VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
Hornicko-geologická fakulta
Institut geoinformatiky

PŘÍPRAVA A EDITACE DATABÁZE KLIMATOLOGICKÝCH STANIC PRO POTŘEBY MODELU SWAT

Bakalářská práce

Autor: Jakub Ohanka

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Peter Bobaľ

Ostrava 2010

Prohlašuji že

- *Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.*

- *Byl jsem seznámen s tím, 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 Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).*

- *Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v abstraktu, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*

- *Rovněž souhlasím s tím, že kompletní text bakalářské práce bude publikován v materiálech zajišťujících propagaci VŠB-TUO, vč. příloh časopisů, sborníků z konferencí, seminářů apod. Publikování textu práce bude provedeno v omezeném rozlišení, které bude vhodné pouze pro čtení a neumožní tedy případnou transformaci textu a dalších součástí práce do podoby potřebné pro jejich další elektronické zpracování.*

- *Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.*

- *Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*

_____

V Ostravě 2010 **Jakub Ohanka**

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat Ing. Petrovi Bobáľovi za poskytnuté konzultace, rady a připomínky, které mne vedly s úspěšnému dokončení bakalářské práce. Rovněž bych mu chtěl poděkovat za některá poskytnutá data. V neposlední řadě děkuji Ing. Mirce Mrázkové z oddělní meteorologie a klimatologie ČHMÚ v Ostravě Porubě za možnost získání dat z archivu ČHMÚ.

Anotace:

Bakalářská práce byla zpracována na téma „Příprava a editace databáze klimatologických stanic pro potřeby modelu SWAT“. První část je vymezená teoretickému popisu modelu SWAT. Část druhá se věnuje vymezení a charakteristice území zahrnutého do databáze stanic. Ve třetí části je pak řešen problém výběru vhodného časového úseku, ze kterého jsou data zpracovávána. V poslední části je pak popsána samotná tvorba a editace databáze stanic.

Klíčová slova: SWAT, GIS, Databáze, Klimatologické stanice

Summary:

Bachelor's thesis was prepared on the theme "Preparing and Editing of Weather Stations Database for SWAT Model”. The first part deals a theoretical description of the SWAT model. Part Two deals with the definition and characteristics of the stations included in the database. The third part is then solved the problem of selecting an appropriate time period from which data is processed. In the final part is described the creation and editing stations database.

Key words: SWAT, GIS, Database, Weather stations

Obsah

1. ÚVOD 1

2. CÍLE A METODIKA 2

3. MODEL SWAT 3

3.1. ROZDĚLENÍ APLIKACÍ V MODELU SWAT 4

3.1.1 Klima 4

3.1.2 Hydrologie 5

3.1.3 Nutrienty a pesticidy 5

3.1.4 Krajinný kryt 5

3.1.5 Zemědělský management a využití půdy 6

3.1.6 Procesy ve vodních tocích a nádržích 6

4. VYMEZENÍ ÚZEMÍ PRO EDITACI DATABÁZE 7

4.1. CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH STANIC 8

4.1.1 Kategorie meteorologických stanic 9

4.2 PŘÍRODNÍ PODMÍNKY VYBRANÉ OBLASTI 13

4.2.1 Geologie 13

4.2.2 Klima 14

4.2.3 Vodstvo 16

4.2.4 Vegetace 17

5. VÝBĚR ROKU PRO EDITACI DATABÁZE 19

6. PŘÍPRAVA A EDITACE DATABÁZE 20

6.1. STRUKTURA DATABÁZE 20

6.2. EDITACE DATABÁZE 21

6.2.1 Název stanice, zeměpisná šířka a délka stanice, nadmořská výška stanice 22

6.2.2 Počet let, pro které je databáze určena (RAIN_YRS) 22

6.2.3 Průměrná denní maximální teplota vzduchu (TMPMX) 22

6.2.4 Průměrná denní minimální teplota vzduchu (TMPMN) 23

6.2.5 Směrodatná odchylka pro denní maximální teploty (TMPSTDMX) 23

6.2.6 Směrodatná odchylka pro denní minimální teploty (TMPSTDMN) 24

6.2.7 Průměrná měsíční hodnota srážek (PCPMM) 24

6.2.8 Směrodatná odchylka pro denní úhr srážek (PCPSTD) 25

6.2.9 Koeficient šikmosti pro denní úhrn srážek (PCPSKW) 25

6.2.10 Pravděpodobnost mokrého dne následujícího po suchém dni (PR_W1) 26

6.2.11 Pravděpodobnost mokrého dne následujícího po mokrém dni (PR_W2) 26

6.2.12 Průměrný počet mokrých dní v měsíci (PCPD) 26

6.2.13 Maximální 30-ti minutový úhrn srážek (RAINHHMX) 27

6.2.14 Průměrná denní hodnota slunečního záření (SOLARAV) 27

6.2.15 Průměrná denní teplota rosného bodu (DEWPT) 28

6.2.16 Průměrná denní rychlost větru (WNDAV) *29*
7. IMPORT DATABÁZE DO PROSTŘEDÍ ARCSWAT **30**
8. ZÁVĚR **32**
9. LITERATURA **33**
10. SEZNAM OBRÁZKŮ **35**

Seznam použitých zkratek

ARS - Agricultural Research Service

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav

GPRS - General Packet Radio Service

HRU - Hydrologic Response Unit

SWAT - Soil and Water Assessment Tool

SYNOP - Surface Synoptic Observations

USDA - United States Department Of Agriculture

1. Úvod

Geografické informační systémy jsou v dnešní době velice rozšířeným a nezbytným nástrojem pro mnoho vědních oborů. Jedním z těchto oborů je také hydrologie. Především v hydrologickém modelování je využití geografických informačních systémů značně rozsáhlé, ba dokonce nezbytné.

Hydrologických modelů je známa celá řada ať už se jedná o deterministické nebo stochastické modely, open source nebo komerčně nabízené modely, statické nebo dynamické modely atd. Aby však tyto nástroje byly plně funkční a jejich výstupy odpovídaly co nejvíce realitě, musí do těchto modelů vstupovat data v odpovídající kvalitě. Ať už mluvíme o rastrových a vektorových datech, nebo o databázích, vždy by tyto data vstupující do geografických informačních systémů měla splňovat určité podmínky.

Předmětem mé práce je právě příprava takovýchto dat ke vstupu do srážko-odtokového modelu SWAT. Ve své práci se zabývám postupem vytvoření databáze údajů z meteorologických stanic. Tato databáze je jedním z mnoha vstupů, které jsou při modelování v modelu SWAT použity. V následujícím textu je podrobně popsán proces tvorby této databáze od výběru jednotlivých meteorologických stanic až po výpočty konkrétních parametrů, které databáze musí obsahovat, a jejich zapsání do databáze.

2. Cíle a metodika

Cílem zadané práce bylo vytvořit komplexní databázi klimatologických stanic splňující požadavky simulačního modelu SWAT. Databáze klimatologických stanic obsahuje požadované klimatologické údaje, které jsou vypočítávány z běžně vedených údajů o stavu počasí, které jsou archivovány v Českém hydrometeorologickém ústavu. Tato databáze bude v budoucnu využívána pro práci na projektech využívajících model SWAT. Svými co nejvíce přesnými hodnotami, od kterých se posléze odráží celková přesnost výsledků modelu, by databáze měla usnadnit a upřesnit práci s klimatologickými údaji v tomto modelu.

Plánovaný rozsah databáze měl obsahovat všechny klimatologické stanice, které jsou pod správou ostravské pobočky Českého hydrometeorologického ústavu, přičemž měla být zpracovávána data z co největšího časového úseku. Takto rozsáhlá databáze by pak bezpečně pokryla celou oblast Moravskoslezského kraje, část Zlínského a část Olomouckého kraje.

Obr. 1: Archiv ČHMÚ v Ostravě Porubě

Tuto myšlenku však vyvrátil fakt, že data v elektronické podobě není prakticky možné získat bezplatně. Z tohoto důvodu tedy bylo nutné údaje přepsat z archivu Českého hydrometeorologického ústavu, kde jsou uloženy v papírové podobě, do elektronické podoby, aby z nich mohly být dále vypočítávány potřebné charakteristiky.

Bylo také zapotřebí vymezit časové období, z kterého budou data vybírána a také vybrat reprezentativní vzorek klimatologických stanic, ze kterých budou data zpracována, tímto se budu zabírat dále v kapitolách 4 a 5.

3. Model SWAT

Slovo SWAT je akronymem pro Soil and Water Assessment Tool. Je to tedy, doslovně přeloženo, nástroj pro ohodnocování půdních a vodních vlastností. [1]

Primárně je model SWAT vyvinutý k dlouhodobé simulaci a předpovědi vlivu managementu krajiny na vodu, sedimenty a zemědělské výnosy v rozsáhlém komplexu povodí s různými půdními, vegetačními, klimatickými a řídícími podmínkami. [3]

Model byl vyvinut Dr. Jeffem Arnoldem pro Agricultural Research Service (ARS) Ministerstva zemědělství USA (United States Department Of Agriculture, USDA) ve spolupráci s Blackland Research and Extension Center, Temple, Texas. Místem vzniku modelu je Grassland, Soil & Water Research Laboratory, Temple, Texas.[3]

Obr. 2: Logo modelu SWAT

Svým charakterem je model SWAT zařazen do kategorie srážko-odtokových modelů. Vstupem pro model je řada informací o klimatu, půdních vlastnostech, vegetaci a hospodaření v povodí. S těmito informacemi je model schopen simulovat procesy pohybu vody, sedimentů, růstu plodin, oběhu látek a další. Model SWAT spadá do řady modelů kontinuálních a umožňuje studium v dlouhém časovém úseku. Jeho využití pro krátké záplavové události je méně frekventované. [3].

Model SWAT patří do skupiny semidistribuovaných modelů což znamená, že v rámci studovaného povodí je schopen vymezit menší subpovodí, což je velmi užitečné zvláště v případech, kdy se v jednou povodí vyskytují odlišné půdní jednotky, plochy krajinného krytu nebo způsoby hospodaření. [3].

Vstupní údaje o jednotlivých subpovodích jsou rozděleny do kategorií týkajících se klimatu, jednotek hydrologické odezvy (hydrologic response units, HRUs), povrchových akumulací vody, podzemní vody a odtokové sítě. Jednotka hydrologické

odezvy (HRU) je ploška v rámci subpovodí s unikátní kombinací půdních vlastností, krajinného krytu a sklonu [3].

Pro výsledek modelování v modelu SWAT je, bez ohledu na aplikaci modelu, vždy směrodatná bilance vody v povodí. Simulaci hydrologického cyklu v povodí je tedy možné rozčlenit na dvě části. Za prvé se určuje množství vody, sedimentů a látek vstupujících do toku subpovodí. Za druhé se simuluje pohyb vody, sedimentů a látek odtokovou sítí povodí směrem k závěrovému profilu. [3]

Grafické uživatelské prostředí modelu SWAT je řešeno pomocí extenze do programového prostředku ArcWiew s názvem ArcSWAT. Tato extenze je volně dostupná na [13].

3.1. Rozdělení aplikací v modelu SWAT

Využití modelu SWAT je v závislosti na vědní disciplíně, oblasti zájmu či vstupních datech následující:

- Klima
- Hydrologie
- Nutrienty a pesticidy
- Krajinný kryt
- Zemědělský management a využití půdy
- Procesy ve vodních tocích
- Procesy ve vodních nádržích
- Eroze půdy [3]

V následujících podkapitolách se nyní krátce budu zabývat každou z této kategorie, přičemž nejvíce rozepsána je aplikace modelu v klimatologii a takzvaného generátoru počasí, jelikož právě údajům o klimatu je má práce věnována.

3.1.1 Klima

Klima povodí poskytuje informace o vlhkostních a energetických vstupech, které určují relativní význam různých součástí vodního cyklu [1]

Klimatické proměnné požadované modelem SWAT se skládají z denních srážek, denních teplot vzduchu, množství slunečního záření, rychlosti větru a relativní vlhkosti. Model umožňuje tyto hodnoty buď zadat přímo z uživatelské databáze klimatologických stanic, nebo je simulovat pomocí měsíčních průměrů. [1]

Denní hodnoty stavu počasí mohou být vloženy přímo do modelu. V případě, že do modelu vloženy nejsou, jsou generovány pomocí měsíčních průměrů z databáze klimatologických stanic. Model generuje soubor meteorologických údajů pro každé dílčí povodí nezávisle, tudíž mezi hodnotami nevzniká žádná korelace.[1]

Ke generování srážek používá SWAT model vyvinutý Nicks (1974). Model generuje hodnoty, které nejsou obsaženy v naměřených datech. Rovněž lze model využít k simulování chybějících dat v denních záznamech měření. [1]

3.1.2 Hydrologie

Využití modelu v odvětví hydrologie je možné rozlišit na čtyři rozsáhlé okruhy, které jsou povrchový odtok, evapotranspirace, půdní voda a podzemní voda. Model vypočítává procesy spojené s intercepcí, infiltrací a rozložením množství vody v půdním profilu, evapotranspiraci, laterálním podpovrchovým odtokem a povrchovým odtokem. Jako důležité prvky hydrologického cyklu jsou do modelování také zahrnuty nádrže a řeky. [3]

3.1.3 Nutrienty a pesticidy

Další aplikací je využití v oblasti nutrietů a pesticidů. Model je schopen simulovat procesy mobilizace, migrace, fixace a degradace těchto látek. Dále pak například jejich pohyb ve vertikálním směru v půdním profilu. [3]

3.1.4 Krajinný kryt

Také v této oblasti má model využití. Na základě vstupních informací je model schopen simulovat potencionální růst rostlin, jejich příjem živin z půdy, potencionální a aktuální transpiraci. V oblasti vodního cyklu, živin a klimatických podmínek model dokáže, odhadnout stresové faktory ovlivňující růst rostlin. [3]

3.1.5 Zemědělský management a využití půdy

S kategorií krajinného krytu je úzce spjatý zemědělský management. Pomocí vstupních dat je model SWAT schopen určit nejlepší dobu pro začátek a ukončení pěstování některých plodin, rovněž zvládá vypočítat doporučený osevní cyklus v dané lokalitě. K této kategorii patří rovněž modelace odtoku vody a procesů v oblastech městské zástavby. [3]

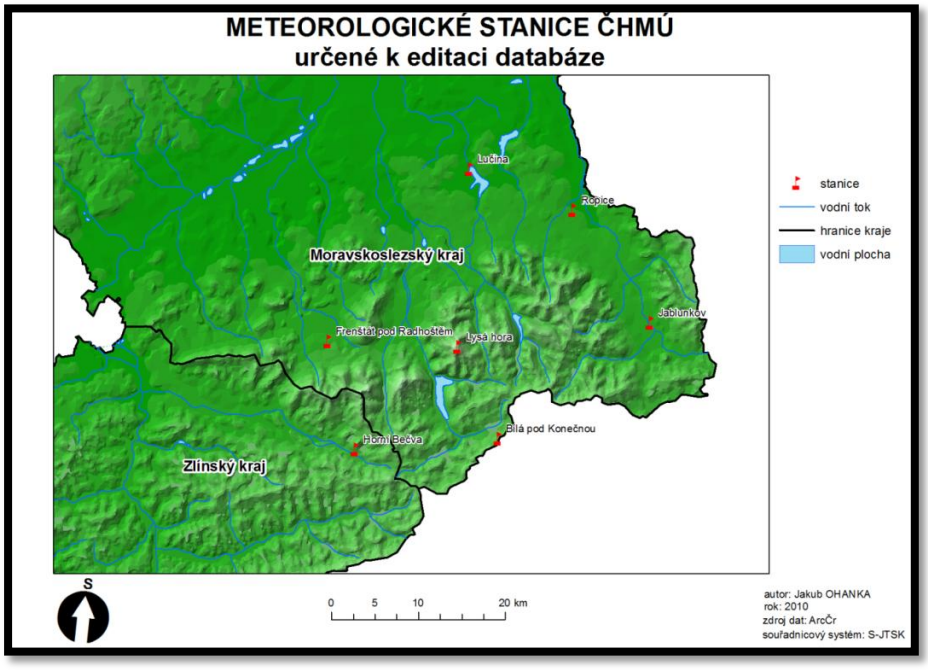
3.1.6 Procesy ve vodních tocích a nádržích

Možnost využití modelu v rámci vodních toků a stojatých vod se skrývá v simulaci pohybu sedimentů a látek, jejich usazování a vodní bilance jednotlivých vodních toků a nádrží. [3]

4. Vymezení území pro editaci databáze

Jak jsem již uvedl v druhé kapitole, původně bylo zamýšleno vytvořit databázi obsahující všechny stanice pod správou ostravské pobočky Českého hydrometeorologického ústavu. Vzhledem k tomu, že jsem nakonec neměl přístup k datům v elektronické podobě a bylo třeba je přepisovat z archivu, nebylo z časového hlediska prakticky možné tento původně zamýšlený rozsah splnit. Bylo tedy nutné vybrat několik klimatologických stanic, pro které by bylo vhodné tuto databázi vytvořit.

S ohledem na to, že cílem práce je budoucí využití databáze při řešení projektů v modelu SWAT, rozhodli jsme se s vedoucím práce Ing. Petrom Bobáľem pro území, které je předmětem některých z těchto projektů. Na základě tohoto rozhodnutí jsme vybrali sedm meteorologických stanic, ležících v oblasti západních Beskyd. Těmito stanicemi jsou: Lučina, Lysá hora, Horní Bečva, Ropice, Jablunkov, Frenštát pod Radhoštěm a Bílá pod Konečnou.



Obr. 3: Meteorologické stanice ČHMÚ pro editaci databáze

4.1. Charakteristika vybraných stanic

Krátkou charakteristiku vybraných klimatologických stanic shrnu do přehledné tabulky, ve které je obsažen: název stanice, nadmořská výška stanice, zeměpisná délka a šířka stanice a kategorie stanice.

Jednotlivé kategorie klimatologických stanic dále popíšu v následujících podkapitolách.

Název	Nadmořská výška stanice	Zeměpisná šířka stanice	Zeměpisná délka stanice	Kategorie stanice
Lučina	300 m	49°43‘52“	18°26‘33“	klimatologická - automatizovaná
Lysá hora	1322 m	49°32‘46“	18°26‘52“	profesionální
Horní Bečva	565 m	49°25‘52“	18°17‘54“	klimatologická - manuální
Ropice	327 m	49°41‘51“	18°36‘45“	klimatologická - manuální
Jablunkov	380 m	49°35‘15“	18°45‘01“	klimatologická - manuální
Frenštát pod Radhoštěm	436 m	49°32‘27“	18°14‘26“	klimatologická - manuální
Bílá pod Konečnou	720 m	49°27‘17“	18°31‘24“	klimatologická - manuální

4.1.1 Kategorie meteorologických stanic

Dle [7] dělíme meteorologické stanice do následujících kategorií.

Síť dobrovolných stanic

„Dobrovolnické stanice jsou stanice, které obsluhují dobrovolní pozorovatelé z řad občanů na základě příkazní smlouvy s ČHMÚ. Pozorovatelé mají za povinnost podle typu stanice měřit meteorologické prvky a pozorovat meteorologické jevy podle platného návodu pro provozovatele. Pracovníci oddělení zajišťují školení pozorovatelů a pravidelně je informují o kvalitě pozorování. Za provedená meteorologická měření a pozorování je pozorovatelům vyplácena dohodnutá odměna dle platných sazebníků. Meteorologická data jsou po skončení kalendářního měsíce zasílána na pobočku ke kontrolám a digitalizaci.“ [7]

Dobrovolné stanice můžeme dále dělit na srážkoměrné a klimatologické stanice.

Srážkoměrné stanice jsou dvojího typu, přičemž první typ jsou stanice manuální a druhý typ stanice automatizované.

„Na manuálních stanicích pozorovatel provádí v 7 hodin středoevropského času měření denního úhrnu srážek a sněhových charakteristik, tj. výška nového sněhu, celková výška sněhové pokrývky a vodní hodnota celkové sněhové pokrývky. V průběhu celého dne pozorovatel zaznamenává výskyt a průběh meteorologických jevů. Data jsou zapisována do měsíčních srážkoměrných výkazu a zasílána po skončení měsíce poštou nebo vkládána do pořizovacího programu na PC a zasílána elektronickou poštou.“ [7]

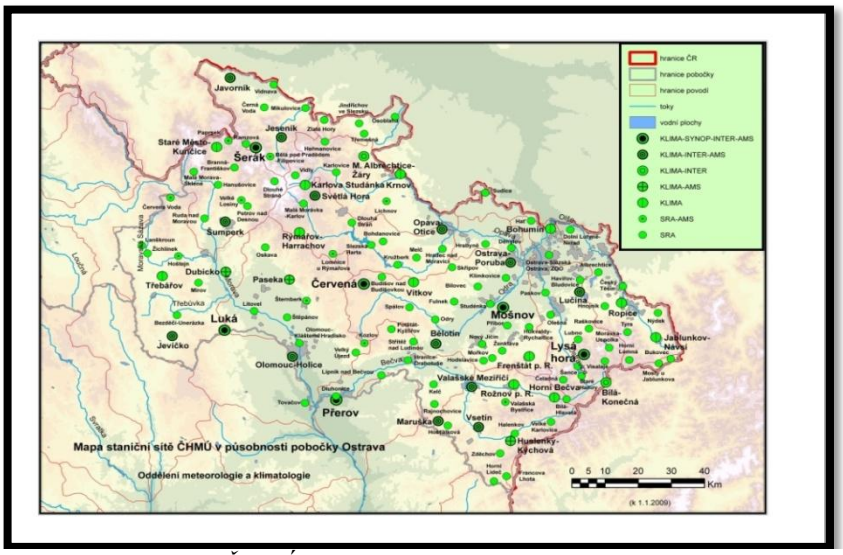
„Automatizované stanice jsou vybaveny automatických srážkoměrem a jejich data jsou přenášena pomocí centrálního počítače na pobočce. Interval záznamu je 1 minuta a přenos dat probíhá každých 5 minut. Měření sněhových charakteristik a pozorování meteorologických jevů se provádí stejně jako u stanic manuálních.“ [7]

Rovněž klimatologické stanice, stejně jako stanice srážkoměrné můžeme rozdělit na dva typy, a sice na manuální a automatizované.

„Na manuálních stanicích se provádí ve třech klimatologických termínech v 7, 14 a 21 hodin středoevropského času měření základních meteorologických prvků: teplota vzduchu, maximální a minimální teplota vzduchu, přízemní minimální teplota vzduchu, relativní vlhkost vzduchu, směr a rychlost větru. Dále pozorovatel v termínech měření zaznamenává oblačnost, stav počasí a stav půdu. V termínu 7 hodin měří úhrn srážek, výšku nového sněhu, celkovou výšku sněhové pokrývky a vodní hodnotu sněhové pokrývky (stejně jako na srážkoměrné stanici). Pozorovatel rovněž sleduje výskyt atmosférických jevů v průběhu celého dne. Na některých stanicích se dále měří také sluneční svit, teploty půdy, popřípadě výpar nebo atmosférický tlak vzduchu. Data jsou v podobně jako u srážkoměrných stanic zapisována do klimatologických výkazů, popřípadě vkládána do pořizovacího programu a zasílána po skončení měsíce poštou nebo elektronickou poštou.“ [7]

„Automatizované stanice měří všechny meteorologické prvky jako stanice manuální. Měření se však provádí pomocí automatických přístrojů (čidel) s intervalem záznamu 15 minut, u srážek s intervalem záznamu 1 minuta. Stanice jsou vybaveny PC s modemem, který přenáší naměřená data pomocí systému GPRS každých 5 minut na centrální počítač na pobočku. Pozorovatel je povinen sledovat a zapisovat atmosférické jevy v průběhu dne a v zimním období měřit sněhové charakteristiky klasickými přístroji.

Tyto stanice předávají denně zprávu obsahující souhrn informací o průběhu počasí a naměřených hodnotách prvků za uplynulých 24 hodin a jsou kódovány vždy po ranním pozorovacím termínu.“ [7]



Obr. 4: Mapa stanic ČHMÚ v působnosti pobočky Ostrava. Zdroj[10]

Síť profesionálních stanic

„Profesionální stanice jsou obsluhovány pozorovateli, kteří jsou zaměstnanci ČHMÚ a jejich provoz a metodické řízení zajišťuje odbor profesionální staniční sítě, odbor letecké meteorologie, ČHMÚ v Praze, popř. jsou pod správou Armády ČR. Program klimatologických pozorování je stejný jako u klimatologických automatizovaných stanic, ale jejich hlavním úkolem jsou synoptická pozorování. Tato pozorování probíhají každou hodinu a jsou okamžitě předávána v kódované zprávě SYNOP do centra v Praze-Komořanech. Data z některých synoptických stanic jdou pak i do celosvětového systému výměny meteorologických dat. Kromě prvků, které jsou 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 atd. Data ve formě klimatologických výkazů jsou v souborech zasílána po skončení měsíce na pobočku, kde se dále revidují, opravují a po importu do databáze prochází kontrolou. Profesionální stanice jsou s nepřetržitým provozem nebo jsou tzv. kombinovaného typu, kdy v průběhu noci stanice pracuje v automatickém, bezobslužném provozu.“ [7]

Obr. 5: Profesionální meteorologická stanice Lysá hora. Zdroj[7]

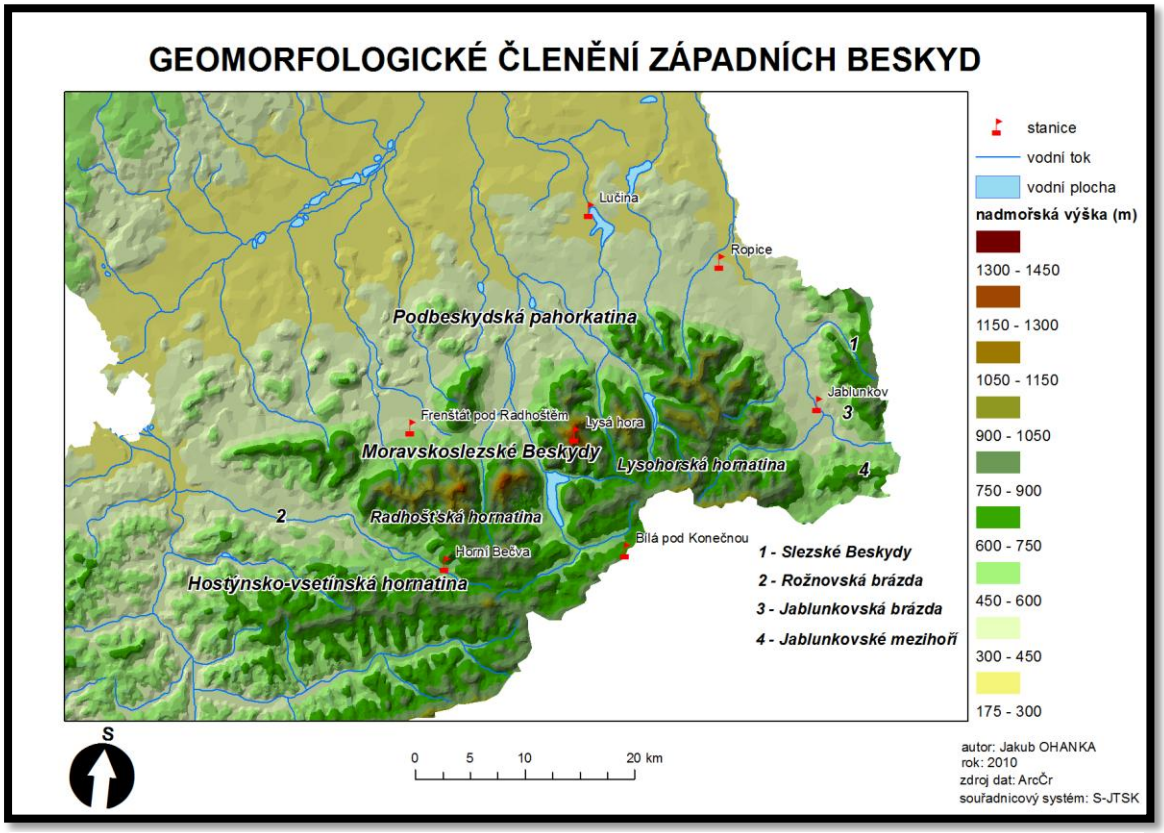
Síť doplňkových stanic

„Jedná se o doplňkovou síť manuálních srážkoměrů na stanicích vybavených automatickým srážkoměrem (srážkoměrných i klimatologických). Tyto stanice doplňují základní meteorologickou staniční síť. Další doplňkové stanice jsou stanice srážkoměrné nebo klimatologické, které se z nějakého důvodu odlišují od standardních stanic těchto typů. Stanice jsou buď vybaveny nestandardními přístroji (různé typy automatizovaných meteorologických stanic) nebo pozorovatel provádí měření nepravidelně. Některé stanice jsou vybaveny pouze jedním přístrojem a doplňují měřenými údaji určitou charakteristiku dané oblasti, např. měření větru. Mezi doplňkové stanice můžeme zařadit rovněž zvláštní srážkoměrná zařízení, zvaná totalizátory. Tyto přístroje se umísťují do horských nebo špatně dostupných oblastí a tam, kde nelze zajistit pravidelné měření srážek. Měření se provádí zpravidla dvakrát ročně, provádí je pracovníci oddělení, a tyto „půlroční“ úhrny jsou pomocí referenčních srážkoměrných stanic přepočítávány na měsíční úhrny srážek.“ [7]

4.2 Přírodní podmínky vybrané oblasti

4.2.1 Geologie

Území západních Beskyd je součástí flyšového pásma Západních Karpat, patřící do soustavy geologicky mladých pásemných pohoří. Pohoří vzniklo koncem druhohor a v průběhu třetihor. Pro celé pásmo je typické střídání jílovců, prachovců, pískovců a slepenců. Charakteristickým znakem pro Moravskoslezské Beskydy je středohorský reliéf karpatského křídového pohoří s rozpětím nadmořských výsek od 900 m. n . m. do 1320 m. n. m. [12]



Obr. 6: Geomorfologické členění západních Beskyd

Pohlížíme- li na toho území z geomorfologického hlediska, je celé území součástí vnějších západních karpat a oblasti Západní Beskydy a Západobeskydské podhůří. Na našem území se Západní Beskydy člení na celky: Moravskoslezské Beskydy, Slezské Beskydy, Hostýnsko – vsetínskou hornatinu, Rožnovskou brázdu, Jablunkovskou brázdu a Jablunkovské mezihoří. Západobeskydské podhůří je tvořeno jediným celkem a to Podbeskydskou pahorkatinou. Nejvyšším bodem je vrchol Lysé

hory s výškou 1324 m. n. m, naopak nejnižším bodem je hladina Rožnovské Bečvy u Zubří s nadmořskou výškou 350 m. n. m. [12]

Západní část Radhošťské hornatiny je tvořena Veřovickými vrchy, na které navazuje masiv táhnoucí se od Radhošťě ke Kněhyni s vrcholy Radhošť (1129 m. n. m.), Tanečnice (1084 m. n. m.), Čertův mlýn (1207 m. n. m.) a Kněhyně (1257 m. n. m.). Nejvyšším bodem Radhošťské hornatiny je Smrk (1276 m. n. m), jehož masiv se nachází za údolím potoka Čeladenky. [12]

Beskydy pokračují za údolím řeky Ostravice a nadrží Šance Lysohorskou hornatinou s nejvyšším vrcholem Beskyd Lysou horou (1324 m. n. m.). Jiné významné vrcholy této hornatiny jsou Travný (1203 m. n. m.), Ropice (1082 m. n. m.), Javorový (1032 m. n. m.) nebo také Velký Polom (1067 m. n. m.), který leží na státní hranici se Slovenskem. [12]

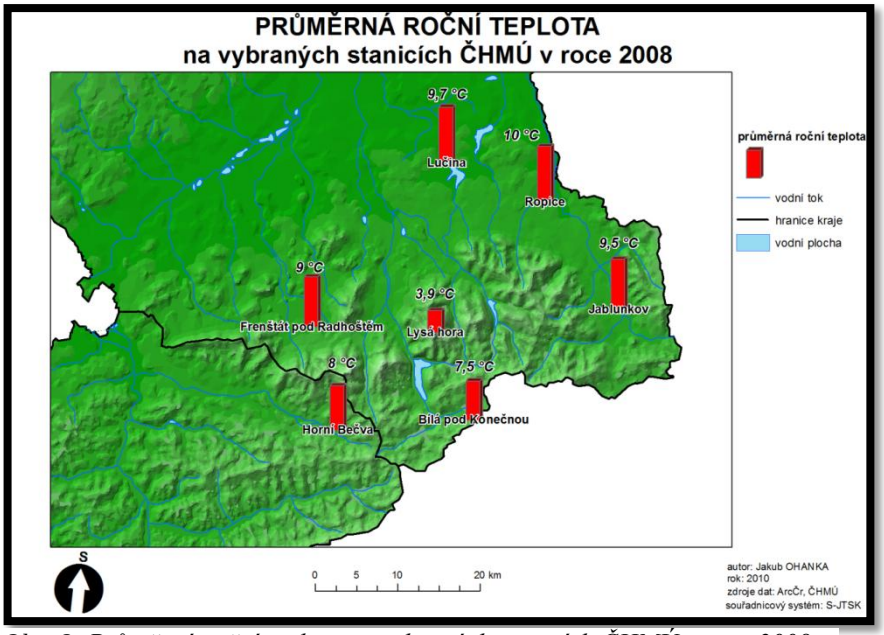
Od Hostýnsko – vsetínských vrchů jsou Moravskoslezské Beskydy odděleny úvalem Rožnovské brázdy . [12]

Na severovýchodní straně Moravskoslezských Beskyd se táhne pahorkatina Jablunkovské brázdy. Na straně severní jsou Moravskoslezské Beskydy obklopeny sníženinou Podbeskydské pahorkatiny. Vnitrohorská deprese Jablunkovské brázdy odděluje Slezské Beskydy a Jablunkovské mezihoří od Moravskoslezských Beskyd. [12]

4.2.2 Klima

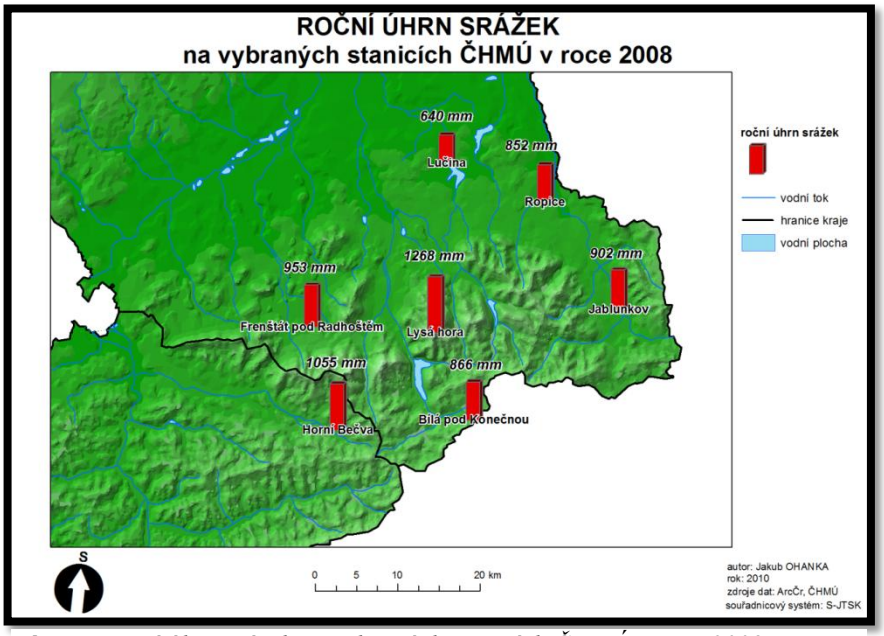
Mnou zpracovávané území spadá do dvou klimatických oblastí. Území nižších poloh, jako například Podbeskydské pahorkatiny a Jablunkovské brázdy náleží do oblasti mírně teplé, pro kterou je charakteristické mírné léto, krátké přechodné období a středně dlouhá, mírná suchá zima. Průměrné teploty vzduchu v červenci činí 16°C - 17°C, v lednu jsou to teploty -2°C až -4°C. Vyšší polohy spadají do chladné klimatické oblasti. Léto je krátké, chladné až mírně chladné s průměrnými červencovými teplotami vzduchu 12°C až 15°C, charakteristické je dlouhé přechodné období, zima je dlouhá, chladná s průměrnou lednovou teplotou – 3°C až -7°C. [12]

Nejnižší teploty vzduchu v průběhu roku jsou na Lysé hoře, průměrně kolem 2,5°C, naopak nejníže položené oblasti mají průměrné roční teploty okolo 7°C. [12]



Obr. 8: Průměrná roční teplota na vybraných stanicích ČHMÚ v roce 2008

Co se týče srážek, patří Beskydy k nejbohatším lokalitám na území celé České republiky. Nejvíce srážek za rok spadne na nejvyšším vrcholu Beskyd Lysé hoře s průměrnou roční hodnotou 1391 mm. Nejvíce srážek spadne v červnu až srpnu, nejméně v únoru a březnu. [12]



Obr. 7: Roční úhrn srážek na vybraných stanicích ČHMÚ v roce 2008

4.2.3 Vodstvo

Toto území leží na hlavním evropském rozvodí. Rozvodnice jde od západu po hřebeni Veřovických vrchů, sedlem Pindula přechází na hřeben Radhoště, po němž přes Pustevny jde na Čertův mlýn. Zde se stáčí směrem k jihu a přes Martiňák, Kladnatou a Třeštík směřuje na Bumbálku. Odtud pokračuje východním směrem po hraničním hřebenu přes Bobek, Bílý Kříž, Malý a Velký Polom na Jablunkovský průsmyk a po hřbetu Slovenských Beskyd přechází na území Slovenska. Území severně této linie náleží do úmoří Baltského moře, jižně od ní do úmoří moře Černého. [5]

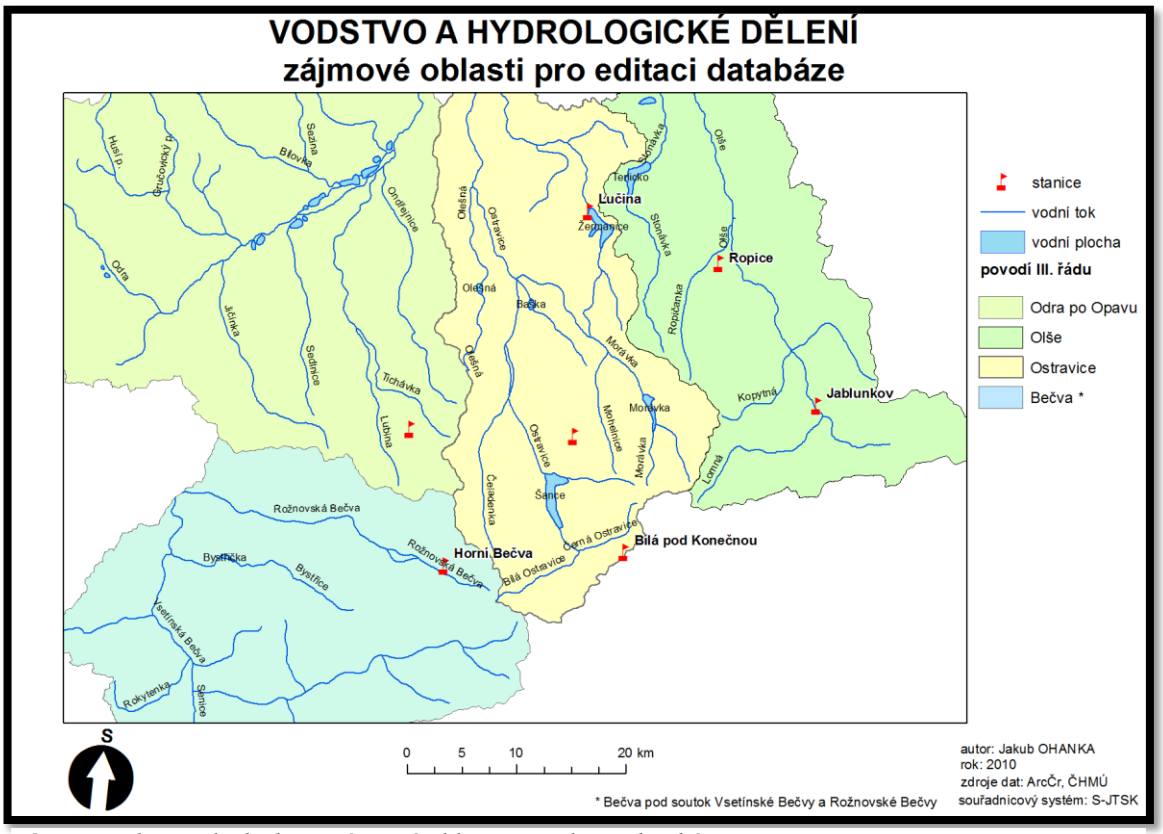
V úmoří **Baltského moře** je nejvýznamnějším pravostranným přítokem Odry řeka Ostravice. Její tok má celkovou délku 64 km a plochu povodí 827 km čtvereční, do Odry vtéká v Ostravě. Ostravice vzniká soutokem Bíle Ostravice a Černé Ostravice v Zadních horách. Přítoky Ostravice až po Frýdlant nad Ostravicí jsou krátké prudké potoky, které většinou protékají zalesněnými údolími. U Frýdlantu přitéká z leva do Ostravice řeka Čeladenka s délkou toku 16 km. Ve Frýdku-Místku Ostravici posiluje její největší přítok pravostranná Morávka, která spolu se svými přítoky odvodňuje oblast mezi hraničním hřebenem, masívem Lysé hory a hřebenem Ropice. [5]

Východní část oblasti je odvodňována Olší. Ta se vlévá se Odry v Bohumíně, územím Beskyd protéká zhruba polovinou svého 83 km dlouhého toku. Pramení v Polsku, teče západním směrem k Jablunkovu, kde se stáčí k severu a tvoří osu Jablunkovské brázdy až k Českému Těšínu, kde opouští oblast. [5]

Jižní svahy Radhošťské hornatiny a jižněji položené hřbety Vsetínských vrchů a Javorníků patří do úmoří **moře Černého.** Tato oblast je odvodňována Bečvou, která vzniká u Valašského Meziříčí soutokem svých dvou zdrojnic, Bečvy Vsetínské, též někdy zvané Horní a Bečvy Rožnovské, zvané Dolní. [5]

Údolí větší Vsetínské Bečvy s délkou toku 59 km tvoří v celé délce významnou horopisnou hranici. Největším levým přítokem Vsetínské Bečvy je Senice naopak z pravých přítoků Bečvy mezi Vsetínem a Valašským Meziříčím je významnější Bystřice. [5]

Menší zdrojnice Bečva Rožnovská je dlouhá 36 km. Její široké údolí, nazývané Rožnovská brázda, odděluje Vsetínské vrchy od severněji položené Radhošťské hornatiny Moravskoslezských Beskyd.[5]



Obr. 9: Vodstvo a hydrologie zájmové oblasti pro editaci databáze

Vzhledem k relativně velké čistotě toků a množství vody v nich představují tyto toky a vodárenské nádrže na nich významný zdroj pitné i užitkové vody pro průmyslové aglomerace Severomoravského kraje. Moravskoslezské Beskydy, Slezské Beskydy a Valašsko byly vyhláškou určeny za chráněnou oblast akumulace vod. Největší přehradní nádrží je Šance na řece Ostravici s plochou 336 ha. [5]

4.2.4 Vegetace

Lesy pokrývají zhruba 70% území Beskyd. Zbytky původních smíšených porostů (buk, jedle, javor) se zde dochovaly jen v malé míře. Nejrozšířenější typ přirozeného lesa v Beskydech představují jedlobukové lesy, avšak v druhové skladbě zde převažuje smrk. [12]

Flóru vyskytující se na tomto území můžeme podle [6] rozdělit do několika následujících skupin:

a) Bučiny a jedlobučiny, které kdysi pokrývali téměř celé území. V Beskydech můžeme rozeznat dva typy bučin a to květnaté bučiny a bučiny kyselé. Květnaté bučiny jsou rozšířeny v jižní části Beskyd zato kyselé bučiny v části severní, především

v oblasti Moravskoslezských Beskyd. Dnes jsou tyto bučiny stále častěji nahrazovány nepůvodními smrkovými porosty. [6]

b) Horské smrčiny jsou adaptované na vysoké nadmořské výšky a extrémní klimatické podmínky. Porost těchto smrčin můžeme nalézt pouze na Lysé hoře, Smrku a Kněhyni. [6]

c) Rašelinné a podmáčené smrčiny se vyvíjejí spíše na zamokřených půdách ve vyšších polohách Beskyd. [6]

d) Suťové lesy převažují na těžko přístupných, strmých kamenitých svazích a skálách. [6]

e) Horské olšiny se dochovaly na březích horských bystřin především v severní části území. [6]

f) Podhorské a horské pastviny byli dříve v Beskydech nejrozšířenějším typem bezlesé vegetace, dnes jsou zachovány jen ve zbytcích. Důvodem je upouštění od pasty, popřípadě kosení. [6]

5. Výběr roku pro editaci databáze

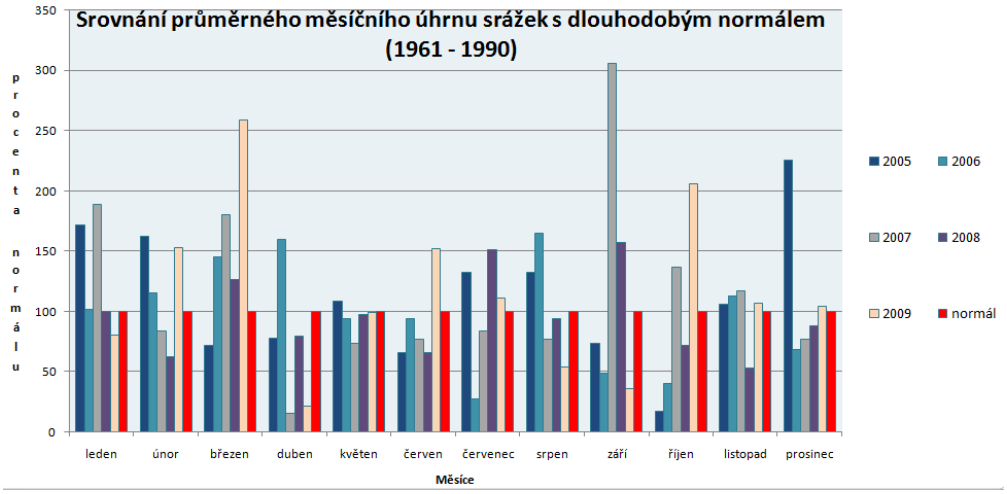
Po vymezení území a určení meteorologických stanic, ze kterých budu údaje čerpat, je potřeba vybrat rok, ze kterého budou klimatologické informace použity. Jak jsem již uvedl ve třetí kapitole, model SWAT je určen k dlouhodobé simulaci a předpovědi. K tomu je potřeba zajistit data z dlouhodobého časového úseku.

Jelikož bylo potřeba data nejdříve získat z archivu a přepsat je do elektronické podoby, což bylo poměrně časově náročné, nebylo prakticky možné využít údaje z dlouhé časové škály, jako například deset let.

Proto jsem se rozhodl přistoupit ke kroku, na jehož základě bych vybral nejlépe reprezentativní rok pro editaci údajů do databáze. Tímto nejlépe reprezentativním rokem, mám na mysli rok, který se svými klimatologickými charakteristikami co nejvíce podobá dlouhodobému normálu.

V tomto případě jsem využil klimatické údaje Českého hydrologického ústavu o dlouhodobém normálu z let 1961 - 1990 dostupné na [8]. Tyto údaje jsem graficky, pomocí grafů, porovnával s údaji v letech 2000 - 2009. Příkladem grafického porovnání je graf na obrázku 10.

Na základě tohoto grafického porovnání a konzultace s vedoucím práce panem Ing. Petrem Bobáľem jsem se rozhodl pro výběr roku 2008.



Obr. 10: Srovnání průměrného měsíčního úhrnu srážek s dlouhodobým normálem

6. Příprava a editace databáze

Po výběru území a vhodného roku pro sběr dat do databáze klimatologických stanic nyní zbývalo zapsat meteorologické údaje do elektronické podoby tak, aby z nich mohly být dále vypočítány potřebné vstupy, které se již zapisují tabulky jednotlivých stanic.

V následujících podkapitolách se nejprve budu věnovat struktuře databáze, poté pak výpočtu jednotlivých vstupů, tudíž i jednotlivým atributům databáze.

6.1. Struktura databáze

Veškeré parametry požadované modelem SWAT v rozhraní ArcSWAT jsou uloženy v jedné databázi. Po nainstalování extenze ArcSWAT tuto databázi najdememe pod názvem „SWAT2005.mdb“. Součástí této databáze je také databáze klimatologických stanic.

Samotná databáze klimatologických stanic je ve své podstatě databáze ve formátu DBF obsahující jednu tabulku. Tabulka obsahuje všechny meteorologické stanice vstupující do modelu a jejich vlastnosti, kterými jsou především údaje vypočítané z běžných klimatických ukazatelů.

Rozsáhle množství atributů bude nejlepší vyjádřit pomocí následující tabulky.

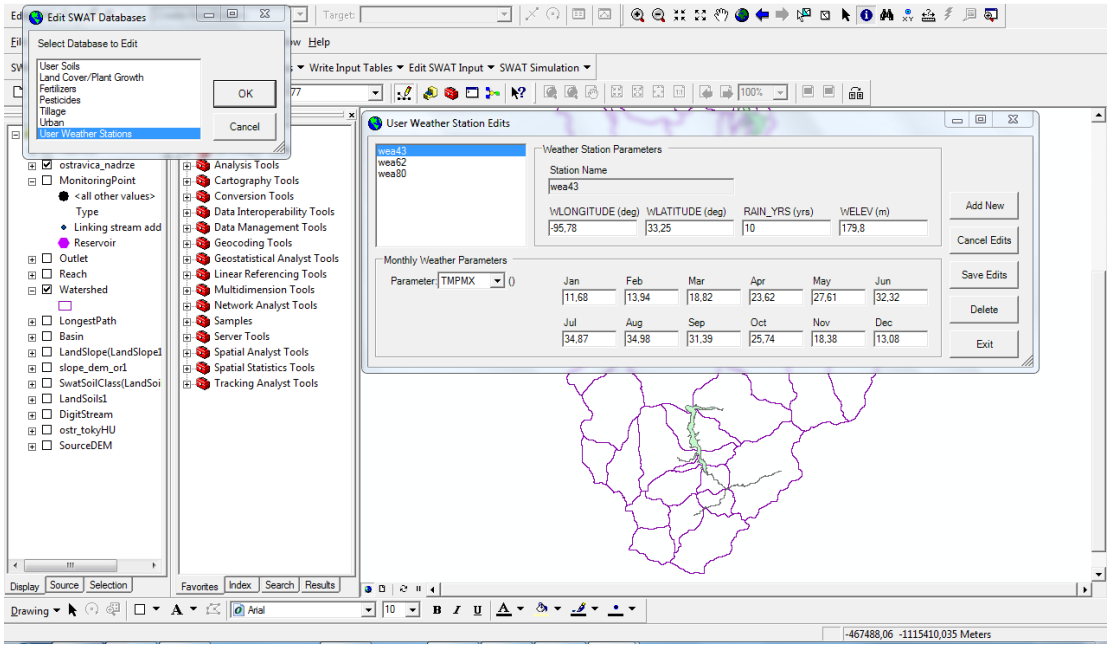
Název atributu	**Datový typ**	**Slovní popis atributu**	**Omezení**
OBJECTID	Aut. číslo	Automatické unikátní číslo	
STATION	Text	Název stanice	
WLATITUDE	Číslo	Zeměpisná šířka stanice	Od-180 do 180
WLONGITUDE	Číslo	Zeměpisná délka stanice	Od -90 do 90
WELEV	Číslo	Nadmořská výška stanice	Od 0 do 5000m
RAIN_YRS	Číslo	Počet let, pro která je databáze určena	Od 0 do 100
TMPMX m	Číslo	Průměrná denní maximální teplota pro měsíc m	Od -30 do 50

TMPMN m	Číslo	Průměrná denní minimální teplota pro měsíc m	Od -40 do 40
TMPSTDMX m	Číslo	Směrodatná odchylka pro denní maximální teploty pro měsíc m	Od 0,1 do 100
TMPSTDMN m	Číslo	Směrodatná odchylka pro denní minimální teploty pro měsíc m	Od 0,1 do 30
PCPMM m	Číslo	Průměrná měsíční hodnota srážek za měsíc m	Od 0 do 600
PCPSTD m	Číslo	Směrodatná odchylka pro denní množství srážek v měsíci m	Od 0,1 do 50
PCPSKW m	Číslo	Koeficient šikmosti pro denní úhrn srážek v měsíci m	Od -50 do 20
PR_W1_m	Číslo	Pravděpodobnost mokrého dne následujícího po suchém dni pro měsíc m	Od 0 do 0,95
PR_W2_m	Číslo	Pravděpodobnost mokrého dne následujícího po mokrém dni pro měsíc m	Od 0 do 0,95
PCPD m	Číslo	Průměrný počet mokrých dní v měsíci m	Od 0 do 31
RAINHHMX m	Číslo	Maximální 30-ti minutový úhrn srážek v měsíci m	Od 0 do 125
SOLARAV m	Číslo	Průměrná denní hodnota slunečního záření v měsíci m	Od 0 do 750
DEWPT m	Číslo	Průměrná denní teplota rosného bodu v měsíci m	Od –50 do 25
WNDAV m	Číslo	Průměrná denní rychlost větru v měsíci m	Od 0 do 100

6.2. Editace databáze

Databázi je možno editovat buďto v prostředí ArcSWAT nebo přímo v některém nástroji na správu databází. Já jsem k editaci své databáze využil nástroj Microsoft Access. Důvodem k tomuto výběru pro mě byla větší přehlednost a kompatibilita s Microsoft Excel, který jsem využil při výpočtu požadovaných vstupních údajů.

V následujících podkapitolách se věnuji jednotlivým požadovaným údajů, které vstupují databáze. Vstupy jsou vypočítávány podle vztahů uvedených v [2].



Obr. 11: Editace databáze v prostředí ArcSWAT 2005

6.2.1 Název stanice, zeměpisná šířka a délka stanice, nadmořská výška stanice

Tyto údaje nejsou žádným způsobem vypočítávány. Informace o stanicích týkající se polohy jsou uváděny například na [8].

6.2.2 Počet let, pro které je databáze určena (RAIN_YRS)

Tento atribut určuje, z kolika let jsou data, vstupující do databáze, nasbírána. Respektive z kolika let, jsou nasbírána data o maximálním 30-ti minutovém úhrnu srážek. Minimální hodnota, kterou zde lze použít je 5 let a tuto hodnotu jsem zde také nechal.

6.2.3 Průměrná denní maximální teplota vzduchu (TMPMX)

Tato hodnota se počítá pro každý měsíc zvlášť, proto je v databázi celkem dvanáctkrát s jednotlivými indexy od 1 do 12. Výpočet této hodnoty se provádí součtem maximálních denních teplot vzduchu pro jednotlivý měsíc za všechny roky, ze kterých jsou data získána, a tento součet je vydělen počtem záznamů o maximální denní teplotě vzduchu. Vztah pro výpočet je tedy následující:

$$\mu mx_{mon} = \frac{\sum_{d=1}^{n} T_{mx,mon}}{\mathrm{N}}$$

Kde μmx_{mon} je průměrná denní maximální teplota vzduchu pro měsíc mon, $T_{mx,mon}$ je denní maximální teplota vzduchu za den d v měsíci mon a N je celkový počet dní v měsíci mon se záznamem o maximální denní teplotě vzduchu.

S údaji o denní maximální teplotě vzduchu nebyl problém, jelikož tato informace patří mezi běžné pozorované veličiny na stanicích ČHMÚ, tudíž jsem tyto údaje bez problémů získal z archivu.

6.2.4 Průměrná denní minimální teplota vzduchu (TMPMN)

Stejně jako předcházející údaj se tato hodnota počítá pro každý měsíc zvlášť. Výpočet je bezmála identický s výpočtem průměrné denní maximální teploty vzduchu. Ale oproti předcházejícímu výpočtu zde vstupují do součtu minimální denní teploty. Vztah pro výpočet je v tomto případě následující:

$$\mu mn_{mon} = \frac{\sum_{d=1}^{n} T_{mn,mon}}{\mathrm{N}}$$

Kde μmn_{mon} je průměrná denní minimální teplota vzduchu pro měsíc mon, $T_{mn,mon}$ je denní minimální teplota vzduchu za den d v měsíci mon a N je celkový počet dní v měsíci mon se záznamem o minimální denní teplotě vzduchu.

Rovněž tyto údaje jsou na stanicích ČHMÚ běžně zaznamenávány a tudíž je nebyl problém získat z archivu.

6.2.5 Směrodatná odchylka pro denní maximální teploty (TMPSTDMX)

Tento parametr určuje vzájemnou variabilitu hodnot denních maximálních teplot v měsíci. Logicky se stejně jako údaje o průměrné teplotě vzduchu počítá pro každý měsíce zvlášť. K výpočtu této veličiny se využívají vypočtené hodnoty průměrné denní maximální teploty vzduchu, pro jednotlivé měsíce, které se odečítají od jednotlivých záznamů denních maximálních teplot vzduchu.

$$\sigma mx_{mon} = \sqrt{\left[\frac{\sum_{d=1}^{n}(T_{mx,mon} - \mu mx_{mon})^2}{N-1}\right]}$$

Kde σmx_{mon} je směrodatná odchylka pro denní maximální teploty pro měsíc mon, $T_{mx,mon}$ je denní maximální teplota vzduchu za den d v měsíci mon, μmx_{mon} je průměrná denní maximální teplota vzduchu a N je celkový počet dní v měsíci mon se záznamem o maximální denní teplotě vzduchu.

K výpočtu této charakteristiky jsem využil údaje, které jsem použil již při výpočtu průměrné maximální teploty vzduchu a pak i samotnou průměrnou hodnotu.

6.2.6 Směrodatná odchylka pro denní minimální teploty (TMPSTDMN)

Stejně jako u průměrné denní minimální teploty vzduchu i zde je výpočet velice podobný výpočtu téže charakteristiky s maximálními teplotami. Rovněž zde nahrazujeme údaje o maximálních teplotách údaji o minimálních teplotách. Vztah pro výpočet pro tento fenomén je tedy následující:

$$\sigma mn_{mon} = \sqrt{\left[\frac{\sum_{d=1}^{n}(T_{mn,mon} - \mu mn_{mon})^2}{N-1}\right]}$$

Kde σmn_{mon} je směrodatná odchylka pro denní minimální teploty pro měsíc mon, $T_{mn,mon}$ je denní minimální teplota vzduchu za den d v měsíci mon, μmn_{mon} je průměrná denní minimální teplota vzduchu a N je celkový počet dní v měsíci mon se záznamem o minimální denní teplotě vzduchu.

Také zde jsem využil k výpočtu již dříve zmiňované údaje.

6.2.7 Průměrná měsíční hodnota srážek (PCPMM)

Tento parametr určuje průměrný úhrn srážek za jednotlivé měsíce. V mém případě, kdy jsem k editaci databáze využil pouze data z jednoho roku, se tento údaj v podstatě rovná celkovému měsíčnímu úhrnu srážek. Jednoduchý výpočet se provádí pomocí následujícího vztahu:

$$\overline{R_{mon}} = \frac{\sum_{d=1}^{n} R_{d,mon}}{yrs}$$

Kde $\overline{R_{mon}}$ je průměrná měsíční hodnota srážek za měsíc mon, $R_{d,mon}$ je hodnota srážek za den d v měsíci mon, N je počet záznamu s hodnotou srážek za měsíc mon a yrs je počet let použitých k výpočtu průměrné měsíční hodnoty srážek.

Jak jsem již uvedl výše, v mém případě je tento parametr totožný s celkovým úhrnem srážek za měsíc. Kvůli řešení některých dalších parametrů, ke kterým se dostanu v následujících kapitolách, jsem musel hodnoty srážek vypsat pro každý den samostatně a poté teprve sečíst.

6.2.8 Směrodatná odchylka pro denní úhr srážek (PCPSTD)

Směrodatná odchylka vypovídá o proměnlivosti hodnot denního úhrnu srážek v jednotlivých měsících. Počítá se obdobně jako směrodatná odchylka u denních teplot, přičemž do výpočtu se započítávají i dny bez srážek, tedy dny s úhrnem srážek 0 mm. Vztah pro výpočet je následující:

$$\sigma_{mon} = \sqrt{\left[\frac{\sum_{d=1}^{n}(R_{d,mon} - \overline{R_{mon}})^2}{N-1}\right]}$$

Kde σ_{mon} je směrodatná odchylka pro denní úhrn srážek, $R_{d,mon}$ je hodnota srážek za den d v měsíci mon, $\overline{R_{mon}}$ je průměrná měsíční hodnota srážek za měsíc mon a N je celkový počet dní v měsíci mon se záznamem o množství srážek.

Při výpočtu této charakteristiky jsem využil údaje o denním úhrnu srážek a průměrnou hodnotu počítanou výše.

6.2.9 Koeficient šikmosti pro denní úhrn srážek (PCPSKW)

Tato charakteristika určuje, jak jsou jednotlivé hodnoty denního úhrnu srážek rozmístěny kolem jejich průměrné hodnoty. Výpočet se provádí takto:

$$g_{mon} = \frac{N * \sum_{d=1}^{n}(R_{d,mon} - \overline{R_{mon}})^3}{(N-1)*(N-2)*(\sigma_{mon})^3}$$

Kde g_{mon} je koeficient šikmosti pro denní úhrn srážek, $R_{d,mon}$ je hodnota srážek za den d v měsíci mon, $\overline{R_{mon}}$ je průměrná měsíční hodnota srážek za měsíc mon, N je celkový počet dní v měsíci mon se záznamem o množství srážek a σ_{mon} je směrodatná odchylka pro denní úhrn srážek.

Všechny hodnoty vstupující do vztahu pro výpočet koeficientu šikmosti jsem měl k dispozici již z předešlých výpočtů, nebylo tedy třeba opisovat žádné nové údaje.

6.2.10 Pravděpodobnost mokrého dne následujícího po suchém dni (PR_W1)

Jak název napovídá, jde zde o určení pravděpodobnosti toho, že po dni s nulovým úhrnem srážek bude následovat den s úhrnem srážek větším než 0 mm. Rovněž tento parametr, jako většina atributů databáze, se počítá pro každý měsíc zvlášť. Hodnotu pravděpodobnosti získáme tím, že vydělíme počet těchto jevů celkovým počtem „suchých dní“ v měsíci.

$$P_i(\mathrm{W/D}) = \frac{Days_{\ w/d\ i}}{Days_{\ dry\ i}}$$

Kde $P_i(\mathrm{W/D})$ je pravděpodobnost mokrého dne následujícího po suchém dni, $Days_{\ w/d\ i}$ je počet mokrých dní následujících po suchém dni a $Days_{\ dry\ i}$ je celkový počet suchých dnů v měsíci.

K výpočtu tohoto parametru bylo zapotřebí spočítat, kolikrát v jednotlivých měsících nastala situace, kdy po dni bez srážek následoval den se srážkami. A také samozřejmě počet dní bez srážek.

6.2.11 Pravděpodobnost mokrého dne následujícího po mokrém dni (PR_W2)

Oproti předcházející pravděpodobnosti se zde počítá pravděpodobnost toho, že po dni s nenulovým úhrnem srážek bude následovat opět den s nenulovým úhrnem srážek. I tento parametr je počítám pro každý měsíc zvlášť a vztah pro výpočet je tento:

$$P_i(\mathrm{W/W}) = \frac{Days_{\ w/w\ i}}{Days_{\ wet\ i}}$$

Kde $P_i(\mathrm{W/W})$ je pravděpodobnost mokrého dne následujícího po mokrém dni, $Days_{\ w/w\ i}$ počet mokrých dní následujících po mokrém dni a $Days_{\ wet\ i}$ celkový počet mokrých dní v měsíci.

K výpočtu bylo nutné spočítat počet mokrých dní v jednotlivých měsících a počet případů, kdy tyto dny s nenulovým úhrnem srážek následovali po stejných dnech.

6.2.12 Průměrný počet mokrých dní v měsíci (PCPD)

Tento parametr určuje průměrný počet dní se srážkami v jednotlivých měsících z celého období pozorování. Jelikož jsem k vytvoření databáze použil údaje jen

z jednoho roku, je tento parametr totožný s počtem mokrých dní v jednotlivých měsících. Obecný vztah pro výpočet je následující:

$$\overline{D_{wet\ i}} = \frac{Days_{\ wet\ i}}{yrs}$$

Kde $\overline{D_{wet\ i}}$ je průměrný počet mokrých dní v měsíci i, $Days_{\ wet\ i}$ je počet mokrých dní v měsíci i a yrs je počet let, ze kterých údaje čerpáme.

6.2.13 Maximální 30-ti minutový úhrn srážek (RAINHHMX)

Tento parametr reprezentuje množství srážek spadlých během 30-ti minutového intervalu, přičemž se vybírá největší množství pro každý měsíc z celého období po doby záznamu do databáze. Správně by teda tento údaj měl být v databázi dvanáctkrát.

Musím říci, že spolu s množstvím slunečního záření je tento údaj v celku komplikovaný, jelikož se mi v rámci vymezeného území nepodařilo nalézt vhodnou alternativu tohoto fenoménu.

Jediné řešení, které mne v danou chvíli napadlo je, tuto hodnotu odhadnout z jednotlivých údajů o denním úhrnu srážek.

6.2.14 Průměrná denní hodnota slunečního záření (SOLARAV)

Průměrné množství slunečního záření (v jednotkách MJ/m^2) se počítá sečtením denních hodnot slunečního záření v daném měsíci a vydělením počtem dnů s tímto záznamem.

$$\mu rad_{\,mon} = \frac{\sum_{d=1}^{n} H_{day,mon}}{\mathrm{N}}$$

Kde $\mu rad_{\,mon}$ je průměrné denní množství slunečního záření pro měsíc mon, $H_{day,mon}$ je denní množství slunečního záření ze dne d a měsíce mon a N je počet dní v měsíci mon se záznamem o množství slunečního záření.

Problém s tímto parametrem je dán tím, že množství slunečního záření, konkrétně globálního záření, se provádí jen na některých stanicích ČHMÚ. Bohužel se toto měření neprování ani na jedné ze stanic, které jsem si k editaci zvolil. K dispozici jsem měl pouze údaje z doplňkové stanice v Ostravě – Porubě. Pro tuto pobočku mám vedený záznam o množství globálního záření pro každý den v roce 2008 a údaje z této

pobočky jsem taktéž využil pro výpočet průměrného denního množství slunečního záření na mnou zpracovávaných stanicích.

6.2.15 Průměrná denní teplota rosného bodu (DEWPT)

Tento parametr udává měsíční průměry teplot rosného bodu. Údaj je v databázi zapsán opět dvanáctkrát.

Teplota rosného bodu je teplota, při níž je vzduch maximálně nasycen vodními parami. Pokud teplota klesne pod teplotu rosného bodu, nastává kondenzace vodních par.[2]

Výpočet se provádí součtem teplot rosného bodu za jednotlivé dny v měsíci a poté vydělením počtem dní se záznamem o této teplotě.

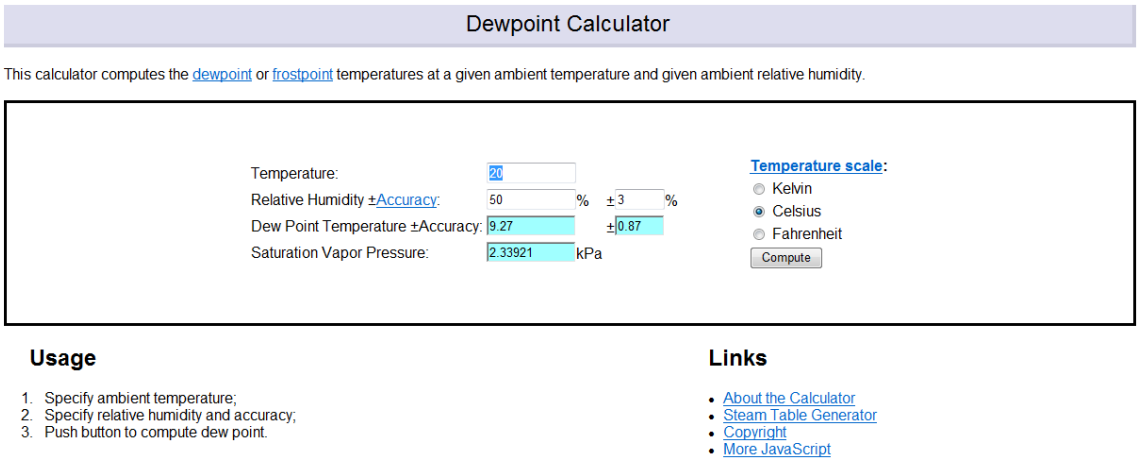
$$\mu dew_{mon} = \frac{\sum_{d=1}^{n} T_{dew,mon}}{\mathrm{N}}$$

Kde μdew_{mon} je průměrná teplota rosného bodu v měsíci mon $T_{dew,mon}$ je teplota rosného bodu pro den d v měsíci mon a N je počet dní v měsíci mon se záznamem o teplotě rosného bodu v měsíci mon.

Samotná teplota rosného bodu na stanicích ČHMÚ měřená není. Tento údaj se však dá buďto spočítat, nebo určit pomocí některých dostupných nástrojů.

K tomu, abych získat teplotu rosného bodu bylo zapotřebí získat některé jiné údaje a to konkrétně relativní vlhkosti vzduchu a průměrnou denní teplotu, z nichž se rosný bod počítá.

Nástrojů na výpočet rosného bodu je spousta z českých zdrojů mohu například vybrat stránky Českého hydrometeorologického ústavu [9]. Já jsem k určení rosného bodu využil poněkud přehlednější nástroj na zahraničních stránkách [11].



Obr. 12: Počítadlo teploty rosného bodu. Zdroj[11]

6.2.16 Průměrná denní rychlost větru (WNDAV)

Zde je počítán průměr denní rychlosti větru za jednotlivé měsíce. Vztah pro výpočet je následující:

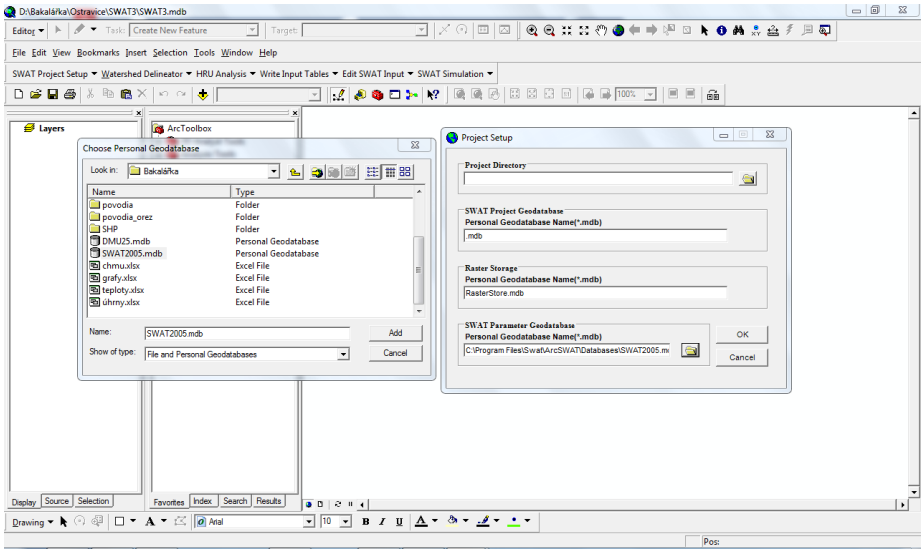
$$\mu wnd_{\,mon} = \frac{\sum_{d=1}^{n} \mu_{wnd\,,mon}}{\mathrm{N}}$$

Kde $\mu wnd_{\,mon}$ je průměrná denní rychlost větru v měsíci mon, $\mu_{wnd\,,mon}$ je průměrná rychlost větru za den d v měsíci mon a N je počet dní v měsíci mon s údajem o průměrné rychlosti větru.

Údaje o rychlosti větru jsou na pobočkách Českého hydrometeorologického běžně vedené, tudíž pro mě nebyl problém tyto informace z archivu získat.

7. Import databáze do prostředí ArcSWAT

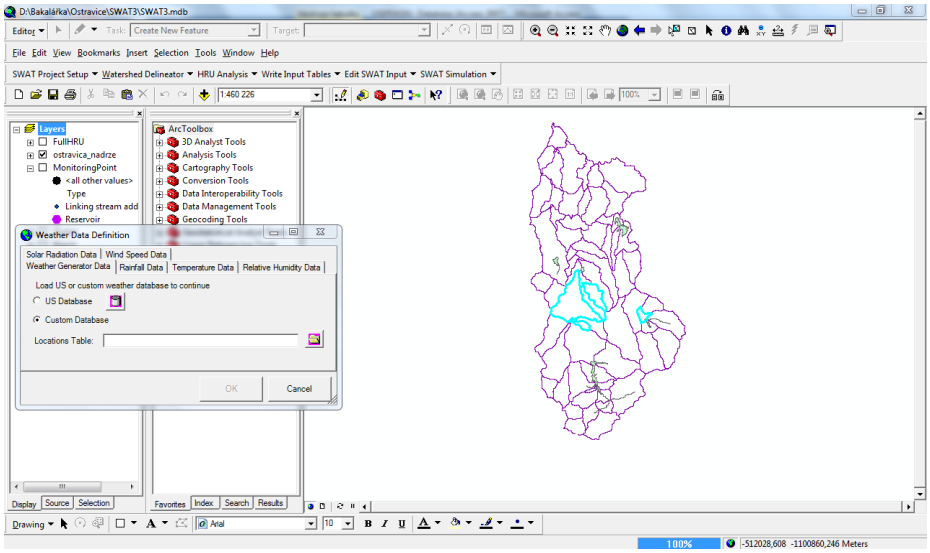
Zpracovanou databázi stanic, která je jednou ze součástí databáze obsahující všechny parametry vstupující do modelu „SWAT2005.mdb“ vkládáme do modelu již při jeho zakládání. Z průměrných měsíčních hodnot v této databázi model získává pomocí simulace jednotlivé denní údaje stavu počasí.



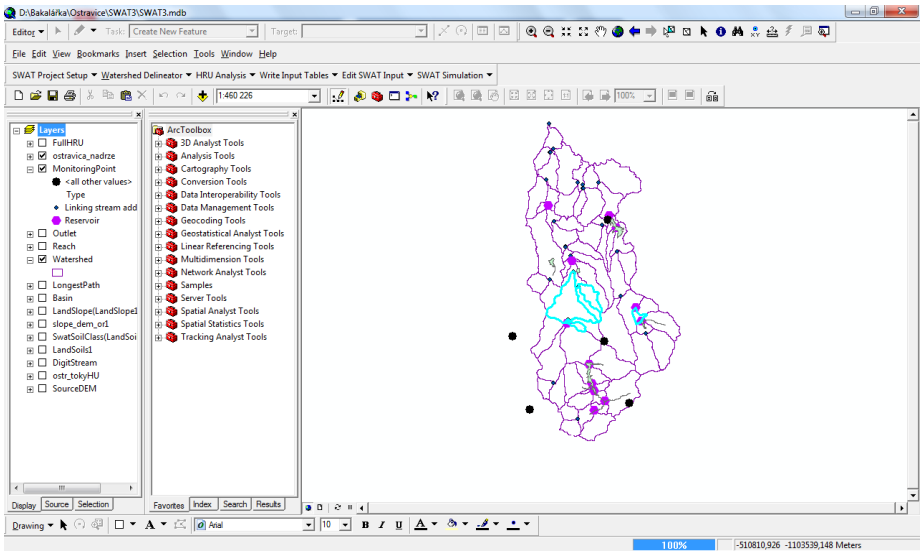
Obr. 13: Zakládání projektu v prostředí ArcSWAT 2005

Pokud však máme k dispozici přímo hodnoty denního měření můžeme tyto hodnoty přednostně do modelu vložit. Toho docílíme vytvořením jednoduchých tabulek ve formátu.dbf , takzvaných „location table“, které obsahují názvy stanic, jejich souřadnice a jednotlivé měřené denní údaje.

Po vložení těchto denních údajů by se nám měly vykreslit body jednotlivých meteorologických stanic, ze kterých jsme údaje čerpali.



Obr. 14: Vkládání „location table" s denními hodnotami



Obr. 15: Vykreslení staniční sítě

8. Závěr

Cílem práce bylo vytvořit databázi klimatologických stanic pro potřeby modelu SWAT, která bude sloužit k realizaci projektů v tomto modelu. Bohužel se nepodařilo obsáhnout původně zamýšlený rozsah této databáze z důvodu nedostupnosti k tak velkému množství dat. Tento problém jsem se snažil vynahradit výběrem údajů z vhodného časového období, které svými hodnotami jednotlivých meteorologických jeů příliš nevybočuje od hodnot dlouhodobého normálu z let 1961 až 1990. Při výběru stanic, ze kterých jsem údaje čerpal, jsem zohlednil použitelnost databáze, a tudíž jsem vybral stanice z oblasti Západních Beskyd.

Při tvorbě databáze a výpočtu vstupních charakteristik jsem se až na pár výjimek nesetkal s nějak závažnými problémy, tudíž očekávám, že výsledná databáze bude určitě přínosem. Výsledná hodnota výsledku mé práce bude zřetelná až při využití mé databáze v některém projektu v modelu SWAT.

9. Literatura

[1] NIETSCH, S.L., ARNOLD, J.G., KINIRY, J.R., WILLIAMS, J.R., (2005): Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation. Version 2005.Grassland, Soil and Water Research Laboratory, Agricultural Research Service 808 East Blackland Road, Temple Texas 76502, 494s.

[2] NIETSCH, S.L., ARNOLD, J.G., KINIRY, J.R., WILLIAMS, J.R., (2005): Soil and Water Assessment Tool Input/Output File Documentation. Version 2005.Grassland, Soil and Water Research Laboratory, Agricultural Research Service 808 East Blackland Road, Temple Texas 76502, 541s.

[3] ŠÍR, B. (2008): Modelování fluviální eroze a transportu sedimentů na vybraných povodích Moravskoslezských Beskyd. Diplomová práce. VŠB-TU Ostrava, 99 s.

[4] WINCHEL, M., SRINIVASAN, R., DI LUZIO, M., ANOLD, J., (2009): ArcSWAT 2.3.4 Interface For SWAT2005 User´s Guide, Grassland, Soil and Water Research Laboratory, Agricultural Research Service 808 East Blackland Road, Temple Texas 76502, 465s.

[5] BESKYDY. Beskydy - Vodstvo [online]. [cit. 2010-04-30]. Dostupné z WWW: <http://informace.beskydy.cz/content/clanek_tisk.aspx?clanekid=18309&lid=1>.

[6] CHKO Beskydy. Flóra [online]. [cit. 2010-04-30]. Dostupné z WWW: <http://www.beskydy.ochranaprirody.cz/index.php?cmd=page&id=123>.

[7] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV pobočka Ostrava. Oddělení meteorologie a klimatologie [online]. [cit. 2010-04-30]. Dostupné z WWW: <http://www.chmi.cz/OS/info.php?page=meteo/meteo.php>.

[8] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. Informace o klimatu [online]. [cit. 2010-04-30]. Dostupné z WWW: < http://www.chmu.cz/meteo/ok/infklim.html >.

[9] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. Přepočet relativní vlhkosti a teploty rosného bodu [online]. [cit. 2010-04-30]. Dostupné z WWW: <http://www.chmi.cz/meteo/olm/Let_met/RV_x_Td/RV_x_Td.htm>.

[10] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV pobočka Ostrava. Mapa staniční sítě [online]. [cit. 2010-04-30]. Dostupné z WWW: <http://www.chmi.cz/OS/meteo/stanice/MapyVelke/O_NETWORK_ALL_2009.jpg>.

[11] Dewpoint Calculator [online].[cit. 2010-04-30].
Dostupné z WWW: <http://www.decatur.de/javascript/dew/index.html>.

[12] Regionální Informační Servis. Přírodní podmínky v CHKO Beskydy [online].
[cit. 2010-04-30].
Dostupné z WWW: <http://www.risy.cz/Prirodni_podminky_beskydy_cz>.

[13] Official SWAT Web Site [online].[cit. 2010-04-30].
Dostupné z WWW: < http://swatmodel.tamu.edu/ >.

10. Seznam obrázků

Obr. 1: Archiv ČHMÚ v Ostravě Porubě *2*
Obr. 2: Logo modelu SWAT *3*
Obr. 3: Meteorologické stanice ČHMÚ pro editaci databáze *7*
Obr. 4: Mapa stanic ČHMÚ v působnosti pobočky Ostrava. Zdroj[10] *10*
Obr. 5: Profesionální meteorologická stanice Lysá hora. Zdroj[6] *11*
Obr. 6: Geomorfologické členění západních Beskyd *13*
Obr. 7: Roční úhrn srážek na vybraných stanicích ČHMÚ v roce 2008 ..... *15*
Obr. 8: Průměrná roční teplota na vybraných stanicích ČHMÚ v roce 2008 ..... *15*
Obr. 9: Vodstvo a hydrologie zájmové oblasti pro editaci databáze *17*
Obr. 10: Srovnání průměrného měsíčního úhrnu srážek s dlouhodobým normálem *19*
Obr. 11: Editace databáze v prostředí ArcSWAT 2005 ..... *22*
Obr. 12: Počítadlo teploty rosného bodu. Zdroj[11] *29*
Obr. 13: Zakládání projektu v prostředí ArcSWAT 2005 ..... *30*
Obr. 14: Vkládání „location table" s denními hodnotami *31*
Obr. 15: Vykreslení staniční sítě *31*