

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA GEOINFORMATIKY



Ondřej RŮŽIČKA

**SERVEROVÁ APLIKACE PRO AUTOMATICKOU
TVORBU WEBOVÉ MAPY TEPLoty VZDUCHU
Z AKTUÁLNÍCH DAT NA INTERNETU**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Prof. RNDr. Vít VOŽENÍLEK CSc.

Olomouc 2010

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci řešil sám a že jsem uvedl veškerou použitou literaturu.

Olomouc, 26. 5. 2010

.....

Děkuji prof. RNDr. Vítu Voženílkovi, Csc. za zadané téma a cenné rady hlavně při zpracování kartografické části projektu. Rád bych také poděkoval panu Ing. Martinu Střížovi z ostravské pobočky Českého hydrometeorologického ústavu za cenné konzultace a poskytnutí části programových prostředků pro tuto práci.

OBSAH

| | |
|---|----|
| OBSAH | 6 |
| ÚVOD..... | 8 |
| 1. CÍL PRÁCE..... | 9 |
| 2. METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ | 10 |
| 3. SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY | 12 |
| 3.1. Český hydrometeorologický ústav | 12 |
| 3.2. Meteopress.cz..... | 13 |
| 3.3. Počasí iDnes | 13 |
| 3.4. www.psika.cz | 14 |
| 4. SESTAVENÍ KARTOGRAFICKÉHO VÝSTUPU | 15 |
| 4.1. Kompoziční prvky mapy | 15 |
| 4.2. Topografický podklad | 16 |
| 4.3. Stupnice | 17 |
| 5. ANALÝZA A NÁVRH ŘEŠENÍ..... | 19 |
| 5.1. Data | 19 |
| 5.2. Výběr interpolace | 20 |
| 5.3. Výběr nástrojů pro automatickou tvorbu mapy..... | 21 |
| 5.4. Výběr nástrojů pro webovou prezentaci..... | 24 |
| 6. IMPLEMENTACE | 27 |
| 6.1. Příprava dat a podkladů..... | 27 |
| 6.1.1. Seznam meteorologických stanic | 27 |
| 6.1.2. Digitální model reliéfu | 28 |
| 6.1.3. Legenda..... | 28 |
| 6.1.4. Vytvoření topografického podkladu..... | 29 |
| 6.2. Inicializace prostředí | 29 |
| 6.2.1. Instalace programového vybavení..... | 29 |
| 6.2.2. MySQL..... | 30 |
| 6.2.3. Cron..... | 31 |
| 6.3. Průběh skriptu | 31 |
| 6.3.1. Získ dat..... | 31 |
| 6.3.2. Interpolace..... | 32 |
| 6.3.3. Převod mezi formáty | 33 |
| 6.3.4. Grafická úprava..... | 34 |
| 6.3.5. Výsledek úspěšného provedení skriptu | 35 |
| 6.4. Tvorba webových stránek | 35 |
| 6.4.1. Grafický návrh a layout stránek | 35 |
| 6.4.2. Princip fungování stránek | 36 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 6.4.3. Google Maps a KML | 37 |
| 7. POPIS WEBOVÉ APLIKACE | 38 |
| 8. DISKUSE..... | 40 |
| 9. ZÁVĚR..... | 42 |
| 10. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK..... | 43 |
| 11. LITERATURA..... | 44 |
| SUMMARY | 46 |
| PŘÍLOHY | 47 |

ÚVOD

Jedním z největších nedostatků tradiční kartografie je neaktuálnost map, způsobená dlouhým procesem jejího vzniku a distribuce. (Kraak 2001)

S rozvojem informačních technologií a internetu v poslední době stoupá dostupnost různorodých a hlavně aktuálních informací. Většina těchto informací je vztažitelná k určitému místu. Proto se dnes na internetu nachází velké množství digitálních map, které tato aktuální data prezentují. Tyto mapy jsou z velké části generovány automaticky kvůli zachování aktuálnosti. Nástroje pro jejich tvorbu se různí stejně jako jejich kartografická kvalita.

Informace o stavu počasí jsou jedním z nejčastěji zobrazovaných témat na mapách. Přesto, jedná-li se o mapy aktuálního stavu počasí generované automaticky, často dochází k použití nevhodných metod vizualizace, které mohou vést až ke zkreslení prezentované informace.

Tomuto problému lze předejít stanovením konkrétního vizuálního cíle, dodržováním kartografických pravidel a vhodným výběrem programových prostředků pro tvorbu mapy. Při volbě nástrojů je třeba brát v úvahu také jejich cenu. Naštěstí je v dnešní době na trhu dostatečné množství kvalitních nástrojů, které jsou dostupné zdarma.

1. CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je navržení a sestavení serverového řešení, které bude automaticky a v pravidelných intervalech generovat mapu teploty vzduchu z aktuálních dat dostupných na internetu. Takto vygenerované mapy budou přístupné na webové stránce, která umožní jejich zpětné procházení a animaci.

Prvním dílčím cílem je návrh podoby výsledné mapy. Důraz je hlavně kladen na základní kartografická pravidla, která často nejsou u podobných aplikací dodržována. Velká pozornost je také věnována tvorbě barevné stupnice, od které se odvíjí srozumitelnost a čitelnost mapy.

Součástí práce je přehled některých možných zdrojů dat o počasí. Dále je uvedena a popsána metoda interpolace, která je v práci použita.

Hlavní část práce tvoří výběr vhodných programových prostředků a jejich následná implementace. Při výběru nástrojů je zvažována jejich funkčnost, vhodnost nasazení pro konkrétní úkol a v neposlední řadě také licenční podmínky použití.

V poslední části je popsána webová aplikace z uživatelského pohledu. Je představena její funkčnost a možnosti. Jedná se o návod pro budoucí uživatele. Těmi jsou všichni, které zajímá aktuální klimatická situace, ale také její vývoj a srovnání s minulostí.

2. METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ

Pro úspěšné zvládnutí cílů vytyčených v předchozí kapitole bylo nutné studium odborné literatury, a to hned z několika odlišných oborů.

Tematické kartografii a tvorbě stupnic se ve svých dílech věnuje například Voženílek (2001) nebo Kaňok (1999). Kartografickou animaci probírá Voženílek (2005) a Kraak (2001). Problematikou tvorby klimatických dat se blíže zabývá Friemanová (2001) a kartografickou prezentaci klimatických dat na internetu ve své diplomové práci hodnotí Mertenová (2010). Volbě metody interpolace teploty vzduchu se věnují spíše zahraniční autoři, např. Ustrnul a Czekierda (2005) nebo Ninyerola et al. (2007). U některých částí – hlavně u výběru moderních prostředků pro tvorbu webových stránek – není k dispozici dostatek odborné literatury, a proto u nich bylo čerpáno převážně ze zdrojů dostupných na internetu. Při výběru vhodného programového vybavení hrála velkou roli autorova osobní zkušenost s produkty a konzultace s odborníky.

Po zpracování poznatků z odborné literatury a z konzultací bylo možné navrhnout a sestavit praktickou část práce. Ta se, ze zjednodušeného hlediska, sestává z několika základních částí.

První je získání aktuálních dat o teplotě vzduchu. Pro vybrané zájmové území – Českou republiku – připadlo v úvahu několik zdrojů aktuálních dat, které se lišily svojí kvalitou. Jedním z kritérií, kterého bylo třeba dosáhnout, byla potřeba získat jednotlivá měření v dostatečném počtu a vhodném rozmístění tak, aby bylo možné provést další krok, kterým je interpolace. Nakonec byla zvolena data ze sítě profesionálních měřících stanic Českého hydrometeorologického ústavu.

Volba typu interpolace závisí na povaze dat, která jsou interpolována. Při špatném výběru typu interpolace může snadno dojít ke zkreslení výsledků. Teplota vzduchu je veličina, která je závislá na nadmořské výšce, proto bylo nutné do výpočtu zahrnout i výškový model území.

Část práce, nazvaná implementace, prochází krok po kroku celý průběh tvorby mapy. Nejdříve přípravu prvotních dat, dále pak ukazuje praktickou aplikaci vybraných

nástrojů a popisuje schéma a princip fungování výsledné webové stránky. Všechny zdrojové kódy a potřebné soubory jsou přiloženy na CD nosiči v příloze.

Posledním krokem je vizualizace výsledků. Tou je webová stránka dostupná na adrese <http://teplotavzduchu.upol.cz>. Pro tvorbu webových stránek bylo zapotřebí několika programovacích jazyků. Vzhledem k rozsáhlé dokumentaci a velkému množství materiálů od ostatních vývojářů byly použity nejběžnější nástroje. U webových stránek byl kladen důraz na uživatelskou přívětivost a intuitivní ovládání, proto probíhaly četné konzultace s potenciálními uživateli.

Schéma postupu prací je znázorněno na následujícím diagramu.



Obr. 1: Schéma postupu prací.

3. SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY

V následujících odstavcích je představeno několik webových map zobrazujících teplotu vzduchu. Ve všech případech jde o webové mapy automaticky generované, stejně jako je výsledná webová mapa této práce.

3.1. Český hydrometeorologický ústav



Obr. 2: Mapa aktuálního počasí ČHMÚ.

Český hydrometeorologický ústav na svých stránkách prezentuje několik typů map. Mapa na obrázku číslo 2 je jedna z nich. Kromě teploty vzduchu zobrazuje také oblačnost, jevy počasí, směr větru a jeho intenzitu. Teploty jsou v mapě znázorněny pouze popisem, který se vztahuje k území každého kraje České republiky. Vysvětlivky k mapě jsou umístěny na jiné stránce. Uživatel tak má omezenou možnost sledovat vysvětlivky a mapu zároveň.

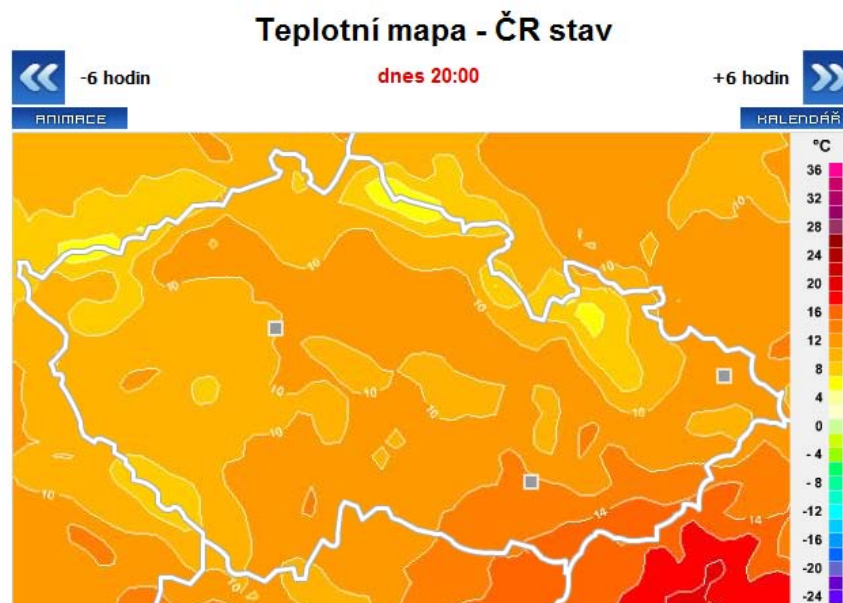
3.2. Meteopress.cz



Obr. 3: Teplotní mapa Meteopress

Mapa meteorologického zpravodajského portálu Meteopress zobrazuje teplotu interpolovanou nad celým územím. Mapa je dle tiráže přebírána z maďarských stránek www.idokep.hu. Maďarsky však zůstal i některý popis v mapě. U mapy se nachází dvě stupnice v legendě, uživatel však nepozná, která je platná.

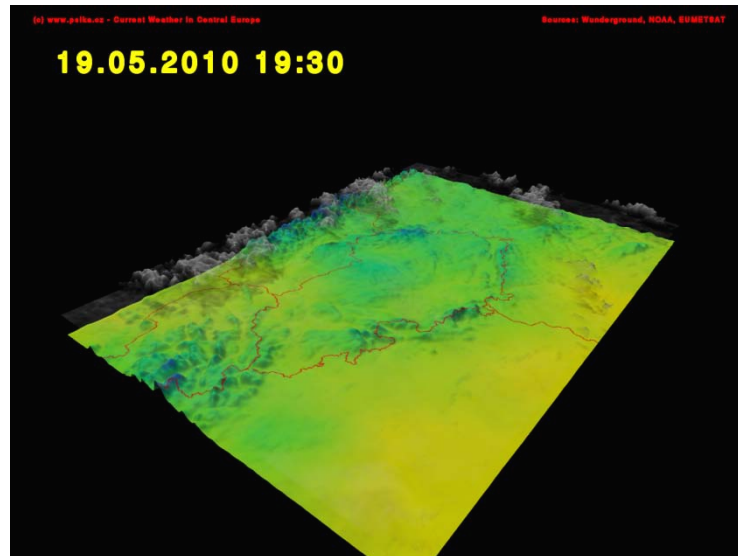
3.3. Počasí iDnes



Obr. 4: Teplotní mapa portálu iDnes.cz

Zpravodajský portál iDnes.cz jako jeden z mála zobrazuje na mapě teplot vzduchu interpolované hodnoty. Interpolace však, podle popisu na stránkách, není ovlivněna nadmořskou výškou terénu. Na mapě lze zobrazit i předpovídaný vývoj teplot po šesti hodinách až na dva dny dopředu.

3.4. Wwww.psika.cz



Obr. 5: Teplotní mapa www.psika.cz

Na stránkách <http://psika.cz/teplotni-mapa-3d-stredni-evropa> je dostupná 3D mapa aktuální teploty vzduchu pro střední Evropu. Autorem je nadšený amatérský meteorolog Tomáš Psika. Mapa nerespektuje základní kartografická pravidla. Neobsahuje legendu ani měřítko. Nestandardní je také zobrazení a rotace mapy. V takovémto případě by měla mapa rozhodně obsahovat i směrovku.

4. SESTAVENÍ KARTOGRAFICKÉHO VÝSTUPU

Mertenová (2010) ve své práci hodnotí kartografickou prezentaci klimatických dat na internetu u 21 projektů. Autorka v závěru uvádí: „... byly zjištěny vážné nedostatky, které by se u správně sestavených map neměly vyskytovat. Největším problémem byla absence důležitých kompozičních prvků, hlavně měřítko, které chybělo na všech mapách. Ostatní prvky vesměs uvedeny byly, ale ne vždy správně.“ Přestože se jedná o hodnocení dat globálních (celosvětových), můžeme tento nedostatek pozorovat i u většiny regionálně zaměřených mapových výstupů na internetu.

Kartografické nedostatky webových map mohou mít několik příčin. Mapy nevytváří kartografové a není s nimi ani výsledek konzultován. Výstupy jsou generovány automaticky počítačovými programy, které často nedisponují ani základními kartografickými nástroji. Dochází také k tomu, že se aplikace „nějak“ naprogramuje, aby fungovala, a konečné kartografické úpravy se nechají nakonec. Pak na ně však nezbude čas, finanční prostředky či chuť je upravovat.

U této práce byl postup opačný. Stanovila se podoba výsledné webové mapy a k ní pak směřoval veškerý další postup.

4.1. Kompoziční prvky mapy

Voženílek (2001) i Kaňok (1999) uvádějí pět základních kompozičních prvků, které musí obsahovat každá mapa. Těmi jsou: mapové pole, název mapy, legenda, měřítko a tiráž. Návrh výsledné webové mapy obsahuje všechny tyto prvky a respektuje pravidla jejich tvorby, jak je patrné na obrázku 6.

Kromě základních kompozičních prvků lze použít i kompoziční prvky nadstavbové, které nejsou vždy povinné a jejich uplatnění se odvíjí od konkrétní mapy. Z nadstavbových grafických prvků je použita směrovka a logo (dva grafické prvky, které souvisí s tematikou počasí).

4.2. Topografický podklad

Topografický podklad prostorově lokalizuje prvky tematického obsahu mapy (Kaňok 1999). Slouží ke snadnější orientaci uživatele na mapě a zrychluje její čtení. Jako topografický podklad se většinou používá vodstvo, komunikace, sídla, administrativní hranice (Voženílek 2001 i Kaňok 1999).

Pro výslednou mapu teploty vzduchu byly vybrány tyto prvky: vodstvo, státní hranice, hranice krajů a sídla. Vrstva vodstva byla podrobena manuální generalizaci a byly tak vybrány pouze významné toky. Barvy prvků topografického podkladu jsou standardní. Výjimku tvoří jen hranice krajů, které jsou téměř bílé z důvodu dobré čitelnosti při proměnlivosti barev tematického obsahu během celého roku.

Všechna data topografického podkladu byla použita ze sady ArcČR 2.0 společnosti ARCDATA PRAHA.



Obr. 6: Výsledná mapová kompozice bez ovládacích prvků www stránek

4.3. Stupnice

Teplota vzduchu je v mapě vyjádřena – podle klasifikace Voženílka (2001) – metodou barevných vrstev. Do mapy nejsou zaneseny izolinie. Sestavení stupnice a výběr barev bylo (vzhledem k hlavnímu účelu aplikace – srovnávání s minulostí a zobrazení průběhu teplot) potřeba udělat s platností pro celý rok. Sestavení probíhalo v několika krocích.

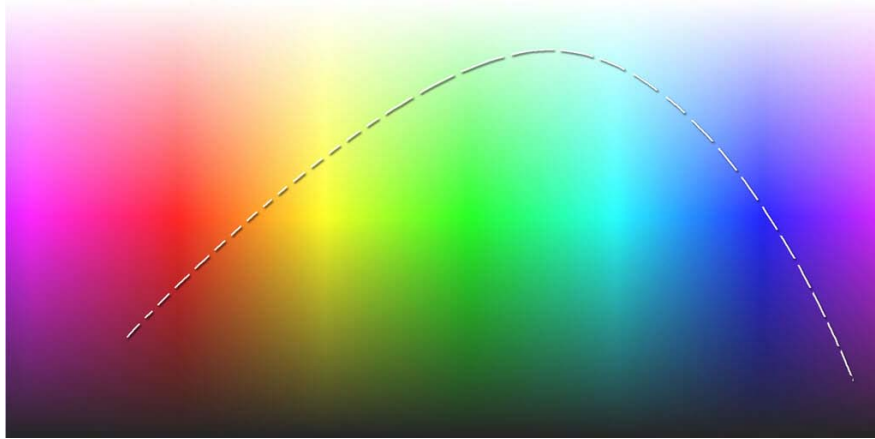
Nejdříve bylo potřeba stanovit hraniční hodnoty stupnice. Atlas podnebí Česka (Tolasz 2007) uvádí za období 1961–2000 nejvyšší roční průměrné maximum 35 °C a nejnižší roční průměrné minimum -25 °C. Díky těmto poznatkům byla stanovena spodní hranice stupnice na -24 °C a vrchní na +34 °C.

Vzniklo tím rozmezí 59°C. Dalším krokem bylo stanovit krok intervalu. U teploty vzduchu jsou používány intervaly s konstantní šířkou. Při jednostupňovém kroku intervalu by bylo následně potřeba vytvořit barevnou stupnici o 60 barvách, což se ukázalo nereálné při zachování pravidel tvorby barevné stupnice a současnému rozlišení jednotlivých areálů v mapě. Při dvoustupňovém kroku intervalu je již počet tříd přijatelný. Byl tedy zvolen krok intervalu 2 °C, který stupnici rozdělil do 31 tříd.

Při tvorbě barevné škály nebylo (vzhledem k počtu intervalů) možné použít dvoutónovou škálu, která se nejlépe hodí pro mapy teploty vzduchu. Do škály bylo potřeba zahrnout více tónů. Vznikla, podle Friemanové (2001), takzvaná spektrální škála. Musela být dodržena základní pravidla při výběru barev (Voženílek 2001):

- Správné použití teplých a studených barev.
- Vedlejší barvy musí být ze stejné části spektra.
- Čím vyšší intenzita jevu, tím vyšší intenzita barvy.

Při výběru správných barev, pomohlo vynesení křivky na obrázek spektra barevného modelu HSL, jak je patrné na obrázku 7.



Obr. 7: Výběr barevné škály

Pomocí této křivky už bylo snadné barvy zvolit. V jejím nejvyšším bodě, a zároveň v bodě s nejnižší intenzitou barvy, bylo stanoveno 0 °C. Oběma směry se pak zvyšovala intenzita – předešlo se tak takzvanému propadání barev (Kaňok 1999). Napravo od nuly se nachází barvy studené a nalevo od nuly barvy teplé. Výjimku tvoří prvních pár odstínů světle zelené nalevo od nuly, odpovídajících 0 – 6 °C. Celá výsledná stupnice je dostupná na přiloženém CD pod jménem *stupnice.png* v adresáři *data*.

5. ANALÝZA A NÁVRH ŘEŠENÍ

5.1. Data

Aby bylo možné provést interpolaci, musel být stanoven zdroj dat, ze kterého budou hodnoty teploty vzduchu pravidelně stahovány. Zde je přehled některých možných zdrojů:

Weather Underground API (http://wiki.wunderground.com/index.php/API_-_XML)

Stránky meteorologického zpravodajského portálu nabízí volně ke stažení aktuální meteorologická data včetně předpovědí pro celý svět. Nabízeným datovým formátem je značkovací jazyk XML. Nevýhodou je nízký počet stanic v ČR – převážně jde pouze o letiště. Dalším problémem je zahrnutí amatérských stanic, které by vzhledem k metodice měření ubíraly výsledkům na důvěryhodnosti.

NOAA Weather Service API (<http://www.nws.noaa.gov/forecasts/xml/>)

Americká státní agentura NOAA (Národní správa oceánů a atmosféry) také poskytuje zdarma informace o počasí ve formátu XML. Problémem je opět nízký počet stanic pro Českou republiku.

Norway Weather API (<http://api.yr.no/weatherapi/documentation>)

Norská agentura pro meteorologii poskytuje zdarma k dispozici téměř všechna měření ze své husté sítě meteorologických stanic. K tomu ještě přidává informace o počasí a předpovědi ze zbytku světa. Ty však přebírá z některé výše uvedené služby a pro Českou republiku jsou tak data opět nedostatečná.

Český hydrometeorologický ústav (<http://www.chmi.cz>)

ČHMÚ disponuje sítí kvalitních profesionálních stanic a data z nich mají vysokou míru relevance. Jsou proto vhodná pro požadovanou interpolaci. Úřad však nenabízí svá data volně k dispozici. Pro účel této práce však bylo dohodnuto, že data lze ze stránek ČHMÚ stahovat pomocí PHP skriptu. **Byla tak zvolena síť 36 profesionálních stanic.** Smlouva o možnosti stahování dat je obsažena v příloze.

5.2. Výběr interpolace

Výběr interpolační metody je velice důležitý. Při použití nesprávné metody by mohlo dojít ke zkreslení hodnot a následné prezentaci nepravdivých informací. Rozsah této práce však nedovoluje podrobné porovnávání a popis jednotlivých interpolačních metod. Proto je uveden pouze přehled interpolačních metod a několik dalších poznatků.

Mezi základní interpolační metody v GIS systémech patří například (Jeníček 2009):

- Kriging
- IDW (Inverse Distance Weighted)
- Spline
- Natural Neighbour
- Orografická interpolace
- Metoda Thiesnových polygonů

Jeníček v části své disertační práce blíže popisuje jednotlivé typy těchto interpolací. Geostatistickými metodami se zabývá také např. Kraus (2007). Ninyerola et al. (2007) při výběru interpolace teplot vzduchu pro Iberský poloostrov vyhodnotili jako nejlepší metodu mnohonásobnou logaritmickou regresi společně s metodou IDW (pro residua). Ustrnul a Czekierda (2005) se zaměřili na oblast Polska a potažmo střední Evropy. Z jejich výzkumu nejlépe dopadla metoda lineární regrese s krigingem residuí. U všech interpolací teploty vzduchu hrála důležitou roli závislost na nadmořské výšce.

Po konzultaci s Ing. Martinem Střížem z ČHMÚ byla pro účely této práce vybrána metoda **lokální lineární regrese** se závislostí na nadmořské výšce. Identická metoda byla použita i pro některé mapy Atlasu podnebí Česka (Tolasz et al. 2007).

Metoda pracuje následujícím způsobem:

- Pro každý pixel v území vyhledá na základě definovaného regresního radiu meteorologické stanice.

- Z těchto stanic je sestaveno n rovnic o dvou neznámých podle rovnice lineární regrese: $y = a + bx$
 - y ... naměřená teplota
 - x ... nadmořská výška z modelu reliéfu
 - a, b ... neznámé regresní koeficienty
- Pomocí metody nejmenších čtverců z výše uvedených n rovnic se vypočítají regresní koeficienty a, b .
- Pro daný pixel v území jsou již známy všechny potřebné hodnoty – vypočítané koeficienty i nadmořská výška, která se dosadí z digitálního modelu reliéfu – podle stejné rovnice se tak určí odpovídající teplota.

Jako zdroj nadmořské výšky byl zvolen digitální model reliéfu z projektu SRTM organizace NASA, který je volně k dispozici na internetu (URL 1).

5.3. Výběr nástrojů pro automatickou tvorbu mapy

Při výběru programového vybavení bylo vytyčeno několik kritérií, které se nakonec podařilo splnit.

- Dostupnost pro platformu Windows i GNU/Linux. Přestože při odevzdávání práce je vše nainstalováno na systému *SUSE Linux Enterprise 10*, celý průběh skriptu se všemi nástroji je přenositelný.
- Všechny spouštěné nástroje musí mít schopnost spuštění a funkce v příkazovém řádku bez zásahu uživatele.
- Preferovány jsou nástroje dostupné zdarma.

Batch Shell Skript + Cron

V tomto případě jde o závislost na prostředí operačního systému GNU/Linux. **Batch Shell Skript** je jednoduchý soubor, který se spouští z příkazové řádky a obsahuje příkazy včetně parametrů pro spuštění dalších nástrojů. Jde o jakousi kostru běhu celého procesu. V prostředí Windows by byl jeho ekvivalentem dávkový soubor BAT.

Cron je nástroj starající se o pravidelné spuštění dalších programů a skriptů. V prostředí Windows by jeho ekvivalentem byl program Naplánované úlohy (Plánovač úloh).

PHP 5.2.5

Jde o programovací jazyk, který slouží primárně k programování webových stránek. Jeho skripty se vykonávají na straně serveru. Díky tomu se dá použít nejen pro generování webových stránek. V části práce, která vytváří mapu, byl použit pro stahování aktuálních teplot z ostatních stránek, popřípadě jiných dokumentů (XML, TXT). Byl vybrán pro svoji jednoduchost, dostatek dokumentace a dobrou integraci s databází MySQL, která byla také použita. K vykonané práci by bylo možné použít i jiný nástroj, jako je například Python. Zde hrála roli autorova zkušenost s tímto nástrojem a jeho opětovné použití v další části práce pro generování obsahu webových stránek. PHP je dostupný zdarma jak pro GNU/Linux, tak pro Windows.

MySQL 5.0.26

Jeden z nejrozšířenějších databázových relačních systémů. Pracuje s jazykem SQL. Jazyk v sobě zahrnuje nástroje pro tvorbu databází (tabulek) a dále nástroje na manipulaci s daty (vkládání dat, aktualizace, mazání a vyhledávání informací).“ (URL 2) V práci slouží k uchování informací jednak o meteorologických stanicích a také zapisuje úspěšnost průběhu skriptu generujícího mapu. Stejně jako PHP je dostupný pro GNU/Linux i Windows. Tyto dva nástroje jsou spolu často využívány. Na výběr bylo ještě několik databázových systémů – např. SQLite či PostgreSQL. Na tuto aplikaci by se hodil kterýkoli z nich, proto záleželo spíše na preferenci autora a aktuálních možnostech serveru.

Java Runtime Enviroment 1.6.0.18 + LLR.jar

Java Runtime Enviroment je prostředí pro běh aplikací naprogramovaných v jazyce Java. Toto prostředí zde bylo použito pro spuštění poskytnutého programu (LLR.jar) na výpočet interpolace. Kdyby nebyla interpolace prováděna poskytnutým nástrojem, alternativou by byl například program GRASS GIS, který je schopen také provádět určité typy interpolací. Je dostupný zdarma a funguje pod oběma platformami.

Programy v jazyce Java jsou známy svou nezávislostí na platformě. Proto je lze využít bez problému pod GNU/Linux i Windows.

Program LLR.jar byl zdarma poskytnut pro účely této bakalářské práce, jeho použití pro jiné účely musí být konzultováno s Ing. Martinem Střížem z ČHMÚ nebo musí být nahrazen jiným programem.

GDAL 1.7.1

Jde o živý open source projekt. Knihovna GDAL slouží primárně k převodu mezi rastrovými dataseťmi prostorových dat mnoha formátů. Lze ji začlenit do jiných programů, protože nabízí bohaté aplikační rozhraní. Je integrována v několika významných open source programech – např. GRASS GIS či MapServer. Kromě převodu dat mezi formáty zvládá i transformace mezi souřadnicovými systémy. Mimo samotné knihovny jsou k dispozici i různé utility pro konkrétní úlohy. V této práci byly využity právě tyto dvě utility: **gdaldem** – pro převod z ASCII Gridu na obrázek formátu PNG za použití definované barevné stupnice a utilita **gdalwarp** – pro převod mezi souřadnicovými systémy.

Knihovna GDAL a její nástroje jsou do jisté míry unikátní a jejich použití v této práci by se těžko a složitě nahrazovalo.

ImageMagick® 6.4.3

Grafická úprava mapových výstupů je při tvorbě mapy na desktopovém systému běžná věc. Při automatickém generování mapy je však často opomíjena. Za použití programu ImageMagick®, nástroje pracujícího výhradně v příkazové řádce, je grafická úprava poměrně snadná. Nabízí možnosti úpravy obrázků – jejich zvětšení, ořezání, skládání vrstev atd. Přestože program nemanipuluje s prostorovými daty při pečlivém nastavení a správném využití, může program generovat kartograficky správné výstupy. V této práci byl program využíván pro finální úpravu mapy. ImageMagick® také splňuje předpoklad spuštění na obou operačních systémech.

ImageMagick® je do jisté míry také unikátní nástroj hlavně svoji jednoduchostí. Mohl by být nahrazen například knihovnou GD Graphics Library, která se však integruje do jiných programovacích jazyků a práce s ní by byla časově náročnější.

5.4. Výběr nástrojů pro webovou prezentaci

XHTML 1.0 Strict

Značkový jazyk **XHTML** se používá pro tvorbu hypertextových dokumentů v prostředí internetu. Původně se předpokládalo, že se stane nástupcem jazyka HTML, jehož vývoj byl verzí 4.01 ukončen. V roce 2007 však došlo k založení pracovní skupiny, která má za cíl vytvořit novou verzi HTML, která ponese označení HTML 5 a její XML variantu XHTML 5. (URL 3). V současnosti jde o jeden z nejrozšířenějších jazyků pro tvorbu webových stránek. Na rozdíl od HTML tento jazyk není určen k formátování vzhledu webové stránky. Vzhled je definován pomocí kaskádových stylů.

Tato práce dodržuje verzi XHTML 1.0 Strict.

CSS

Kaskádové styly jsou jazyk definující způsob zobrazení stránek napsaných v jazycích HTML, XHTML nebo XML. (URL 4). Dodržuje koncept psaní moderních webových stránek – oddělení obsahu a struktury dokumentu od definice vzhledu. Dovoluje definovat barvy, velikosti a pozice jednotlivých prvků, písem atd. Definice vzhledu se zapisují do externího souboru, na který je pak v XHTML dokumentu odkázáno.

V této práci byl v největší možné míře dodržen standard CSS 2.1.

Apache HTTP Server 2.2.3 + PHP 5.2.5

Apache HTTP Server je webový server, který vyřizuje požadavky klientů – webových prohlížečů – přes protokol HTTP. Jako odpověď na požadavek vrací většinou dokument v podobě HTML stránky. Apache je v současnosti nejrozšířenější webový server.

PHP je skriptovací jazyk, jehož skripty se provádí na straně serveru. Jde o oblíbený jazyk, který je hojně využíván ve velkém množství projektů. Od nenáročných

osobních stránek přes robustní webové aplikace. Skripty jazyka PHP se začleňují přímo do struktury HTML (XHTML) dokumentů.

Kombinace webového serveru Apache a skriptovacího jazyka PHP byla vybrána pro velké množství dostupné dokumentace, licenci (oba nástroje jsou dostupné zdarma) a použitelnosti na platformě Windows i GNU/Linux.

JavaScript

JavaScript je multiplatformní skriptovací jazyk. Program v JavaScriptu se, na rozdíl od některých jiných interpretovaných programovacích jazyků (např. PHP), obvykle spouští až po stažení webové stránky z internetu (tzv. na straně klienta). Jsou jím obvykle ovládány různé interaktivní prvky (tlačítka, textová políčka) nebo tvořeny animace a efekty obrázků. (URL 5)

jQuery

Knihovna jQuery usnadňuje práci s JavaScriptem. Jde o tzv. framework (podpůrné prostředí při programování), který klade důraz na interakci mezi JavaScriptem a HTML (URL 6). Pomocí této knihovny lze manipulovat s objekty na stránce, měnit vzhled, či animovat některé prvky. Díky předdefinovaným funkcím je psaní JavaScriptu snazší a rychlejší, jak stojí v mottu tohoto frameworku: „write less, do more“. Nabízí také jednoduché rozhraní pro asynchronní JavaScript (tzv. AJAX), který umožňuje získávat informace ze serveru bez nutnosti načíst celé stránky znovu. Od svého vydání v roce 2006 (URL 6) získalo jQuery velkou popularitu mezi webovými vývojáři také díky takzvaným pluginům, které vytváří další uživatelé a nabízí je k dispozici. Jde o další knihovny, které rozšiřují funkce jQuery a slouží ke konkrétnímu účelu.

Použité pluginy v této práci a jejich funkce:

- jQuery Tools Overlay – překryvný text při prvním vstupu na stránku
- jQuery Tools Tooltip – bubliny s nápovědou u některých ikon
- jQuery UI Button – jednotný styl tlačítek místo odkazů
- jQuery UI Dialog – okno s obsahem stránky

- jQuery UI Datepicker – kalendář pro výběr data
- jQuery UI Sortable – přesouvání položek v dialogu schránky
- Cookie plugin – uchování map ve schránce pomocí tzv. cookies
- Cycle plugin – časová animace chodu teplot
- ImageLoader – načtení map před spuštěním animace

Snahou knihovny jQuery je stejná interpretace napříč všemi typy nejpoužívanějších prohlížečů. Usnadňuje tak vývojářům práci při ladění aplikací pro odlišné prohlížeče. Tato snaha je však na úkor toho, že kaskádové styly doprovázející knihovnu (konkrétně jQuery UI) nejsou validní. Tvůrci této knihovny jsou si tohoto problému vědomi, přesto nelze v současnosti zajistit validitu a stejné zobrazení napříč prohlížeči.

KML

Keyhole Markup Language je značkovací jazyk založený na XML. Je určen pro publikaci prostorových dat. V roce 2008 se stal standardem OGC. Typickým programem, který jej využívá, je program Google Earth od společnosti Google Inc.

V této práci byl jazyk použit právě k možnosti zobrazení mapy v prostředí aplikace Google Earth.

6. IMPLEMENTACE

6.1. Příprava dat a podkladů

6.1.1. Seznam meteorologických stanic

Prvním krokem bylo naplnění tabulky MySQL bodovou vrstvou meteorologických stanic. Od ČHMÚ se nepodařilo získat seznam stanic v digitálním formátu, proto musela být provedena manuální digitalizace.

Tabulka má název *stanice* a obsahuje tato pole:

| | |
|--------------------|--------------|
| <i>StaniceID</i> : | char(7) (PK) |
| <i>Název</i> : | varchar(50) |
| <i>X</i> : | double |
| <i>Y</i> : | double |
| <i>Funkce</i> : | int(11) |
| <i>WebID</i> : | double |
| <i>Aktivni</i> : | tinyint(1) |

StaniceID je jednoznačný identifikátor stanice zvolený autorem. Všechny stanice ČHMÚ začínají písmenem C, následuje dvouciferné číselné označení stanice a zkratka názvu stanice ve čtyřech znacích. Například stanice Dukovany má identifikátor C28DUKO.

Název je oficiální plný název stanice podle ČHMÚ.

X a *Y* jsou souřadnice stanice ve systému S-42, který používá program pro interpolaci. Souřadnice byly odečteny z prostředí programu JanMap 2.5.1 nad zobrazenou WMS službou zobrazující ortofotomapu České republiky od společnosti GEODIS poskytovanou společností CENIA s rozlišením 1m / px.

Funkce je prozatím nevyužitá položka, která počítá se získáváním údajů o teplotě z více zdrojů, v takovémto případě potom bude sloužit k rozlišení použité funkce ve skriptu stahujícím teploty.

WebID rozlišuje jednotlivé stanice ČHMÚ pro potřeby skriptu pro stahování teplot. Jde o číslo, které je použito v URL adrese s údaji ze stanice. Příklad: <http://www.chmi.cz/meteo/opss/pocasi/pocasina.php?indstanice=11730>

Aktivni je přepínač, který dovoluje jednoduše stanici vyřadit z výpočtu. Nabývá hodnot 1 nebo 0. Je-li hodnota 1, je stanice do výpočtu zahrnuta.

6.1.2. Digitální model reliéfu

Digitální model reliéfu SRTM verze 3 je dostupný pro cca 80% pevniny celého světa. Je nabízen ve formátu DEM v souřadnicovém systému WGS84. Prostorové rozlišení je přibližně 90m / px s polohovou přesností 20m a výškovou přesností 16m.

Formát DEM byl načten do programu ArcMap 9.3 společnosti ESRI, kde byl oříznut pomocí vektorové vrstvy hranice České republiky z datové sady ArcČR 2.0. Následně byl transformován do souřadnicového systému S-42. Vyexportován byl ve formátu ASCII grid s prostorovým rozlišením 1km / px. Název souboru je *demcr.asc*.

6.1.3. Legenda

Z vybrané barevné škály bylo potřeba vytvořit obrázek typu PNG obsahující celý rozsah legendy. K tomuto účelu posloužil open source program GIMP. Pomocí něj byla legenda vytvořena. Ve stejném programu poté došlo k rozdělení obrázku stupnice na tři dílčí části. První obrázek byl pouze s barvami legendy (*stupnice_barvy.png*). Druhým souborem byl soubor s popisky legendy (*stupnice_cisla.png*). Poslední obrázek obsahoval značku stupňů Celsia (*stupne.png*). Toto rozdělení bylo nutné pro sestavování dynamického rozsahu legendy v programu ImageMagick®.

Celá legenda včetně popisků byla následně ještě uložena ve dvou verzích, pro zobrazení na podkladu Google Maps (*GM_legenda.png*) a pro zobrazení v prostředí Google Earth pomocí KML souboru (*GE_legenda.png*).

K jednotlivým barvám stupnice bylo ještě nutné přiřadit barevné kódy v systému RGB a z těchto kódů pak sestavit soubor *ramp.txt*, který slouží jako převodní tabulka při převodu interpolovaného gridu, obsahující teploty na barevnou mapu. Odečet kódu barvy probíhal v programu GIMP pomocí nástroje kapátko.

Soubor *ramp.txt* má jednoduchou strukturu. Na jednotlivých řádcích obsahuje vždy hodnotu teploty a mezerou oddělený barevný kód, který se k hodnotě přiřadí. Příklad části souboru je zde:

```
9      236,253,112
11     253,254,100
13     252,239,84
```

Barvy jsou mezi teploty rozřazovány zaokrouhlováním interpolovaných teplot. To znamená, že barva s kódem 253,254,100 bude přiřazena teplotám od 10 do 12 °C.

6.1.4. Vytvoření topografického podkladu

V programu ArcMap byla vytvořena mapová kompozice topografického podkladu pomocí vrstev z datasetu ArcČR 2.0. Byla použita vrstva vodstva, hranic krajů a sídel. Vrstvy vodstva a sídel musely být ručně upraveny pomocí editačních nástrojů programu ArcMap kvůli přehlednosti a vyváženosti topografického podkladu.

K mapovému poli bylo přidáno měřítko, směrovka a tiráž. Výsledná kompozice byla vyexportována do formátu PDF. Ten byl načten do programu GIMP, ve kterém došlo k odstranění bílé podkladové vrstvy v mapovém poli, grafickému zvětšení obrázku a uložení do formátu PNG s nastavenou průhledností. Vznikl tak soubor *overlay.png*.

6.2. Inicializace prostředí

6.2.1. Instalace programového vybavení

Prvním krokem na serverové části je instalace všech požadovaných programových prostředků. Jde o Apache HTTP Webserver, PHP, MySQL, Java Runtime Environment, GDAL a ImageMagick®. Žádný z těchto programů nevyžaduje při své instalaci speciální nastavení či postup.

Dále je potřeba na server nakopírovat všechny potřebné soubory, které jsou pro běh procesu potřeba. Ty se na CD příloze nachází v adresáři *teplotavzduchu*. Kompletní popis jednotlivých adresářů včetně souborů a jejich obsahu se nachází v adresáři *teplotavzduchu* v souboru *struktura.txt*. Zde je pouze základní výpis adresářové struktury a zkrácený popis obsahu adresářů:

- **teplotavzduchu**

- *batch* obsahuje dávkový soubor pro znovuvytvoření všech map
 - *vystup* výstupní mapy dávkového souboru
- *cron_skripty* PHP skripty pro získání teploty z dat na internetu
- *csv* úložiště získaných teplot v podobě csv souborů
- *data* potřebná dílčí data pro tvorbu mapy
- *program* program v jazyce java a soubory potřebné k jeho spuštění
 - *dem* digitální model reliéfu
 - *jar* samotný program LLR pro interpolaci
- *public_html* webové stránky s výslednými mapami
 - *images* obrázky na webových stránkách
 - *includes* soubory potřebné pro běh stránek
 - *js* soubory v jazyce JavaScript
 - *mapy* úložiště vygenerovaných map
 - *male* vygenerované mapy pro Google Earth / Google Maps
 - *styl* kaskádové styly

6.2.2. MySQL

Skript i stránky využívají databázi MySQL pro uchování dat o stanicích a provedených interpolacích. Je proto potřeba vytvořit databázi s názvem *pocasi* a v ní dvě tabulky *stanice* (viz. kapitola 6.1.1) a *mereni*. K databázi všechny skripty přistupují pod uživatelem s názvem *pocasi*, který má nastavené heslo *zakopcanik*.

Tvorba databáze a tabulek je v syntaxi SQL zde:

```
CREATE DATABASE `pocasi`
/*!40100 DEFAULT CHARACTER SET utf8 COLLATE utf8_czech_ci */;

USE `pocasi`;

CREATE TABLE `mereni` (
  `MereniID` int(11) NOT NULL auto_increment,
  `Datetime` varchar(13) collate utf8_czech_ci NOT NULL,
  `Cas` datetime NOT NULL,
  `Pocetstanic` int(11) NOT NULL,
  `Chyby` text collate utf8_czech_ci NOT NULL,
  `Rozsah_MIN` int(11) NOT NULL,
  `Rozsah_MAX` int(11) NOT NULL,
  `Success` tinyint(4) default NULL,
  PRIMARY KEY (`MereniID`),
```

```

    KEY `Datetime` (`Datetime`)
) ENGINE=MyISAM AUTO_INCREMENT=1 DEFAULT CHARSET=utf8
COLLATE=utf8_czech_ci;

CREATE TABLE `stanice` (
  `StaniceID` char(7) collate utf8_czech_ci NOT NULL,
  `Nazev` varchar(50) collate utf8_czech_ci NOT NULL,
  `X` double NOT NULL,
  `Y` double NOT NULL,
  `Funkce` int(11) NOT NULL,
  `WebID` double NOT NULL,
  `Aktivni` tinyint(1) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`StaniceID`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8_czech_ci;

```

Kompletní soubor s těmito příkazy i s obsahem tabulky *stanice* a vytvořením nového uživatele je přiložen na CD příloze ve složce *inicializace* v souboru *mysql.sql*.

6.2.3. Cron

Při splnění předchozích dvou kroků je na řadě nastavení automatického spouštění skriptu, který obsluhuje celý proces tvorby mapy. Záznam v programu cron vypadá následovně:

```
45 * * * * /srv/www/htdocs/pocasi/program/start.sh > /dev/null
```

Příkaz znamená, že 45. minutu každé hodiny a každý den v roce se bude spouštět skript *start.sh*, který se nachází v příslušném adresáři. Konec řádku – `> /dev/null` – zajistí neukládání textového výstupu skriptu (chyby jsou ošetřeny v průběhu skriptu samotného).

6.3. Průběh skriptu

Celý proces generování mapy teploty vzduchu je řízen skriptem *start.sh*. Celý proces sestává z několika hlavních kroků, které jsou zde rozepsány. Ve skriptech je více příkazů, které nejsou v tomto textu zmíněny. Jsou však řádně okomentovány ve zdrojových kódech.

6.3.1. Získání dat

Prvním důležitým příkazem je volání PHP skriptu, který ze stránek ČHMÚ stáhne aktuální teploty. Skript se volá tímto příkazem:

```
php5 ../cron_skripty/ziskej_teploty.php > ./teploty.csv
```

Skript *ziskej_teploty.php* se spojí s databází MySQL a pro každý záznam v tabulce stanice přistoupí na konkrétní webové stránky dané meteorologické stanice. Pomocí funkcí jazyka PHP pro práci s řetězci nalezne hodnotu teploty vzduchu.

Kromě teploty skript kontroluje i časový údaj ze stanice. Ten se porovnává s aktuální hodinou na serveru. Pokud se údaje neshodují, stanice se přeskočí a současně se uloží záznam o chybě do proměnné.

Je-li časový údaj v pořádku, tak se teplota společně s identifikátorem stanice a souřadnicemi stanice vypíše na standardní výstup.

Výstup skriptu je při jeho volání přesměrován do souboru *teploty.csv*. Jeho část vypadá například takto:

```
C15CBUD;3461297;5424575;15.9
C16LIBE;3501833;5626612;12.5
C17CASL;3527691;5535492;14.2
```

Při průběhu skriptu se zjišťuje minimální a maximální teplota. Ta se společně s počtem úspěšných stanic a vyskytnutými chybami uloží do databázové tabulky *mereni*.

Je-li počet stanic, z nichž byla teplota úspěšně stažena, menší než 33, celý proces generování mapy se na tomto místě zastaví a dál nepokračuje. Mapa se pro tuto hodinu nevygeneruje.

6.3.2. Interpolace

Dalším důležitým příkazem je volání programu LLR.jar, který provede interpolaci:

```
java -cp ./jar/LLR.jar:./jar/Jama-1.0.2.jar main.run 150
```

Číslo 150 je regresní rádius udávaný v kilometrech, ve kterém se budou pro každý pixel hledat dostupné stanice. Tuto hodnotu lze měnit. Jeho volba závisí na hustotě dostupných stanic. Současný rádius 150km byl zvolen po několika testech s jinými hodnotami jako nejvíce vyhovující.

Do programu vstupují jako proměnné i soubor *teploty.csv* (vygenerovaný předchozím skriptem) a soubor *demcr.asc* (připravený v inicializační fázi). Použití těchto souborů je definované přímo v programu LLR.jar a jejich název nebo umístění nelze měnit.

Program vygeneruje do aktuálního adresáře soubor *grid.asc*. Jde o soubor typu ASCII Grid, který obsahuje interpolované hodnoty teploty pro každý pixel České republiky. Pixely, které jsou mimo území republiky, mají hodnotu -9999. Rozlišení tohoto gridu je stejné jako rozlišení gridu s nadmořskými výškami – 1km / px.

6.3.3. Převod mezi formáty

Dostupný ASCII Grid je následně převeden na obrázek typu PNG. K tomu je použita utilita *gdaldem*, která je součástí projektu GDAL od verze 1.7.0. Utilita se volá tímto příkazem:

```
gdaldem color-relief ./grid.asc ../data/ramp.txt
../data/grid.png -nearest_color_entry -alpha -of png
```

Přepínač *color-relief* definuje, jaká operace se má na vstupním rastru provést. Zde je to přiřazení barev jednotlivým číselným hodnotám. Následuje určení vstupního rastru, pak odkaz na soubor *ramp.txt*, který slouží jako převodní tabulka mezi hodnotami a barvami (více v kapitole 6.1.3). *Grid.png* je název výstupního souboru. Další přepínač *nearest_color_entry* znamená, že hodnoty pixelů se zaokrouhlí na nejbližší hodnotu definovanou v souboru *ramp.txt* a pixelu se přiřadí příslušná barva. Kdyby nebyl by tento přepínač přítomen, mapa by neměla přesně vymezené barevné regiony a mezi barvami by docházelo k plynulým přechodům. Následující přepínač *alpha* zajistí průhlednost obrázku v pixelech s hodnotou -9999. Tento soubor bude dále graficky upravován.

Za tímto příkazem následuje příkaz totožný. S tím rozdílem, že výsledný formát obrázku je GeoTIFF s černou barvou mimo území ČR. GeoTiff stále udržuje prostorové informace a je jej možné převést do jiného kartografického zobrazení a souřadnicového systému. Toho je také využito a soubor je převeden pomocí další utility projektu GDAL – *gdalwarp*. Příkaz je následující:

```
gdalwarp -s_srs "../data/grid.prj" -t_srs "WGS84"
../data/grid.tif ../data/gridwgs.tif
```

Tímto příkazem je mapa převedena ze systému S-42 (definovaného v souboru *grid.prj*, který vytvořil program LLR.jar) do systému WGS84, který je použit pro zobrazení nad podkladem Google Maps respektivě v prostředí aplikace Google Earth.

GeoTIFF ve formátu WGS84 je poté pomocí příkazu programu ImageMagick® převeden do formátu PNG za zprůhlednění černé barvy. Tato mapa se již dále neupravuje a uloží se do složky */pocasi/public_html/mapy/male/* s názvem souboru odpovídajícímu masce *RRRR-MM-DD_HH.png*. Tedy například *2010-05-12_10.png*, což znamená, že mapa ukazuje rozložení teplot dne 12. května 2010 v 10:00.

6.3.4. Grafická úprava

V této fázi dochází k úpravě souboru *grid.png* sadou příkazů *convert* programu ImageMagick®.

- Zvětšení obrázku na 150% velikosti a přidání bílých okrajů do velikosti 741x432px (stejná velikost jako má *overlay.png*):

```
convert ../data/grid.png -resize 150% ../data/vystup.png
convert ../data/vystup.png -gravity center -background
white -extent 741x432 ../data/vystup.png
```

- Navrstvení obrázku s topografickým podkladem na interpolovaný grid a další rozšíření obrázku:

```
convert ../data/vystup.png ../data/overlay.png -gravity
center -composite ../data/vystup.png
convert ../data/vystup.png -background white -gravity West
-extent 820x432 ../data/vystup.png
```

- Sestavení výsledné stupnice ze tří souborů (*stupnice_cisla.png*, *stupnice_barvy.png*, *stupne.png*):

```
convert ../data/stupnice_cisla.png -crop
52x$((rozsa*legendaPX))+0+$(((max*legendaPX)+8))
../data/legenda_cisla.png
convert ../data/legenda_cisla.png -gravity Center -
background white -extent 52x$(((rozsa*legendaPX)+15))
../data/legenda_cisla.png
```

```

convert ../data/stupnice_barvy.png -crop
15x$((rozсах*legendaPX)+15)+0+$((max*legendaPX))
../data/legenda_barvy.png

convert ../data/legenda_cisla.png ../data/legenda_barvy.png
-gravity Center -background white +append
../data/legenda.png

convert ../data/stupne.png ../data/legenda.png -append
../data/legenda.png

```

Celé stupnice se ořezávají na základě rozsahu teplot, který je uveden v databázi u právě prováděné hodiny. Pevné hodnoty pixelů jsou nastaveny na základě velikosti obrázků. Proměnné *max*, *rozсах* a *legendaPX* jsou více popsány ve zdrojovém kódu skriptu. Stejně jako celý proces grafické úpravy.

- Přidání legendy k mapě s topografickým podkladem a uložení výsledné webové mapy do složky `pocasi/public_html/mapy/RRRR-MM-DD_HH.jpg`:

```

convert ../data/vystup.png ../data/legenda.png -gravity
East -composite -format jpg -quality 90
../public_html/mapy/$datetime.jpg

```

Příkaz *convert* obsahuje mnoho přepínačů a možností nastavení. Informace o jejich funkčnosti jsou uvedeny na stránkách projektu ImageMagick®: <http://www.imagemagick.org/script/convert.php>

6.3.5. Výsledek úspěšného provedení skriptu

Výsledkem předchozích skriptů jsou tedy dva soubory. Prvním je mapa dostupná přímo na webových stránkách a druhým je mapa, která se zobrazuje v prostředí Google Maps a Google Earth. V případě úspěšného provedení těchto kroků je na konci celého skriptu aktualizace databáze, konkrétně v tabulce *mereni* je na aktuálním řádku změněno pole *Success* na hodnotu 1. Takto označené záznamy jsou používány pro zobrazení na webových stránkách.

6.4. Tvorba webových stránek

6.4.1. Grafický návrh a layout stránek

Návrh podoby stránek byl proveden v grafickém programu GIMP, ve kterém byly následně jednotlivé grafické prvky uloženy do samostatných souborů pro použití na webových stránkách. Jedná se o nadpis s tematickými obrázky a dva úzké pruhy.

Jeden s modro-bílým přechodem, který se horizontálně opakuje na pozadí celého dokumentu. Druhý pruh se opakuje vertikálně a tvoří bílé pozadí stránky s modrým okrajem.

Rozvržení stránek je vytvořeno pomocí tzv. CSS layout, který respektuje zásadu oddělení obsahu stránek od jejich grafické prezentace a přístupnost dokumentu. (URL 7) Zvolen byl jednoduchý jednosloupcový layout s fixní šířkou bloku 960 pixelů, zarovnaného na střed stránky. Grafická úprava a popis jednotlivých prvků a bloků jsou řádně okomentovány v souborech *main.css* a *index.php*. Stránky jsou navrženy pro zobrazení na běžných monitorech. Přestože fungují i v mobilních prohlížečích, jejich layout není optimalizován pro malé rozlišení mobilních zařízení.

6.4.2. Princip fungování stránek

Celá stránka je tvořena souborem *index.php*, která dynamicky mění obsah v závislosti na vstupu uživatele. Neměnný zůstává blok s nadpisem stránky, formuláře pro výběr animace a patička stránky. Blok, ve kterém je zobrazeno mapové pole, se dynamicky mění. Jeho obsah je obsluhován skriptem *maphandler.php*, který se nachází v adresáři *includes*.

V souboru *mapshandler.php* se nachází sled podmínek a rozdělení, které na základě vyhodnocených proměnných z adresního řádku prohlížeče načtou konkrétní požadovanou mapu. V případě volby animace dojde k vybrání odpovídajících map z databáze a jejich načtení se provede pomocí jQuery knihoven, které zajišťují i samotnou animaci. Podle klasifikace Voženílka (2005) jde snímkovou animaci. Zdrojový kód skriptu *maphandler.php* je také řádně okomentován.

V případě animace schránky, neprobíhá výběr vyžádaných map z databáze, ale celý obsah schránky je uchovávan v cookies prohlížeče uživatele. Úložiště cookies je vybráno pro uživatelsky vstřícnější chod aplikace, kdy nemusí probíhat neustálá komunikace se serverem kvůli uchování položek ve schránce. Je-li zavolán dialog schránky, zobrazí se její obsah, který je sestavován skriptem *schrankabuilder.php*, který je volán asynchronním JavaScriptem pomocí jQuery.

Pro jednotný styl ovládacích prvků aplikace – tzn. tlačítka pro listování mezi mapami, schránka, spouštěcí tlačítka animací atd. – je použita funkce Button knihovny jQuery UI, který ze zvolených odkazů vytvoří tlačítka.

Pro snazší výběr dne v manuálním procházení nebo pro spuštění animace chodu denních teplot je využito funkce jQuery UI DatePicker. Ta po kliknutí do formulářového pole zobrazí malý kalendář pro výběr dne.

Je také realizováno několik opatření pro rychlé načítání stránek. Soubory JavaScriptu a CSS, napsané v rámci této práce, jsou komprimovány na minimální velikost pomocí algoritmu YUI Compressor od společnosti Yahoo! (URL 8). Je také využito takzvaných CDN (URL 9) sítí pro načítání některých knihoven jQuery.

6.4.3. Google Maps a KML

Zobrazení mapy na podkladu Google Maps realizuje soubor *gmbuilder.php*. Ten u proměnné v URL získá odkaz na mapu a tu pak zobrazí. Inicializace podkladové mapy byla provedena pomocí návodu na stránkách o Google Maps API (URL 10). K zobrazení je použita knihovna ProjectedOverlay, která je dostupná zdarma právě k těmto účelům (URL 11). Kromě mapového pole zabírajícího většinu plochy je na stránkách přítomna patička s informacemi o původu map a odkazem na hlavní stránku. Legenda i nadpis jsou realizovány pomocí `div` v bloků s pevně danou pozicí.

Při stažení souboru KML dochází ke generování tohoto souboru skriptem *kmlbuilder.php*. Do KML souboru se vloží odkaz na mapu, která je určena pomocí proměnné `mapa` v URL. Struktura KML souboru je generovaná pomocí PHP objektu `DOMDocument()`; Ten disponuje metodami pro vytváření XML elementů včetně jejich vlastností atd. Ukázkový soubor vygenerovaný tímto skriptem je na CD příloze v adresáři *data* s názvem *ukazka.klm*.

7. POPIS WEBOVÉ APLIKACE

Dominantním prvkem na stránkách je mapová kompozice, skládající se z názvu, mapového pole, legendy, měřítka a tiráže. Bezprostředně pod mapovým polem se nachází ovládací prvky. Jejich funkčnost a rozložení se mírně mění v závislosti na režimech, ve kterých stránka pracuje (viz dále). V dolní části stránky, která je oddělena horizontální linkou, jsou formuláře pro výběr animace a jejího nastavení.

Jak bylo naznačeno, webová stránka s mapovými výstupy pracuje ve dvou režimech:

Manuální procházení je základní režim, který je dostupný ihned po vstupu na stránky. Při otevření stránky je zobrazena vždy nejaktuálnější vygenerovaná mapa teploty vzduchu. Zobrazit mapy v minulosti je možné pomocí ovládacích prvků vlevo pod mapou. Jde o dvě šipky pro listování mezi následující a předchozí mapou. V případě, že je zobrazena mapa nejaktuálnější, se objeví pouze šipka odkazující na předchozí mapu. Rychlejší možností, jak se dostat na mapu určitého data, dovoluje formulářové pole mezi šípkami. Po kliknutí do tohoto pole se objeví kalendář pro zvolení data (výběr je omezen rozsahem vygenerovaných map). Volba data se provede kliknutím na příslušný den v kalendáři. V tu chvíli je uživateli zobrazena první dostupná mapa z vybraného dne (nedošlo-li během generování k žádné chybě, bude zobrazena mapa z půlnoci vybraného dne).

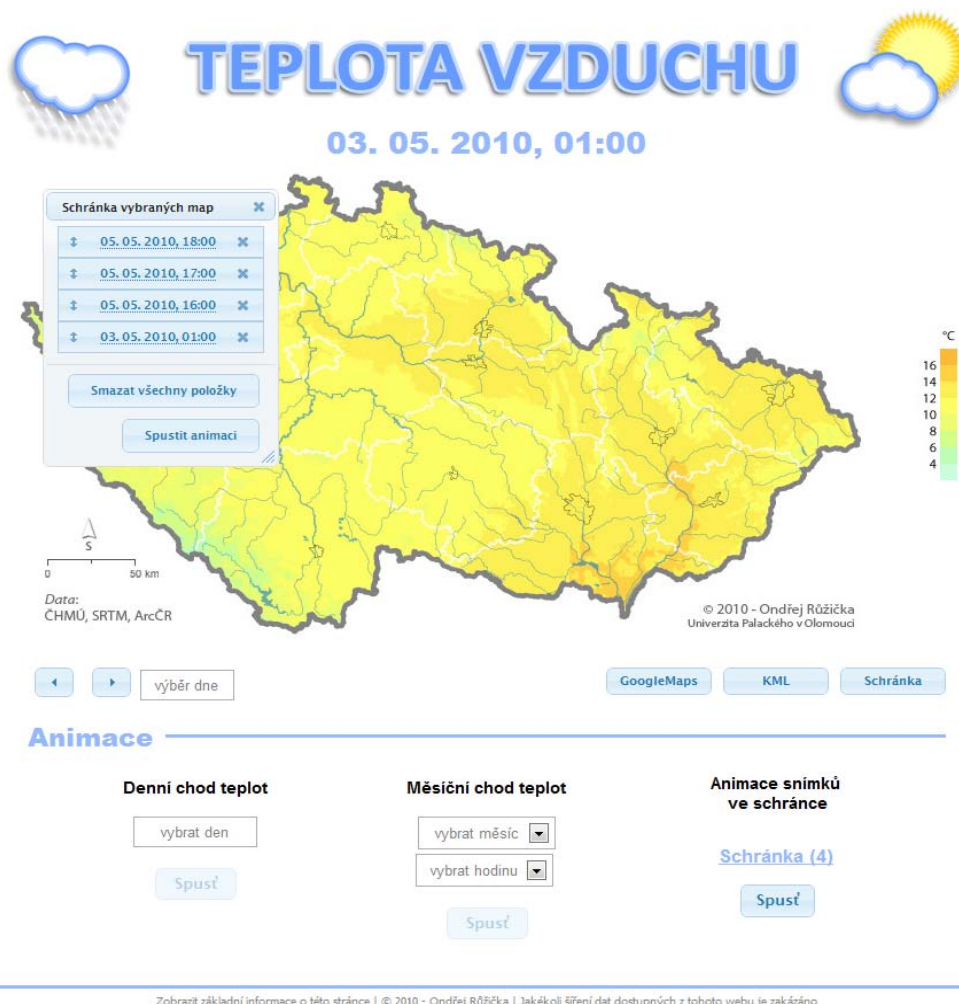
Druhým režimem je **animace chodu teplot**. Lze si vybrat mezi animací dne, měsíce (určí se referenční hodina) nebo animací schránky (její funkcionalitě je věnován celý další odstavec). Po výběru animace se do mapového pole načte skupina vybraných map a automaticky se spustí jejich chronologický sled. Těsně pod mapou je zobrazena časová osa s průběhem animace. Ikony vlevo pod mapou se změny na ovládací prvky animace. Je zde možnost animaci pozastavit, přejít na předchozí či následující snímek nebo animaci ukončit a vrátit se tak do manuálního procházení. Další možností, jak ovlivnit průběh animace, je kliknutí na časovou osu, čímž se animace posune na daný snímek.

V obou režimech je možné se pohybovat i pomocí kurzorových šipek na klávesnici.

Schránka slouží uživateli pro „schování“ map, které ho zajímají. Každá zobrazená mapa jde vložit do schránky pomocí tlačítka "Schránka". Počet snímků ve schránce se zobrazuje v pravé dolní části stránek u animace schránky. Při kliknutí na tento odkaz dojde k otevření dialogu, ve kterém jsou jednotlivé mapy vypsané. V dialogu lze mapy přesouvat (tažením za šipku), smazat (kliknutím na křížek) a mapu zobrazit (kliknutím na název mapy - tzn. datum, čas). Mapy ve schránce lze animovat. Limit schránky je 30 map.

GoogleMaps: Při kliknutí na toto tlačítko dojde k otevření nového okna a zobrazení mapy na podkladu GoogleMaps.

KML: Toto tlačítko dovoluje stáhnout aktuálně zobrazenou mapu v podobě souboru KML zobrazitelného v programu Google Earth.



Obr. 7: Výsledná webová aplikace s otevřeným dialogem Schránka (dostupná na adrese <http://teplotavzduchu.upol.cz>).

8. DISKUSE

Celá bakalářská práce se skládá z několika částí, které jsou zde v jednotlivých odstavcích diskutovány.

Navržení kartografického výstupu před samotným programováním se ukázal správnou volbou. Tomuto návrhu pak podléhala i volba nástrojů, které musely dosáhnout požadovaných dílčích výstupů. Při opačném přístupu, kdy jsou nejdříve sestaveny nástroje pro generování mapy a kartografická stránka výsledné mapy se řeší nakonec, by bylo těžší se k požadovanému výstupu dopracovat. Při návrhu webové mapy byl použit program ArcMap 9.3, jenž je dostupný na katedře geoinformatiky UP v Olomouci, a grafický editor GIMP, dostupný zdarma.

Serverová část práce je sestavena převážně pomocí open source produktů. Byl použit webový server Apache, skriptovací jazyk PHP, knihovna GDAL, grafický editor ImageMagick®. Všechny tyto programové prostředky jsou dostupné pro platformu GNU/Linux i Windows. Co se týče požadavků na hardware serveru, nejsou nikterak výjimečné. Doporučuje se však použít procesor s více výpočetními jádry, protože při interpolaci dochází přibližně na 8 vteřin k vytížení procesoru. Za použití více-jádrového procesoru je zatíženo pouze jedno jádro a zbylá jádra mohou obsluhovat bez problému ostatní aplikace. Při instalaci je také třeba myslet na dostatečný prostor na disku. Na serveru budou totiž každou hodinu přibývat vygenerované mapy. Jedna mapa má velikost přibližně 120kB. To představuje za rok okolo 1 GB diskového prostoru, což při současných diskových kapacitách je přijatelná hodnota. Jen je potřeba na tuto skutečnost při instalaci myslet. Případně lze provádět přesun dat na jiné úložiště nebo vygenerované mapy po delší době selektivně promazávat a zachovat tak dostupné mapy například v intervalu třech hodin (8 map na den).

Při odevzdávání práce je celé řešení nainstalováno na server s operačním systémem GNU/Linux – SUSE Linux Enterprise 10. Je však možná přenositelnost projektu i na platformu Windows. V takovémto případě by muselo dojít k několika úpravám ve skriptech. Jde však o změny minimální. Potřebný přenos projektu by měl být proveden za asistence autora této práce.

Při výběru zdroje dat bylo zřejmé, že nejkvalitnějšími daty bude disponovat Český hydrometeorologický ústav. Proto byl ihned na začátku navázán kontakt s Ing. Martinem Střížem z ostravské pobočky ČHMÚ. Tato spolupráce se ukázala jako klíčová nejen při přístupu k datům z profesionálních stanic, ale také pro cenné rady o interpolaci teploty vzduchu a poskytnutí programu v jazyce JAVA, který tuto interpolaci provádí. Nebýt této spolupráce, práce by jistě dosahovala nižší kvality.

Při stahování aktuálních teplot ze stránek ČHMÚ se stala problémem aktuálnost dat. Údaje jsou na stránkách často opožděny. V případě, že stránky neobsahují aktuální údaje, se skript generující mapu zastaví a mapa pro danou hodinu se nevygeneruje. Tím vznikají občasné mezery v jinak souvislých časových řadách. Tento problém je na straně ČHMÚ a je ze strany autora této práce neřešitelný.

Problémem do budoucna by mohla být změna stránek, ze kterých jsou teploty čerpány. V takovémto případě by muselo dojít k přepsání části skriptu, který stahování provádí. Nejedná se však o složitou záležitost a skript je na tuto možnost přichystán. Autor je připraven na tuto skutečnost reagovat.

Při programování webových stránek nedošlo k žádnému většímu problému. Bylo toho dosaženo volbou nástrojů, které jsou autorovy dobře známé, a dodržováním standardů organizace W3C. Tím se odbourala potřeba ladění webových stránek pro různé internetové prohlížeče. Přesto bylo zapotřebí vyřešit několik drobností hlavně s prohlížečem Internet Explorer. Nakonec se však podařilo dosáhnout kompatibility stránek napříč všemi běžnými prohlížeči včetně Internet Exploreru verze 6.

Diskutován může být i další vývoj aplikace. Co se týče serverového řešení, to nabízí jednoduchý návod pro realizaci obdobných projektů, které se mohou vztahovat k jinému území při interpolaci jiné veličiny. Zde by se pouze změnil nástroj a metoda interpolace. Popřípadě by řešení mohlo být součástí komplexnějšího systému. Zde je přístup individuální podle konkrétních požadavků.

Webové stránky s výsledky mají také potenciál rozvoje. Z těch nejjednodušeji realizovatelných je to verze stránek pro mobilní zařízení s malou obrazovkou, odečet teploty z mapy po najetí nebo kliknutí myši a širší volby animace. Tato vylepšení je autor schopen realizovat, bude-li o ně zájem.

9. ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navržení a sestavení serverového řešení, generujícího v pravidelných intervalech mapu teploty vzduchu, a její následná vizualizace v podobě webových stránek. Tento cíl se povedlo splnit v celém rozsahu.

V teoretické části práce bylo představeno několik podobných map, které jsou dostupné na internetu. Poznatky z těchto map byly v další kapitole spojeny s kartografickými pravidly a zásadami, aby vznikl návrh výsledné webové mapy.

V další části bylo zmíněno několik možných zdrojů dat o počasí s poukázáním na jejich výhody a nevýhody. Z nich byl pro práci vybrán jako poskytovatel dat ČHMÚ.

Rozsah této práce nedovoluje bližší porovnávání jednotlivých metod interpolace, a proto byly zmíněny pouze ty nejběžnější. Stručně byl popsán princip zvolené metody – lokální lineární regrese.

Teoretická je také kapitola o výběru vhodných programových prostředků pro praktickou část práce. Výběr byl ve většině případů zdůvodněn, případně byly navrženy možné alternativy vybraného řešení.

V praktické části byly zvolené nástroje aplikovány pro potřeby výstupu této práce. Postup aplikace je popsán v šesté kapitole. Není v možnostech této textové části obsáhnout veškeré poznatky a zdrojové kódy. Všechny zdrojové kódy jsou však řádně okomentovány na přiloženém CD.

Vytvořené webové stránky jsou funkční a validní podle standardů W3C. Jsou dostupné na adrese <http://teplotavzduchu.upol.cz>. Tím byl splněn cíl pro snadnou dostupnost a možnost animace vygenerovaných map. Na webových stránkách jsou dostupné vygenerované mapy od 13. března 2010. Samotné stránky byly spuštěny v květnu 2010.

O bakalářské práci je vytvořena webová stránka, která je umístěna na serveru katedry geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci. Na přiloženém CD jsou kompletní zdrojové kódy, software a data pro automatické generování mapy teploty vzduchu.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

| | |
|---------|--|
| ASCII | American Standard Code for Information Interchange |
| BAT | Batch file |
| CDN | Content Delivery Network |
| CSS | Cascading Style Sheet |
| ČHMÚ | Česky hydrometeorologický ústav |
| DEM | Digital Elevation Model |
| ESRI | Environmental Systems Research Institute |
| GeoTIFF | Geospatial Tagged Image File Format |
| HSL | Hue, Saturation and Lightness |
| HTML | Hypertext Markup Language |
| HTTP | Hypertext Transfer Protocol |
| KML | Keyhole Markup Language |
| NASA | National Aeronautics and Space Administration |
| NOAA | National Oceanic and Atmospheric Administration |
| OGC | Open Geospatial Consortium, Inc. |
| PDF | Portable Document Format |
| PHP | PHP: Hypertext Preprocessor (dříve Personal Home Page) |
| PNG | Portable Network Graphics |
| SQL | Structured Query Language |
| SRTM | Shuttle Radar Topography Mission |
| TXT | Text File |
| URL | Uniform Resource Locator |
| W3C | World Wide Web Consortium |
| WMS | Web Map Service |
| XHTML | Extensible Hypertext Markup Language |
| XML | Extensible Markup Language |

LITERATURA

Knihy a jiné zdroje:

FRIEDMANNOVÁ, L. (2001): Klimatické mapy v atlasové tvorbě - vizualizační charakteristiky [online]. In ČADA, V. (ed.); JEDLIČKA, K. (ed.): *Úloha kartografie v geoinformační společnosti: 14. kartografická konference: 11.-13.9.2001, Západočeská univerzita v Plzni*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2001 [cit. 2010-05-04]. ISBN 80-7082-781-5. Dostupné na WWW: <http://gis.zcu.cz/kartografie/konference2001/sbornik/friedmanova/Friedmannova_referat.htm>.

JENÍČEK, M. (2009): *Modelování průběhu extrémních povodní v kontextu krajinných změn a integrované protipovodňové ochrany*. [Disertační práce.] Praha 2009. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta. Školitel diplomové práce: RNDr. Jakub Langhammer, Ph.D.

KAŇOK, J. (1999): *Tematická kartografie*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 318 s. ISBN 80-7042-781-7.

KRAAK, M. J. BROWN, A. (2001): *Web cartography : developments and prospects*. London: Taylor & Francis, 213 s. ISBN 0-7484-0869-X.

KRAUS, J. (2007): Geostatistika jako prostorové modelování statistických jevů. *Statistika*, 6, s.490-502.

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.

NINYEROLA, M., et al. (2007): Objective air temperature mapping for the Iberian Peninsula using spatial interpolation and GIS. *INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY*. 2007, 27, s. 1231-1242.

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

USTRNUL, Z.; CZEKIERDA, D. (2005) Application of GIS for the development of climatological air temperature maps: an example from Poland. *Meteorological Applications*. 2005, 12, s. 43-50.

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

VOŽENÍLEK, V. (2005): *Cartography for GIS: Geovisualization and Map Communication*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 142 s. ISBN 80-244-1047-8.

Internetové zdroje:

- URL 1: NASA. *The Shuttle Radar Topography Mission* [online]. 2009 [cit. 2010-04-11]. Dostupné z WWW: <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>>.
- URL 2: SKŘIVAN, Jaromír. *Databáze a jazyk SQL* [online]. 2000 [cit. 2010-04-20]. Interval.cz. Dostupné z WWW: <<http://interval.cz/clanky/databaze-a-jazyk-sql/>>.
- URL 3: Extensible HyperText Markup Language. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2004, last modified on 2010 [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Extensible_HyperText_Markup_Language>.
- URL 4: Cascading Style Sheets. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2004, last modified on 2010 [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Cascading_Style_Sheets>.
- URL 5: Javascript. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2003, last modified on 2010 [cit. 2010-04-21]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Javascript>>.
- URL 6: jQuery. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2009, last modified on 2010 [cit. 2010-04-21]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/JQuery>>.
- URL 7: W3C. *Web Content Accessibility Guidelines 1.0* [online]. 1999-5-5 [cit. 2010-04-21]. W3C Recommendation. Dostupné z WWW: <<http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT/>>.
- URL 8: Yahoo! Inc. *YUI Compressor* [online]. 2010 [cit. 2010-05-05]. Yahoo! Developer Network. Dostupné z WWW: <<http://developer.yahoo.com/yui/compressor/>>.
- URL 9: Content Delivery Network. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2007, last modified on 2010 [cit. 2010-05-10]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Content_Delivery_Network>.
- URL 10: Google Inc. *Google Maps JavaScript API V3* [online]. 2010 [cit. 2010-05-02]. Dostupné z WWW: <<http://code.google.com/intl/cs/apis/maps/documentation/javascript/basics.html>>.
- URL 11: *Projectedoverlay* [online]. 2010 [cit. 2010-05-02]. Dostupné z WWW: <<http://code.google.com/p/projectedoverlay/>>.

SUMMARY

This bachelor thesis deals with continuous automatic generation of maps of air temperature. Thesis covers whole procedure from getting data, through their interpolation, map layout to visualize results.

The theoretical part include a series of similar maps that are available on the Internet. Several possible sources of weather data are mentioned pointing out their advantages and disadvantages. Finally Czech Hydrometeorological Institute was selected as data provider.

The scope of this work does not allow closer comparison of interpolation methods. Therefore were mentioned only the most common methods and briefly described the principle of the method used - local linear regression.

Great emphasis is placed on cartographic accuracy of the result map, which is common problem of automatically generated maps. For realization of automatic map generating mainly open source software were used.

Results are available as Web pages with option to animate temperature progress in the past. Also, the resulting Web page is built to provide user-friendly interface and functionality.

The application procedure is described in chapter VI. This text is not able to contain the whole commands and source codes. But all source codes are properly commented on the CD.

Attached CD also contains all software and data needed for fully function of the application.

PŘÍLOHY

1. Potvrzení o čerpání dat z ČHMÚ.
2. Potvrzení o provozu aplikace na serveru děkanátu PřF UPOL.
3. CD-R
 - Celá aplikace včetně vstupních a inicializačních dat
 - Programové prostředky pro provoz aplikace.
 - Vygenerované mapy za období 15. 3. 2010 – 15. 5. 2010

Podrobný popis dat na CD je v souboru *struktura.txt* umístěném v hlavním adresáři.