

Západočeská univerzita v Plzni

FAKULTA PEDAGOGICKÁ  
KATEDRA GEOGRAFIE

DIGITALIZACE A VERIFIKACE  
TOPOKLIMATICKÉ MAPY PLZNĚ A OKOLÍ  
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

*Martin Sühs*  
*obor Ekonomická a regionální geografie*  
*2008-2012*

Vedoucí práce: *RNDr. Jan Kopp, Ph.D.*

Plzeň, červenec 2012

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

Plzeň, 2. července 2012

.....  
vlastnoruční podpis

Děkuji panu RNDr. Janu Koppovi, Ph.D. za ochotu a vstřícnost při vedení bakalářské práce, za všechny odborné rady a připomínky.

**OBSAH**

1	ÚVOD .....	1
2	CÍLE PRÁCE .....	3
3	ROZBOR METODICKÉ LITERATURY A PODKLADOVÉ MAPY .....	4
3.1	ZÁKLADNÍ POJMY .....	4
3.1.1	Topoklima .....	4
3.1.2	System katabatického proudění.....	4
3.1.3	Klima měst .....	5
3.1.4	GIS.....	6
3.2	TOPOKLIMATICKÉ MAPOVÁNÍ.....	6
3.3	KLIMATICKÁ CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ.....	8
3.3.1	Quittova klasifikace .....	8
3.4	ROZBOR TOPOKLIMATICKÉ MAPY .....	9
3.4.1	Charakteristika mapy.....	9
3.4.2	Obsah Quittovy topoklimatická mapa Plzně a okolí.....	10
4	METODIKA .....	16
4.1	DIGITALIZACE MAPY .....	16
4.1.1	Práce s rastrem .....	16
4.1.2	GIS software .....	17
4.1.3	Georeferencování.....	17
4.1.4	Založení tematických vrstev .....	18
4.2	VERIFIKACE .....	20
4.2.1	Konstrukce mapy oslunění reliéfu .....	20
4.2.2	Terénní měření katabatického proudění.....	23
5	VÝSLEDKY .....	27
5.1	DIGITALIZE QUITTOVY TOPOKLIMATICKÉ MAPY PLZNĚ A OKOLÍ.....	27
5.2	STATISTICKÉ SROVNÁNÍ PLOCH OSLUNĚNÍ MEZI DIGITÁLNÍ TOPOKLIMATICKOU MAPOU A VLASTNÍ MAPOU VYJADŘUJÍCÍ MÍRU OSLUNĚNÍ .....	28
5.2.1	Test chí-kvadrát nezávislosti v kontingenční tabulce .....	28
5.3	TERÉNNÍ MĚŘENÍ KATABATICKÉHO PROUDĚNÍ V LOKALITĚ S PŘEDPOKLADEM K JEHO VZNIKU A POROVNÁNÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT SMĚRU PROUDĚNÍ S QUITTOVO MAPOU.....	29
6	ZÁVĚR.....	41
7	RESUMÉ .....	43
8	SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK .....	44
8.1	OBRÁZKY .....	44
8.2	GRAFY .....	44
8.3	TABULKY .....	45
9	ZDROJE .....	47
9.1	LITERATURA .....	47
9.2	INTERNETOVÉ ZDROJE .....	48
9.3	POUŽITÉ PROGRAMY .....	49
9.4	DATA PRO TVORBU MAP .....	49
10	PŘÍLOHY .....	50

## 1 ÚVOD

Tématem této práce je topoklimatická mapa na území města Plzně a přilehlého okolí. V této práci se budu zabývat digitalizováním naskenovaného mapového díla a verifikací vybraných parametrů této mapy.

Mapovým podkladem je topoklimatická mapa Plzně a okolí v měřítku 1 : 25 000 (Quitt, 1994), jejímž autorem je představitel české topoklimatologie Evžen Quitt. Jeho jméno je spjato s Geografickým ústavem ČSAV v Brně, který se od 50. let 20. století zabýval studii topoklimatu v souvislosti s projektováním staveb. Topoklima je typ klimatu, které se utváří pod vlivem georeliéfu, jeho aktivního povrchu a spolupůsobení antropogenních vlivů (M. Vysoudil, 1997). Při formování topoklimatu má proto klíčovou úlohu georeliéf a jeho morfometrické parametry, které právě spolu s jeho aktivním povrchem ovlivňují komponenty radiační a energetické bilance a tak intenzitu transportu tepla pod aktivní povrch a do přízemní atmosféry. Georeliéf modifikuje teplotně vlhkostní poměry přízemní vrstvy atmosféry a zásadně i formy místní cirkulace (Mičietová, Pavličko, Vysoudil, 2001). V pojetí některých autorů je synonymem místního podnebí. Možnosti topoklimatického mapování do značné míry ovlivnil rozvoj informačních technologií. V kontextu s dnešní dobou se topoklimatické (někdy také mezoklimatické) mapování často využívá k vyhodnocování vlivů na životní prostředí – EIA (Environmental Impact Assessment). Stavby pozemních komunikací výrazně zasahují do morfologie terénu a také nepřímo ovlivňují chemické vlastnosti spodní části mezní vrstvy atmosféry (Plánka, 2005). Topoklimatologie zasahuje do vědních oborů jako je např. krajinné ekologie, enviromentální geografie či geoekologie.

Hlavním podnětem pro tvorbu práce je možnost využití geografických informačních systémů za účelem zpracování a zpřístupnění historického dokumentu. V době, kdy mapa vznikla, nebyly ještě veřejně přístupné technologické možnosti, jaké nabízí dnešní 21. století. Moderní informační systémy zabezpečují přenos, zpracování a uchování dat za účelem tvorby prezentace informací pro potřeby uživatelů (Klimeš 2004). Nespornou výhodou je možnost nabídnutí digitální kopie pomocí sítě Internet široké veřejnosti na rozdíl od problémů, které logicky plynou se zapůjčováním originálního

dokumentu, jako je jeho omezené množství a znehodnocování. Digitální data budou po přijetí práce nabídnuta Správě informačních technologií města Plzně.

## 2 CÍLE PRÁCE

Tato bakalářské práce má dva hlavní cíle. Prvním je konstrukce digitálního modelu topoklimatické mapy Plzně a okolí z naskenovaného mapového díla od E. Quitta za využití geografických informačních systémů (dále jen GIS). Důraz je kladen na přesnost zakreslení linií či polygonů topoklimatických charakteristik, přiřazení atributů, návrh metadat a zobrazení v souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK), který je v civilním sektoru pro území České republiky nejpoužívanější. Druhým cílem je verifikace vybraných parametrů mapy probíhající v následujících krocích. Prvním bodem bude zkonstruování digitálního modelu, vyjadřující míru oslunění reliéfu v zájmové oblasti Plzně a okolí. Dále následuje získání terénních dat měřením katabatického stékání chladného vzduchu ve vybrané lokalitě. Ověřovány budou předem stanovené hypotézy. Výsledky budou porovnávány s topoklimatickou mapou a následně vyhodnoceny. Cíle práce jsou tedy následující:

- Digitalizace Quittovy topoklimatické mapy v prostředí GIS
- Konstrukce vlastní mapy míry oslunění georeliéfu
- Statistické srovnání ploch oslunění mezi digitální topoklimatickou mapou a vlastní mapou vyjadřující míru oslunění
- Terénní měření katabatického proudění v lokalitě s předpokladem k jeho vzniku
- Porovnání naměřených hodnot směru proudění s Quittovo topoklimatickou mapou

### **3 ROZBOR METODICKÉ LITERATURY A PODKLADOVÉ MAPY**

#### **3.1 ZÁKLADNÍ POJMY**

##### **3.1.1 TOPOKLIMA**

Termín topoklima navrhl C. W. Thornthwaite (1953). Tento pojem je definován jako podnebí, na jehož vzniku má rozhodující podíl členitost reliéfu. Morfografie zemského povrchu vtiskuje specifické vlastnosti, jejichž vertikální a horizontální rozsah závisí na velikosti a utváření tvarů reliéfu. Topoklima tak má neurčité prostorové vymezení, stejně tak jako své postavení mezi ostatními typy klimatu v soustavě členění podnebí (Sobíšek, 1993). V této definici je však kromě vlivu georeliéfu opomíjen antropogenní faktor, který se také podílí na formování topoklimatu. Topoklima tedy definujeme jako klima, které se utváří pod bezprostředním vlivem georeliéfu, jeho aktivního povrchu a spolupůsobení antropogenních vlivů. Předpokladem pro nejvýraznější projevy topoklimatu je radiační typ počasí. (Vysoudil, 2000). Vymezení studia topoklimatu není tak problematické jako kvantifikace jeho měřítka (rozměru). Obecně lze topoklima považovat za specifickou klimatickou kategorii (Vysoudil, 2000). Prošek a Rein (1982) definují topoklima jako typ místního klimatu, který je formován převážně pod vlivem reliéfu. Sobíšek (1993) mimo jiné uvádí, že v odborné literatuře není vztah místního podnebí k mezoklimatu a topoklimatu jednoznačně stanoven. Vysoudil (2000) v návaznosti na výše popsanou definici zařazuje tuto klimatickou kategorii mezi místní klima a mezoklima.

##### **3.1.2 SYSTÉM KATABATICKÉHO PROUDĚNÍ**

Vlivem ochlazování přízemních vrstev vzduchu při nočním vyzařování za klidného a jasného počasí má chladnější a tím i hustší vzduch na svazích snahu stékat do údolí. Intenzita tohoto proudění, tj. vertikální rozsah a rychlost, závisí nejen na sklonu, ale i délce svahu, tepelných vlastnostech povrchu a jeho aerodynamické drsnosti. Vertikální mohutnost katabatického proudu je obvykle mělká a nepřesahuje 150 m, maximální rychlosti asi v jedné pětině této výšky od svahu se pohybují mezi 1 m/s až 3 m/s. Časově je katabatické proudění omezeno dobou intenzivního vyzařování. Vzniká navečer nebo



v noci, a to velmi náhle, během několika minut a končí pozvolna v době východu Slunce (Koldovský, Kopáček, 1981).

### 3.1.3 KLIMA MĚST

S růstem urbanizované populace stále stoupá význam a využití meteorologických služeb. Ty zajišťují data sloužící k detailním předpovědím, dále nacházejí uplatnění spojené např. s plánováním městské zástavby, úsporou energie, dopravou, kontrolou kvality ovzduší, vodním hospodářstvím, krajinným inženýrstvím aj. V urbanizovaných oblastech dochází ke specifickému formování klimatických charakteristik. Prostředí městské zástavby jako typ aktivního povrchu vykazuje rozdílné vlastnosti ve srovnání s okolní krajinou. Právě převládající typ aktivního povrchu a jeho geometrie je hlavní faktor způsobující rozdíly mezi klimatem měst a jeho okolí. (Oke, 2006)

Aktivní povrch je ve městě několikanásobně větší než ve volné krajině. Pro klima měst je na rozdíl od venkovských sídel či od volné krajiny

charakteristická:

- nižší průměrná rychlost větru
- vyšší denní i roční průměrná teplota vzduch
- nižší poměrná vlhkost vzduchu
- snížená dohlednost
- vyšší hodnota znečištění vzduchu v důsledku vyšších emisí látek znečišťujících ovzduší
- snížená hodnota slunečního záření
- vyšší hodnota oblačnosti (především kupovité, př. Cumulus industrialis- „průmyslová kupa“)
- vyšší hodnota srážkových úhrnů (pro oblasti mimo město po směru proudění větru)
- vyšší frekvence mlh - až 100x oproti volné krajině (Vysoudil, 2000)

### 3.1.4 GIS

Geografický informační systém je charakterizován jako funkční celek vytvořený integrací technických a programových prostředků, dat, pracovních postupů, obsluhy, uživatelů a organizačního kontextu, zaměřený na sběr, ukládání, správu, analýzu, syntézu a prezentaci prostorových dat pro potřeby popisu, analýzy, modelování a simulace okolního světa s cílem získat nové informace potřebné pro racionální správu a využívání tohoto světa (Terminologický slovník zeměměřičství a katastru nemovitostí, 2012). Geografické informační systémy lze chápat ve třech rovinách:

- GIS jako software – GIS je soubor programů pro správu a analýzu prostorových dat,
- GIS jako aplikace – GIS je informační systém geografického typu, který je součástí řízení určité organizační jednotky (Krajský úřad, Správy Národních Parků atd.),
- GIS jako technologie nebo jako nová vědní disciplína (řešení úloh základního i aplikovaného výzkumu přírodních, technických i společenských věd speciálními metodami odvozeným v rámci nové vědní disciplíny GIS) – GIS je systém hardwarových a softwarových prostředků pro řešení obecných vědeckých problémů (Voženílek, 1998).

## 3.2 TOPOKLIMATICKÉ MAPOVÁNÍ

Topoklimatické mapy, jež jsou nedílnou součástí studia topoklimatologie, umožňují zobrazení většiny procesů jak v přízemní a spodní části mezní vrstvy atmosféry tak i na aktivním povrchu. Na území České republiky se od druhé poloviny 20. století topoklimatickým pozorováním a mapováním zabýval především Geografický ústav v Brně. Činnost ústavu byla spjata s plánováním velkých staveb v krajině. Při výzkumech a konstrukci topoklimatických map bylo stěžejní kvantifikování vlivů různých typů aktivního povrchu a forem georeliéfu na procesy vznikající v přízemní a mezní vrstvě atmosféry. Dále se soustředila pozornost také na rozptyl příměsí, které znečišťují atmosféru, při různých povětrnostních situacích. Právě důkladná znalost těchto procesů je nutná, např. při vyhodnocování možného imisního zatížení území. Kromě posuzování kvality ovzduší nabízí topoklimatické mapy dále také cenné informace např. při studiu

geomorfologických procesů (např. svahových, které podmiňují jejich deformaci ústící v řízení skalních tvarů), celkového životního prostředí, městského klimatu, regionálního plánování či krajinné ekologii. Důležitým zdrojem geografických informací využitelných při konstruování topoklimatických map jsou v dnešní době satelitní data z umělých družic Země určených pro výzkum krajinné sféry jako např. Landsat či SPOT (Vysoudil, 2000). Vertikální členitost georeliéfu má největší vliv na prostorovou diferenciaci topoklimatu. Důležitou složkou topoklimatických map je také výškopis. Vzhledem k dynamičnosti procesů v přízemní vrstvě atmosféry je vhodné mapovat topoklima ve 3 úrovních podle typu počasí:

- 1) radiační typ počasí ve dne - pozitivní energetická bilance
- 2) radiační typ počasí v noci - negativní energetická bilance
- 3) advektivní typ počasí

Při radiačním počasí jsou významné zejména anabatické a katabatické proudy. Naopak při advektivním počasí hrají roli převládající směry proudění větru (závětrné a návětrné strany). (Plánka, 2007). Podle autorů Mičietová, Pavličko, Vysoudil (Geoinfo, 9/2001) vychází modelování topoklimatu v prostředí GIS ze 3 základních propozic:

- vyjádření prostorové diferenciaci hodnot časové a úhlové dynamiky ozáření georeliéfu a hodnot teoretického příkonu přímého slunečního záření na jednotku plochy v čase,
- vyjádření prostorové diferenciaci hodnot relativních klimatologických charakteristik,
- vyhodnocení charakteru aktivního povrchu

Článek se dále zabývá metodikou tvorby digitálních tematických vrstev klimatických oblastí, míry ozáření reliéfu a krajinného krytu. Kombinací dílčích vrstev bylo dosaženo konstrukce digitální topoklimatické mapy zájmového území. Při tvorbě topoklimatické mapy se upřednostňuje prostorová lokalizace většiny jevů namísto jejich kvantifikace. Výhodou využití geoinformačních technologií při konstrukci mapy je možnost vytvářet kvalitní kartografické výstupy a časová úspornost.

### 3.3 KLIMATICKÁ CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Makroklimatická charakteristika je nedílnou součástí topoklimatického výzkumu. Zařazení do hierarchicky vyššího klimatického měřítko slouží k pochopení obecných klimatických poměrů na zájmovém území. Makroklima nabývá následujících rozměrů – horizontální rozměr  $2 \times 10^5$  až  $5 \times 10^7$  m, vertikální rozměr  $10^0$  až  $10^5$  m. Délka trvání meteorologického jevu je  $10^5$  až  $10^6$  s. (Yoshin, 1961, In Vysoudil, 1991)

#### 3.3.1 QUITTOVA KLASIFIKACE

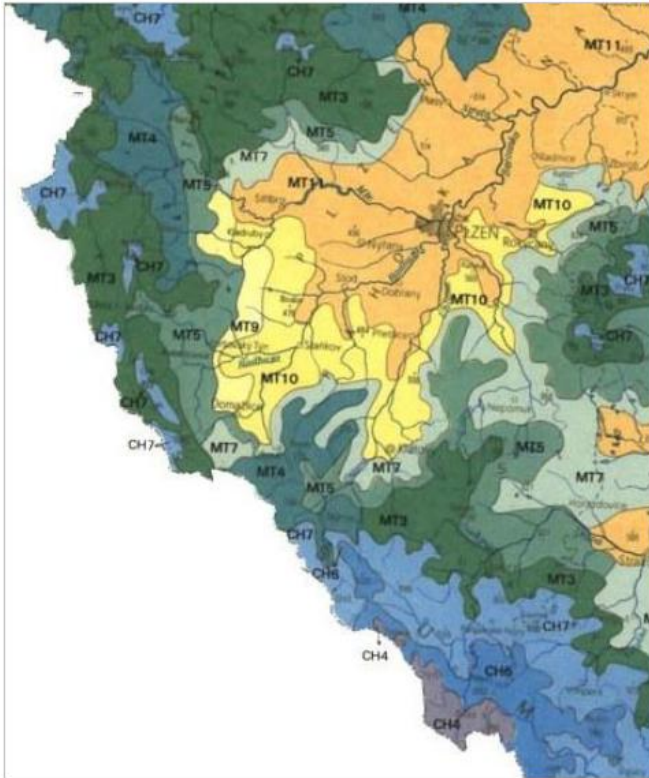
Quittova klasifikace klimatu se řadí do skupin konvečních klasifikací. Při konvenční klasifikaci vycházíme z hodnocení projevů klimatických poměrů. Na rozdíl od genetické klasifikace, která třídí klima na základě podmínek jeho vzniku (Kopp, Suda, 2003). Quitt (1971) vymezuje 3 základní oblasti – teplá (T), mírně teplá (MT) a chladná (CH). Tyto oblasti jsou dále děleny na základě 14 specifických klimatologických charakteristik na celkem 23 jednotek (viz tabulka č. 1). Analýzou mapy vyjadřující tuto klasifikaci v Atlasu podnebí Česka (Tolasz, R., a kol., 2007) bylo zjištěno, že území města Plzně a jeho přilehlého okolí spadá do mírně teplé oblasti MT11 (viz obrázek č. 1). Pro tuto podoblast je charakteristické dlouhé, teplé, suché léto, mírně teplé jaro a podzim. Zima je mírná, suchá a krátká.

Tab. č. 1 Charakteristika podoblasti MT11

Sledovaný jev	MT11
Počet letních dní	40-50
Počet dní s prům. tepl. 10 a více	140-160
Počet dní s mrazem	110-130
Počet ledových dní	30-40
Průměrná lednová teplota	-2 – -3
Průměrná červencová teplota	17-18
Průměrná dubnová teplota	7-8
Průměrná říjnová teplota	7-8
Prům. počet dní se sráž. 1 mm a více	90-110
Suma srážek ve vegetačním období	350-400
Suma srážek v zimním období	200-250
Počet dní se sněhovou pokrývkou	50-60
Počet zatažených dní	120-150
Počet jasných dní	40-50

(Tolasz a kol., 2007)

Obr. č. 1 Klimatické oblasti Česka – výřez (dle Quitta, 1971)



(Atlas podnebí Česka, 2007)

### 3.4 ROZBOR TOPOKLIMATICKÉ MAPY

#### 3.4.1 CHARAKTERISTIKA MAPY

Obsah topoklimatické mapy vyjadřuje změny ve spodní a přízemní části mezní vrstvy atmosféry. Quittovo dílo vyčleňuje obecné topoklimatické kategorie jakou jsou např. klima pahorkatin, které úzce souvisejí s morfografickými a morfometrickými typy georeliéfu. Dále jsou v mapě zakresleny nižších topoklimatických kategorií, kam řadíme plochy vyjadřující míru ozáření, inverzní polohy, proudění vzduchu, plochy s různým typem aktivního povrchu aj. Tyto jevy, které v krajině nastávají, jsou způsobovány řadou fyzickogeografických a socioekonomických faktorů. Podle Netopila (2000) lze soubor poznatků, které topoklimatické mapy obsahují, shrnout do obecně těchto okruhů:

- míra oslunění libovolné plochy ve zvolené části roku,

- vymezení poloh s předpokládaným častějším výskytem teplotních inverzí a kondenzačních jevů,
- vymezení poloh s možností vzniku katabatických procesů,
- lokalizace oblastí s možností zvýšeného (sníženého) provětrávání
- vymezení ploch se specifickým charakterem topoklimatu vzhledem k povaze aktivního povrchu

### **3.4.2 OBSAH QUITTOVY TOPOKLIMATICKÁ MAPA PLZNĚ A OKOLÍ**

Mapa je rozdělena na 2 části:

1. Topoklima dominující ve spodní části mezní vrstvy ovzduší
2. Nejvýraznější procesy v přízemní části mezní vrstvy ovzduší ovlivňující rozptyl a distribuci atmosférických příměsí

#### **1) TOPOKLIMA DOMINUJÍCÍ VE SPODNÍ ČÁSTI MEZNÍ VRSTVY OVZDUŠÍ**

Tato část obsahuje celkem 11 typů georeliéfu.

- I. Klima rovin
- II. Klima pahorkatin
- III. Klima vrchovin
- IV. Klima hornatin
- V. Klima malých plochých konkávních forem reliéfu
- VI. Klima hlubších konkávních forem reliéfu
- VII. Klima středně velkých plochých konkávních forem reliéfu
- VIII. Klima středně velkých hlubokých konkávních forem reliéfu
- IX. Klima středně velkých velmi hlubokých konkávních forem reliéfu
- X. Klima rozlehlých hlubších konkávních forem reliéfu
- XI. Klima rozlehlých velmi hlubokých konkávních forem reliéfu

K těmto typům reliéfu jsou přiděleny následující charakteristiky:

- A. Termické příčiny turbulence
- B. Dynamické příčiny turbulence
- C. Velikost a délka trvání vírového proudění
- D. Variabilita vektoru větru s výškou
- E. Možnosti konfluence a difluence proudnic
- F. Možnosti rozptylu atmosférických příměsí
- G. Četnost teplotních inverzí
- H. Délka trvání teplotních inverzí
- I. Intenzita teplotních inverzí

Hodnocené v závislosti na intenzitě daného jevu A-I:

- 1 – chybí, nepatrná, silně snižená
- 2 – slabé, nízká, snižená
- 3 – střední, normální
- 4 – silné, vysoká, zvýšená
- 5 – velmi silné, velmi vysoká, silně zvýšená

Tab. č. 2 Quittova klasifikace typů reliéfu dle intenzity vybraných jevů

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>
<b>I</b>	1	1	1	1	1	5	1	1	1
<b>II</b>	2	2	2	2	2	4-5	1-2	1-2	1-2
<b>III</b>	3	3	3	3	4	3-5	1-3	1-2	1-2
<b>IV</b>	4	4	4	4	5	2-5	1-4	1-3	1-3
<b>V</b>	2	2	2-3	2	2	3	2-3	2	2
<b>VI</b>	1-2	1-2	2	3	3	2	4	3	3
<b>VII</b>	2	2-3	2-3	1-2	1-2	4	2	2	2
<b>VIII</b>	1-2	2	2	2-3	2-3	2-3	3	4	4
<b>IX</b>	1	1-2	1	4	3-4	1	4	5	5
<b>X</b>	1-2	1-2	1-2	3	3	2	3	4	4
<b>XI</b>	1	1-2	1	3-4	4	2	4	5	5

(dle Quitta, 1994)

## **2) NEJVÝRAZNĚJŠÍ PROCESY V PŘÍZEMNÍ ČÁSTI MEZNÍ VRSTVY OVZDUŠÍ OVLIVŇUJÍCÍ ROZPTYL A DISTRIBUCI ATMOSFÉRICKÝCH PŘÍMĚSÍ**

Tato část je dále dělena na 3 podčásti v závislosti na charakteru počasí – radiční typ počasí ve dne, radiční typ počasí v noci a advektivní počasí.

### **A. Radiační typ počasí ve dne**

I. Plochy méně osluněné (v lednu i ročním průměru 96 % a méně slunečního záření v porovnání s vodorovnou rovinou). Výrazně snížená teplotní maxima. Za předpokladu vhodných teplotních kontrastů vznik mikroadvektivní cirkulace. Trvání konvektivní teplotní stratifikace nepřevyší v průměru 475 hodin. Délka trvání sněhové pokrývky vyšší o více než 20 %.

II. Plochy dobře osluněné (v lednu 121 až 150% a v ročním průměru 111 až 120 % slunečního záření v porovnání s rovinou). Vyšší teplotní maxima podporují vznik anabatického mikrokonvektivního přemísťování vzduchu. Konvektivní teplotní stratifikace trvá v průměru ročně 565 hodin a více. Při východní expozici za výraznějších jarních mrazíků a jasného počasí zvýšená možnost poškození rostlinných pletiv. Trvání sněhové pokrývky kratší o více než 20%, v jehličnatých porostech o více než 10 %.



III. Plochy velmi dobře osluněné (v lednu nad 150 % a v ročním průměru nad 120 % slunečního záření v porovnání s vodorovnou rovinou). Výrazně zvýšená teplotní maxima podporující vznik mohutnější anabatické cirkulace. Konvektivní teplotní stratifikace trvá v průměru ročně 620 hodin a více. Při východní expozici častá poškození rostlinných pletiv na jaře. Sněhová pokrývka je kratší o více než 30 %, v jehličnatých porostech o více než 20 %.

IV. Malé normálně osluněné mělké vodní plochy s mírně sníženými teplotními maximy zejména v létě a na jaře. Konvektivní teplotní stratifikace ovlivněna bezvýznamně, možnost podpory mikroadvektivní cirkulace.

V. Rozlehlé normálně osluněné mělké vodní plochy s výrazně sníženými teplotními maximy v létě a na jaře. Trvání konvektivní (labilní) teplotní stratifikace za rok v průměru 450 hodin. Výrazná podpora mikroadvektivní cirkulace.

VI. Plochy normálně osluněné, vzhledem k urbanizovanému aktivnímu povrchu s vyššími průměrnými teplotami až o 0,5°C, teplotní maxima až o 1,5°C a četnosti konvektivní teplotní stratifikace za rok v průměru kolem 540 hodin. Trvání sněhové pokrývky kratší o 20 % a více, relativní vlhkost vzduchu snížena o 15 % a více.

VII. Plochy urbanizované hustou a vícepodlažní zástavbou s nedostatkem zeleně a bez možnosti navázání mikroadvektivní cirkulace na zelené plochy v okolí. Průměrné teploty vyšší až o 2 – 3 °C, výrazně zvýšená četnost konvektivní teplotní stratifikace. Sněhová pokrývka je kratší o 30 – 50 %, relativní vlhkost vzduchu nižší o 25 % a více.

## B. Radiační typ počasí v noci

I. Katabatické stékání významnějších objemů chladného vzduchu ze svahů s předpokladem k přenosu atmosférických příměsí a pachů do níže položených míst. V údolních polohách vedou tyto mikroadvektivní přesuny chladného vzduchu k vytváření slabých až velmi slabých občasných teplotních inverzí.

II. Velmi výrazné katabatické stékání velkých objemů chladného vzduchu ze svahů s intenzivním přenosem atmosférických příměsí a pachů do níže položených míst.

V údolních polohách vedou k vytváření slabých až středně intenzivních, občasných až četných teplotních inverzí.

III. Mohutné katabatické procesy podporované charakterem aktivního povrchu a velkou rozlohou sběrné oblasti chladného vzduchu. V údolních polohách vedou k vytváření středně silných až silných velmi četných inverzí.

IV. Trajektorie soustředného mikroadvektivního přenosu nahromaděných a případně znečištěných chladných vzduchových mas.

V. Trajektorie velmi intenzivního soustředného mikroadvektivního přesunu nahromaděných a případně znečištěných chladných vzduchových hmot.

VI. Plochy s výraznými předpoklady k častému vytváření teplé svahové zóny a tudíž vyššími minimálními teplotami v přízemní vrstvě vzduchu.

VII. Teplotní inverze vertikálně málo mocné (ve středu údolí několik metrů nad aktivním povrchem) s málo výraznými až výraznými teplotními rozdíly proti volnému terénu (mírně podnormální minimální teploty v chladné části roku až do směrodatné odchylky 0,3, velmi stabilní teplotní zvrstvení s vertikálním teplotním gradientem do 0,3°C na 100 m 2405 hodin za rok). Možné mírné občasně zvýšení koncentrací atmosférických příměsí.

VIII. Teplotní inverze vertikálně málo mocné s výraznými teplotními rozdíly proti volnému terénu (mírně podnormální minimální teploty v chladné části roku se směrodatnou odchylkou 0,31 až 0,6, velmi stabilní teplotní zvrstvení s vertikálním teplotním gradientem do 0,3 °C na 100 m kolem 2405 hodin). Mírné občasně zvýšení koncentrací atmosférických příměsí. Trvání sněhové pokrývky vyšší o více než 10 %.

IX. Teplotní inverze vertikálně mocné zasahující kolem třetiny údolního profilu s výraznými teplotními rozdíly proti volnému terénu (mírně podnormální minimální teploty v chladné části roku se směrodatnou odchylkou 0,61 až 0,9, velmi stabilní zvrstvení s vertikálním teplotním gradientem do 0,3°C na 100 m kolem 1105 hodin za rok). Možné výrazné a časté zvýšení koncentrací atmosférických příměsí, trvání sněhové pokrývky vyšší o více než 15 %.

X. Teplotní inverze vertikálně velmi mocné zasahující více než třetinu údolního profilu s výraznými teplotními rozdíly proti volnému terénu (podnormální minimální teploty v chladné části roku se směrodatnou odchylkou 0,91 °C až 1,2, velmi stabilní teplotní zvrstvení s vertikálním teplotním gradientem do 0,3 °C na 100 m 2625 hodin a více). Možné výrazné a často vícedenní zvýšení koncentrací atmosférických příměsí, trvání sněhové pokrývky delší o více než 20 %.

XI. Zvýšená hodnota zejména absolutní vlhkosti vzduchu způsobená charakterem aktivního povrchu a zvodněním podpovrchových vrstev. Předpoklady ke zvýšené četnosti mlh o 20 %.

### C. Advektivní typ počasí

I. Polohy se silně zvýšenou četností bezvětří (přes 30 % případů) s velmi slabým provětráváním (ukazatel de 15,1 až 30) a tím malým rozptylem atmosférických příměsí.

II. Polohy se středním efektivním provětráváním (ukazatel de 90,1 až 120)

III. Polohy se silným efektivním provětráváním (ukazatel de 120,1 a vyšší). V chladné klimatické oblasti a při zatížení fytotoxickými imisemi zvýšené předpoklady k vymrzání lesních porostů.

IV. Výrazné usměrnění až konfluence proudnic při hlavním převládajícím směru větru z WSW (247,2°, roční průměrná četnost celého kvadrantu 31,3 %).

V. Výrazné usměrnění až konfluence proudnic při druhém převládajícím směru větru z NE (47,9°, roční průměrná četnost celého kvadrantu 18,6 %).

(Quitt, 1994)

## 4 METODIKA

### 4.1 DIGITALIZACE MAPY

Primárním zdrojem je papírová topoklimatická mapa, převedená z analogové formy do digitální. Toho bylo docíleno metodou skenování, kdy výsledným podkladem je sada 20 mapových listů ve formátu JPEG o rozlišení 150 DPI (dots per inch = počet pixelů na jeden palec). Jednotlivé rastry nesou označení T01, T02, T12, T22, T31, T32, T41, T42, T51, T52, T61, T62, T71, T72, T81, T82, T91 a T92. Prvních 8 rastrů v rozmezí v T01 až T32 tvoří obsah a vysvětlivky k daným topoklimatickým charakteristikám mapy a posloužily tak především při rozboru mapy (viz kapitola 3.4.2.). Samotné mapové dílo je rozděleno na 6 mapových listů. Při skenování byl každý list dále rozdělen na 2 části (severní část map. listu dostává označení TX1, jižní TX2). Těchto získaných 12 rastrů slouží jako sekundární zdroj této práce a dále bude popsán proces jejich digitalizace s využitím GIS.

#### 4.1.1 PRÁCE S RASTREM

Jak již bylo výše popsáno, každý list mapového díla je tvořen 2 částmi. Tyto dvojice nad sebou orientovaných snímků obsahují určité procento plochy, vyskytující se na obou snímcích (viz obrázek č. 2). Hranice těchto duplicitních ploch se u každého mapového listu liší. Plocha překryvu se vyskytuje nejen u vertikálně orientovaných (např. T41, T42), ale také u horizontálně sousedících snímků (např. T41, T51). Snímky obsahují za hranicemi mapového pole, odděleného mapovým rámem, také bílé plochy. Tyto plochy, které u severněji orientovaných snímků nesou informace o typu mapy, měřítku a číslování (část 1-6), se hodnotí k následné digitalizaci jako nadbytečné. Odstranění těchto ploch bez mapové kresby a ploch překryvu a následné spojení takto ořezaných rastrů v jeden snímek pokrývající celé zájmové území je hlavním úkolem při úpravách rastrů. K tomuto účelu byly použity grafické editory Adobe Photoshop 5.5 a IrfanView v4.33. Oba tyto softwary umožňují svým uživatelům rozsáhlé funkce pro úpravy bitmapové grafiky. Některé z naskenovaných listů bylo nejprve třeba lehce otočit pomocí nástroje „Obraz – Otočit“ do polohy, aby hrany rámu byly ve vodorovné, popřípadě svislé pozici. Po vyrovnání snímku do roviny následovalo vybrání samotného mapového obrazu (po dělicí

čáru mezi nad sebou orientovanými listy) od zbytku snímku za pomoci funkce „Obdélníkový výběr“ a následné oříznutí nástrojem „Obraz – Oříznout“. Takto upravené mapové listy byly načteny v programu IrfanView, který umožňuje pomocí nástroje „Vytvořit panoramatický obrázek“ spojování snímků v horizontálním (přidává obrázek vpravo od předchozího) i vertikálním (přidává obrázek pod předchozí) směru. Po potvrzení vznikne jeden spojitý obraz zájmového území, který následně poslouží k samotné digitalizaci díla. Sloučení mapových listů do jednoho celistvého je zvoleno z důvodu usnadnění následné práce v GIS, jelikož není zapotřebí snímky samostatně georeferencovat a vektorizovat.

Obr. č. 2 Zvýrazněná plocha překryvu mezi snímky T71 a T72



(vlastní zpracování v IrfanView)

#### 4.1.2 GIS SOFTWARE

Pro zpracování digitálního modelu mapy byl použit software ArcView 9.3 od firmy ESRI. ArcView je první ze tří funkčních úrovní řady ArcGIS Desktop. Tvoří jej sada aplikací ArcMap, ArcCatalog, ArcScene, ArcGlobe, ModelBuilder a okno ArcToolbox. ArcView je nástroj pro tvorbu map, zpráv a získávání informací z prostorových dat pomocí analytických nástrojů (ArcDATA, 2012).

#### 4.1.3 GEOREFERENCOVÁNÍ

Terminologický slovník zeměměřičství a katastru nemovitostí (2012) definuje georeferencování (vyjádření prostorových referencí) jako proces určení vztahu mezi polohou dat v přístrojovém souřadnicovém systému a geografickou, resp. mapovou polohou.

Před započítím tvorby digitálního modelu je nejprve nutné samotnou mapu orientovat do prostoru. Jako podklad pro získání referenčních souřadnic posloužil Digitální model území (DMÚ 25) v souřadnicovém systému S-JTSK (Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální) vydaný Geografickou službou Armády České republiky. Tato vektorová sada obsahuje data o vodstvu, komunikacích, vedení, rostlinstvu, sídlech,

hranicích, vrstevnicích a KTO (Katalog topografických objektů). Před samotným georeferencováním je nutné zvolit typ geometrické transformace. Použitý software ArcMap 9.3 umožňuje transformace metodou „adjut“, „spline“, afinní a polynomická 2. a 3. řádu. Aby nedocházelo k deformaci geometrických a polohových vztahů mezi body, byla zvolena afinní transformace prvního stupně. Transformace vyšších stupňů nebyly při analýzách využity, neboť by způsobovaly nepřírozené zprohýbání mapové kresby. Afinní transformace (polynomická 1. řádu) vyžaduje alespoň 3 páry identických bodů. Identické body je vhodné volit na místech, kde můžeme bezpečně určit danou polohu místa, např. křižovatky či rohy budov, které jsou znázorněny jak na topoklimatické mapě, tak i v DMÚ. Aby nedocházelo ke zkreslení na krajích mapy, bylo zvoleno několik lícovacích bodů také na okraji zájmového území. Při geometrických transformacích obecně platí, že se volí větší množství lícovacích bodů, nežli je minimálně zapotřebí. V daném případě bylo zvoleno celkem 34 identických bodů.

#### **4.1.4 ZALOŽENÍ TEMATICKÝCH VRSTEV**

Poté, co je mapový podklad orientován v souřadnicovém systému, je možné přejít k samotnému převedení do digitální formy. Digitalizace probíhá vektorizováním rastrového podkladu. Vektorizované vrstvy jsou založeny v prostředí ArcCatalog. Vzhledem k charakteru jevu, které hodláme zachytit, je nutné zvolit jeden ze tří možných geometrických typů („Feature Type“) vrstev („Shapefile“). Na výběr jsou prvky bodové, liniové a polygonové (mnohoúhelníkové). Bodová témata se na topoklimatické mapě nevyskytují, postačí tedy témata liniová (např. směry proudění) a polygonová (např. plochy s danou mírou dopadajícího slunečního záření). Celkem bylo založeno 7 nových vrstev – 5 polygonových a 2 liniové. Všem vrstvám byl přiřazen souřadnicový systém S-JTSK Krovak (Ferro) East North. Podle typu úrovně, na jaké je klima mapováno, vznikly vrstvy s označením:

- Topoklima dominující ve spodní části mezní vrstvy ovzduší,
- Radiační typ počasí ve dne,
- Radiační typ počasí v noci,
- Advektivní typ počasí.

U těchto vrstev bylo úkolem zachytit plošné zastoupení daného jevu, proto spadají do třídy polygonových vrstev. Při radiálním typu počasí v noci a advektivním počasí jsou do mapy zaznamenány mj. směry katabatického stékání chladného vzduchu či konfluence proudnic. Z tohoto důvodu byly založeny 2 vrstvy liniového charakteru. Zbývající polygonová vrstva posloužila jako vymezení zájmového území. K hranám tohoto nepravidelného čtyřúhelníku byly přichyceny klimatické jevy, které svou plochou přesahovaly rámec analogové mapy. Aby byla data topologicky čistá, tedy aby nedocházelo např. k překrývání u jevů, které spolu prostorově sousedí (viz obrázek č. 3), byla při editaci vektorových polygonových vrstev zapnuta funkce „Snapping“. Mimo jiné posloužila k přichycení polygonů k linii vymezuující zájmové území. Tento nástroj nabízí přichytávání ke koncovým bodům linie („End Snapping“), mezilehlým bodům („Vertex Snapping“) či k hranám linie (Edge Snapping). Po načtení založených vrstev a rastrové mapy do ArcMap bylo možné přejít k vektorizaci. Zapnutí nástrojové lišty Editor umožní po nastavení příslušné vrstvy zvektorizování daných topoklimatických jevů na mapě. Při vektorizaci bylo dbáno na přesnost při obtahování ploch nebo linií, dále byla věnována pozornost grafickému vyjádření. Ve vlastnostech každé vrstvy lze najít nástrojovou lištu „Symbology“. Pomocí ní byla nastavena grafická prezentace digitalizovaného jevu tak, aby se pokud možno co nejvíce podobala své předloze v podkladové mapě.

Obr. č. 3 Příklad využití funkce „snapping“ k přichytávání sousedících polygonů



(vlastní zpracování v prostředí ArcGIS)

## 4.2 VERIFIKACE

### 4.2.1 KONSTRUKCE MAPY OSLUNĚNÍ RELIÉFU

Pro splnění daného cíle bylo zapotřebí zkonstruovat 2 dílčí mapy, jejichž kombinací by vznikla výsledná mapa ozáření reliéfu. Zdrojem dat byly digitální vrstevnice z DMÚ 25, kterým byl přiřazen atribut o nadmořské výšce. Pomocí funkcí „aspect“ a „slope“ v programu ArcMap lze vizuálně prezentovat terén podle orientace a sklonu svahů.

#### MAPA SKLONU SVAHŮ

Jak již bylo výše nastíněno, funkce „Slope“ (ArcMap → 3D Analyst → Surface Analysis) vygeneruje rastr sklonu svahů. Ten je dále upraven do intervalů tak, že jsou barevně odlišeny svahy podle sklonu:  $0^{\circ}$ - $5^{\circ}$ ;  $5,1^{\circ}$  –  $10^{\circ}$ ;  $10,1^{\circ}$  –  $15^{\circ}$ ;  $15,1^{\circ}$  –  $20^{\circ}$ ;  $20,1^{\circ}$  <.

#### MAPA ORIENTACE SVAHŮ

Podobně jako v předchozím případě byla využita nadstavba 3D Analyst, tentokrát však byla využita funkce „Aspect“. Tento nástroj umožňuje vygenerovat rastr s klasifikací svahů podle orientace vůči světovým stranám.

#### MAPA MÍRY OSLUNĚNÍ RELIÉFU

Konstrukce této mapy dosáhneme tak, že zkombinujeme (nástroj „combine“) předchozí dvě vytvořené mapy. Nově vzniklý rastr je třeba překlasifikovat podle převodního klíče uvedeného níže v tab. č. X. Na závěr bylo 5 daných kategorií barevně odlišeno, plochy s nízkým dopadem slunečních paprsků byly označeny chladnými barvami a naopak. Výsledkem je spojitý rastr vyjadřující prostorovou diferenciaci dopadajícího záření.

1. velmi málo osluněné - tmavomodrá
2. málo osluněné - světle modrá
3. normálně osluněné - zelená
4. dobře osluněné - oranžová
5. velmi dobře osluněné - červená



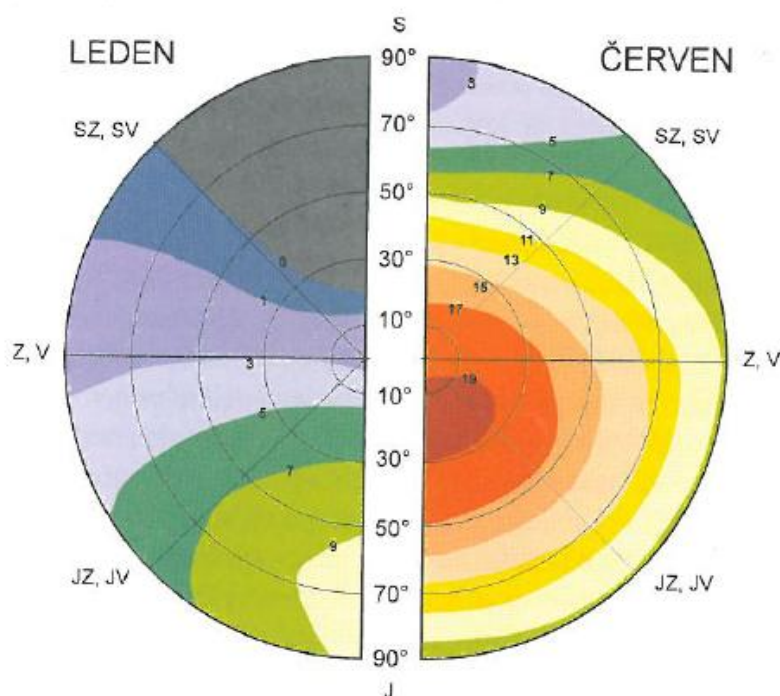
Tab. č. 3 Určení míry oslunění v závislosti na sklonu a orientaci svahu

sklon svahu	orientace svahu		
	jih	západ/východ	sever
0° – 5°	3	3	3
5,1° – 10°	4	3	2
10,1° - 15°	4	3	2
15,1° – 20°	5	3	1
20,1° a více	5	4	1

(dle Vysoudila)

Z tabulky č. 3 lze vyčíst, že nejvíce jsou osluněny jižní svahy se sklonem více jak 15°. Dobře osluněny jsou plochy orientované na jih (sklon 5,1-15°) a východ či západ je svah prudší než 20°. Naopak nejméně slunečního záření dopadá na severně orientované svahy. Plochy se sklonem menším než 5° se blíží rovinám a jsou hodnoceny jako normálně osluněné. Tato klasifikace je převzata z bakalářských či diplomových pracích, které vznikly v posledních 5 letech pod vedením docenta Vysoudila na Univerzitě Jana Evangelisty Purkyně v Olomouci. Tyto práce se soustředily na konstrukci topoklimatických map. Metodiku této klasifikace částečně vyjadřuje graf. č. 1.

Graf č. 1 Vliv orientace a sklonu svahu na příkon sluneční energie v kcal/cm<sup>2</sup>



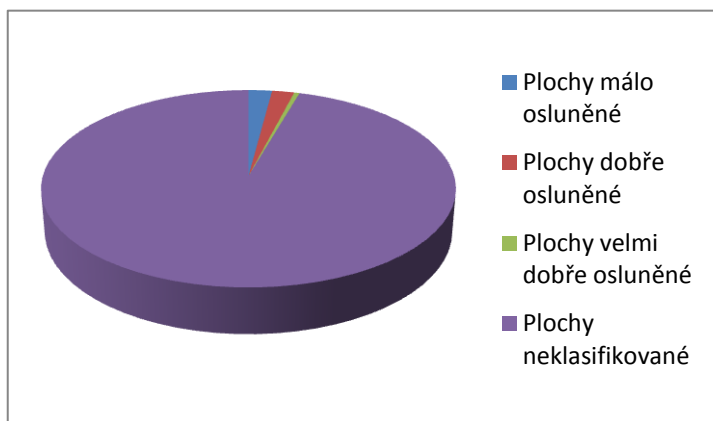
(Němec, Ložek a kol., 2007)

Z grafu plyne, že nejteplejší svah v létě je orientovaný k J, JZ a JV a má sklon 5-30°. V zimě je nejteplejší svah o sklonu 60-80° orientovaný k J.

Zkonstruovaná mapa míry oslunění je typem rastrové prezentace dat. Pro vzájemné porovnání proto byly nejprve plochy oslunění, vzniklé digitalizací topoklimatické mapy, převedeny z vektorové podoby do rastrové. Digitální model reliéfu vyjadřující expozici (sklon a orientace) svahu byl oříznut tak, aby měl stejné vymezení jako digitální topoklimatická mapa. U obou porovnávaných rastrů byla zvolena stejná velikost buněk („cell size“ – 83,3). Podstatný rozdíl v zastoupení jednotlivých ploch oslunění je dán grafickou prezentací dat. Quittovo topoklimatická mapa na rozdíl od mapy vytvořené z digitálních vrstevnic neprezentuje expozici svahů jako spojitý povrch. Buňky s hodnotou 0 (bez informace o míře ozáření reliéfu) byly kategorizovány jako plochy neklasifikované. Vysoudil rozděluje plochy s malým dopadem slunečního záření na 2 typy – plochy málo a velmi málo osluněné. Pro potřeby srovnání ploch ozáření daných map, bylo přistoupeno ke sloučení těchto typů do jedné společné kategorie – plochy méně osluněné. Vznikla tak kontingenční tabulka 4 x 4 buňky (viz tab. č. 4). Ve svislé pozici je zastoupena třída ploch, která byla klasifikována podle

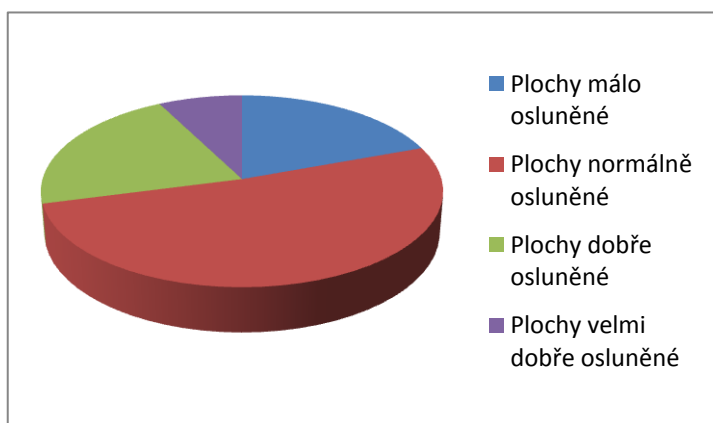
Vysoudila, vodorovně jsou uvedeny plochy vymezené Quittem. Velikost ploch je prezentována počtem pixelů v mapě. Grafy č. 2 a 3 charakterizují relativní zastoupení daných ploch. Kontingenční tabulka se využívá k přehledné vizualizaci vzájemného vztahu dvou statistických znaků (Švec, 2008). Překryvné analýzy zahrnují operace nad jednou či více vrstvami rastrových či vektorových dat. U vrstev rastrového modelu je vyžadováno, aby měly stejný rozměr buněk (stejně prostorové rozlišení). Při překryvných operacích nás často zajímá, jaká je plocha společného překryvu a jak objekty v první vrstvě korespondují s objekty ve druhé vrstvě. Ke kvantifikaci korespondence se běžně používají kontingenční tabulky, které ukazují zastoupení jednotlivých kombinací objektů při překryvu (Hanzlová a spol., 2007).

Graf č. 2 Relativní zastoupení ploch ve vlastní digitální mapě podle Quitta



(vlastní zpracování v MS Excel)

Graf č. 3 Relativní zastoupení ploch ve vlastní digitální mapě podle Vysoudila



(vlastní zpracování v MS Excel)

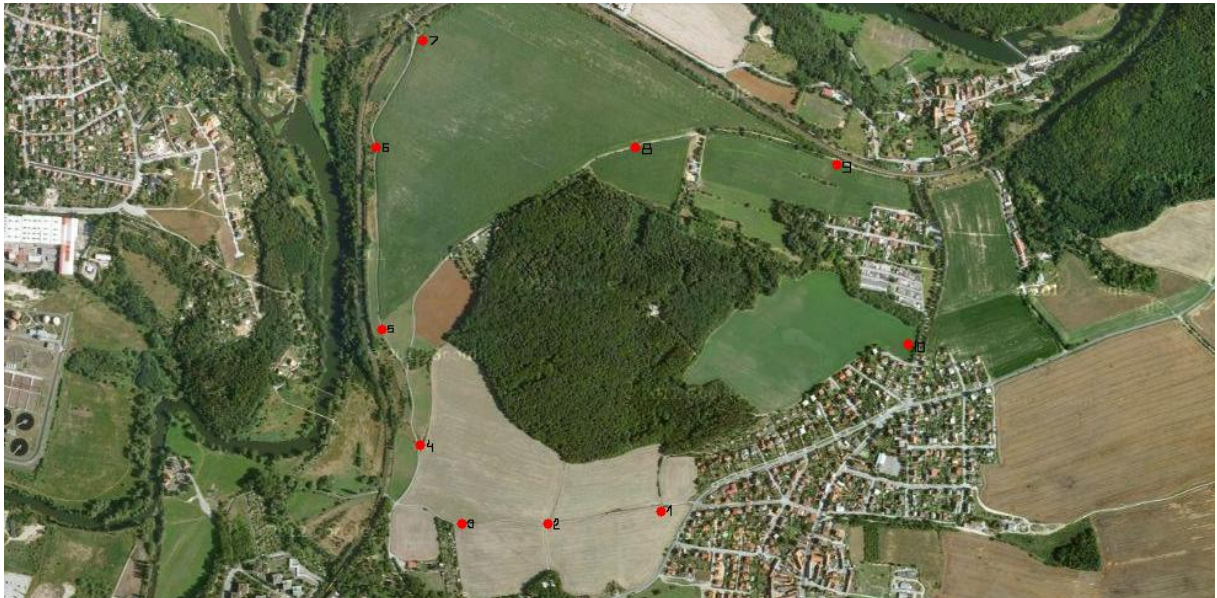
#### 4.2.2 TERÉNNÍ MĚŘENÍ KATABATICKÉHO PROUDĚNÍ

Druhým bodem při ověřování vybrané charakteristiky mapy bylo zjistit, zdali v místě s předpokladem vzniku katabatického stékaní vzduchu, k tomuto topoklimatickému jevu skutečně dochází. Systém katabatického proudění, včetně podmínek jeho utváření, je popsán výše v rozboru literatury, kapitola. č. 3.1.2.

Dílčím krokem bylo vytyčit lokalitu z Quittovy topoklimatické mapy, na které by dále probíhalo terénní ověřování. Při výběru byla upřednostněná lokalita s výrazným předpokladem k projevům vznikajícího proudění. K získání dat pro verifikaci bylo vybráno okolí vrchu s rozhlednou Chlum ( $49^{\circ}46'2.326''$  s. š,  $13^{\circ}25'49.555''$  v. d.). Vrchol kopce leží

v nadmořské výšce 416 m n. m., a oproti okolnímu terénu výškově vyniká. Sledovaná lokalita se nachází na severovýchodním předměstí města Plzně, přesněji mezi katastrálními územími Doubravka a Bukovec. Západní a severovýchodní svah pomalu spadá k břehu řeky Berounky- Obr. č. 5 vymezuje danou oblast na podkladové topoklimatické mapě. Na sledovaném území vznikla síť měřících bodů (viz obr. č. 4).

Obr. č. 4 Síť měřících bodů na satelitním snímku zájmového území Chlum okolí



(Mapy Google, 2012)

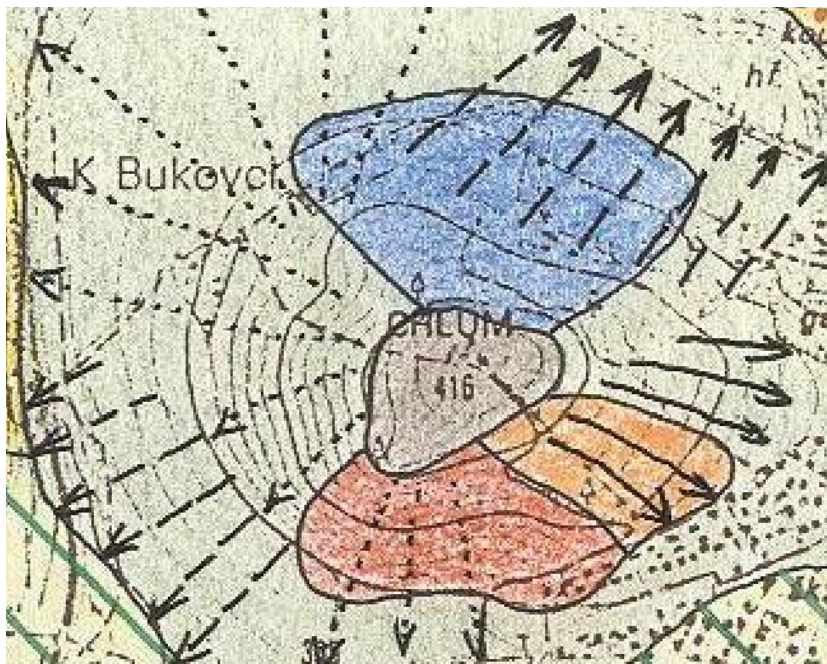
#### Legenda

- Měřící stanoviště

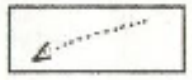
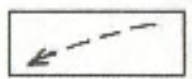
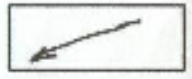
Základní podmínkou pro sběr relevantních dat je specifický typ počasí, v tomto případě hovoříme o radiačním typu počasí v noci. K měření v terénu docházelo po západu slunce. Radiační počasí v noci je charakteristické svými projevy jako jsou jasná obloha, vysoká denní amplituda a změna na negativní energetickou bilanci. Technickým vybavením sloužící pro měření byl ruční anemometr značky Kestrel 4000. Ten slouží k zaznamenávání různých meteorologických charakteristik. K účelům této práce byly pomocí ručního anemometru sledovány tyto veličiny: rychlost větru, teplota vzduchu, tlak a rosný bod. Vzhledem k tomu, že přístroj spadá do kategorie mechanických anemometrů, na rozdíl od různých značkových, akustických anemometrů či anemografů, není schopen zaznamenávat směr větru. Poloprofesionální až profesionální meteostanice

nebyly pro verifikaci k dispozici, a tak se měření směru přízemního proudění provádělo nejprve pomocí malého větrného rukávu. Při prvním měření však došlo k zjištění, že se nejvíce jako vhodná pomůcka pro měření při nízkých hodnotách rychlosti větru. V kapitole 3.1.2. je popsáno, že rychlosti katabatického proudění dosahují hodnot v rozmezí 1-3 m/s, což je podle Beaufortovy stupnice síly větru slovně charakterizováno jako vánek až slabý vítr. Pomocí tyče a izometrické folie tak byla amatérsky sestrojena flérka, která dostatečně posloužila při získávání údajů. Podle směru jejího „třepetání“ byl zaznamenáván azimut ve stupních.

Obr. č. 5 Zobrazení vybrané lokality Chlum na Quittově topoklimatické mapě



#### Legenda

	- Katabatické stékání významnějších objemů chladného vzduchu ze svahů s předpokladem k přenosu atmosférických příměsí a pachů do níže položených míst
	- Velmi výrazné katabatické stékání velkých objemů chladného vzduchu ze svahů s intenzivním přenosem atmosférických příměsí a pachů do níže položených míst
	- Mohutné katabatické procesy podporované charakterem aktivního povrchu a velkou rozlohou sběrné oblasti chladného vzduchu

(Quitt, 1994)



Měření se provádí po západu slunce, kdy energetická bilance začíná nabývat záporných hodnot a povrch země i nižší vrstvy atmosféry se ochlazuje. Výzkum byl prováděn v dnech 25. 2., 1. 3. a 16. 3. 2012. K západu slunce v daném období a zeměpisné šířce (49°44' s. š.) docházelo v rozmezí mezi 17.30 – 18.10. Podmínkou měření byl radiační typ počasí minimálně posledních 16 hodin před sběrem dat. Vysoudil (2000) radiační počasí charakterizuje jako: „Den kdy je oblačnost menší než 2/10, rychlost větru nižší než 2 m·s<sup>-1</sup> a velká denní amplituda teploty vzduchu“. Naměřené hodnoty z jednotlivých stanovišť byly písemně zaznamenávány a poté přeneseny do programu MS Excel.

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 DIGITALIZE QUITTOVY TOPOKLIMATICKÉ MAPY PLZNĚ A OKOLÍ

První cíl této práce – digitální model Quittovy topoklimatické mapy- je prezentován jako příloha na digitálním datovém nosiči. Složka pojmenovaná „Topoklimatická mapa Plzně a okolí“ obsahuje celkem 7 vektorových vrstev.

Seznam vrstev:

- Topoklima dominující ve spodní části mezní vrstvy ovzduší (polygonové téma),
- Advektivní typ počasí (polygonové téma),
- Radiační typ počasí ve dne (polygonové téma),
- Radiační typ počasí v noci (polygonové téma),
- Advektivní typ počasí\_LIN (liniové téma),
- Radiační typ počasí v noci (liniové téma),
- Vymezení (polygonové téma)

Všechny uvedené vrstvy jsou zobrazeny v souřadnicovém systému S-JTSK Krovak (Ferro) Earth North, který se v České republice řadí k nejpoužívanějším. Každý „shapefile“ (vrstva) obsahuje několik souborů nesoucí následující informace:

- .shp – hlavní soubor, ve kterém je uložena geometrie prvků,
- .shx – soubor, ve kterém jsou uloženy indexy geometrie prvků,
- .dbf – databázová tabulka s atributovými daty,
- .sbn a .sbx – soubor s prostorovými indexy prvků,

Pro rychlé otevření v ArcView je přiložen soubor TopoklimaPlzne.mxd, který slouží jako ArcMap dokument zobrazující výše zmíněné vrstvy naráz.

## 5.2 STATISTICKÉ SROVNÁNÍ PLOCH OSLUNĚNÍ MEZI DIGITÁLNÍ TOPOKLIMATICKOU MAPOU A VLASTNÍ MAPOU VYJADŘUJÍCÍ MÍRU OSLUNĚNÍ

### 5.2.1 TEST CHÍ-KVADRÁT NEZÁVISLOSTI V KONTINGENČNÍ TABULCE

Chí-kvadrát test nezávislosti je nejpoužívanější statistickou při rozboru kontingenčních tabulek, jeho úkolem je posoudit závislost dvou kvalitativních veličin měřených na prvcích téhož výběru. Je stanovena nulová hypotéza  $H_0$ , která předpokládá, že mezi dvěma porovnávanými veličinami není žádná závislost.

Tab. č. 4 Kontingenční tabulka překryvu ploch klasifikovaných dle Quitta a Vysoudila - marginální četnosti

		Vlastní digitální mapa dle Quitta				Suma
		Plochy méně osluněné	Plochy neklasifikované	Plochy dobře osluněné	Plochy velmi dobře osluněné	
Vlastní digitální mapa dle Vysoudila	Třída					
	Plochy méně osluněné	<b>13544</b>	60857	13480	12729	100610
	Plochy normálně osluněné	34154	<b>81467</b>	34090	33339	183050
	Plochy dobře osluněné	14825	62138	<b>14761</b>	14010	105734
	Plochy velmi dobře osluněné	5949	53262	5885	<b>5134</b>	70230
Suma	68472	257724	68216	65212	459624	

(vlastní zpracování v MS Excel)

Tab. č. 5 Kontingenční tabulka překryvu ploch klasifikovaných dle Quitta a Vysoudila - očekávané četnosti

		Vlastní digitální mapa dle Quitta				Suma
		Plochy méně osluněné	Plochy neklasifikované	Plochy dobře osluněné	Plochy velmi dobře osluněné	
Vlastní digitální mapa dle Vysoudila	Třída					
	Plochy méně osluněné	<b>14988</b>	56415	14932	14275	100610
	Plochy normálně osluněné	27270	<b>102641</b>	27168	25971	183050
	Plochy dobře osluněné	15752	59288	<b>15693</b>	15002	105734
	Plochy velmi dobře osluněné	10462	39380	10423	<b>9964</b>	70230
Suma	68472	257724	68216	65212	459624	

(vlastní zpracování v MS Excel)



Hladina významnosti byla stanovena 0,05. Při stupni volnosti 9 ((počet řad – 1)\* (počet sloupců – 1)) je kritická hodnota testovaného kritéria 16,919. Po sestavení obou tabulek četností bylo vypočítáno testové kritérium podle vzorce:

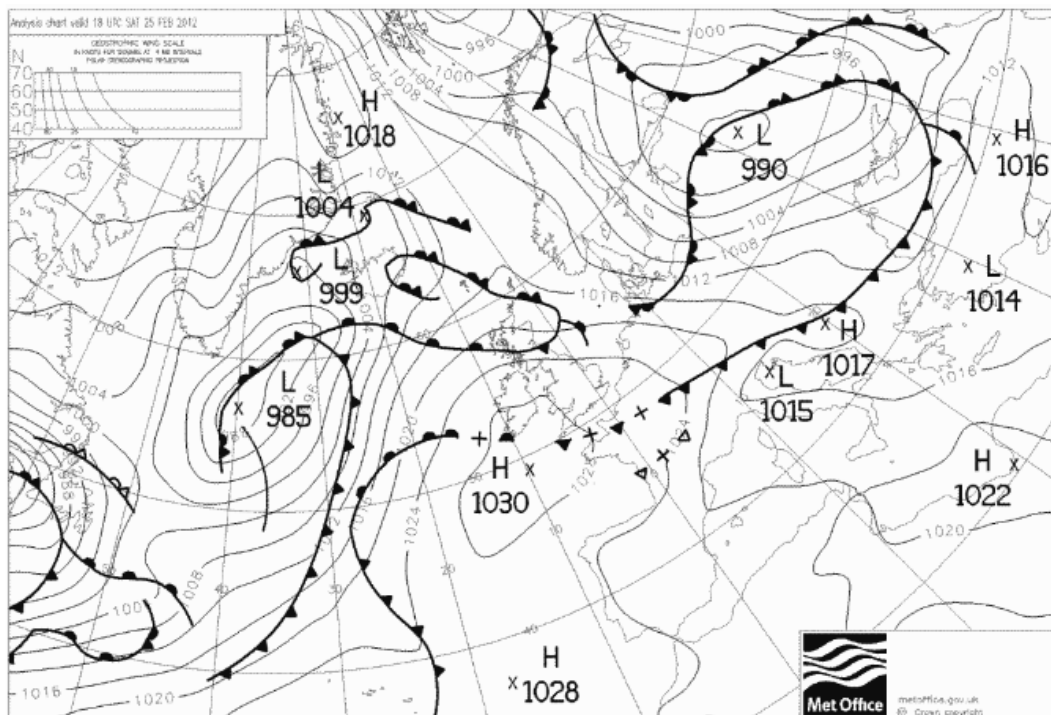
$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{\left(n_{ij} - \frac{n_{i.} \cdot n_{.j}}{n}\right)^2}{\frac{n_{i.} \cdot n_{.j}}{n}}$$

Výsledná hodnota chí-kvadrát testu činila 6903,813, což značně převyšuje kritickou hodnotu. Na základě tohoto výsledku lze při dané hladině významnosti zamítnout nulovou hypotézu  $H_0$  a předpokládáme závislost mezi zkoumanými jevy. Nenáhodnost vazby mezi porovnávanými rastrovými vrstvami je ovlivněna vysokým počtem pozorování (459 264 pozorování). Z analýzy kontingenční tabulky však vyplývají jednoznačné rozdíly v hodnotách překryvu klasifikovaných ploch. V případě klasifikace velmi dobře osluněných ploch je hodnota shody dokonce až 4. v pořadí, velikost rozdílu lze ohodnotit na 84,7 % (v sloupci), resp. 85,8 % (v řádku). Z tohoto lze vyvodit, že vymezené plochy obou map z hlediska klasifikace spolu příliš nekorespondují.

### 5.3 TERÉNNÍ MĚŘENÍ KATABATICKÉHO PROUDĚNÍ V LOKALITĚ S PŘEDPOKLADEM K JEHO VZNIKU A POROVNÁNÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT SMĚRU PROUDĚNÍ S QUITTOVO MAPOU

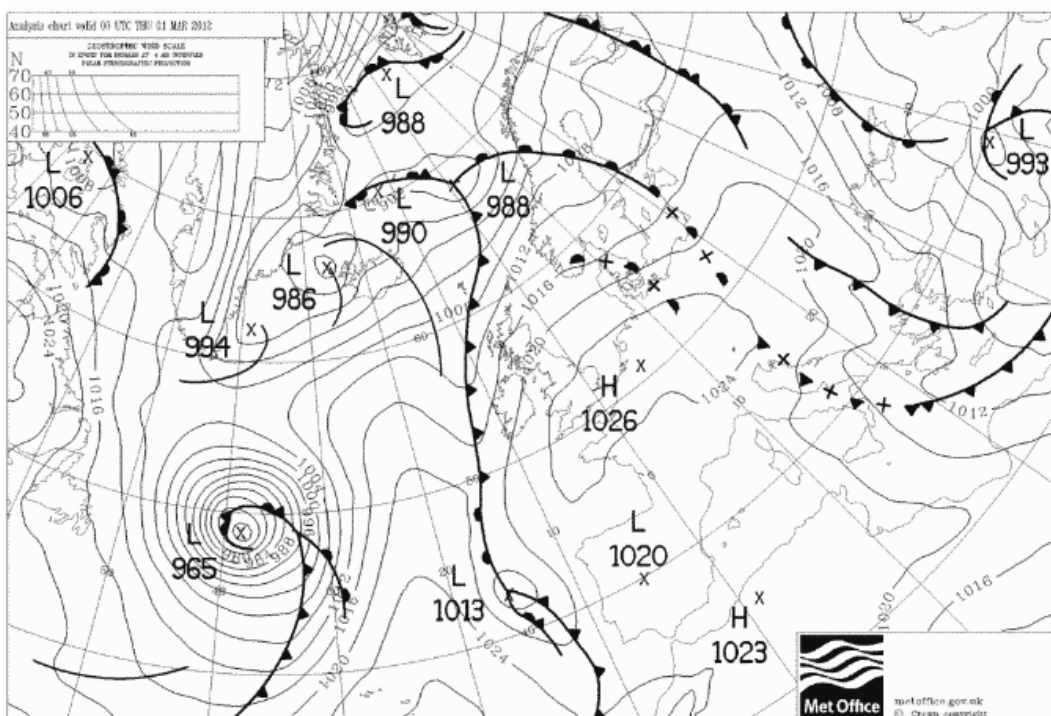
Posledním cílem verifikace bylo terénní měření katabatického proudění a následné porovnání s topoklimatickou mapou. Obrázek č. 4 v kapitole 5. 2. zobrazuje síť měřících stanovišť, kde ve 3 dnech probíhalo bodové měření jevu. Data byla získávána celkem z 10 stanovišť, rozmístěných kruhově od vrcholu kopce Chlum. Obrázky č. 1, 2 a 3 charakterizují synoptické situace nad Evropou v době terénního měření. Z obrázků lze vyčíst, že v danou dobu panovala nad Českou republikou tlaková výše. Vysoký tlak s sebou nese jasné počasí, které bylo třeba k relevantnosti měření.

Obr. č. 6 Synoptická mapa Evropy ze dne 27. 2. 2012



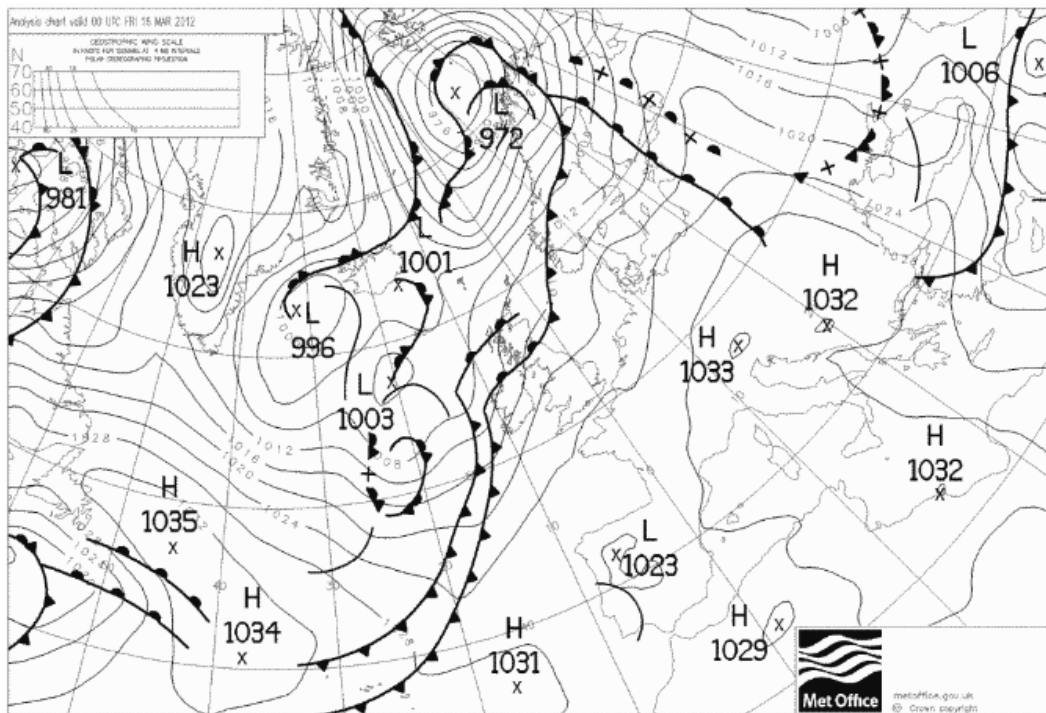
(Met Office, 2012)

Obr. č. 7 Synoptická mapa Evropy ze dne 1. 3. 2012



(Met Office, 2012)

Obr. č. 8 Synoptická mapa Evropy ze dne 16. 3. 2012



(Met Office, 2012)

Tabulky č. 6 - 15 obsahují informace o naměřených hodnotách v jednotlivých stanovištích. Zaznamenávány a zpracovány byly hodnoty těchto meteorologických veličin: směr a rychlost proudění větru, teplota vzduchu, atmosférický tlak a rosný bod. K ověření byl vybrán parametr směr proudění. Z 3 naměřených hodnot byl vypočítán průměrný azimut směru větru. Pro každé stanoviště 1-10 byl vytvořen graf (viz grafy č. 2 - 12) prezentující barevně odlišené směry katabatického proudění. Červenou šipkou je zobrazena průměrná hodnota směru větru z naměřených dat, modrá šipka představuje směr předpokládaného vanutí. Tento směr je určen přibližným odhadem na základě zobrazení v Quittově topoklimatické mapě a lze tak počítat s určitým stupněm nepřesnosti. Podstatou verifikace v tomto bodě je na základě srovnání obou znázorněných směrů (viz tab. č. 16) zjistit shody či odchylky a interpretovat je.

Tab. č. 6 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 1

Stanoviště 1						
Datum	Čas	Směr větru [°]	Rychlost [m/s]	Teplota [°C]	Tlak [hPa]	Rosný bod [°C]
25.2.2012	18.32	178	1,6	6,6	1081,1	-1,6
1.3.2012	19.45	122	1,2	9,2	1087,1	5,9
16.3.2012	20.05	160	0,5	10,9	1084,3	2,7

(vlastní zpracování v MS Excel)

Tab. č. 7 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 2

Stanoviště 2						
Datum	Čas	Směr větru [°]	Rychlost [m/s]	Teplota [°C]	Tlak [hPa]	Rosný bod [°C]
25.2.2012	18.38	204	3,1	6,1	1080,8	-1,4
1.3.2012	19.52	140	1,5	9	1087,7	6,2
16.3.2012	20.13	168	0,6	10,9	1084,2	2,5

(vlastní zpracování v MS Excel)

Tab. č. 8 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 3

Stanoviště 3						
Datum	Čas	Směr větru [°]	Rychlost [m/s]	Teplota [°C]	Tlak [hPa]	Rosný bod [°C]
25.2.2012	18.50	182	1,2	6,8	1081	-1,3
1.3.2012	20.00	222	0,9	8,6	1087,2	5
16.3.2012	20.20	184	0,5	11,1	1084,1	2,4

(vlastní zpracování v MS Excel)

Tab. č. 9 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 4

Stanoviště 4						
Datum	Čas	Směr větru [°]	Rychlost [m/s]	Teplota [°C]	Tlak [hPa]	Rosný bod [°C]
25.2.2012	18.59	221	2,1	7,1	1081,1	-1,5
1.3.2012	20.10	250	1,2	9	1087,1	6,4
16.3.2012	20.30	191	0,6	11,3	1084,2	3,2

(vlastní zpracování v MS Excel)

Tab. č. 10 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 5

Stanoviště 5						
Datum	Čas	Směr větru [°]	Rychlost [m/s]	Teplota [°C]	Tlak [hPa]	Rosný bod [°C]
25.2.2012	19.14	210	1,1	6,4	1081,2	-1,1
1.3.2012	20.21	221	0,7	9,7	1087,1	6,5
16.3.2012	20.42	212	0,4	11,2	1084	3

(vlastní zpracování v MS Excel)

Tab. č. 11 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 6

Stanoviště 6						
Datum	Čas	Směr větru [°]	Rychlost [m/s]	Teplota [°C]	Tlak [hPa]	Rosný bod [°C]
25.2.2012	19.33	242	1,8	6,1	1080,8	-1,5
1.3.2012	20.34	277	0,5	7,9	1087,3	5,7
16.3.2012	20.52	237	0,5	10,8	1084,1	2,1

(vlastní zpracování v MS Excel)

Tab. č. 12 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 7

Stanoviště 7						
Datum	Čas	Směr větru [°]	Rychlost [m/s]	Teplota [°C]	Tlak [hPa]	Rosný bod [°C]
25.2.2012	19.40	266	2	5,9	1080,8	-1,7
1.3.2012	20.40	310	0,5	7,3	1087,1	6,3
16.3.2012	21.00	259	0,7	10,3	1083,9	2,9

(vlastní zpracování v MS Excel)

Tab. č. 13 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 8

Stanoviště 8						
Datum	Čas	Směr větru [°]	Rychlost [m/s]	Teplota [°C]	Tlak [hPa]	Rosný bod [°C]
25.2.2012	20.12	349	1,9	5,5	1080,9	-1,3
1.3.2012	21.15	36	1,7	8	1086,9	6,4
16.3.2012	21.30	58	0,7	10,6	1084,2	2,7

(vlastní zpracování v MS Excel)

Tab. č. 14 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 9

Stanoviště 9						
Datum	Čas	Směr větru [°]	Rychlost [m/s]	Teplota [°C]	Tlak [hPa]	Rosný bod [°C]
25.2.2012	20.29	204	2,2	5,8	1081,1	-1,4
1.3.2012	21.26	55	1,3	7,4	1087,8	6,2
16.3.2012	21.41	67	0,9	10,1	1084	2,5

(vlastní zpracování v MS Excel)

Tab. č. 15 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 10

Stanoviště 10						
Datum	Čas	Směr větru [°]	Rychlost [m/s]	Teplota [°C]	Tlak [hPa]	Rosný bod [°C]
25.2.2012	20.44	149	1,5	6,1	1081	-1,4
1.3.2012	21.40	143	1,1	9,4	1087,6	5,8
16.3.2012	21.55	121	0,7	11,4	1084,3	3,3

(vlastní zpracování v MS Excel)

Graf č. 4 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 1



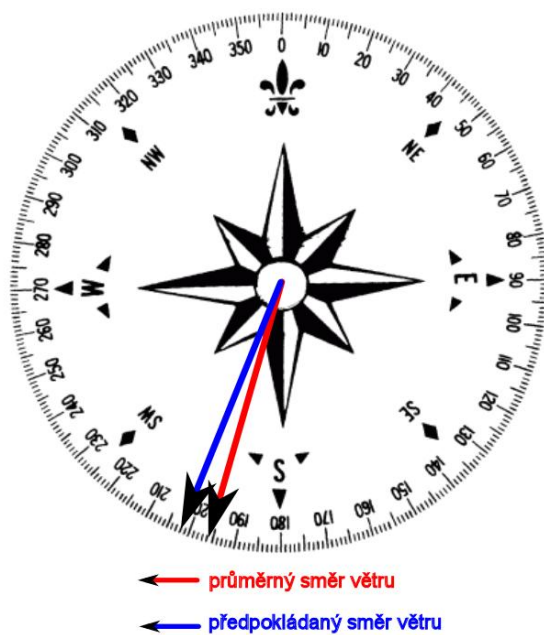
(vlastní zpracování v programu Inkscape)

Graf č. 5 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 2



(vlastní zpracování v programu Inkscape)

Graf č. 6 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 3



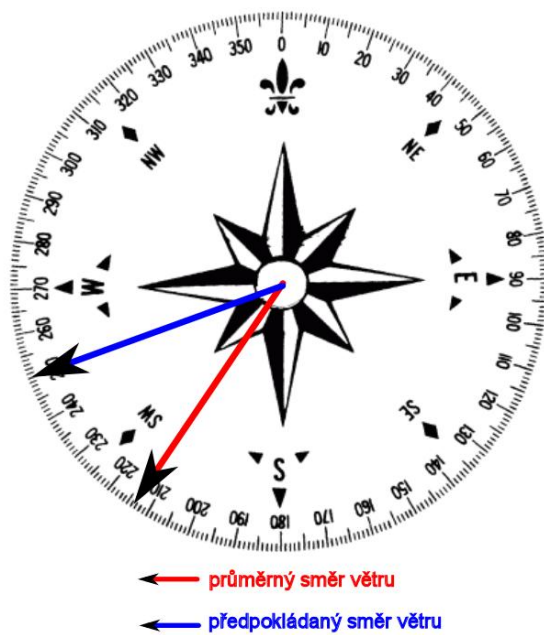
(vlastní zpracování v programu Inkscape)

Graf č. 7 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 4



(vlastní zpracování v programu Inkscape)

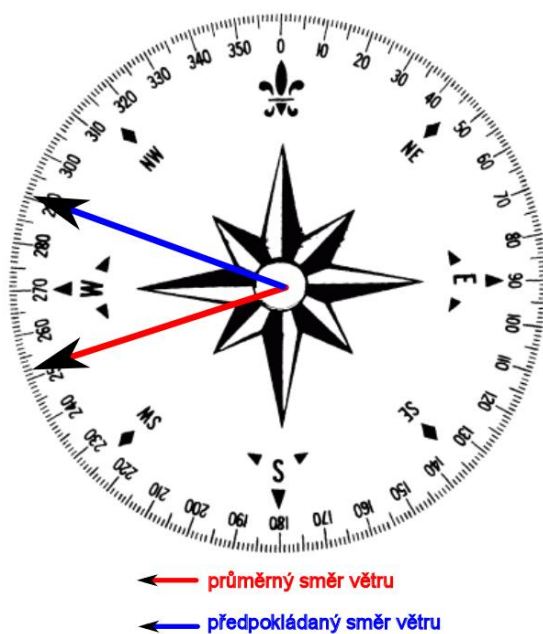
Graf č. 8 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 5



(vlastní zpracování v programu Inkscape)

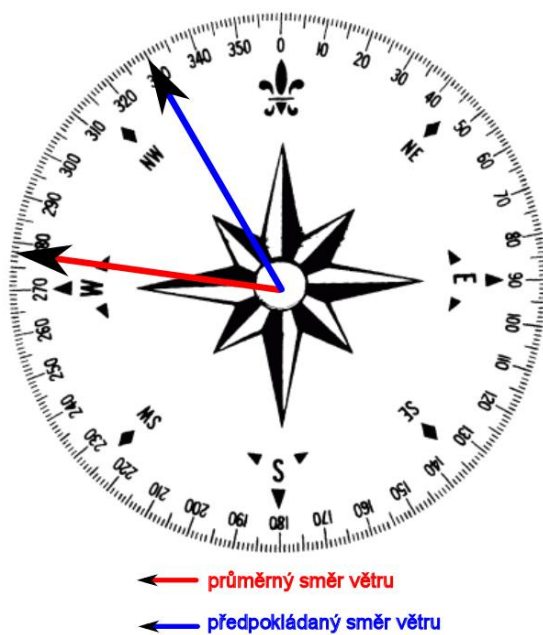


Graf č. 9 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 6



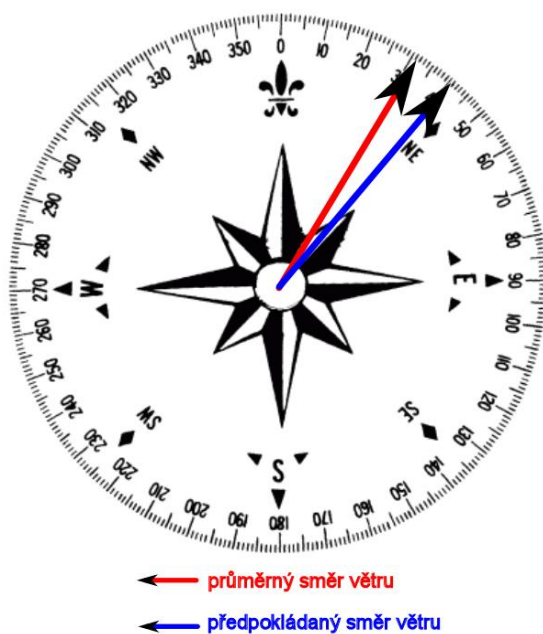
(vlastní zpracování v programu Inkscape)

Graf č. 10 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 7



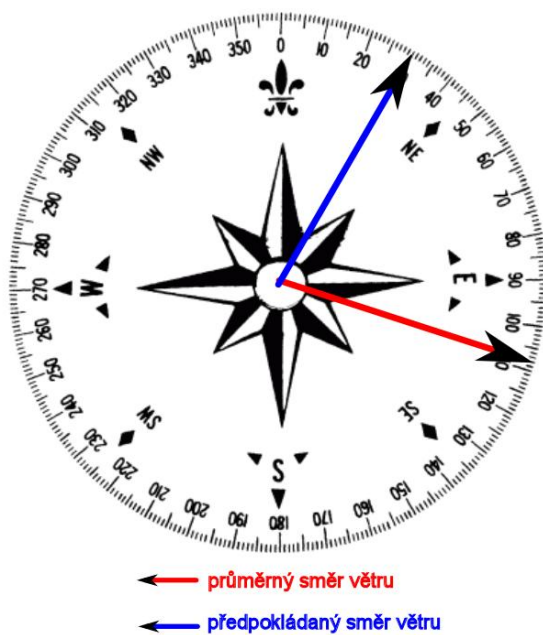
(vlastní zpracování v programu Inkscape)

Graf č. 11 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 8



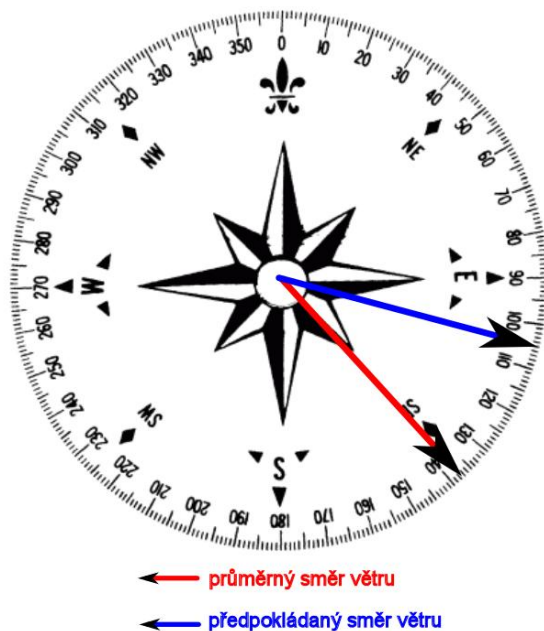
(vlastní zpracování v programu Inkscape)

Graf č. 12 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 9



(vlastní zpracování v programu Inkscape)

Graf č. 13 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 10



(vlastní zpracování v programu Inkscape)

Tab. č. 16 Srovnání naměřených a očekávaných hodnot směru proudění vzduchu [°]

	Předpokládaný směr větru [°]	Průměrný směr větru [°]
Stanoviště 1	175	105,3
Stanoviště 2	185	170,7
Stanoviště 3	202,5	196,0
Stanoviště 4	225	221
Stanoviště 5	250	214,3
Stanoviště 6	290	252,0
Stanoviště 7	330	278,3
Stanoviště 8	40	31,3
Stanoviště 9	30	108,7
Stanoviště 10	105	137,7

(vlastní zpracování v MS Excel)

Jak lze z grafů vyčíst, výsledky ze stanovišť č. 1, 2, 3, 4 a 8 do značné míry kopírují předpokládaný směr katabatického proudění vzduchu. Terénní měření v těchto bodech tak prokázalo, že především na jižní straně vybraného území (stanoviska 1 – 4) dochází při

vhodných podmínkách ke stékání chladných objemů vzduchu ze svahů v takovém směru, jaký je znázorněn na Quittově topoklimatické mapě. Terénní výzkum potvrdil genezi katabatické proudění na svahu a hypotéza z kapitoly č. 3 tak vyvrácena nebyla. Odchytky v bodech 5, 6, 7, 9 a 10 mohou mít za vliv různé faktory. Jako pravděpodobný se jeví vliv převládajících povětrnostních podmínek. Tento vliv lze interpretovat na příkladu měření na stanovišti 9 dne 25. 2. 2012. Na území města Plzně podle dat Českého hydrometeorologického ústavu převládal v době měření severovýchodní směr proudění větru (CHMI, 2012). Tato informace odpovídala i naměřeným hodnotám, ačkoliv předpokladem byl vznik katabatického proudění z přilehlého svahu ve směru jihozápadním. Dále lze počítat s nepřesnostmi při odhadu směrů z topoklimatické mapy nebo při získávání dat podmíněné nedostačujícím technickým vybavením k měření směrů větru. Návrhem pro další ověřování by bylo využití moderních metod meteorologických měření, např. instalace meteostanice vybavené anemografem, která by umožňovala kontinuální získávání dat a jejich následných export do osobního počítače.

## 6 ZÁVĚR

Hlavními cíli bakalářské práce byla digitalizace Quittovy topoklimatické mapy Plzně a okolí v měřítku 1 : 25 000 spojená s verifikací vybraných prvků mapy. Pro převod do digitální podoby byla papírová mapa po částech naskenována. Přidanou hodnotu tvoří samotné zpracování mapy v prostředí geografických informačních systémů. K práci byl použit software ArcView 9.3 vydaný společností ESRI. Využití tohoto programu je pro studium geografie velice široké. Metodika práce byla nastavena tak, aby digitální model co nejvěrněji kopíroval Quittovu původní předlohu. Výsledkem je sada vrstev reprezentující prvky určité topoklimatické úrovně. Tyto vrstvy jsou dvojího charakteru – polygonového (mnohoúhelníkového) a liniového, v závislosti na vlastnostech zobrazovaných topoklimatických projevů v krajině. Souřadný systém S-JTSK (jednotné trigonometrické síť katastrální) je standardem pro všechna státní mapová díla, proto byl zvolen převod do tohoto zobrazení i v této práci. Vkládání identických bodů, u nichž známé jejich prostorové vyjádření (zeměpisné souřadnice) je podstatou georeferencování mapového podkladu. Ke georeferencování mapy posloužily volně dostupná prostorová data poskytující Geoportál Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Základním principem tvorby digitální mapy je proces vektorizace, při kterém jsou v GIS softwaru obkreslovány hranice (popř. pouze linie) mapovaných jevů. Tyto zakreslené informace se dále ukládají do zvolené vrstvy. Výsledkem digitalizace je tedy soubor témat umístěných do prostoru, vyjadřující topoklimatické procesy na území města Plzně a okolí.

Pro ověření zobrazovaných topoklimatických projevů byly stanoveny další cíle této práce. Prvním krokem bylo sestavení digitálního modelu území vyjadřující míru dopadajícího slunečního záření na georeliéf. Povrch byl podle stupně oslunění kategorizován do tříd, které byly posléze statisticky srovnávány s plochami oslunění zakreslené v topoklimatické mapě. Test nezávislosti určil závislost mezi porovnávanými soubory, nicméně obě klasifikace ploch ozáření vykazují navzájem velké rozdíly v zastoupení. Poslední cíl verifikace probíhal nejprve terénním sběrem dat v lokalitě s předpokladem k topoklimatické projevům. Po bodovém měření meteorologických hodnot na svazích kopce Chlum byla data vyhodnocována. Zkoumaným prvkem byl směr projevujícího se katabatického proudění při radiačním typu počasí. Naměřená data na

většině stanovišť korespondují s předpokládaným směrem, který byl vymezen na základě topoklimatické mapy.

## 7 RESUMÉ

The main objective of this thesis has been to digitize the Quitt's topoclimatic map of the Pilsen city and its surroundings in the scale of 1:25.000 and to verify the chosen map parameters. The paper map has been scanned in order to be transferred to the digital form. The map processing itself by means of the geographic information system has resulted in value added. I have used software ArcView 9.3 by ESRI. This system is very useful for various geographical researches. My work methodology was set the way the digital model has imitated the original Quitt's map as much as possible. The result is the set of layers representing particular topoclimatic effects. There are two classes of layers - polygonal and polyline. Coordinate system S-JTSK is a standard for every state map work. For that reason I have also chosen this system in my thesis. The basis of map georeferencing is inserting relevant points with known geographical coordinates. I have used free accessible data from Geoportal issued by the Czech Office for Surveying, Mapping and Cadastre (COSMC) for georeferencing of topoclimatic map. The basic principle of the digital map creation is the process of vectorization. The map feature boundaries are traced in GIS software Editor. This newly created information is saved in a selected layer. The digitizing process resulted in shapefiles containing spacial data and attributes and also representing topoclimatic effects in research area. These topoclimatic effects has been initially marked and drawn by the author Evžen Quitt.

Two other goals for the map verification have been set. The first step was a creation of the digital model, which symbolize solar radiation rate. The surface was classified into classes depending on the rate of radiation. These classes were statistically compared with similar ones which were contained in the topoclimatic map. Chi-Square Test of Independence found the mutual dependence. However both area classifications show huge difference in frequency of particular areas. The last step of verification consisted in field research. We worked on the assumption that in the selected area there are prerequisites for genesis of a katabatic wind. Entries were collected on the slopes of the hill called Chlum. Directions of katabatic winds during radiation type of weather were examined effects. Expected wind directions defined in Quitt's topoclimatic map agree with results obtained by my measurement in majority of observation points.

## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK

### 8.1 OBRÁZKY

- Obr. č. 1 Klimatické oblasti Česka – výřez (dle Quitta, 1971)
- Obr. č. 2 Zvýrazněná plocha překryvu mezi snímky T71 a T72
- Obr. č. 3 Příklad využití funkce „snapping“ k přichytávání sousedících polygonů
- Obr. č. 4 Síť měřících bodů na satelitním snímku zájmového území Chlum okolím
- Obr. č. 5 Zobrazení vybrané lokality Chlum na Quittově topoklimatické mapě
- Obr. č. 6 Synoptická mapa Evropy ze dne 27. 2. 2012
- Obr. č. 7 Synoptická mapa Evropy ze dne 1. 3. 2012
- Obr. č. 8 Synoptická mapa Evropy ze dne 16. 3. 2012

### 8.2 GRAFY

- Graf č. 1 Vliv orientace a sklonu svahu na příkon sluneční energie v kcal na cm<sup>2</sup>
- Graf č. 2 Relativní zastoupení ploch ve vlastní digitální mapě podle Quitta
- Graf č. 3 Relativní zastoupení ploch ve vlastní digitální mapě podle Vysoudila
- Graf č. 4 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 1
- Graf č. 5 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 2
- Graf č. 6 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 3
- Graf č. 7 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 4
- Graf č. 8 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 5



- Graf č. 9 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 6
- Graf č. 10 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 7
- Graf č. 11 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 8
- Graf č. 12 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 9
- Graf č. 13 Srovnání průměrného a předpokládaného směru katabatického proudění na stanovišti č. 10

### 8.3 TABULKY

- Tab. č. 1 Charakteristika podoblasti MT11
- Tab. č. 2 Quittova klasifikace typů reliéfu dle intenzity vybraných jevů
- Tab. č. 3 Určení míry oslunění v závislosti na sklonu a orientaci svahu
- Tab. č. 4 Kontingenční tabulka překryvu ploch klasifikovaných dle Quitta a Vysoudila - marginální četnosti
- Tab. č. 5 Kontingenční tabulka překryvu ploch klasifikovaných dle Quitta a Vysoudila - očekávané četnosti
- Tab. č. 6 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 1
- Tab. č. 7 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 2
- Tab. č. 8 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 3
- Tab. č. 9 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 4
- Tab. č. 10 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 5
- Tab. č. 11 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 6
- Tab. č. 12 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 7

- Tab. č. 13 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 8
- Tab. č. 14 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 9
- Tab. č. 15 Naměřené meteorologické hodnoty – stanoviště 10
- Tab. č. 16 Srovnání naměřených a očekávaných hodnot směru proudění vzduchu [°]

## 9 ZDROJE

### 9.1 LITERATURA

1. ČHMÚ. (2007) Atlas podnebí Česka. Climate Atlas of Czechia. Praha – Olomouc: ČHMÚ, Univerzita Palackého v Olomouci. 256 s. ISBN 978-80-86690-26-1 (ČHMÚ) ISBN 978-80-244-1626-7 (UP)
2. Davis, D. E. (2003) GIS for Everyone. 3. vydání. ESRI Press. 160 s. ISBN 1-58948-056-2
3. Koldovský, M., Kopáček, J. (1981) Meteorologie pro piloty závěsných kluzáků. 1. vyd. Praha: SVAZARM, 62 s. ISBN 0-936310-11-1
4. Kopp, J., Suda, J. (2003) Vybrané kapitoly z fyzické geografie - Klimatologie. 2. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. 104. s. ISBN 80-7043-257-8
5. Klimeš, C. (2004). Informační systémy - Učební texty. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Ekonomická fakulta. 176 s. ISBN 80-248-0722-X
6. Mičietová, E., Pavličko, P., Vysoudil, M. (2001) Tvorba topoklimatických map v prostředí geoinformačních technologií. Geoinfo, č. 3, roč. VIII/ 2001. 46 – 50 s. ISSN 1212-4311
7. Němec J., Ložek V. a kol. (1997) Chráněná území ČR 2. 1. vyd. Praha: Consult. 154 s. ISBN: 80-902132-1-9
8. Nosek, M. (1972) Metody v klimatologii. 1. vyd. Praha: Československá akademie věd. 434. s. ISBN 21-031-72
9. Oke, T. R (2006) Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites. WMO, Instruments and observing methods, Report No. 81, WMO/TD-No. 1250, 47 s.
10. Prošek, P., Rein, F. (1982) Mikroklimatologie a mezní vrstva atmosféry. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 237. s. ISBN 17-103-81

11. Quitt, E. (1994) Topoklimatické mapování pro potřeby ochrany ovzduší Plzně a okolí s digitalizovanými registry GIS pro síť informačních jednotek 50 x 50 m. Brno: Ekodataservis.
12. Sobíšek, B. a kol. (1993) Meteorologický slovník výkladový a terminologický. 1. vyd. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR. 594. s. ISBN 80-85368-45-5
13. Tolasz, R. a kol. (2007) Atlas podnebí Česka. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav., Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 254. s. ISBN 978-80-86690-26-1 (ČHMÚ) 978-80-244-1626-7 (UP)
14. Voženílek, V. (1998) Geografické informační systémy. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 173. s. ISBN 80-7067-802-X
15. Vysoudil, M. (1991) Klimatologie - Základy bioklimatologie. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci., 152. s. ISBN 80-7067-780-5
16. Vysoudil, M. (2000) Meteorologie a klimatologie pro geography. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 282 s. ISBN 80-7067-773-2
17. Vysoudil, M. (2009): Klasifikace místních klimatických efektů. Geografický časopis, roč. 61, č. 3, s. 229 – 241. ISSN 1335-1257

## 9.2 INTERNETOVÉ ZDROJE

1. ArcView. 2012. [online]. [cit. 12. 4. 2012]. Dostupné z: <<http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/software/arcgis/arcgis-desktop/arcview/>>
2. ČHMÚ. 2012. Meteorologická stanice Plzeň – Mikulka.[online]. [cit. 1. 6. 2012]. Dostupné z: <<http://old.chmi.cz/meteo/opss/stanice.php?ukazatel=plzen>>
3. Mapy Google. 2012. [online]. [cit. 1. 6. 2012]. Dostupné z: <<https://maps.google.cz/>>

4. Překryvné analýzy rastrových dat typu využití a pokryvu území. 2012. [online]. [cit. 1. 6. 2012]. Dostupné z: <<http://gis.vsb.cz/zsv/images/stories/publikace/hanzlovaoverlaygisova2007.pdf>>
5. Plánka, L. 2007. Mezo(topo)klimatické mapy a mapování. 2007. [online]. [cit. 12. 4. 2012]. Dostupné z: <<http://actamont.tuke.sk/pdf/2007/s3/30planka.pdf>>
6. Terminologický slovník zeměměřičství a katastru nemovitostí. 2012. Georeferencování. [online]. [cit. 2. 6. 2012]. Dostupné z: <[http://www.vugtk.cz/slovník/1309\\_georeferencovani--vyjadreni-prostorovych-referenci](http://www.vugtk.cz/slovník/1309_georeferencovani--vyjadreni-prostorovych-referenci)>
7. Terminologický slovník zeměměřičství a katastru nemovitostí. 2012. GIS. [online]. [cit. 2. 6. 2012]. Dostupné z: <[http://www.vugtk.cz/slovník/1075\\_geograficky-informacni-system-%28gis%29](http://www.vugtk.cz/slovník/1075_geograficky-informacni-system-%28gis%29)>
8. Urban climate. 2011. [online]. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://www.urbanclimate.net/>>
9. Vysokoškolské kvalifikační práce. 2011 [online]. [cit. 6. 1. 2011]. Dostupné z: <<http://theses.cz/>>

### 9.3 POUŽITÉ PROGRAMY

1. Adobe Photoshop 5.5
2. ArcView 9.3
3. Inkscape
4. IrfanView
5. Microsoft Excel 2007
6. Microsoft Word 2007

### 9.4 DATA PRO TVORBU MAP

Digitální model území 1 : 25 000 (DMÚ 25)

## **10 PŘÍLOHY**

Digitální topoklimatická mapa Plzně a okolí

CD s mapovými výstupy