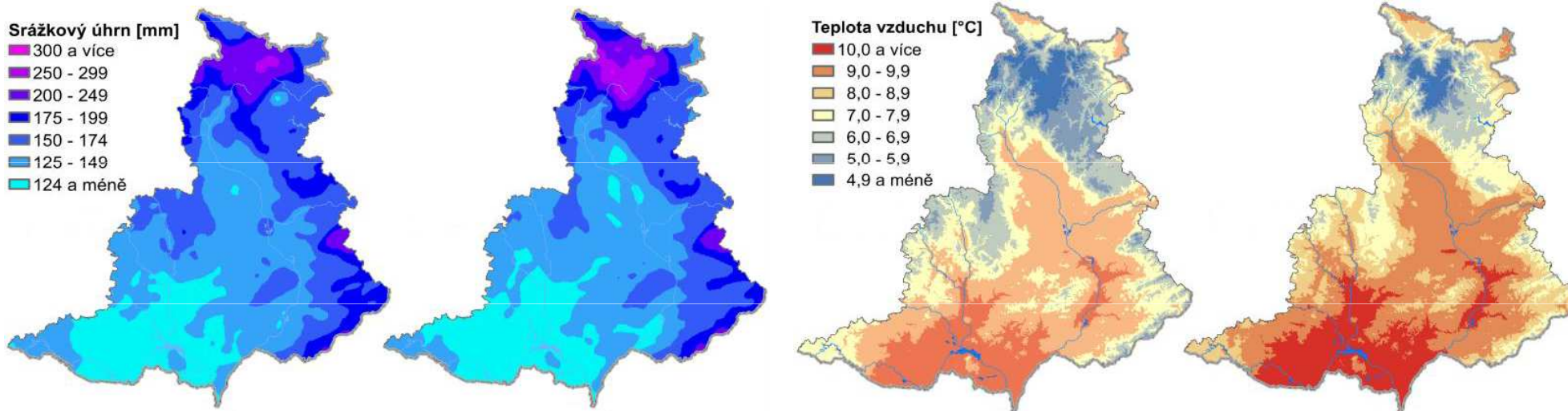


Seminární práce

- Klimatografie vybraného regionu
- Porovnání normálových období 1961–1990 a 1991–2020

Odevzdání do 30.11.2024



Koncepce seminární práce

- Každý si vybere jeden region složený z několika okresů ČR:
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1FoxdVISUn76CcT_ppTUURJj4xp7bGda4gh9PF-AuS3E/edit?usp=sharing
- K dispozici budete mít:
 - **teplotní charakteristiky** a pro 305 klimatologických stanic (.csv tabulky)
 - **srážkové charakteristiky** pro 787 srážkoměrných stanic v rámci v ČR (.csv tabulky)
 - **bodové vrstvy** obou typů stanic pro GIS (.shp) včetně některých charakteristik

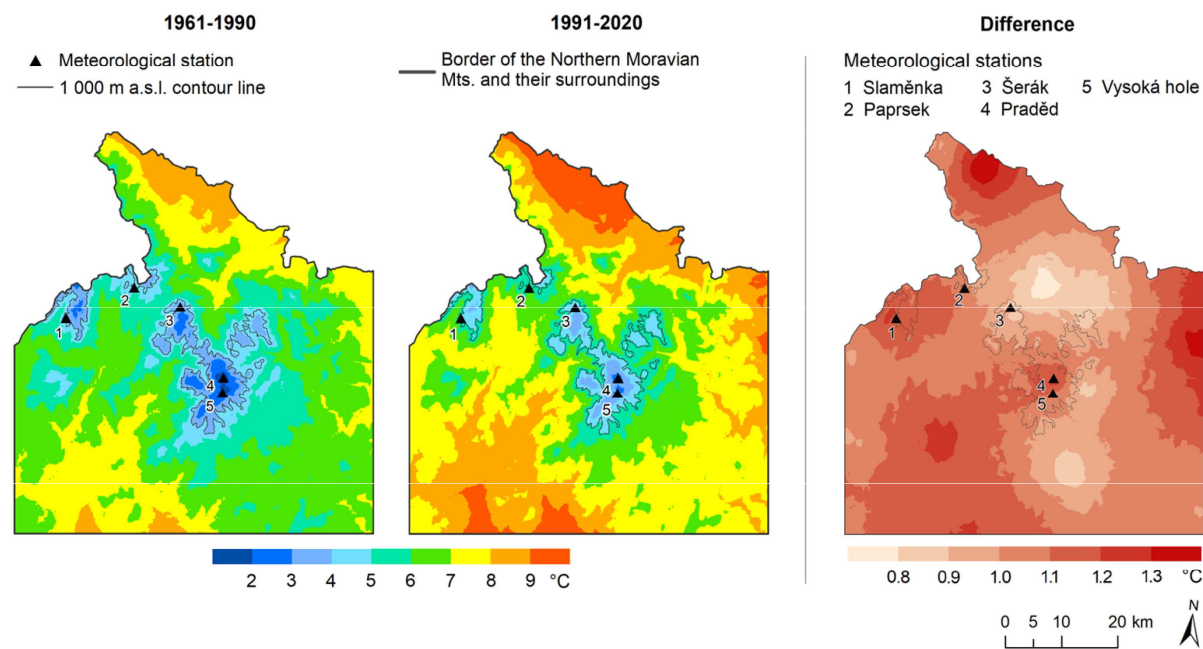
| Name | Size | Packed | Name | Size | Packed |
|--|---------|--------|--------------------------------|---------|--------|
| .. | | | .. | | |
| Srážky_1991_2020.csv | 231 821 | 68 218 | Průměrná_teplota_1991_2020.shx | 2 540 | 712 |
| Srážky_1961_1990.csv | 232 417 | 68 099 | Průměrná_teplota_1991_2020.shp | 8 640 | 4 189 |
| Průměrná_teplota_1991_2020.csv | 111 832 | 42 249 | Průměrná_teplota_1991_2020.sbx | 452 | 230 |
| Průměrná_teplota_1961_1990.csv | 111 897 | 42 240 | Průměrná_teplota_1991_2020.sbn | 3 380 | 2 274 |
| Průměrná_rychlost_větru_1991_2020.csv | 110 139 | 38 675 | Průměrná_teplota_1991_2020.prj | 145 | 121 |
| Průměrná_rychlost_větru_1961_1990.csv | 110 100 | 38 790 | Průměrná_teplota_1991_2020.dbf | 280 792 | 43 883 |
| Průměrná_minimální_denní_teplota_1991_2020.csv | 112 492 | 42 341 | Průměrná_teplota_1991_2020.cpg | 5 | 7 |
| Průměrná_minimální_denní_teplota_1961_1990.csv | 112 707 | 42 246 | Průměrná_teplota_1961_1990.shx | 2 540 | 712 |
| Průměrná_maximální_denní_teplota_1991_2020.csv | 110 494 | 42 041 | Průměrná_teplota_1961_1990.shp | 8 640 | 4 189 |
| Průměrná_maximální_denní_teplota_1961_1990.csv | 111 134 | 42 277 | Průměrná_teplota_1961_1990.sbx | 452 | 230 |
| Počet_tropických_nocí_1991_2020.csv | 42 912 | 9 125 | Průměrná_teplota_1961_1990.sbn | 3 380 | 2 274 |
| Počet_tropických_nocí_1961_1990.csv | 35 178 | 7 887 | Průměrná_teplota_1961_1990.prj | 145 | 121 |
| Počet_tropických_dní_1991_2020.csv | 58 046 | 13 502 | Průměrná_teplota_1961_1990.dbf | 280 792 | 43 913 |
| | | | Průměrná_teplota_1961_1990.cpg | 5 | 7 |

Koncepce seminární práce

- Vaším úkolem bude:
 - zpracovat **mapy geografického rozložení** několika základních klimatických charakteristik ve vybraném regionu pro obě **normálová období** 1961–1990 a 1991–2020 (dále **NO**)
 - Zpracovat ročních chod vybraných charakteristik (grafy/tabulky) pro **nejvýše a nejniže položenou stanici** ve vybraném regionu pro obě NO
 - V komentářích porovnávat jak prostorovou variabilitu v rámci regionu, tak rozdíl mezi oběma NO

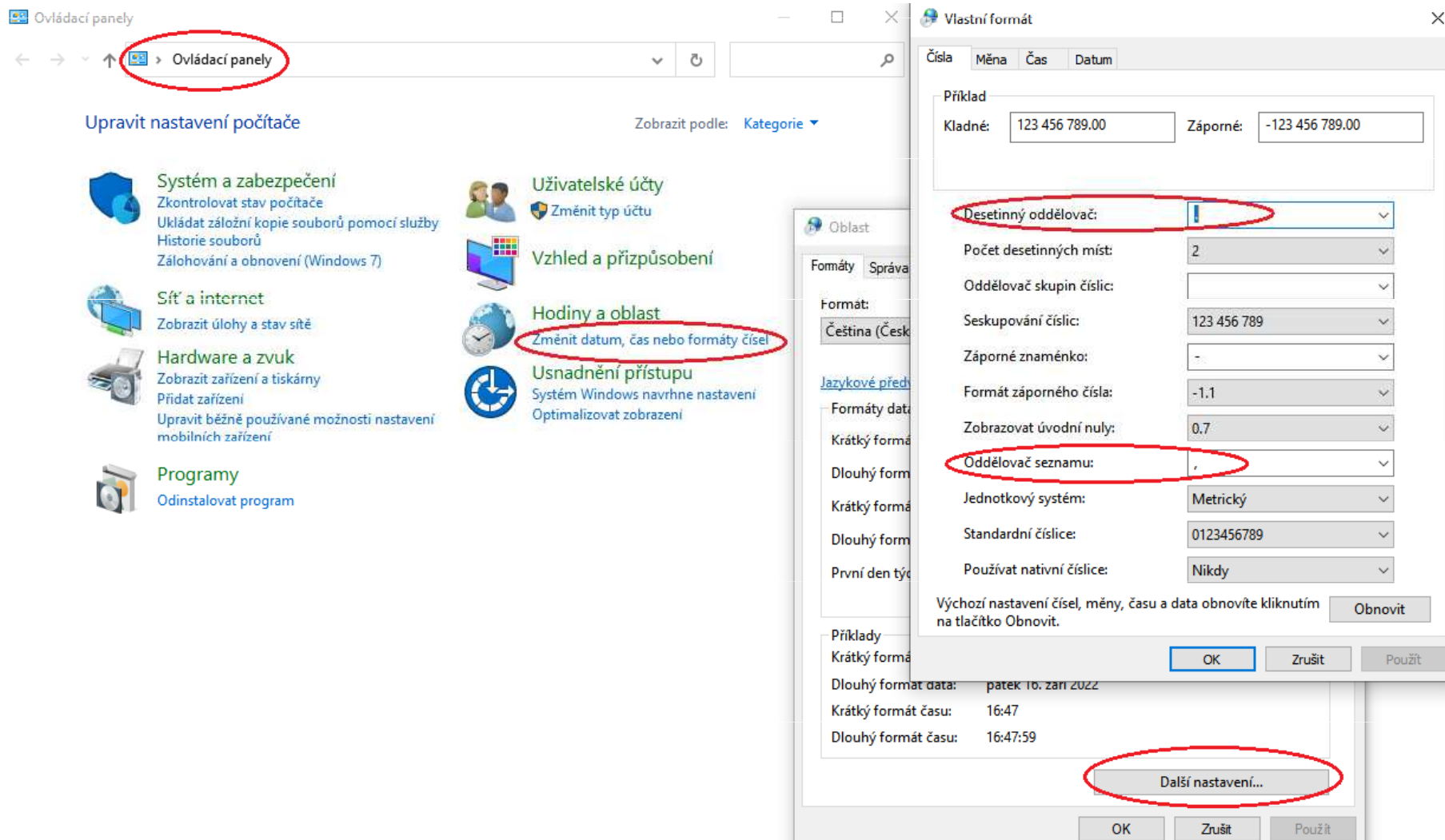
Příklad z impaktované publikace -> porovnání NO pro Jeseníky:

(Dolák, L.; Řehoř, J.; Láska, K.; Štěpánek, P.; Zahradníček, P. Air Temperature Variability of the Northern Mountains in the Czech Republic. *Atmosphere* **2023**, *14*, 1063. <https://doi.org/10.3390/atmos14071063>)



Data: tabulky s průměry NO

- Soubory .csv, oddělovač sloupců čárka, desetinná tečka
- Otevření v R -> nebo `read.csv()` nebo `read.table()`
- Otevření v MS Excel -> je třeba mít správně nastavené oddělovače ve Windows:



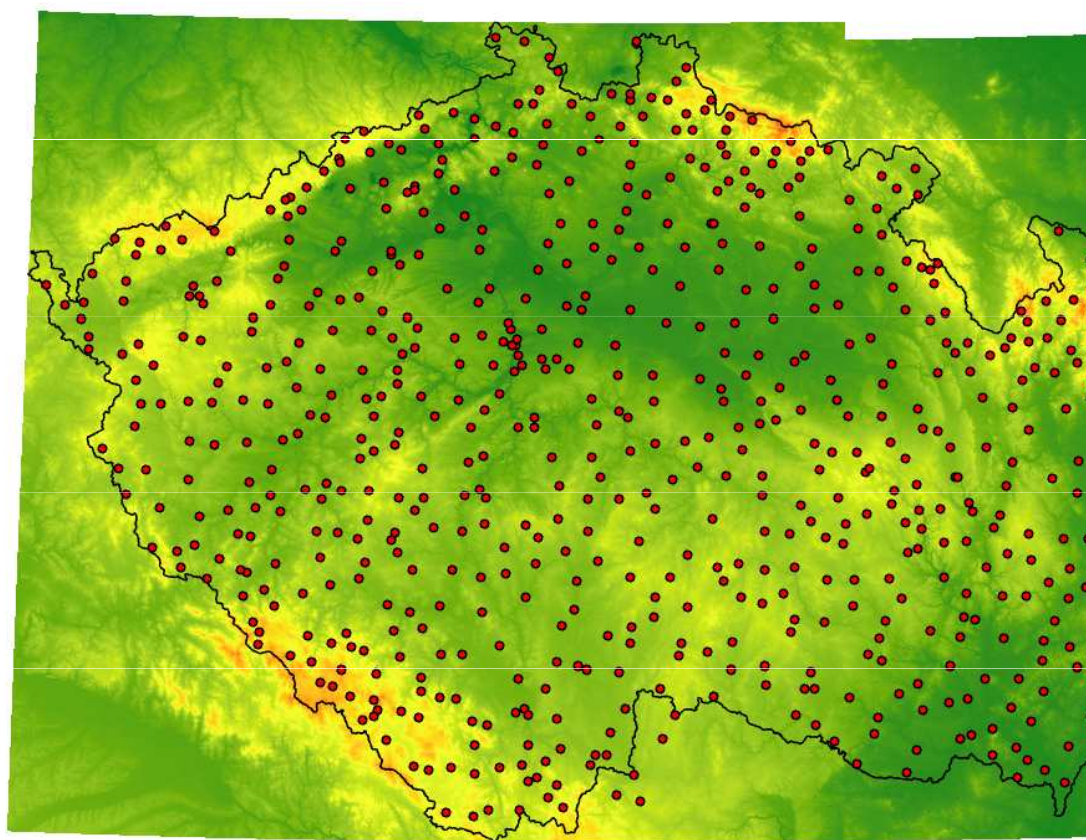
Data: tabulky s průměry NO

- Pro každé NO a veličinu je jedna tabulka ve **studijních materiálech**
- Zdroj dat: tzv. *technické řady* vytvořené na základě volně dostupných staničních dat od ČHMÚ, data byla homogenizována a doplněná pro celé období 1961–2020, tzn. jsou tam i stanice, které reálně neměřily celou dobu

| | name | id | lat | lon | alt | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | YEAR | WHY | SHY | DJF | MAM | JJA | SON |
|----|-----------------------|----------|---------|---------|-----|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|-----|
| 1 | Brumov-Bylnice | B1BRBY01 | 49.0914 | 18.0247 | 331 | -2.8 | -0.7 | 3.1 | 8.0 | 12.9 | 15.8 | 17.1 | 16.6 | 13.1 | 8.6 | 3.4 | -1.0 | 7.9 | 1.8 | 13.9 | -1.5 | 8.0 | 16.5 | 8.4 |
| 2 | Budětsko | B1BUDE01 | 49.5861 | 16.9261 | 442 | -3.4 | -1.5 | 2.3 | 7.3 | 12.4 | 15.4 | 16.9 | 16.6 | 12.9 | 8.1 | 2.5 | -1.5 | 7.3 | 1.1 | 13.6 | -2.1 | 7.3 | 16.3 | 7.9 |
| 3 | Bystřice pod Hostýnem | B1BYSH01 | 49.3964 | 17.6706 | 314 | -2.5 | -0.5 | 3.4 | 8.5 | 13.4 | 16.2 | 17.7 | 17.2 | 13.7 | 9.0 | 3.5 | -0.6 | 8.3 | 2.0 | 14.5 | -1.2 | 8.4 | 17.0 | 8.7 |
| 4 | Hodonín | B1HODO01 | 48.8617 | 17.1456 | 175 | -1.9 | 0.3 | 4.4 | 9.5 | 14.4 | 17.4 | 18.9 | 18.4 | 14.7 | 9.5 | 4.2 | 0.1 | 9.1 | 2.8 | 15.5 | -0.5 | 9.4 | 18.2 | 9.5 |
| 5 | Holešov | B1HOLE01 | 49.3206 | 17.57 | 222 | -2.4 | -0.3 | 3.7 | 8.8 | 13.7 | 16.6 | 18.0 | 17.6 | 13.9 | 9.0 | 3.8 | -0.4 | 8.5 | 2.2 | 14.8 | -1.0 | 8.7 | 17.4 | 8.9 |
| 6 | Ivanovice na Hané | B1IVAN01 | 49.3092 | 17.0894 | 243 | -2.8 | -0.6 | 3.5 | 8.9 | 13.9 | 16.9 | 18.3 | 17.8 | 14.1 | 8.9 | 3.5 | -0.6 | 8.5 | 2.0 | 15.0 | -1.3 | 8.8 | 17.7 | 8.9 |
| 7 | Konice | B1KONI01 | 49.5922 | 16.8922 | 425 | -3.3 | -1.4 | 2.3 | 7.3 | 12.4 | 15.5 | 16.9 | 16.5 | 12.9 | 8.1 | 2.6 | -1.4 | 7.4 | 1.1 | 13.6 | -2.1 | 7.4 | 16.3 | 7.9 |
| 8 | Kroměříž | B1KROM01 | 49.2847 | 17.3653 | 233 | -2.3 | -0.2 | 3.8 | 9.0 | 13.9 | 16.9 | 18.3 | 17.9 | 14.3 | 9.2 | 3.9 | -0.3 | 8.7 | 2.4 | 15.1 | -0.9 | 8.9 | 17.7 | 9.2 |
| 9 | Luhačovice | B1LUHA01 | 49.1017 | 17.765 | 297 | -2.2 | -0.2 | 3.7 | 8.7 | 13.5 | 16.3 | 17.6 | 17.1 | 13.4 | 8.9 | 3.8 | -0.5 | 8.3 | 2.3 | 14.4 | -1.0 | 8.6 | 17.0 | 8.7 |
| 10 | Dracovice | B1DRAC01 | 49.4647 | 17.1133 | 226 | -2.8 | -0.5 | 3.5 | 8.7 | 13.8 | 16.8 | 18.3 | 17.7 | 14.0 | 8.8 | 3.5 | -0.6 | 8.4 | 2.0 | 14.9 | -1.3 | 8.7 | 17.6 | 8.8 |

Data: vrstvy pro GIS ve studijních materiálech

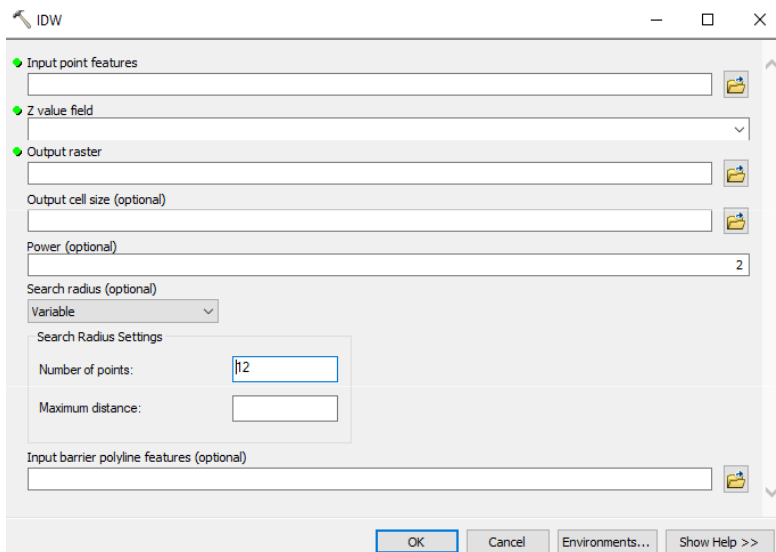
- **ArcCR500 + Administrativní členění ČR:** hranice okresů pro ohraničení regionu; řeky, apod. do přehledové mapy
- **Reliéf:** dvě verze, nižší rozlišení (500m grid) a vyšší rozlišení (30m grid – při zpracování map náročné na výkon počítače)
- **Klimatologické a srážkoměrné stanice** včetně veličin, které budete mapově zobrazovat



| Srážky_1961_1990 | | | | | | | | | |
|------------------|---------|-----------|---------------------|----------|----------------------|---------|--------|-----------|--------|
| Field: | Add | Calculate | Selection: | | Select By Attributes | Zoom To | Switch | Clear | |
| FID | Shape * | name | id | lat | lon | alt | Jan | Feb | |
| 1 | 0 | Point | Blatnice | B1BLAT01 | 48.95 | 17.46 | 211 | 27.003333 | 28.056 |
| 2 | 1 | Point | Bojkovice | B1BOJK01 | 49.03 | 17.82 | 302 | 44.06 | 4 |
| 3 | 2 | Point | Brumov-Bylnice | B1BRBY01 | 49.1 | 18.02 | 350 | 51.243333 | 44.743 |
| 4 | 3 | Point | Buchlovice | B1BUCH01 | 49.08 | 17.33 | 256 | 39.216667 | 38.323 |
| 5 | 4 | Point | Bystřice pod Hostýn | B1BYSH01 | 49.4 | 17.67 | 315 | 34.963333 | |
| 6 | 5 | Point | Bzenec | B1BZEN01 | 48.98 | 17.3 | 190 | 29.093333 | 28.603 |
| 7 | 6 | Point | Kostelany | B1CHKO01 | 49.2 | 17.38 | 403 | 35.006667 | 38.726 |
| 8 | 7 | Point | Dřevohostice | B1DREV01 | 49.43 | 17.59 | 238 | 32.38 | 30.883 |
| 9 | 8 | Point | Horní Lhota | B1HLHO01 | 49.16 | 17.8 | 340 | 57.056667 | 51.466 |
| 10 | 9 | Point | Hluk | B1HLUK01 | 48.99 | 17.53 | 225 | 28.926667 | 27.346 |
| 11 | 10 | Point | Hodonín | B1HODO01 | 48.87 | 17.15 | 175 | 29.09 | 29.153 |
| 12 | 11 | Point | Holešov | B1HOLE01 | 49.32 | 17.57 | 224 | 27.836667 | 29.226 |
| 13 | 12 | Point | Chvalčov | B1HOST01 | 49.38 | 17.7 | 715 | 54.36 | 64.533 |
| 14 | 13 | Point | Ivanovice na Hané | B1IVAN01 | 49.31 | 17.09 | 245 | 25.646667 | 2 |
| 15 | 14 | Point | Kroměříž | B1KROM01 | 49.29 | 17.36 | 235 | 24.16 | 29.696 |
| 16 | 15 | Point | Kvasice | B1KVAS01 | 49.25 | 17.48 | 189 | 29.59 | 3 |

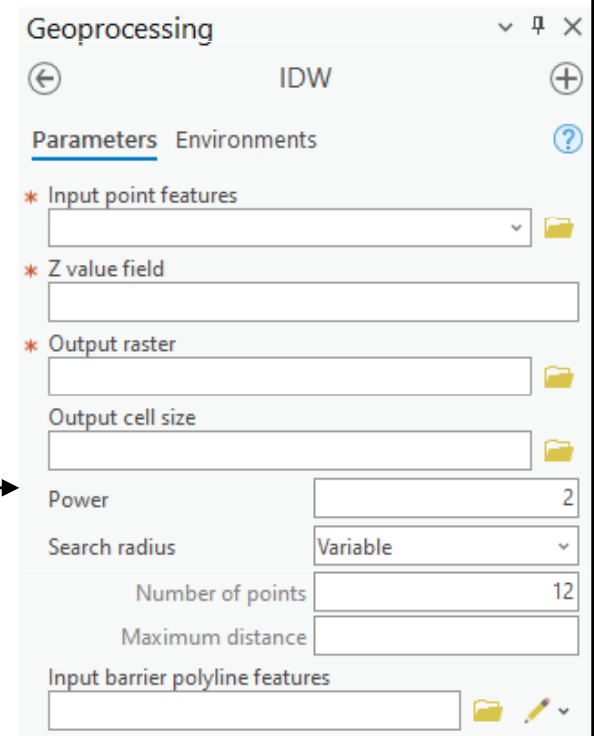
Zpracování map

- ArcGIS Pro / ArcMap / QGIS
- Možnost **studentské licence** ArcGIS Pro / ArcMap (QGIS je opensource): <https://inet.muni.cz/app/soft/licence?assign=14974>
- Z počítače v rámci univerzity: např. v knihovně PŘF
- Doporučený souřadnicový systém: WGS_1984_UTM_Zone_33N (EPSG: 32633)
- Hranice regionu: vrstva okresů -> vybrat zpracovávané okresy (**selection**) a vytvořit z nich novou vrstvu (**create new layer from selected feature**), následně sloučit okresy do jednoho polygonu (**dissolve**)
- **Interpolace** bodových dat do prostorové vrstvy
-> doporučená metoda **IDW** (inverse distance weighting)



ArcMap

ArcGIS Pro

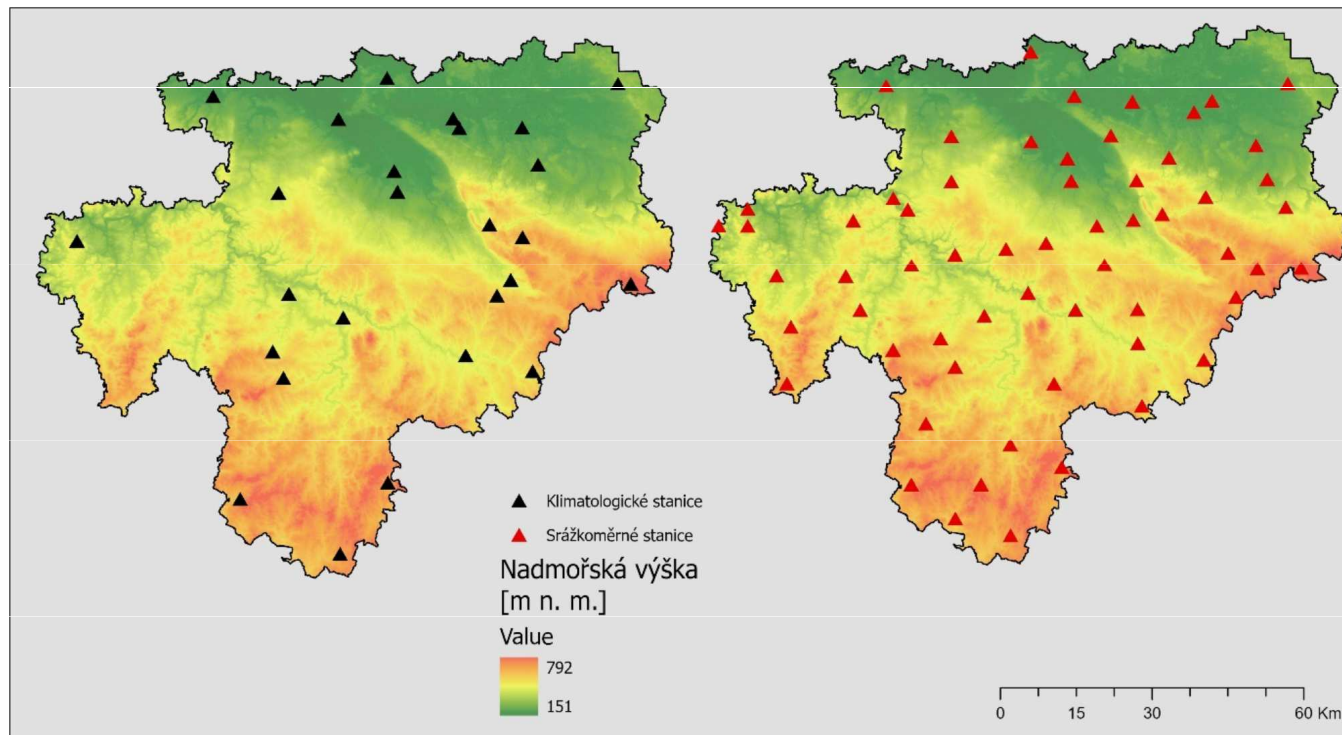


Výstupy Seminární práce

1. Obecná charakteristika

- Vymezení polohy studovaného území v rámci ČR, říční síť, reliéf (**mapa a stručný popis**)
- Mapa sítě klimatologických a srážkoměrných stanic vybraného regionu (**2 mapy + slovní komentář rozložení**)

Příklad:

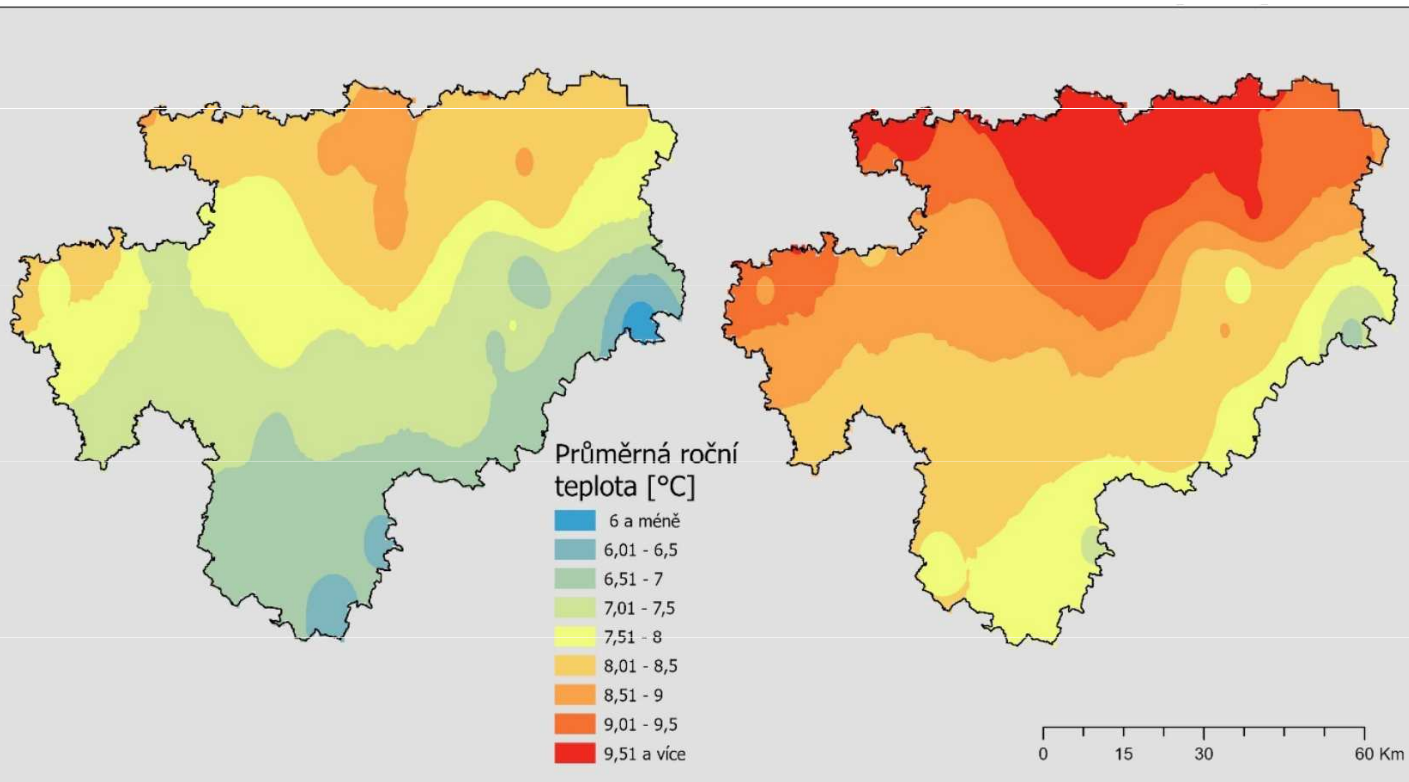
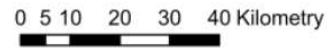
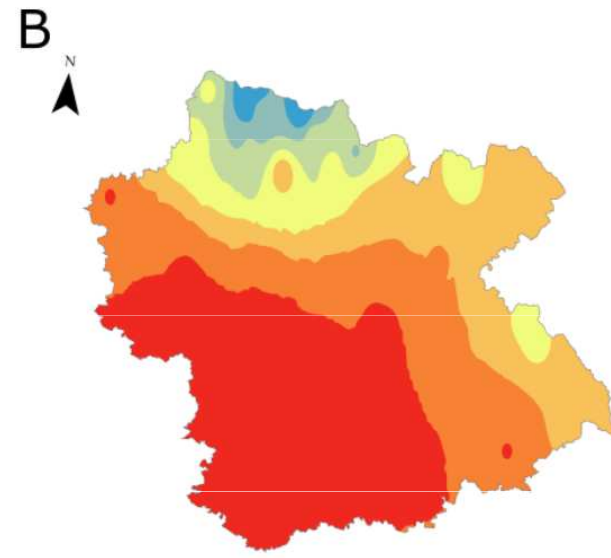
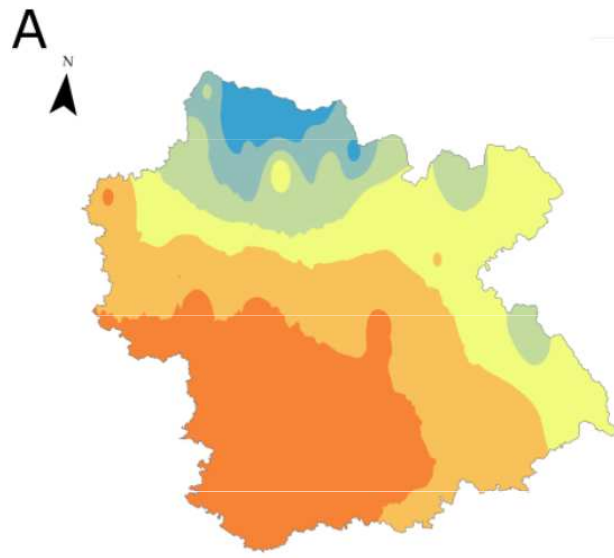


Výstupy Seminární práce

2. Teplotní poměry

- Geografické rozložení **průměrné roční teploty vzduchu** v obou NO v regionu (**2 mapy** + komentář)
 - Mapy stejné veličiny pro dvě NO musí mít stejnou barvenou legendu => **stejná barva značí stejnou teplotu** v obou mapách (stejně i u srážek či větru)
- Roční chod (**jednotlivé měsíce a roční průměr**) teploty vzduchu pro **nejvýše a nejniže položenou stanici** v regionu **v obou NO (1 tabulka, 1 graf, komentář)**, v tabulce vypočítat i **diference** (rozdíly) mezi NO, do grafu dát obě NO zároveň
 - Typ grafu: Teplota => **liniové grafy**, Srážky a počty dnů s charakteristickou teplotou => **sloupcové grafy**

Příklady:



Výstupy Seminární práce

Roční chod:

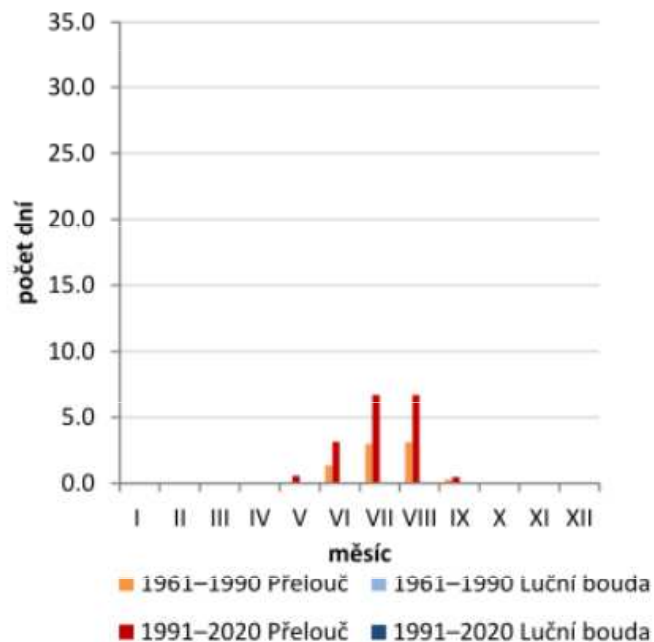
- **průměrných denních** maxim a minim teploty vzduchu
- **absolutních** maxim a minim teploty vzduchu
- Pro nejvýše a nejniže položenou stanici pro obě NO (**1 velká tabulka** – včetně diferencí mezi NO, **4 grafy**, komentář)

Roční chod průměrného počtu dnů:

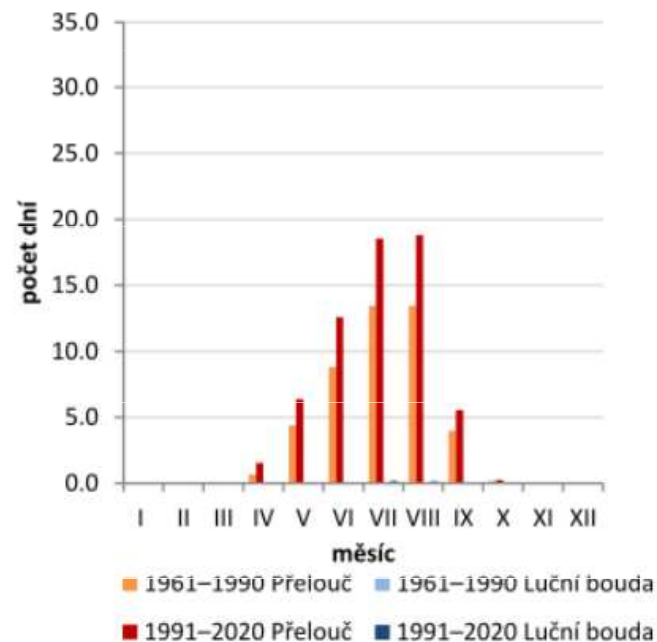
- tropických ($T_{MAX} \geq 30,0 \text{ °C}$)
- letních ($T_{MAX} \geq 25,0 \text{ °C}$)
- mrazových ($T_{MIN} \leq -0,1 \text{ °C}$)
- ledových ($T_{MAX} \leq -0,1 \text{ °C}$)
- Pro nejvýše a nejniže položenou stanici pro obě NO (**1 velká tabulka** – včetně diferencí mezi NO, **4 grafy**, komentář)
- U všech grafů dnů s char. teplotou stejné měřítko na ose y
- Čtveřice grafů ideálně spojovat do clusteru – jednoho obrázku

Příklad:

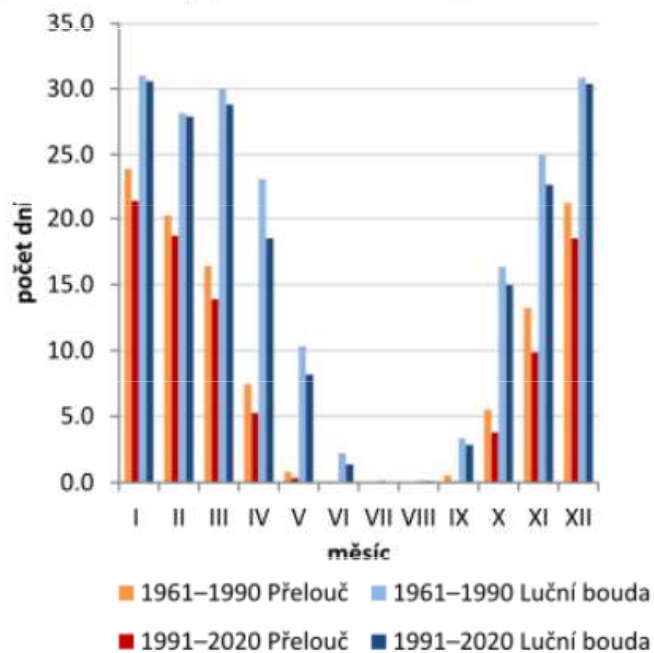
A) Průměrný počet tropických dnů



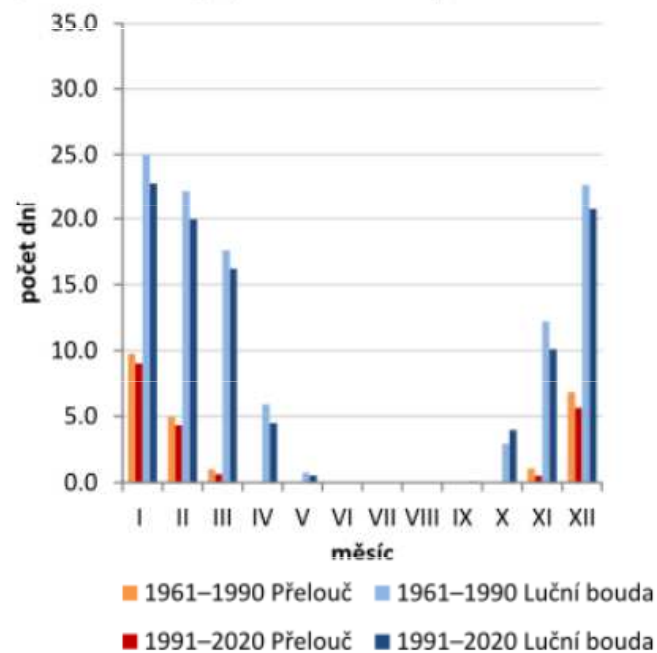
B) Průměrný počet letních dnů



C) Průměrný počet mrazových dnů



D) Průměrný počet ledových dnů



Výstupy Seminární práce

3. Srážkové poměry

- **Roční chod srážek** pro nejvýše a nejniže položenou stanici v regionu v obou NO (**1 tabulka** – včetně diferencí mezi NO, **1 graf**, komentář)
- Roční chod průměrného počtu srážkových dnů s úhrny $\geq 0,1$ mm, $\geq 1,0$ mm a $\geq 10,0$ mm pro nejvýše a nejniže položenou stanici v regionu v obou NO (**1 tabulka** – včetně diferencí mezi NO, **3 grafy**, komentář)
- Výpočet **průměrného roční úhrnu srážek v regionu v obou NO** použitím následujících metod:

➤ Prostý *aritmetický průměr* všech stanic: $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$

➤ Metoda čtverců (**2 mapy**)

➤ Metoda polygonů (**2 mapy**)

➤ Metoda izohyet (**2 mapy**)

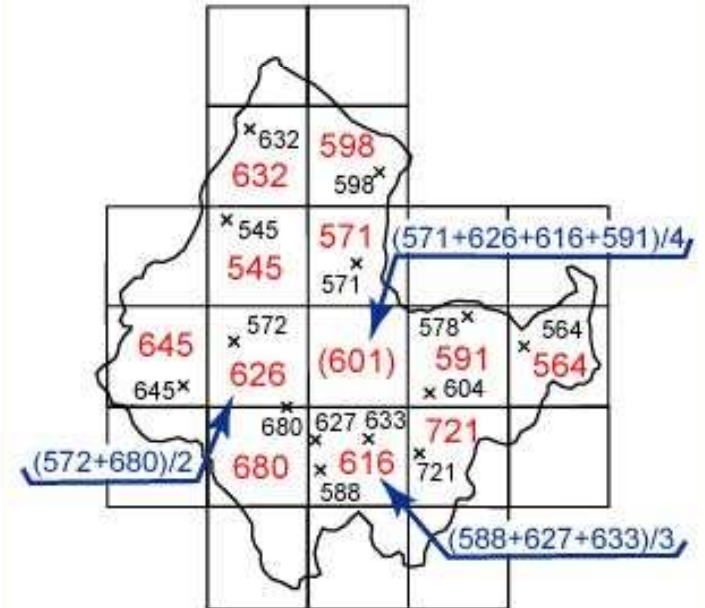
Podrobněji dále

Výstupy Seminární práce

Metoda čtverců

- Pokrytí území regionu čtvercovou sítí o vhodné velikosti, dle hustoty stanic (viz obrázek)
- Jestliže je více stanic ve čtverci, hodnota odpovídající čtverci se vypočítá pomocí aritmetického průměru
- Pokud ve čtverci není žádná stanice, získá se hodnota interpolací sousedních čtverců
- Do výpočtu se zahrnují pouze čtverce alespoň z poloviny zasahující do regionu
- leží-li stanice na hranici, její úhrn srážek se započítá v obou čtvercích
- Průměrné úhrny srážek se vypisují do středu čtverců, interpolace do závorek
- GIS -> **Create Fishnet** – vytvoří čtvercovou síť
- Zobrazit stanice i s hodnotami a exportovat mapu

Metoda čtverců



$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

x ... průměrný roční úhrn srážek v regionu [mm]

x_i ... průměrné úhrny srážek jednotlivých čtverců [mm]

n ... počet čtverců

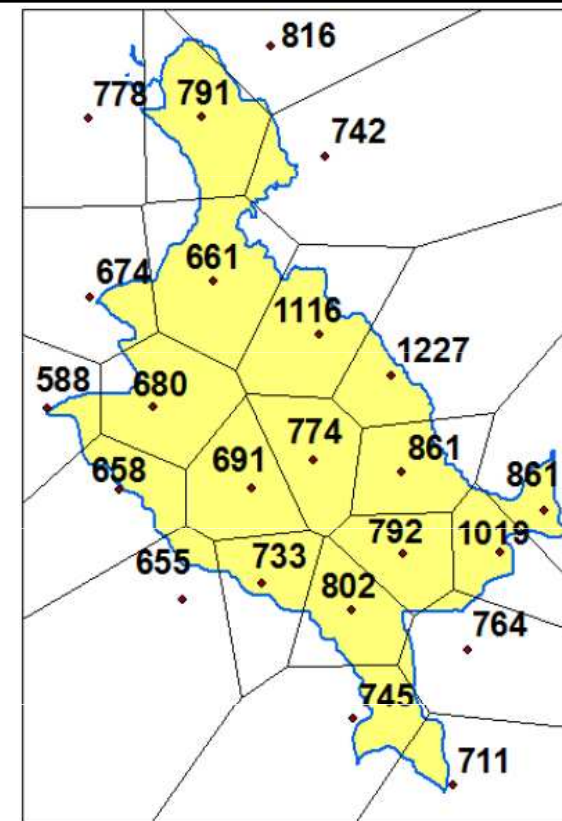
Výstupy Seminární práce

Metoda Polygonů

- Vytvoření bodové vrstvy s vybranými stanicemi v regionu i okolo něj, **rovnoměrné rozložení stanic**
- Vytvoření **Thiessenových polygonů (Create Thiessen Polygons)**
- Oříznutí polygonů vrstvou regionu (**Clip**)
- Plocha polygonů – atributová tabulka nově vytvořených polygonů, přidání atributu – příkaz **Calculate Geometry**

| srazky | nazev | Shape Length | Shape Area | SOUCIN |
|--------|----------------------------|--------------|-------------|--------------|
| 655 | Radhošť | 21413,121916 | 27610059,9 | 18084590000 |
| 764 | Lanškroun | 33438,62832 | 20751383,5 | 15854060000 |
| 1227 | Orlické Záhočí, Černá voda | 43413,333571 | 100281451,7 | 123045300000 |
| 680 | Ledce | 62279,162309 | 218469357,3 | 148559200000 |
| 791 | Teplice nad Metují | 67136,474925 | 203242994,6 | 160765200000 |
| 742 | Božanov | 34173,634741 | 38851478,4 | 28827800000 |
| 733 | Choceň | 43335,070026 | 107175205,6 | 78559430000 |
| 802 | Ústí nad Orlicí | 51796,173634 | 147388103,3 | 118205300000 |
| 1019 | Orlíčky | 41456,914225 | 95163574,4 | 96971690000 |
| 792 | Letohrad | 50142,872147 | 156086805 | 123620800000 |
| 711 | Kocliřov | 25869,640244 | 34926275,3 | 24832580000 |
| 745 | Janov, Mendryka | 43975,355799 | 85371441,4 | 63601730000 |
| 861 | Kunvald | 51619,669834 | 152719801,9 | 131491700000 |

- výpočet pomocí **váženého průměru** (váha = plocha polygonů)



$$\bar{x} = \frac{\sum r_i \cdot p_i}{\sum p_i}$$

x ... průměrný roční úhrn srážek v regionu [mm]
r_i ... průměrné roční úhrn srážek stanice ve středu polygonu [mm]
p_i ... plocha polygonu [km²]

Výstupy Seminární práce

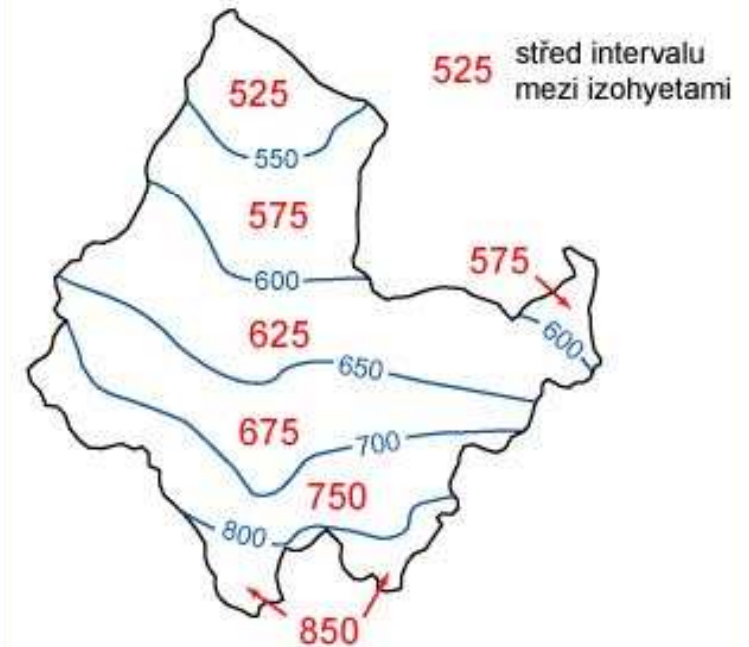
Metoda Izohyet

- Region je pokryt izohyetami (liniemi spojující místa stejným úhrnem srážek) s intervalem ideálně 50 mm (500, 550, 600, apod.)
- Výpočet pomocí váženého průměru (váha = **plocha mezi izohyetami**)

Zpracování:

- **Interpolace** všech srážkoměrných stanic v regionu a jeho nejbližším okolí, na rozdíl od předchozích map metoda **Kriging** (plynulejší přechody hodnot)
- Vytvoření izohyet z rastrové vrstvy: **Contour**
- Plochy mezi izohyetami – sloučení vrstvy hranice regionu a vrstvy izohyet – převod na polygony (**Feature to Polygon**)
- Plocha mezi izohyetami: **Calculate Geometry**
- **Podrobný návod:** Složka „Návody“ ve Studijních materiálech, Cvičení 2: „**Návod na metodu izohyet (2019).pdf**“

Metoda izohyet



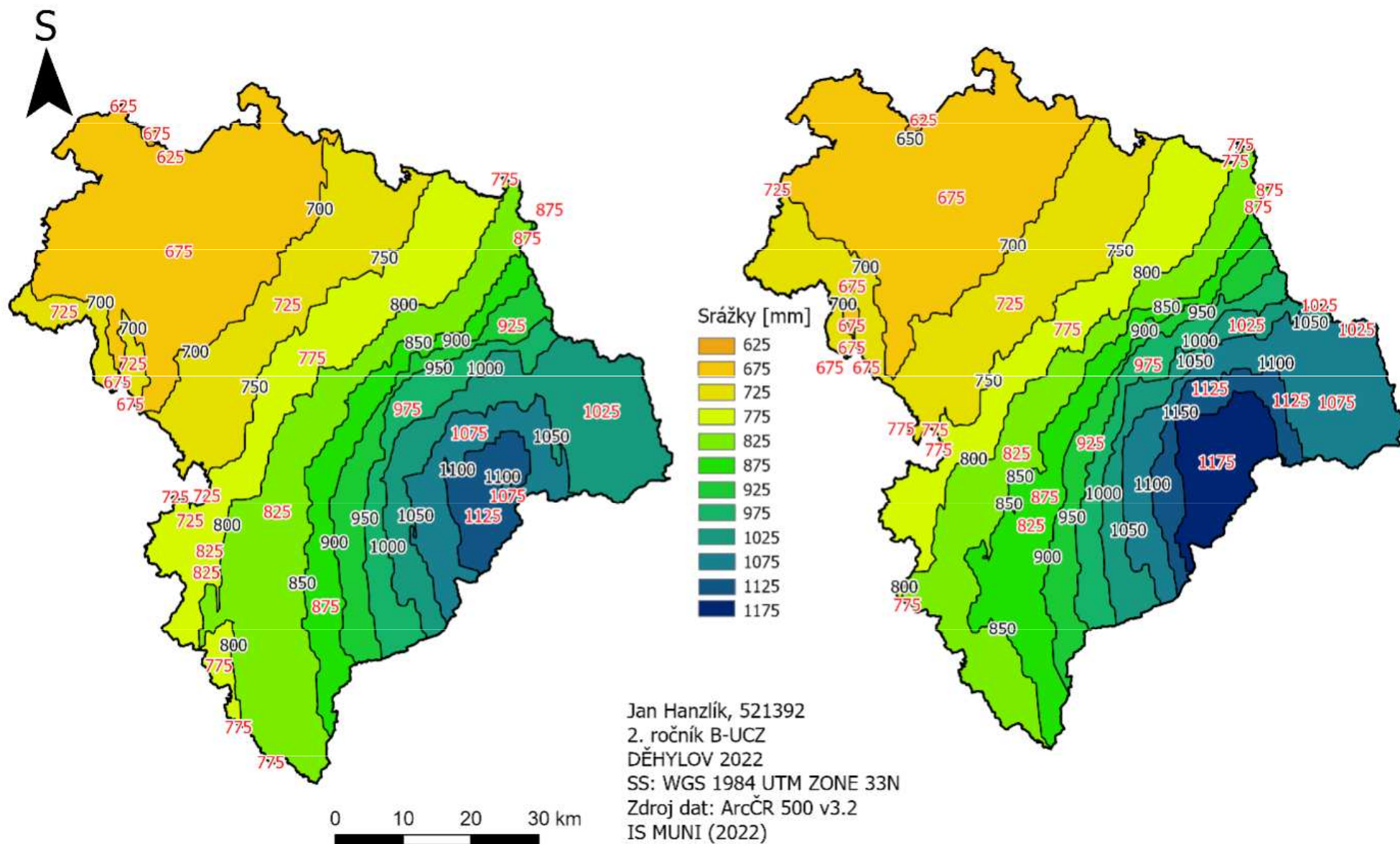
$$\bar{x} = \frac{\sum x_i \cdot p_i}{\sum p_i}$$

x ... průměrný roční úhrn srážek v regionu [mm]

x_i ... střed intervalu izohyet [mm]

p_i ... plocha mezi izohyetami [km²]

Příklad:



Výstupy Seminární práce

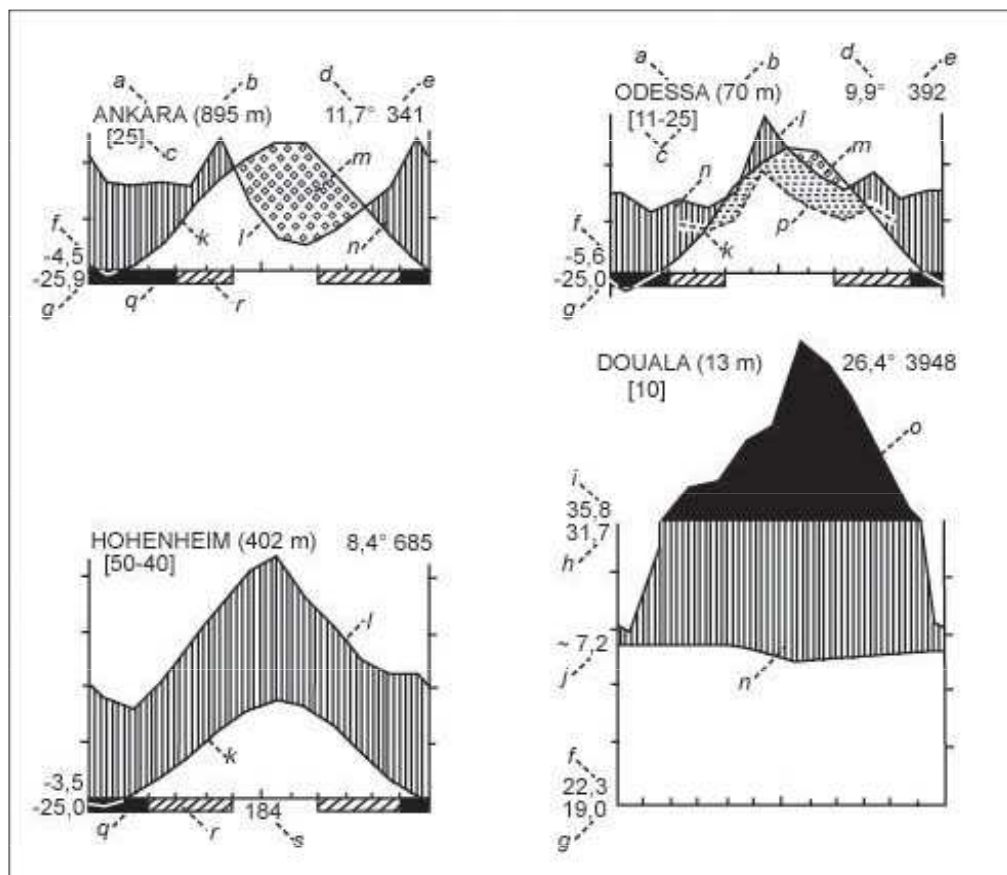
- Porovnání průměrných ročních úhrnů srážek vypočtených jednotlivými metodami (2 tabulky – pro každé NO jedna, komentář)
- Metoda izohyet je považována za nejpřesnější, proto se výsledky ostatních metod vyjadřují vzhledem k výsledku této metody

| Metoda | Průměrný roční úhrn srážek (mm) | (%) |
|---------------------------|---------------------------------|-------|
| prostý aritmetický průměr | . | . |
| metoda čtverců | . | . |
| metoda polygonů | . | . |
| metoda izohyet | . | 100.0 |

Výstupy Seminární práce

4. Klimagram

- Sestrojte klimagramy libovolné stanice v regionu pro obě NO (2 obrázky, komentář)
- Software: MS Excel / C_PLOT



Klimagram – grafické znázornění ročního chodu 2 klimatických prvků na 1 diagramu

| Ozn. | Charakteristika | Tab. |
|------|---|------|
| a | název stanice | |
| b | nadmořská výška | |
| c | počet let pozorování | |
| d | průměrná roční teplota | 1 |
| e | průměrný roční úhrn srážek | 52 |
| f | průměrná denní minimální teplota nejchladnějšího měsíce | 10 |
| g | absolutní teplotní minimum | 5 |
| h | průměrná denní maximální teplota nejteplejšího měsíce | 9 |
| i | absolutní teplotní maximum | 4 |
| j | průměrná denní teplotní amplituda | 11 |
| k | průměrná křivka ročního chodu teploty | 1 |
| l | průměrná křivka ročního chodu srážek (měřítko na osách v poměru: 10°C odpovídá 20 mm) | 52 |
| m | vyprahlé období s absolutním deficitem srážek (vytečkovaná plocha) | |
| n | humidní část roku (svislá šrafura) | |
| o | průměrné měsíční úhrny srážek přesahující 100 mm (redukovat srážkové měřítko 1:10) (černá plocha) | |
| p | křivka ročního úhrnu srážek snižená v poměru 10°C odpovídá 30 mm (přerušovaná linie; vyšrafování vymezuje suché období) | |
| q | měsíce s průměrnou minimální teplotou < 0°C | 10 |
| r | měsíce s absolutní minimální teplotou < 0°C | 5 |
| s | průměrné trvání denních teplotních průměrů > 0°C | 12 |

Pozn. 0°C odpovídá v grafu 0,0 mm!

Další pokyny ke zpracování

- Všechny mapy musí mít **stejné měřítko**
- Cvičení odevzdejte do odevzdáárny do **30.11.2024**
- Psát ve třetí osobě čísla jednotného nebo v pasivu (věcný odborný vědecký text)
- Tabulky, grafy, mapky řadit do textu, číslovat – zvlášť tabulky (Tab. 1) a zvlášť grafy a mapy (Obr. 1)
- Tabulky mají vždy popisek nad vlastní tabulkou, obrázky (tzn. grafy i mapy, oboje vždy popsané jako Obr. X) pod vlastním obrázkem
- Každá tabulka, graf a obrázek musí mít přesný název (3 základní informace: co (vč. jednotek), kde a kdy); v názvu a textu nepoužívat slova tabulka, obrázek, graf, mapa
- Čísla v tabulkách a popisy os grafů musí mít **stejný počet desetinných míst** a musí být vždy **zarovnány doprava**
- Výpočty zaokrouhlovat na **1 desetinné místo**
- Další informace o správném formátování textu: **Pokyny pro zpracování závěrečných prací na GÚ** (IS – studijní materiály)