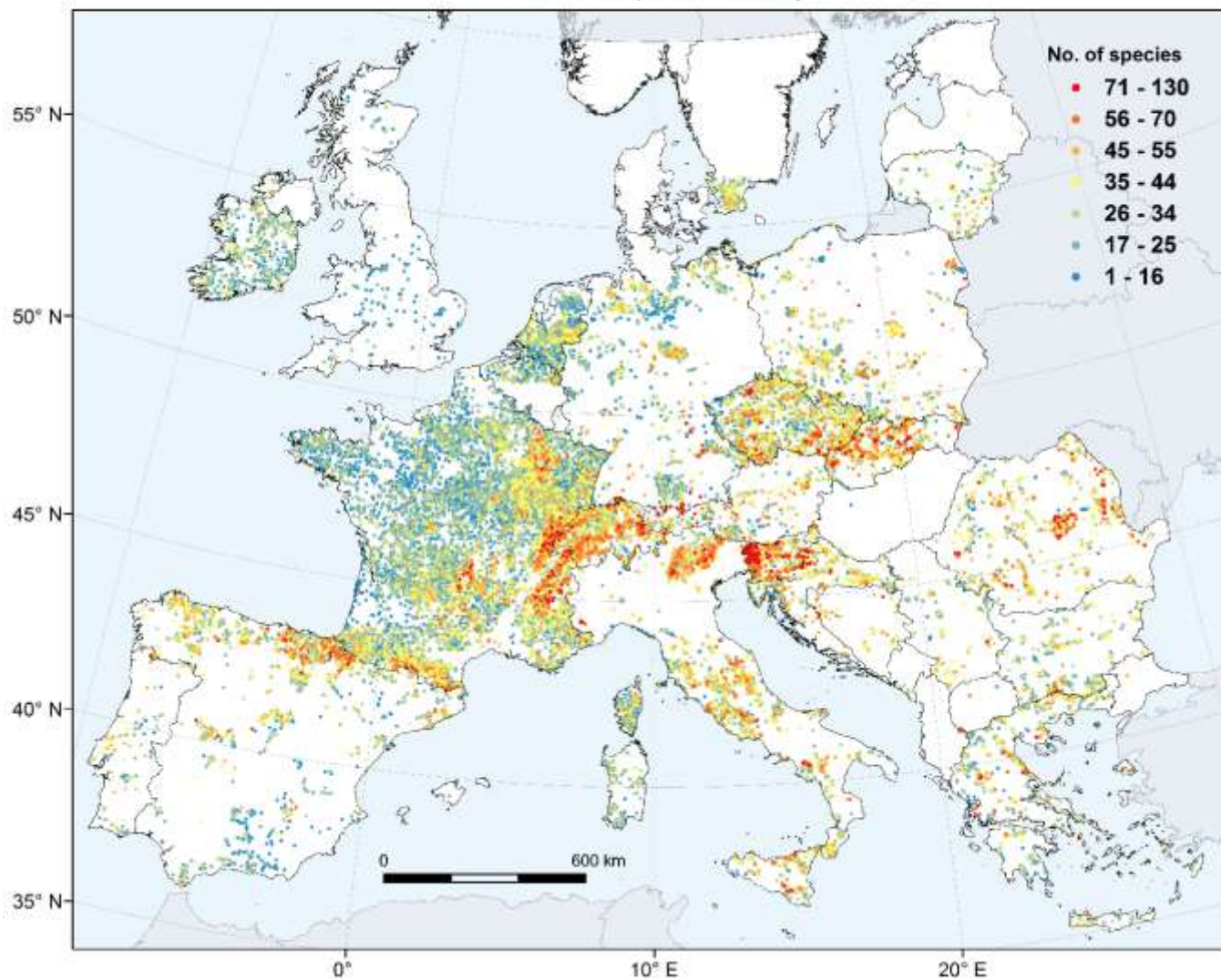
## Druhová bohatost

- Georeferencované vegetační snímky z EVA ( $n = 73\ 134$ ), 100–1000 m<sup>2</sup>
- Přiřazení do jednoho ze tří lesních typů na základě Expertního systému

## Vysvětlující proměnné

- GISová data o:  
(i) současném prostředí, (ii) environmentální historii a (iii) krajinném pokryvu

### All forests plot $\alpha$ -diversity



Večeřa et al. ~ Mapování alfa diversity evropských lesů

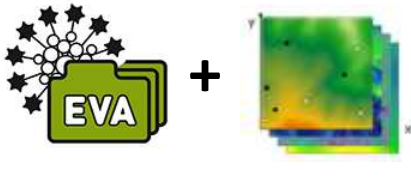
[martinvec@seznam.cz](mailto:martinvec@seznam.cz)

	All forests			Deciduous broadleaf			Coniferous			Sclerophyllous		
	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max
<b>Current environment</b>												
Elevation [m a.s.l.]	-5	529	2583	-5	473	2552	-1	745	2583	1	390	1595
Terrain ruggedness [VRM × 10 <sup>4</sup> ]	0	75	696	0	68	696	0	94	629	0	99	374
Heat load [index × 10 <sup>4</sup> ]	5354	5978	6896	5368	5974	6693	5354	5993	6896	5366	5992	6403
Topsoil pH	3	6	8	3	6	8	4	6	8	5	7	8
Limestone area [%]	0	17	100	0	16	100	0	19	100	0	25	100
Mean annual temperature [°C]	-2	9	19	-1	9	19	-2	7	18	7	14	19
Temperature seasonality [SD × 100]	302	638	881	302	635	881	333	659	879	366	564	736
Annual precipitation [mm/yr]	290	835	2051	290	813	1985	348	925	2051	359	738	1487
Precipitation seasonality [coeff. of var.]	7	26	101	8	25	101	7	27	99	15	41	88
Summer rainfall [%]	8	54	73	8	54	73	8	57	72	10	34	57
Annual potential evapotranspiration [mm/yr]	374	783	1345	375	796	1345	374	712	1234	633	937	1305
Annual actual evapotranspiration [mm/yr]	252	590	810	252	590	810	297	594	794	309	566	783
<b>Environmental history</b>												
Presence/absence of LGM glacier	<i>binary variable</i>											
Temperature change since LGM [°C]	1	4	13	1	4	13	2	5	13	2	3	4
Precipitation change since LGM [mm]	1	43	567	1	42	567	1	46	293	16	63	443
<b>Land cover</b>												
Area of forest [%]	0	47	100	0	46	100	0	55	100	0	35	99
Area of mosaic land [%]	0	22	100	0	23	100	0	20	98	0	15	80
Area of shrub-land [%]	0	6	94	0	5	88	0	7	91	0	19	94
Area of intensively cultivated land [%]	0	16	100	0	18	100	0	8	93	0	15	97

LGM – Last Glacial Maximum; SD – standard deviation of mean monthly temperatures; VRM – vector ruggedness measure.

# Metodika

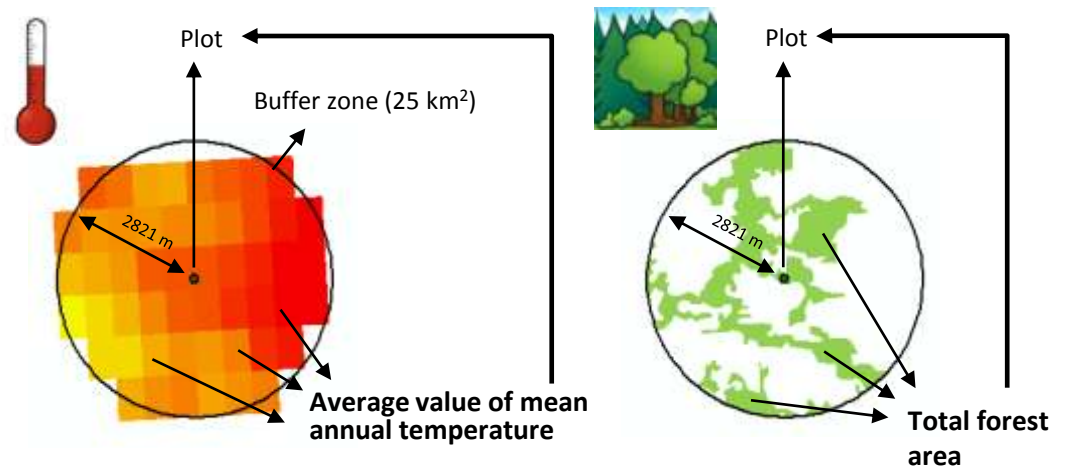
- Počet druhů  
+ vysvětlující proměnné



- algoritmus *Random Forests*



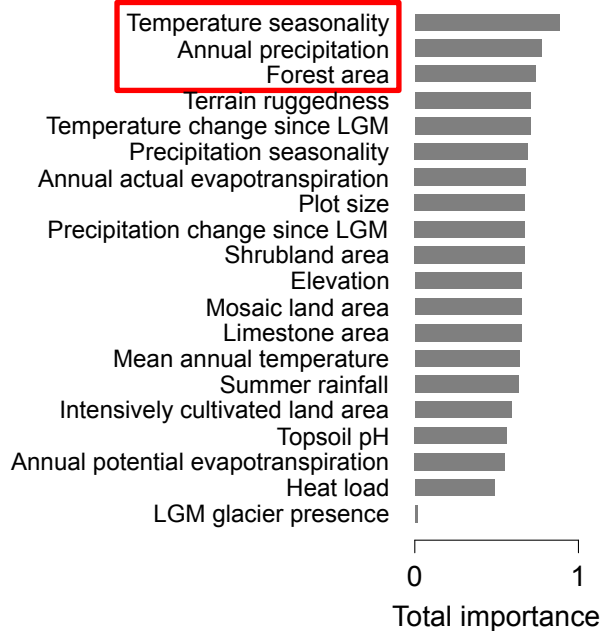
- Alfa diverzita predikovaná pro UTM kvadráty 5 x 5 km
- Hotspoty alfa diverzity
- Relativní významnost prediktorů
- Vztah mezi prediktory a diverzitou



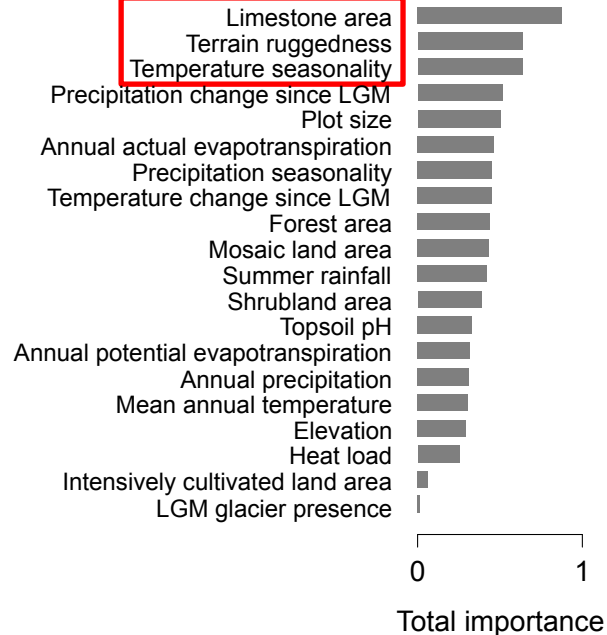
# Výsledky

	All forests	Deciduous broadleaf	Coniferous	Sclerophyllous
No. of cases (vegetation plots)	73,134	54,521	15,978	2635
Explained variation [%]	56.3	51.0	70.9	59.8
Mean of squared residuals	80.2	80.9	73.9	42.8
Moran's <i>I</i> in 1 <sup>st</sup> lag distance	-0.004 ± 0.04	-0.012 ± 0.04	-0.002 ± 0.07	-0.027 ± 0.11

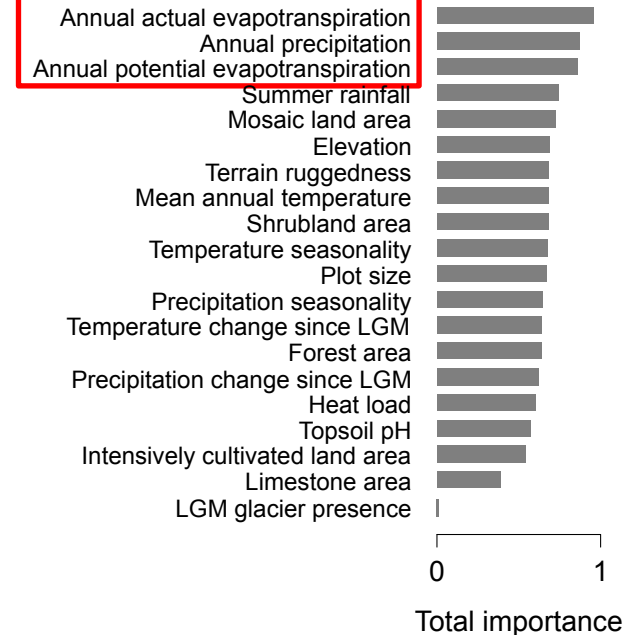
## Deciduous broadleaf

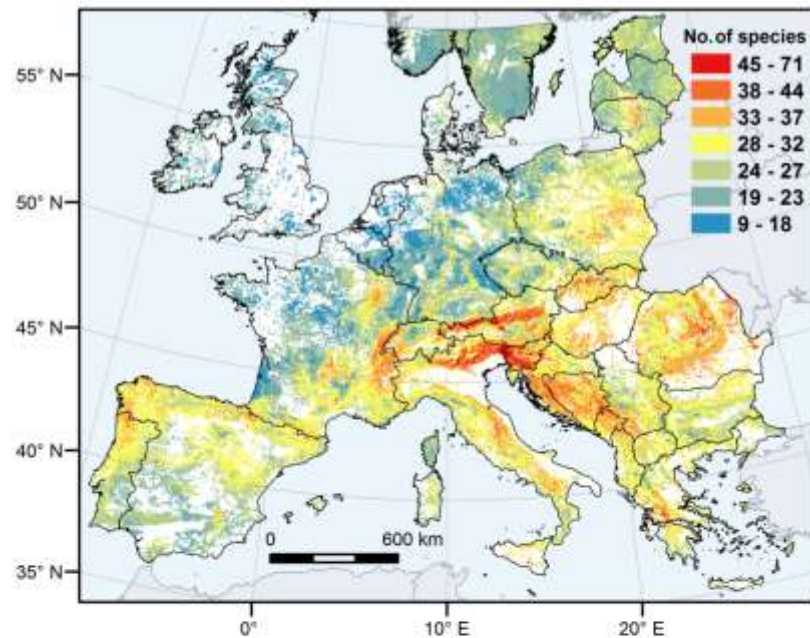
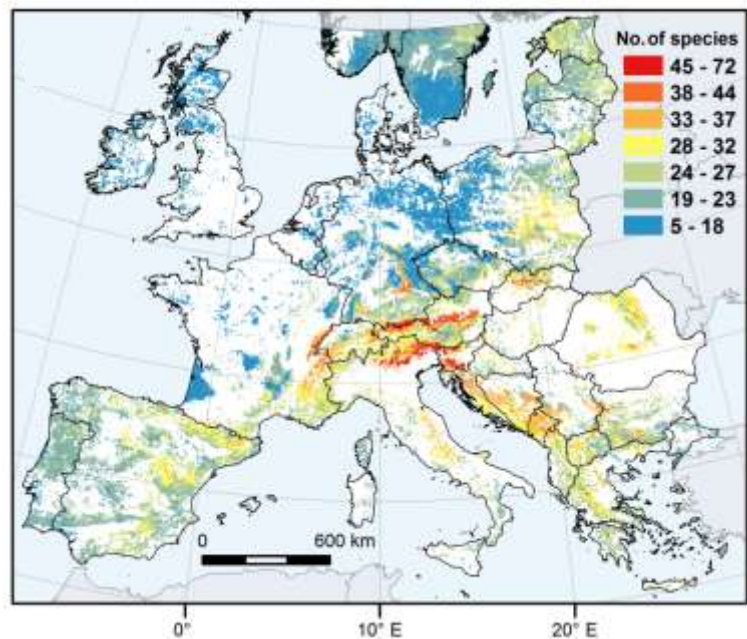
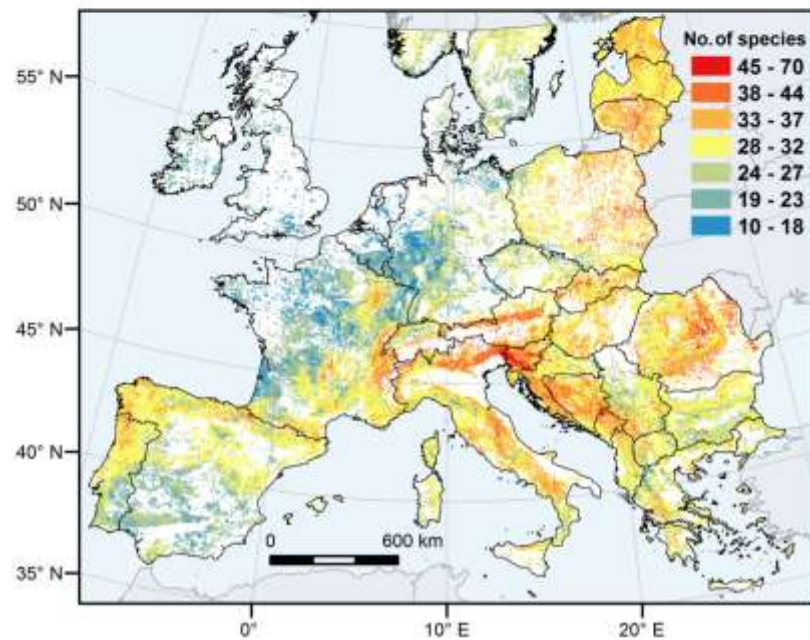
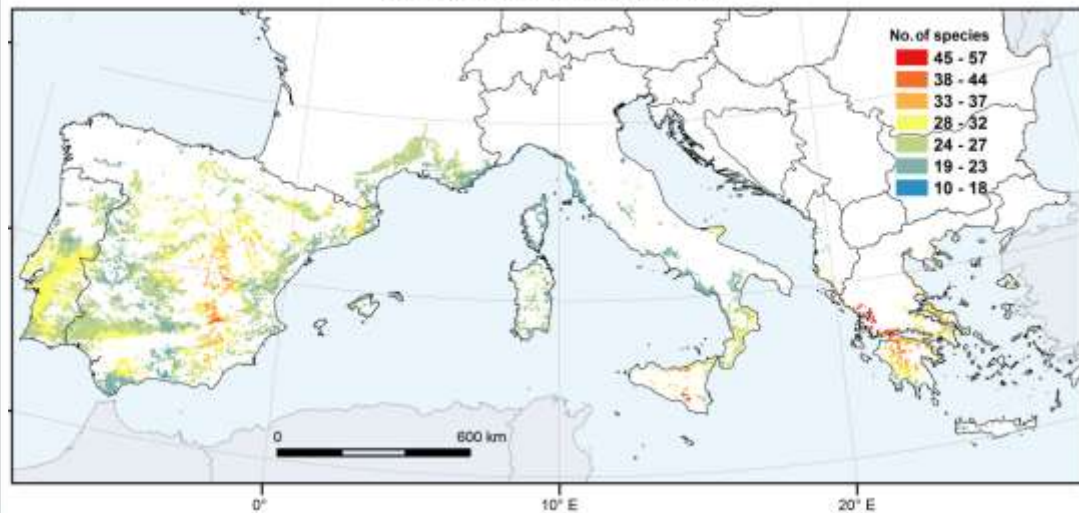


## Coniferous



## Sclerophyllous

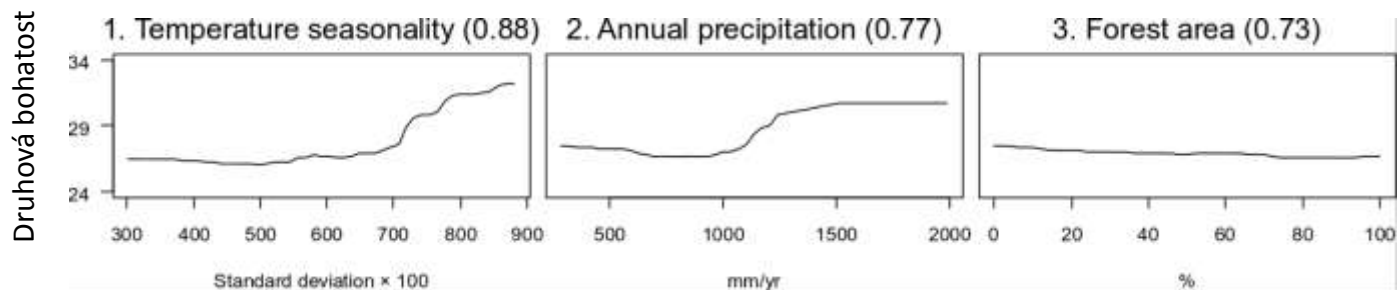
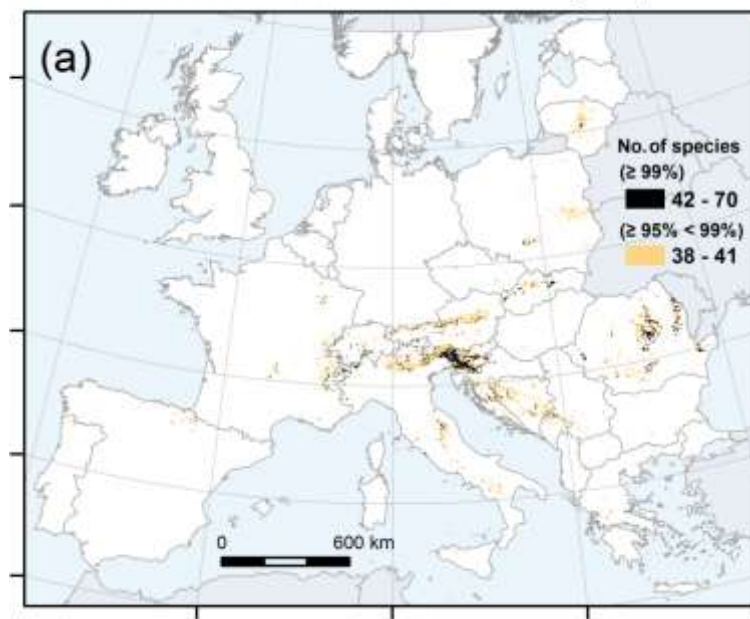


**All forests  $\alpha$ -diversity****Coniferous forests  $\alpha$ -diversity****Deciduous broadleaf forests  $\alpha$ -diversity****Sclerophyllous forests  $\alpha$ -diversity**

# Výsledky – listnaté opadavé lesy

- Kontinentálnější oblasti  
~ velký přísun energie, (lesostepi)
- Srážkově bohatší oblasti  
~ okraje pohoří, glaciální refugia
- Lesnatost okolního území  
~ protichůdné tendence, nárůst  
a/nebo udržování velikosti *species poolu*

Deciduous broadleaf forests  $\alpha$ -diversity hotspots

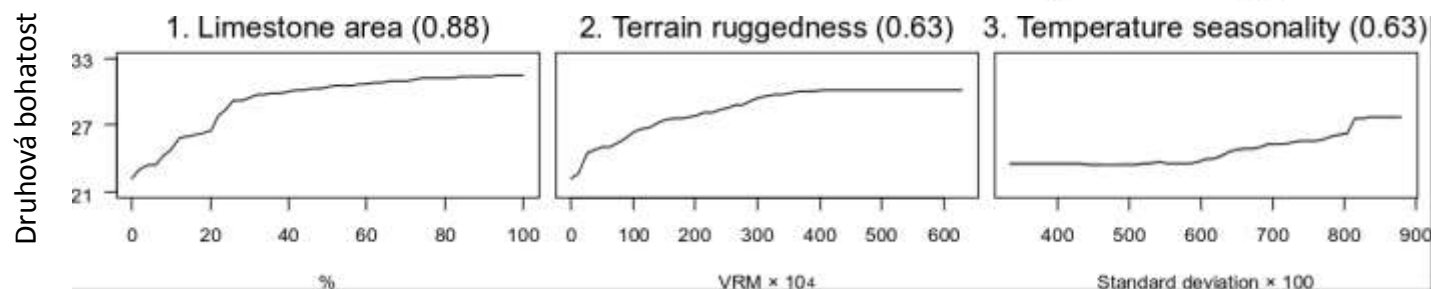
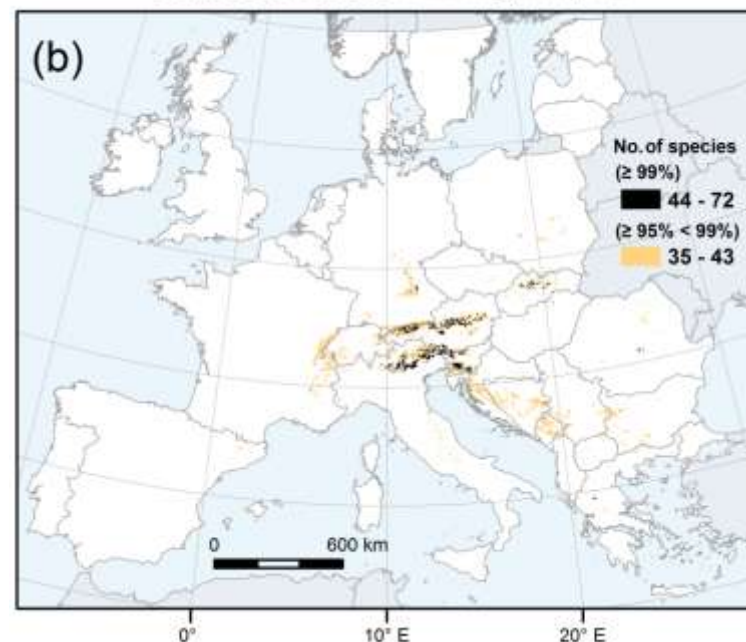




# Výsledky – jehličnaté lesy

- Preference vápnných substrátů  
~ velikost *species poolu*, selekce prostředím
- Topograficky heterogenní krajiny  
~ heterogenita biotopů  
~ pomalejší změny klimatu + refugiální efekty  
~ izolace + taxonomická diverzifikace

Coniferous forests  $\alpha$ -diversity hotspots

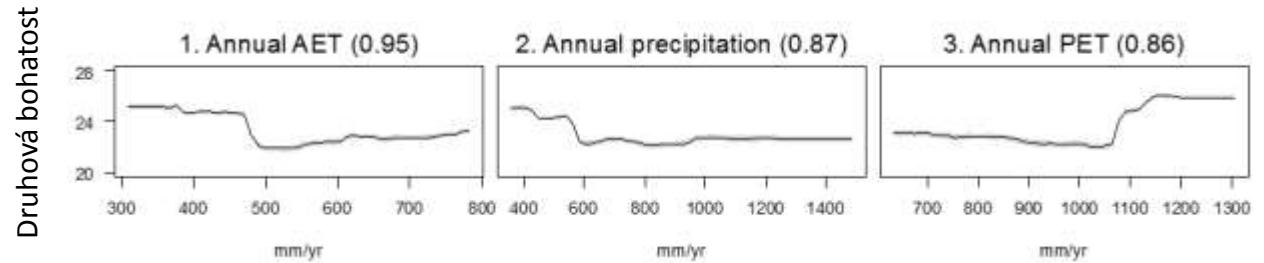


# Výsledky – tvrdolisté lesy

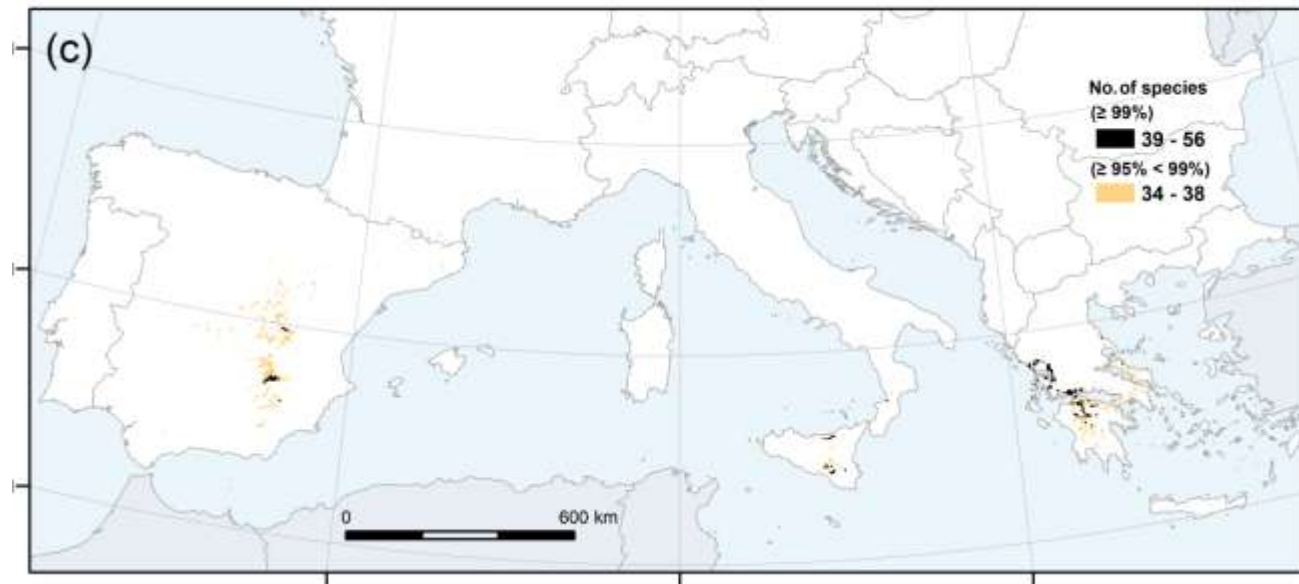
- Nízké srážky  
+ velký přísun energie

~ koexistence lesních specialistů  
a světlomilných druhů

~ vyšší diverzita tvrdolistých  
stromů a keřů



Sclerophyllous forests  $\alpha$ -diversity hotspots



# Shrnutí

- První mapy alfa diverzity pro hlavní typy lesů napříč Evropou (dříve v měřítku kontinentů mapována pouze gama diverzita)
- Výrazný gradient v alfa diverzitě: druhově chudý SZ --- druhově bohatý JV kontinentu
- Nejvýznamnější hotspoty – Vápencové Alpy a SZ Dinaridy, úpatí Karpat v Rumunsku, Západní Karpaty na Slovensku
- Nejvýznamnějšími prediktory – faktory související s dostupností energie, heterogenita reliéfu a geologické podloží
- Potenciál pro celoevropské strategie v ochraně biodiverzity

# Poděkování

Jan Divíšek<sup>1,2</sup>, Jonathan Lenoir<sup>3</sup>, Borja Jiménez-Alfaro<sup>4</sup>, Idoia Biurrun<sup>5</sup>,  
Ilona Knollová<sup>1</sup>, Emiliano Agrillo<sup>6</sup>, Juan Antonio Campos<sup>5</sup>, Andraž  
Čarni<sup>7</sup>, Guillermo Crespo Jiménez<sup>8</sup>, Panayotis Dimopoulos<sup>9</sup>, Jörg  
Ewald<sup>10</sup>, Federico Fernández-González<sup>8</sup>, Jean-Claude Gégout<sup>11</sup>, Adrian  
Indreica<sup>12</sup>, Ute Jandt<sup>13,14</sup>, Florian Jansen<sup>15</sup>, Zygmunt Kącki<sup>16</sup>, Mirjana  
Krstivojević Ćuk<sup>17</sup>, Valerijus Rašomavičius<sup>18</sup>, Marcela Řezníčková<sup>1</sup>, John  
S. Rodwell<sup>19</sup>, Joop H. J. Schaminée<sup>20</sup>, Urban Šilc<sup>7</sup>, Jens-Christian  
Svenning<sup>21,22</sup>, Grzegorz Swacha<sup>16</sup>, Kiril Vassilev<sup>23</sup>, Roberto Venanzoni<sup>24</sup>,  
Wolfgang Willner<sup>25,26</sup>, Thomas Wohlgemuth<sup>27</sup> & Milan Chytrý<sup>1</sup>

# Reference

- Araújo, M. B., Thuiller, W., Williams, P. H., & Reginster, I. (2005). Downscaling European species atlas distributions to a finer resolution: implications for conservation planning. *Global Ecology and Biogeography*, 14, 17–30.
- Chytrý, M., Hennekens, S. M., Jiménez-Alfaro, B., Knollová, I., Dengler, J., Jansen, F., ... Yamalov S. (2016). European Vegetation Archive (EVA): an integrated database of European vegetation plots. *576 Applied Vegetation Science*, 19, 173–180.
- Jiménez-Alfaro, B., Girardello, M., Chytrý, M., Svenning, J.-C., Willner, W., Gégout, J.-C., ... Wohlgemuth, T. (2018). History and environment shape species pools and community diversity in European beech forests. *Nature Ecology and Evolution*, 2, 483–490.
- Kreft, H. & Jetz, W. (2007). Global patterns and determinants of vascular plant diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 104, 5925–5930.
- Ronk, A., Szava-Kovats, R., & Pärtel, M. (2015). Applying the dark diversity concept to plants at the European scale. *Ecography*, 38, 001–011.
- Whittaker, R. H. (1972). Evolution and Measurement of Species Diversity. *Taxon*, 21, 213–251.