

Serverová aplikace pro automatickou tvorbu webových mapy teploty vzduchu z aktuálních dat na internetu

Ondřej Růžička¹

¹Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta,
Univerzita Palackého v Olomouci, tř. Svobody 26,
771 46, Olomouc, Česká republika
ruzicka.o@gmail.com

Abstrakt. Tento příspěvek popisuje postup a výsledky bakalářské práce, která se zabývá pravidelným, automatickým generováním mapy teploty vzduchu. Práce řeší celý postup od získávání dat, přes jejich interpolaci, grafickou úpravu mapy, až po vizualizaci výsledků. Ty jsou dostupné v podobě webových stránek, s možností animace chodu teplot v minulosti. Velký důraz je kladen na kartografickou správnost výsledné mapy, což bývá u podobných automatických výstupů častý problém. Webová stránka s výstupy je navržena s jednoduchým uživatelským rozhraním, přesto s bohatou funkcí.

Klíčová slova: automatické generování mapy, teplota vzduchu, webová mapa, interpolace.

Abstract. This paper describes process and results of bachelor thesis. Which 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. Results are available as Web pages with option to animate temperature progress in the past. Great emphasis is placed on cartographic accuracy of the result map, which is common problem of automatically generated maps. Also, the resulting Web page is built to provide user-friendly interface and functionality.

Keywords: web map, air temperature, interpolation, generating maps.

1 Úvod a cíle práce

Na internetu je dostupné množství automaticky generovaných map. Velkou jejich část tvoří webové mapy zobrazující aktuální klimatickou situaci. Bohužel většina z nich nedodrží ani základní kartografická pravidla.

Cílem 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.

Velký důraz je kladen na dodržení základních kartografických pravidel. Velká pozornost je věnována tvorbě barevné stupnice, od které se odvíjí srozumitelnost a čitelnost mapy.

Při výběru nástrojů je zvažována jejich funkčnost, vhodnost nasazení pro konkrétní úkol a v neposlední řadě také licenční podmínky použití.

Největší pozornost byla věnována návrhu webové stránky s daty v minulosti mapami. Stránka by měla být schopna porovnání s daty z minulosti, být uživatelsky přívětivá a ovládání by mělo být dostatečně intuitivní.

Výsledek této práce je dostupný na stránkách:

[HTTP://TEPLOTA VZDUCHU.UPOL.CZ](http://teplotavzduchu.upol.cz)

2 Postup zpracování

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

První je **zisk aktuálních dat** o teplotě vzduchu. Pro vybrané zájmové území – Českou republiku – připadlo v úvahu několik zdrojů aktuálních dat, které se lišili 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.

Interpolace se v Geografických informačních systémech používá pro vytváření souvislých povrchů z naměřených bodových hodnot. Přesněji se jedná o použití statistických metod pro vytvoření spojitých dat z dat diskrétních. Volba typu interpolace závisí na povaze dat, která jsou interpolována. Při použití špatného typu interpolace může snadno dojít ke zkresleným výsledkům. Teplota vzduchu je veličina, která je závislá na nadmořské výšce, bylo proto nutno do výpočtu zahrnout i výškový model území.

Posledním krokem je **vizualizace výsledků**. Tou je webová mapa dostupná na webových stránkách. Pro tvorbu webových stránek bylo potřeba zvládnout několik programovacích jazyků. Použity byly nejběžnější nástroje, vzhledem k rozsáhlé dokumentaci a velkému množství materiálů od ostatních vývojářů. U webových stránek byl kladen důraz na uživatelskou přívětivost a intuitivní ovládání, proto probíhaly četné konzultace s potencionálními uživateli.

1. Sestavení kartografického výstupu

Mertenová [5] 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 na konec. Pak na ně však nezbude čas, finanční prostředky či chuť něco ještě upravovat, „když to funguje“.

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

1.1. Kompoziční prvky mapy

Voženílek [8] i Kaňok [3] uvádějí pět základních kompozičních prvků, které musí mít 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.

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, jsou použity:

Směrovka – grafické vyjádření orientace mapy k severu [8]

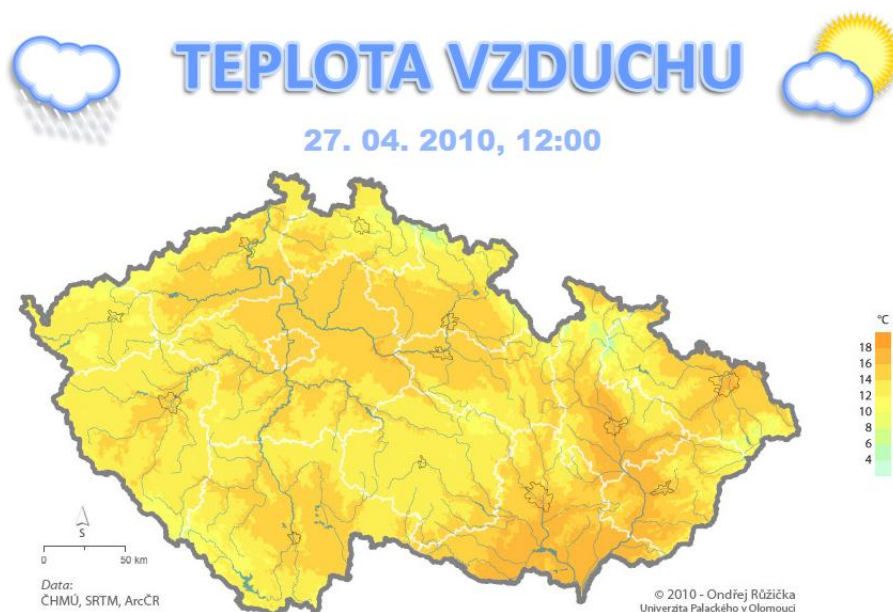
Logo – zde jde o dva grafické prvky, které souvisí s tematikou počasí.

1.2. Topografický podklad

Topografický podklad prostorově lokalizuje prvky tematického obsahu mapy [3]. Slouží k snadnější orientaci uživatele na mapě a zrychluje její čtení. Jako topografický podklad se většinou používá vodstvo, komunikace, sídla, administrativní hranice [3] i [8].

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. To aby byly dobře čitelné při proměnlivosti barev tematického obsahu během celého roku. Všechna data topografického podkladu byla použita ze sady ArcČR 2.0 společnosti ARCDATA PRAHA.

Topografický podklad byl společně s měřítkem, směrovkou a tiráží byl sestaven v programu ArcGIS a následně vyexportován do grafického programu GIMP, ve kterém byl uložen jako průhledný PNG soubor nazvaný **overlay.png**.



Obr. 1: Výsledná kompozice (bez ovládacích prvků www stránek)

1.3. Stupnice a barevná škála

Teplota vzduchu je v mapě vyjádřena – podle klasifikace Voženíleka [8] – 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 (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.

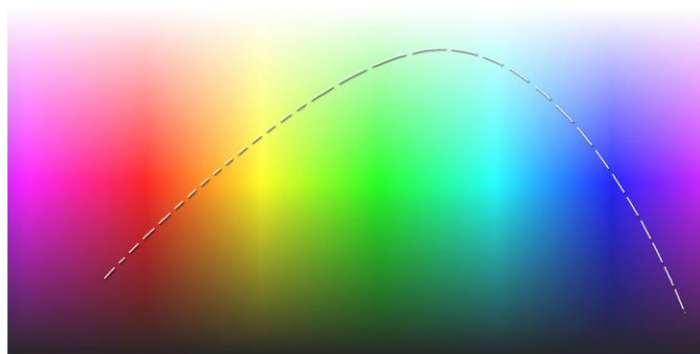
Vzniklo tím rozmezí 59°C. Dalším krokem bylo stanovit interval. U teploty vzduchu je používán interval s konstantní šířkou. Při jednostupňovém intervalu by bylo následně potřeba vytvořit barevnou stupnici o 60 barvách, což se ukázalo nereálné při zachování pravidel tvorby barevné stupnice a současnému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

Při tvorbě barevné škály nebylo (vzhledem k počtu intervalů) možné použít dvojtónovou škálu, která se nejlépe hodí pro mapy teploty. Do škály bylo potřeba

zahrnout více tónů. Vznikla, podle Friemanové [1], takzvaná spektrální škála. Muselo být dodržena základní pravidla při výběru barev [8]:

- 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 č. 2.



Obr. 2: 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. Na oba směry se pak zvyšovala intenzita – předešlo se tak takzvanému propadání barev [3]. Napravo do 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. Zelená se ještě řadí mezi barvy studené, šest stupňů Celsia lze však považovat za teplotu relativně chladnou.

Ze vzniklé stupnice byl sestaven soubor **ramp.txt**, který slouží jako tabulka při převodu hodnot teplot na barevné ekvivalenty. Soubor má tuto strukturu:

Hodnota_ve_°C Barevný_ekvivalent_(r,g,b)

Ukázka části souboru:

```
-15 79,38,212
-13 58,38,241
-11 53,79,255
-9 86,109,253
-7 111,158,255
```



Obr. 3: Výsledná stupnice

2. Interpolační metody

Správný výběr interpolační metody je v této práci velice důležitý. Při použití nesprávné metody by mohlo dojít ke zkreslení hodnot a následné prezentaci nepravdivých informací. Rozsah této práce však nedovoluje podrobné zkoumání 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 [2]:

- 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 [4]. Ninyerola et al. [6] při výběru interpolace teplot vzduchu pro Iberský poloostrov, vyhodnotili jako nejlepší metodu mnohonásobnou logaritmickou regresi společně s metodou IDW (pro residua). Ustrnul a Czekierda [7] se zaměřili na oblast Polska a potažmo střední Evropy. Z jejich výzkumu nejlépe dopadla metoda lineární regrese s krigingem residuí. U všech metod hrála důležitou roli závislost na nadmořské výšce.

Po konzultaci s Ing. Martinem Střížem z ČHMÚ byla pro účely této práce vybraná metoda **lokální lineární regrese** se závislostí na nadmořské výšce. Jde o metodu sestavenou Ing. Střížem a je konstruována tak, aby odpovídala potřebám interpolace teplot v České republice. Identická metoda byla použita i pro některé mapy Atlasu podnebí Česka (2007).

Jako zdroj nadmořské výšky byl zvolen digitální model reliéfu SRTM od organizace NASA, který je volně k dispozici na internetu [9].

3. Zdroj dat

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 předpovědi 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 agentury 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 by měla být příkladem pro ostatní evropské meteorologické úřady. Dává 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 zřejmě přebírá z některé výše uvedené služby a pro Českou republiku jsou tak data opět nedostatečná.

Český hydrometeorologický ústav

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.**

4. Výběr a použití nástrojů pro automatickou tvorbu mapy

Při výběru programového vybavení bylo vytyčeno několik požadavků:

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

4.1. PHP 5.2.5

Jde o programovací jazyk, který slouží primárně k programování webových stránek. Dá se však použít nejen pro generování. V části práce, která vytváří mapu, byl použit pro stahování aktuálních teplot ze stránek ČHMÚ.

PHP skript pro získání teplot je první příkaz, který se v dávce provádí. Skript postupně načte stránky jednotlivých stanic a získá z nich hodnotu teploty vzduchu. Skript je zabezpečen tak, aby získával data pouze z aktuální hodiny, nejsou-li na stránkách stanice dostupná, stanice nezpracuje. Při nedostatku aktuálních hodnot (stanoveno na 33 stanic) se na tomto místě celý batch skript zastaví a generování mapy se neprovádí. Proběhne-li vše v pořádku výstupem je soubor **teploty.csv** se souřadnicemi stanic a jejich aktuálními teplotami.

4.2. 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).“ [10]

V práci slouží k uchování informací o meteorologických stanicích, a také zapisuje úspěšnost průběhu skriptu generujícího mapu. Stejně jako PHP je dostupný pro GNU/Linux i Windows.

4.3. Java Runtime Environment 1.6.0.18 + LLR (lokální lineární regrese)

Java Runtime Environment je prostředí pro běh aplikací naprogramovaných v jazyce Java. Zde bylo použito pro spuštění poskytnutého interpolačního programu LLR. Kdyby nebyla interpolace prováděna poskytnutým nástrojem, alternativou by byl například program GRASS GIS. Programy v jazyce Java jsou známy svou nezávislostí na platformě. Proto je lze využít bez problému pod GNU/Linux i Windows.

Program LLR 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.

Do tohoto programu vstupuje soubor **teploty.csv** vygenerovaný PHP skriptem, společně s modelem reliéfu (DEM.asc) ve formátu ASCII Grid. Po provedení interpolace program vygeneruje soubor **grid.asc** (rovněž ve formátu ASCII Grid) s interpolovanými hodnotami teploty pro celou republiku. Program pracuje v souřadnicovém systému S42.

4.4. GDAL 1.7.1

Jde o živý open-source projekt. Knihovna GDAL slouží primárně k převodu mezi rastrovými daty prostorových dat mnoha formátů. Kromě samotné knihovny jsou k dispozici i různé utility pro konkrétní úlohy.

V této práci byly využity tyto utility: **gdaldem** – pro převod z ASC Gridu (**grid.asc**) na PNG obrázek (za použití definované barevné stupnice v souboru **ramp.txt** (popsáno v kapitole o stupnici) a utilita **gdalwarp** – pro duplikaci souboru na souřadnicový systém pro použití na podkladu Google Maps a Google Earth.

4.5. 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.

V práci program posloužil ke spojení vygenerovaného obrázku s topografickým podkladem (**overlay.png** – kapitola o topografickém podkladu). Dále byl použit pro přiřazení legendy k obrázku tak, aby zobrazovala pouze aktuální rozsah.

Výsledná mapa je nakonec převedena do formátu JPG a uložena na serveru pod jménem RRRR-MM-DD_HH.jpg (Rok-Měsíc-Den_Hodina).

4.6. Výběr nástrojů pro webovou prezentaci

Pro tvorbu webové stránky byly použity standardní nástroje. Kvůli rozsahu tohoto textu zde bude uveden pouze výčet nástrojů a některé poznámky.

Použité technologie:

- XHTML 1.0 Strict
- Apache + PHP + MySQL
- CSS
- JavaScript / jQuery

Za zmínku stojí knihovna jQuery, která usnadňuje práci s JavaScriptem. Jde o tzv. framework (podpůrné prostředí při programování), který klade důraz na interakci mezi JavaScriptem a HTML [11]. Pomocí této knihovny lze manipulovat s objekty na stránce, měnit vzhled, či animovat některé prvky. Nabízí také jednoduché rozhraní pro asynchronní JavaScript (tzv. AJAX), který umožňuje získávat informace ze serveru bez nutnosti načíst stránky celé znovu. Od svého vydání v roce 2006 [11], získalo jQuery velkou popularitu mezi webovými vývojáři také díky takzvaným pluginům, které vytváří další uživatele 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 Dialog – okno s obsahem schránky
- jQuery UI Datepicker – kalendář pro výběr data
- Cookie plugin – uchování map ve schránce pomocí tzv. cookies
- Cycle plugin – časová animace chodu teplot
- ImageLoader – načtení map před spuštěním animace

Výsledné stránky jsou sestaveny podle veškerých standardů a jsou validní. Validitu nevykazuje pouze CSS soubor knihovny jQuery. Je to kvůli zachování stejného zobrazení napříč prohlížeči. Jedná se tak o přijatelný kompromis mezi funkčností stránky a její formální správností.

5. Popis Webové aplikace

Dominantním prvkem na stránkách je mapová kompozice, skládající se z nadpisu, 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:

1. Manuální procházení

Toto je základní režim, který je dostupný ihned po vstupu na stránky. Při otevření stránky je zobrazena vždy nejaktuálnější vygenerovaná mapa teploty. 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 máte zobrazenou mapu nejaktuálnější, zobrazuje se pouze šipka na předchozí mapu. Rychlejší možností, jak se dostat na mapu určitého data, dovoluje formulářové pole mezi šipkami. 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).

2. Animace průběhu teploty

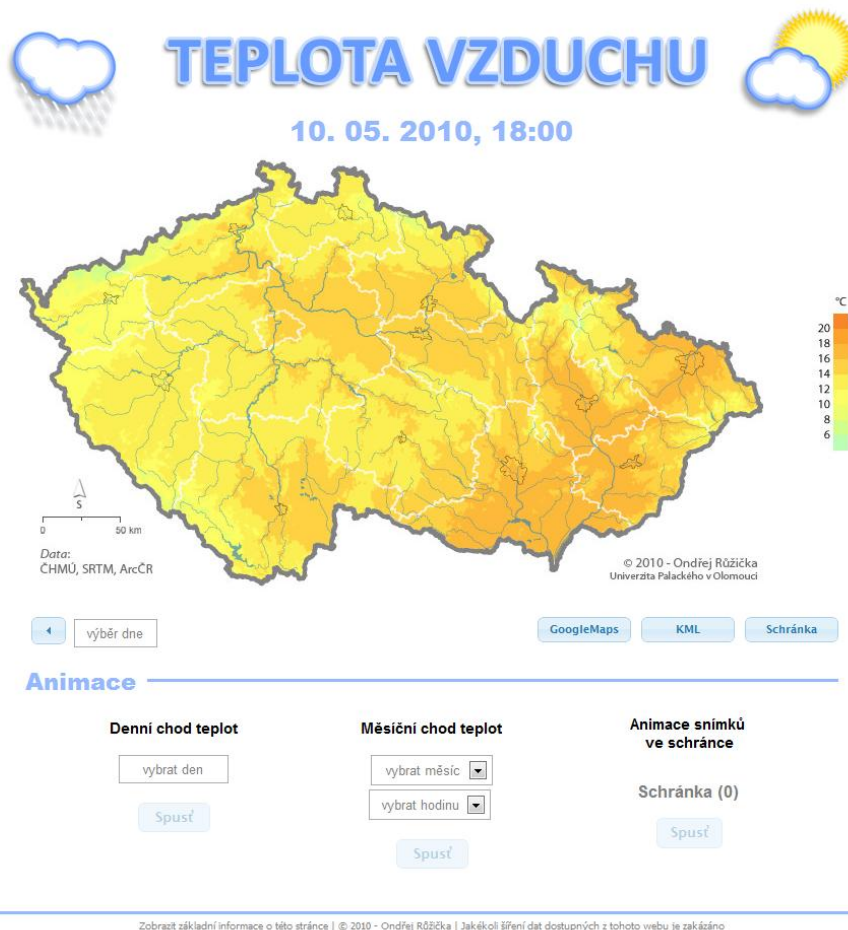
Druhým režimem je animace chodu teplot. Lze si vybrat mezi animací dne, měsíce (určí se referenční hodina) nebo animací schránky (její funkcionalitě je věnován celý další odstavce). Po výběru animace, se do mapového pole načte skupina vybraných map a automaticky se spustí jejich chronologický sled. Těsně 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 - vpravo a vlevo.

Schránka slouží uživateli pro „schování“ map, které ho zajímají. Každá zobrazená mapa jde označit a 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 vypsány. 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. 4: Výsledná webová stránka

7. Závěr a diskuse

Cílem bakalářské práce bylo sestavit serverové řešení, které bude automaticky generovat mapy teploty vzduchu a nabídné je zpětně k vizualizaci pomocí webových stránek. Tento hlavní cíl se podařilo splnit.

Autorův přístup k tvorbě webové mapy – tzn. nejdříve si sestavit výsledný obraz a pak se k němu snažit dopracovat – se osvědčil. Webovou mapu se podařilo sestavit v požadovaném vzhledu, tak aby respektovala kartografická pravidla.

Problematickou částí se ukázal zisk dat ze stránek ČHMÚ. Teploty se na stránkách objevují někdy až s hodinovým zpožděním a poměrně často mají stránky technické problémy. Tento problém nelze v rámci této práce nikterak překonat. Proto se ve výsledných vygenerovaných mapách občas objeví časová mezera.

Pro veškerá softwarová řešení bylo použito programové vybavení, které je dostupné zdarma, převážně jako opensource. Výběr aplikací splňuje kritérium pro přenositelnost mezi systémy GNU/Linux a Windows.

Výsledná webová aplikace plní svůj účel a k původnímu zadání přidává navíc možnost zobrazení v interaktivním prostředí Google Maps nebo v desktopovém virtuálním glóbu Google Earth.

Další možností rozšíření webové stránky by bylo vytvoření verze pro mobilní telefony nebo například odečet teplot z mapy po najetí myši. Tyto funkce jsou již však mimo rozsah této práce.

Z celkového pohledu práce splnila své zadání. Výsledná webová aplikace bude s plynoucím časem ještě přínosnější svým obsahem širších časových rozsahů vygenerovaných map pro porovnání s minulostí.

Reference

[1] FRIEDMANNOVÁ, L. 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>

[2] JENÍČEK, M. *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.

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

[4] KRAUS, J. Geostatistika jako prostorové modelování statistických jevů. *Statistika*, 6, s.490-502. 2007

[5] 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.

[6] 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.

[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.

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

Internetové zdroje:

[9]: NASA, <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>, The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM):

[10]: Interval.cz, <http://interval.cz/clanky/databaze-a-jazyk-sql/>, Databáze a jazyk SQL

[11] Wikipedia, <http://cs.wikipedia.org/wiki/JQuery>, jQuery

[12] Online JavaScript/CSS Compression Using YUI Compressor, <http://refresh-sf.com/yui/>

Seznam obrázků

Obr. 1: *Výsledná kompozice (bez ovládacích prvků www stránek). Zdroj: autor*

Obr. 2: *Výběr barevné škály: Zdroj: autor*

Obr. 3: *Výsledná stupnice. Zdroj: autor*

Obr. 4: *Webové stránky s výstupy. Zdroj: autor*