

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra geoinformatiky

Bc. Eva SZTWIOROKOVÁ

**KARTOGRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ KLIMATU
ČR OD ROKU 1900**

Magisterská práce

Vedoucí práce: Prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.

Olomouc 2013

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem magisterskou práci magisterského studia oboru Geoinformatika vypracovala samostatně pod vedením Prof. RNDr. Víta Voženílka, CSc.

Všechny použité materiály a zdroje jsou citovány s ohledem na vědeckou etiku, autorská práva a zákony na ochranu duševního vlastnictví.

Všechna poskytnutá i vytvořená digitální data nebudu bez souhlasu školy poskytovat.

V Olomouci 10. srpna 2013

Děkuji vedoucímu práce Prof. RNDr. Vítu Voženílkovi, CSc. za podněty a připomínky při vypracování práce. Dále děkuji konzultantu RNDr. Radimovi Tolaszovi a Ing. Martinovi Střížovi za rady, konzultace a také poskytnutí části programových prostředků, Mgr. Janu Cahovi za cenné konzultace v oblasti programování a v neposlední řadě patří poděkování mé rodině a přátelům za podporu, kterou mi věnovali.

Za poskytnutá data děkuji Českému hydrometeorologickému ústavu.

Vložený originál **zadání** bakalářské/magisterské práce (s podpisy vedoucího katedry, vedoucího práce a razítkem katedry). Ve druhém výtisku práce je vevázána fotokopie zadání.

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK | 8 |
| ÚVOD | 9 |
| 1 CÍLE PRÁCE | 10 |
| 2 POUŽITÉ METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ | 11 |
| 2.1 Použitá data..... | 11 |
| 2.1.1 Klimatologická data | 11 |
| 2.1.2 Podkladová data | 13 |
| 2.2 Použité programy | 13 |
| 2.3 Postup zpracování | 14 |
| 2.3.1 Studium dostupných podkladů a dat | 16 |
| 2.3.2 Návrh optimálního rozložení mapových výstupů | 16 |
| 2.3.3 Výběr jevů a jejich statistické zpracování..... | 16 |
| 2.3.4 Prvotní zpracování dat..... | 17 |
| 2.3.5 Vytvoření automatizovaného postupu při tvorbě gridů..... | 18 |
| 2.3.6 Kartografické výstupy | 18 |
| 3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY | 19 |
| 3.1 Časový vývoj meteorologických a klimatických dat..... | 19 |
| 3.1.1 Český hydrometeorologický ústav | 19 |
| 3.1.2 Počasí iDnes.cz..... | 21 |
| 3.1.3 Historie a vývoj počtu měřicích stanic | 22 |
| 3.2 Využití kartografie v oblasti meteorologie a klimatologie | 23 |
| 3.3 Použití interpolačních metod | 24 |
| 3.3.1 Metoda inverzních vzdáleností (IDW)..... | 24 |
| 3.3.2 Kriging..... | 25 |
| 3.3.3 Spline..... | 26 |
| 3.3.4 Lokální lineární regrese (LLR)..... | 27 |
| 3.3.5 Clidata-DEM | 27 |
| 3.3.6 Clidata-DEM R2..... | 28 |
| 3.4 Tvorba utilit pro automatizaci postupu | 28 |
| 4 PŘEDZPRACOVÁNÍ DAT | 29 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.1 | Selekce dat | 30 |
| 4.2 | Uložení dat do formátu .dbf | 31 |
| 4.3 | Přiřazení souřadnic jevům získaných z měřicích stanic | 31 |
| 4.4 | Vytvoření formátu .csv | 33 |
| 4.5 | Automatizace postupu..... | 33 |
| 5 | KARTOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA | 39 |
| 5.1 | Kompozice mapy | 39 |
| 5.2 | Základní kompoziční prvky map | 39 |
| 5.3 | Nadstavbové kompoziční prvky map | 40 |
| 5.4 | Tvorba stupnice legendy | 40 |
| 5.4.1 | Legenda animovaných map..... | 41 |
| 5.4.2 | Legenda statických map | 42 |
| 5.5 | Tvorba dynamických map | 42 |
| 6 | ANALÝZA KLIMATOLOGICKÝCH DAT | 45 |
| 6.1 | Charakteristiky teploty vzduchu | 45 |
| 6.1.1 | Maximální teplota vzduchu nad 0 °C | 46 |
| 6.1.2 | Maximální teplota vzduchu pod 0 °C..... | 47 |
| 6.1.3 | Mrazové dny a dny s přízemním mrazem | 47 |
| 6.1.4 | Průměrná denní maxima a minima ve vybraných měsících..... | 49 |
| 6.1.5 | Průměrná teplota vzduchu v letním půlroce..... | 49 |
| 6.1.6 | Maximální měsíční teploty vzduchu ve vybraných měsících | 49 |
| 6.2 | Charakteristiky srážek..... | 50 |
| 6.2.1 | Jednodenní, dvoudenní a třídenní úhrny srážek | 51 |
| 6.2.2 | Počet srážkových dnů s úhrnem $\geq 5,0$ mm..... | 51 |
| 6.2.3 | Počet srážkových dnů s úhrnem $\geq 10,0$ mm..... | 52 |
| 6.2.4 | Úhrn srážek v letním půlroce | 53 |
| 6.2.5 | Úhrn srážek v měsíci červenci..... | 53 |
| 7 | VÝSLEDKY..... | 54 |
| 7.1 | Geoinformatické výsledky | 54 |
| 7.2 | Kartografické výsledky..... | 55 |
| 8 | DISKUZE..... | 57 |
| 9 | ZÁVĚR..... | 59 |
| | POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE | |

SUMMARY
PŘÍLOHY

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

| Zkratka | Význam |
|----------------|---|
| ČHMÚ | Český hydrometeorologický ústav |
| DEM | Digital Elevation Model |
| ESRI | Environmental System Research Institute |
| GIS | Geografické informační systémy |
| IDW | Inverse Distance Weighting |
| LLR | Lokální lineární regrese |

ÚVOD

V současné době neexistuje žádná tištěná ani internetová publikace, která by se snažila zachytit časový vývoj klimatu na území České republiky za tak dlouhé období (od roku 1901 do roku 2010) jako tato práce. I poslední velké dílo zaměřené na meteorologii a klimatologii – Atlas podnebí Česka, jenž vznikl za spolupráce Českého hydrometeorologického ústavu a Katedry geoinformatiky na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci řeší časový úsek 30 let a nepouští se do vizualizace delšího časového úseku. Důvodem je skutečnost, že některé měřicí přístroje a klimatologická zpracování nemají tak dlouhou řadu měření a data za tyto roky jsou tím pádem nedostupná.

Tato práce má za cíl kartograficky zpracovat časové řady zvolených klimatických charakteristik na území České republiky za období 1901-2010, které budou vizualizovány pomocí statických a dynamických tematických map. Součástí je i nalezení univerzálního postupu ve zpracování časových řad, který by mohl sloužit jako návod pro další podobně zaměřené práce.

1 CÍLE PRÁCE

Cílem této diplomové práce je kartograficky zpracovat časové řady vybraných klimatických charakteristik z území České republiky za období 1901-2010 za pomoci moderních vizualizačních metod. Mezi výstupy se zařadí odpovídající počet statických tematických map a digitálních tematických map s animacemi.

Dílním cílem práce je provést podrobnou rešerši dostupné literatury, bakalářských a diplomových prací, ale i článků, které se týkají meteorologie a klimatologie, kartografie a geoinformatiky. Neméně důležitým cílem je vhodná úprava datových souborů, které poskytl Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ). Jedním z nejdůležitějších cílů však je analýza časových řad vybraných klimatických jevů (jedná se o 15 jevů teplotních charakteristik a 7 jevů srážkových charakteristik) a jejich vhodná a atraktivní vizualizace pomocí animovaných a statických tematických map, tabulek a grafů.

Výstupem práce je odpovídající počet statických tematických map a digitálních tematických map s animacemi. Při tvorbě výstupů je kladen důraz na co největší soulad se zobrazením map klimatických jevů v Atlasu podnebí Česka, který vytvořil kolektiv z ČHMÚ a Katedry geoinformatiky na Univerzitě Palackého v Olomouci. Pro digitálně zpracované mapy jsou vytvořeny časové animace.

Diplomová práce je především věnována odborníkům zaměřeným na meteorologii a klimatologii, vysokoškolským učitelům a studentům pohybujícím se v přírodovědeckých oborech, středoškolským učitelům a žákům, kterým může sloužit jako pomůcka při výuce. Samozřejmě nesmí být opomenuta ani široká veřejnost se zájmem o meteorologii a problematiku s tím spojenou.

2 POUŽITÉ METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Stěžejním bodem diplomové práce bylo zvolení vhodných klimatických jevů ze získaných dat z ČHMÚ pro další znázornění v této práci. Po dohodě s odborníky na kartografii a klimatologii, kteří se podíleli velkou měrou na tvorbě zmíněného Atlasu podnebí Česka, bylo vybráno 15 jevů teplotních charakteristik a 7 jevů pro srážkové charakteristiky. Nejsou zde tedy zpracovány všechny jevy ze zmíněného atlasu.

2.1 Použitá data

2.1.1 Klimatologická data

Všechna data týkající se klimatických jevů byla získána z ostravské pobočky ČHMÚ, a to konkrétně od RNDr. Radima Tolasze. Jednalo se o data, která byla uložena v tabulkách Microsoft Excel po jednotlivých klimatologických jevech. Tato data obsahovala různě sumarizované hodnoty. U některých jevů byla uvedena roční hodnota vypočítaná jako aritmetický průměr jednotlivých měsíců nebo celková suma měsíčních hodnot pro jeden rok (například data týkající se srážek (Tab. 1) či teploty vzduchu) nebo byla uvedena jen jediná naměřená hodnota za daný rok v určité stanici (data týkající se mrazových dnů, letních dnů (Tab. 2), tropických nocí apod.).

Ostatní data změřená na měřicích stanicích a vrstvu České republiky ve formátu DEM (Digital Elevation Model) v prostorovém rozlišení 500m poskytl Ing. Martin Stříž.

Tab. 1: Způsob uložení získaných dat – srážky

| Eg el abbr | Mdfun | Regular:N | Mdtype:0 | Time:07:00 | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|-----------|----------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|--|
| Eg gh id | Year | Valmon01 | Valmon02 | Valmon03 | Valmon04 | Valmon05 | Valmon06 | Valmon07 | Valmon08 | Valmon09 | Valmon10 | Valmon11 | Valmon12 | Valyear | |
| B1BLAT01 | 1961 | 14.5 | 39.2 | 15.1 | 57.7 | 73.5 | 148.3 | 77.5 | 29.3 | 12.4 | 56 | 60.8 | 45.5 | 629.8 | |
| B1BLAT01 | 1962 | 12.5 | 28.9 | 49.5 | 44.1 | 113.2 | 29.2 | 143.1 | 51.1 | 39.6 | 44.5 | 115.2 | 29 | 699.9 | |
| B1BLAT01 | 1963 | 24 | 26.4 | 35.2 | 15.9 | 123.5 | 97.9 | 15.8 | 94.4 | 67.9 | 39.5 | 31.9 | 10.7 | 583.1 | |
| B1BLAT01 | 1964 | 4.3 | 15.4 | 35.3 | 36 | 85.4 | 80.6 | 51.4 | 66 | 11.7 | 109 | 23.8 | 40.6 | 559.5 | |
| B1BLAT01 | 1965 | 37.8 | 7.3 | 27.1 | 91.6 | 114.7 | 158.6 | 93.4 | 52.7 | 37.5 | 19.2 | 31.7 | 27.6 | 699.2 | |
| B1BLAT01 | 1966 | 19.9 | 30 | 16.6 | 49.8 | 72 | 123.2 | 116.5 | 108.9 | 23.7 | 20.7 | 51.6 | 39.7 | 672.6 | |
| B1BLAT01 | 1967 | 28.5 | 21.8 | 15 | 36.7 | 56.6 | 73.4 | 69.7 | 21.1 | 74.8 | 16 | 29.8 | 44.1 | 487.5 | |
| B1BLAT01 | 1968 | 41.3 | 8.1 | 20.9 | 34.1 | 55.1 | 147.3 | 53.9 | 146 | 34.3 | 18.2 | 37.1 | 25.7 | 622 | |
| B1BLAT01 | 1969 | 29.8 | 45.9 | 45 | 4.2 | 52.2 | 135 | 15.8 | 80.7 | 13.1 | 9.5 | 52.6 | 31 | 514.8 | |
| B1BLAT01 | 1970 | 17.4 | 53.5 | 42.5 | 54 | 24.8 | 98.5 | 94.8 | 36.2 | 16.3 | 49 | 60.1 | 36.8 | 583.9 | |
| B1BLAT01 | 1971 | 13.5 | 23.6 | 34.2 | 34.6 | 71.7 | 99.3 | 13 | 60.5 | 29.7 | 18 | 50.4 | 31 | 479.5 | |
| B1BLAT01 | 1972 | 23.7 | 13.2 | 94 | 117.6 | 51.6 | 87.7 | 79.3 | 30.7 | 16.6 | 26.5 | 1.3 | | | |
| B1BLAT01 | 1973 | 22.6 | 51.9 | 5.9 | 65.6 | 35.2 | 50.9 | 40.1 | 27.6 | 60.2 | 17.4 | 20.5 | 13.5 | 411.4 | |
| B1BLAT01 | 1974 | 26.4 | 25.4 | 5.5 | 28.1 | 105.3 | 95 | 40.8 | 32.1 | 37.7 | 124.8 | 39 | 53.3 | 613.4 | |
| B1BLAT01 | 1975 | 16.2 | 2.2 | 59 | 25.4 | 44.3 | 132.7 | 46.7 | 66.7 | 10.3 | 48.6 | 29.4 | 25.7 | 507.2 | |
| B1BLAT01 | 1976 | 54.5 | 5.3 | 9.6 | 16.8 | 92.1 | 27.1 | 50.3 | 11.9 | 112.4 | 55.7 | 51 | 57.5 | 544.2 | |
| B1BLAT01 | 1977 | 60 | 67.5 | 40.4 | 54.6 | 66.2 | 13.5 | 56.9 | 144.7 | 26.1 | 15.4 | 45.8 | 18.7 | 609.8 | |
| B1BLAT01 | 1978 | 21.1 | 22.5 | 21.8 | 90.4 | 49.1 | 41.1 | 47.5 | 40.8 | 46.8 | 35.4 | 36.1 | 21.4 | 474 | |
| B1BLAT01 | 1979 | 49.2 | 22.8 | 40.7 | 36.2 | 43.2 | 143.8 | 51.9 | 60.6 | 37.2 | 14.9 | 84.9 | 44.3 | 629.7 | |
| B1BLAT01 | 1980 | 25 | 19 | 21.3 | 51.7 | 28 | 48.5 | 73.7 | 78.3 | 48.5 | 47.4 | 57.1 | 22.3 | 520.8 | |
| B1BLAT01 | 1981 | 22.2 | 23.8 | 59.7 | 17.1 | 42.3 | 63.3 | 87 | 15.9 | 82.5 | 42.2 | 36.6 | 72.2 | 564.8 | |
| B1BLAT01 | 1982 | 20.2 | 8.3 | 7.3 | 12.1 | 65.6 | 82.8 | 110 | 63.5 | 39.9 | 17.6 | 11.5 | 47.6 | 486.4 | |
| B1BLAT01 | 1983 | 41.7 | 35.7 | 23.9 | 31.2 | 49.7 | 86.9 | 31.2 | 51.6 | 52 | 32.2 | 16.4 | 18.1 | 470.6 | |
| B1BLAT01 | 1984 | 29.7 | 33.1 | 28.8 | 32.2 | 69.1 | 38.2 | 70.7 | 36.7 | 79.5 | 33.1 | 60.9 | 23.6 | 535.6 | |
| B1BLAT01 | 1985 | 42 | 28.6 | 34.9 | 21.2 | 84.8 | 94.5 | 67.7 | 131.8 | 12.3 | 21.6 | 86.5 | 47.9 | 673.8 | |
| B1BLAT01 | 1986 | 21.3 | 26 | 19.4 | 14.9 | 82.8 | 152.2 | 69.7 | 63.6 | 28 | 22 | 25 | 36 | 560.9 | |
| B1BLAT01 | 1987 | 56.6 | 22.7 | 17.4 | 28.7 | 126.3 | 84.5 | 65.4 | 70.8 | 63.1 | 37.5 | 33.7 | 57.4 | 664.1 | |

Tab. 2: Způsob uložení získaných dat – letní dny

| Mdtype:0 | Regular:N | Time:21:00 |
|----------|-----------|------------|
| Eg gh id | Year | Valyear |
| B1BRBY01 | 1961 | 49 |
| B1BRBY01 | 1963 | 56 |
| B1BRBY01 | 1964 | 46 |
| B1BRBY01 | 1965 | 22 |
| B1BRBY01 | 1966 | 26 |
| B1BRBY01 | 1967 | 48 |
| B1BRBY01 | 1968 | 34 |
| B1BRBY01 | 1969 | 47 |
| B1BRBY01 | 1970 | 36 |
| B1BRBY01 | 1971 | 44 |
| B1BRBY01 | 1972 | 32 |
| B1BRBY01 | 1973 | 48 |
| B1BRBY01 | 1974 | 28 |
| B1BRBY01 | 1975 | 54 |
| B1BRBY01 | 1976 | 41 |
| B1BRBY01 | 1977 | 35 |
| B1BRBY01 | 1978 | 26 |
| B1BRBY01 | 1979 | 41 |
| B1BRBY01 | 1980 | 17 |

2.1.2 Podkladová data

Jako podkladová data byly použity vrstvy administrativních hranic, sídel, vodstva (vodních ploch a vodních toků) z digitální vektorové geografické databáze České republiky ArcČR[®] 500. Ta je vytvořena v podrobnosti měřítka 1 : 500 000. Zvolená podkladová data slouží především k lepší orientaci v mapě a urychlují její čtení (Voženílek, 2001). Celá sada ArcČR 500 je volně ke stažení na internetu, z webových stránek společnosti ARCDATA PRAHA. Podkladová data pro výsledné mapy byla manuálně upravena, jednalo se především o generalizaci vodních toků, vodních ploch a také o výběr nejdůležitějších sídel České republiky.

2.2 Použité programy

Microsoft Office 2007

Microsoft Office je kancelářský balík od společnosti Microsoft sídlící v Americe. Pro sepsání textu diplomové práce bylo využito aplikace Word. Zpracování tabulek, výběr dat pomocí kontingenčních tabulek a editace získaných klimatologických dat proběhlo v aplikaci Excel.

OpenOffice.org

OpenOffice.org je bezplatný kancelářský balík pro psaní textových dokumentů, výpočtů s tabulkami, tvorbu prezentací, kreslení obrázků a práci s databázemi jako Microsoft Office (URL 1). Z této sady bylo nejvíce využíváno tabulkového kalkulátoru Calc, a to k převodům dat do formátu .dbf a k editaci dat.

PSPad editor

PSPad editor je volně šiřitelný (freeware) univerzální editor pro MS Windows (URL 2). PSPad editor je vhodný především pro práci s prostorovým textem, vytváření webových stránek či pro programátory pracujícími s různými kompilacemi. Zde byl používán hlavně při tvorbě webových stránek o této

diplomové práci, tvorbě animací, vytváření dávkových souborů Batch pro systém Windows a v poslední řadě i pro úpravu dat ve formátu .csv.

ArcGIS 10 Desktop

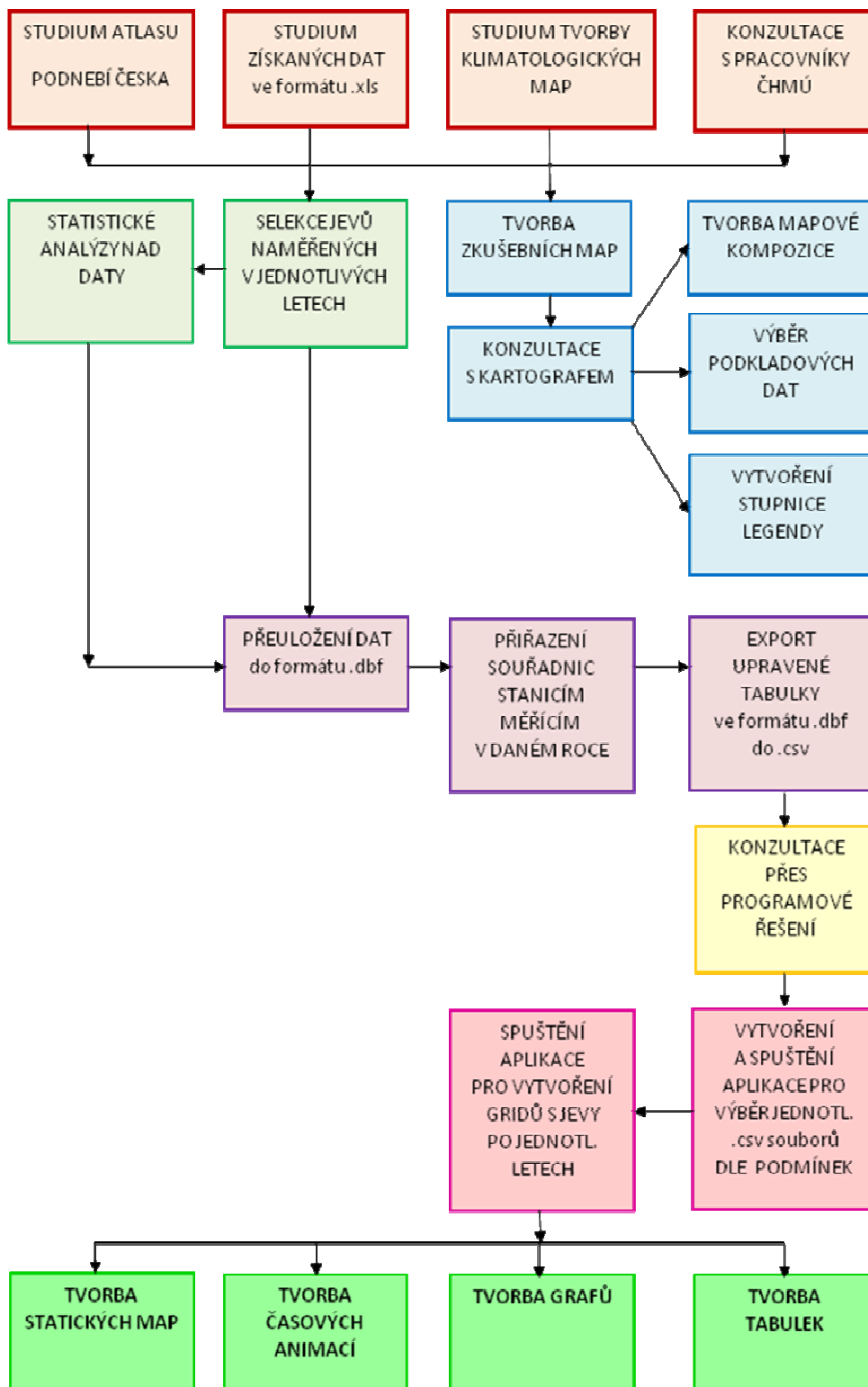
ArcGIS je produkt od společnosti ESRI (Environmental System Research Institute), který se prodává ve třech licenčních verzích. Ty se odlišují způsobem uložení, editací a správou dat (URL 3). Nejvíce využívanými aplikacemi byl při vytváření práce ArcMap pro mapově zaměřené úkony a ArcCatalog pro editaci, správu dat a pro přiřazení preferovaného souřadnicového systému S-42.

NetBeans IDE 7.3

Vývojové prostředí NetBeans IDE je nástroj napsaný v jazyce Java, umožňující programátorům psát, ladit, překládat a šířit programy (URL 4). Ve zmíněném prostředí byly napsány části zdrojového kódu pro automatizaci zpracování dat.

2.3 Postup zpracování

Celkový postup zpracování je možné shrnout do jednoduchého a názorného vyjádření pomocí schématu (Obr. 1). Z něj můžeme vyvodit šest základních kroků (viz barevné odlišení), které bylo ke zpracování diplomové práce nutné provést.



Obr. 1: Schéma zpracování diplomové práce.

2.3.1 Studium dostupných podkladů a dat

K úspěšnému zvládnutí všech vytyčených cílů na počátku práce bylo nezbytné studium literatury a internetových zdrojů, a to hned z několika oborů, kam diplomová práce spadá. Proto prvním z kroků bylo seznámení se s dostupnými podklady řešící obdobnou tematiku, především v oblasti klimatologie a tvorby map. Nejzásadnějším zdrojem informací byl Atlas podnebí Česka (Tolasz a kol., 2007), který podává komplexní náhled na klima v České republice za třicetileté období 1961–1990.

Důležité také bylo seznámení se s daty poskytnutými ČHMÚ, s jejich názvy, obsahem, strukturou a souřadnicovým systémem stanic. Nezbytností bylo vyřešit problémy s hodnotou nula a s prázdným (nevyplněným) polem v datových souborech, aby se mohla data dále zpracovávat a nedocházelo ke špatné interpretaci.

2.3.2 Návrh optimálního rozložení mapových výstupů

Druhým krokem bylo navržení optimálního rozložení map podle kartografických zásad (Kaňok, 1999; Voženílek, 2001), kde bylo zapotřebí některá fakta konzultovat s kartografem. Jednalo se o tvorbu mapové kompozice, výběr měřítek, ve kterých budou mapy interpretovány, správné vytvoření stupnice legendy hlavně u animovaných map a výběr podkladových dat, čímž se mimo jiné podrobněji zabývá ve své práci Friedmannová (URL 6).

2.3.3 Výběr jevů a jejich statistické zpracování

Z dat byly vybrány jevy zastupující teplotní a srážkové charakteristiky, jež byly naměřeny na klimatologických (Příloha 1) a srážkoměrných (Příloha 2) stanicích od roku 1901 do roku 2010. Počet stanic se neustále mění, jelikož neustále přibývá nových měřících stanic, ale bohužel jsou i takové stanice, které svůj provoz ukončují nebo se přemísťují. K červnu roku 2011 ČHMÚ uvádí 179 klimatologických a 559 srážkoměrných aktivních stanic

(URL 5). Součástí práce je přehled měřících klimatologických a srážkoměrných stanic aktivních v roce 2010 (Příloha 3 a 4).

V klimatologii lze nalézt jevy jak s **kontinuálním charakterem** (teploty), tak jevy svou podstatou **diskrétní** (srážky). Do mapové podoby byly zvoleny následující charakteristiky.

Vybrané teplotní charakteristiky:

- denní maxima a minima teploty vzduchu,
- měsíční maxima teploty vzduchu ve vybraných měsících,
- průměrná teplota vzduchu v letním půlroce,
- počet charakteristických dnů podle extrémních teplot vzduchu (ledové dny, mrazové dny, dny s přízemním mrazem, arktické dny, dny bez mrazu, letní dny, tropické dny, tropické noci).

Vybrané srážkové charakteristiky:

- objem jednodenních, dvoudenních a třídních úhrnů srážek,
- úhrn srážek v letním půlroce,
- počet dnů se srážkami (vyššími jak 5 a 10 mm).

Klimatologie je věda založená především na statistickém zpracování empirických údajů (URL 6). Proto bylo využito několika základních statistických metod ke zpracování dat a jejich následné selektování pomocí kontingenčních tabulek.

2.3.4 Prvotní zpracování dat

Vybraná data se musela uložit do formátu .dbf, aby mohla být naimportována do prostředí ArcGIS 10.1, kde byly k jednotlivým klimatologickým prvkům přiřazeny souřadnice k měřícím stanicím. Kvůli další práci s daty byl zvolen po konzultaci s odborníkem z ČHMÚ souřadnicový

system S-42. Data, která měla přiřazené souřadnice se manuálně zkontrolovala a uložila do formátu .csv.

2.3.5 Vytvoření automatizovaného postupu při tvorbě gridů

Tato fáze započala konzultací s programátorem, na základě které byla odladěna automatizace postupu vedoucí k vytvoření jednotlivých gridů. V první fázi bylo nutné ze souboru .csv s kompletními daty vygenerovat desítky .csv souborů po jednotlivých letech pro zvolené jevy, které splnily zadané podmínky a až v dalším kroku mohla být data zpracovávána do kartografické podoby. Vzhledem k tomu, že měření jsou prováděna v nepravidelné konfiguraci bodů a současně se jedná o kontinuální jevy, je nutné hodnoty interpolovat, proto se z těchto souborů vygenerovala data ve formátu .shp a následně požadované gridy. To vše proběhlo pomocí dodatečně programovaných utilit, které byly nadstavbou na programy, které poskytl Ing. Martin Stríž z pobočky ČHMÚ v Ostravě - Porubě.

2.3.6 Kartografické výstupy

Z gridů se vytvářely nejen časové animace, které byly spouštěny po jednotlivých letech, ale i tematické statické mapy. Kromě animací byly gridy využity na tvorbu statických map. Pro ucelenější náhled na klimatologii ČR od roku 1901 do roku 2010 byly přiloženy tabulky a grafy, které mají především charakter doplňujících informací.

3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

I zde je nezbytné rozdělit řešenou problematiku do několika okruhů. Následující text bude zaměřen na práce a literaturu řešící **klimatologii** a sledování vývoje počasí za určité období (ať už krátkodobé nebo delší časový úsek) s využitím animací, **kartografii** a správnou tvorbu map, **interpolační metody** a jejich vhodné využití a také **tvorbu jednoduchých utilit** pro zpracování klimatologických dat. Tato témata se z velké části prolínají a řeší částečně některé dílčí úlohy, které bylo nutné řešit i v této práci.

3.1 Časový vývoj meteorologických a klimatických dat

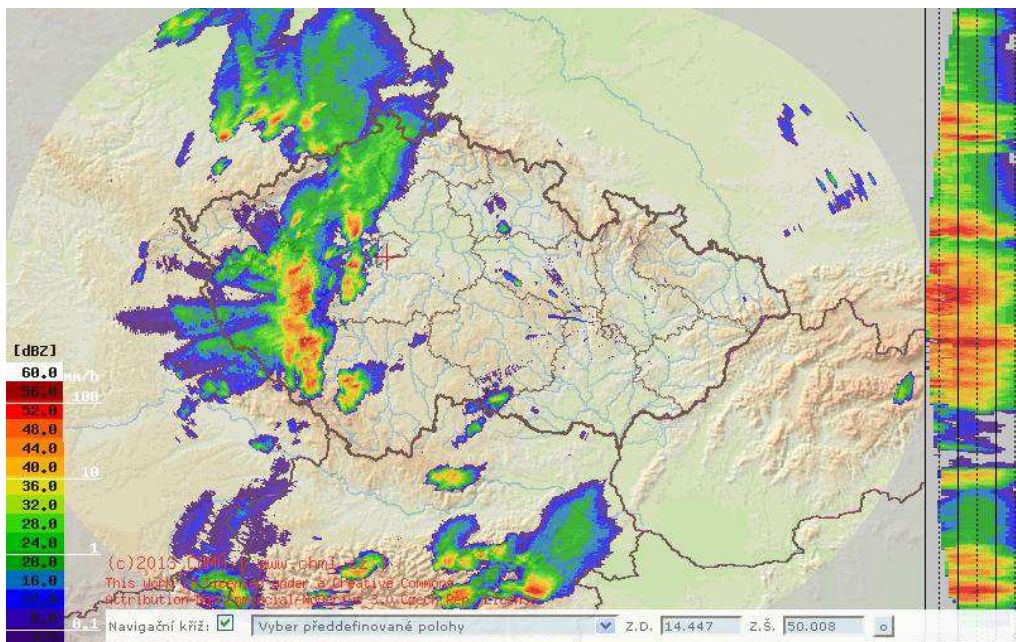
Tato kapitola je věnována mapovým animacím přístupným na internetu, neboť v dnešní době je internet velmi významným a také důležitým zdrojem odborných a vědeckých informací. Zmíněn však bude důvod objasňující měnící se počty měřících stanic a jejich vývoj na časové ose.

Následující dva poskytovatelé informací o počasí využívají animace k vyjádření aktuálního průběhu počasí nebo k predikci počasí na několik dnů dopředu.

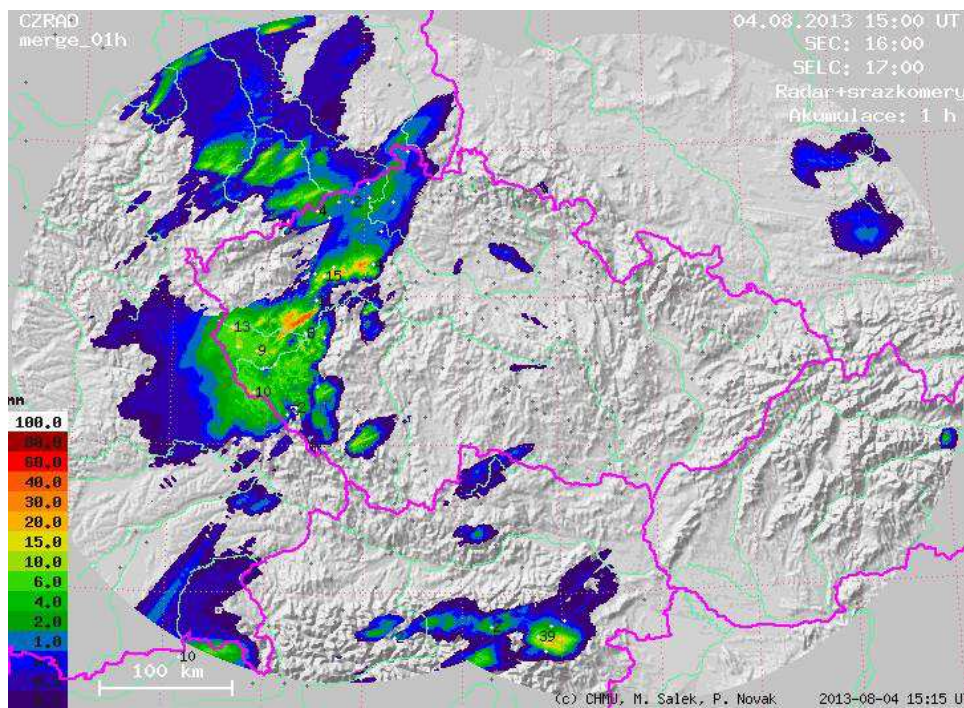
3.1.1 Český hydrometeorologický ústav

Český hydrometeorologický ústav nabízí na svých webových stránkách nespočet map poskytujících informace za použití radarových dat o aktuálním stavu počasí (Obr. 2), tedy jak teplotní, tak i srážkové údaje (Obr. 3), informace o výstrahách, obsahuje týdenní a vícedenní výhled a mimo jiné i numerický model Aladin (Obr. 4).

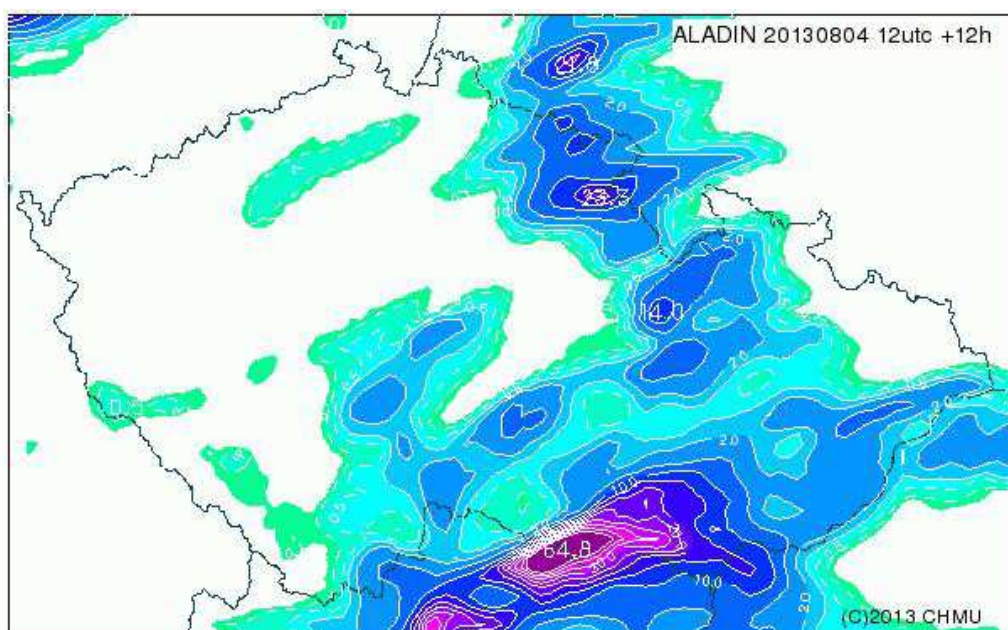
Tyto mapy zobrazují informace o počasí pomocí animací, kde i široká veřejnost ihned pochopí průběh sledované veličiny a to díky jednoduchosti a také díky legendě, která je umístěna na krajích mapy, popř. díky popisu přímo v mapě.



Obr. 2: Aktuální radarová data (URL 5).



Obr. 3: Radarový odhad srážek (URL 5).

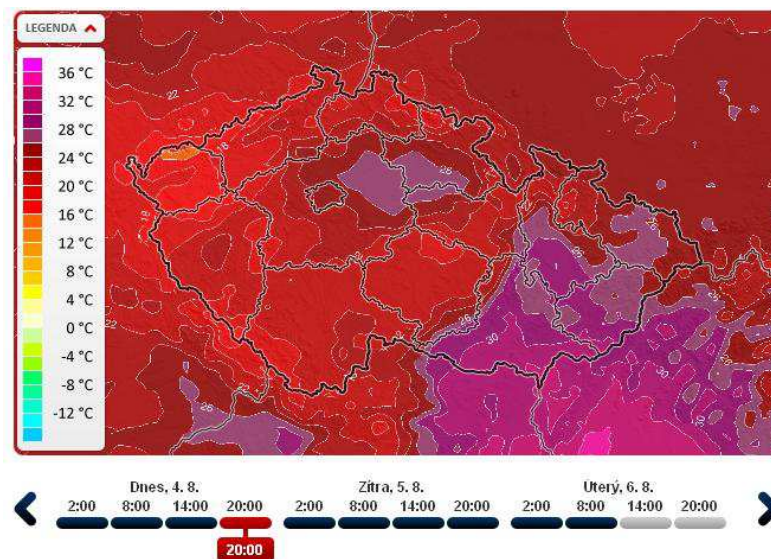


Srážky za posledních 6h

Obr. 4: Model Aladin – srážky za posledních 6 hodin (URL 5).

3.1.2 Počasí iDnes.cz

Tento portál poskytující meteorologické zpravodajství nejen pro Českou republiku, ale i pro celou Evropu, nabízí předpověď na aktuální den a na dva dny dopředu.



Obr. 5: Předpověď teploty vzduchu.

Hodnoty předpovědi jsou interpolované, ale podle popisu na dané stránce interpolace nezohledňuje odchylky způsobené terénem. Animace je docíleno manuálním posuvníkem pod mapou. Součástí mapy je legenda, která je snadno interpretovatelná.

Zajímavou bakalářskou prací v oblasti zpracování teploty vzduchu je Serverová aplikace pro automatickou tvorbu webové mapy teploty vzduchu z aktuálních dat na internetu (Růžička, 2010), která vznikla na Katedře geoinformatiky na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci. Na této katedře vznikla i bakalářská práce Jakuba Vlosinského na téma Animované mapy podnebí Česka v prostředí ESRI. Vlosinský (2009) vytvořil z map Atlasu podnebí Česka sadu animací v ESRI produktech, čímž otestoval možnosti tvorby animovaných klimatologických map v tomto prostředí.

3.1.3 Historie a vývoj počtu měřících stanic

Při vizualizaci klimatologických dat bylo cílem zachytit vývoj od roku 1901 do roku 2010, což se bohužel nepodařilo u všech řešených jevů díky malému množství měřících stanic na počátku období (především do roku 1925). V tuto dobu teplotní jevy měřilo méně než 30 stanic, srážkové jevy byly

měřeny na podstatně vyšším počtu stanic a to zásluhou Přírodopysného spolku založeného v Brně roku 1861. V Atlasu podnebí Česka (Tolasz a kol., 2007) můžeme nalézt celý vývoj počtu měřících stanic a jejich postupnou orientaci na sledování určitých prvků na území Česka od roku 1571. Zde se uvádí jméno proslulého genetika Johanna George Mendela, který vedl meteorologickou stanici v brněnském klášteře a svou činností se zasloužil o pozvolné zakládání stanic po celé Moravě a Slezsku. Dalším výrazným obdobím, kdy došlo k zvýšení stanic, byla doba po 1. světové válce. V tu dobu byl založen v Praze Státní ústav meteorologický. V době druhé světové války došlo k útlumu činnosti zaměřené na meteorologii a klimatologii. Po skončení války byl na popud různých organizací k zintenzivnění a zefektivnění stanic a měřených prvků opět obnoven Státní meteorologický ústav. Nejzásadnějším obdobím, kdy přibýlo nejvíce stanic, se stal rok 1961. Kromě zvýšeného počtu stanic, sledovaných a měřených prvků došlo i k modernizaci a automatizaci měření. Díky velkému počtu stanic mohl být zpracovaný Atlas podnebí Česka, který se zaměřuje právě na dobu od roku 1961.

Atlas podnebí Česka (Tolasz a kol., 2007) uvádí, že ke konci 20. století bylo možné evidovat na území ČR 200 stanic zaměřených na teplotní charakteristiky a přibližně 700 stanic srážkoměrných. Na webových stránkách ČHMÚ se uvádí (k červnu roku 2011) 179 klimatologických a 559 srážkoměrných moderních měřících stanic (URL 5). Z těchto zdrojů jasně vyplývá, že počty stanic se neustále mění, dochází k jejich přesouvání na vhodnější místa, jejich úplnému zániku nebo k aktivizaci nových stanic.

3.2 Využití kartografie v oblasti meteorologie a klimatologie

Kartografie je nepostradatelnou součástí ve vyjadřování meteorologických a klimatických dat, jelikož poskytuje řadu vhodných nástrojů. Je však důležité dávat si pozor na správný postup při tvorbě mapových výstupů, kde musí být dodrženy všechny kartografické zásady (Voženílek, 2001). Neméně podstatná je celková kompozice tematické mapy. Mezi základní kompoziční prvky patří

název, mapové pole, legenda, měřítko a tiráž. Mertenová (2010) se ve své diplomové práci zabývá hodnocením prostředků, jakými jsou mapy v internetových zdrojích prezentovány, a také jejich kartografickou úrovní se zaměřením na přehlednost a právě na zmíněnou kompozici map. Práce Martiny Mertenové upozorňuje na velké množství případů, kdy je mapová kompozice neúplná či nesprávně sestavená.

3.3 Použití interpolačních metod

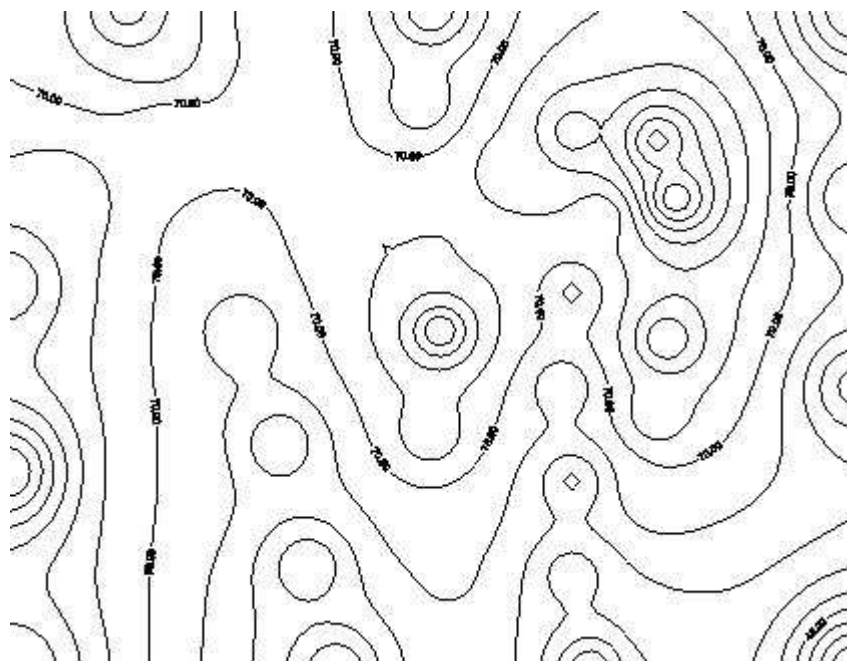
Interpolace je proces odhadu neznámých hodnot ze známých (naměřených či zjištěných) hodnot z okolí (URL 7). Jedná se tedy o lokální odhad, protože se odhaduje hodnota zájmové veličiny v bodě, kde nebyla prvotně naměřena nebo zjištěna.

U klimatologicky změřených dat se nejčastěji používá následujících šest metod (Tolasz a kol., 2007).

3.3.1 Metoda inverzních vzdáleností (IDW)

Metoda IDW uplatňuje následující geostatický princip, a skutečnost, že jevy v prostoru blíže u sebe, se podobají více než jevy prostorově vzdálenější. Lze tedy všeobecně konstatovat, že síla váhy klesá se vzdáleností od bodu.

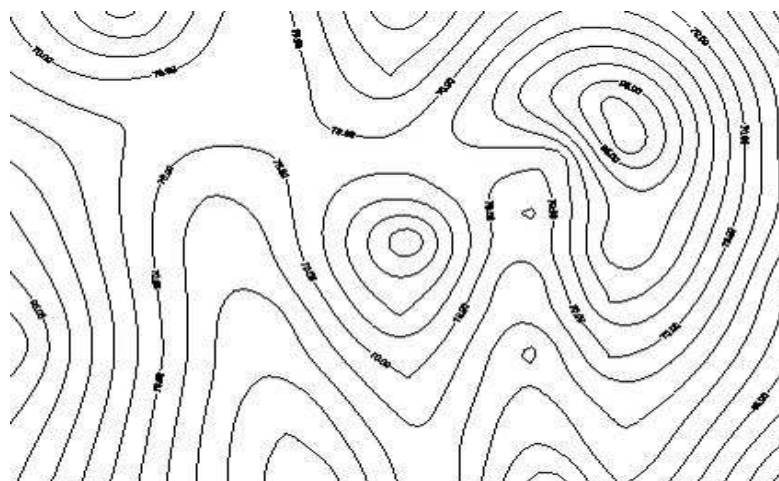
Nevýhodou metody IDW je vznik tzv. „očí“ v okolí naměřených bodů. Naopak výhodou je nepoužitelnost metody na větší soubory dat.



Obr. 6: Metoda IDW.

3.3.2 Kriging

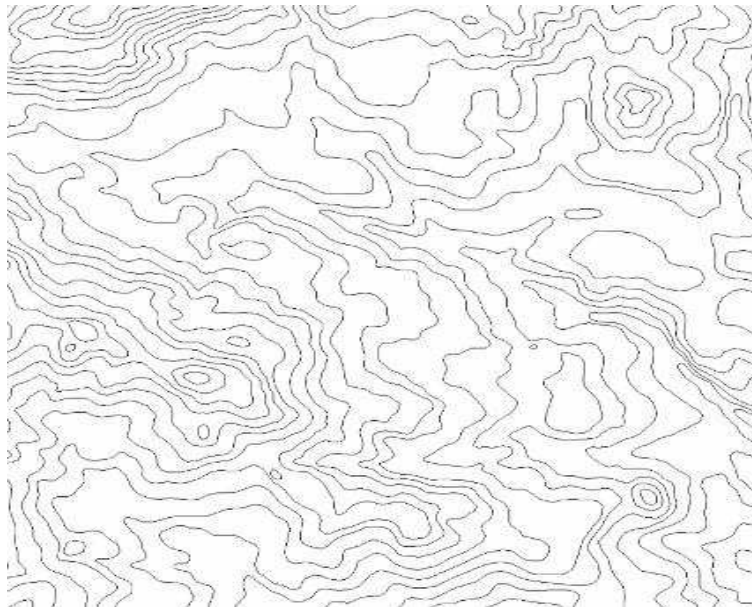
Kriging je geostatickou metodou pro odhady, které jsou vypočítávány na základě vážených lineárních průměrů. Pro každé místo existuje soustava vah tak, aby měl výsledný odhad co nejmenší chybu (URL 7). Váha není počítána podle lineárního vztahu, ale podle funkce – variogramu.



Obr. 7: Metoda krigování.

3.3.3 Spline

Metoda spline používá matematicky generované křivky, jež modelují daný povrch. Pro metodu spline křivek je typické, že generují hladký povrch, procházející vstupními body.



Obr. 8: Metoda spline.

První dvě metody jsou detailněji popsány v článku Juříkové a Horáka (2007), kteří se zabývali využitím interpolačních metod v různých GIS programech pro odhad srážkových úhrnů. Následující tři metody jsou používány především v ČHMÚ a nejsou volně dostupné.

3.3.4 Lokální lineární regrese (LLR)

Lokální lineární regrese využívá vztahu

$$Y_i = a + b * X_i,$$

kde je:

- Y odhad hodnoty v bodě i (například teplota),
- X nadmořská výška v bodě i (z DEM gridu),
- b koeficient regrese-směrnice přímky,
- a koeficient regrese.

Výpočet probíhá v následujícím pořadí:

1. Určení počtu nejbližších stanic n .
2. Pro každý uzlový bod (pixel) vstupních digitálního modelu terénu (DEM) se provede:
 - a. nalezení nejbližších n stanic od daného uzlového pixelu,
 - b. získání naměřených dat např. teplot [h] a výškových dat [z] (z DEM) pro každou nalezenou stanicí,
 - c. vytvoření n rovnic ve tvaru $h = a + b * z$,
 - d. řešením n rovnic o dvou neznámých pomocí metody nejmenších čtverců se získají neznámé parametry a , b , které reprezentují pro danou oblast (danou počtem nejbližších stanic) lineární regresi,
 - e. výpočet hodnoty v uzlovém bodě h podle vztahu $h = a + b * X_i$,
kde:
 X_i je hodnota nadmořské výšky v bodě i z DEM.

3.3.5 Clidata-DEM

Tato metoda je obdobná jako metoda LLR s tím rozdílem, že se odhad hodnoty koriguje odchylkou (residua), aby se zachovaly hodnoty naměřené na stanicích. Výpočet znázorňuje vzorec

$$Y_i = a + bX_i + \text{residua}_i,$$

kde je:

| | |
|---------|--|
| Y | odhad hodnoty v bodě <i>i</i> (například teplota), |
| X | nadmořská výška v bodě <i>i</i> (z DEM gridu), |
| b | koeficient regrese-směrnice přímky, |
| a | koeficient regrese, |
| residua | odhadnutá odchylka v bodě <i>i</i> (Stříž, 2012). |

3.3.6 Clidata-DEM R2

Clidata-DEM R2 je metoda kombinující metody IDW a Clidata-DEM. Jde o vážený průměr, kde váhou je koeficient determinace R2. Autorem této metody založené na orografické interpolaci je Petr Šercl z ČHMÚ.

3.4 Tvorba utilit pro automatizaci postupu

Pitka (2007) ve své bakalářské práci popisuje základní postupy pro práci ve vývojovém prostředí NetBeans IDE (URL 8). Práce je napsána jako příručka pro uživatele, kteří s NetBeans IDE začínají, ale nutností je alespoň základní znalost programovacího jazyka Java. Výhodou této příručky je zefektivnění a zrychlení práce s NetBeans IDE.

Mezi zdařilý zdroj vysvětlující práci v prostředí Java, která je při psaní kódu v prostředí NetBeans IDE nezbytná, patří také česká uživatelská fóra (URL 9), nejpřínosnější jsou pak ta zahraniční (URL 10).

4 PŘEDZPRACOVÁNÍ DAT

Na počátku bylo nezbytné získat zdrojová data pro zpracování diplomové práce. Klimatologická data byla pořízena ve formě excelovských tabulek z databáze ČHMÚ a obsahovala naměřené jevy od roku 1901 do roku 2010. První komplikací byla absence měření od roku 1901 pro některé stanice. V datech se proto objevovaly prázdné buňky s nenaměřenými hodnotami. Nutností bylo také vyřešit, jak správně interpretovat hodnotu nula, kdy se mohlo jednat o stav nabývající nulovou hodnotu, jev se nevyskytuje nebo nebyl z nějakého důvodu naměřen (Tab. 3). Kde byly v datových sadách prázdné buňky, byla všude vložena hodnota -999 (Tab. 3), aby se tyto buňky jasně odlišily a mohla být v dalších krocích data s touto hodnotou odstraněna.

Tab. 3: Přehled úpravy hodnot dat

| Eg gh id | 1901 | 1902 | 1903 | 1904 |
|----------|------|------|------|------|
| B1BRBY01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1BUDE01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1BYSH01 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| B1HODO01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1HOLE01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1IVAN01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1KONI01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1KROM01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1LUHA01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1OTRO01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1PROS01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1PROT01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1STIT01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1STME01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1STRN01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1STRZ01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1VIZO01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1ZLIN01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1ZPRS01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B2BBOH01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B2BJUN01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B2BOSK01 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B2BPIS01 | 0 | 1 | 2 | 0 |

4.1 Selekcce dat

V každé tabulce Microsoft Excel došlo k seřazení všech hodnot podle indikativu (ID) stanic abecedně a zároveň podle let (vzestupně). Indikativ stanice je složen z velkých písmen a čísel, celkem se jedná o 8 znaků. První ze znaků určuje pobočku ČHMÚ, ve které se daná stanice nachází (B - Brno, C - České Budějovice, H - Hradec Králové, L - Plzeň, O – Ostrava, P – Praha a U – Ústí nad Labem). Druhý znak (čísllice) určuje povodí v rámci pobočky, třetí až šestý znak je zkratka ze jména stanice. Koncové dvojčíslí např. 01 bývá použito pro rozlišení více stanic na jednom místě. Jako příklad můžeme uvést O1PORU01 – značí, že se jedná o stanici v oblasti pobočky Ostrava, v povodí řeky Odry a název stanice je Poruba.

Pro další práci s daty se musela struktura uložení za využití kontingenčních tabulek změnit tak, aby sloupce vyjadřovaly jednotlivé roky řešeného období (počínaje rokem 1901 a konče rokem 2010) a řádky nesly označení stanic (Tab. 4).

Tab. 4: Ukázka pozměněné struktury dat

| | 1901 | 1902 | 1903 | 1904 | 1905 | 1906 |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| B1BRBY01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1BUDE01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1BYSH01 | 9 | -999 | 1 | 13 | -999 | -999 |
| B1HODO01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1HOLE01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1IVAN01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1KONID1 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1KROM01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1LUHA01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1OTRO01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1PROS01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1PROT01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1STIT01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1STME01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1STRN01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1STRZ01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1VIZO01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1ZLIN01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B1ZPRS01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B2BBOH01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B2BJUN01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B2BOSK01 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |
| B2BPIS01 | 34 | 39 | 4 | 54 | 5 | 35 |
| B2BPIS02 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 | -999 |

Nad takto uloženými daty se mohla již provést jednoduchá statistika, kde šlo především o výpočty aritmetických průměrů za určité období (vybrané měsíce či rok), celkové sumy (dvoudenní či třídenní úhrny srážek) nebo percentilu.

4.2 Uložení dat do formátu .dbf

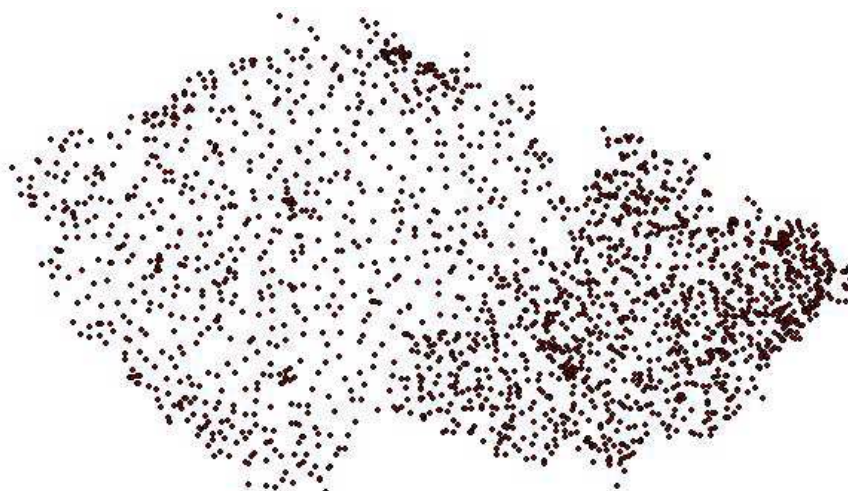
Data do této fáze obsahovala indikativ stanice, rok měření a buď absolutní nebo vypočtenou hodnotu jevu. Stále byly tabulky uloženy ve formátu .xls, aby je bylo možné importovat do prostředí ArcMap, muselo být využito volně dostupného tabulkového kalkulátoru Open Office Calc, jelikož Microsoft Office 2007 již neumožňuje ukládat data do formátu dBase (.dbf). Do formátu .dbf bylo zapotřebí uložit i tabulku nesoucí názvy stanic a k nim informace o souřadnicích v souřadnicovém systému WGS-84, údaje o nadmořské výšce stanice a mimo jiné i datum počátku a konce měření stanice.

4.3 Přiřazení souřadnic jevům získaných z měřících stanic

Z tabulky obsahující souřadnice stanic (Tab. 5) byla vytvořena v aplikaci ArcMap bodová vrstva v souřadnicovém systému WGS-84, kterou bylo nezbytné přetransformovat do souřadnicového systému S-42 s referenčním bodem v místě Pulkovo (Obr. 9). Změna souřadnicového systému byla provedena kvůli následnému vytváření gridů podle zvolených interpolačních metod.

Tab. 5: Tabulka s informacemi o všech měřicích stanicích

| | | | | | | |
|----------|--------------------------------|---------|---------|-----|------------|------------|
| B1BLAT01 | Blatnice pod svatým Antonínkem | 17.4611 | 48.9465 | 211 | 1.9.2008 | 31.12.9999 |
| B1BLAT01 | Blatnice pod svatým Antonínkem | 17.4639 | 48.9503 | 225 | 12.3.1949 | 31.12.1982 |
| B1BLAT01 | Blatnice pod svatým Antonínkem | 17.4597 | 48.9472 | 211 | 1.1.1983 | 31.1.2008 |
| B1BOJK01 | Bojkovice | 17.8114 | 49.0369 | 275 | 16.2.1971 | 31.1.1984 |
| B1BOJK01 | Bojkovice | 17.8094 | 49.0386 | 281 | 23.3.1984 | 31.3.2003 |
| B1BOJK01 | Bojkovice | 17.8058 | 49.0372 | 271 | 1.1.1954 | 15.2.1971 |
| B1BOJK01 | Bojkovice | 17.81 | 49.0402 | 302 | 1.4.2003 | 31.12.9999 |
| B1BOJK01 | Bojkovice | 17.8164 | 49.0392 | 286 | 01.07.1895 | 30.4.1934 |
| B1BOJK02 | Bojkovice | 17.8164 | 49.0392 | 286 | 1.1.1926 | 31.12.1935 |
| B1BOJK02 | Bojkovice | 17.8164 | 49.0392 | 286 | 1.6.1936 | 28.2.1938 |
| B1BOJK02 | Bojkovice | 17.8164 | 49.0392 | 286 | 1.3.1938 | 31.12.1962 |
| B1BRBY01 | Brumov-Bylnice, Bylnice | 18.0247 | 49.0914 | 331 | 26.7.1923 | 31.7.1953 |
| B1BRBY01 | Brumov-Bylnice, Bylnice | 18.0247 | 49.0914 | 331 | 1.1.1903 | 28.2.1909 |
| B1BRBY01 | Brumov-Bylnice, Brumov | 18.0247 | 49.0914 | 331 | 01.01.1899 | 31.12.1899 |
| B1BRBY01 | Brumov-Bylnice, Brumov | 18.0231 | 49.0983 | 350 | 1.7.1963 | 30.6.1994 |
| B1BRBY01 | Brumov-Bylnice, Bylnice | 18.0083 | 49.0722 | 304 | 1.11.1961 | 31.8.1962 |
| B1BRBY01 | Brumov-Bylnice, Bylnice | 18.0075 | 49.0711 | 304 | 22.4.1954 | 31.8.1954 |
| B1BRBY01 | Brumov-Bylnice, Brumov | 18.0247 | 49.0914 | 356 | 01.07.1881 | 31.12.1883 |
| B1BRBY01 | Brumov-Bylnice, Bylnice | 17.9969 | 49.0669 | 304 | 1.11.1962 | 30.6.1963 |
| B1BRBY01 | Brumov-Bylnice, Bylnice | 18.0075 | 49.0711 | 304 | 1.9.1954 | 31.10.1961 |



Obr. 9: Bodová vrstva stanic v souřadnicovém systému S-42.

K této vrstvě byly přiřazeny postupně všechny sledované charakteristiky klimatu a včetně prostorové složky, což už umožňovalo jevy vizualizovat pomocí mapy. Data, kterým byla přidána prostorová informace se vyexportovala zpět do formátu .dbf.

4.4 Vytvoření formátu .csv

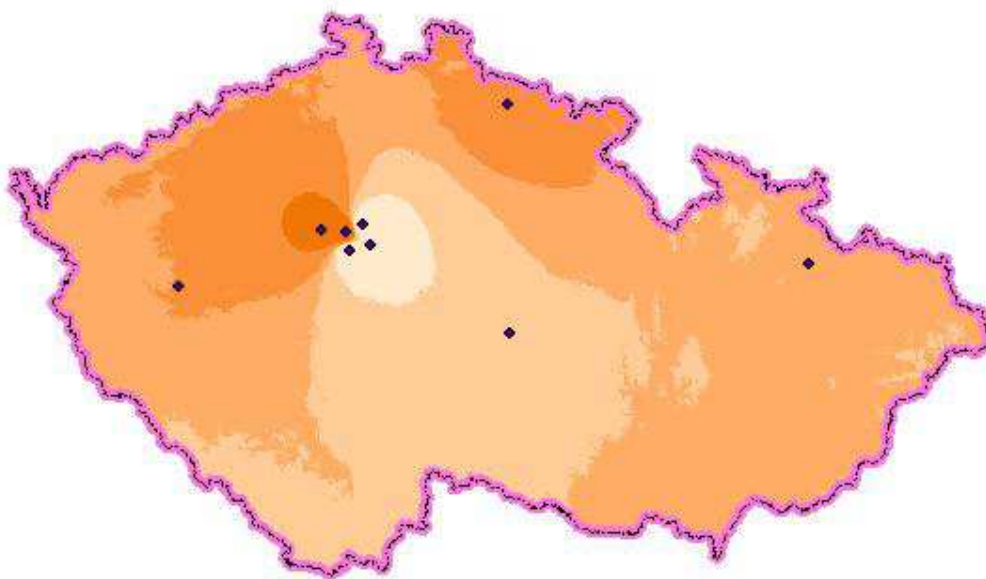
Aby bylo možné využít dodatečně naprogramovaných utilit pro vytváření rastrových dat (gridů), byly vyexportované tabulky ve formátu .dbf uloženy po jednotlivých řešených klimatických jevech do formátu .csv a finálně se upravilo záhlaví těchto souborů. Jako oddělovač musel být nastaven výhradně středník, desetinnou čárku nahradila tečka.

Striktně se muselo dodržet u všech .csv souborů pojmenování sloupců. Sloupec s indikativem stanice nesl označení „ID“, prostorové umístění v souřadnicovém systému S-42 bylo pojmenováno „X“, „Y“ a léta se získanými hodnotami jevu se označila podle daného roku, tedy „N1901“, „N1902“ atd.

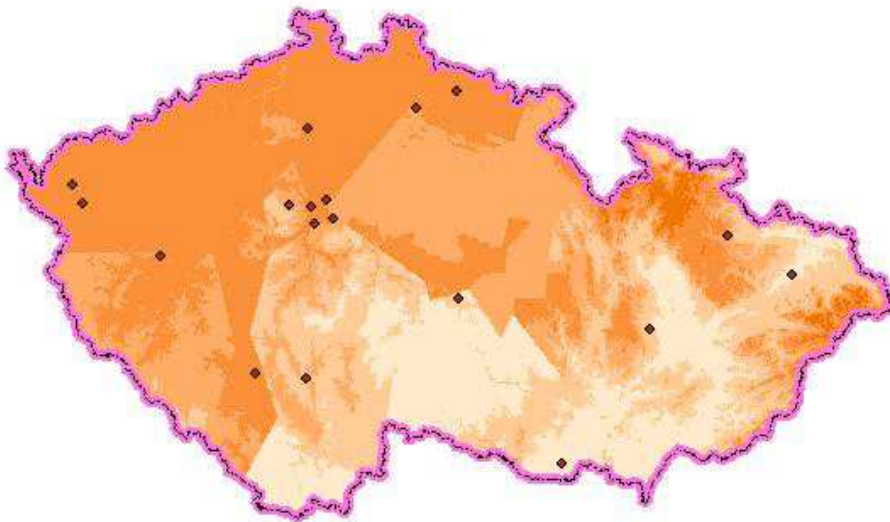
4.5 Automatizace postupu

Pokud by se uvažovalo zpracování naměřených hodnot za celé období 1901-2010, jednalo by se o 110 prvků. U každého z nich by docházelo k převodům mezi formáty, upravovala by se záhlaví, eliminovaly by se za každý rok nenaměřené hodnoty (ty, kterým byla na počátku zpracování přiřazena hodnota -999) a práce by byla velmi náročná a to nejen z časového hlediska. Hlavním cílem této diplomové práce bylo řešit kartografické zpracování dat, již po prvním seznámení se s daty se ale ukázalo, že cíl téměř není možné splnit bez zpracování univerzálního postupu, který by umožňoval poměrně rychlé, snadné a afektivní zpracování tak velkého množství dat, jako bylo v tomto případě. Po konzultaci s programátorem bylo rozhodnuto, že se k sepsání kódu v programovacím jazyku Java využije vývojového prostředí NetBeans IDE. Výsledkem je složka *ClimateDataProcessor*, která obsahuje několik souborů, tím nejdůležitějším je *ClimateDataProcessor_run.bat*, umožňující z jednoho velkého souboru ve formátu .csv, za každou sledovanou klimatologickou charakteristiku ze sledovaného období, vytvořit další soubory ve formátu .csv, kde je jeden jev rozdělen dle jednotlivých let. Soubor se zapsal na disk jen tehdy, pokud splnil

zadané podmínky. První podmínkou bylo odstranění hodnoty -999 (léta, kdy stanice neměřila), druhou podmínkou bylo splnění počtu stanic, které musely měřit v jednom roku. Tento počet byl po několika pokusech nastaven na hodnotu 30, protože v případech menšího počtu stanic docházelo k velkému zkreslení (Obr. 10 a 11). Problémy činilo i rozložení stanic, které nebylo rovnoměrné po celém území. Koncentrace jejich shluků nebo naopak velké plochy bez stanic způsobovaly vznik míst naprosto zkreslených hodnot jevu. Proto bylo nutné výsledné gridy manuálně překontrolovat.



Obr. 10: Ukázka interpolace, kdy měří méně než deset stanic.



Obr. 11: Ukázka interpolace, kdy měří méně než dvacet stanic.

Vhodným řešením se ukázalo omezení zpracování v případě nedostatečného množství měřících stanic. V případě, že se během zpracování vyskytl rok, kdy měřilo méně než 30 stanic, nedošlo k zápisu na disk (do složky *result*).

Naopak pokud měřilo více stanic než 30, k zápisu na disk došlo. Soubory se generují podle roků a mají i tento název, ke kterému se přidá přípona *.csv* (1924.csv). Do složky s názvem *result* se kromě souborů s těmito roky vygeneruje soubor *_run.bat*, ten je pro každý jev unikátní a musí se dbát na to, aby se při vytváření dalšího jevu soubor s názvem *_run.bat* aktualizoval.

Následující část kódu popisuje výše popsany postup:

```
public static void main(String[] args) throws
FileNotFoundException, IOException{
    String fileNameInputCsv = args[0];
    CsvReader csvRead = new CsvReader(fileNameInputCsv, ';');
    csvRead.readHeaders();
    String[] headers = csvRead.getHeaders();
    File theDir = new File("result/");
    theDir.mkdirs();
    PrintWriter outBat = new PrintWriter("result/_run.bat");
```

```

CsvWriter csvOut;
String[] head = {"ID", "X", "Y", "HODNOTA"};
String[] newRecord = new String[4];
for(int i=3;i<headers.length;i++){
    String fileName = ""+headers[i];
    csvOut = new CsvWriter("result/"+fileName+".csv");
    csvOut.setDelimiter(';');
    csvOut.writeRecord(head);
    csvRead = new CsvReader(fileNameInputCsv, ';');
    csvRead.readHeaders();
    int count = 0;
    double min = Double.MAX_VALUE;
    double max = -Double.MAX_VALUE;
    while(csvRead.readRecord()){
        String[] record = csvRead.getValues();
        Double value = Double.parseDouble(record[i]);
        if(-990<value){
            if(value<min){
                min = value;}
            if(max<value){
                max = value; }

            newRecord[0] = record[0];
            newRecord[1] = record[1];
            newRecord[2] = record[2];
            newRecord[3] = record[i];
            csvOut.writeRecord(newRecord);
            count++;}}
    csvOut.close();
    if(count<30){
        File f = new File("result/"+fileName+".csv");
        f.delete();
    }
}

```

Složka *result*, která obsahuje soubor *_run.bat* a jednotlivé *.csv* soubory podle měřených roků se vkopíruje do složky s názvem *RAP*. V této složce je několik utilit, které pomáhají ulehčit zpracování klimatologických dat. Složka byla získána od Ing. Martina Stříže, který se podílel na tvorbě zmíněných utilit v rámci ČHMÚ. Do podsložek v tomto adresáři se ukládají výsledné soubory shapefile a rastrová data.

Struktura souboru *_run.bat* (Obr.12) ukazuje na průběh, jak vznikne z formátu *.csv* shapefile se stejným označením spuštěním programu *Csv2shp.exe*. V druhém kroku se spustí program *appLLR.exe*, kde je možné nastavit nejvhodnější interpolační metodu.

V programu *appLLR.exe* jsou na výběr 4 interpolační metody. Jde o metodu *IDW*, *LLR*, *Clidata-DEM* a *Clidata-DEM R2*. Po konzultaci s Ing. Martinem Střížem z ČHMÚ byly za vhodné označeny dvě metody. Za nejlepší metodu byla označena metoda *LLR* následována metodou *Clidata-DEM*. Metoda lokální lineární regrese se jeví pro zpracování klimatických dat jako nevhodnější, protože bere v úvahu závislost naměřených hodnot na nadmořské výšce.

Průběh zbylé části postupu při tvorbě rastrových dat vystihuje část zdrojového kódu:

```
else{
    int iMax = (int) Math.ceil(max);
    int iMin = (int) Math.floor(min);
    outBat.println("Csv2shp.exe -csv "+fileName+".csv -shp
"+fileName+".shp");
    outBat.println("appLLR.exe -shp "+fileName+".shp -fid ID -
fValue HODNOTA -dem .\\dem\\dem.asc -asc
tmp\\"+fileName+".asc -Method LLR -min "+iMin+" -max
"+iMax+" -C");
}
```

```

}

    outBat.println("PAUSE");

    outBat.close();

}

}

```

Průběh celého kódu je uložen na CD, kde je uložena i složka *RAP* a složka *ClimateDataProcessor* s dodatečně naprogramovanými utilitami.

```

Csv2shp.exe -csv N1924.csv -shp N1924.shp
appLLR.exe -shp N1924.shp -fid ID -fValue HODNOTA -dem .\dem\dem.asc -asc tmp\N1924.asc -Method LLR -min 99 -max 157 -C
Csv2shp.exe -csv N1925.csv -shp N1925.shp
appLLR.exe -shp N1925.shp -fid ID -fValue HODNOTA -dem .\dem\dem.asc -asc tmp\N1925.asc -Method LLR -min 50 -max 143 -C
Csv2shp.exe -csv N1926.csv -shp N1926.shp
appLLR.exe -shp N1926.shp -fid ID -fValue HODNOTA -dem .\dem\dem.asc -asc tmp\N1926.asc -Method LLR -min 41 -max 177 -C
Csv2shp.exe -csv N1927.csv -shp N1927.shp
appLLR.exe -shp N1927.shp -fid ID -fValue HODNOTA -dem .\dem\dem.asc -asc tmp\N1927.asc -Method LLR -min 45 -max 202 -C
Csv2shp.exe -csv N1928.csv -shp N1928.shp
appLLR.exe -shp N1928.shp -fid ID -fValue HODNOTA -dem .\dem\dem.asc -asc tmp\N1928.asc -Method LLR -min 55 -max 215 -C
Csv2shp.exe -csv N1929.csv -shp N1929.shp
appLLR.exe -shp N1929.shp -fid ID -fValue HODNOTA -dem .\dem\dem.asc -asc tmp\N1929.asc -Method LLR -min 93 -max 165 -C
Csv2shp.exe -csv N1930.csv -shp N1930.shp
appLLR.exe -shp N1930.shp -fid ID -fValue HODNOTA -dem .\dem\dem.asc -asc tmp\N1930.asc -Method LLR -min 53 -max 149 -C
Csv2shp.exe -csv N1931.csv -shp N1931.shp
appLLR.exe -shp N1931.shp -fid ID -fValue HODNOTA -dem .\dem\dem.asc -asc tmp\N1931.asc -Method LLR -min 88 -max 175 -C
Csv2shp.exe -csv N1932.csv -shp N1932.shp
appLLR.exe -shp N1932.shp -fid ID -fValue HODNOTA -dem .\dem\dem.asc -asc tmp\N1932.asc -Method LLR -min 15 -max 165 -C
Csv2shp.exe -csv N1933.csv -shp N1933.shp
appLLR.exe -shp N1933.shp -fid ID -fValue HODNOTA -dem .\dem\dem.asc -asc tmp\N1933.asc -Method LLR -min 22 -max 180 -C
Csv2shp.exe -csv N1934.csv -shp N1934.shp
appLLR.exe -shp N1934.shp -fid ID -fValue HODNOTA -dem .\dem\dem.asc -asc tmp\N1934.asc -Method LLR -min 0 -max 157 -C
Csv2shp.exe -csv N1935.csv -shp N1935.shp
appLLR.exe -shp N1935.shp -fid ID -fValue HODNOTA -dem .\dem\dem.asc -asc tmp\N1935.asc -Method LLR -min 66 -max 214 -C

```

Obr. 12: Struktura souboru *_run.bat*

Součástí *_run.bat* je také výčet minimální a maximální hodnoty jevu v každém roce. Výsledkem programu *appLLR.exe* jsou ve složce *tmp* na disku zapsané rastrové vrstvy (ASCII grid) za každý rok.

5 KARTOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA

Kartografické výstupy v této práci se dělily do dvou hlavních celků. Vývoj klimatu České republiky v období 1901-2010 byl znázorněn pomocí časových animací, které formou rychlé a přehledné interpretace dokázaly zprostředkovat údaje za tak dlouhé období. Mapy statické měly za úkol umožnit komplexní náhled na vývoj klimatu České republiky. K doplnění informací byly ke zvoleným charakteristikám vytvořeny tabulky a grafy.

5.1 Kompozice mapy

U mapové tvorby je nezbytností dbát na správnou kompozici mapy, aby čtenářům byl umožněn přehledný, rychlý a snadný vjem znázorňovaného klimatologického jevu.

Kompozice mapy se odvíjí od účelu a měřítka mapy, velikosti mapového listu a v neposlední řadě od tvaru a velikosti zobrazovaného území (Voženílek, 2001).

V první řadě je nutné stanovit účel mapy, od kterého se odvíjí celá kompozice. Jak uvádí Voženílek (2001), z účelu musí být zřejmý:

- cíl, jemuž má mapa sloužit,
- okruh budoucích uživatelů,
- způsob užití a práce s mapou.

5.2 Základní kompoziční prvky map

Mezi základní kompoziční prvky patří název, legenda, mapové pole, měřítko a tiráž (Kaňok, 1999). Nejdominantnější část musí zaujímat titul a mapové pole.

Název mapy byl ve všech případech umístěn k hornímu okraji mapy a obsahoval věcné, prostorové a časové vymezení zpracovávaného klimatologického jevu, popř. název označoval hlavní téma mapy. Jako podtitul

bylo ve většině mapových výstupů zvoleno časové vymezení jevu. Podtitul u dynamických map tvořil časové měřítko mapy.

K mapám bylo přiřazeno grafické měřítko, které zůstává aktuální i v případech, kdy dojde ke zvětšení či zmenšení mapy, což se u animovaných map mohlo stát a tím by byly informace o velikosti zavádějící. Ke statickým mapám bylo navíc doplněno číselné měřítko. Hlavní měřítko map ve formátu 1 : 2 000 000 a vedlejší 1 : 1 500 000. Od volby měřítka se odvíjel formát, ve kterém byla mapa prezentována. Formáty map byly ve třech velikostech, a to velikost A4, A3 a největší A2.

Legenda, jež podává vysvětlení použitých barevných stupnic a znaků byla umístována ve spodní části map.

Tiráž vykazující soubor informací o jménu autora, místě a roku vydání byla umístěna do všech dynamických a statických map.

Mapové pole ve středu mapy obsahovalo hranice České republiky a klimatický jev.

5.3 Nadstavbové kompoziční prvky map

Po přidání nadstavbových kompozičních prvků do mapy se zvýší informační hodnota tematické mapy a její atraktivnost pro uživatele (Kaňok, 1999). Doplnění map o tyto prvky musí být dobře zvážené, aby nedošlo k zatížení mapy a nestala se tak nečitelnou a nepřehlednou.

Dynamické mapy neobsahují žádné nadstavbové kompoziční prvky, jsou znázorněny pouze těmi základními. U map statických byly doplněny jak grafické, tak i textové marginálie. Jednalo se především o grafy a vysvětlující texty, které blíže popsaly daný jev na mapě.

5.4 Tvorba stupnice legendy

Znázornění teplotních a srážkových charakteristik je v mapě vyjádřeno metodou barevných vrstev (Voženílek, 2001). Sestavení stupnice a výběr barev

spočíval ve vytvoření stupnice z hodnot s platností pro celé období. Sestavení probíhalo v několika krocích.

Nejprve bylo potřeba stanovit hraniční hodnoty stupnice, tedy minimum a maximum pro každý řešený jev. Rozsah hodnot za období bylo možné zjistit velmi snadno v souboru *_run.bat*, jehož součástí je i výpis rozsahu hodnot. Po zjištění rozsahu se přešlo k navržení intervalu. U map byly zvoleny intervaly s obecně proměnlivou šířkou, kde byly intervaly spojité, tedy navazovaly na sebe a pokrývaly celé rozpětí hodnot řešených jevů. Tento interval nabýval s každým jevem jiné hodnoty, jelikož se pokaždé řešil jiný rozsah.

Druhým krokem byl výběr barev do stupnice legendy, zde musela být dodržena základní pravidla (Voženílek, 2001):

- správné využití teplých a studených barev,
- čím vyšší intenzita jevu, tím vyšší intenzita barvy.

5.4.1 Legenda animovaných map

Legenda u animovaných map byla řešena dvěma způsoby. První způsob spočíval v sestavení animace pro celé období z jednotlivých map. Na základě rozsahu hodnot za celé období byla vygenerována stupnice legendy. V každém roce byla naměřena jiná hodnota sledovaného jevu, proto se ke každému roku vytvořila jen ta část legendy, která obsahovala získané hodnoty. Touto metodou byly zpracovány charakteristiky teploty vzduchu.

Dynamické mapy s charakteristikou srážek obsahovaly pouze jeden typ legendy, která obsahovala minimální a maximální hodnoty získané za celé období, a ta byla dosazena do celé animace.

Dva různé způsoby řešení legendy byly zvoleny z důvodu přehlednosti a celkovému uživatelskému dojmu z animace. Případ, kdy se legenda v každém roce měnila, mohl být zvolen díky prvkům, které umožňují animaci zastavit, posunout se o snímek vpřed/zpět. Uživateli je tedy umožněno zaměřit

se na mapu za každý rok zvlášť, proto je na místě mít k dispozici legendu, jež je k dané mapě aktuální, platná a čtenáři je z vymezeného rozsahu ihned jasné, v jakých intervalech se hodnoty v mapě vyskytují. Nevýhoda této metody může pro některé uživatele spočívat v odpoutání pozornosti od animovaného jevu (měnící se mapové pole) a zaměření se na změnu velikosti legendy. Ta může působit dojmem „poskakování“. U druhého typu animace, jež se týkala srážkových charakteristik, k žádnému rušivému dojmu nedochází, jelikož je legenda platná pro celé období a je zachována její stále stejná velikost. V tomto případě by mohl mít čtenář problémy s rychlou interpretací velikosti znázorňovaného jevu, protože si musí v poměrně krátké době sám rozkódovat legendu a určit, jaký rozsah hodnoty se v mapě vyskytuje.

5.4.2 Legenda statických map

Legenda u statických map se vytvářela vždy pro každé mapové pole zvlášť, proto její čtení nečiní obtíže a uživatel mapy dokáže v krátkém časovém úseku získat přehled o jevu, který byl vizualizován. I u statických map byly voleny intervaly legendy pokrývající celý rozsah hodnot jevu.

5.5 Tvorba dynamických map

K získání přehledného a rychlého znázornění vývoje klimatických prvků byla využita metoda animací. Bylo nezbytné vytvořit animace pro časové období 110 let za každou řešenou srážkovou charakteristiku a přibližně období 90 let u teplotních charakteristik, což se nakonec ukázalo jako problém. Jelikož se jednalo o velký vzorek dat, který se musel vložit do programu vytvářejícího animace, nastaly komplikace s celkovou velikostí souboru, kvalitou vizualizovaného prvku a časovým intervalem než došlo k vytvoření jedné animace. Původně bylo plánováno využití programů, které jsou volně ke stažení z internetu. Byl to především program ImageToAVI, který umožňuje vytváření videa ze souborů uložených ve formátu JPEG, BMP a GIF,

kde výstupem je formát AVI, popř. BMP. Nakonec nebylo možné tento program využít díky výše jmenovaným nedostatkům a animace se musely vytvářet v prostředí PSPad Editor za pomoci značkovacího jazyka XHTML 1.0 Strict a JavaScriptu. Součástí práce je i ukázka animace v programu ImageToAVI, která musela být zkrácena, aby se mohla porovnat kvalita animace v tomto programu a ostatní animace vytvořené pomocí JavaScriptu (Animace 11).

XHTML 1.0 Strict je značkovací jazyk pro tvorbu hypertextových dokumentů v prostředí internetu (URL 11). JavaScript je multiplatformní značkovací jazyk, pomocí něhož jsou obvykle ovládány různé interaktivní prvky a hlavně ho lze využít k vytváření animací (URL 12). Aby mohl JavaScript vytvářet animace, musí se stáhnout jeho knihovny, ty umožní rozpohybovat nahrané obrázky ve formátu JPEG a utvořit z nich plynulou animaci.

```
<!-- načtení javascriptů - -->
  <script type="text/javascript" src="js/jquery-
  1.7.1.min.js"></script>
  <script type="text/javascript"
  src="js/jquery.cycle.all.js"></script>
  <script type="text/javascript"
  src="js/jquery.imageLoader.1.2.min.js"></script>
```

Následující část kódu napsaná v XHTML 1.0 Strict popisuje výše popsany postup při vytváření animací:

```
// plugin jQuery imageLoader
// NAČTENÍ JEDNOTLIVÝCH MAP DO ANIMACE; za pomoci
javascript
  $('#mapa').imageLoader({ images: [
    {src: 'mapy/sra_leto901.jpg'},
    {src: 'mapy/sra_leto902.jpg'},
```

```

        {src: 'mapy/sra_let0903.jpg'},
        {src: 'mapy/sra_let0904.jpg'},
        {src: 'mapy/sra_let0905.jpg'},
        {src: 'mapy/sra_let0906.jpg'},
        {src: 'mapy/sra_let0907.jpg'},
        {src: 'mapy/sra_let0908.jpg'},
        ....
    ]},

    function()
    {
        // javascript, který zajistí animaci načtených map -
        plugin jQuery Cycle - http://jquery.malsup.com/cycle/
        $('#mapa').cycle({
            pager: false,
            speed: 2,
            timeout: 100,
            next : '#next',
            prev: '#prev',
            nowrap: 1
        });
    }

```

Tento kód umožňuje nastavit rychlost animace a listování mezi jednotlivými obrázky pomocí kurzorových šipek. Animace týkající se teplotních charakteristik nabízejí možnost přecházet mezi jednotlivými snímky, zastavit animaci a zase ji následně spustit, jedná se tedy o řízenou animaci. Animace srážkových charakteristik možnost ovládání průběhu nemají.

Díky spouštění animací s využitím JavaScriptu nedochází k nedostatkům jako je zhoršená kvalita animace a dlouhý časový interval, než je animace spuštěna. Na výborné úrovni je i velikost celé animace, nedochází tak k velkému zabírání kapacity disku počítače.

6 ANALÝZA KLIMATOLOGICKÝCH DAT

Při tvorbě této práce byly využity moderní přístupy k analýze jednotlivých prvků charakterizujících vývoj klimatu České republiky v časovém úseku trvajícím 110 let. Všechny postupy vycházely z obecně platných zásad v oblasti klimatologie, kartografie a geoinformatiky.

Byly zpracovány dvě hlavní charakteristiky klimatu, které jsou považovány za nejdůležitější v oblasti jeho hodnocení. Práce byla zaměřena na podrobné zpracování charakteristik teplot vzduchu a srážek na území České republiky v letech 1901-2010.

6.1 Charakteristiky teploty vzduchu

Teplota vzduchu zásadně ovlivňuje charakter a vývoj životního prostředí a zasahuje do mnoha oblastí činností lidí. Teplota má vliv na zdravotní stav obyvatelstva, zemědělství, průmysl, dopravu aj. Lze zjednodušeně konstatovat, že teplota vzduchu zasahuje do každodenních činností člověka více, než si málokdo dokáže představit.

V České republice je rozložení teplot závislé na terénu, povětrnostních podmínkách a na nadmořské výšce. S rostoucí nadmořskou výškou klesá naměřená hodnota teploty vzduchu, proto se nesmí opomenout tento faktor při zpracovávání klimatologických dat.

Teplotou vzduchu se v klimatologii rozumí teplota v zastíněném prostředí ve výšce 2 metry nad zemským povrchem změřená v meteorologické budce (URL 13). Měření probíhá v 7, 14 a 21 hodin místního slunečního času. Teplota je obvykle zaznamenávána pomocí dvou staničních teploměrů (suchý a vlhký) a extrémního teploměru (Vysoudil, 2006).

Zpracování charakteristik teplot bylo založeno na údajích, které bohužel nebyly zpracovány od roku 1901, jak bylo původně zamýšleno, ale až od roku 1924 (resp. 1925). Důvodem je nedostatečný počet měřících stanic od roku 1901 do roku 1924. V těchto letech bylo v činnosti méně než 30 stanic,

což nesplňovalo definovanou podmínku, proto toto období nemohlo být zahrnuto do zpracovávaného období.

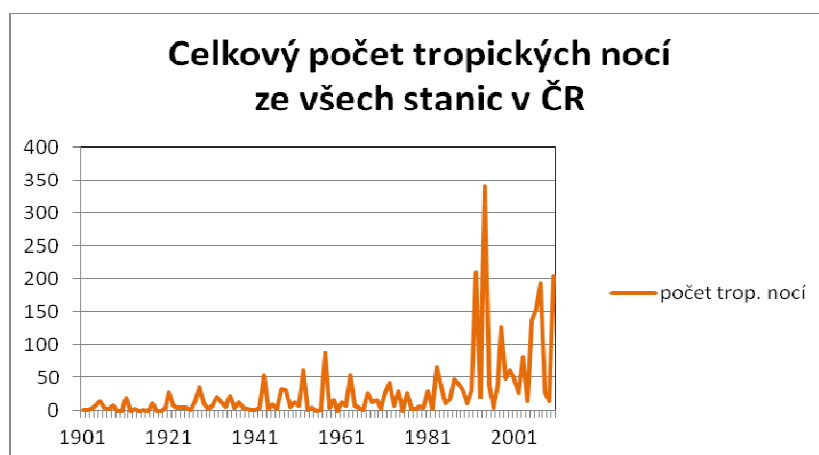
Pro vizualizaci teplot vzduchu byly použity dvě interpolační metody (LLR a Clidata-DEM), které počítaly se závislostí klimatologických jevů na nadmořské výšce.

6.1.1 Maximální teplota vzduchu nad 0 °C

Mapa znázorňující nejvyšší naměřené hodnoty maximálních teplot vzduchu nad 0 °C v České republice (Příloha 5) ukazuje na nejvyšší naměřené hodnoty tropických dnů a nocí, letních dnů a dnů bez mrazu.

Tropické dny jsou dny, kdy denní maximální teploty vzduchu dosahují minimálně 30 °C (URL 14). V České republice se vyskytuje průměrně 14 tropických dnů ročně, jsou však roky, kdy nebyl naměřen ani jeden tropický den a naopak, kdy jich bylo naměřeno 49 (2003). Průběh počtu tropických dnů je značně kolísavý (Animace 1).

Tropická noc je noc, kdy minimální teplota neklesne pod 20 °C (URL 15). Výskyt takových nocí je nepravidelný a lokalizovaný do nížinatých oblastí, v horských oblastech se téměř nevyskytuje. V posledních letech jejich počet značně roste (Obr. 12), důkazem je rok 2010, kdy bylo zaznamenáno 36 tropických nocí.



Obr. 12: Nárůst počtu tropických nocí.

Letní den v terminologii meteorologie označuje den, kdy maximální teplota dosáhne nebo překročí hranici 25 °C. Nejvíce těchto dnů je naměřeno v oblasti jižní Moravy, nejméně letních dnů najdeme v horských oblastech (Animace 2). Nejvyšší počet letních dnů byl v České republice zaznamenaný v roce 1947, a to 95 letních dnů.

Dny bez mrazu mají denní minimum teploty 0 °C a více (Animace 3). Ve sledovaném období byl nejvyšší naměřený počet bezmrazových dnů v roce 1990, kdy se jich vyskytlo 337.

6.1.2 Maximální teplota vzduchu pod 0 °C

Mapa charakterizující nejvyšší naměřené hodnoty maximálních teplot vzduchu pod 0 °C v České republice (Příloha 6) zachycuje ledové a arktické dny a jejich maximální hodnoty z období let 1901-2010.

Ledovým dnem je v meteorologii označen den, kdy se teplota vzduchu drží po celý den pod bodem mrazu (Animace 4). Ledové dny jsou charakteristické spíše pro oblast Beskyd, Jeseníků a Šumavy, je možné se s nimi setkat i v nižších oblastech. Maximální počet ledových dnů byl zaznamenaný v roce 1956, kdy jich bylo naměřeno 159.

Arktický den je den, kdy denní teplota nepřesáhne -10 °C (Animace 5). Tyto dny se vyskytují nejčastěji v oblastech s vyšší nadmořskou výškou. Nejvyšší počet arktických dnů byl zaznamenaný v počtu 38 dnů v roce 1963.

6.1.3 Mrazové dny a dny s přízemním mrazem

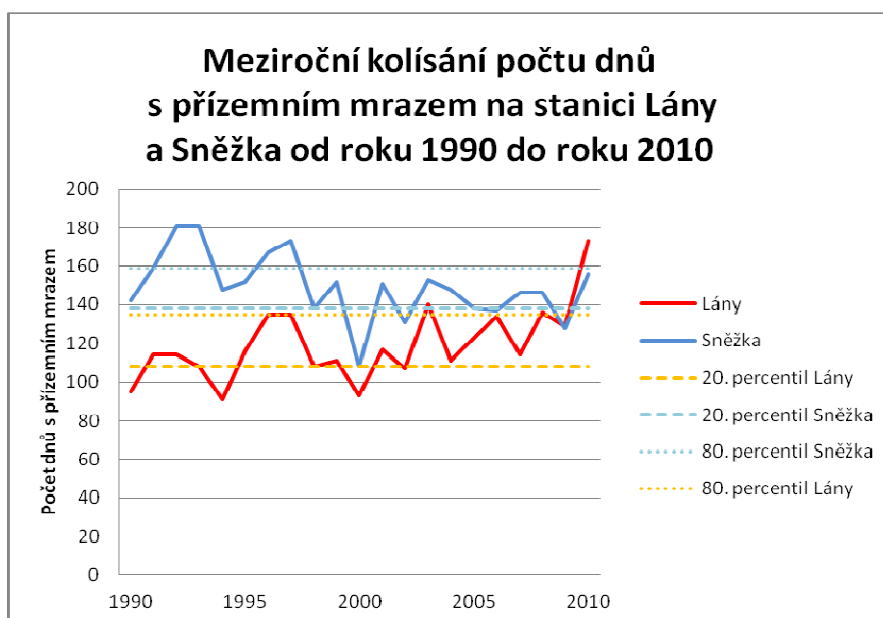
V mapě „Nejvyšší a nejnižší naměřené hodnoty mrazových dnů a dnů s přízemním mrazem v České republice“ (Příloha 7) jsou zaznamenány roky, kdy byl daný jev naměřen ve svém maximu (minimu).

Mrazovým dnem je označen den, kdy teplota vzduchu klesne pod bod mrazu, tedy pod 0 °C. Nejvyšší počty mrazových dnů zaznamenávají horské oblasti (Tab. 6), naopak nejméně těchto dnů je na jižní Moravě a v okolí města Prahy.

Tab. 6: Nejvyšší roční počet mrazových dnů v období 1901-2010

| Název stanice | Rok | Počet mrazových dnů |
|------------------|------|---------------------|
| Kvilda | 1990 | 280 |
| Kořenov, Jizerka | 1984 | 261 |
| Sněžka | 1912 | 254 |
| Horská Kvilda | 2004 | 244 |
| Březník | 2006 | 236 |
| Rokytská slat' | 2010 | 234 |
| Praděd | 1980 | 224 |
| Klínovec | 1992 | 219 |
| Kralický Sněžník | 1928 | 215 |
| Město Libavá | 1935 | 214 |

Den s přízemním mrazem označuje den, kdy teplota v 5 cm nad zemským povrchem klesne v průběhu noci pod 0 °C. Maximální počet těchto dnů byl zaznamenaný v roce 1990, kdy se jednalo o 260 dnů s přízemním mrazem. Ve stanici Lány je 80. percentil téměř totožný s 20. percentilem stanice Sněžka (Obr. 13).



Obr. 13: Meziroční kolísání počtu dnů s přízemním mrazem.

V grafu jsou znázorněny hodnoty 20. a 80. percentilu, které vyjadřují, že 20%, resp. 80% hodnot je menších nebo rovno hodnotě daného percentilu.

Zajímavým trendem je snižování počtu dnů s přízemním na Sněžce (vyšší nadm. výška) a zvyšování počtu těchto dnů u stanice Lány, kde je nadmořská výška podstatně nižší.

6.1.4 Průměrná denní maxima a minima ve vybraných měsících

Mapa zachycující průměrná denní maxima a minima znázorňuje maximální hodnotu teploty vzduchu za měsíc červenec a minimální teplotu za měsíc leden (Příloha 8).

Průměrná denní maxima teploty jsou závislá na ročním období, na nadmořské výšce a na proudění, které k nám zasahuje. Nejvyšší hodnoty lze naměřit v červenci, popř. v srpnu a v oblastech s nižší nadmořskou výškou, je to okolí města Prahy a jižní Moravy.

Průměrná denní minima jsou ovlivněna stejnými prvky jako denní maxima, ale nejvyšší hodnoty jsou v tomto případě pozorovány v horských oblastech (Šumava, Beskydy a Jeseníky).

6.1.5 Průměrná teplota vzduchu v letním půlroce

Průměrná teplota vzduchu v letním půlroce (Animace 6) je počítána z období let 1901-2010, z měsíců duben až září. Nejvyšší naměřené hodnoty z celého časového intervalu bylo dosaženo v roce 1937. Tehdy byla průměrná teplota vzduchu 23 °C.

6.1.6 Maximální měsíční teploty vzduchu ve vybraných měsících

Mapa znázorňující maximální měsíční teploty vzduchu zachycuje měsíc březen a září (Příloha 9). Maximální měsíční teploty v těchto měsících se odvíjí od nadmořské výšky a převažujícího proudění vzduchu, které do České republiky zasahuje.

Maximální měsíční teplota vzduchu za období 1901-2010 v březnu byla 27 °C, v září dokonce 36 °C. Na zřetel se musí brát fakt, že se jedná o 2 odlišná roční období.

6.2 Charakteristiky srážek

V České republice jsou srážky hlavním zdrojem vody. I srážky mají výrazný vliv na charakter přírodního prostředí, aktivitu obyvatel, zemědělství, průmysl, vodní hospodářství atd. Minima srážek mohou způsobit velká sucha, která zapříčiní ztráty v zemědělství, problémy v hospodaření s vodními zdroji. Naopak maximální hodnoty úhrnů srážek mohou vyvolat povodně, které mohou způsobit obrovské škody na majetku a ztráty na životech. Proto je důležité srážkové charakteristiky velmi pečlivě sledovat a pochopit jejich prostorové rozložení a vývoj na časové ose.

Srážky jsou v Česku časově a prostorově proměnlivé. Je to způsobeno nadmořskou výškou, se kterou stoupá intenzita srážek a polohou místa vůči horským hřbetům. Srážky do naší republiky přináší ze západních směrů velké proudění oceánského vzduchu (URL 16). To má za následek, že místa ležící na závětrné straně hor mají podstatně menší srážkové úhrny. V tomto případě lze hovořit například o tzv. srážkovém stínu Krušných hor. Naopak návětrné strany hor (Lysá hora v Beskydech, Bílý Potok v Jizerských horách) mají srážek dostatek. Srážky v zimním půlroce (říjen-březen) jsou charakteristické menší intenzitou a delším trváním, zatímco v letním půlroce (duben-září) jsou srážky výrazné intenzitou, ale mají kratší časový průběh.

Na meteorologických stanicích se zaznamenává množství a druh srážek, doba trvání a také jejich intenzita. Srážky jsou změřeny pomocí ombrografu, popř. automatizovaného srážkoměru. Intenzita se udává v milimetrech za minutu nebo hodinu.

Srážkové údaje jsou zaznamenávány již od roku 1752, od té doby neustále narůstá počet měřících stanic, sledovaných srážkových charakteristik a probíhá také modernizace a automatizace měření. Měření je doplňováno o radarová

data, aby se mohly srážky lépe predikovat a bylo možné včas upozornit na přívalové deště a tím ochránit lidské životy a majetek.

Vybrané charakteristiky srážek byly v této práci zpracovány od roku 1901 do roku 2010, jelikož byl už od počátečních let sledovaného období dostatečný počet aktivně měřících stanic.

Pro vizualizaci srážek byla využita interpolační metoda lokální lineární regrese, která bere v úvahu působení nadmořské výšky na naměřené hodnoty.

6.2.1 Jednodenní, dvoudenní a třídní úhrny srážek

Pro charakteristiku jednodenních, dvoudenních a třídních srážkových úhrnů byl vypočítán celkový objem těchto srážek (Animace 7). Nejvyšší celkový úhrn těchto srážek byl v roce 1998, kdy bylo naměřeno 537 mm spadlých srážek za 3 dny. Vysoké hodnoty se vyskytují i v letech 1997 a 2001, kdy se v České republice objevily povodně.

Průměrné a celkové dvoudenní a třídní maximální úhrny srážek za období 1901-2010 (Příloha 10) ukazují na prostorové rozložení těchto srážek. Nejvyšší průměrné dvoudenní a třídní hodnoty jsou nejvíce zřetelné v oblasti Šumavy, Beskyd, Jeseníků a Krkonoš. Celkové dvoudenní a třídní hodnoty se nejhojněji nacházely na Moravě, zde především Beskydy a v jižních a severních Čechách.

6.2.2 Počet srážkových dnů s úhrnem $\geq 5,0$ mm

Roční počet srážkových dnů s úhrnem $\geq 5,0$ mm je variabilní (Animace 8). Nejčastěji se vyskytují hodnoty v rozmezí 90 až 104 dnů s tímto srážkovým úhrnem v roce. Nejvyšší hodnoty bylo dosaženo v roce 1961 (Tab. 7), kdy bylo napočítáno 149 dnů s úhrnem $\geq 5,0$ mm.

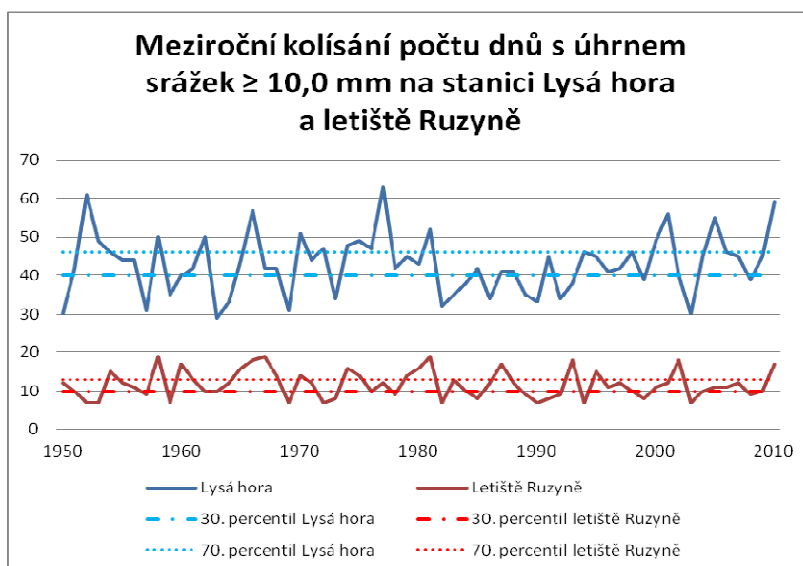
Tab. 7: Nejvyšší počty dnů s úhrnem $\geq 5,0$ mm

| Název stanice | Rok | Počet dnů |
|-----------------------|------|-----------|
| Střítež nad Ludinou | 1961 | 149 |
| Kralický Sněžník | 1923 | 143 |
| Jindřichov | 1919 | 126 |
| Prášily | 1941 | 121 |
| Březník | 1926 | 119 |
| Filipova Huť, Modrava | 1941 | 118 |
| Sněžka | 1922 | 118 |
| Ovčárna | 1941 | 117 |
| Pec pod Sněžkou | 1919 | 114 |
| Železná Ruda, Špičák | 1970 | 113 |

6.2.3 Počet srážkových dnů s úhrnem $\geq 10,0$ mm

Roční počet srážkových dnů s úhrnem $\geq 10,0$ mm (Animace 9) se vyskytuje nejčastěji v rozmezí hodnot 44 až 58 dnů. Nejvyšší zjištěná hodnota dosahovala 96 dnů s úhrnem $\geq 10,0$ mm, ta byla naměřena v roce 1923.

Srážkové dny s úhrnem $\geq 10,0$ mm jsou v prostoru nepravidelně rozmístěny (Obr. 14) především díky orografickým podmínkám České republiky.



Obr. 14: Meziroční kolísání počtu dnů s úhrnem $\geq 10,0$ mm.

V grafu jsou znázorněny hodnoty 30. a 70. percentilu, které vyjadřují, že 30% (resp. 70%) hodnot je menších nebo rovno hodnotě daného percentilu.

6.2.4 Úhrn srážek v letním půlroce

Celkový úhrn srážek v letním půlroce (Animace 10) je spočítaný z měsíců duben až září. Nejsuššími oblastmi je jižní Morava a v Čechách oblast táhnoucí se od Podkrušnohoří do Polabí. Tyto dvě oblasti jsou výrazně sušší než zbytek území Česka. Naopak oblasti, kde je srážek nejvíce, jsou návětrné strany hor, především Šumavy, Moravskoslezských Beskyd (Lysá hora), Nízkého Jeseníku, ale i Orlických hor.

6.2.5 Úhrn srážek v měsíci červenci

Průměrný úhrn srážek v měsíci červenci (Příloha 11) opět ukazuje na oblasti (jižní Morava a Podkrušnohoří táhnoucí se až do Polabí), kde je vypadlých srážek podstatně méně než v příhraničních oblastech. Právě v měsíci červenci dochází u srážek k největšímu rozsahu zjištěných hodnot.



Obr. 15: Meziroční kolísání srážkových úhrnů v měsíci červenci.

7 VÝSLEDKY

Výsledky této diplomové práce je možné shrnout do dvou oblastí, ve kterých byly řešeny. Jde o dělení na oblast zaměřenou na geoinformatické a kartografické výsledky, které řešily problematiku zpracování a analýzy klimatologických dat.

7.1 Geoinformatické výsledky

Prvotním výsledkem bylo vytvoření automatizovaného postupu při zpracování dat, který vedl k tvorbě rastrových dat (gridů). Byla vytvořena složka *ClimateDataProcessor*, jež obsahovala několik souborů nezbytných pro chod celé automatizace zpracování. Tím nejzásadnějším souborem z celé složky byl *ClimateDataProcessor_run.bat*, ten umožňuje vytvořit z jednoho obsáhlého souboru uloženého ve formátu *.csv*, kde jsou hodnoty klimatologického prvku uloženy za celé sledované období, jednotlivé soubory opět ve formátu *.csv*, ale už za každý rok zvlášť. Takto vytvořené soubory se zapsaly do složky *result* jen v případě, pokud splnily předem nadefinované podmínky, jež jsou uloženy v souboru *ClimateDataProcessor_run.bat*. Podmínky v tomto případě byly stanoveny dvě, první z nich se týkala odstranění hodnot, kdy se jev v některém roce neměřil (hodnota -999) a druhá podmínka se zaměřila na počet aktivně měřících stanic v každém roce. Aby byla podmínka splněna, muselo měřit v každém roce alespoň 30 stanic. Kromě těchto souborů se do složky *result* automaticky vygeneroval soubor s názvem *_run.bat*, ten byl pro každý jev unikátní.

Celý obsah složky *result* se vkopíroval do složky *RAP*, kterou poskytl pro potřeby této práce Ing. Martin Stříž. V této složce je několik utilit, které pomáhají ulehčit zpracování klimatologických dat a především jsou zde obsaženy interpolační metody, pomocí nichž se mohou tvořit výsledná rastrová data. Pokud jsou data překopírována do složky *RAP*, spustí se soubor *_run.bat*

a začnou se vytvářet gridy podle zvolené interpolační metody. V tomto případě to byla metoda lokální lineární regrese (LLR) a Clidata-DEM. Tyto metody jsou vhodné pro zpracování klimatických dat, jelikož berou v úvahu i vliv nadmořské výšky na naměřenou hodnotu prvku.

Zdrojový kód byl sepsán v programovacím jazyku Java, v prostředí NetBeans IDE. Vytvořená složka *ClimateDataProcessor*, zdrojový kód a složka *RAP* jsou uloženy na CD.

Součástí diplomové práce jsou navržené a vytvořené webové stránky, kde jsou obsaženy všechny klíčové informace o diplomové práci a jsou validní pro jazyk XHTML 1.0 Strict. Webové stránky byly sepsány v prostředí PSPad Editor, vzhled stránek byl řešen využitím kaskádových stylů.

7.2 Kartografické výsledky

Výsledkem kartografického zpracování klimatu od roku 1900 do roku 2010 bylo vyjádření 15 teplotních a 7 srážkových charakteristik pomocí statických a dynamických (animovaných) map, grafů a tabulek.

Tematické statické mapy byly zpracovány v prostředí ArcMap, kde byla vyřešena jejich kompozice základních a nadstavbových kompozičních prvků. U všech map byla vytvořena legenda pokrývající celý rozsah hodnot, zvolené intervaly měly obecně proměnlivou šířku. Statické mapy přináší souhrnný obraz na průběh klimatických jevů za období 110 let. Jednalo se hlavně o mapy znázorňující rozmístění klimatologických a meteorologických stanic; nejvyšší naměřené hodnoty maximálních teplot vzduchu pod a nad 0 °C; nejvyšší a nejnižší naměřené hodnoty mrazových dnů a dnů s přízemním mrazem; průměrná denní maxima a minima ve vybraných měsících; maximální měsíční teploty vzduchu ve vybraných měsících; průměrné a celkové dvoudenní a tří denní maximální úhrny srážek; průměrný úhrn srážek v měsíci červenci (Příloha 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9 a 10).

I animované mapy byly vypracovány pro jevy teplotních a srážkových charakteristik. Tematické mapy, které jsou součástí animace, byly vytvořeny

v programu ArcMap, vyexportovány do formátu JPEG a následně byly vloženy do struktury jazyka XHTML 1.0 Strict, kam byly vloženy knihovny jazyka Javascript, umožňující tvorbu animací. Vytváření animace pomocí programovacího jazyka Javascript bylo využito kvůli jeho přednostem oproti programům, které jsou na animace určené. Javascript dokáže jednoduchou a rychlou formou vytvářet animace, které se rychle načítají, zachovávají kvalitu obrazu a hlavně výsledná velikost animace je několikanásobně menší než při využití jiných programů k tvorbě animací.

Celkem bylo vytvořeno 10 animací zachycujících vývoj klimatu od roku 1900. Šest animací se týká charakteristik teploty, jako jsou počty tropických, letních, ledových, arktických dnů, dnů bez mrazu, průměrná teplota vzduchu v letním půlroce (Animace 1, 2, 3, 4, 5 a 6). Další čtyři animace řeší srážkové charakteristiky klimatu. Jedná se o jednodenní, dvoudenní a třídenní srážkové charakteristiky; počty dnů se srážkovým úhrnem vyšším jak 5,0 a 10,0 mm a úhrn srážek v letním půlroce (Animace 7, 8, 9 a 10).

Ke všem vizualizovaným klimatickým charakteristikám byl vypracován krátký komentář objasňující daný jev.

8 DISKUZE

Prvním a nejzásadnějším problémem se stalo zpracování dat, tedy proces vytváření gridů z původních excelovských tabulek. I přes snahu vytvořit automatizaci alespoň části postupu, je stále ještě spousta kroků, která se musela vykonávat manuálně a po jednotlivých klimatických charakteristikách. Pokud by se k již dodatečně naprogramovaným utilitám ještě přidala část kódu řešící ukládání dat z formátu .xls do .dbf, přiřazování souřadnic ke stanicím a uložení takto upravených dat do formátu .csv, byla by práce o mnoho rychlejší, komfortnější a také by se mohlo předejít chybám z lidské nepozornosti.

K zamyšlení je i pokus o vytvoření automatizace pro import rastrových dat ve formátu ASCII grid do prostředí ArcMap, jelikož se musel každý grid naimportovat do zmíněného prostředí zvlášť a následně se mu přiřadila předem vytvořená barevná stupnice. Takto se při tvorbě animací muselo naimportovat 110 gridů za každou klimatickou charakteristiku, přidat tu část legendy, která odpovídala naměřené hodnotě v mapě, a dosadit rok, kdy tato charakteristika byla naměřena. Protože se tato část prováděla manuálně, i zde vznikaly chyby z nepozornosti, práce byla velmi náročná na čas. V případě, že by tento úsek byl automatizovaný, byl by průběh celého zpracování nesmírně rychlý, vyvarovalo by se zbytečných chyb.

Původní hlavní cíl, kterým bylo kartografické zpracování časové řady klimatických dat, tak činil jen zlomek času celé práce a nebyla mu věnována taková pozornost, jaká je vyžadována. Tato část práce by se mohla rozrůst o větší počet metod zpracování a také o atraktivitu řešených charakteristik. V této práci mají všechny mapy velmi podobnou kompozici a možná jsou zpracovány poněkud konzervativně, což však neznamená, že by to bylo chybné řešení. Využití netradičního zpracování by mohlo přinést práci na atraktivitě a na ozvláštňení zpracovávaných klimatických jevů. Mapy jsou doplněny vysvětlujícím textem a grafy, těch by mohlo být vypracováno více, aby se řešené jevy podařilo ještě více vysvětlit uživateli.

Pro některé uživatele se může legenda animovaných map jevit jako nekomfortní, odvádějící pozornost od animované části mapového pole nebo být těžce interpretovatelná. Proto bylo využito dvou způsobů ztvárnění legendy, aby uživatel měl možnost porovnat, která metoda znázornění legendy mu více vyhovuje.

Animované mapy byly vytvářeny pomocí knihoven programovacího jazyka JavaScript. Tato metoda má své výhody oproti programům, které je možné stáhnout z internetu a jsou určeny k profesionální tvorbě animací. Programy volně stažitelné nejsou ale vhodné pro animaci klimatických dat kvůli jejich zaměření, kterým je tvorba videí, kde se snímky velmi rychle střídají, aby byl obraz videa dokonalý. To se u animací charakteristik klimatu jeví jako problematické, jelikož snahou je získat animaci ze snímků za 110 let, kdy každý snímek bude aktivní aspoň 1 vteřinu. Tím tyto programy ztrácejí na kvalitě obrazu, jsou objemově obsáhlé a nahrání animace je časově zdlouhavé. Kvůli výše jmenovaným nedostatkům byla zvolena metoda za využití jazyka JavaScript. Je nutné říct, že ani tato metoda není zcela bezchybná a dokonalá. Možnost zlepšení je v nastavitelnosti obrázků, ze kterých je animace složena, přidání časového posuvníku nebo v zakomponování interaktivního prvku.

9 ZÁVĚR

Hlavním cílem této diplomové práce bylo kartograficky zpracovat časové řady vybraných klimatických charakteristik z území České republiky v období 1901-2010 a to za pomoci moderních vizualizačních metod. Mezi výstupy mělo být zařazeno odpovídající množství statických tematických map a digitálních tematických map s animacemi.

Aby bylo možné zpracovat časové řady, bylo nutné vybrat jevy, které se budou řešit a nad nimi provést jednoduchou statistiku. Tato data se uložila do formátu .dbf, naimportovala do prostředí ArcMap a stanicím měřícím sledovaný jev byly přiřazeny souřadnice v souřadnicovém systému S-42. Poté se data znovu uložila do formátu .csv, aby se mohlo využít dodatečně naprogramované utility v jazyku Java, jež sloužila k automatizaci dalších nedílných kroků, které bylo nutné provést a bez tohoto programu by bylo jejich zpracování náročné nejen časově. Díky tomuto programu se během jednoho kroku odstranily z dat hodnoty z doby, kdy stanice sledovaný jev neměřila a byla vybrána jen ta data, která splnila nastavenou podmínku v minimálním počtu měřících stanic za rok. Data vygenerovaná z tohoto programu byla uložena do jedné složky, která se vkopírovala do složky *RAP*, kde proběhl převod z formátu .csv do .shp a následně byly vytvořeny gridy podle zvolené interpolační metody (v tomto případě LLR nebo Clidata_DEM), ze kterých se vytvářely statické tematické mapy nebo tematické animace. Složka *RAP* byla poskytnuta pro potřeby této práce Ing. Martinem Střížem z pobočky ČHMÚ a její další využití je možné jen s jeho souhlasem.

Výsledkem kartografického zpracování klimatu od roku 1901 do roku 2010 bylo vyjádření 15 teplotních a 7 srážkových charakteristik pomocí statických a dynamických (animovaných) map, doplňujících grafů a tabulek. Statické mapy přináší souhrnný obraz na průběh klimatických jevů za období 110 let, jsou zpracovány v měřítku 1 : 2 000 000 a 1 : 1 500 000, tisknuté ve formátu

A4 až A2. Animované mapy byly zpracovány za využití programovacího jazyka JavaScript a jeho knihoven umožňujících vytváření animací. Celkem bylo vytvořeno 10 animací zachycujících vývoj klimatu v období 1901-2010. Šest animací je zaměřených na charakteristiky teploty, čtyři animace srážkové charakteristiky. Statické i dynamické mapy jsou součástí CD přiloženého k textu práce.

Poslední částí diplomové práce jsou základní informace o této práci, jsou validní pro jazyk XHTML 1.0 Strict. Webové stránky byly sepsány v prostředí PSPad Editor, vzhled stránek byl řešen využitím kaskádových stylů.

Tato práce má sloužit především těm, kteří se zajímají o meteorologii a klimatologii, ať už jde o středoškolské či vysokoškolské učitele a studenty pohybující se v přírodovědeckých oborech, kterým může práce sloužit jako pomůcka při výuce. Ve skupině uživatelů nesmí být opomenuta ani široká veřejnost.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

Knihy a jiné zdroje:

KAŇOK, J. *Tematická kartografie*. Ostrava : Ostravská univerzita, 1999. 318 s. ISBN 80-7042-781-7.

MERTENOVÁ, M. (2010): *Globální databáze klimatických dat a jejich kartografická prezentace*. [Diplomová práce.] Brno 2010. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Petr Dobrovolný, CSc.

RŮŽIČKA, O. (2010): *Serverová aplikace pro automatickou tvorbu webových mapy teploty vzduchu z aktuálních dat na internetu* [online]. Bakalářská práce. Katedra Geoinformatiky, Univerzita Palackého v Olomouci. Dostupné z WWW: <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/bakalarske/ruzicka10/>.

STRÍŽ, Martin. ČHMÚ. *Popis interpolačních metod v aplikaci CLIDATA GIS: verze 2.12.9.20*. Ostrava, 2012.

TOLASZ, R. et al. (2007): *Atlas podnebí Česka. Vyd. 1*. ČHMÚ, Praha & Univerzita Palackého, Olomouc, 256 s. ISBN 978-80-244-1626-7.

VLOSINSKÝ, J. (2009): *Animované mapy podnebí Česka v prostředí ESRI* [online]. Bakalářská práce. Katedra Geoinformatiky, Univerzita Palackého v Olomouci. Dostupné z WWW: <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/bakalarske/vlosinsky09/>.

VOŽENÍLEK, V. (2001): *Aplikovaná kartografie I. : tematické mapy*. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2001. 187 s. ISBN 80-244-0270-2.

VOŽENÍLEK, V. (2002): *Diplomové práce z geoinformatiky*. Olomouc. Vydavatelství UP, 61s.

VYSOUDIL, Miroslav. *Meteorologie a klimatologie*. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006. ISBN 80-244-1455-4.

Internetové zdroje:

URL 1: Apache OpenOffice 4.0. *Slunečnice.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-07-12]. Dostupné z: <http://www.slunecnice.cz/sw/openoffice/>

URL 2: PSPad: Freeware editor. *PSPad* [online]. 2013 [cit. 2013-07-12]. Dostupné z: <http://www.pspad.com/cz/>

URL 3: ArcGIS for Desktop. *ARCDATA PRAHA: GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY* [online]. 2013 [cit. 2013-07-12]. Dostupné z: <http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/software/arcgis/arcgis-for-desktop/>

URL 4: NetBeans IDE. *NetBeans* [online]. 2013 [cit. 2013-07-12]. Dostupné z: <https://netbeans.org/features/index.html>

URL 5: *Český hydrometeorologický ústav* [online]. 2013 [cit. 2013-07-12]. Dostupné z: http://www.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_2_Mapy_stanic&last=false

URL 6: Klimatické mapy v atlasové tvorbě – vizualizační charakteristiky. *20. kartografická konference* [online]. 2013 [cit. 2013-07-12]. Dostupné z: http://gis.zcu.cz/kartografie/konference2001/sbornik/friedmanova/Friedmanova_referat.htm

URL 7: HORÁK, Jiří a Lucie JUŘIKOVSKÁ. VYUŽITÍ INTERPOLAČNÍCH METOD PRO ODHAD SRÁŽKOVÝCH ÚHRNŮ. *Institut Geoinformatiky: VŠB-TUO* [online]. 2013 [cit. 2013-07-12]. Dostupné z: http://gis.vsb.cz/zsv/images/stories/publikace/jurikovska_horakMikulov2007.pdf

URL 8: Pitka, Lukáš. Vývojové prostředí NetBeans. [online]. 2007 [cit. 2013-07-12]. Dostupné z:
http://vyuka.pecinovsky.cz/vse/101/NetBeans_5.5_%282007%29.pdf

URL 9: Java. *Programujte.com* [online]. 2013 [cit. 2013-07-12]. Dostupné z:
<http://programujte.com/forum/diskuze/16-java/>

URL 10: Java Programming Forums - The Java Community. *Java Programming Forum* [online]. 2012 [cit. 2013-07-12]. Dostupné z:
<http://www.javaprogrammingforums.com/>

URL 11: Extensible HyperText Markup Language. In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2004, last modified on 2010 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Extensible_HyperText_Markup_Language>

URL 12: Javascript. In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2003, last modified on 2010 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Javascript>

URL 13: *Zemepis.com* [online]. 2013 [cit. 2013-07-12]. Dostupné z:
<http://www.zemepis.com/teplota.php>

URL 14: Tropický den. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2013 [cit. 2013-07-12]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Tropick%C3%BD_den

URL 15: Tropická noc. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2013 [cit. 2013-07-11]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Tropick%C3%A1_noc

URL 16: Geografie Česka. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2013 [cit. 2013-07-12]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Geografie_%C4%8Ceska

SUMMARY

The aim of thesis was process time series climatic characteristic of the Czech republic for the period 1901 to 2010 by cartography methods. From visualisation methods were used statistic maps and animated maps.

As first step was important to choose data, which will be done and thought how to process them. There was created the "ClimateDataProcessor" to accelerate and automate the procedure for processing the data. These program was created in programming language Java by program NetBeans IDE and allowed create from large file in format .csv new .csv files which included only measured values for individual years. From these modified data were created grids by selected interpolated methods.

The result of cartographic processing of climate from 1900 to 2010 was the expression of 15 temperatures and 7 rain characteristic by statistic and dynamic (animated) maps, charts and tables.

Animated maps were created by programming language Javascript, which was possible to created animated easy and quick. These maps were loaded faster and kept image quality. The main advantages of maps created by Javascript was final size of animation, which was smaller then by using others programs.

Part of the thesis are websites, which contains main informations about thesis. These websites are validate for language XHTML 1.0 Strict and were written by using PSPad Editor. Websites design was regulated by cascading style sheet.

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Volné přílohy:

- Příloha 1 Mapa – Rozmístění klimatologických stanic
- Příloha 2 Mapa – Rozmístění srážkoměrných stanic
- Příloha 3 Tabulka – Klimatologické stanice
- Příloha 4 Tabulka – Srážkoměrné stanice
- Příloha 5 Mapa – Nejvyšší naměřené hodnoty maximálních teplot vzduchu nad 0 °C
- Příloha 6 Mapa – Nejvyšší naměřené hodnoty maximálních teplot vzduchu pod 0 °C
- Příloha 7 Mapa – Nejvyšší a nejnižší naměřené hodnoty mrazových dnů a dnů s přízemním mrazem
- Příloha 8 Mapa – Průměrná denní maxima a minima ve vybraných měsících
- Příloha 9 Mapa – Maximální teploty vzduchu ve vybraných měsících
- Příloha 10 Mapa – Průměrné a celkové dvoudenní a třídní úhrny srážek
- Příloha 11 Mapa – Průměrný úhrn srážek v měsíci červenci
- Příloha 12 DVD

Animace 1 – Počet tropických dnů

Animace 2 – Počet letních dnů

Animace 3 – Počet dnů bez mrazu

Animace 4 – Počet ledových dnů

Animace 5 – Počet arktických dnů

Animace 6 – Průměrná teplota vzduchu v letním půlroce

Animace 7 – Celkový objem maximálních jednodenních, dvoudenních a třídních úhrnů srážek

Animace 8 – Roční počet srážkových dnů s úhrnem $\geq 5,0$ mm

Animace 9 – Roční počet srážkových dnů s úhrnem $\geq 10,0$ mm

Animace 10 – Celkový úhrn srážek v letním půlroce

Animace 11 – Ukázka animace ve formátu .avi (srazky_letni_pulrok)

Popis struktury DVD

Adresáře:

Text_Prace

Programove_Utility/RAP

 /ClimateDataProcessor

 /ZdrojovyKod_ClimateDataProcessor

Animace

Staticke_Mapy

Tabulky

WEB

Veškerá data a programové utility získané z Českého hydrometeorologického ústavu byly poskytnuty pouze pro zpracování magisterské práce. Jejich další využití je možné jen se souhlasem správce těchto dat.