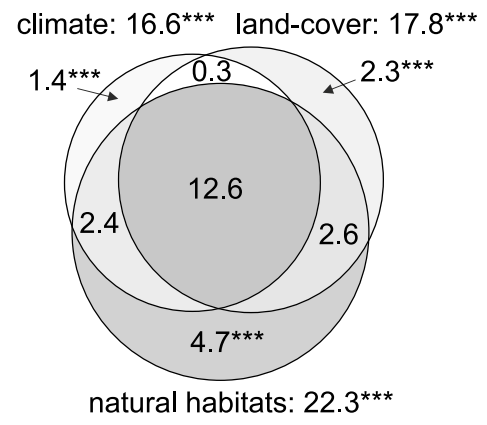
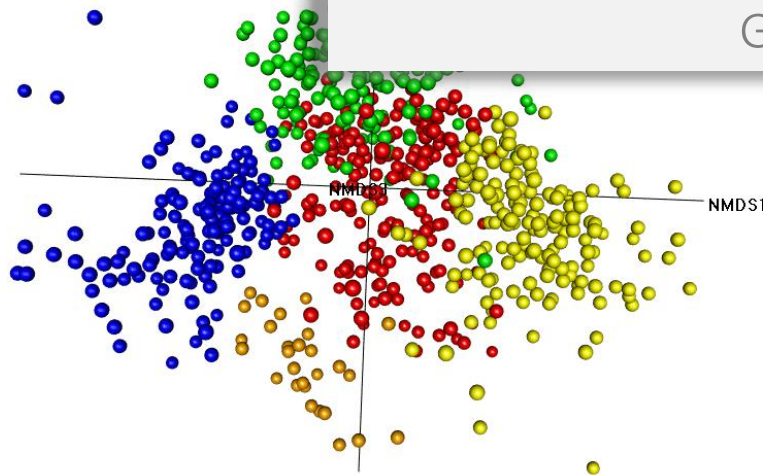


# Metody fyzické geografie 3: Biogeografie & ekologie

Jan Divíšek  
Geografický ústav & Ústav botaniky a zoologie



# Metody fyzické geografie 3 – 17. 10. 2017

- Teoretická část

- Prostorová data
- Souřadnicové systémy používané (nejen) v ČR
- Biologická data – přehled mapovacích schémat
- Environmentální data (DEM a odvozené parametry)

- Praktická část

- Seznámení s vegetačními snímky z JMK
- Výpočet HLI, TRI, TWI
- Výpočet zastoupení jednotlivých typů land coveru a biotopů v okolí vegetačních snímků

# Prostorová data a souřadnicové systémy

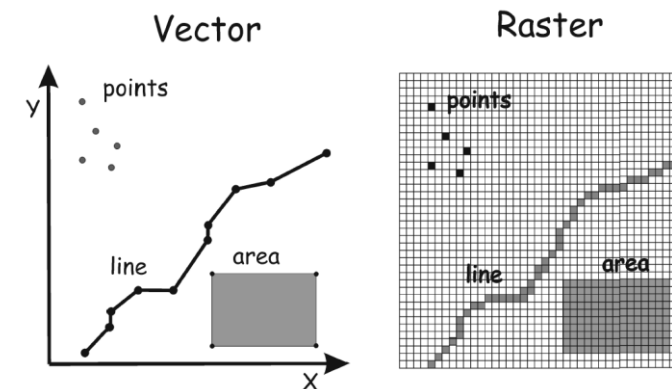
# Hlavní typy prostorových dat v ArcGIS

- Vektorová data (vector data)

- Obraz objektu je tvořen čarami, které vzniknou spojením lomových bodů (vertexů)
- Počátek, konec a vertexy jsou zaznamenány svými souřadnicemi X,Y,Z v daném souřadnicovém systému
- Point, Line, Polygon
- ESRI Shapefile
  - **.shp** – geometrie; **.shx** – indexy; **.dbf** – tabulka atributů
  - **.prj** – souřadnicový systém; **.sbn**, **.sbx** – prostorové indexy; **.shp.xml** – metadata ve formátu XML

- Rastrová data (grid, raster)

- Pravidelná síť buněk o určité velikosti, kde každá buňka nese určitou hodnotu
- Možnost jednoduché definice prostorové reference (v hlavičce textového souboru, nebo ve zvláštním souboru)
- ESRI Grid, TIFF, JPEG...

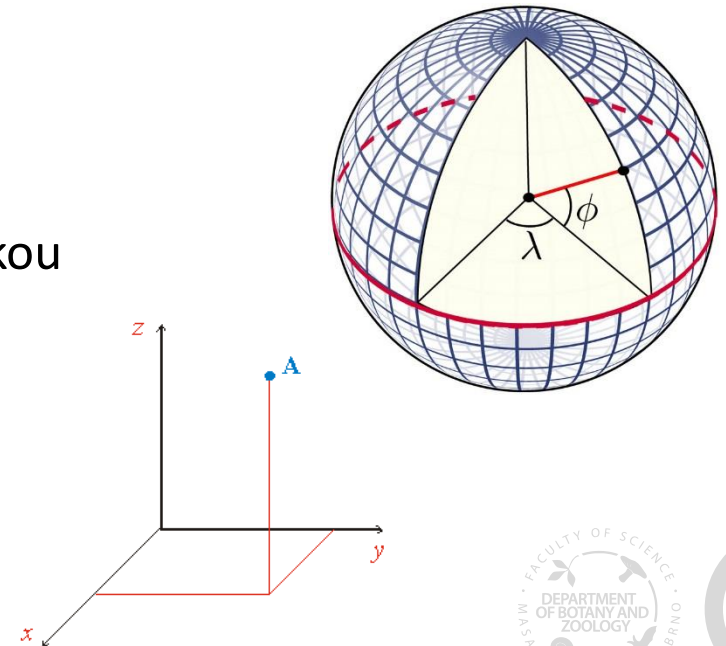


Lesy_CORINE_31.dbf	909 kB
Lesy_CORINE_31.prj	573 B
Lesy_CORINE_31.sbn	125 kB
Lesy_CORINE_31.sbx	10 kB
Lesy_CORINE_31.shp	29.93 MB
Lesy_CORINE_31.shp.xml	3 kB
Lesy_CORINE_31.shx	100 kB

```
C:\Users\Divisek\Documents\Studijni materiály\Borja_Spatial modelling\Materials_18oct\WorldClim_Europe...
Soubor Změnit Zobrazení Volby
1_AnMeanTemp.asc
ncols      1160
nrows      874
xllcorner  -10.624991166405
yllcorner  34.791671610437
cellsize   0.0416666668839753
NODATA_value -9999
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999
```

# Souřadnicové systémy (coordinate systems)

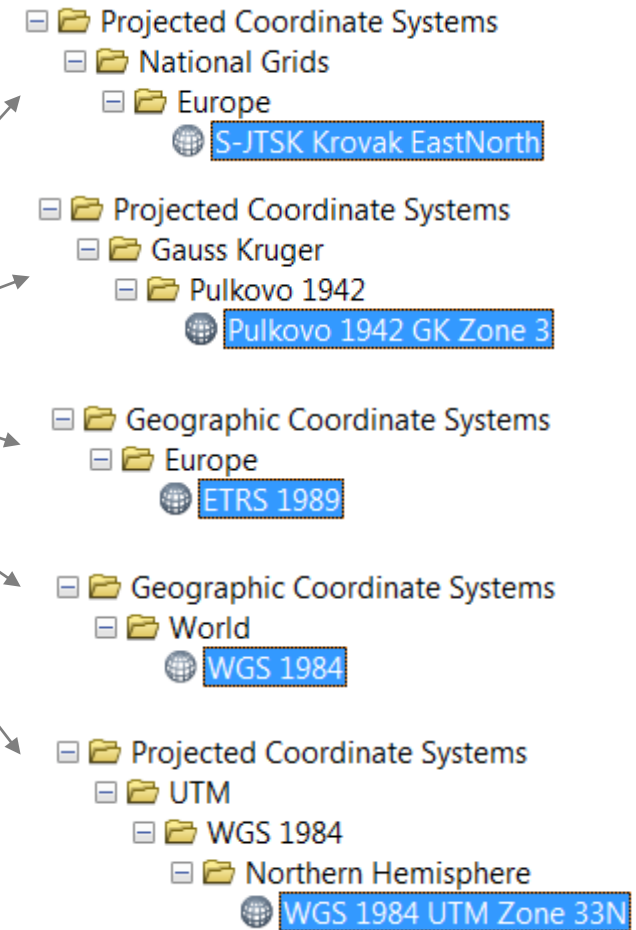
- Souřadnicový systém je sada matematických pravidel pro specifikování způsobu, jakým jsou v prostoru přiřazovány souřadnice bodům
  - Zpravidla je definován svým počátkem, souřadnicovými osami, jednotkami, polohou a orientací os
- Znalost souř. systémů je základním předpokladem práce s prostorovými daty
- Geografické (geodetické) souřadnice [ $\lambda$ ,  $\phi$ , H]
  - zeměpisná délka, šířka, výška nad elipsoidem
  - jsou vyjádřeny v úhlových jednotkách ( $^{\circ}$ ) a jsou doplněné výškou
  - V ArcGIS [Geographic Coordinate Systems](#)
- Rovinné (kartézské) souřadnice [X, Y, Z]
  - zpravidla v metrických jednotkách (m)
  - V ArcGIS [Projected Coordinate systems](#)



# Prostorové referenční systémy závazné v ČR

- Podle Nařízení vlády 116/1995 Sb. ze dne 19. dubna 1995 jsou na území ČR závazné tyto geodetické referenční systémy:

Název souřadnicového systému	ESRI kód*	EPSG kód**
S-JTSK	102067	5514
S-42 (Gauss Krüger)	28403	28403
ETRS 89 (Geografické souřadnice)	4258	4258
WGS 84 (Geografické souřadnice)	4326	4326
UTM pás 33 nad elipsoidem WGS 1984	32633	32633

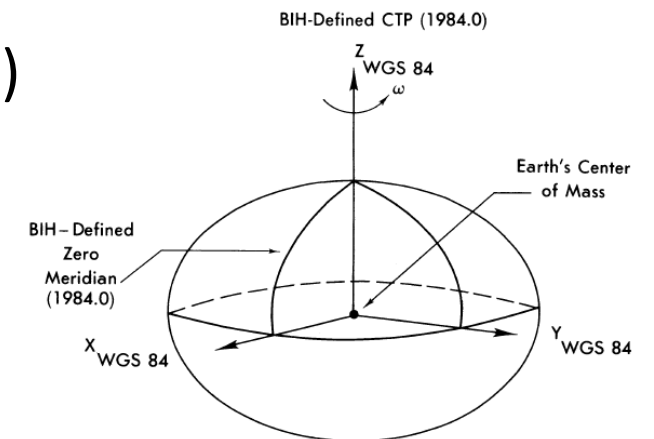
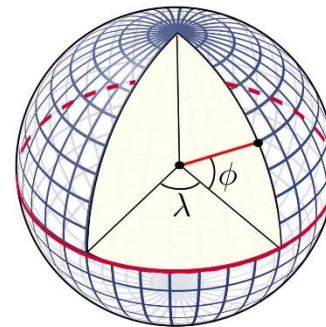


\*kód pod kterým je systém uložen v ArcGIS

\*\*kód v mezinárodním registru souřadnicových referenčních systémů

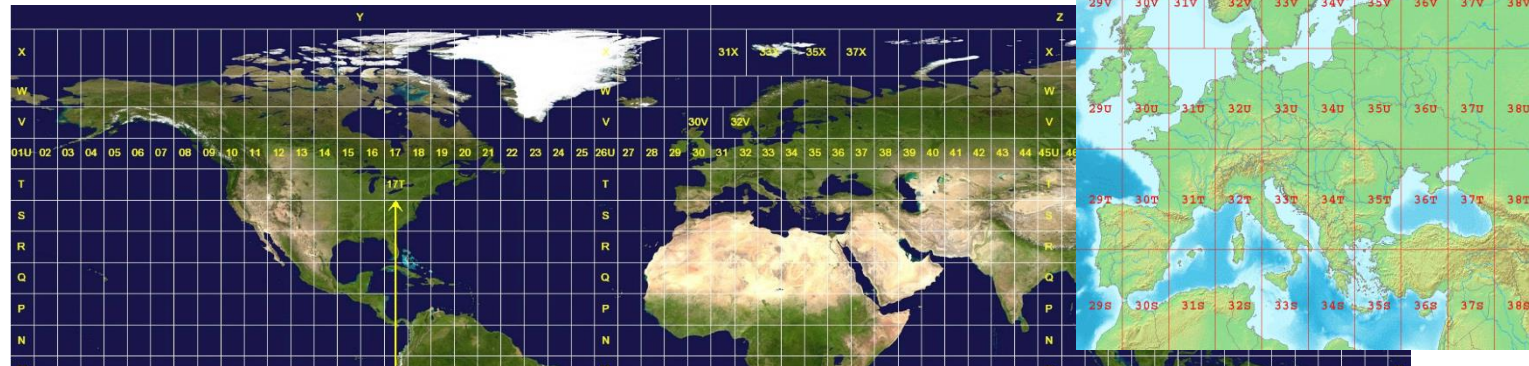
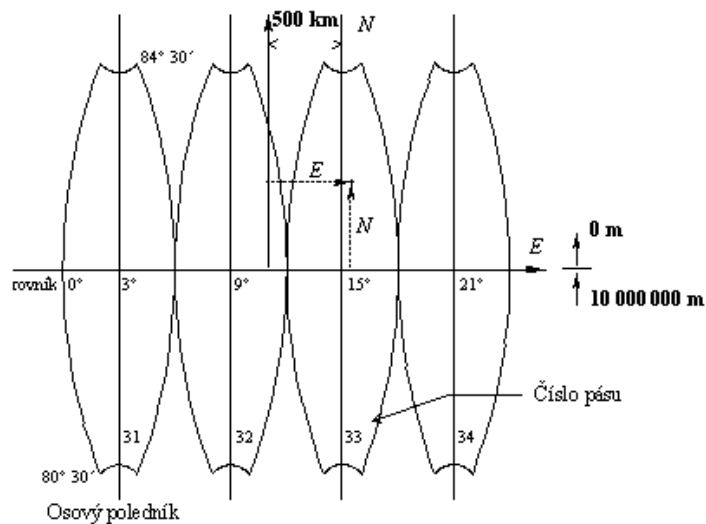
# Světový geodetický systém 1984 (WGS84)

- Světově uznávaný geodetický standard vydaný ministerstvem obrany USA roku 1984, který definuje souřadnicový systém, referenční elipsoid pro geodézii a navigaci (Wikipedia)
- Pravotočivá kartézská soustava souřadnic se středem v těžišti Země
- Souřadnice WGS84 vycházejí ze souřadnic zeměpisných, polohu tedy určíme pomocí zeměpisné délky, šířky a výšky [ $\lambda$ ,  $\phi$ , H]
- Nultým poledníkem ve WGS84 je „IERS Reference Meridian“, ležící 5.31 úhlových vteřin (102.5 m) východně od „Greenwich Prime Meridian“
- Zápis souřadnic ve formátu: stupně ( $^{\circ}$ ), minuty ( $'$ ), vteřiny ( $''$ )
  - $14^{\circ}28'4.851''\text{E}$ ;  $49^{\circ}56'37.385''\text{N}$

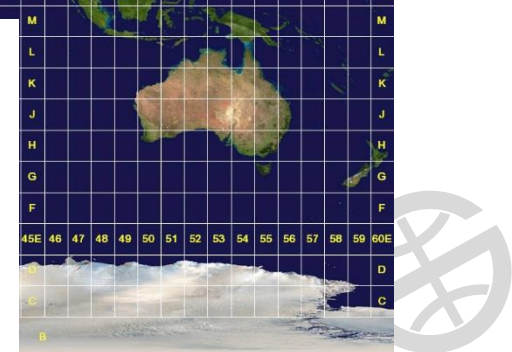


# UTM pás 33 nad elipsoidem WGS 1984

- Systém WGS84 je pro účely GIS aplikací, často nahrazován kartografickým zobrazením UTM (Universal Transverse Mercator) nad elipsoidem WGS84
- Válcové konformní zobrazení 6° poledníkových pásů z elipsoidu WGS84 do roviny → Military Grid Reference System (MGRS)
- Každý pás má vlastní souřadnicovou soustavu
  - ČR pás 33



4Q .....GZD only, precision level 6° × 8° (in most cases)  
 4QFJ .....GZD and 100 km Grid Square ID, precision level 100 km  
 4QFJ 1 6 .....precision level 10 km  
 4QFJ 12 67 .....precision level 1 km  
 4QFJ 123 678 .....precision level 100 m  
 4QFJ 1234 6789 .....precision level 10 m  
 4QFJ 12345 67890 .....precision level 1 m

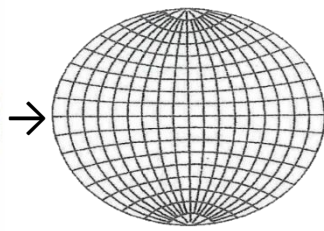




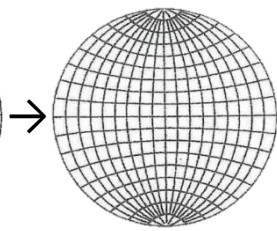
# Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK)

- Civilní souřadnicový systém používaný na území ČR a Slovenska, který vychází z tzv. Křovákova zobrazení
- Křovákovo zobrazení je dvojitě kuželové konformní zobrazení v šikmé poloze, převádějící Besselův elipsoid do roviny prostřednictvím referenční koule
  - Vytvořeno Ing. Josefem Křovákem, přednostou triangulační kanceláře po 1. světové válce, která měla za úkol vytvořit takové zobrazení, které bude nejvíce vyhovovat tehdejší republice
- Souřadnice v metrech

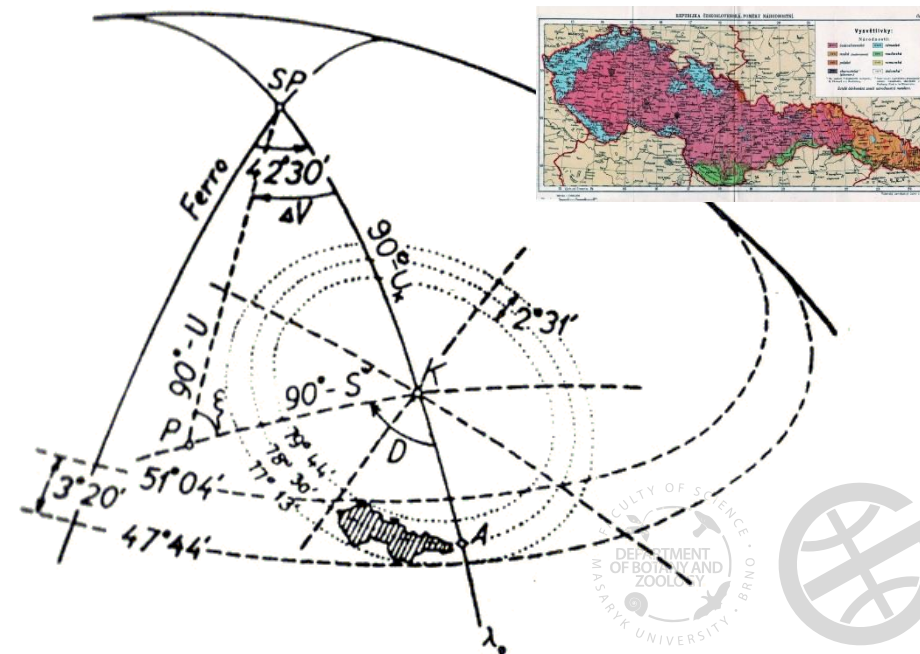
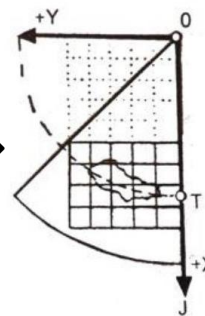
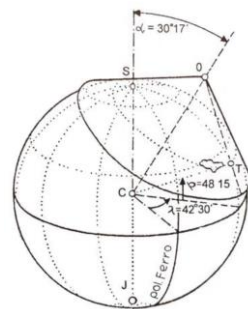
$$(\lambda, \phi) \rightarrow (U, V) \rightarrow (\check{S}, D) \rightarrow (R, D') \rightarrow (X, Y)$$



Besselův  
elipsoid

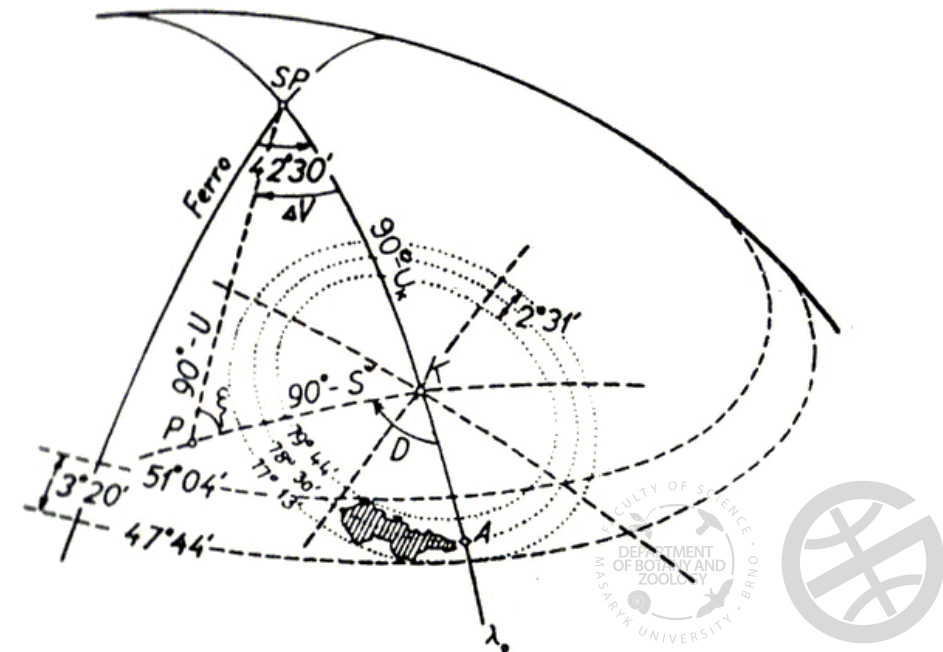
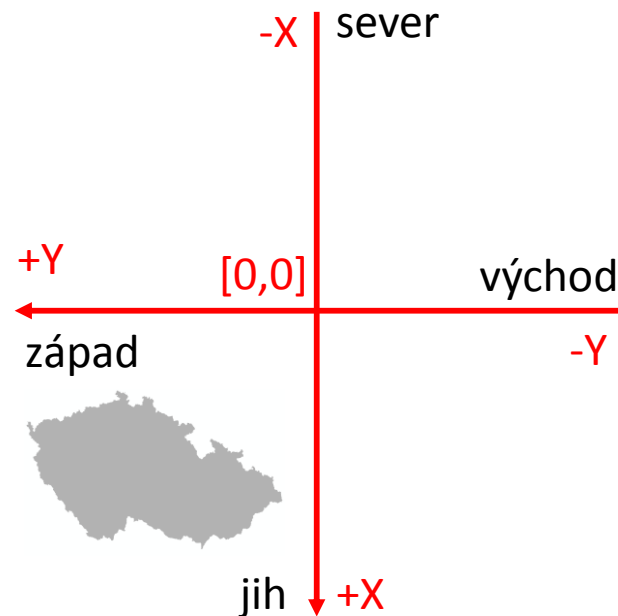


Gaussova  
koule



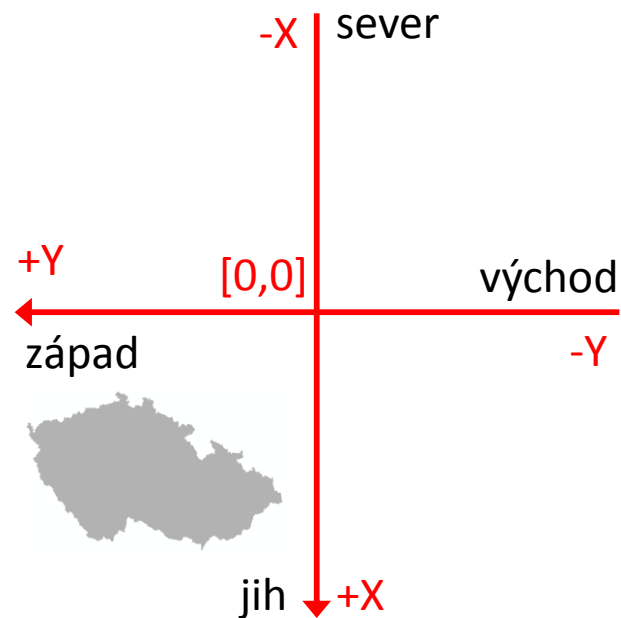
# Zvláštnosti systému S-JTKS

- Osa X směřuje k **jihu**, osa Y směřuje k **západu**
- Osa X je obrazem základního poledníku umístěného  $42^{\circ}30'$  východně od nultého poledníku **Ferro**
  - Dříve se jako základní poledník používal zejména ostrov El Hierro v české literatuře označovaný jako Ferro (součást Kanárských ostrovů), který byl definován jako bod  $20^{\circ}$  na západ od Paříže

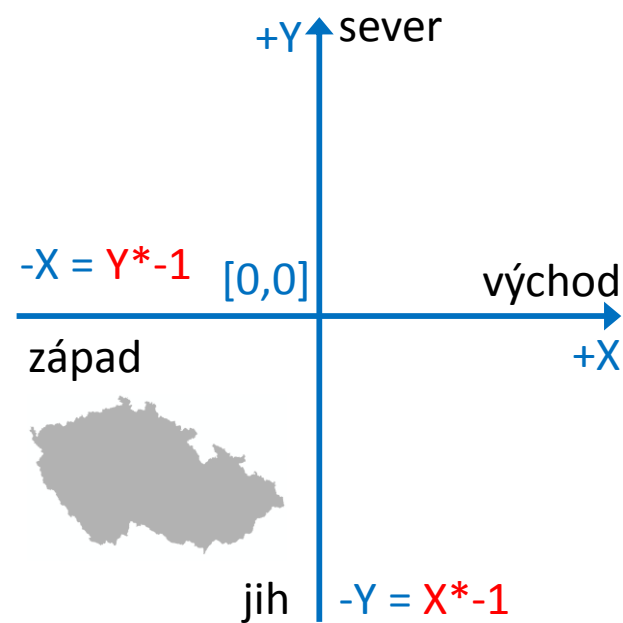


# Transformace souřadnic S-JTSK pro zobrazení v kartézské soustavě (a tedy i v GIS)

Souř. systém S-JTSK



Kartézský souřadnicový systém



# Varianty S-JTSK

S-JTSK\_Krovak  
WKID: 5513 Authority: EPSG

Projection: Krovak  
False\_Easting: 0.0  
False\_Northing: 0.0  
Pseudo\_Standard\_Parallel\_1: 78.5  
Scale\_Factor: 0.9999  
Azimuth: 30.28813975277778  
Longitude\_Of\_Center: 24.83333333333333  
Latitude\_Of\_Center: 49.5  
X\_Scale: 1.0  
Y\_Scale: 1.0  
XY\_Plane\_Rotation: 0.0  
Linear Unit: Meter (1.0)

Geographic Coordinate System: GCS\_S\_JTSK  
Angular Unit: Degree (0.0174532925199433)  
Prime Meridian: Greenwich (0.0)  
Datum: D\_S\_JTSK  
Spheroid: Bessel\_1841  
Semimajor Axis: 6377397.155  
Semiminor Axis: 6356078.962818189  
Inverse Flattening: 299.1528128

S-JTSK\_Krovak\_East\_North  
WKID: 5514 Authority: EPSG

Projection: Krovak  
False\_Easting: 0.0  
False\_Northing: 0.0  
Pseudo\_Standard\_Parallel\_1: 78.5  
Scale\_Factor: 0.9999  
Azimuth: 30.28813975277778  
Longitude\_Of\_Center: 24.83333333333333  
Latitude\_Of\_Center: 49.5  
X\_Scale: -1.0  
Y\_Scale: 1.0  
XY\_Plane\_Rotation: 90.0  
Linear Unit: Meter (1.0)

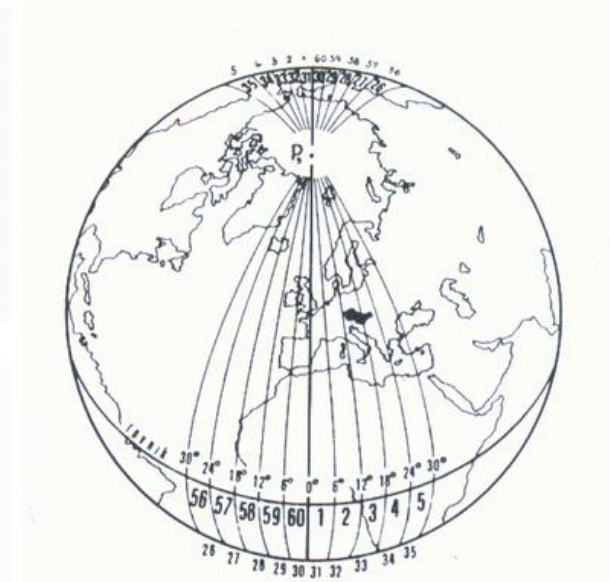
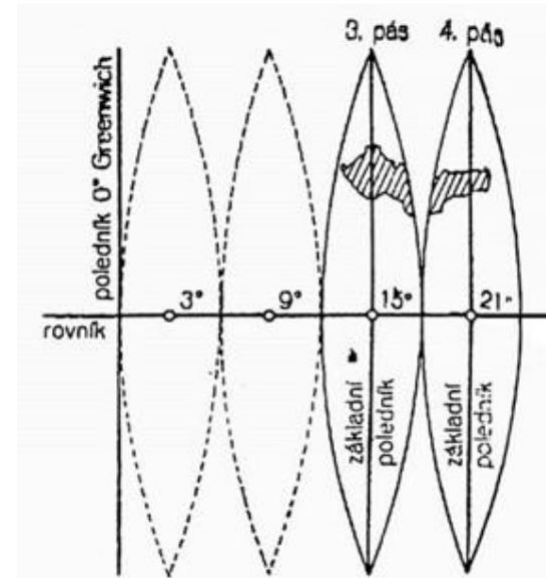
Geographic Coordinate System: GCS\_S\_JTSK  
Angular Unit: Degree (0.0174532925199433)  
Prime Meridian: Greenwich (0.0)  
Datum: D\_S\_JTSK  
Spheroid: Bessel\_1841  
Semimajor Axis: 6377397.155  
Semiminor Axis: 6356078.962818189  
Inverse Flattening: 299.1528128

# Varianty S-JTSK

Systém	Směr X / Y	Nultý poledník			
		Greenwich		Ferro	
		EPSG	Název	EPSG	Název
S-JTSK	jih / západ	5513	S-JTSK / Krovak	2065	S-JTSK (Ferro) / Krovak
	východ / sever	5514	S-JTSK Krovak East North	5221	S-JTSK (Ferro) / Krovak East North

# Souřadnicový systém 1942 (S-42 a S-42/83)

- Vojenský souřadnicový systém (vojenské topografické mapy až do r. 2005)
- Založen na příčném válcovém konformním zobrazení v 6° pásech
  - Gauss - Krügerovo zobrazení
- Definován na Krasovského elipsoidu
- Souřadnice v metrech



	Zóna 3		Zóna 4	
	EPSG	Název	EPSG	Název
Starší systémy	28403	Pulkovo 1942 / Gauss-Kruger zone 3	28404	Pulkovo 1942 / Gauss-Kruger zone 4
Novější systémy	3835	Pulkovo 1942(83) / Gauss-Kruger zone 3	3836	Pulkovo 1942(83) / Gauss-Kruger zone 4

# Porovnání systémů

- Geographic Coordinate Systems

- World

- WGS 1984



14°28'4,851"E 49°56'37,385"N

Hodnota  
meridiánové  
konvergence  
v ČR 6 – 7°



- Projected Coordinate Systems

- National Grids

- Europe

- S-JTSK Krovak EastNorth



-594855,719 -1153740,493 Meters

- Projected Coordinate Systems

- Gauss Kruger

- Pulkovo 1942

- Pulkovo 1942 GK Zone 3



3585092,114 5294787,686 Meters

# Další souřadnicové systémy

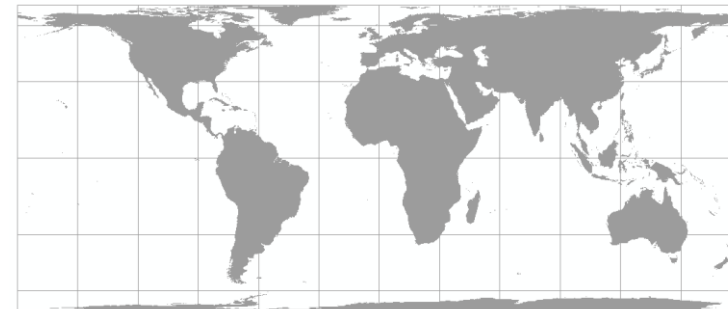
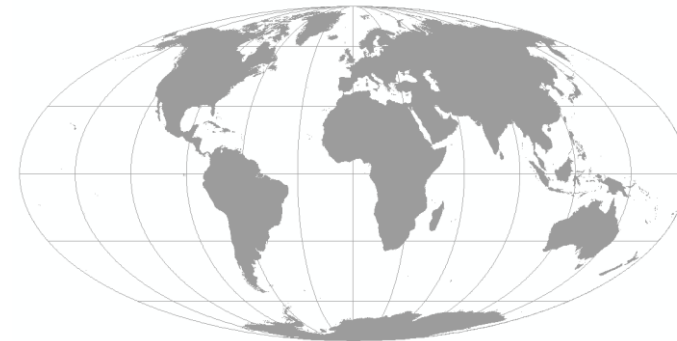
- Evropa

- [-] Projected Coordinate Systems
  - [-] Continental
    - [-] Europe
      - ETRS 1989 LAEA



- Svět

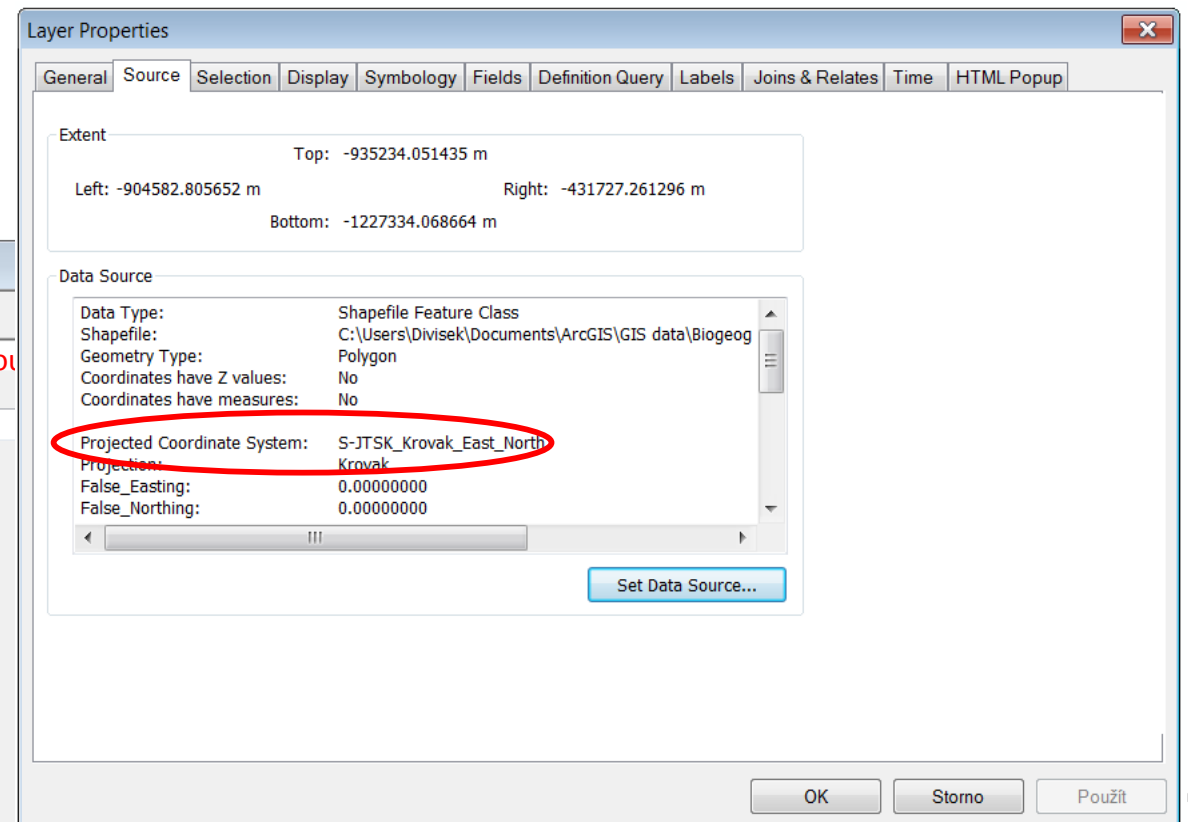
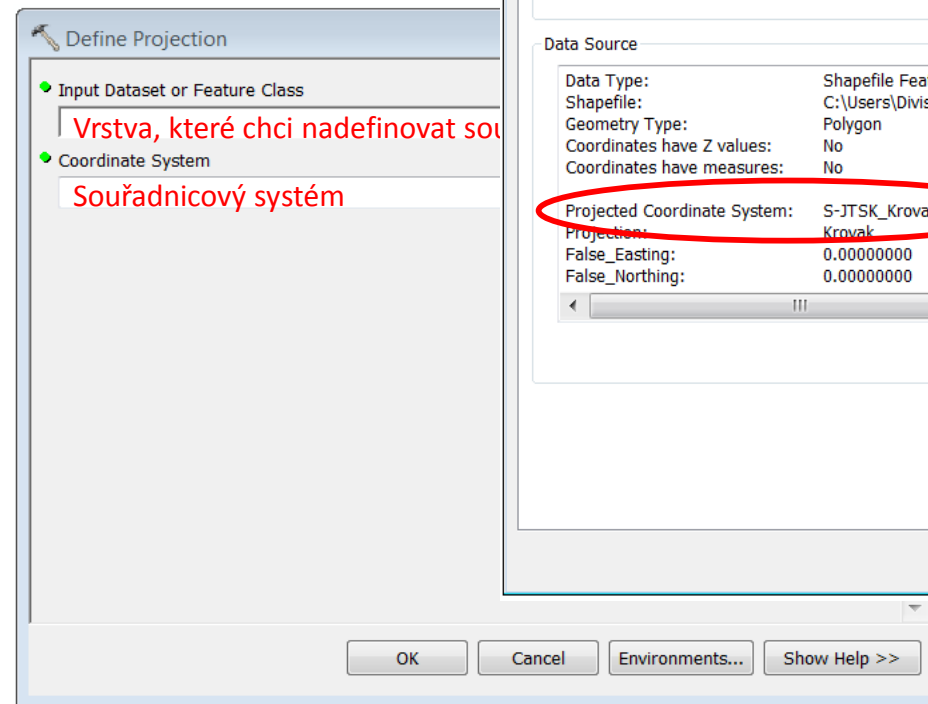
- [-] Projected Coordinate Systems
  - [-] World
    - Mollweide (world)
- [-] Projected Coordinate Systems
  - [-] World
    - Behrmann (world)





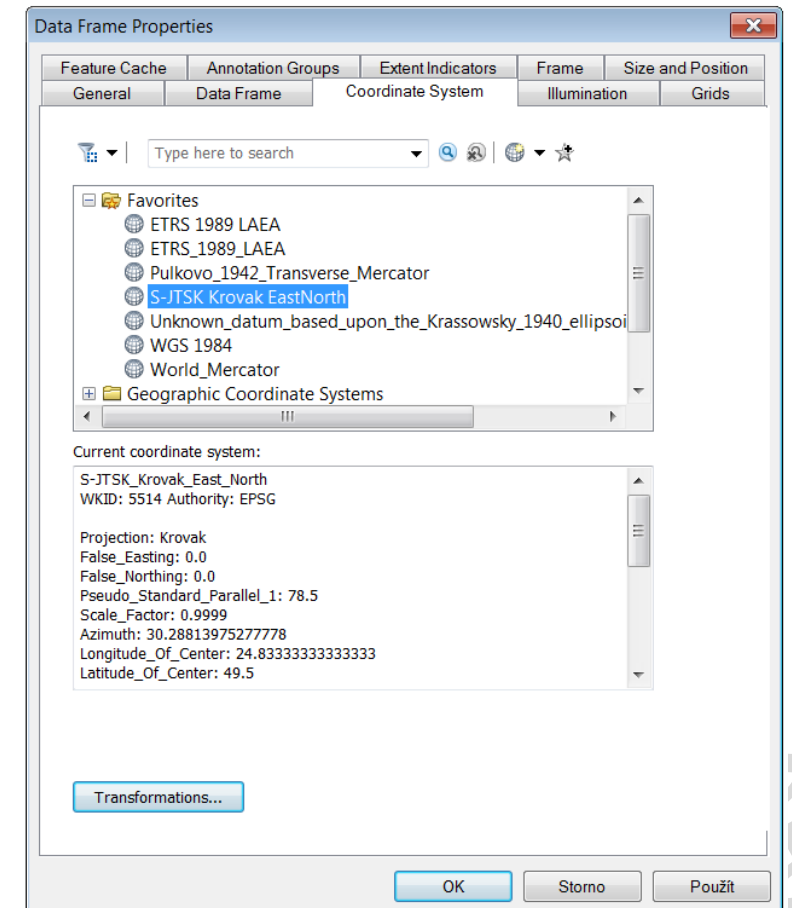
# Definování souřadnicového systému v ArcGIS

- Kdy je potřeba definovat souřadnicový systém?
  1. Pokud jej vrstva (shapefile, rastr) nemá předem definovaný
  2. Pokud vytvářím novou vrstvu
- Vektorová data
  - Define Projection (Data Management)
- Rastrová data
  - Georeferencing



# „On the fly“ transformace

- Jednotlivé vrstvy se budou zobrazovat ve vybraném souřadnicovém systému
- Určuje souřadnicový systém **mapového okna, nikoliv jednotlivých vrstev!**
- View → Data Frame Properties → Coordinate System



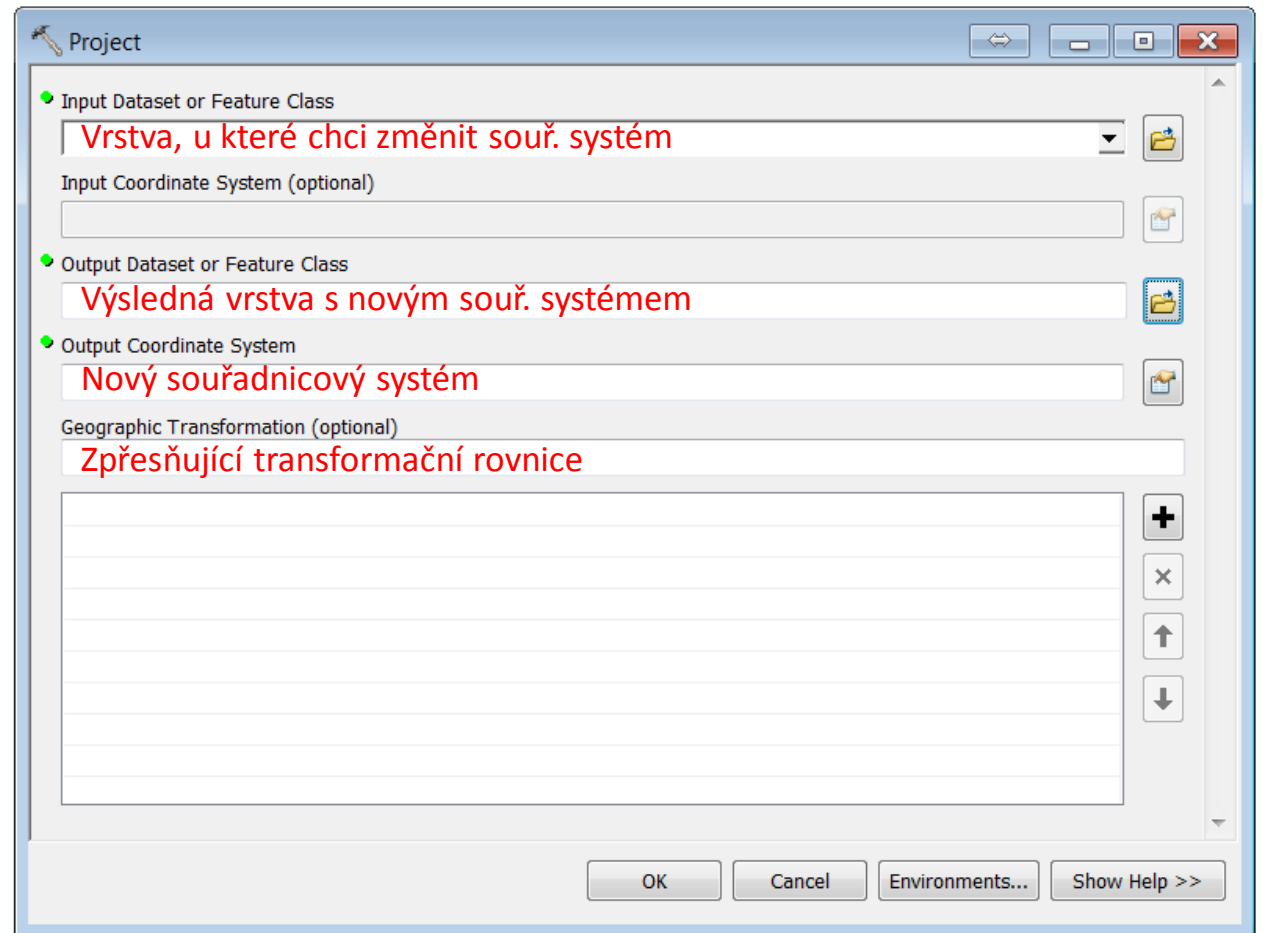
# Převody mezi souřadnicovými systémy v ArcGIS

- Soubor matematických operací vedoucích k transformaci prostorových dat z jednoho souřadnicového systému do druhého
- Vektorová data
  - Project (Data Management)
- Rastrová data
  - Project raster (Data Management)

WGS84



S-JTSK



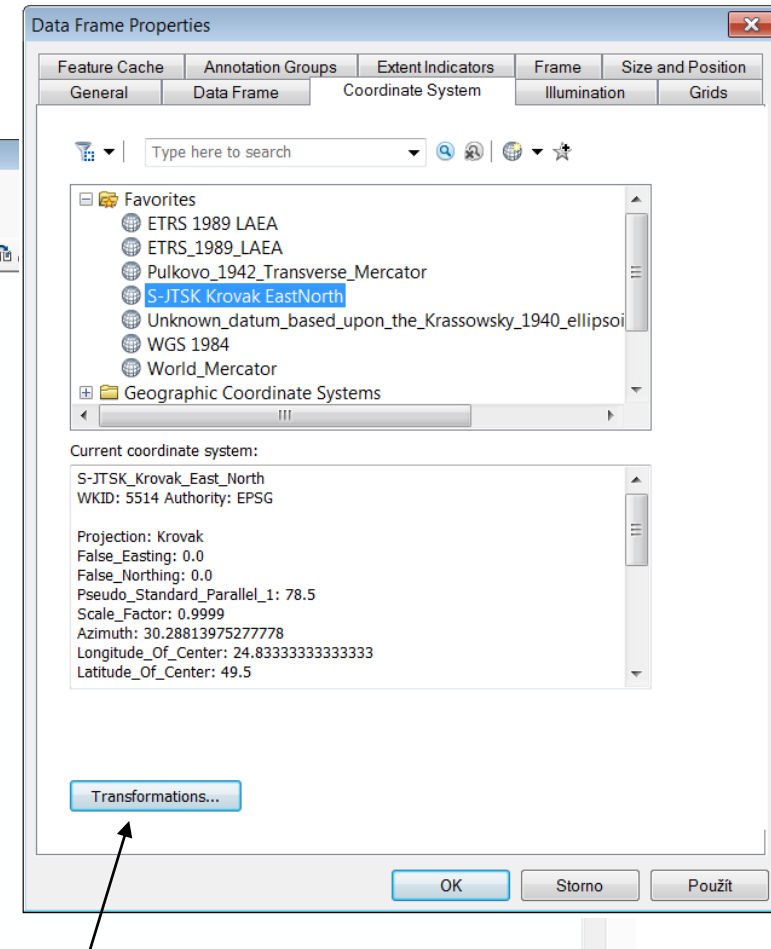
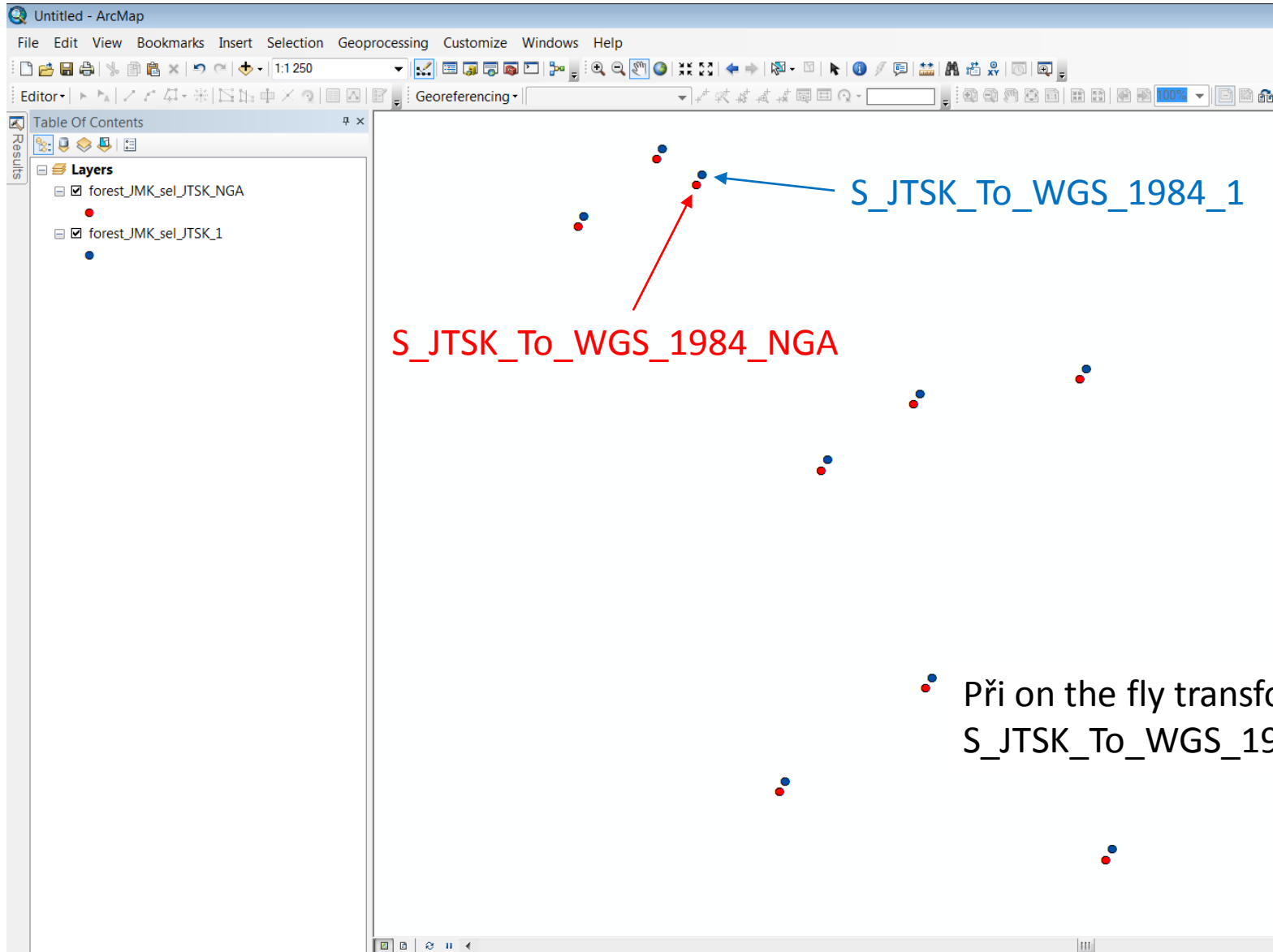
# Zpřesňující transformační rovnice

Název	Území	Kód	Metoda
S_JTSK_To_ETRS_1989_1	CZ	1622	Position_Vector
S_JTSK_To_ETRS_1989_2	SK	1624	Position_Vector
S_JTSK_To_ETRS_1989_3	SK	108254	Molodensky_Badekas
S_JTSK_To_ETRS_1989_4 *)	SK	108252	Position_Vector
S_JTSK_To_WGS_1984_1	CZ	1623	Position_Vector
S_JTSK_To_WGS_1984_2	SK	1625	Position_Vector
S_JTSK_To_WGS_1984_3	CZ, SK	15965	Geocentric_Translation
S_JTSK_To_WGS_1984_4 *)	SK	108253	Position_Vector
S_JTSK_To_WGS_1984_NGA	býv. ČSSR	108270	Geocentric_Translation
S_JTSK_To_Pulkovo_1942	CZ	108202	Position_Vector
Pulkovo_1942_To_WGS_1984_5	CZ, SK	8202	Geocentric_Translation

\*) Pro zpřesnění transformace mezi S-JTSK a ETRS 1989 nebo WGS 1984 na území Slovenska Esri doporučuje používat ve verzi ArcGIS 10 nově zavedenou rovnici s příznakem \_4.

Zdroj: <https://www.arcdata.cz/>

# Zpřesňující transformační rovnice



- Při on the fly transformaci ArcGIS 10.2.2 většinou nabídne S\_JTSK\_To\_WGS\_1984\_NGA → nutné upravit



# Biologická data v biogeografii a ekologii

# Zdroje biogeografických dat

## 1. Vlastní data

## 2. Převzatá data

### a) Síťové mapy rozšíření druhů (atlas data, grid data)

- Výskyt, případně početnost druhů, je zaznamenán v pravidelné síti buněk o určité velikosti
- Data o výskytu zaznamenávána přímo v terénu, nebo z literárních a muzejních dokladů
- Atlasy rozšíření druhů – regiony, státy, kontinenty

### b) Mapy areálů (range maps)

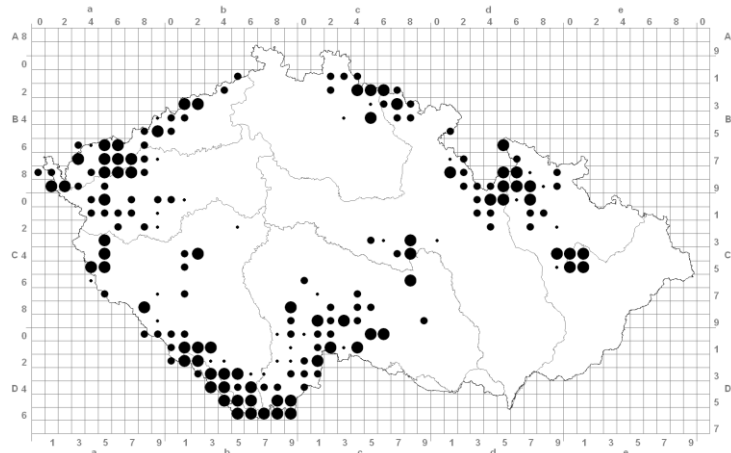
- Polygony reprezentující areály druhů – „expert drawn maps“
- Generalizované rozšíření druhu na základě terénních poznatků a expertních znalostí autora
- Atlasy, databáze (IUCN)

### c) Bodová data (sampling plots)

- Body označující výskyt druhu, společenstva
- Na konkrétním „bodě“ může být zaznamenáváno i druhové složení – vegetační data, ptáci, šneci...
- Vegetační databáze, databáze AOPK atp.

# Síťové mapy rozšíření druhů

- Pravidelná síť buněk o určité velikosti
- Česká republika
  - Dříve grid 10 × 10 km – 846 kvadrátů



- Nyní síť **Kartierung der Flora Mitteleuropas (KFME)**
  - Grid 10' z.š. × 6' z.d. – 678 kvadrátů
  - Zhruba 12 × 11.1 km, 133.2 km<sup>2</sup>
  - Kvadráty se dále dělí na čtvrtiny

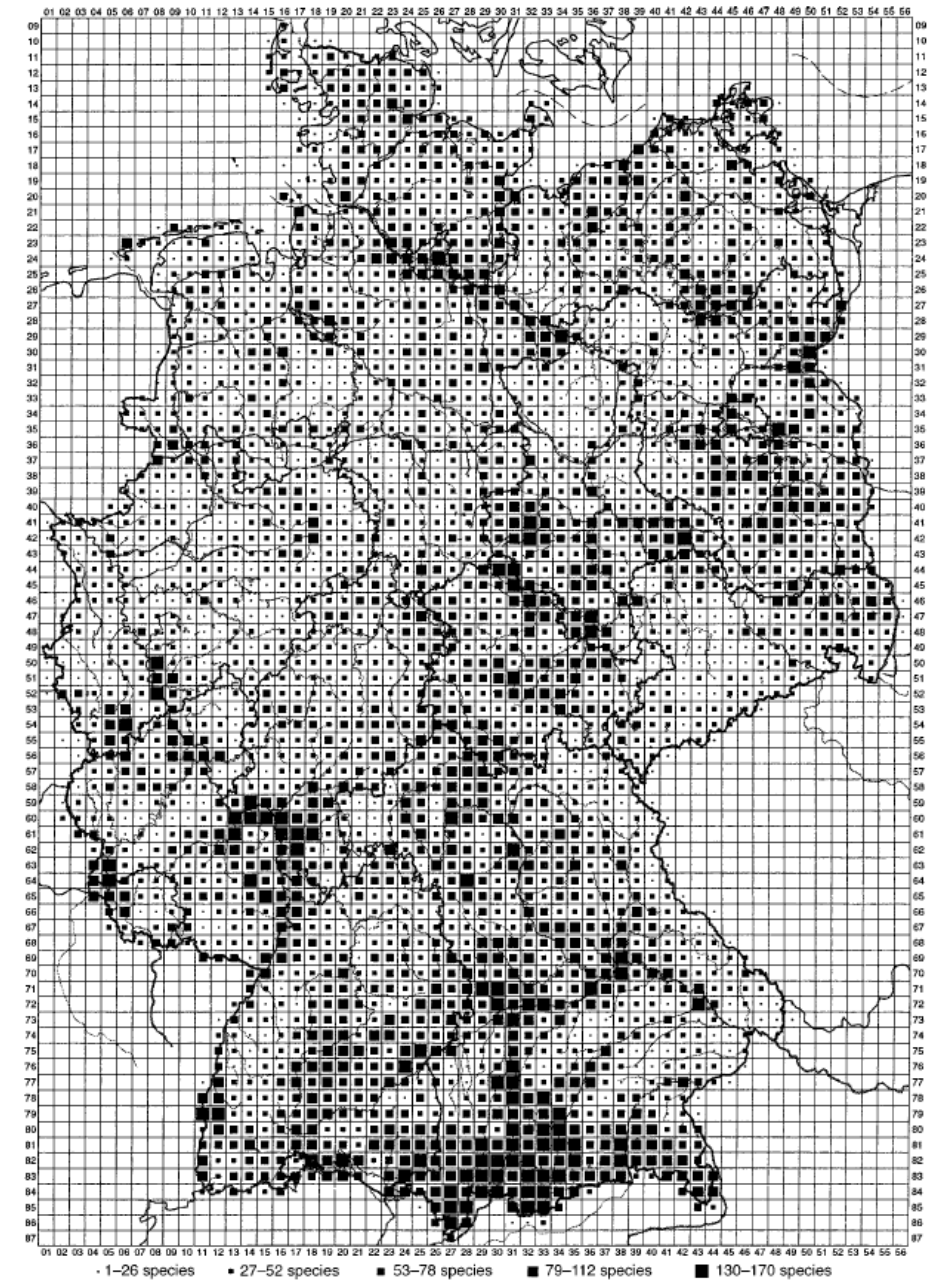
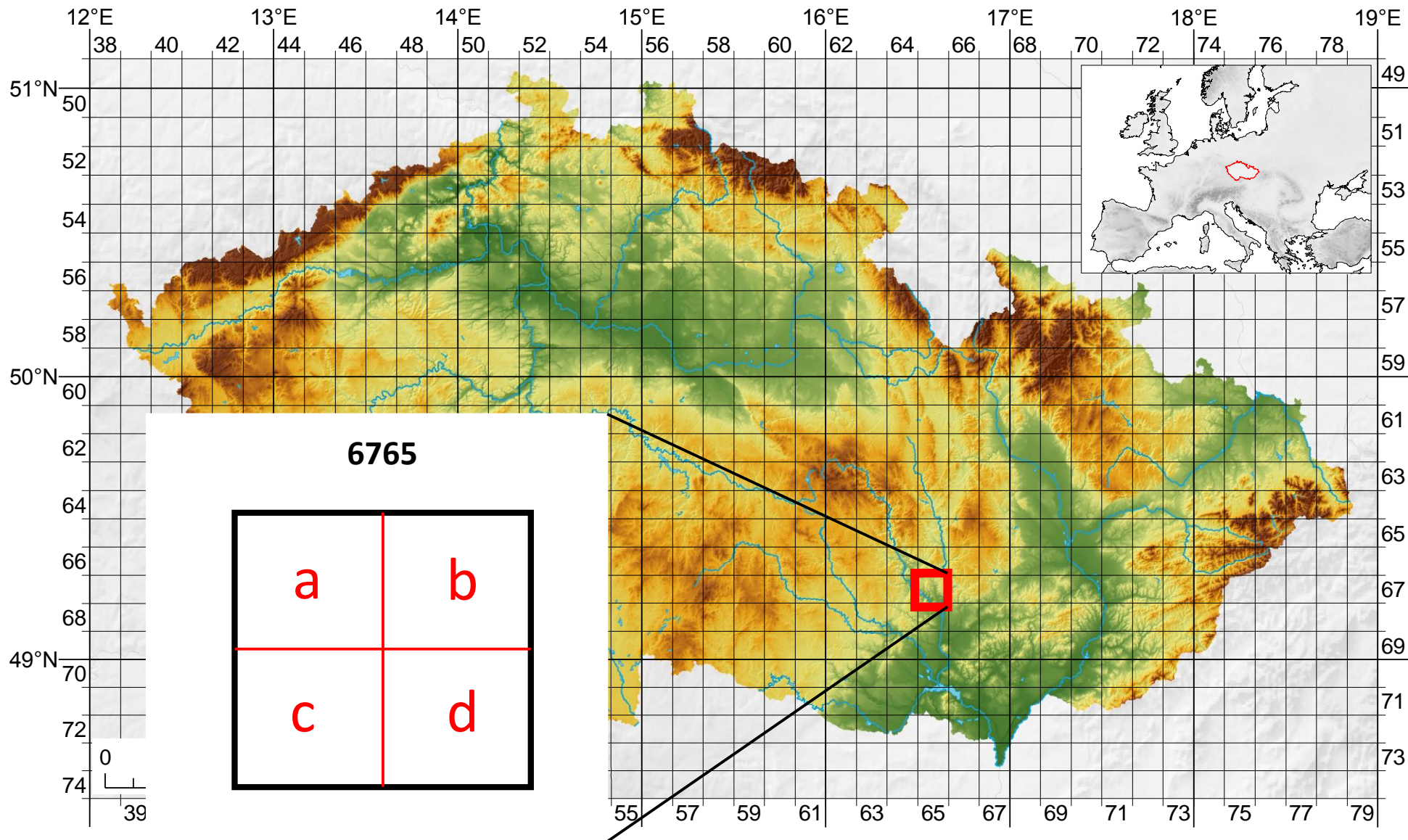


Fig. 10. Summarized distribution from all species of the Red data Book of Germany.

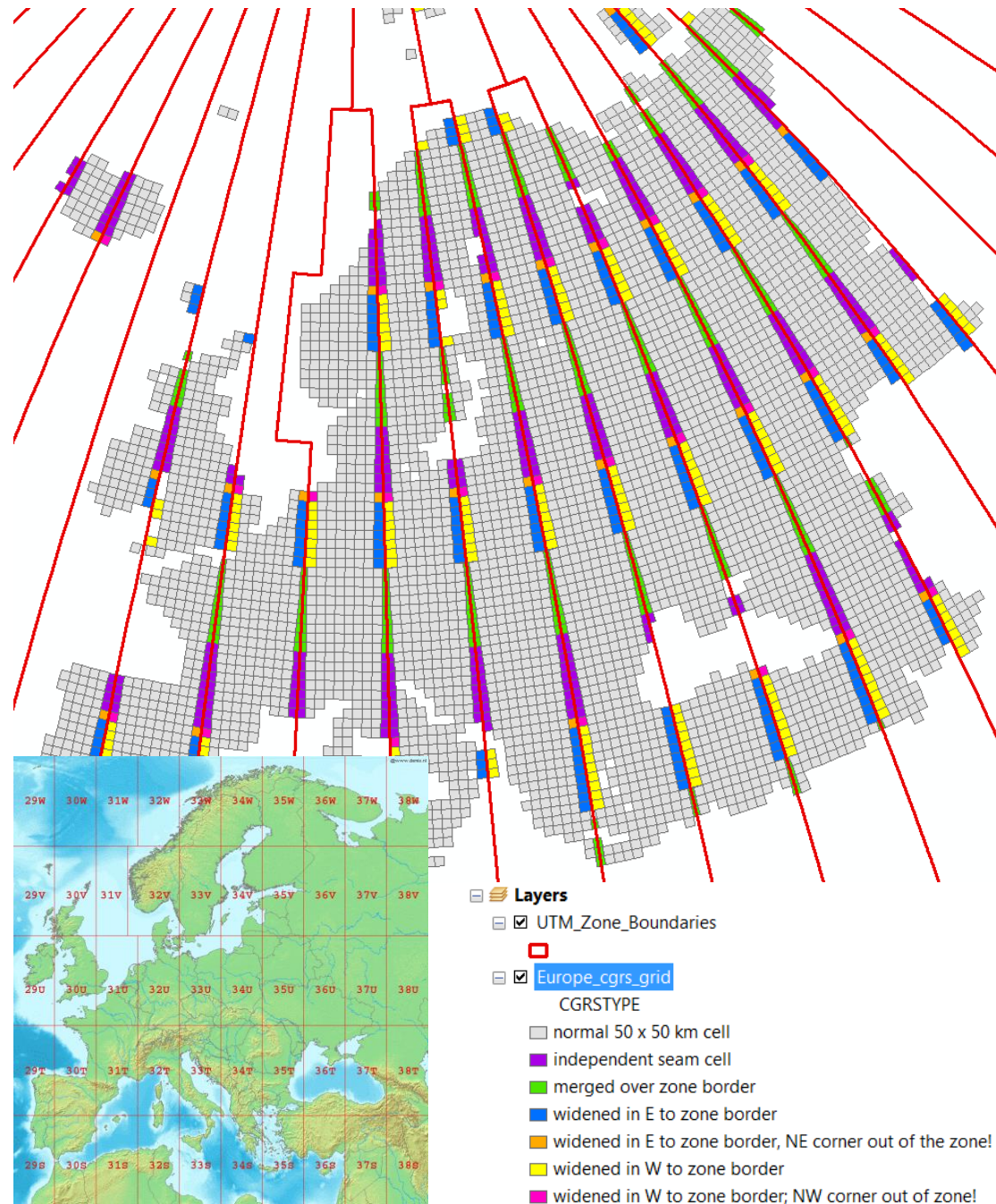


# Sytém síťového (kvadrátového) mapování ČR



# Síťové mapy rozšíření druhů

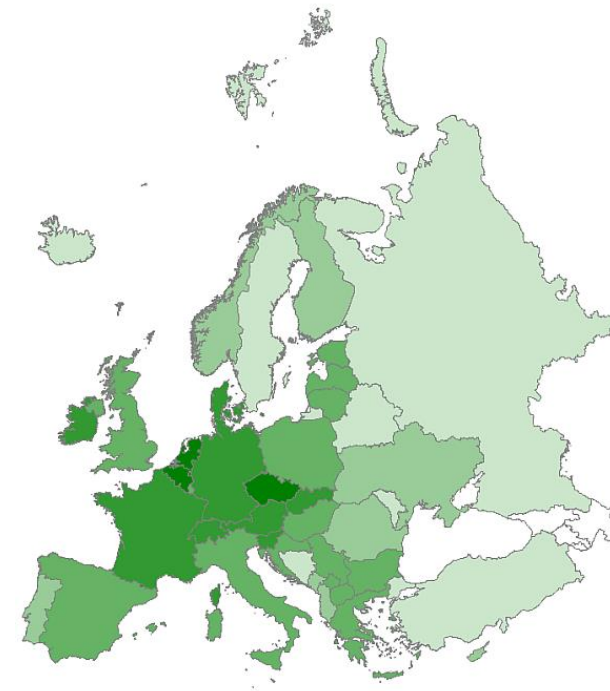
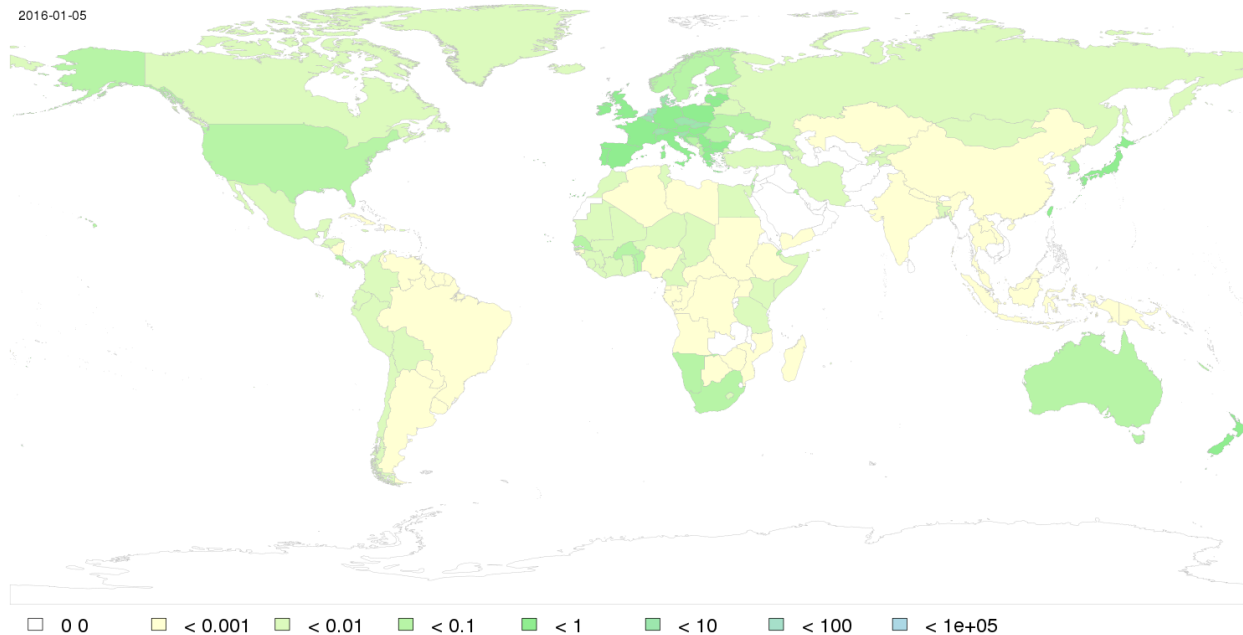
- Pravidelná síť buněk o určité velikosti
- Evropa
  - Universal Transverse Mercator (UTM síť)
  - Kvadráty  $50 \times 50$  km
  - Odpovídá Military Grid Reference System (MGRS)
    - Dá se členit až do 1 m
  - Tzv. kompenzační (lichoběžníkové) buňky
    - Lichoběžníky vyplňující místa mezi UTM poli
- Ostatní státy v Evropě
  - Většinou síť  $10 \times 10$  km nebo síť odvozené od zeměpisných souřadnic
  - Pro zobrazení se používají národní souřadnicové systémy (jako u nás Křovák)



# Vegetační databáze

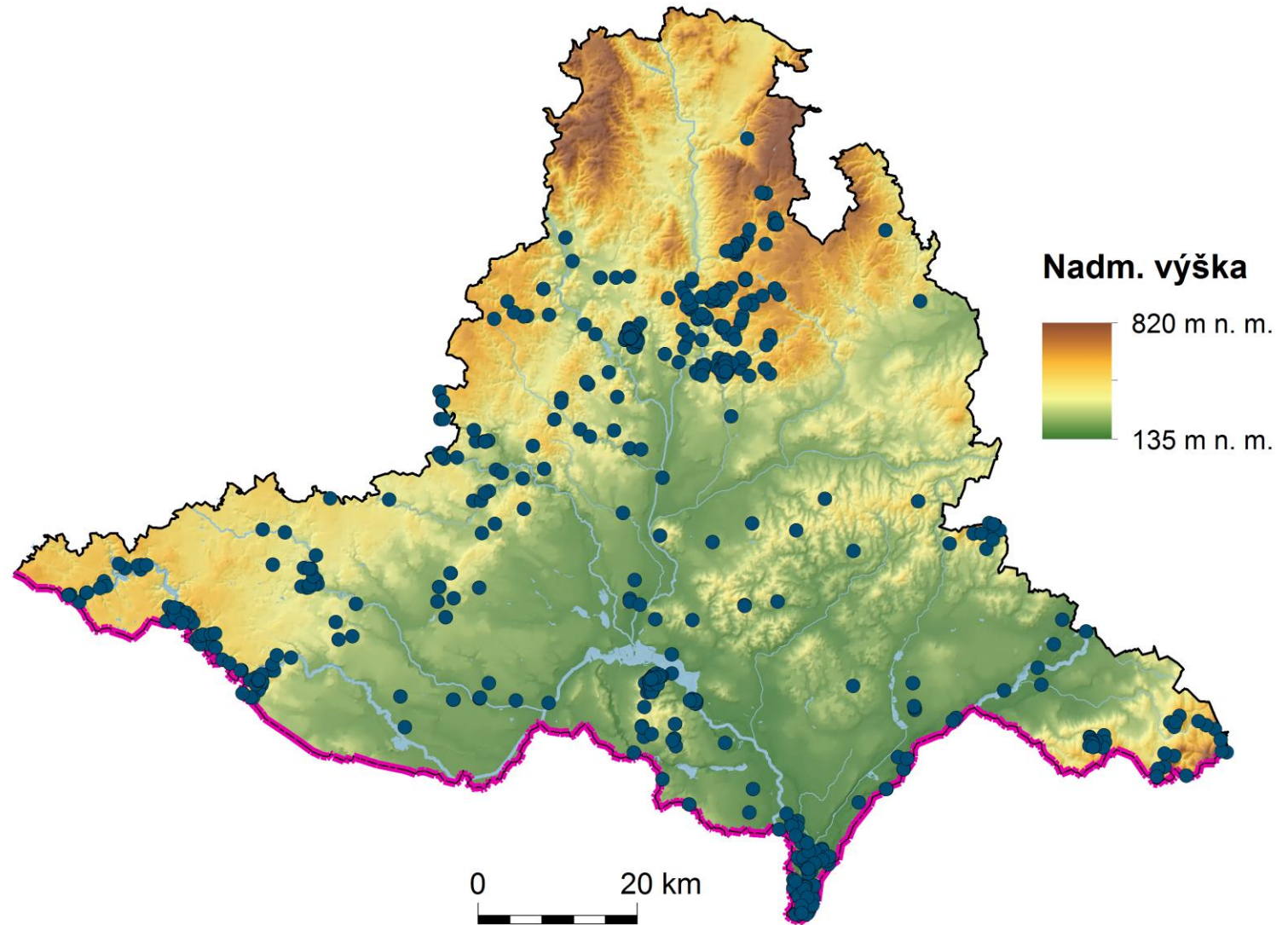


- Relativně nový zdroj dat
- [GIVD](#): Global Index of Vegetation-plot Databases (Dengler et al. 2011)
- [EVA](#) – European Vegetation Archive
- [ČNFD](#) – Česká národní fytocenologická databáze



# Vzorová data pro analýzy

- Vegetační snímky z JMK



# Vegetační snímky z JMK

forest\_JMK - Excel

SOUBOR DOMŮ VLOŽENÍ ROZLOŽENÍ STRÁNKY VZORCE DATA REVIZE ZOBRAZENÍ DOPLŇKY

Vložit Vymout Kopírovat Kopírovat formát

Schránka Písmo Zarovnání Číslo Podn formát

Calibri 11 Zalamovat text Sloučit a zarovnat na střed

A1 Releve

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Releve	Bibliorefe	Year_	Syntaxon	Area_m2	Bias_min	Y_WGS84	X_WGS84	Classifica	FG		
2	108345	NA	1987	29	100	0	48.91139	17.31278	+	forest		
3	108426	401522	1998	32AB01	100	0	49.11806	16.30139	?	forest		
4	108430	401522	1998	32BA03	100	0	48.81806	15.975	+	forest		
5	108433	401522	1998	32BA08	100	0	48.73611	16.73333	?	forest		
6	108809	401953	2005	NA	400	0	49.39861	16.77889	LBC02	forest		
7	108811	401953	2005	NA	400	0	49.40278	16.77583	?	forest		
8	108813	401953	2005	NA	400	0	49.40556	16.77333	?	forest		
9	108868	401958	2000	NA	300	0	49.30667	16.68667	?	forest		
10	108869	401958	2000	32AC01	300	0	49.30639	16.68611	?	forest		
11	108871	401958	2000	32AC02	300	0	49.30611	16.6875	LBF03	forest		
12	108876	401958	2005	32AD04	100	0	49.31056	16.68583	LBC02	forest		
13	108879	401958	2005	32AD11	100	0	49.30472	16.67833	?	forest		
14	108880	401958	2005	NA	100	0	49.30861	16.68611	LBA04	forest		
15	108885	401959	2004	NA	400	0	49.32194	16.71083	LBC01	forest		
16	108887	401959	2004	NA	400	0	49.315	16.69472	LBB01	forest		
17	108901	401959	2004	NA	390	0	49.32	16.69278	?	forest		
18	108902	401959	2004	NA	390	0	49.31694	16.6925	?	forest		
19	108906	401959	2004	NA	300	0	49.31639	16.68861	LBB03	forest		
20	108934	401964	2003	NA	400	0	49.33333	16.73389	?	forest		
21	108936	401964	2002	NA	400	0	49.33417	16.73333	?	forest		
22	108938	401964	2003	NA	400	0	49.33417	16.73333	?	forest		
23	108940	401964	2003	NA	400	0	49.3325	16.73389	?	forest		
24	108945	401964	2003	NA	100	0	49.3325	16.73472	LBA04	forest		
25	108947	401964	2003	NA	100	0	49.33306	16.73417	?	forest		
26	108950	401965	1998	NA	400	0	49.39833	16.77333	?	forest		
27	108963	401965	1998	NA	400	0	49.39972	16.77639	LBC02	forest		
28	108966	401969	1986	NA	100	0	49.30583	16.68556	?	forest		
29	108967	401969	1986	NA	300	0	49.30472	16.68028	LBA04	forest		
30	108976	401966	1988	NA	400	0	49.37194	16.72139	LBD01	forest		
31	108980	401966	1988	NA	400	0	49.37194	16.72139	LBD01	forest		

forest\_JMK\_selection

# Vegetační snímky z JMK

forest\_JMK\_species - Excel

SOUBOR DOMŮ VLOŽENÍ ROZLOŽENÍ STRÁNKY VZORCE DATA REVIZE ZOBRAZENÍ DOPLŇKY

Vyjmout Kopírovat Kopírovat formát Vložit

Calibri 11 Zalamovat text Obecný

**B I U** Sloučit a zarovnat na střed Podmíněné formátování jako tabulku buňky Styly Vložit Odstranit Formát

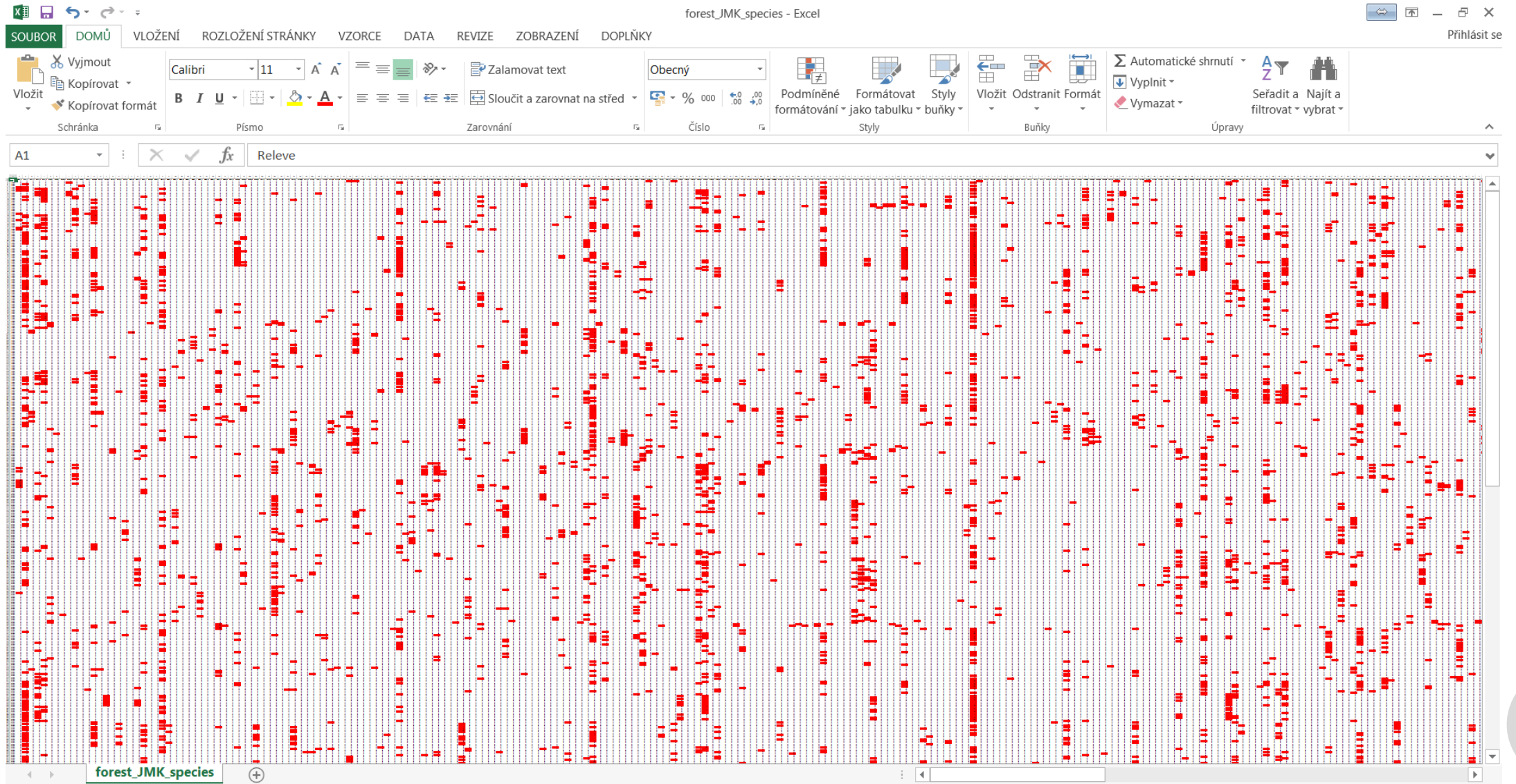
Schránka Písmo Zarovnání Číslo Automati Vyplnit Vymazat

A1 Releve

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Releve	Abies.alba	Acer.campestre	Acer.negundo	Acer.platanoides	Acer.pseudoplatanus	Achillea.millefolium.agg.	Achillea.pannonica	Aconitum.anthora	Aconitum.lycoctonum	Actaea.spicata
2	108345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	108426	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
4	108430	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
5	108433	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	108809	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	108811	8	2	0	7	2	0	0	0	0	3
8	108813	1	3	0	0	5	0	0	0	0	0
9	108868	0	0	0	3	8	0	0	0	2	0
10	108869	0	0	0	8	3	0	0	0	2	0
11	108871	0	0	0	3	8	0	0	0	2	0
12	108876	0	2	0	0	3	0	0	0	0	2
13	108879	0	0	0	0	8	0	0	0	0	3
14	108880	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0
15	108885	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
16	108887	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	108901	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	108902	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	108906	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	108934	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
21	108936	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
22	108938	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
23	108940	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1
24	108945	0	1	0	1	5	0	0	0	0	0
25	108947	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
26	108950	0	0	0	0	46	0	0	0	0	2
27	108963	5	0	0	0	5	0	0	0	0	3
28	108966	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	108967	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0
30	108976	0	0	0	5	1	0	0	0	0	3
31	108990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

forest\_JMK\_species

# Vegetační snímky z JMK



# Environmentální data v biogeografii a ekologii

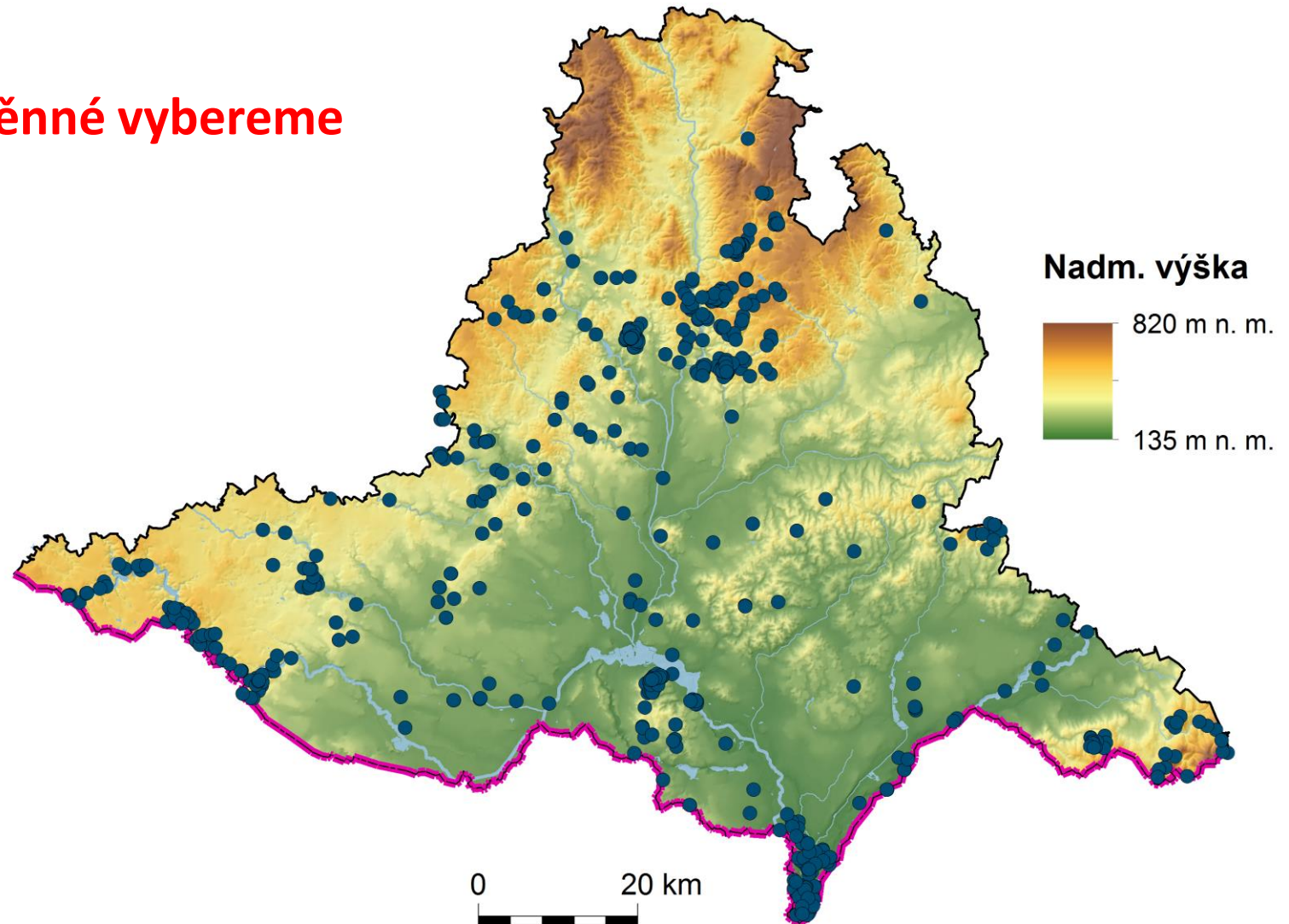


# Environmentální data

- Výběr environmentálních dat vždy závisí na:
  - typu biologických dat, která mám k dispozici
  - otázkách, které řeším
  - prostorovém měřítku
  - dostupnosti a jejich kvalitě
- Relevantní lehce dostupná data
  - Topografie a odvozené parametry reliéfu, klima, vodstvo, geologie v hrubém měřítku
- Relevantní těžce dostupná data
  - pH, půdní a geologické mapy v jemném měřítku, historie využití krajiny, historie managementu krajiny

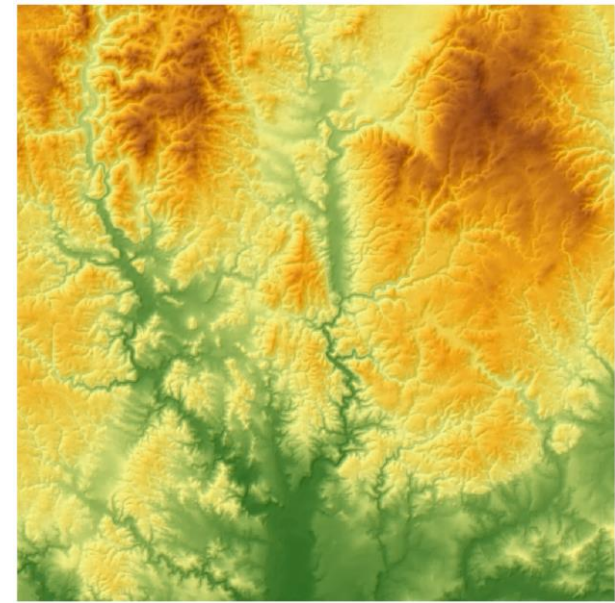
# Vzorová data pro analýzy

- Vegetační snímky z JMK
- **Které environmentální proměnné vybereme pro analýzy?**



# Topografická data

- Poskytují informaci o nadmořské výšce
  - Vrstevnice
  - Digitální modely reliéfu
- Digitální modely reliéfu (Digital Elevation Model – DEM)
  - [SRTM DEM](#) (globální data)
    - rozlišení 3° (cca 90 m na rovníku)
  - Digitální model reliéfu České republiky 4. generace ([DMR 4G](#))
    - Rozlišení 5 × 5 m
  - Digitální model reliéfu České republiky 5. generace ([DMR 5G](#))
    - Rozlišení 2 × 2 m
    - Zatím nekompletní



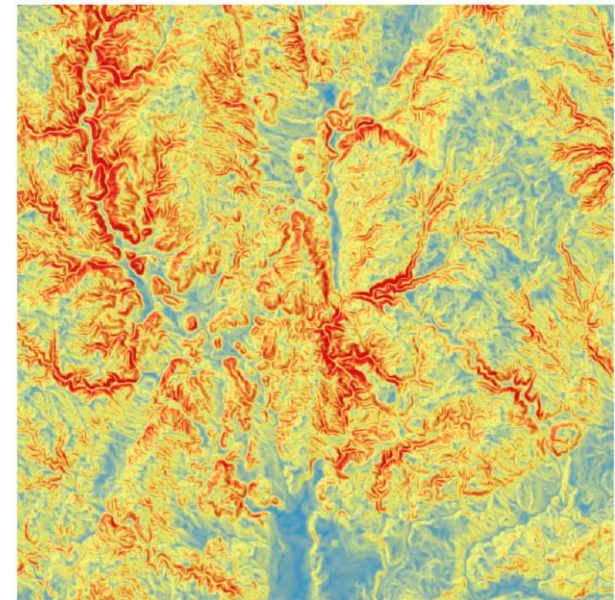
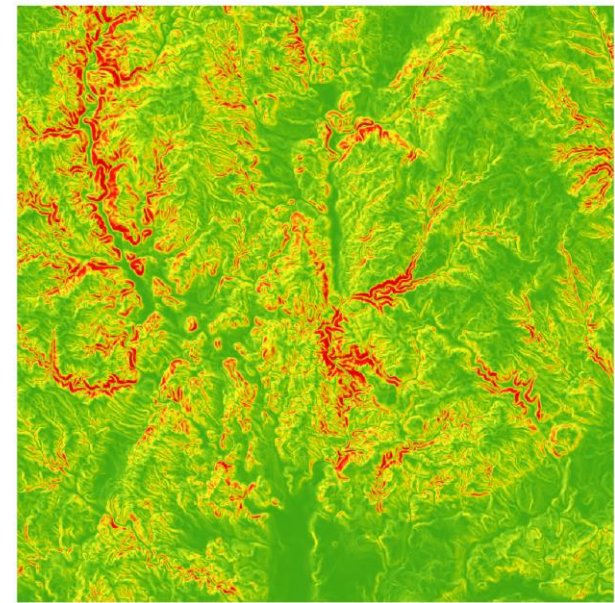
# Proměnné odvozené z DEM

- Míry heterogenity reliéfu (teoreticky vyjadřují množství různých stanovišť)
  - **Sklon svahu** (slope)
    - ArcGIS (3D Analyst tools, Spatial Analyst Tools)
  - **Terrain Ruggedness Index (TRI)**
    - Míra „drsnosti“ reliéfu podle Riley et al. (1999)
    - [Geomorphometry and Gradient Metrics Toolbox](#) (Evans et al. 2014)
  - **Vector Ruggedness Measure (VRM)**
    - Míra „drsnosti“ reliéfu podle Sappington et al. (2007)
    - Python skript pro ArcGIS

Evans, J.S., Oakleaf, J., Cushman, S.A. & Theobald, D. (2014) An ArcGIS Toolbox for Surface Gradient and Geomorphometric Modeling, version 2.0-0. Available: <http://evansmurphy.wix.com/evansspatial>

Riley, S. J., DeGloria, S. D. & Elliot, R. (1999) A terrain ruggedness index that quantifies topographic heterogeneity. *Intermountain Journal of Sciences*, 5(1-4)

Sappington, J.M., Longshore, K.M., & Thompson, D.B. (2007) Quantifying Landscape Ruggedness for Animal Habitat Analysis: A Case Study Using Bighorn Sheep in the Mojave Desert. *The Journal of Wildlife Management* 71: 1419–1426.



# Proměnné odvozené z DEM

- Míry výhřevnosti stanoviště

- **Orientace svahu vůči světovým stranám (aspect)**

- Nelze použít přímo hodnoty orientace → nutno upravit na odchylku od JZ, JJZ atp.
    - ArcGIS (3D Analyst tools, Spatial Analyst Tools)

- **Heat Load Index (HLI)**

- Index „tepelného požitku“ stanoviště podle McCune & Keon (2002)
    - [Geomorphometry and Gradient Metrics Toolbox](#) (Evans et al. 2014)

$$f(\alpha) = \left| \pi - \left| \alpha - \frac{5\pi}{4} \right| \right|$$

$$hli = 0.039 + [0.808 * \cos(l) * \cos(\theta)] - [0.196 * \sin(\theta)] - [0.482 * \cos(f(\alpha)) * \sin(f(\alpha))]$$

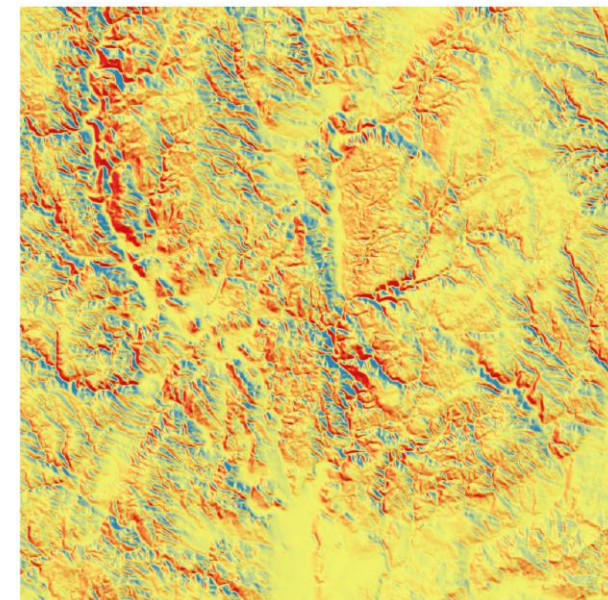
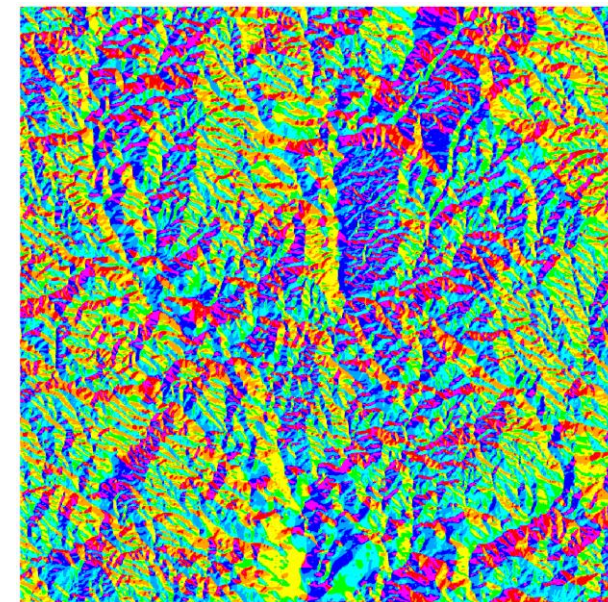
$\alpha$  = slope (radians)

$l$  = latitude

$\theta$  = slope(radians)

$f(\alpha)$  = folded slope

McCune, B. & Dylan, K. (2002) Equations for potential annual direct incident radiation and heat load index. Journal of Vegetation Science. 13:603-606.



# Proměnné odvozené z DEM

- Míry vlhkosti stanoviště

- **Compound Topographic Index (CTI)**

- Topographic Wetness Index podle Gessler et al. (1995) a Moore et al. (1993)
    - [Geomorphometry and Gradient Metrics Toolbox](#) (Evans et al. 2014)

$$cti = \ln \left( \frac{\alpha}{\tan(\theta)} \right)$$

$\alpha$  = Catchment area [(flow accumulation + 1) \* (pixel area in m<sup>2</sup>)]

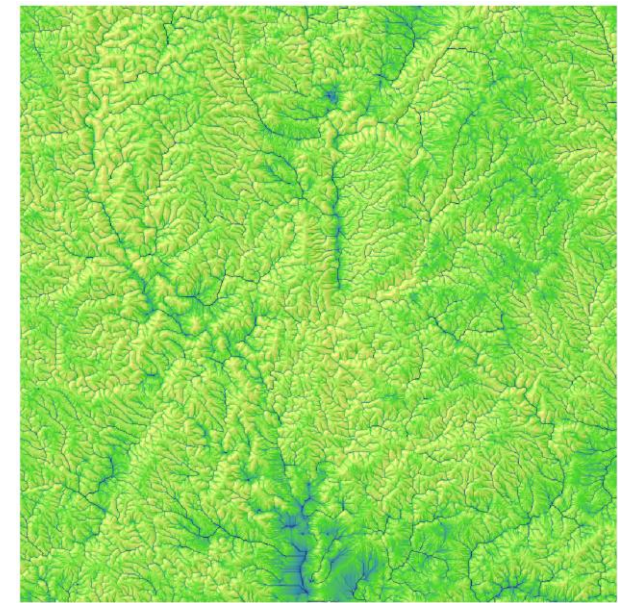
$\theta$  = is the slope angle in radians

- Řada variant viz. Kopecný & Čížková (2010)

Gessler, P.E., Moore, I.D., McKenzie, N.J. & Ryan, P.J. (1995) Soil-landscape modeling and spatial prediction of soil attributes. *International Journal of GIS*. 9(4):421-432.

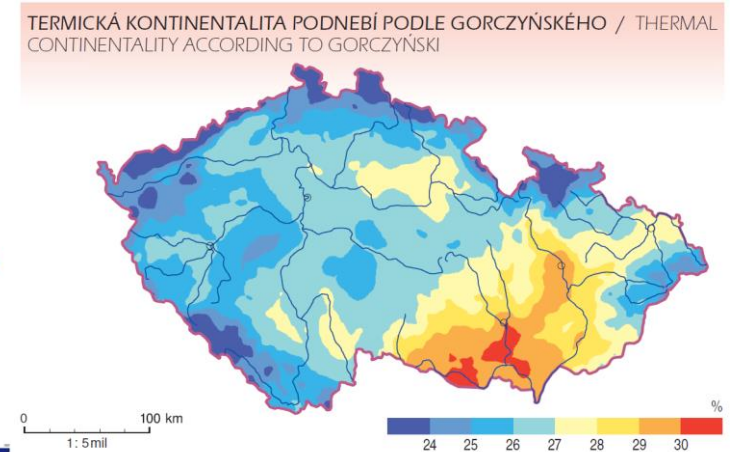
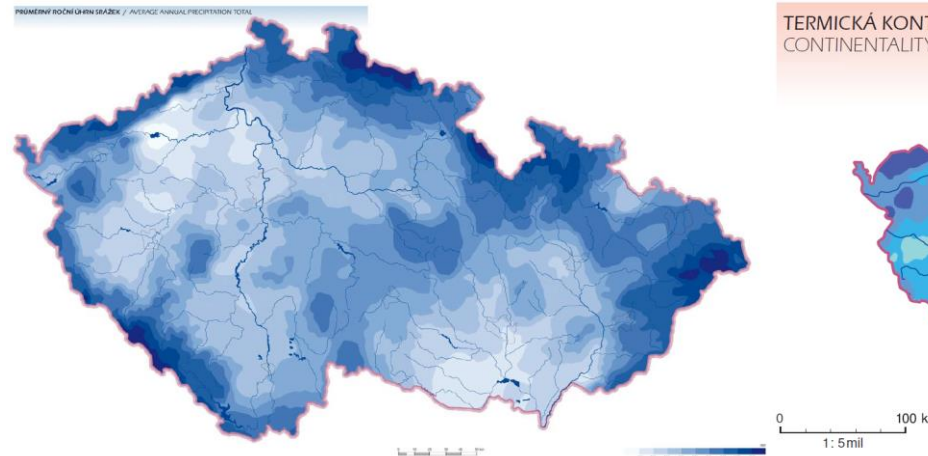
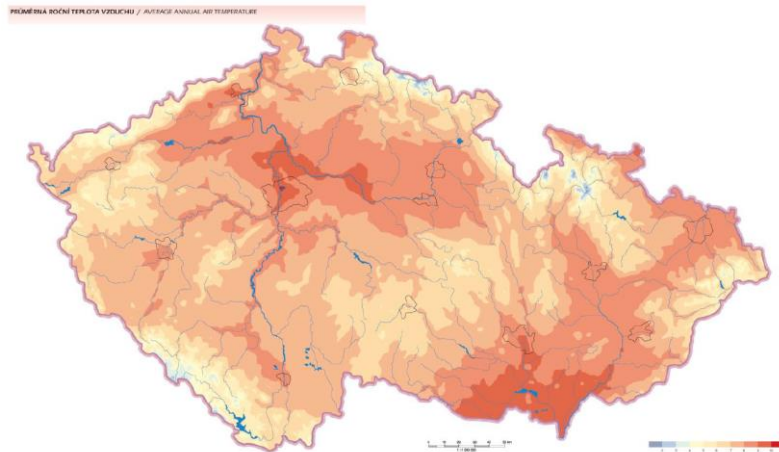
Kopecný, M. & Čížková, Š. (2010) Using topographic wetness index in vegetation ecology: does the algorithm matter? *Applied Vegetation Science*, 13(4), 450-459.

Moore, I.D., Gessler, P.E., Nielsen, G.A. & Petersen, G.A. (1993) Terrain attributes: estimation methods and scale effects. In *Modeling Change in Environmental Systems*, edited by A.J. Jakeman M.B. Beck and M. McAleer Wiley, London, pp. 189-214.



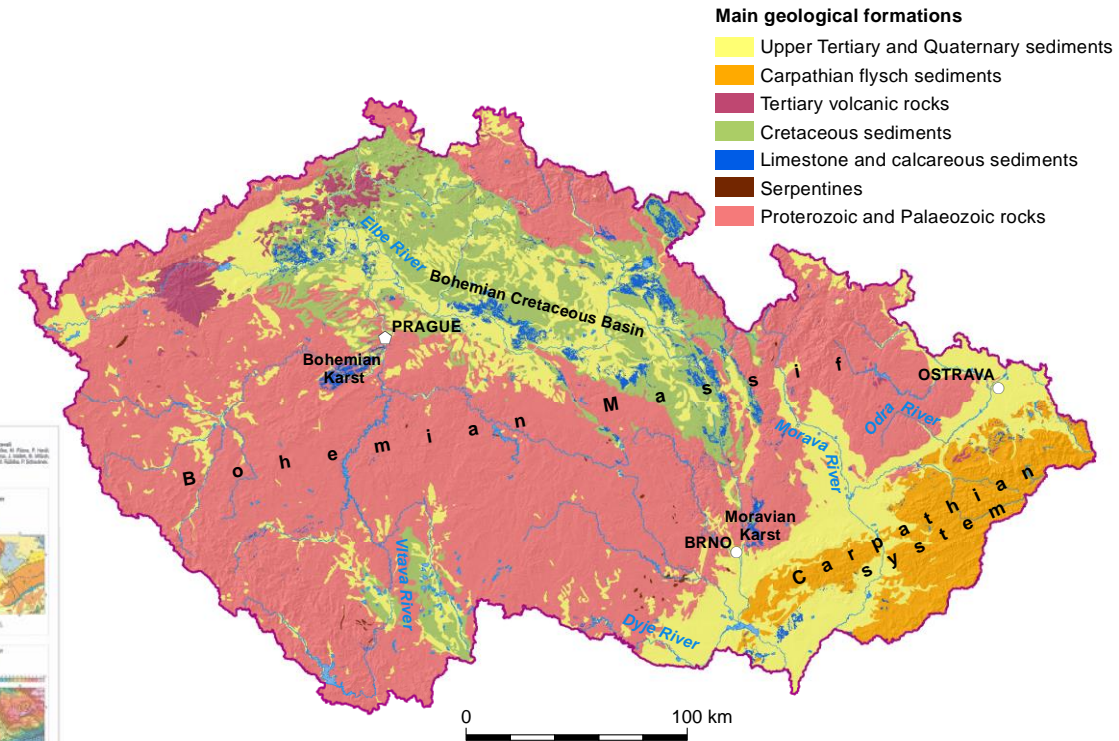
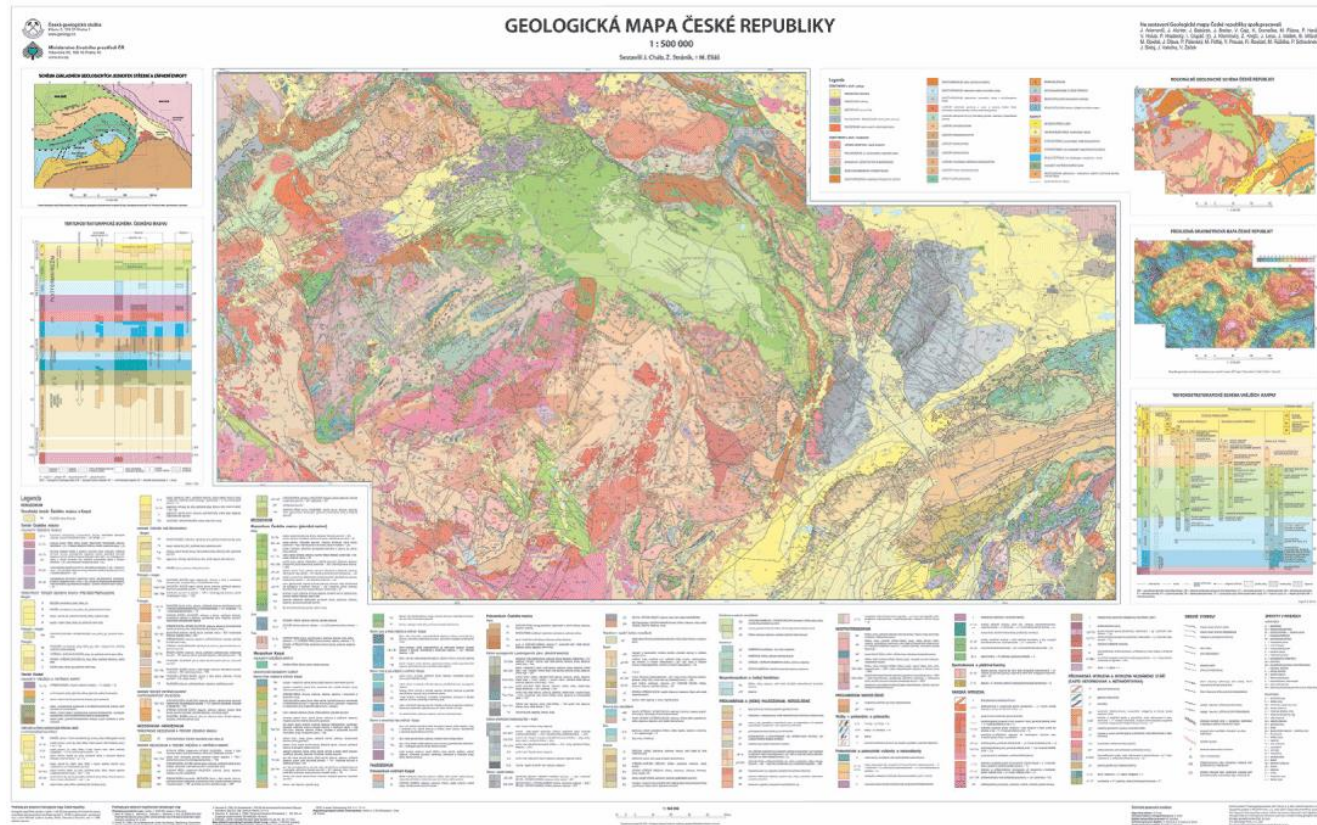
# Klimatická data pro ČR

- Atlas podnebí Česka (Tolasz et al. 2007)



# Geologie

- Geologická mapa České republiky [1:500 000](#)
- Geologické mapy [1:25 000](#) a [1:50 000](#)

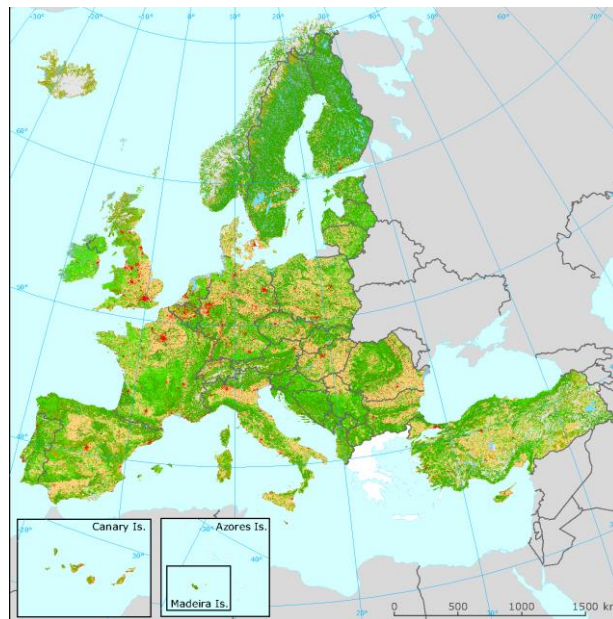




# Land Cover

- [CORINE Land Cover](#) (EEA)

- Land cover pro státy EU v měřítku 1:100 000
- Založeno na DPZ
- Počátek projektu 1985
- Pravidelný update vrstev



- [Global 1-km Consensus Land Cover](#) (Tuanmu & Jetz 2014)

- [PELCOM](#)

- [MODIS](#)

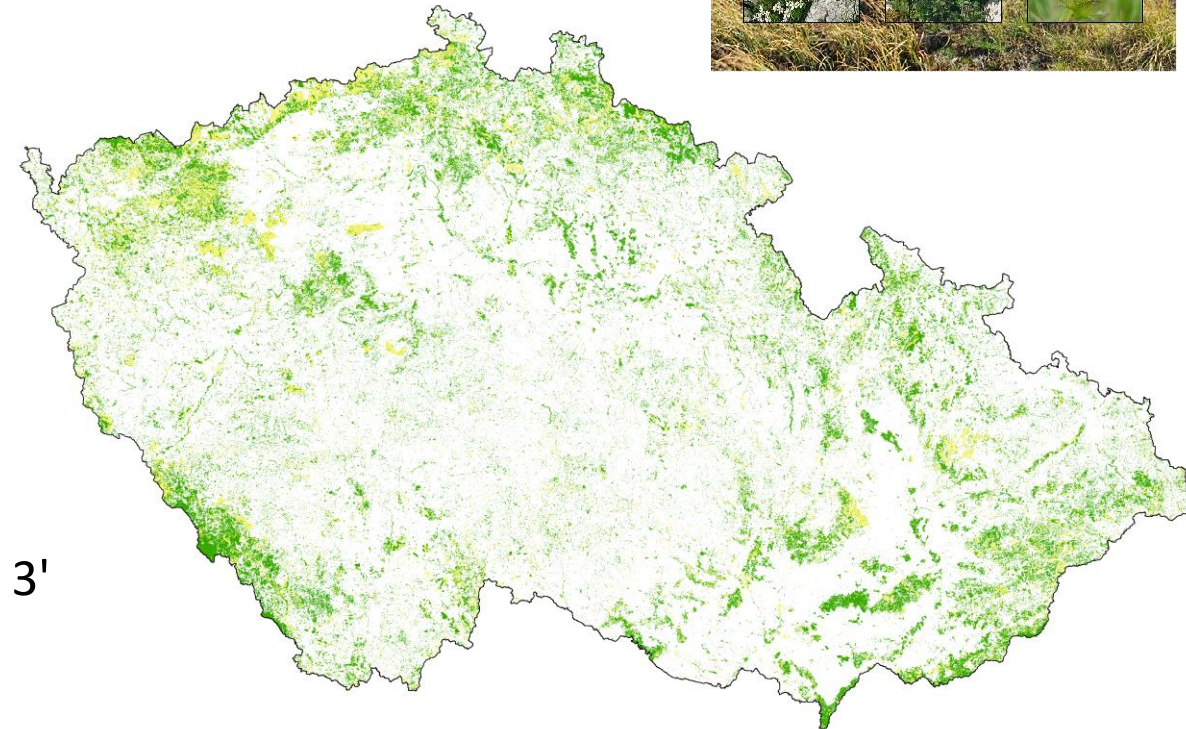
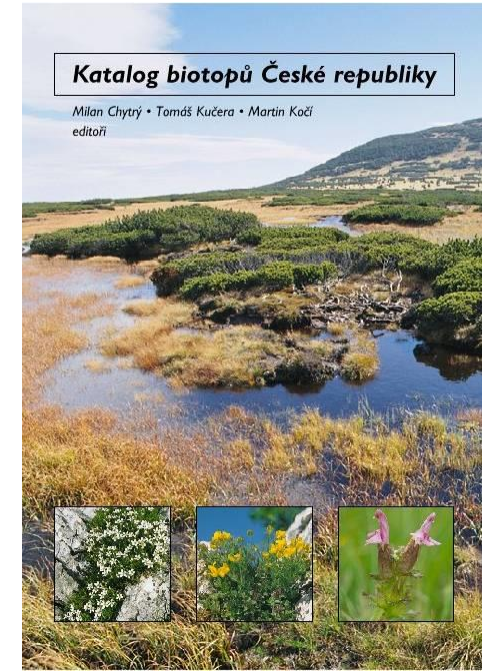
Tuanmu, M.-N. & Jetz, W. (2014) A global 1-km consensus land-cover product for biodiversity and ecosystem modeling. *Global Ecology and Biogeography*, 23(9): 1031-1045.

Table 2.2. CORINE land cover nomenclature

Level 1	Level 2	Level 3
1. Artificial surfaces	1.1. Urban fabric	1.1.1. Continuous urban fabric 1.1.2. Discontinuous urban fabric
	1.2. Industrial, commercial and transport units	1.2.1. Industrial or commercial units 1.2.2. Road and rail networks and associated land 1.2.3. Port areas 1.2.4. Airports
	1.3. Mine, dump and construction sites	1.3.1. Mineral extraction sites 1.3.2. Dump sites 1.3.3. Construction sites
	1.4. Artificial non-agricultural vegetated areas	1.4.1. Green urban areas 1.4.2. Sport and leisure facilities
2. Agricultural areas	2.1. Arable land	2.1.1. Non-irrigated arable land 2.1.2. Permanently irrigated land 2.1.3. Rice fields
	2.2. Permanent crops	2.2.1. Vineyards 2.2.2. Fruit trees and berry plantations 2.2.3. Olive groves
	2.3. Pastures	2.3.1. Pastures
	2.4. Heterogeneous agricultural areas	2.4.1. Annual crops associated with permanent crops 2.4.2. Complex cultivation 2.4.3. Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation 2.4.4. Agro-forestry areas
3. Forests and semi-natural areas	3.1. Forests	3.1.1. Broad-leaved forest 3.1.2. Coniferous forest 3.1.3. Mixed forest
	3.2. Shrub and/or herbaceous vegetation association	3.2.1. Natural grassland 3.2.2. Moors and heathland 3.2.3. Sclerophyllous vegetation 3.2.4. Transitional woodland shrub
	3.3. Open spaces with little or no vegetation	3.3.1. Beaches, dunes, and sand plains 3.3.2. Bare rock 3.3.3. Sparsely vegetated areas 3.3.4. Burnt areas 3.3.5. Glaciers and perpetual snow
4. Wetlands	4.1. inland wetlands	4.1.1. Inland marshes 4.1.2. Peatbogs
	4.2. Coastal wetlands	4.2.1. Salt marshes 4.2.2. Salines 4.2.3. Intertidal flats

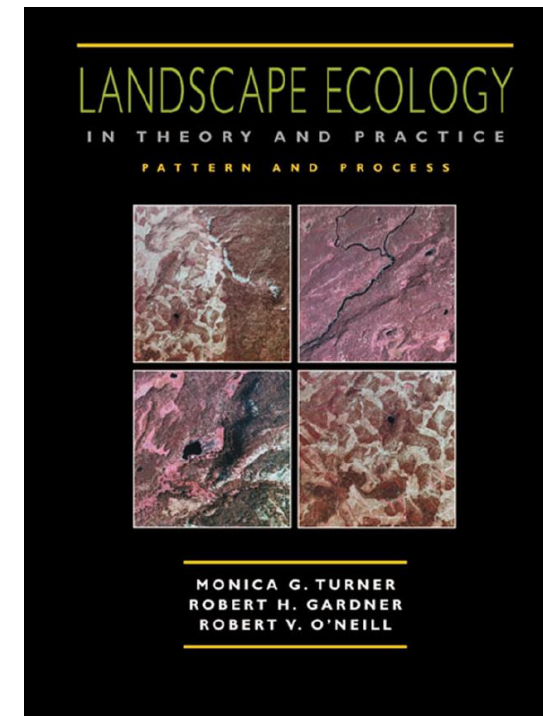
# Vrstva mapování biotopů ČR

- Projekt koordinován AOPK (implementace NATURA 2000)
- Základní mapování 2001-2004(5), od 2006 update
- Mapování v měřítku 1:10 000
- Tyto biotopy definovány v Katalogu biotopů ČR (Chytrý et al. 2001)
  - Hierarchická klasifikace – 3(4) úrovně
  - Základní kategorie – V, M, R, S, A, T, K, L + X
  - Mozaiky – procentuální podíl biotopů
  - Dříve kategorie reprezentativnosti A až D
  - Další atributy (množství mrtvého dřeva...)
- Nový katalog biotopů (Chytrý et al. 2010)
  - Nové mapy rozšíření biotopů v kvadrátech 5' × 3'



# Krajinné metriky

- Přítomnost, plocha biotopu × struktura
- Často používané v krajinné ekologii
  - Dálkový průzkum Země
- Diverzita a dominance
- Konektivita
- Mozaikovitost
- Délka hranic
- Area-Weighted Average Patch Size



# Diverzita a dominance

- Shannon-Wienerův index diverzity (Shannon & Weaver 1949)
  - Bere v úvahu počet různých typů land coveru a jejich plochu

$$H = \frac{-\sum_{i=1}^s (p_i) \ln(p_i)}{\ln(s)}$$

$p_i$  = proportion of the landscape occupied by land cover type  $i$

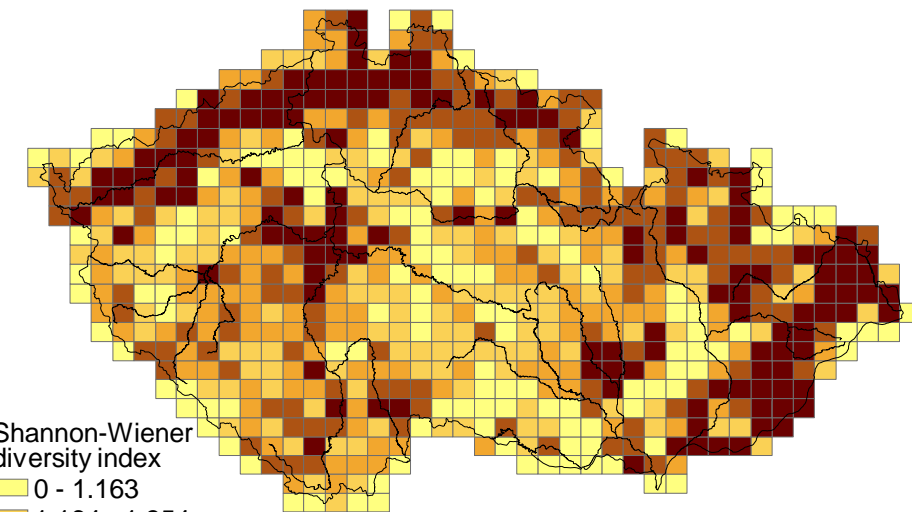
$s$  = the number of land cover types

- Index dominance je odvozen od Shannon-Wienerova indexu diverzity

$$D = \frac{H_{max} + \sum_{i=1}^s p_i \ln(p_i)}{H_{max}}$$

$p_i$  = proportion of the landscape occupied by land cover type  $i$

$$H_{max} = \ln(s)$$



Shannon-Wiener  
diversity index

- 0 - 1.163
- 1.164 - 1.354
- 1.355 - 1.512
- 1.513 - 1.687
- 1.688 - 2.373

0 50 100km

# Konektivita/izolace

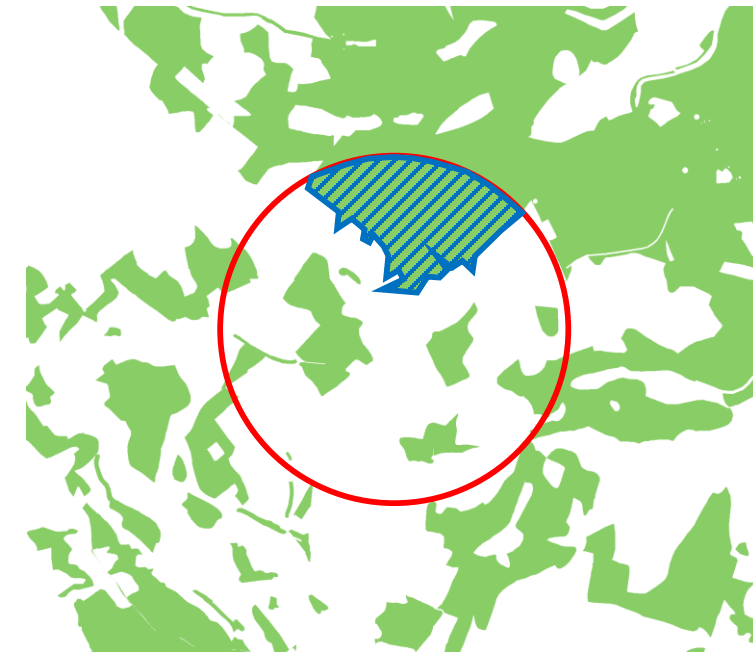
- Minimální vzdálenost mezi ploškami
- Poměr plochy největší plošky daného typu land coveru a jeho celkové rozlohy v daném území

$$RS_i = \frac{LC_i}{p_i}$$

$LC_i$  = the size of the largest patch of land cover type  $i$

$p_i$  = total area occupied by land cover type  $i$

- Nabývá hodnot (0,1)
  - 1 = kompletně propojený typ land coveru (jedna ploška)



# Mozaikovitost

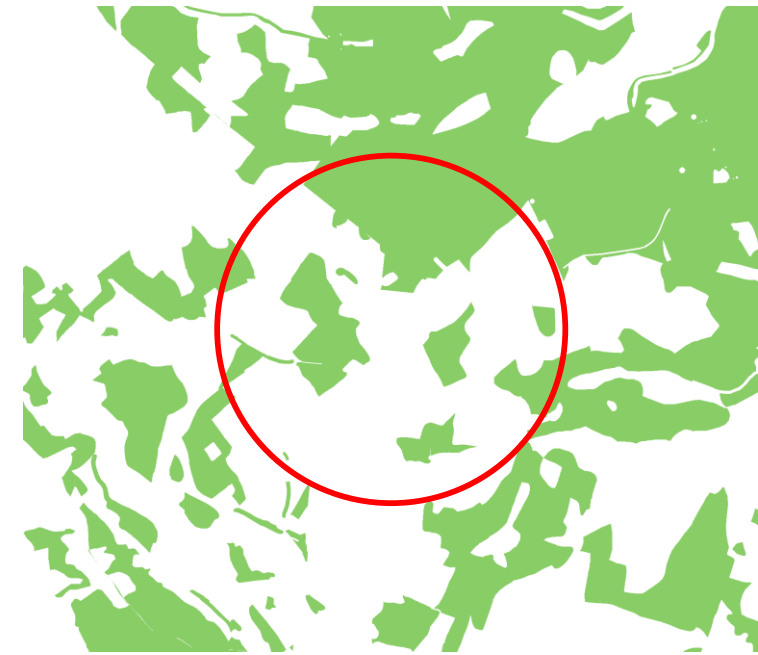
- Průměrná hodnota z poměrů plochy a obvodu každé plošky

$$M = \frac{\sum_{k=1}^n \left( \frac{S_k}{O_k} \right)}{n}$$

$S_k$  = area of the patch  $k$

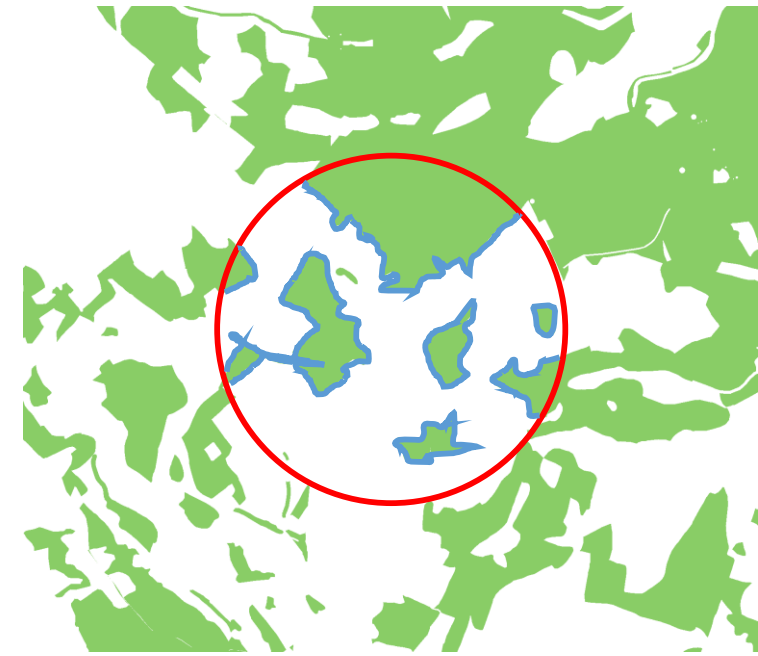
$O_k$  = perimeter of the patch  $k$

$n$  = the number of patches of land cover type



# Délka hranic

- Součet obvodů jednotlivých plošek daného typu land coveru
- Množství ekotonů

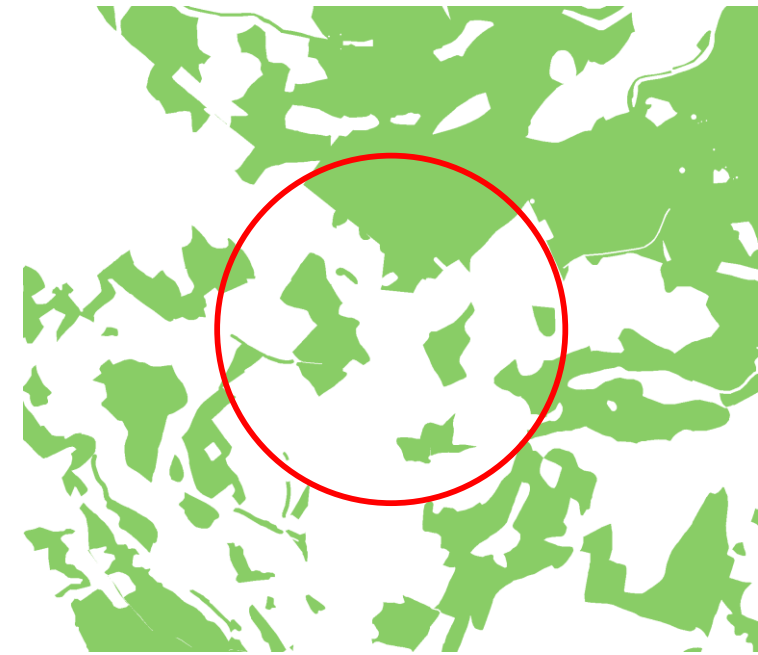


# Area-Weighted Average Patch Size

- Velikost plošky je vážena její plochou
- Částečně eliminuje zešikmené frekvenční rozložení velikostí plošek

$$S_a = \frac{\sum(S_k^2)}{\sum(S_k)}$$

$S_k$  = the size of patch  $k$





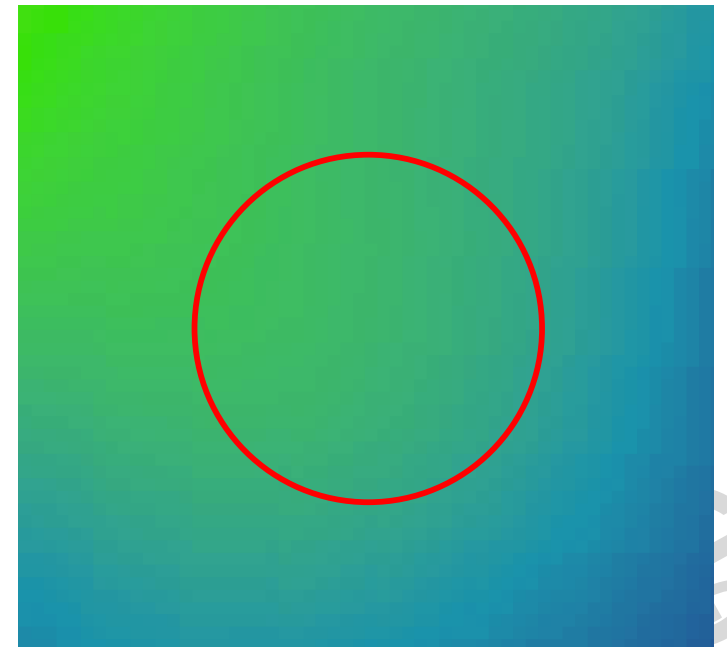
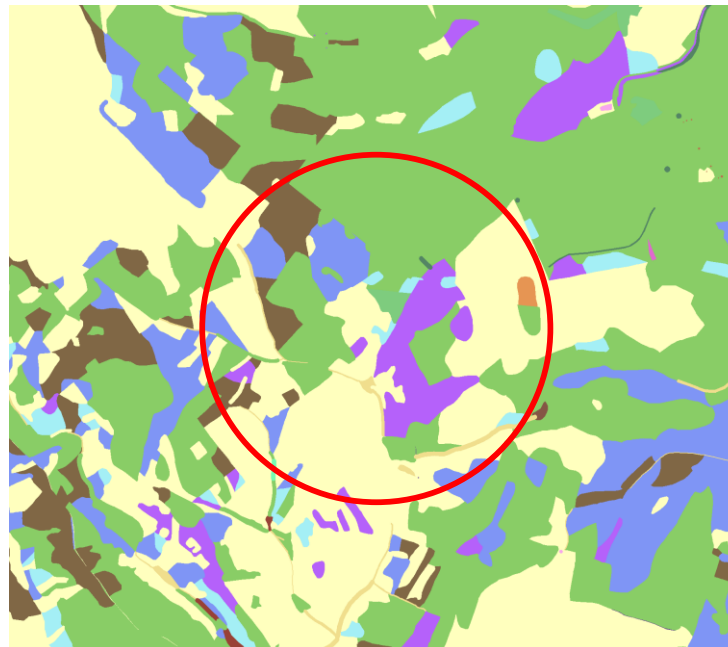
# Overlay algebra v ArcGIS

# Overlay algebra

- Umožňuje přiřadit hodnoty environmentálních dat k biologickým datům na základě jejich prostorového překryvu
- Dává odpovědi na otázky typu:
  - Jaký je dominantní půdní typ na území pokrytém jehličnatým lesem?
  - Jaká je rozloha různých typů land coveru v jednotlivých okresech, ORP, bioregionech...?
  - Jaká je průměrná roční teplota v daném místě, v dané oblasti...?

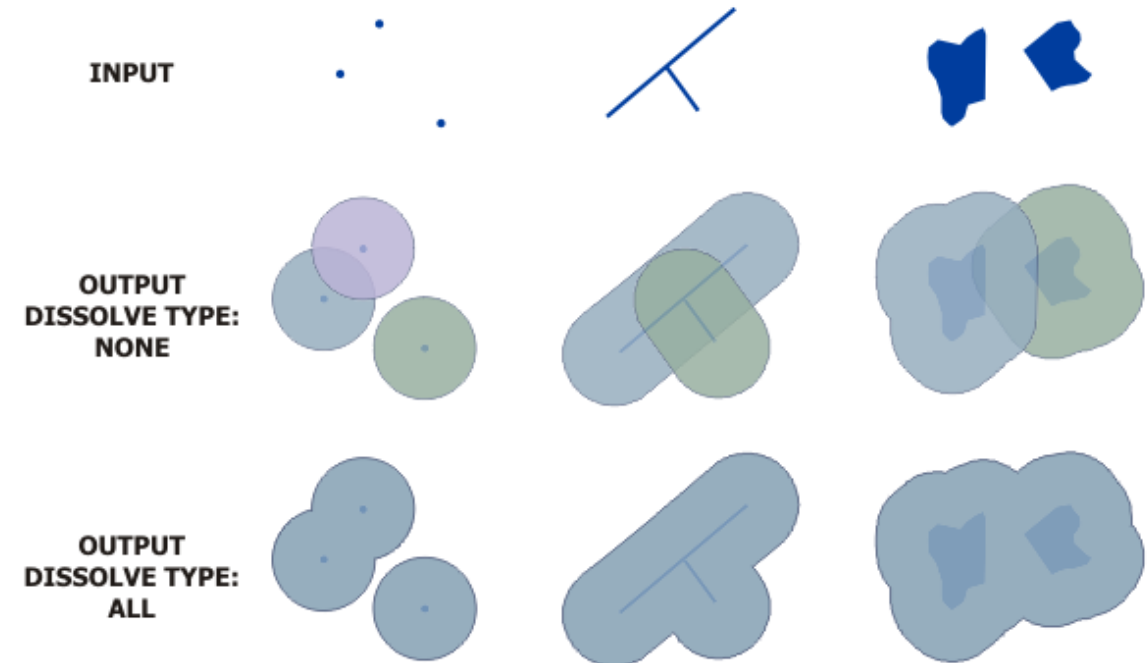
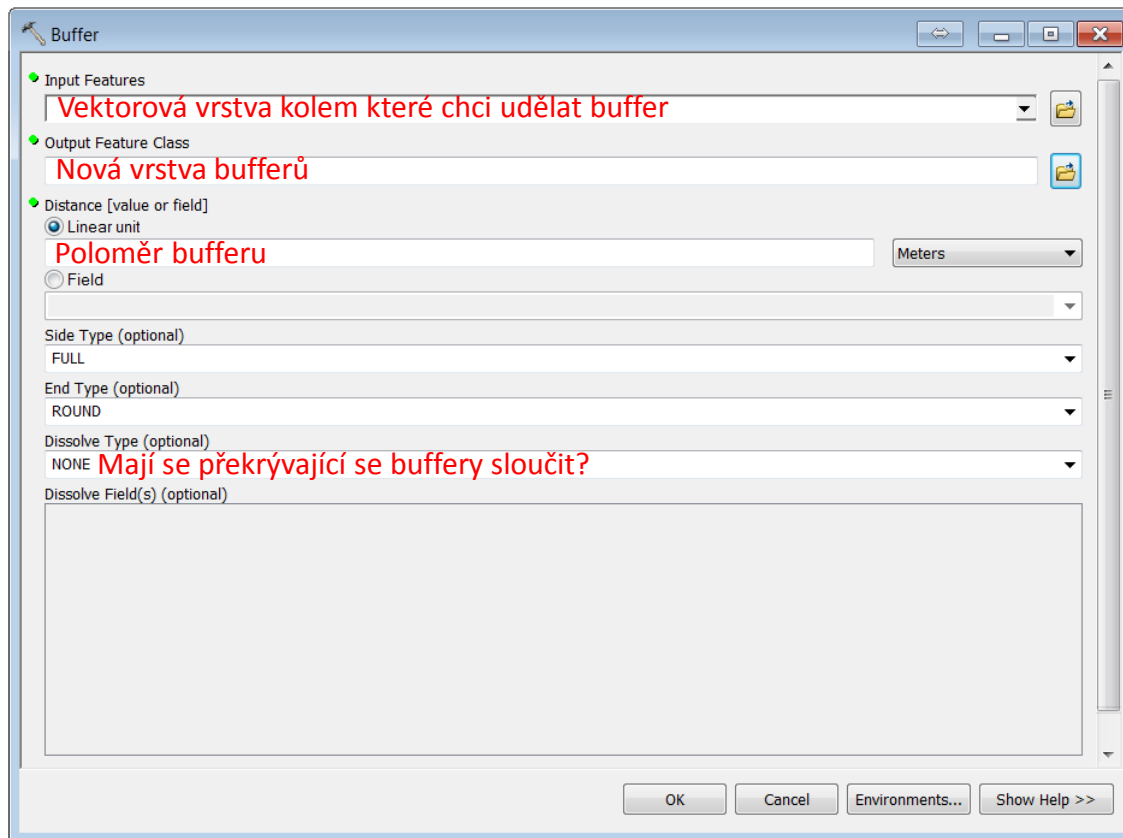
- Různé varianty překryvů

- Identita
- Dotýká se
- Průnik
- Leží v
- Obsahuje
- Je ve vzdálenosti



# Definice zón

- Předem specifikované
  - Mapovací kvadráty, okresy, bioregiony atp.
- Buffery (Analysis Tools)



# Zonální statistiky s rastrovými daty

- Umožňují spočítat různé statistické údaje pro definované zóny
  - Plocha, minimum, maximum, průměr...
- Některé použitelné i s vektorovými daty (většinou se ale před samotným výpočtem automaticky převedou na rastr → nižší přesnost)

- Spatial Analyst Tools

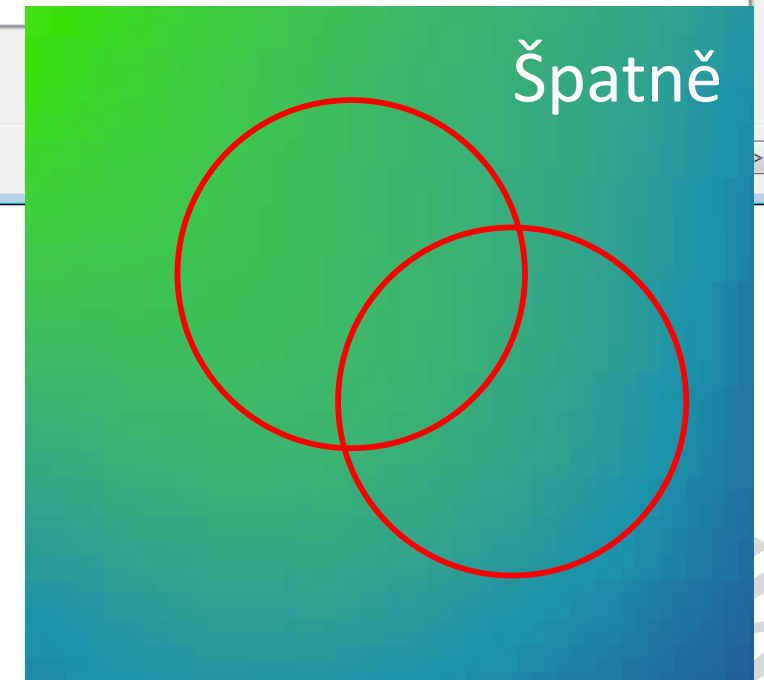
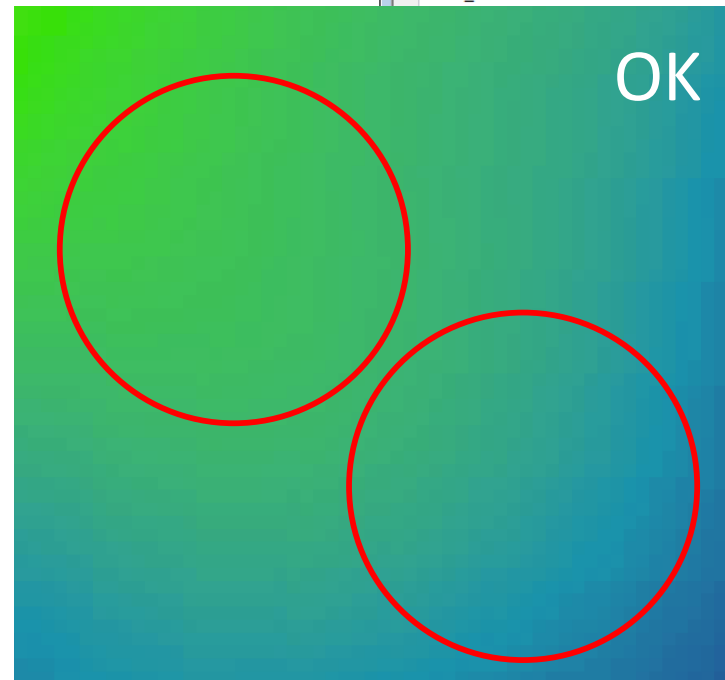
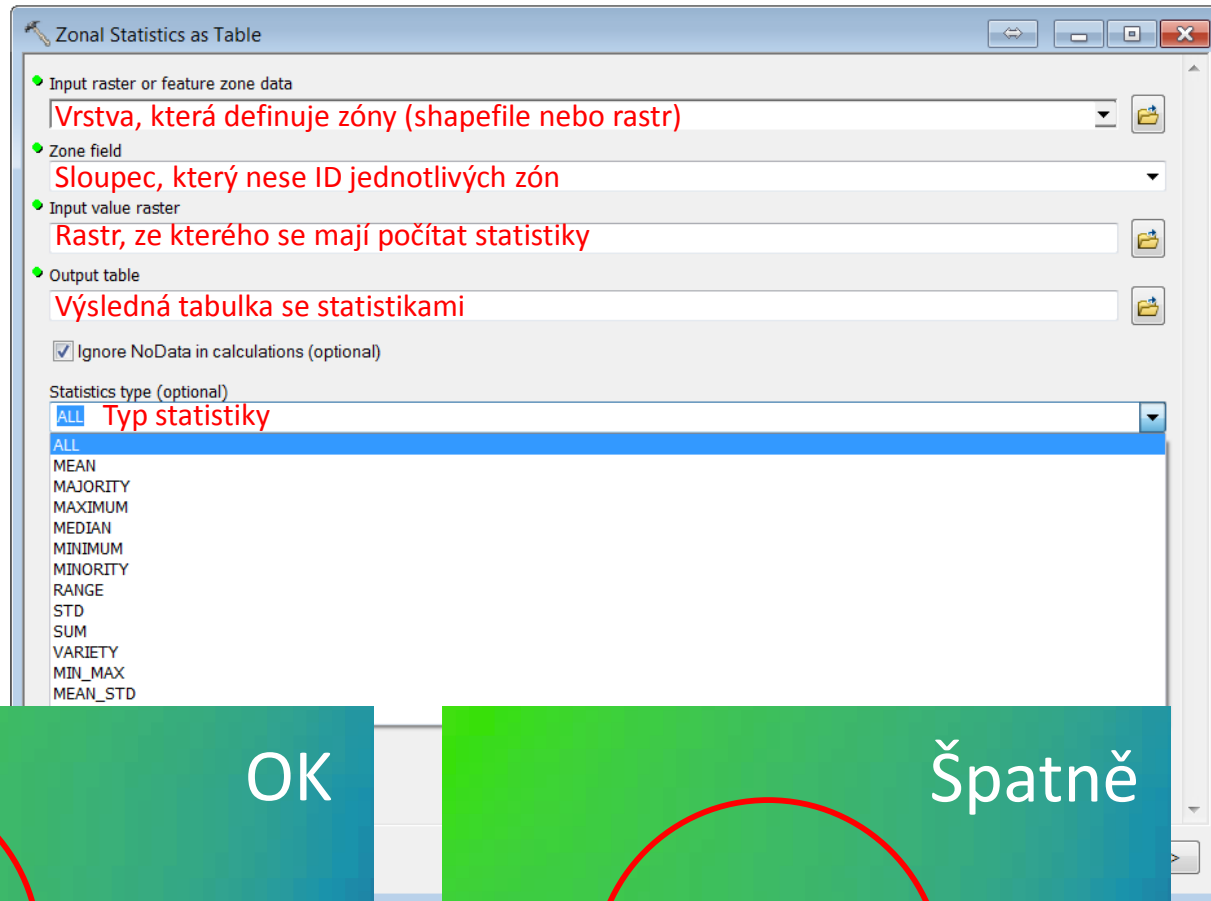
- ☐ Zonal
  - 🔨 Tabulate Area
  - 🔨 Zonal Fill
  - 🔨 Zonal Geometry
  - 🔨 Zonal Geometry as Table
  - 🔨 Zonal Histogram
  - 🔨 Zonal Statistics
  - 🔨 Zonal Statistics as Table

Vytvoří tabulku, která nese hodnoty např. plochy jednotlivých typů land coveru v mapovacích kvadrátech.  
**POZOR! Vektorová data předem převádí na rastr!**

Vytvoří tabulku, se statistikami pro jednotlivé zóny (max, min, range, mean, sum, median, atp)

# Zonal statistics as table

- Pokud se zóny nepřekrývají – OK
- Pokud se překrývají, budou se lišit počty buněk, ze kterých byla statistika počítána a pro některé zóny nemusí výpočet proběhnout!
- Řešení
  - Cyklus v ModelBuilderu
  - QGIS



# Overlay algebra s vektorovými daty

## ArcToolbox

### 3D Analyst Tools

### Analysis Tools

#### Extract

- Clip
- Select
- Split
- Table Select

#### Overlay

- Erase
- Identity
- Intersect
- Spatial Join
- Symmetrical Difference
- Union
- Update

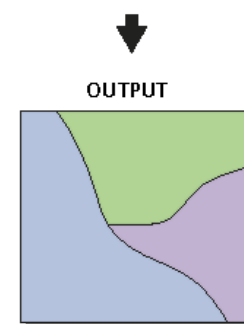
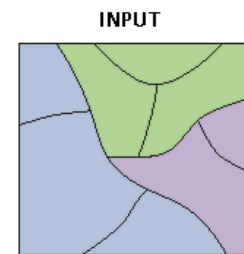
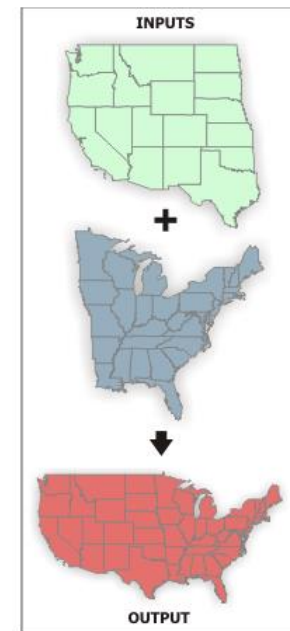
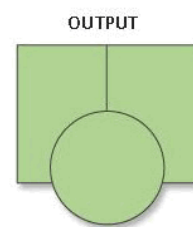
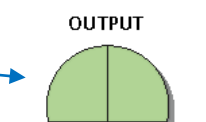
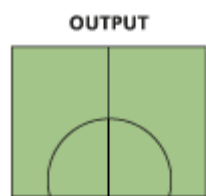
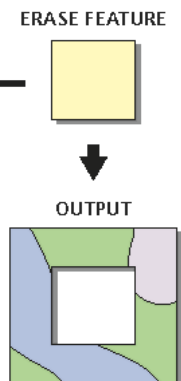
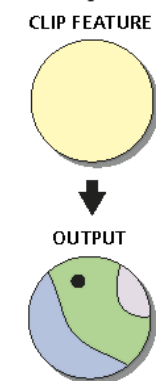
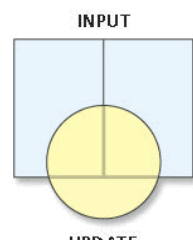
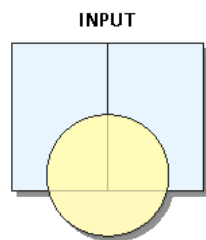
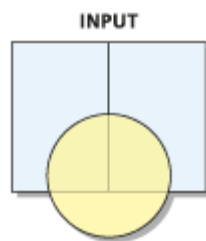
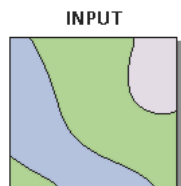
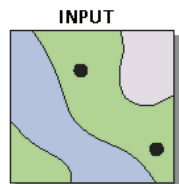
### Data Management Tools

#### General

- Append
- Calculate Value
- Copy
- Create Database View
- Delete
- Delete Identical
- Find Identical
- Merge
- Merge Branch
- Rename
- Select Data
- Sort

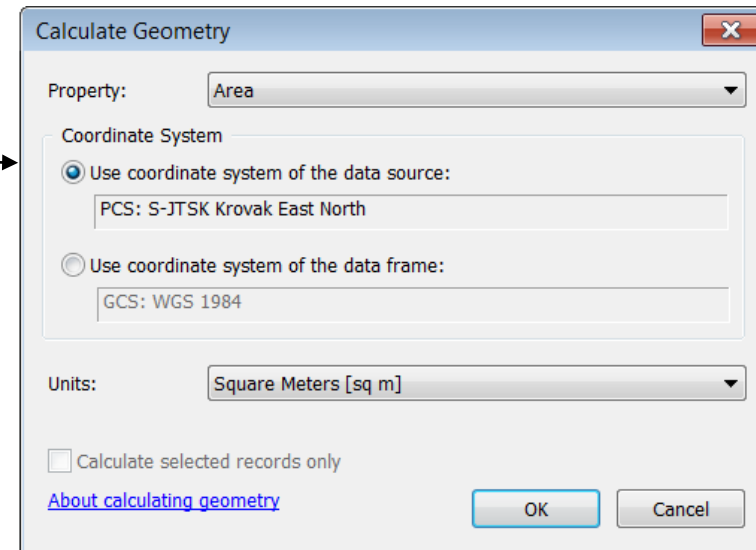
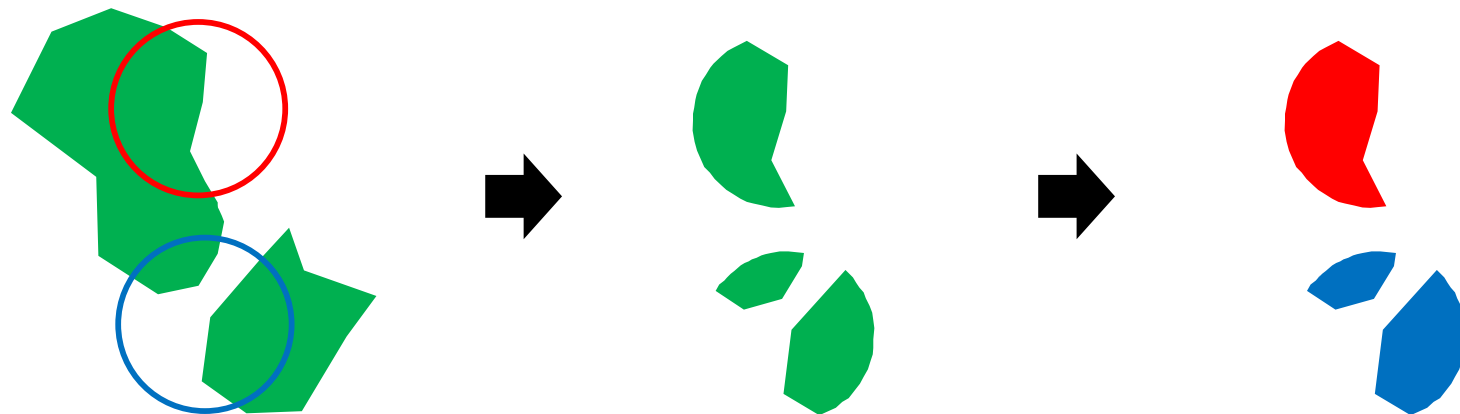
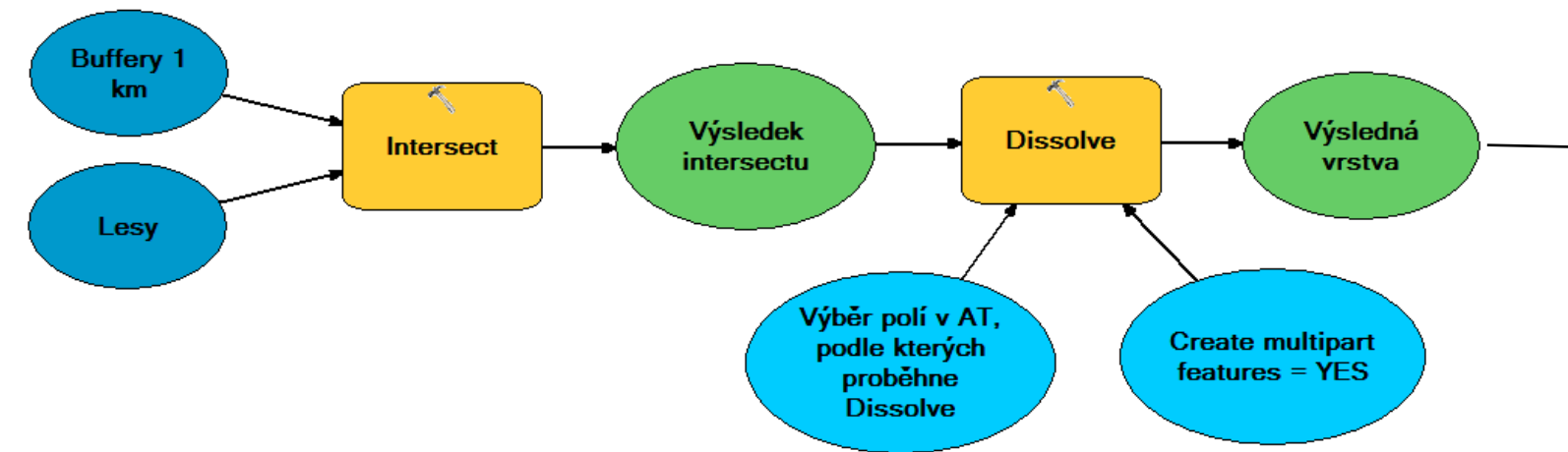
#### Generalization

- Dissolve
- Eliminate
- Eliminate Polygon Part



# Příklad použití


- Chci spočítat (přesně) plochu lesů v okolí 1 km od každého vegetačního snímku
- Přesnější (ale výpočetně náročnější) alternativa k **Tabulate Area**





# Overlay algebra pro body


- Spatial Join (Analysis Tools)


- Obecná funkce pro připojení hodnot z jedné AT do druhé AT podle prostorového překryvu vrstev
- Např. pro připojení typu biotopu k vegetačnímu snímku


-  Spatial Analyst Tools


-  Conditional


-  Density


-  Distance


-  Extraction


-  Extract by Attributes


-  Extract by Circle


-  Extract by Mask


-  Extract by Points

-  Extract by Polygon

-  Extract by Rectangle

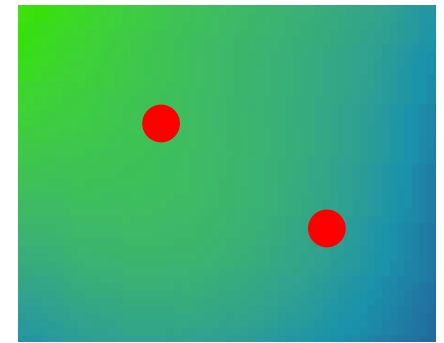
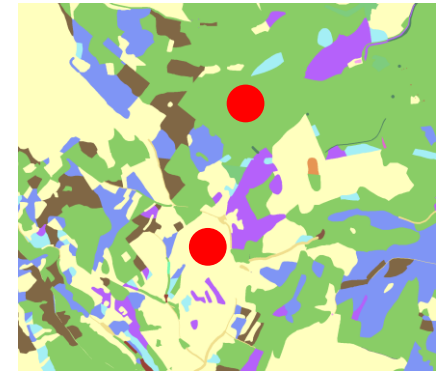
-  Extract Multi Values to Points

-  Extract Values to Points

-  Sample

Připojí hodnoty z více rastrů do AT bodové vrstvy. Výsledkem jsou nové sloupce v AT bodové vrstvy (sloupce lze předem pojmenovat).

Připojí hodnoty z rastru do AT bodové vrstvy. Přidá jeden sloupec s názvem „Rastervalue“

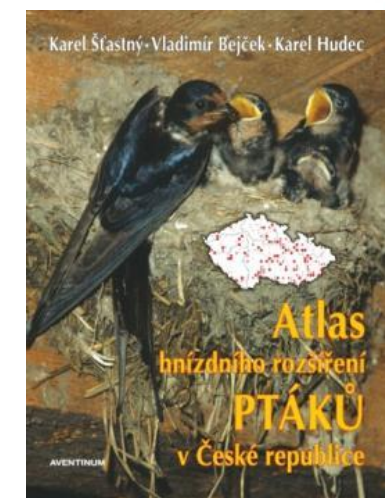




# Přehled zdrojů biologických a environmentálních dat

# Zdroje síťových dat pro ČR

- Rostliny
  - [Databanka flóry České republiky](#)
- Savci
  - Série atlasů od Miloše Anděry z Národního muzea v Praze
  - Anděra, M. & Gaisler, J. (2012): Savci České republiky. Academia, Praha
  - Biolib, Nálezová databáze AOPK
- Ptáci
  - Série atlasů od K. Šťastného, V. Bejčka a K. Hudce
  - 1973–1977, 1985–1989, 2001–2003
- Plazi a obojživelníci
  - Mikátová, B., Vlašín, M. & Zavadil, V. (2001) Atlas rozšíření plazů v České republice, AOPK, Brno.
  - Moravec, J. (1994) Atlas rozšíření obojživelníků v České republice. Národní muzeum, Praha.
  - Biolib, Nálezová databáze AOPK



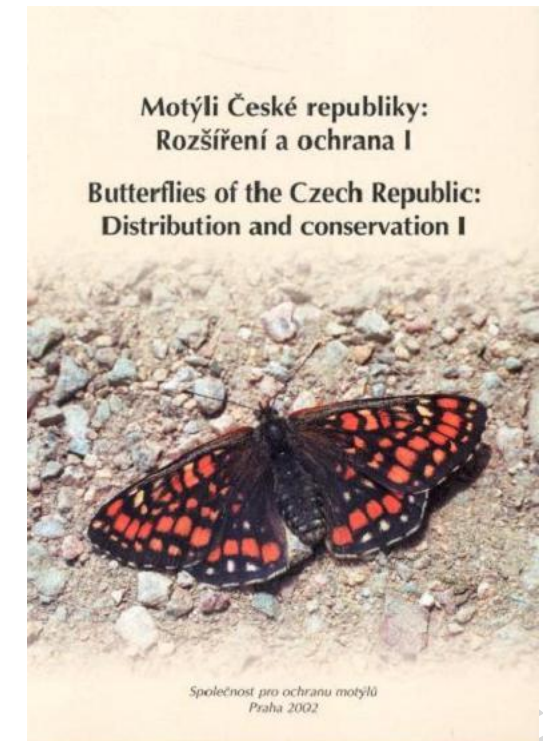
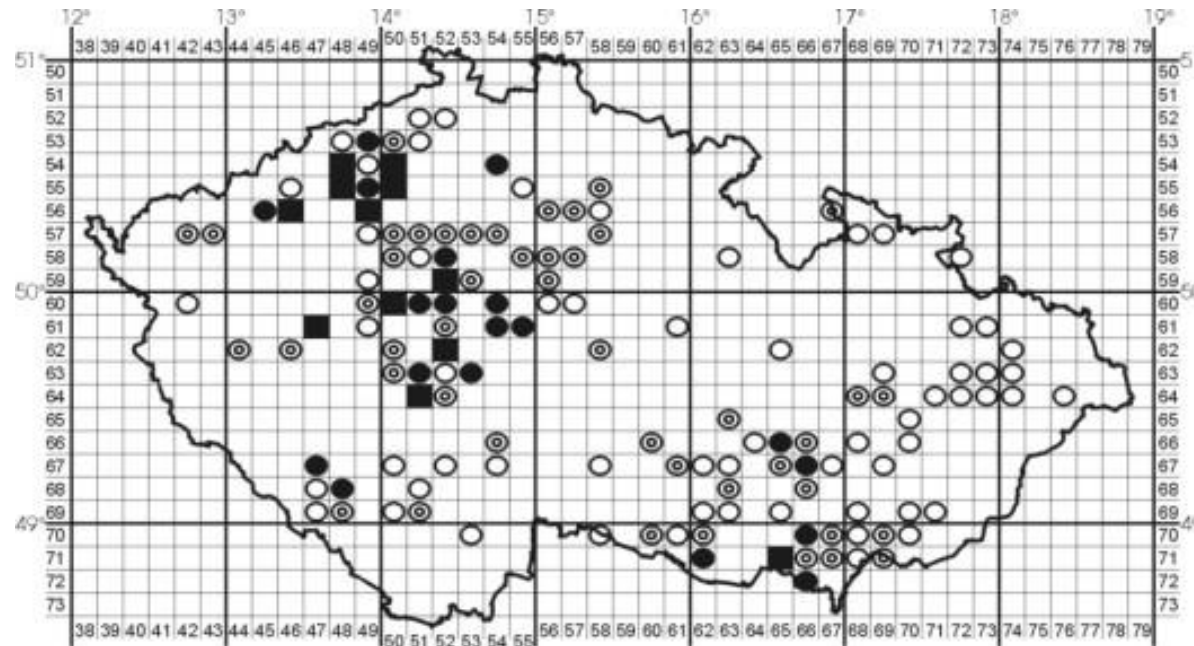
# Zdroje síťových dat pro ČR

- Motýli

- Beneš, J. & Konvička, M. (2002): Motýli České republiky: rozšíření a ochrana I a II. SOM, Praha
- Mapy dostupné [on-line](#)

- Další bezobratlí

- Biolib



# Zdroje síťových data pro Evropu

- Rostliny
  - [Atlas Florae Europaeae](#)
- Savci
  - [Atlas of European Mammals](#)
  - Data ke stažení jako supplementum článku Heikinheimo et al. (2007)
- Ptáci
  - [EBCC Atlas of European Breeding Birds](#)
- Obojživelníci a plazi
  - [Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe](#)
  - Aktualizovaná data ke stažení [zde](#)

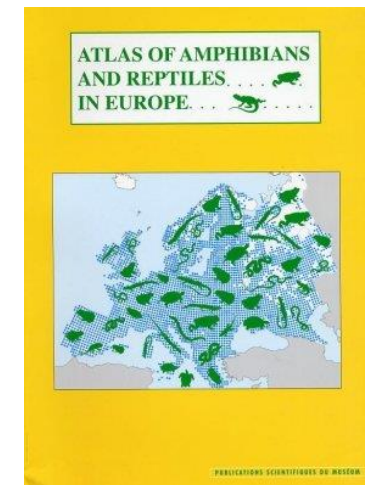
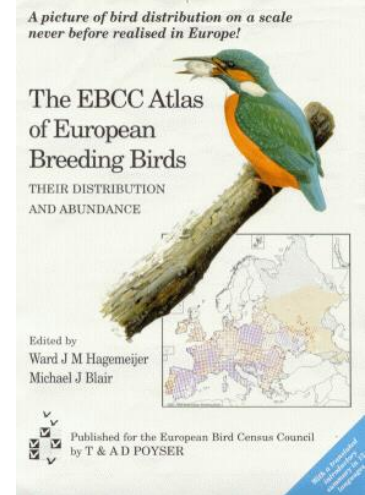
## THE ATLAS OF EUROPEAN MAMMALS

A J Mitchell-Jones, G Amori, W Bogdanowicz, B Kryštufek, P J H Reijnders, F Spitzenberger, M Stubbe, J B M Thissen, V Vohralik & J Zima



POYSER NATURAL HISTORY

Published by T & A D POYSER for the Societas Europaea Mammalogica



Heikinheimo, H., Fortelius, M., Eronen, J. & Mannila, H. (2007) Biogeography of European land mammals shows environmentally distinct and spatially coherent clusters. *Journal of Biogeography* 34, 1053–1064.

# Zdroje síťových dat z různých koutů Evropy

- Ptáci
  - Španělsko (<http://proyectoavis.com/>)
  - Finsko (<http://atlas3.lintuatlas.fi/>)
  - Provence-Alpes-Côte d'Azur (<http://www.faune-paca.org/>)
  - Velká Británie (<http://blx1.bto.org/>)
- Savci
  - Polsko (<http://www.iop.krakow.pl/>)
- Obojživelníci a plazi
  - Polsko (<http://www.iop.krakow.pl/>)

# Mapy areálů (range maps)

The IUCN Red List of Threatened Species™ 2015-4

Login | FAQ | Contact | Terms of use | IUCN.org

[About](#)
[Initiatives](#)
[News](#)
[Photos](#)
[Partners](#)
[Sponsors](#)
[Resources](#)
[Take Action](#)

Enter Red List search term(s)  [OTHER SEARCH OPTIONS](#) [Discover more](#)

**DONATE NOW!**

THE IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES Scientific or Common name

HOME SPECIES RANGE OBSERVATION PROTECTED AREAS

CHANGE BASEMAP

+  
 -

LEAST CONCERN (LC)  
 NEAR THREATENED (NT)  
 VULNERABLE (VU)

Mammalia > Carnivora > Ursidae  
**Ursus arctos**  
 Brown Bear  
[Download Spatial data](#)

[Back to Red List Page](#)  
 LC > NT VU EN CR EW EX

Extant (resident)  
 Probably Extant (resident)  
 Extinct

**BROWSE IMAGES**  
 ARKive (75 found)

IUCN and Wildlife Conservation Society  
 2008. Ursus arctos. The IUCN Red List of  
 Threatened Species. Version 2015-3

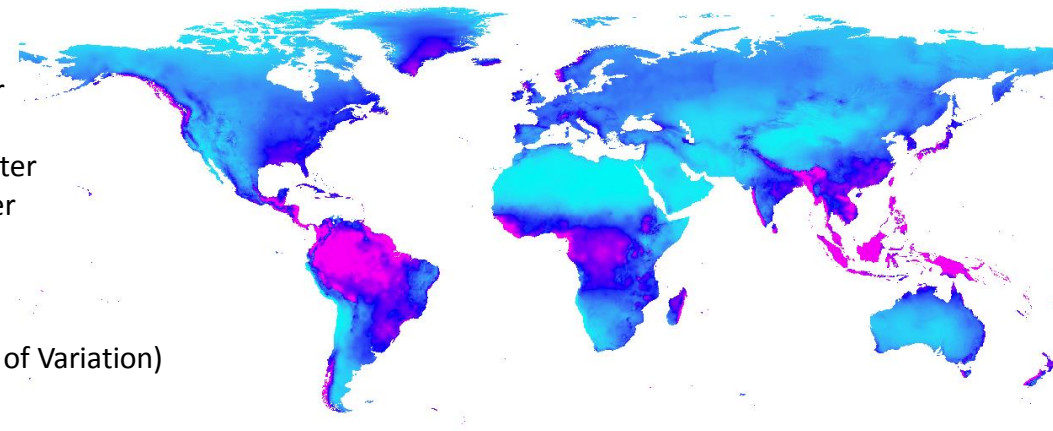
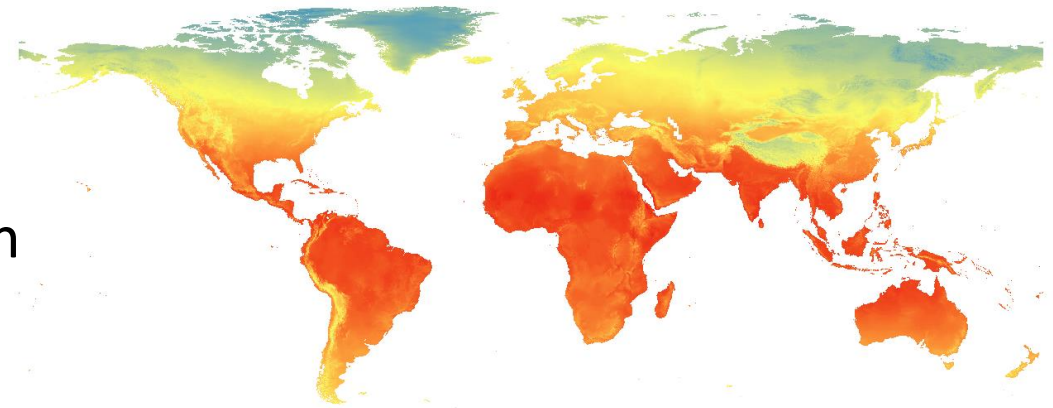
IUCN SSC  
 Species Survival Commission

Terms of Use Disclaimer  1

# Klimatická data (modely)

- [WorldClim](#) – Globální klimatická data
- Current, past and future conditions in resolution of 30 arc-seconds (~1 km)
- Měsíční teploty a srážky
- BIOCLIM

- BIO1 = Annual Mean Temperature
- BIO2 = Mean Diurnal Range (Mean of monthly (max temp - min temp))
- BIO3 = Isothermality (P2/P7) (\* 100)
- BIO4 = Temperature Seasonality (standard deviation \*100)
- BIO5 = Max Temperature of Warmest Month
- BIO6 = Min Temperature of Coldest Month
- BIO7 = Temperature Annual Range (P5-P6)
- BIO8 = Mean Temperature of Wettest Quarter
- BIO9 = Mean Temperature of Driest Quarter
- BIO10 = Mean Temperature of Warmest Quarter
- BIO11 = Mean Temperature of Coldest Quarter
- BIO12 = Annual Precipitation
- BIO13 = Precipitation of Wettest Month
- BIO14 = Precipitation of Driest Month
- BIO15 = Precipitation Seasonality (Coefficient of Variation)
- BIO16 = Precipitation of Wettest Quarter
- BIO17 = Precipitation of Driest Quarter
- BIO18 = Precipitation of Warmest Quarter
- BIO19 = Precipitation of Coldest Quarter



# Další odvozená data

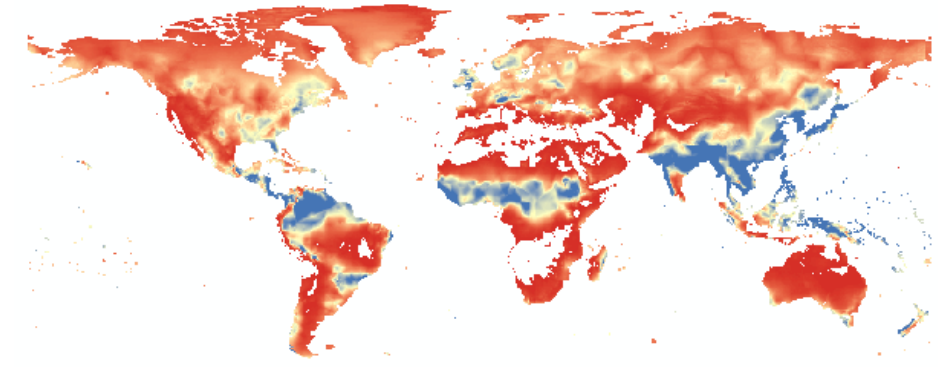
- [Global Aridity and PET Database](#)
  - Odvozeno z WorldClim
  - Rozlišení 30 arc-seconds (~1 km)
  - Globální





# Další klimatická data

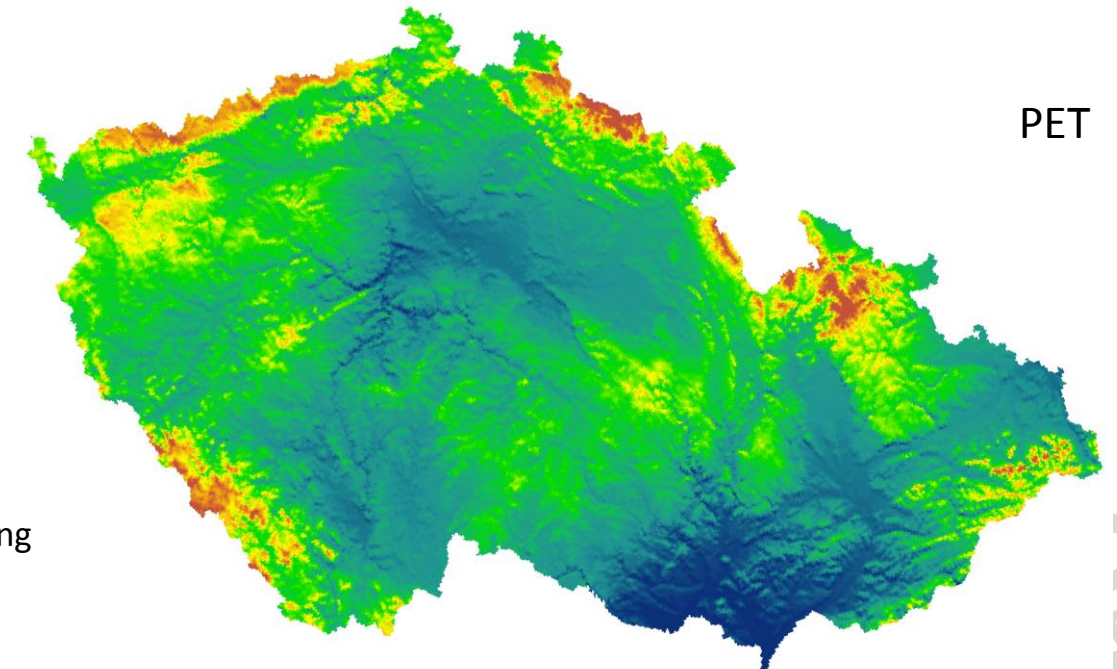
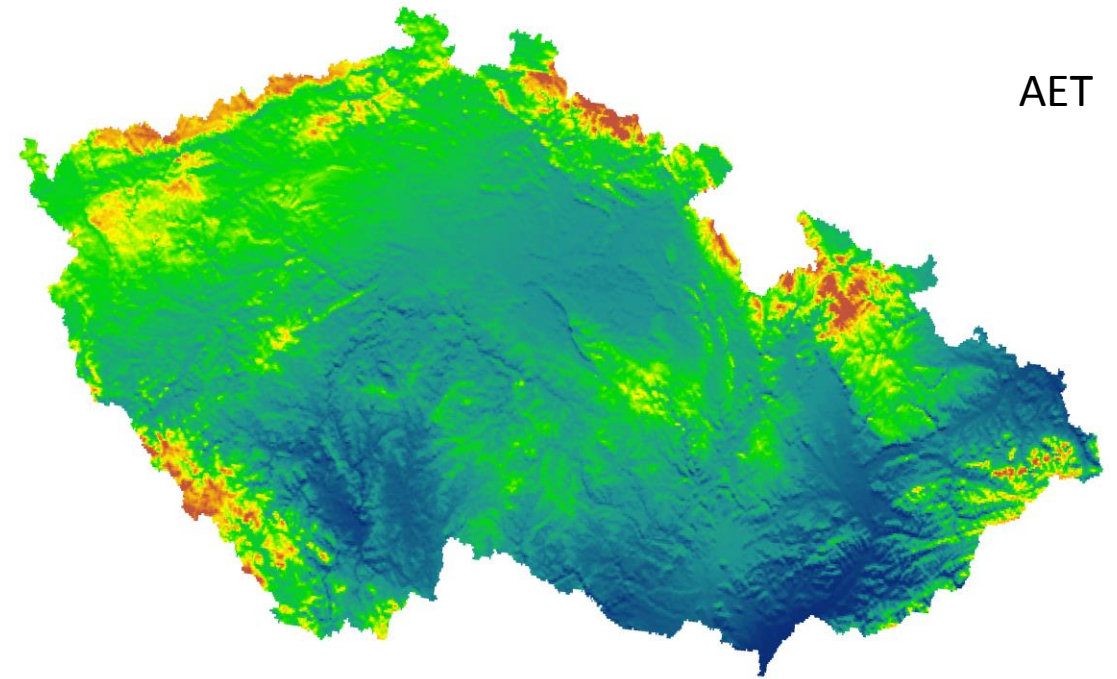
- [CRU-TS v3.10.01 Historic Climate Database for GIS](#)
  - Období 1901–2006
  - Globální data v rozlišení 0.5°



Label	Variable	Unit	Scaling Factor
cld	cloud cover	%	10
dtr	diurnal temperature range	degree Celcius	10
frs	frost day frequency	days	100
pre	precipitation	mm	10
tmp	daily mean temperature	degree Celcius	10
tmn	monthly average daily minimum temperature	degree Celcius	10
tmx	monthly average daily maximum temperature	degree Celcius	10
vap	vapour pressure	hecta-Pascals	10
wet	wet day frequency	days	100

# Water Balance Toolbox

- [Water Balance Toolbox \(v.2\) for ArcGIS](#) (Dyer, 2009)
- Modelování aktuální (AET) a potenciální (PET) evapotranspirace
- Vstupní data
  - digitální model reliéfu
  - měsíční teploty, srážky a radiace
  - dostupná vodní kapacita půd

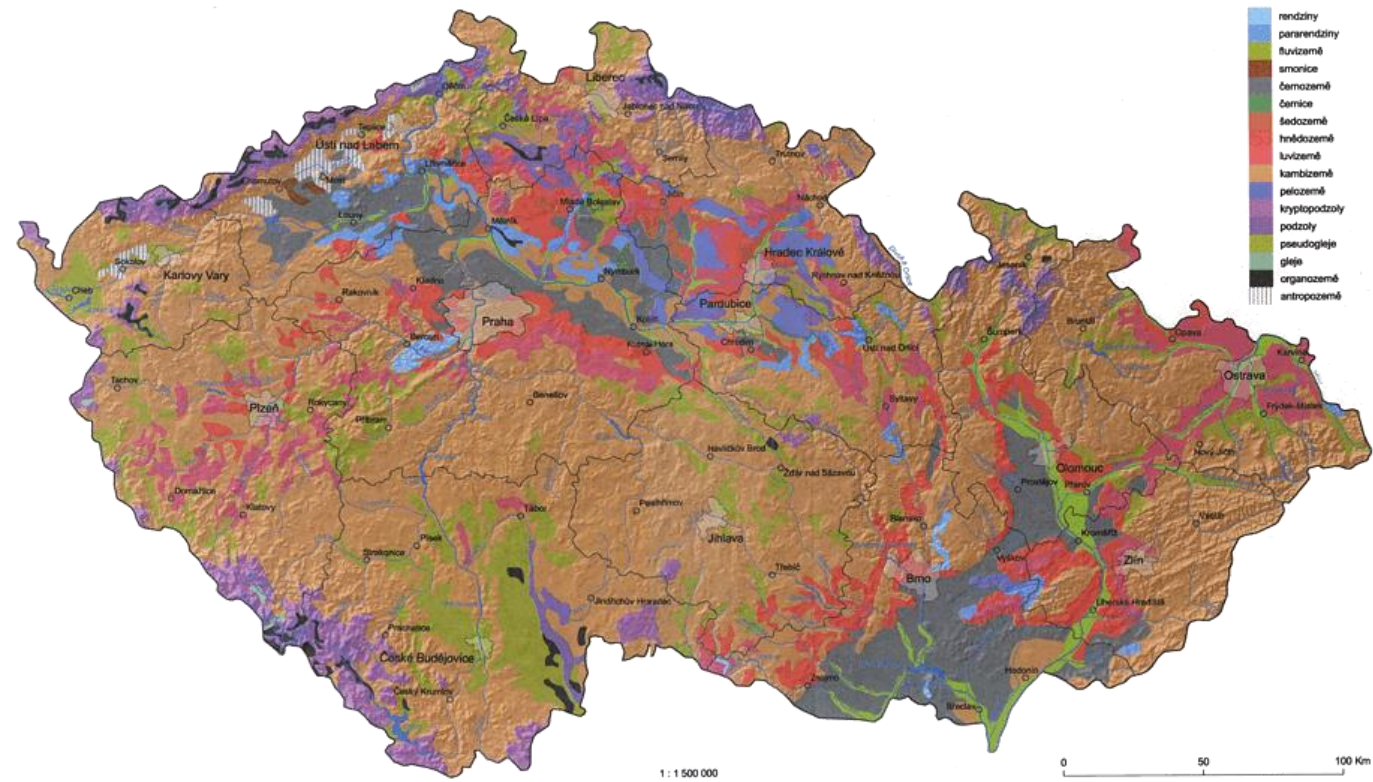


Dyer, J.M. (2009) Assessing topographic patterns in moisture use and stress using a water balance approach. *Landscape Ecology*, 24: 391-403.



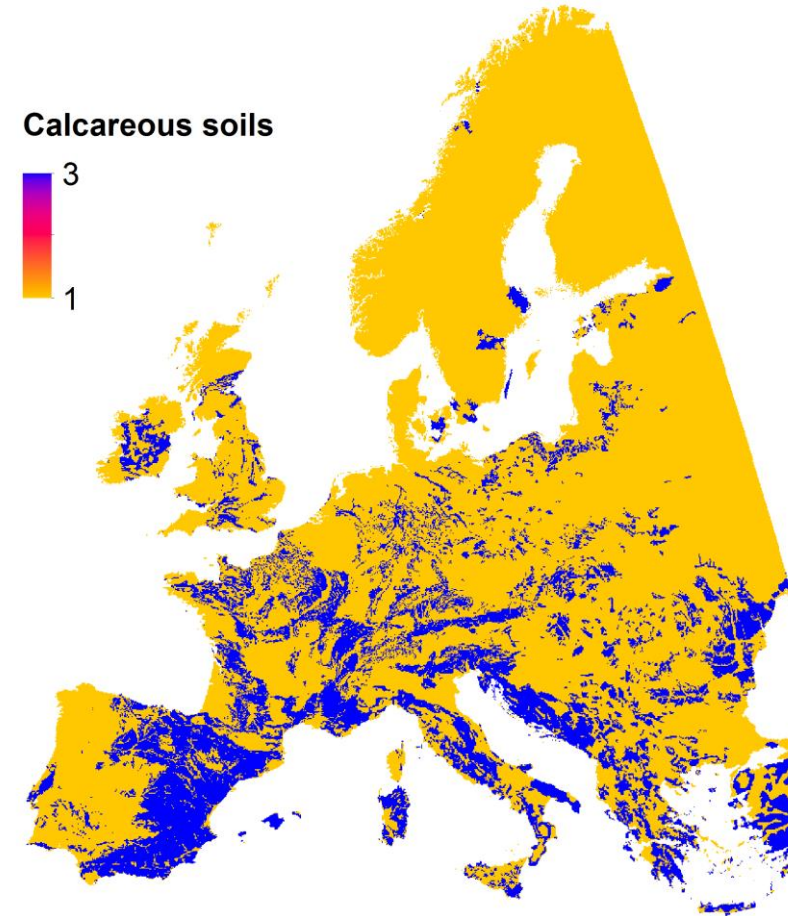
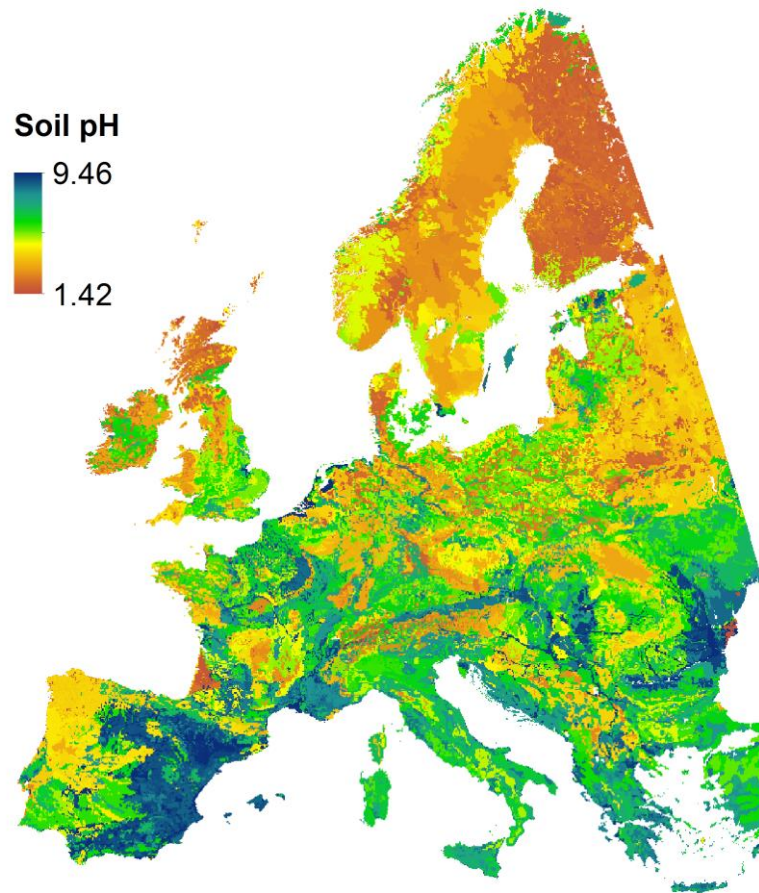
# Půdy

- Půdní mapa ČR [1:50 000](#) a 1:500 000



# Chemismus půdy

- Půdní pH v rozlišení 4 × 4 km
- Vápnitost půd (3 kategorie)



# Chemismus půdy

- [www.soilgrids.org](http://www.soilgrids.org)
- Fyzikální a chemické vlastnosti půd
- Globální vrstvy v rozlišení až 250 m
- Data z půdních profilů modelovaná pomocí Random Forests

