

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra geoinformatiky

**KARTOGRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ
VÝVOJE SÍTĚ STANIC ČHMÚ**

Bakalářská práce

Václav BÍLÝ

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

Olomouc 2017

ANOTACE

Cílem bakalářské práce je navrhnout a sestavit varianty kartografické vizualizace vývoje sítě stanic Českého hydrometeorologického ústavu. K tomuto cíli je využit datový model klimatologické databázové aplikace ČHMÚ CLIDATA s atributy o vývoji pozorování a měření v čase na jednotlivých stanicích. Z této datové sady následně sestavit varianty vhodných kartografických produktů. V první části práce je popsáno využití bodové metody se sémantickým aspektem. Z této metody byly následně vytvořeny statické a dynamické mapy s důrazem na snadnost čtení mapy bez nutnosti hlubších znalostí čtení mapy. Součástí řešení bylo nalezení vhodného znakového klíče. Výsledkem řešení je poster obsahující statické mapy s doplňujícími informacemi a video znázorňující průběh vývoje sítě po jednotlivých rocích.

Druhá část práce je zaměřena na zjištění reprezentativnosti stanic. K tomuto cíli byly využity vrstvy s informacemi o využití území, klimatických oblastech a georeliéfu. V jednotlivých oblastech byla provedena analýza zastoupení stanic. Konečným krokem bylo spojení těchto vrstev a vytvoření oblastí, jež jsou reprezentovány stanicí ČHMÚ, oblastí, které jsou částečně reprezentovány stanicí ČHMÚ a oblastí, které reprezentovány stanicí ČHMÚ nejsou.

KLÍČOVÁ SLOVA

Meteorologie; klimatologie; síť stanic; kartografie

Počet stran práce: 32

Počet příloh: 8 (z toho 3 volné a 1 elektronická)

ANOTATION

Title: Cartography of development of Czech Hydrometeorological Institute stations

The aim of the bachelor thesis is suggest and complete cartographic visualization of development of Czech Hydrometeorological Institute stations. In this aim is used data set of climatological database from application CHMI CLIDATA with attributes about observation and gauging in time at individual stations. Assemble proper cartography products from this data set. In the first part of thesis is described use of point technique with semantic aspect. With this technique was created static and dynamic maps with emphasis ease reading of the maps without deeper cartography knowledge. Finding a proper character set was part of the solution. Result of the thesis is a poster including static maps with complementary informations and video showing the development of the station network for each year.

The second part was focused on finding representativeness of the network. There were used layers with information about landuse, climate regions and terrain in this part. Individual regions were analyzed for station representation. Final step was union of these regions and creating new regions which are represented with a CHMI station, regions which are represented partially and region which are not represented with a CHMI station.

KEYWORDS

Climatology; meteorology; station network; cartography

Number of pages: 32

Number of appendixes: 8

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Univerzita Palackého v Olomouci (dále UP Olomouc) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užívat (§ 35 odst. 3). Souhlasím, aby jeden výtisk bakalářské práce byl uložen v Knihovně UP k prezenčnímu nahlédnutí.

Souhlasím, že údaje o mé bakalářské práci budou zveřejněny ve Studijním informačním systému UP.

V případě zájmu UP Olomouc uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít výsledky a výstupy mé bakalářské práce v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona, použít výsledky a výstupy mé bakalářské práce nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem UP Olomouc, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly UP Olomouc na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Olomouci dne

.....
podpis

Děkuji vedoucímu práce prof. RNDr. Vítu Voženílkovi, CSc., za podněty a připomínky při vypracování práce. Dále děkuji konzultantu RNDr. Radimovi Tolaszovi, PhD., za odborné připomínky k meteorologii a síti stanic, konzultantce RNDr. Aleně Vondrákové, Ph.D., za konzultace, rady a připomínky ke kartografickému zpracování.

Za poskytnutá data děkuji Českému hydrometeorologickému ústavu a Agentuře ochrany přírody a krajiny ČR.

Vevázaný originál **zadání** bakalářské práce (s podpisem vedoucího katedry a razítkem katedry). Ve druhém výtisku práce je vevázána fotokopie zadání.

OBSAH

ÚVOD	8
1 CÍLE PRÁCE.....	9
2 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ.....	10
3 SÍŤ STANIC V ČR	13
3.1 Klasifikace stanic.....	13
3.1.1 Manuální srážkoměrná stanice (MSS)	14
3.1.2 Manuální klimatologická stanice (MKS).....	14
3.1.3 Automatizované srážkoměrné stanice (ASS)	14
3.1.4 Automatizované hydrologické srážkoměrné stanice (AHS).....	14
3.1.5 Automatizované klimatologické stanice (AKS).....	14
3.1.6 Automatizované meteorologické stanice (AMS)	15
3.1.7 Totalizátor.....	16
3.2 Vznik stanic.....	17
3.3 Řešená problematika	17
4 KARTOGRAFICKÁ VIZUALIZACE	18
4.1 Předzpracování dat	18
4.2 Podkladová data	19
4.3 Znakový klíč	21
4.4 Vizualizace vývoje sítě stanic	21
4.4.1 Statické mapy	22
4.4.2 Dynamická mapa	24
5 REPREZENTATIVNOST SÍTĚ STANIC ČHMÚ	27
6 VÝSLEDKY	29
6.1 Kartografické zpracování.....	29
6.2 Reprezentativnost stanic ČHMÚ	30
7 DISKUZE	31
8 ZÁVĚR	32
POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE	
PŘÍLOHY	

ÚVOD

Úkolem Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) je především předpověď počasí a výstražné oznámení v případě ohrožení meteorologickou, klimatickou či hydrologickou katastrofou. Takového cíle lze nejlépe dosáhnout pomocí mapy. V zájmu ČHMÚ je také informovat své čtenáře o průběhu vzniku a vývoji instituce. Jedním z ukazatelů vývoje ČHMÚ je počet meteorologických stanic, které průběžně vznikaly a zanikaly na území České republiky. Evidence stanic je datována od roku 1775 do současnosti. Stanice jsou rozděleny na několik typů dle funkčnosti, proto je zapotřebí vytvořit specifický znakový klíč. Účelem znakového klíče je snadná čitelnost pro odbornou společnost meteorologů i laickou veřejnost.

Důležitým faktorem přesné předpovědi počasí je vhodně zvolená síť stanic ČHMÚ. Úkolem této sítě je reprezentovat celé sledované území. Vzhledem k nepravidelné síti je nutné analyzovat, zda stanice reprezentují daný terén. Výsledky analýzy reprezentativnosti stanic ČHMÚ umožní instituci zefektivnit rozmístění nově vznikajících stanic na nereprezentovaném území. Zároveň bude možné zredukovat nadbytečný počet stanic na území plně reprezentovaném. Standardizace systému tvorby sítě stanic ČHMÚ povede k zpřesnění předpovědi počasí a efektivnímu využití kapitálu na vybudování meteorologických či klimatologických stanic.

1 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je navrhnout a sestavit varianty kartografické vizualizace vývoje sítě stanic Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ). K tomuto cíli je využit datový model klimatologické databázové aplikace ČHMÚ CLIDATA s atributy o vývoji pozorování a měření v čase na jednotlivých stanicích.

Součástí zpracování dat je vytvoření vlastní pracovní databáze. Z takto vytvořené databáze lze snadno vybírat data pro dílčí části práce. Nad sestavenou časoprostorovou databází jsou provedeny prostorové analýzy reprezentativnosti sítě stanic. Výsledné kartografické zpracování bude představovat soubor vhodných kartografických produktů vývoje sítě stanic ČHMÚ, včetně využití statických i dynamických vizualizací.

Součástí řešení je návrh nového vhodného znakového klíče. Při tvorbě znakového klíče a konečné vizualizace bude kladen důraz především na kartografickou správnost díla a také na možnost snadného čtení neodbornou veřejností.

Výsledek práce bude prezentován online na internetových stránkách ČHMÚ. Díky této vizualizaci bude moci odborná i neodborná veřejnost sledovat vývoj staniční sítě ČHMÚ.

Prostorová analýza reprezentativnosti stanic bude sloužit ČHMÚ jako podkladová data pro výstavbu nových stanic či přechod manuálních stanic na automatizované v oblastech, kde je vybavení stanice nedostačující.

2 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Použité metody

Východiskem bakalářské práce bylo zvolení vhodných kartografických produktů k vizualizaci sítě stanic ČHMÚ. Po dohodě s odborníky na kartografii byly vybrány metody statické a dynamické vizualizace. V obou případech byla využita metoda bodových znaků.

Pro reprezentativnost stanic byla vybrána metoda analýzy zastoupení stanic ČHMÚ ve vybraných územích.

Použitá data

Data o stanicích byla poskytnuta RNDr. Radimem Tolaszem, Ph. D. z ČHMÚ z klimatologické databáze vytvořenou CLIDATA vytvořenou ČHMÚ. Pro bakalářskou práci byla extrahována data o stanicích ve formátu XLS. V práci je tato databáze označena „VASKOVADATA“.

Databáze „VASKOVADATA“ (Obr. 1) obsahuje následující atributové údaje o 5 419 stanicích ČHMÚ:

- ID (jedinečný identifikátor stanice přidělen ČHMÚ),
- datum vzniku stanice,
- datum zániku stanice,
- název obce, ve které se nachází (příp. části obce – např. Praha–Klementinum),
- souřadnice polohy stanice ve třech souřadnicových systémech:
 - S-JTSK,
 - Gauss-Krügerovo,
 - WGS UTM,
- nadmořská výška stanice.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Gh id	Begin date	End date	Name	Qual	Station type	Latitude	Longitude	Gauss1	Gauss2	Geogr1	Geogr2	Elevation
2	B1BLAT01	17969	30316,99931	Blatnice	pod svatým Antonínkem	MSS	485701	0172750	3680460	5427055	17,4639	48,9503	225
3	B1BLAT01	30317	39478,99931	Blatnice	pod svatým Antonínkem	MSS	485650	0172735	3680164	5426701	17,4597	48,9472	211
4	B1BLAT01	39692	767010,9993	Blatnice	pod svatým Antonínkem	MSS	485647	0172740	3680269	5426626	17,4611	48,9465	211
5	B1BOJK01	01 Červenec 1895	12539,99931	Bojkovice		MSS	490221	0174859	3705908	5437837	17,8164	49,0392	286
6	B1BOJK01	19725	25979,99931	Bojkovice		MSS	490214	0174821	3705142	5437586	17,8058	49,0372	271
7	B1BOJK01	25980	30712,99931	Bojkovice		MSS	490213	0174841	3705552	5437568	17,8114	49,0369	275
8	B1BOJK01	30764	37711,99931	Bojkovice		MSS	490219	0174834	3705399	5437752	17,8094	49,0386	281
9	B1BOJK01	37712	41425,99931	Bojkovice		MSS	490225	0174836	3705436	5437931	17,81	49,0402	302
10	B1BOJK01	41426	767010,9993	Bojkovice		AKS3	490225	0174836	3705436	5437931	17,81	49,0402	302
11	B1BOJK02	9498	13149,99931	Bojkovice		MSS	490221	0174859	3705908	5437837	17,8164	49,0392	286
12	B1BOJK02	13302	13939,99931	Bojkovice		MSS	490221	0174859	3705908	5437837	17,8164	49,0392	286
13	B1BOJK02	13940	23011,99931	Bojkovice		MSS	490221	0174859	3705908	5437837	17,8164	49,0392	286
14	B1BRBY01	01 Červenec 1881	31 Prosinec 1883	Brumov-Bylnice	Brumov	MKS	490529	0180129	3720904	5444228	18,0247	49,0914	356
15	B1BRBY01	01 Leden 1899	31 Prosinec 1899	Brumov-Bylnice	Brumov?	MKS	490529	0180129	3720904	5444228	18,0247	49,0914	331
16	B1BRBY01	1097	3347,999306	Brumov-Bylnice	Bylnice	MKS	490529	0180129	3720904	5444228	18,0247	49,0914	331

Obr. 1 Náhled na data databáze „VASKOVADATA“.

K analýze reprezentativnosti stanic byly využity další tři datové sady:

- Data o využití území – LandUse – byla stažena z internetových stránek www.land.copernicus.eu: tato data poskytuje evropský program Copernicus pod volnou licenci.
- Data o klimatických oblastech dle Quittovy klasifikace: datová vrstva byla poskytnuta katedrou geoinformatiky, PřF UP.
- Data o geomorfologickém členění Česka – data byla poskytnuta společností AOPK s.r.o. s licenčním ujednáním k využití k bakalářské práci.

Jako podkladová data byla využita databáze ArcČR ve verzi 3.3 od společnosti ARCDATA PRAHA, s.r.o.

Použité programy

K databázovým úpravám a statistickému zpracování dat byl využit program MS Excel verze 2016.

Program ArcMap 10.4 společnosti ESRI byl využit pro zpracování geografických úloh, prostorových analýz a syntézy, editaci dat a tvorbu kartografických výstupů.

Program Adobe Illustrator verze CC 2017 se sedmidenní zkušební lhůtou byl využit k finální grafické úpravě posteru.

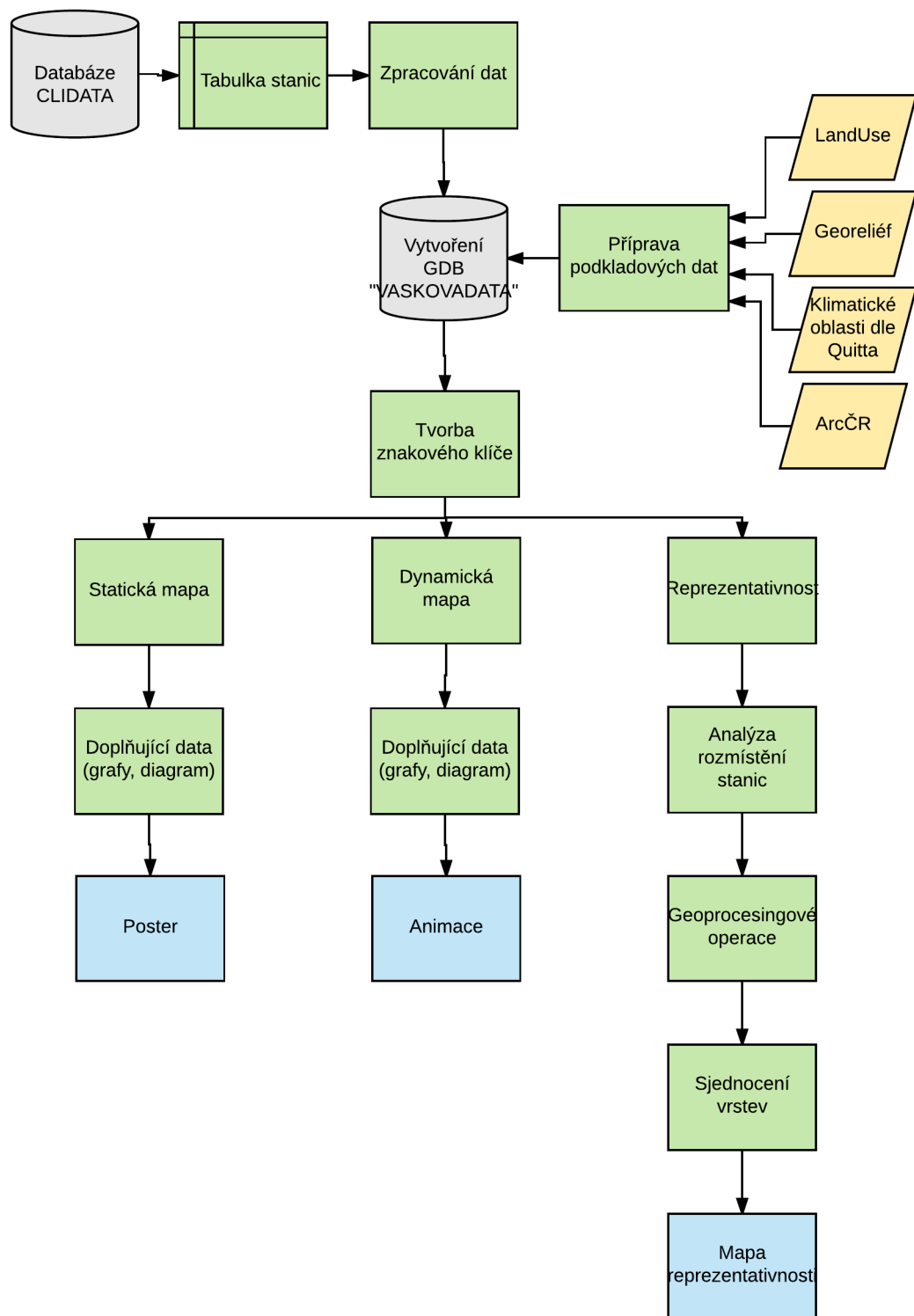
Program Adobe Photoshop verze CC 2017 se sedmidenní zkušební lhůtou byl využit k tvorbě animované mapy.

Postup zpracování

Postup zpracování (Obr. 2) probíhal v několika krocích. Na počátku byla poskytnutá data z klimatologické databáze CLIDATA ve formě tabulky s informacemi o stanicích. Tato tabulka byla upravena a poté pomocí softwaru ArcMap z ní byla vytvořena geodatabáze „VASKOVADATA“. Do databáze byla přidána podkladová data:

- LandUse,
- georeliéf,
- klimatické oblasti dle Quitta,
- ArcČR.

Stanicím a podkladovým datům byl vytvořen znakový klíč, jenž je použit ve všech výstupech. V této části byla práce rozdělena do tří dílčích zpracování. Prvním cílem bylo vytvořit statickou mapu. Byla vybrána data z databáze „VASKOVADATA“ a doplněna o rozšiřující informace pomocí grafů a diagramu. Výstupem této části je poster. Druhým cílem bylo vytvořit dynamickou mapu. Pro tvorbu dynamické mapy byla zvolena metoda pomocí animace. Animace je doplněna rozšiřujícími informacemi pomocí diagramu. Třetím cílem bylo zjištění reprezentativnosti stanic. V této části byla data analyzována o jejich rozmištnění ve vybraných typech území. Finálním krokem bylo sjednocení těchto vrstev a vizualizace jejich konečné podoby pomocí statické mapy.



Obr. 2 Vývojový diagram zpracování bakalářské práce.

3 SÍŤ STANIC V ČR

Síť meteorologických a klimatických stanic v České republice spravuje Český hydrometeorologický ústav. Tento ústav vznikl postupně od roku 1918 po založení samostatné Československé republiky. Československá meteorologická služba se institucionalizovala na rozhraní let 1919 a 1920 v Československém státním ústavu meteorologickém v Praze a navázala na činnost Ústředního ústavu pro meteorologii a geodynamiku ve Vídni a Zemský ústav pro meteorologii a zemský magnetismus v Budapešti. Úkolem nového ústavu bylo shromažďovat a vědecky zpracovávat meteorologická pozorování z území Československa, rozvíjet a podporovat meteorologická bádání, účastnit se mezinárodního výzkumu v meteorologii, denně na vědeckém základě sestavovat předpovědi počasí a vydávat úřední dobrozdání (posudky) na žádost úřadů, organizací a soukromých osob. V roce 1954 se spojil původní meteorologický ústav s hydrologií a vznikl dnešní hydrometeorologický ústav. Od roku 1955 se postupně vytvořila pracoviště s náplní aerologickou, hydroprognózní, publikační a knihovnickou, radioaktivity ovzduší, klimatologickou a technickou. Vznikl i hydrologický odbor pro povodí Moravy a laboratoř ochrany ovzduší. V roce 1963 byla zahájena výstavba hydrologických středisek v Praze, Brně, Ostravě, Ústí nad Labem, Hradci Králové, Českých Budějovicích a Plzni, která tvoří základ dnešních sedmi poboček ústavu. S růstem významu ochrany životního prostředí byl v roce 1967 do ústavu začleněn třetí obor – ochrana čistoty ovzduší (Portál ČHMÚ, 2017).

3.1 Klasifikace stanic

Stanice ČHMÚ jsou děleny dle jejich funkcí a typu sledovaných meteorologických a klimatických jevů. Stanice jsou děleny na:

- srážkoměrné,
- klimatologické,
- meteorologické,
- hydrologické srážkoměrné,
- totalizátory.

Dalším důležitým dělením stanic je dle obslužnosti – **automatizované** a **manuální**.

Manuální stanice jsou obsluhovány pozorovatelem. Pozorovatel zapisuje a ukládá data o pozorování a měření ručně. Data o měření se následně odesílají na příslušnou pobočku ČHMÚ v elektronické podobě. **Automatizované** stanice jsou vybaveny čidly k měření sledovaných jevů. Čidla přenášejí sbíraná data do počítače. Pomocí internetu se data odesílají a ukládají do centrálního počítače. Stanice se začaly automatizovat až v 90. letech 20. století s příchodem internetových technologií.

Dále se stanice dělí na **profesionální** a **dobrovolné**. **Profesionální** stanice jsou zřizovány Českým hydrometeorologickým ústavem pro další měření tlaku vzduchu, globálního slunečního záření, dohlednosti, oblačnosti a stavu počasí. **Dobrovolnické** stanice splňují všechna kritéria funkční stanice. Měří se následující: teplota vzduchu, teplota půdy, poměrná vlhkost vzduchu, směr a rychlost větru, doba trvání slunečního svitu a srážky. Dobrovolnou stanici si může zřídit kterýkoliv amatérský meteorolog. Po splnění požadovaných kritérií na funkční stanici může svou stanici registrovat na ČHMÚ.

3.1.1 Manuální srážkoměrná stanice (MSS)

Pozorovatel na manuální srážkoměrné stanici měří jen denní úhrn srážek a sněhové charakteristiky, tj. výšku nového sněhu, celkovou výšku sněhové pokrývky a vodní hodnotu celkové sněhové pokrývky. Měření se provádí v ranním klimatologickém termínu (7 hodin středoevropského času). V průběhu celého dne pozorovatel zaznamenává výskyt a průběh meteorologických jevů. Data jsou zapisována do měsíčních srážkoměrných výkazů a po skončení měsíce jsou poštou nebo elektronicky pomocí speciální aplikace zasílány na příslušnou pobočku ČHMÚ. Stanice jsou profesionální i dobrovolné.

3.1.2 Manuální klimatologická stanice (MKS)

Pozorovatel provádí měření základních meteorologických prvků (teplota vzduchu, maximální a minimální teplota vzduchu, přízemní minimální teplota vzduchu, relativní vlhkost vzduchu, směr a rychlost větru) ve třech klimatologických termínech (7, 14, 21 hodin SEČ). Ve stejných termínech pozorovatel zaznamenává oblačnost, stav počasí a stav půdy. Pozorovatel na stanici měří i denní úhrn srážek a sněhové charakteristiky, tj. výšku nového sněhu, celkovou výšku sněhové pokrývky a vodní hodnotu celkové sněhové pokrývky. Tato měření jsou prováděna v ranním klimatologickém termínu (7 hodin SEČ). V průběhu celého dne pozorovatel zaznamenává výskyt a průběh meteorologických jevů. Na vybraných stanicích se dále měří také sluneční svit, teplota půdy, popř. výpar nebo atmosférický tlak vzduchu. Data jsou podobně jako u srážkoměrných stanic zapisována do klimatologických výkazů, popř. vkládána do pořizovacího programu a zasílána po skončení měsíce poštou nebo elektronicky. Stanice jsou profesionální i dobrovolné ve správě ČHMÚ.

3.1.3 Automatizované srážkoměrné stanice (ASS)

Stanice jsou vybaveny automatickým srážkoměrem a naměřené hodnoty jsou přenášeny do centrálního počítače na pobočce. Interval záznamu je jedna minuta, přenos dat probíhá každých 10 minut. Měření sněhových charakteristik a pozorování meteorologických jevů se provádí stejně jako u stanic manuálních.

3.1.4 Automatizované hydrologické srážkoměrné stanice (AHS)

Zvláštní typ automatizovaného srážkoměru, který se nachází na vodních tocích. Stanice jsou navíc vybaveny limnigrafem.

3.1.5 Automatizované klimatologické stanice (AKS)

Automatizované klimatologické stanice I. typu (AKS1)

Tyto stanice měří všechny meteorologické prvky jako stanice manuální. Měření se provádí pomocí automatických přístrojů s čidly s intervalem záznamu 10 minut, u srážek s intervalem záznamu 1 minuta. Stanice jsou vybaveny modulem pro datový přenos. Pozorovatel doplňuje automatizovaná měření manuálním pozorováním (např. množství oblačnosti, stav počasí, stav půdy), sleduje a zapisuje meteorologické jevy a v zimním období měří sněhové charakteristiky klasickými přístroji. Všechny informace jsou ve stanovených intervalech přidávány k výsledkům automatizovaných měření a předávány do centra.

Měření na **Automatizovaných klimatologických stanicích II. a III. typu (AKS2, AKS3)** probíhá stejně jako na stanici typu AKS1. Z tohoto důvodu byly v práci údaje o stanicích typu AKS 1-4 spojeny pod jednu skupinu AKS.

Automatizované klimatologické stanice IV. typu (AKS4)

Stanice nemá pozorovatele, který by měřil a pozoroval manuální prvky. Tento typ stanice může mít stožár k pozorování rychlosti a směru větru. Pokud jej nemá, může mít jen teplotní čidla nebo jen automatický srážkoměr a slunoměr, či jinou kombinaci, která stanici odlišuje od srážkoměrné stanice.

3.1.6 Automatizované meteorologické stanice (AMS)

Obsluhu stanice (Obr. 3) zajišťuje profesionální meteorolog. Provoz a metodické řízení zajišťuje odbor profesionální staniční sítě (OPSS), odbor letecké meteorologie (OLM) ČHMÚ v Praze, popřípadě jsou stanice pod správou Armády ČR (AČR) nebo Ústavu fyziky atmosféry (ÚFA AV ČR). Program klimatologických pozorování je stejný jako u automatizovaných klimatologických stanic, ale jejich hlavním úkolem jsou synoptická pozorování a měření, která jsou prováděna každou hodinu a jsou okamžitě předávána v kódované zprávě do centra v Praze-Komořanech. Data z některých synoptických stanic jsou poté součástí celosvětového systému výměny meteorologických dat. Kromě prvků, které jsou měřeny a pozorovány na klimatologických stanicích, se v synoptickém pozorování sleduje i výška a druh oblačnosti, atmosférický tlak vzduchu, tlaková tendence, dohlednost, podrobněji se rozlišuje typ padajících srážek apod.

Automatizované meteorologické stanice kombinovaného typu (AMS1)

Obsluhu stanice zajišťuje profesionální meteorolog ve stanovených denních hodinách. Přenos a řízení stanice zajišťuje OPSS (Odbor profesionální staniční sítě). Program klimatologických pozorování je stejný jako u automatizovaných klimatologických stanic, ale jejich hlavním úkolem jsou synoptická pozorování a měření, která jsou prováděna každou hodinu a jsou okamžitě předávána v kódované zprávě do centra v Praze-Komořanech. V nočních hodinách je měření plně automatizováno. Data z některých synoptických stanic jsou poté součástí celosvětového systému výměny meteorologických dat. Kromě prvků, které jsou měřeny a pozorovány na klimatologických stanicích, se v synoptickém pozorování sleduje i výška a druh oblačnosti, atmosférický tlak vzduchu, tlaková tendence, dohlednost, podrobněji se rozlišuje typ padajících srážek apod.

Automatizované meteorologické stanice bez obsluhy (AMS2)

Stanice AMS2 je plně automatizována, obsluha ve vybraných termínech pouze doplňuje automatizovaná měření a zajišťuje havarijní zásahy. Provoz a řízení zajišťuje OPSS. Program klimatologických pozorování je omezen pouze na automatizované měření. Hlavním úkolem jsou plně automatizovaná synoptická měření prováděna každou hodinu.



Obr. 3 Meteorologická stanice (zdroj: www.infomet.cz).

3.1.7 Totalizátor

Zvláštním typem srážkoměru určeného k měření úhrnu srážek za letní a zimní období je totalizátor (Obr. 4), který se zpravidla instaluje na odlehlých nebo těžko dostupných místech. Srážky se zachycují do nádoby dostatečného objemu, do které se na začátku měření nalije určité množství nemrznoucího roztoku, např. olej zabraňující výparu. Úhrn srážek je určen z přírůstku celkového objemu roztoku v nádobě za dobu měření. Vypočtený úhrn je pomocí referenčních srážkoměrných stanic přepočítáván na měsíční úhrny srážek (Portál ČHMÚ, 2017).



Obr. 4 Totalizátor (zdroj: www.infomet.cz).

3.2 Vznik stanic

Na počátku 18. století se teplota na našem území začala měřit pomocí přístrojů. Nejdéle souvisle měřící meteorologická stanice na našem území se nachází v hvězdárně v Praze Klementinu. Meteorologická měření zde byla zahájena v roce 1752 a pokračují až dodnes (do roku 1775 jsou ovšem data neúplná) (In-meteo, 2017). Nejdříve vznikaly stanice typu MKS. Rozvoj sítě stanic nebyl zpočátku příliš rychlý. Další stanice vznikla až v roce 1817 v Lanškrouně, následující až v roce 1843 v Žamberku. V roce 1850 vznikla první stanice typu MKSO (Manuální klimatologická stanice s omezením) v Olomouci. V tomto období se začínaly stanice budovat po celém území dnešního Česka. Od roku 1870 vznikalo několik stanic ročně. Na počátku 20. století se na našem území nacházelo 433 stanic, z čehož 66 % bylo MSS.

V 90. letech 20. století se začínaly stanice automatizovat. První automatizovanou stanicí byla stanice typu AMS v Praze-Kbelích v roce 1996. Ve stejném roce byl instalován první meteorologický radar na vrcholu Skalka u Protivanova. V roce 2002 zahájil činnost druhý meteorologický radar na vrcholu Brdy u Prahy.

Sít stanic se stále automatizuje. K roku 2015 je 44 % stanic automatizovaných. Velkou roli v automatizaci hraje technologický vývoj a neustálé zlepšování internetového připojení, pokrytí a cenové dostupnosti.

3.3 Řešená problematika

Využití a tvorba dynamických map zmiňuje několik předchozích prací. Nejblíže tématem byly bakalářská práce Jakuba Vlosinského z roku 2009 na téma **Animované mapy podnebí Česka v prostředí ESRI** (Vlosinský, 2009) a diplomová práce Evy Sztwiorokové z roku 2013 na téma **Kartografické zpracování klimatu ČR od roku 1900** (Sztwioroková, 2013). V obou pracích byla využita data poskytnutá ČHMÚ o stanicích, ale především o jejich měření. K tomuto byla využita především data z Atlasu podnebí Česka z produkce ČHMÚ a Katedry Geoinformatiky v Olomouci.

Práce Jakuba Vlosinského pojednává o možnostech tvorby animací. Především o tvorbě animací pomocí nástrojů v prostředí ArcMap. V závěru práce autor chválí novou možnost tvorby animace (animovaných map) pomocí nástrojů ESRI. Na druhou stranu vytýká její nedostatky a vysvětluje, jak tyto nedostatky ošetřit v programech určených k tvorbě videí a animací. Výhodou v této práci je vyšší verze ArcMap. Zatímco Jakub Vlosinský pracoval s verzí 9.2 a 9.3, v této práci bylo pracováno s verzí 10.4. I když není stále možností přidání multimediálních prvků (hlas, zvuk) do animace, jež autor vytýká, ostatní problémy jsou eliminovány, jako problémy s exportem animace či práce s větším množstvím dat.

Práce Evy Sztwiorokové řeší problematiku zpracování časové řady vybraných klimatických charakteristik. Mezi výstupy práce se řadí statické tematické mapy a digitální tematické mapy s animacemi. Mapy byly stejným způsobem zpracovávány v prostředí ArcMap.

4 KARTOGRAFICKÁ VIZUALIZACE

Proces kartografické vizualizace probíhal v několika dílčích krocích. Prvním krokem bylo zpracování dat do geografické podoby. V dalším kroku následovalo rozdělení dat dle způsobu užití: statické mapy, dynamická mapa, reprezentativnost sítě stanic. Následoval výběr vhodných podkladových dat. Nejdůležitějším krokem vizualizace bylo nalezení správného znakového klíče a jeho aplikace do dílčích map.

4.1 Předzpracování dat

Poskytnutá data byla nejprve předzpracována. Z původních 5 419 záznamů bylo odstraněno 13 záznamů bez souřadnic. Jednalo se o stanice, které byly vyřazeny mimo provoz v letech 1908–1958 a jejich vyjmutí řešení neovlivnilo. Dále byly odstraněny sloupce souřadnic pojmenované *longitude*, *latittude*, *Gauss1* a *Gauss2*. Pro geografické zpracování stačily souřadnice ze sloupce *Geogr1* a *Geogr2*.

Problémem v zápisu dat byl formát data vzniku a zániku stanice. Formát byl uložený jako typ *obecný* a data se zobrazovala jako desetinné číslo. Formát byl přenastaven na formát *datum*. V dalším kroku byly vytvořeny dva nové sloupce *Begin_year* a *End_year*. Do těchto sloupců byly uloženy roky vzniku a zániku stanic pomocí vzorce:

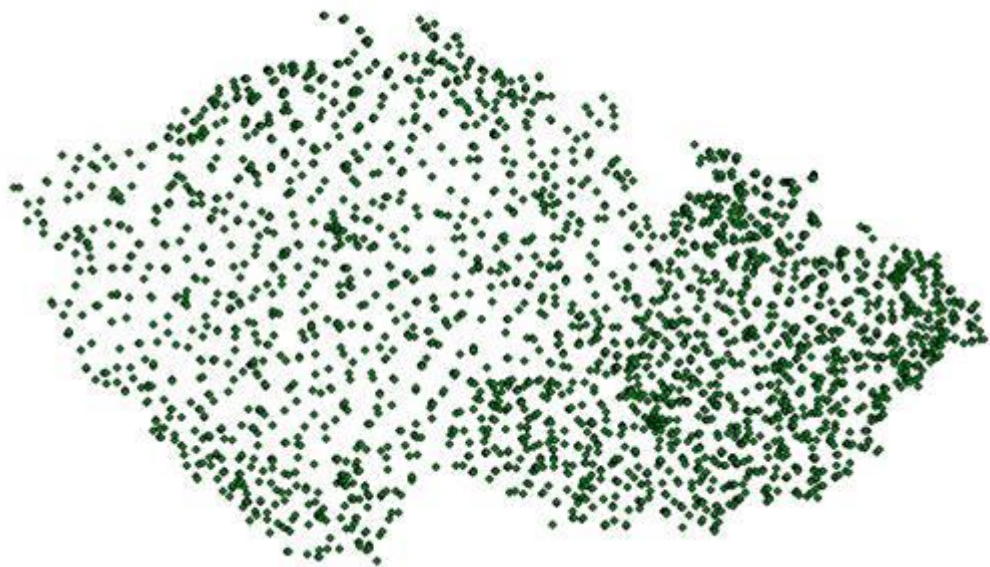
=ZPRAVA(SOUŘADNICE;POČET ZNAKŮ)

Tyto sloupce v dalších krocích bylo snazší k výběru stanic dle konkrétního data. Takto připravená data byla uložena do tabulky jako VASKOVADATA.xls (Obr. 5).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Gh id	Begin_date	End_date	Begin_year	End_year	Name	Qual	Station type	Geogr1	Geogr2	Elevation
2	L3A50001	15.03.2012	31.12.3999	2012	3999	Aš		AKS1	12,1796	50,2206	675
3	L3A50001	01.01.1961	14.03.2012	1961	2012	Aš		MKS	12,1797	50,2208	675
4	L3A50001	01.01.1951	31.12.1960	1951	1960	Aš		MKS	12,2133	50,2217	700
5	L3HAZL01	01.01.1980	31.12.3999	1980	3999	Hazlov		MSS	12,2722	50,1556	534
6	L3DHRA01	01.03.1984	31.05.1988	1984	1988	Dolní Hráničná		MSS	12,2847	50,08	475
7	L3DHRA01	01.07.1988	31.07.1989	1988	1989	Dolní Hráničná		MSS	12,2847	50,08	475
8	L3DHRA01	01.10.1989	31.12.1993	1989	1993	Dolní Hráničná		MSS	12,2847	50,08	475
9	L3FRAL01	01.01.1961	30.06.2008	1961	2008	Františkovy Lázně		MKS	12,3514	50,1167	435

Obr. 5 Upravená data v databázi „VASKOVADATA“.

Tato tabulka byla otevřena v prostředí ArcMap pomocí nástroje *ADD XY data*. Tabulce bylo přiřazeno kartografické zobrazení WGS 1984 UTM Zone 33N. Takto vznikla nová vrstva s názvem *Stanice* (Obr. 6) uložená do geografické databáze VASKOVADATA.



Obr. 6 Všechny stanice ČHMÚ od r. 1775 v kartografickém zobrazení.

4.2 Podkladová data

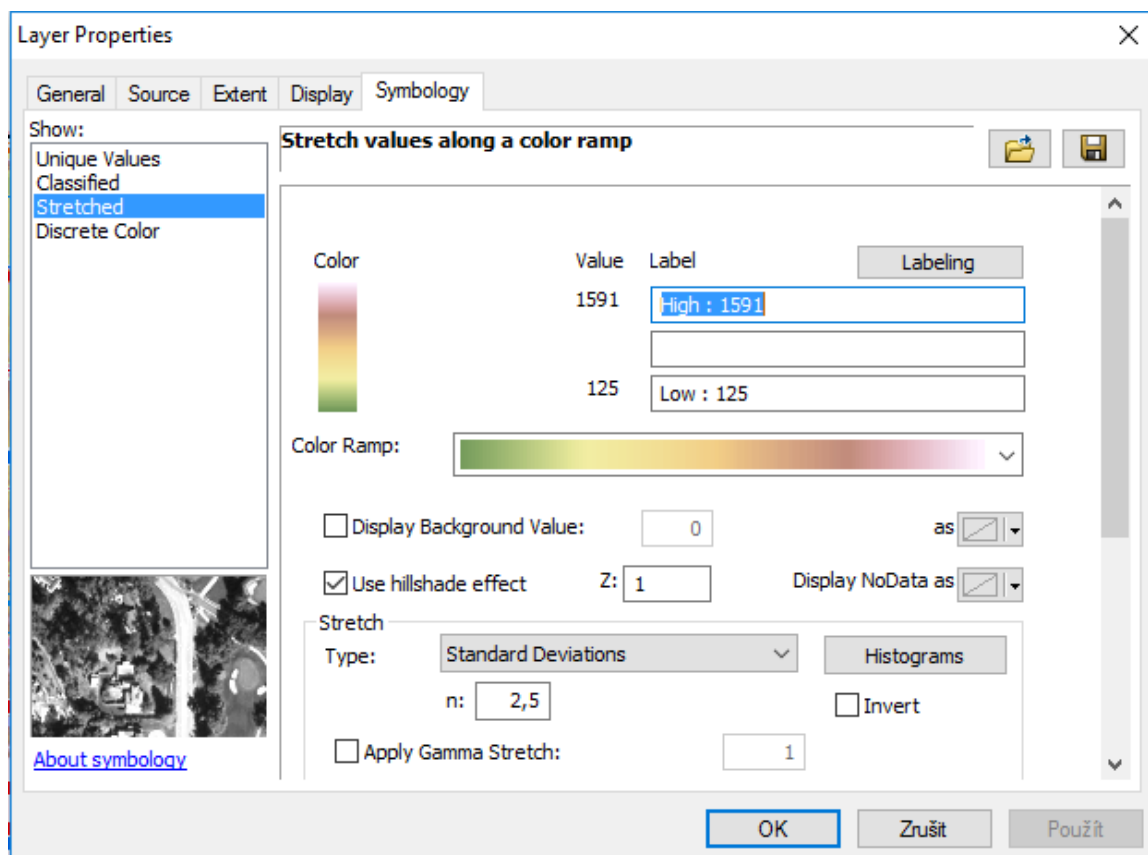
Podkladová data byla vybrána z databáze ArcČR verze 3.3 od společnosti ARCDATA PRAHA, s.r.o. Byly vybrány tyto vrstvy:

- ObceBody,
- Hranice,
- DigitalniModelReliefu,
- VodniToky.

Všechny vrstvy byly dle potřeb upraveny. Z vrstvy **ObceBody** bylo vybráno pomocí funkce *Select by Attributes* sedm obcí, ve kterých se nachází pobočky ČHMÚ. Jedná se o tyto obce:

- Praha,
- Brno,
- Plzeň,
- Ostrava,
- Hradec Králové,
- České Budějovice,
- Ústí nad Labem.

Z vrstvy **Hranice** byla vybrána Státní hranice. Vrstva **DigitalniModelReliefu** byl upravován pouze vizuálně. Digitálnímu modelu byla přiřazena barevný rozsah *Distance* (Obr. 7).



Obr. 7 Nastavení barevného rozsahu vrstvy DigitalniModelReliefu.

Z vrstvy **VodníToky** bylo vybráno 18 největších řek Česka.

Jedná se o tyto řeky:

- Bečva,
- Berounka,
- Bílina,
- Dyje,
- Jihlava,
- Jizera,
- Labe,
- Morava,
- Mže,
- Odra,
- Ohře,
- Radbuza,
- Sázava,
- Svratka,
- Úhlava,
- Úslava,
- Vltava.

4.3 Znakový klíč

Nejdůležitější částí práce bylo nalezení vhodného znakového klíče. Tato problematika byla řešena s odborníky na kartografii. Podnětem pro tvorbu znakového klíče se stala mapa sítě stanic z portálu Britské meteorologické služby (MetOffice, 2017). Na mapě se nachází pouze barevné rozlišení manuálních a automatizovaných stanic. Takto se vycházelo i v této práci. Prvotním rozdělovacím faktorem byla barva. Dále bylo potřeba stanic rozlišit dle typu. Pro snadnost čtení se vybraly geometrické tvary (Tab. 1). Zároveň byl kladen důraz na sémantický aspekt znaku, který představuje co nejpřesnější vymezení významu znaku, a to tak, aby se dalo zároveň odvodit co neznázorňuje (Voženilek a kol., 2011).

Tab. 1 Znakový klíč

Typ stanice	znak	velikost	barva (CMYK)
Manuální			
meteorologická (MMS)		12p	0/100/100/0
klimatologická (MKS)		12p	0/100/100/0
klimatologická s omezením (MKSO)		12p	0/100/100/0
srážkoměrná (MSS)		12p	0/100/100/0
totalizátor		12p	0/100/100/0
Automatizované			
meteorologická (AMS)		12p	80/60/0/0
klimatologická (AKS)		12p	80/60/0/0
hydrologická (AHS)		12p	80/60/0/0
srážkoměrná (ASS)		12p	80/60/0/0
Podkladová data			
pobočka ČHMÚ		25p	0/0/0/70
státní hranice		5p	0/25/25/0 0/0/0/100
vodní tok		1p	96/42/1/0

4.4 Vizualizace vývoje sítě stanic

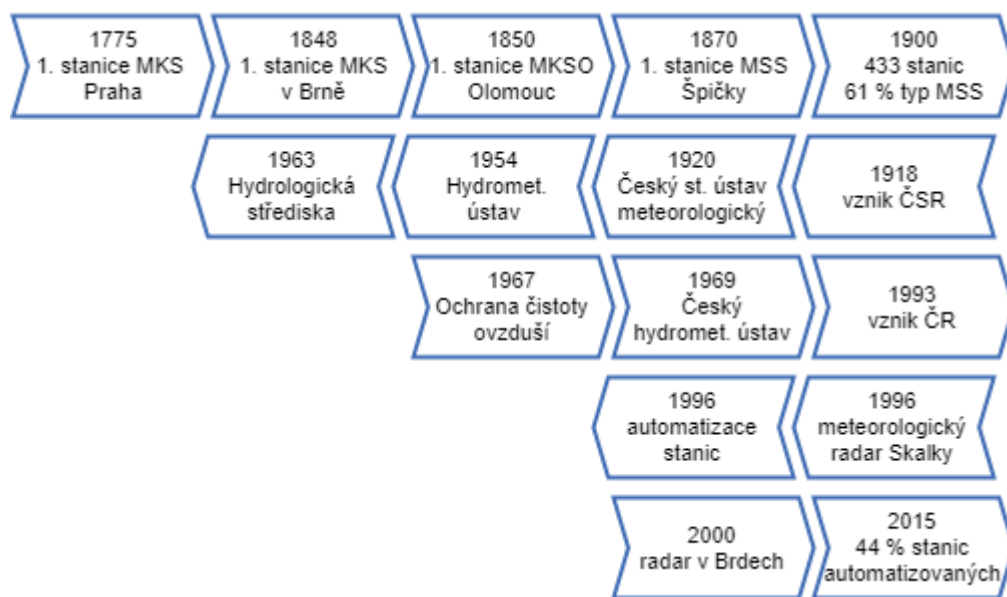
Data byla zpracována a znakový klíč nastaven. Dalším krokem byla samotná vizualizace vývoje sítě stanic. Pro tuto úlohu byly vybrány stanice pro dílčí roky. Stanice pro konkrétní rok (např. 1920) byly vybírány pomocí funkce *Select by Attributes* pomocí vzorce:

Begin_year <= 1920 AND End_year >= 1920

Tento vzorec zajistil výběr všech existujících stanic v daném roce. Jedná se o stanice, které nejen v roce 1920 vznikly, ale které vznikly i před rokem 1920 a zanikly v tomto nebo pozdějším roce.

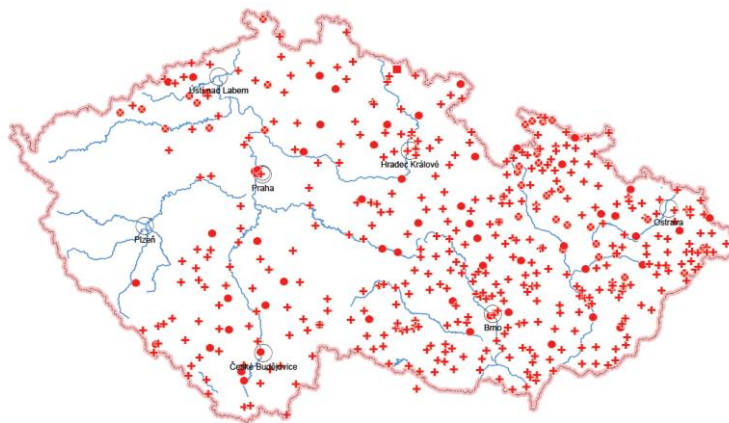
4.4.1 Statické mapy

K statické vizualizaci vývoje sítě stanic pomocí posteru byly vybrány tři dílčí roky: 1920, 1993 a 2015. Mapy včetně znakového klíče byly nejprve vytvořeny v prostředí software ArcMap. Mapy se poté exportovaly do souboru formátu AI podporovaného programem Adobe Illustrator. V tomto programu byl vytvořen poster. Posteru byly vytvořeny kompoziční prvky: titul, měřítko, legenda, tiráž. Mapy jsou navíc doplněny nadstavbovými kompozičními prvky: grafy o procentuálním rozložení typu stanic ČHMÚ, schématem o vývoji Českého hydrometeorologického ústavu (Obr. 8) a grafem o rozloze analyzovaných území o reprezentativnosti stanic ČHMÚ. Poster byl z programu Adobe Illustrator exportován ve formátu PDF.



Obr. 8 Schéma o vývoji ČHMÚ.

1920 – rok vzniku Československého státního ústavu meteorologického v Praze. V tomto roce se nacházelo na území dnešního Česka 498 stanic ČHMÚ. Všechny stanice ČHMÚ byly v tomto roce manuální. Stanice ČHMÚ byly z 80 % srážkoměrné (Obr. 9).



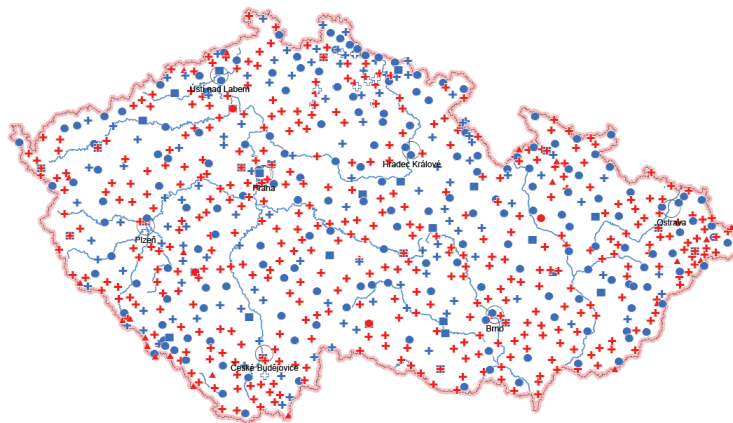
Obr. 9 Náhled sítě stanic ČHMÚ v roce 1920.

1993 – vznik samostatné České republiky. Přejmenování ústavu na Český hydrometeorologický ústav. V praxi je testována první automatizovaná stanice v Praze-Kbelích. Všechny ostatní stanice jsou manuální. Srážkoměrných stanic je stále nejvíce, 71 % - 603 srážkoměrných z celkových 847 stanic (Obr. 10). V Česku je o 70 % stanic ČHMÚ více než v roce 1920.



Obr. 10 Náhled síť stanic ČHMÚ v roce 1993.

2015 – poslední rok obsahující informace o stanicích z poskytnutých dat (poskytnuty v červnu 2015). V Česku se nachází 804 stanic (Obr. 11). Manuálních srážkoměrných stanic je méně (415), ale stále je těchto stanic nejvíce – 52 %. Čtyřicetčtyři procent stanic ČHMÚ je již automatizováno.



Obr. 11 Náhled síť stanic ČHMÚ v roce 2015.

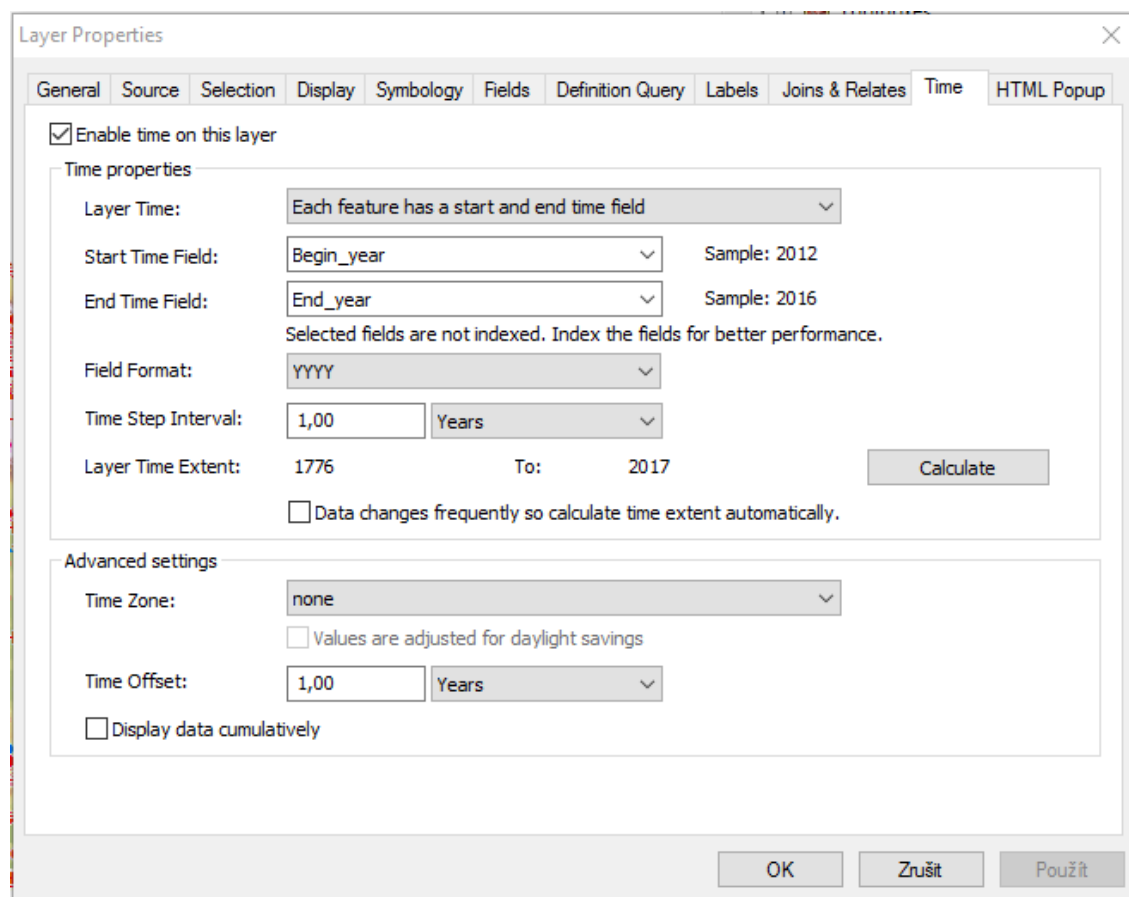
4.4.2 Dynamická mapa

Pro dynamickou mapu byla vybrána metoda vizualizace pomocí animace. K této vizualizaci bylo potřeba využít všech stanic ČHMÚ ve všech letech. Znakový klíč a podkladová data byla nastavena stejně jako v případě statických map. Proces vizualizace probíhal v následujících krocích.

Export z prostředí ArcMap

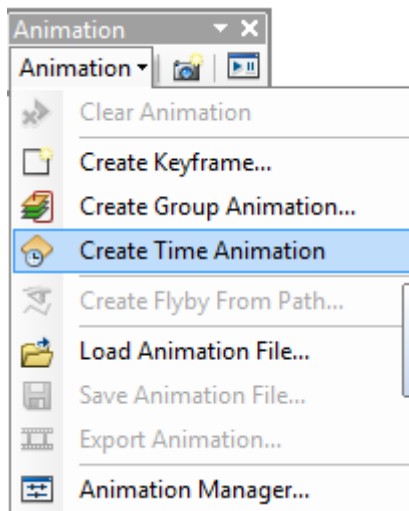
Do prostředí ArcMap byla nahrána vrstva *Stanice* obsahující všechny stanice ČHMÚ ve všech letech. Této vrstvě byl přiřazen znakový klíč. Mapě byly doplněny kompoziční prvky: titul, legenda, grafické měřítko a tiráž. Při tvorbě animace bylo využito zobrazení času. Čas se v animaci zobrazuje jako rok a je umístěn jako podtitul.

Animace byla vytvořena pomocí okna *Time* (čas) (Obr. 12). Toto okno se nachází v nastavení vrstvy (*Properties*) v programu ArcMap od verze 9.2. Nejdříve bylo potřeba zvolit vhodné nastavení. Pro zobrazování stanic v jednotlivých rocích byla vybrána položka *Layer Time: Each feature has a start and end of time field*. K tomuto byly využity sloupce *Begin_year* a *End_year*. Formát pole je *YYYY*. Interval časového kroku je jeden rok.



Obr. 12 Nastavení okna *Time* pro časovou složku vrstvy.

Následovalo zpracování v animačním okně. Toto okno bylo nutno manuálně otevřít v *Cuztomize / Toolbars / Animation* (Obr. 13). Okno nabízí možnost animace a správy animace dat.



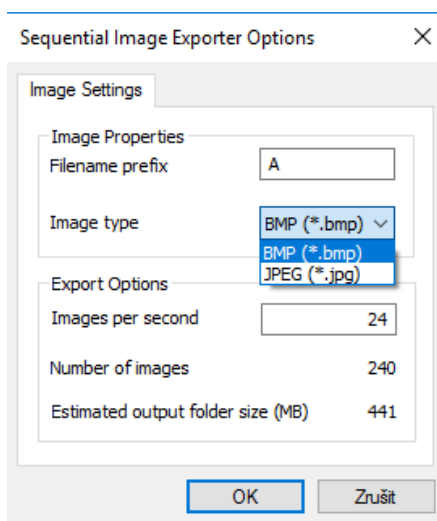
Obr. 13 Okno animace.

Funkce *Create Time Animation* vytvoří automaticky animaci dle nastavení v okně *Time*. Tuto animaci si lze dále nastavovat a měnit dle vlastních potřeb. V této práci nebyla nastavení animace v programu ArcMap nějak dále upracována. Byla použita funkce *Export Animation*. Při zvolení této funkce jsou dvě možnosti. Export jako video formátu AVI a nebo soubor sekvenčních snímků. V této práci byla animace exportována jako soubor sekvenčních snímků. Při výběru formátu uložení se objeví poslední okno nabízející způsob uložení (Obr. 14).

V tomto nastavení lze nastavit:

- prefix názvu sekvenčních snímků (např.: A -> A1, A2, ...),
- formát snímku (BMP, JPEG),
- počet snímků za vteřinu.

V této práci bylo využito 24 snímků za vteřinu, které vytvořilo 240 snímků (rok 1775–2015). Snímky se uložily do složky.

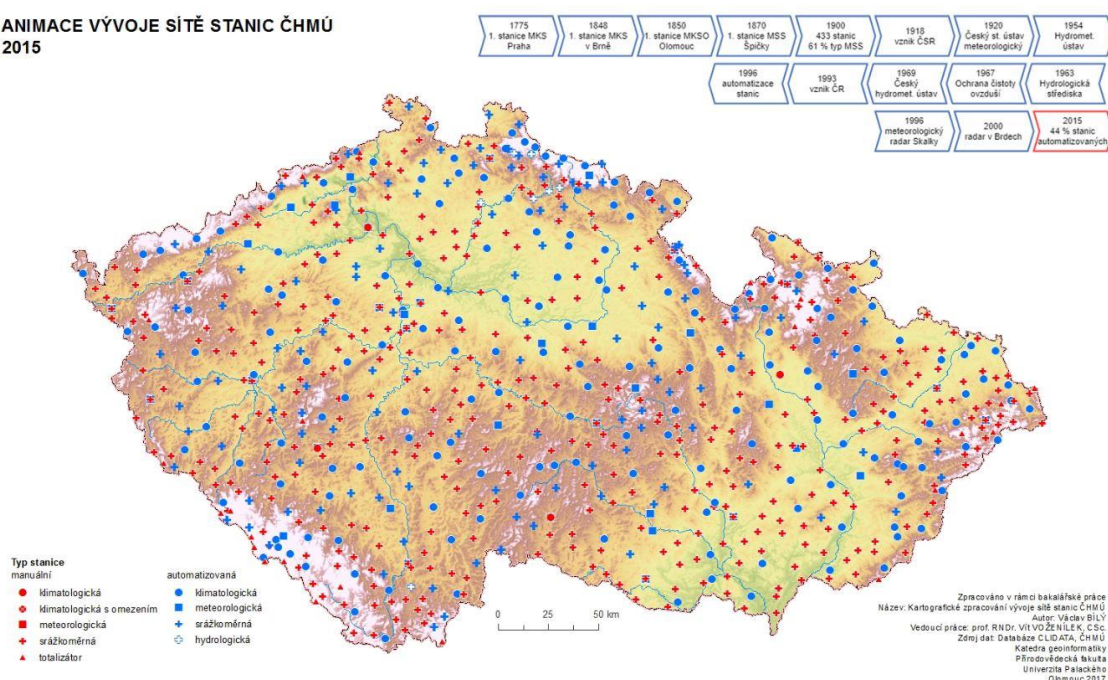


Obr. 14 Nastavení exportu sekvenčních snímků.

Tvorba animace

Tvorba animace probíhala v programu Adobe Photoshop. Snímky byly nejprve vybrány v programu Adobe Bridge. Pomocí nástroje *Photoshop – Load files into Photoshop layers* byly importovány do Adobe Photoshop. V Adobe Photoshop se uložily do jednotlivých vrstev. Pro každý rok se vytvořila jedna samostatná vrstva. Vrstvám bylo přidáno schéma o vývoji ČHMÚ, které se nachází na posteru. Schéma bylo lehce upraveno a pro významné roky vypsané ve schématu se v tomto roce je okénko schématu zabarveno do červena (Obr. 15). Animace byla vytvořena nástrojem *Časová osa*. Do nástroje byly vrstvy převedeny jako snímky. Každé vrstvě byl přiřazen časový rozsah 0,8 vteřiny. Vrstvám z významnými roky zvýrazněnými ve schématu byl přiřazen čas 1,5 vteřiny. Takto nastavená animace byla připravena k exportu. Animace byla exportována pomocí nástroje *Vykreslit video* ve formátu MP4 s nastavením vysokého rozlišení. Délka konečné animace jsou 2 minuty a 28 vteřin.

ANIMACE VÝVOJE SÍTĚ STANIC ČHMÚ 2015



Obr. 15 Náhled na animaci v roce 2015.

5 REPREZENTATIVNOST SÍTĚ STANIC ČHMÚ

Cílem reprezentativnosti sítě stanic ČHMÚ je nalezení oblastí, které jsou reprezentovány stanicí ČHMÚ a které nejsou reprezentovány. Tato reprezentativnost byla zpracována pouze pro rok 2015. K tomuto cíli lze dospět různými postupy. V této práci byla zvolena metoda regionalizace území, na kterém se síť stanic ČHMÚ nachází. K vytvoření regionů byly využity tyto tři vrstvy:

- LandUse – data o využití území,
- klimatické oblasti dle Quittovy klasifikace,
- georeliéf.

Jednotlivé vrstvy byly analyzovány o rozmístění a zastoupení stanic ČHMÚ (viz přílohy 1, 2 a 3). Konečným krokem bylo spojení těchto vrstev. Nad konečnou vrstvou reprezentativnosti sítě stanic ČHMÚ bylo zjištěno, kde se stanice ČHMÚ nachází a kde se stanice ČHMÚ nenachází. V této vrstvě vznikly tři regiony (viz příloha 4):

- Region, který je plně reprezentován stanicí ČHMÚ.
- Region, který je částečně reprezentován stanicí ČHMÚ.
- Region, který není reprezentován stanicí ČHMÚ.

Klimatické oblasti dle Quittovy klasifikace

Data o klimatických oblastech ČR dle Quittovy klasifikace byla poskytnuta Katedrou geoinformatiky, přírodovědeckou fakultou Univerzity Palackého v Olomouci. Vrstva klimatických oblastí obsahovala 17 kategorií v 638 polygonech. Tyto kategorie byly analyzovány a bylo zjištěno pro jednotlivé kategorie počet stanic ČHMÚ a kolik kilometrů čtverečných je reprezentováno jednou stanicí (viz příloha č. 1). Protože nebyla dále v této práci takto podrobná data potřeba, byla provedena generalizace do čtyř nových kategorií.

Kategorie **Teplá 2, 3 a 4** byly generalizovány na kategorii **Teplá (T)**. Kategorie **Mírně teplá 1, 2, 3 a 4** byly generalizovány na kategorii **Mírně teplá 1 (MT1)**. Kategorie **Mírně teplá 6, 7, 10 a 11** byly generalizovány na kategorii **Mírně teplá 2 (MT2)**. Kategorie **Chladná 1, 3, 4, 5, 6 a 7** byly generalizovány na kategorii **Chladná (C)**. Takto upravená vrstva byla připravená ke zjištění reprezentativnosti sítě stanic ČHMÚ.

Georeliéf

Data o georeliéfu České republiky byla poskytnuta Agenturou ochrany přírody a krajiny pod licenčním ujednáním. Vrstva georeliéfu obsahovala 18 kategorií v 366 polygonech. Kategorie byly analyzovány stejným způsobem jako kategorie klimatických oblastí (viz příloha č. 2). Protože nebyla dále v této práci takto podrobná data potřeba, byla provedena generalizace do pěti nových kategorií.

Kategorie **antropogenní georeliéf (A)** zůstala beze změn. Kategorie **sníženiny, širší nivy, užší nivy a údolí** byly generalizovány na kategorii **sníženiny (D)**. Kategorie **hornatiny, izolované vrchy, pahorkatiny, pahorkatiny se skalními městy a hornatiny se skalními městy** byly generalizovány na kategorii **hornatiny (H)**. Kategorie **svahy, vrchoviny, vrchoviny se skalními městy a hřebety** byly generalizovány na kategorii **vrchoviny (S)**. Kategorie **rozřezané plošiny, roviny a podmáčené roviny** byly generalizovány na kategorii **roviny (R)**. Takto upravená vrstva byla připravená ke zjištění reprezentativnosti sítě stanic ČHMÚ.

LandUse

Data o využití území byla stažena z internetového portálu Copernicus (Copernicus, 2017), kde jsou volně k dispozici. Vrstva LandUse obsahovala 30 kategorií ve 45 783 polygonech. Takto podrobná data v práci nebyla potřeba. Kategorie byly pomocí nástroje *Dissolve* generalizovány do 30 polygonů, dle typu území. Poté byl vytvořen nový sloupec a do něj uloženo první číslo typu území. Toto číslo indikuje, do které kategorie území patří. Podle základního dělení se vrstva LandUse dělí na pět kategorií. Nad těmito nově vzniklými kategoriemi bylo analyzováno rozmístění a zastoupení stanic ČHMÚ (viz příloha č. 3).

Základní kategorie vrstvy LandUse jsou:

- urbánní zástavbu,
- zemědělské plochy,
- lesy,
- humidní území,
- vodní plochy.

Reprezentativnost

Z připravených vrstev bylo možné vytvořit vrstvu reprezentativnosti stanic ČHMÚ. Pomocí nástroje *Union* byly spojeny všechny tři vrstvy do jedné. Vznikla vrstva pojmenovaná **Reprezentativnost** obsahující 34 119 polygonů. Do vrstvy byl přidán nový sloupec s názvem **Stanice**.

Pomocí funkce *Select by Location* byly vybrány polygony, kde se nachází stanice ČHMÚ. Bylo vybráno 717 polygonů. Těmto polygonům byla přiřazena hodnota **1** do sloupce **Stanice**. Tyto polygony jsou plně reprezentovány stanicí ČHMÚ.

Pomocí funkce *Select by Location touch the boundary of the source layer feature* byly vybrány polygony, které se dotýkají polygonů, ve kterých se nachází stanice ČHMÚ. Bylo vybráno 11 001 polygonů. Těmto polygonům byla přiřazena hodnota **2** do sloupce **Stanice**. Tyto polygony jsou částečně reprezentovány stanicí ČHMÚ.

Zbylým 22 401 polygonům byla přiřazena hodnota **3** do sloupce **Stanice**. Tyto polygony nejsou reprezentovány stanicí ČHMÚ.

Takto nově vytvořená kategorie byla opatřena barevným rozlišením a vznikla příloha č. 4 zobrazující reprezentativnost sítě stanic ČHMÚ pro rok 2015.

V rámci reprezentativnosti vznikl graf zobrazující procentuální rozlohu jednotlivých podoblastí analyzovaných vrstev ve všech třech kategoriích reprezentativnosti. Graf se nachází jako nadstavbový kompoziční prvek na posteru a jako samostatná příloha č. 5.

6 VÝSLEDKY

Výsledky práce se dají shrnout do dvou podkapitol. Kartografické zpracování, vývoj sítě stanic ČHMÚ, a geoinformatická část, zjištění reprezentativnosti sítě stanic ČHMÚ.

6.1 Kartografické zpracování

Kartografické zpracování vývoje sítě stanic ČHMÚ mělo za úkol vizualizovat vývoj sítě stanic v průběhu let. K tomuto cíli byla využita statická a dynamická vizualizace. K statické vizualizaci byly vybrány tři dílčí roky v historii České republiky a Českého hydrometeorologického ústavu. Jedná se o tyto roky:

- 1920 – vznik státního ústavu meteorologického,
- 1993 – vznik České republiky a použití první automatizované stanice,
- 2015 – poslední rok (rok kdy byla obdržena data).

Pro vybrané jednotlivé roky vznikly mapy zobrazující rozložení stanic ČHMÚ. Stanice navíc byly rozděleny dle typu stanice a byl jim přiřazen znakový klíč, který je součástí řešení práce. Z takto vzniklých map byl vytvořen poster doplněn o rozšiřující informace:

- grafy o statistickém rozdělení typu stanic,
- schématem vývoje českého meteorologického ústavu,
- grafem rozlohy analyzovaných oblastí reprezentativnosti sítě stanic ČHMÚ,
- základními kompozičními prvky.

Pro dynamickou vizualizaci byla vytvořena animace pomocí nástroje *Time* v ArcMapu a její následná úprava ve Photoshopu. K tomuto cíli byla použita původní vrstva stanic ČHMÚ, která obsahovala údaje o všech stanicích (od roku 1775–2015). Stanicím byl přiřazen znakový klíč stejný jako na statických mapách. Byl vytvořen mapový podklad pro animaci. K podkladu byly přidány kompoziční prvky, titul, legenda, grafické měřítko a tiráž. Pomocí nástroje *Time* a *Animation* bylo vytvořeno 240 sekvenčních snímků. Každý obsahuje jednotlivý rok postupně. Pro každý rok jsou zobrazeny pouze stanice ČHMÚ existující v tomto roce. Nástroj *Animation* navíc přidal do jednotlivých snímků čas, který je vyobrazen jako konkrétní rok. Rok je umístěn jako podtitul. Snímky byly exportovány. V dalším kroku byly snímky otevřeny v programu Adobe Photoshop. V Adobe Photoshop bylo přiřazeno doplňující schéma o vývoji českého meteorologického ústavu. Pomocí nástroje *Časová osa* byly snímky připraveny k tvorbě animace. Každému snímku byl určen čas 0,8 vteřiny. Dílčími roky (jako 1920, 1993 a další) byl určen čas 1,5 vteřiny. Poté byly všechny snímky exportovány ve formátu MP4 jako animace. Délka animace je 2 minuty a 28 vteřin.

6.2 Reprezentativnost stanic ČHMÚ

V geoinformatické části reprezentativnost stanic bylo analyzováno území, na kterém se nachází stanice ČHMÚ. Cílem reprezentativnosti bylo vytvořit regiony, které jsou reprezentovány stanicí ČHMÚ a které nejsou. K tomuto cíli bylo analyzováno rozložení stanic v jednotlivých typech území georeliéfu, klimatických oblastí a využití území. Tyto tři vrstvy byly nakonec spojeny v jednu, vrstva reprezentativnosti. Vrstva reprezentativnosti byla propojena s vrstvou stanic ČHMÚ. Oblasti, v nichž se nachází stanice ČHMÚ byly vyhodnoceny jako plně reprezentované oblasti stanicí ČHMÚ. Oblasti, které sousedí s oblastí se stanicí ČHMÚ byly vyhodnoceny jako oblasti, které jsou částečně reprezentovány stanicí ČHMÚ. Oblasti, v nichž se stanice ČHMÚ nenachází nebo nesousedí s oblastí se stanicí ČHMÚ, byly vyhodnoceny jako nerepresentované území.

Výsledkem reprezentativnosti stanic ČHMÚ je pět příloh.

- První příloha je mapa stanic s podkladem klimatických oblastí. Mapa je doplněna tabulkou o rozloze klimatických oblastí a počtu stanic ČHMÚ se na nich nacházejících.
- Druhá příloha je mapa stanic s podkladem georeliéfu. Mapa je doplněna tabulkou o rozloze oblastí georeliéfu a počtu stanic ČHMÚ se na nich nacházejících.
- Třetí příloha je mapa stanic s podkladem LandUse. Mapa je doplněna tabulkou o rozloze oblastí LandUse a počtu stanic ČHMÚ se na nich nacházejících.
- Čtvrtá příloha je konečné spojení předchozích vrstev, mapa reprezentativnosti sítě stanic ČHMÚ.
- Pátá příloha je graf zobrazující procentuální rozlohu analyzovaných podoblastí podle toho, zdali se nachází v plně reprezentovaném území stanicí ČHMÚ, částečně reprezentovaném území stanicí ČHMÚ nebo nerepresentovaném území.

7 DISKUZE

Vzhledem k charakteru dat je další možností statické vizualizace vývoje sítě stanic ČHMÚ vytvoření malého atlasu nebo sborníku map. Ve sborníku by byl obsažen soubor map s víceletým průběhem vývoje. Čtenář by tak měl přístup k jednotlivým statickým mapám s přidaným obsahem. S využitím těchto informací by měl možnost mapy mezi sebou porovnávat v různých časových úsecích.

Dynamickou vizualizaci lze provést také pomocí interaktivní dynamické animace. Výhodou interaktivní dynamické animace je přidání interaktivních nadstavbových prvků (posuvník, zoom-in, pop-up okna). Uživatel by získal interaktivní nástroj ke studiu vývoje stanic ČHMÚ. K vývoji této aplikace by byla zapotřebí rozsáhlá spolupráce s odborníky v oblasti meteorologie, kteří by specifikovali požadavky na tuto aplikaci. Tvorbu plnohodnotné aplikace by doprovázelo zpracování velkého objemu dat o jednotlivých stanicích ČHMÚ.

Reprezentativnost sítě stanic ČHMÚ byla provedena metodou regionalizace.

Tato metoda je jedním z několika možných přístupů k analýze tohoto jevu. Výhodou regionalizace je možnost sloučení vybraných parametrů, jenž mají vliv na umístění stanic ČHMÚ. Výsledkem je rozdělení zájmového území na celky se společnými hodnotami parametrů jednotlivých vrstev. Dle kombinace hodnot lze jednoduše určit ty, které mají podobný charakter, a posoudit tak míru reprezentace území stanicemi ČHMÚ. Nevýhodou regionalizace je naopak nemožnost automaticky posoudit změnu hodnot parametrů se zvyšující se vzdáleností od daného prvku.

Jednou z možností je užití shlukové analýzy, která je schopna vytvořit regiony dle procentuálního zastoupení použitých parametrů území. Tato analýza byla provedena v programu Weka. Výsledkem bylo území rozdělené na regiony, avšak pro zhodnocení reprezentativnosti sítě stanic ČHMÚ neměl výsledek dostatečnou informativní hodnotu. S ohledem na princip shlukové analýzy nebylo možné určit nedostatečně reprezentované regiony stanicemi ČHMÚ.

Odlišným způsobem zpracováním reprezentativnosti sítě stanic ČHMÚ byla metoda interpolace vybraných parametrů v místě výskytu stanice. Výsledkem interpolace teplot by bylo území s místy nedostatečně přesným určením hodnot této veličiny. Přítomnost těchto míst by ukazovala na nedostatek stanic ČHMÚ v oblasti. Následujícím krokem by bylo odebrání určitého počtu stávajících stanic a zopakování předchozího kroku. Pokud by byl výskyt stanice na původním místě nezbytný, ve výsledku by opět na tomto místě došlo k nepřesnému určení teplot. V kombinaci s interpolací dalších veličin jako je úhrn srážek nebo nadmořská výška stanice ČHMÚ lze vyčlenit nedostatečně reprezentované regiony i regiony reprezentované nadměrně. Vzhledem k dané problematice je důležitější zaměřit se na místa, která nejsou dostatečně reprezentována nežli na místa s nadbytečným počtem stanic. Z tohoto důvodu je zvolená regionalizace dostatečně vhodným nástrojem k posouzení reprezentativnosti sítě stanic ČHMÚ.

8 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo sestavit časoprostorovou databázi z poskytnutých dat ČHMÚ o stanicích. Z tabulky poskytnutých dat byla tato databáze vytvořena a pojmenována „VASKOVADATA“. Databáze obsahuje celistvou vrstvu všech stanic od roku 1775–2015. Dále obsahuje vrstvy georeliéfu, klimatických oblastí dle Quitta, LandUse a podkladová data z databáze ArcČR. Z vrstvy stanic dále byly exportovány a uloženy vrstvy stanic pro roky 1920, 1993 a 2015 pro dílčí části práce. Z vrstev jednotlivých let byly vytvořeny kartografické produkty statických map jako poster. Poster je doplněn nadstavbovými kompozičními prvky jako grafy a diagramy s informacemi o vývoji českého meteorologického ústavu a procentuálním zastoupení stanic ČHMÚ na území České republiky.

K vizualizaci celkového vývoje sítě stanic ČHMÚ byla použita metoda dynamické animované mapy. Tato mapa zobrazuje jednotlivé roky (1775–2015) s rozmístěním a počtem stanic ČHMÚ nacházející se na území České republiky. Animace je též vybavena diagramem vývoje českého meteorologického ústavu.

Pro statickou i dynamickou vizualizaci byl použit stejný znakový klíč. Znakový klíč byl vytvořen v rámci bakalářské práce. Mapy slouží k jednoduchému přehledu o vývoji sítě stanic ČHMÚ. Při tvorbě znakového klíče byl kladen důraz na jednoduchost čtení v mapě. Mapy jsou tedy určené nejen odborné komunitě meteorologů, ale i široké veřejnosti se zájmem o meteorologii a historický vývoj českého meteorologického ústavu.

Součástí řešení bakalářské práce je analýza reprezentativnosti stanic ČHMÚ. Tato analýza byla tvořena pouze pro rok 2015. Analýza nám ukazuje rozložení stanic v jednotlivých typech území. V přílohách lze pomocí mapy a tabulky číst rozložení stanic ČHMÚ v jednotlivých oblastech a jejich počet. První tři přílohy zobrazují stanice v klimatických oblastech, georeliéfu a vrstvě LandUse. Ve čtvrté příloze se nachází syntéza těchto vrstev. Mapa reprezentativnosti zobrazuje tři kategorie. Oblast, která je plně reprezentována stanicí ČHMÚ. Oblast, která je částečně reprezentována stanicí ČHMÚ. Oblast, která není reprezentována stanicí ČHMÚ. V páté příloze se nachází graf procentuální rozlohy analyzovaného území v jednotlivých oblastech reprezentativnosti stanic ČHMÚ. Jednoduchou tabulkou lze ukázat rozlohu daných oblastí (Tab. 2).

Tab. 2 Rozloha území reprezentativnosti stanic ČHMÚ

Reprezentováno	Rozloha v km ²	% rozloha v ČR
Plně	17 538,6	22,2 %
Částečně	31 428,7	40 %
Nereprezentováno	29 841,9	37,8 %

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

Kniha

VOŽENÍLEK, Vít a Jaromír KAŇOK. *Metody tematické kartografie: vizualizace prostorových jevů*. 1. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci pro katedru geoinformatiky, 2011. ISBN 978-80-244-2790-4.

Akademické práce

SZTWIOROKOVÁ, Eva. *Kartografické zpracování klimatu ČR od roku 1900*. Olomouc, 2013. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Vít VOŽENÍLEK.

VLOSINSKÝ, Jakub. *Animované mapy podnebí Česka v prostředí ESRI*. Olomouc, 2009. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Vít VOŽENÍLEK.

Webové stránky

Historie ústavu. ČHMÚ [online]. Praha: ČHMÚ, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/o-nas/historie-ustavu>

Kde opravdu leží místo s nejvyšším průměrným srážkovým úhrnem v ČR? *INFOMET* [online]. Praha: ČHMÚ, 2012 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: <http://infomet.cz/index.php?id=read&idd=1355908347>

Meteorologické stanice ČHMÚ. ČHMÚ [online]. Praha: ČHMÚ, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/stanice/ShowStations_CZ.html

Ohrazení ČHMÚ vůči článku na téma meteorologie. *INFOMET* [online]. Praha: ČHMÚ, 2012 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: <http://infomet.cz/index.php?id=read&idd=1331247824>

Praha Klementinum. *IN-POČASÍ* [online]. Praha: InMeteo, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: <http://www.in-pocasi.cz/archiv/klementinum.php>

UK climate - Synoptic and climate stations. *Met Office* [online]. Devon: MetOffice, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: <http://www.metoffice.gov.uk/public/weather/climate-network/#?tab=climateNetwork>

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Vázané přílohy:

- Příloha 1 Mapa Stanice ČHMÚ v klimatických oblastech ČR
- Příloha 2 Mapa Stanice ČHMÚ v georeliéfu ČR
- Příloha 3 Mapa Stanice ČHMÚ v LandUse ČR
- Příloha 4 Reprezentativnost sítě stanic ČHMÚ
- Příloha 5 Graf Rozloha reprezentativnosti sítě stanic analyzovaných oblastí

Volné přílohy

- Příloha 6 Poster Vývoj sítě stanic Českého hydrometeorologického ústavu
- Příloha 7 Animace Vývoj sítě stanic ČHMÚ
- Příloha 8 DVD