

---

# GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

---

52

2000

2

---

*Miroslav Vysoudil\**

## TOPOKLIMATICKÉ MAPOVÁNÍ: OD TEORIE K PRAXI

**M. Vysoudil:** Topoclimatic mapping: from theory to practice. *Geografický časopis*, 52, 2000, 2, 2 figs., 3 tabs., 8 refs.

The author deals with theory and practice of topoclimatic mapping. Combination of knowledge about georelief, active surface, meteorological condition mainly atmospheric circulation on synopsis and local level and anthropological influences allows description of topoclimate in the sense of its definition. Contemporary topoclimatic investigation could be based on use of effective research methods such as remote sensing and GIS techniques. Topoclimatic characteristics present database of spatial information and are compatible for integration into climatic (geographical) information system. The results of topoclimatic mapping are used in wide range of practical applications such as outline of potential (topo)climatic effects, urban planning and civil engineering, judgement of potential air pollution, possibilities of utilization of ecological sources of energy and judgement on its effectiveness and potential, use of landscape for recreation, sport and relaxation.

**Key words:** topoclimate, topoclimatic mapping, topoklimatic category, active surface, environment, climatic information system

### ÚVOD

Problematika tvorby klimatu na všech prostorových úrovních představuje důležitou oblast současných klimatologických výzkumů. Proto se také jeví jako nezbytné zdokonalení znalostí o topoklimatu, jeho důkladnějšího pochopení včetně znalostí podmínek v procesu jeho utváření. V něm jsou zásadní společné vlivy místního charakteru georeliéfu, jeho pokryvu a činnosti člověka. Odpovědi na řadu otázek spoje-

---

\* Katedra geografie, PřF Univerzity Palackého, Svobody 26, 771 46 Olomouc, Česká republika

ných s tvorbou tohoto typu klimatu poskytuje topoklimatologie, jejíž nedlouhou součást tvoří tvorba topoklimatických map. Ty si našly během posledních desetiletí široké praktické uplatnění.

## 1 HISTORIE STUDIA TOPOKLIMATU A JEHO DEFINICE

Yoshino (1975) uvádí, že termín *topoklima* jako první použil C. W. Thornthwait v roce 1953 pro označení klimatu velmi malých oblastí, jejichž studiem se analogicky zabývá *topoklimatologie*. Uvedený pojem vychází z předmětu studia klasické geografické topografie, která se zabývá popisem úzce vymezených částí krajinné sféry nebo sídel v ní. Stejný autor současně zmiňuje, že korespondující termín byl užíván již dříve, zejména v Německu, při popisu klimatických podmínek území v měřítku 1:25.000. Fleming (1971), viz Yoshino (1975), považuje topoklima za nižší kategorii místního klimatu a také tento názor lze přijmout.

Jak uvádějí Oliver a Fairbridge ed. (1987), ve 30. letech 19. století se v odborné literatuře objevuje termín *místní klima*. Zakladatel mikroklimatologie R. Geiger však začal ve stejném období zavádět pojem *orografické mikroklima*. Tyto termíny jsou dnes užívány jako synonyma pro mikroklima, *topoklima* a mezoklima.

Také v českých zemích mají topoklimatologické výzkumy a s nimi spojené topoklimatické mapování dlouhou tradici. Již v 50. letech se podrobnému studiu topoklimatu a možnostem jeho kartografického vyjádření věnoval bývalý GgÚ ČSAV v Brně zejména v souvislosti s realizací velkých průmyslových staveb a energetických zařízení a jejich vlivu na topoklima. Pozornost se soustředila především na kvantifikaci vlivů vybraných typů aktivního povrchu a georeliéfu na procesy v přízemní vrstvě atmosféry. Zvýšená pozornost byla věnována těm situacím, které mohou mít vliv na rozptyl příměsí znečišťujících atmosféru. Postupně vznikly topo(mezo)klimatické mapy v měřítku 1:500 000 až 1:25 000.

V současnému období jsou možnosti zdokonalení metod topoklimatického mapování studovány autorem článku především na *Katedře geografie PřF UP v Olomouci* (Vysoudil 1997, 1998). Přes občas se vyskytující protichůdné až kontraverzní názory tzv. "čistých meteorologů a klimatologů" k metodám konstrukce a obsahové náplni našly topoklimatické mapy v oblasti klimatologických výzkumů i praktického využití nezastupitelné místo. Zájem a především zahraniční ohlasy i referáty na zahraničních a mezinárodních konferencích poukazují na opodstatněnost, správnost a perspektivu rozvíjených metod.

Vymezení pojmu *topoklima* (*topoklimatologie*) není ani v současnosti zcela jednoznačné. To lze do jisté míry říci o definicích. Přesto lze najít v otázce základního vymezení pojmu i formulování obecných definic u většiny autorů jednotně stanovisko.

Tradičně je definováno topoklima jako *typ klimatu*, které se vytváří pod bezprostředním vlivem charakteru georeliéfu a jeho aktivního povrchu. Vzhledem k prokazatelnému antropogennímu ovlivňování klimatu na úrovni všech kategorií autor článku považuje za nezbytné tuto skutečnost zohlednit v nové, skutečnosti lépe odpovídající definici topoklimatu (Vysoudil 1997). Ta charakterizuje topoklima jako *klimatickou kategorii*, která se vytváří pod bezprostředním vlivem charakteru georeliégu, jeho aktivního povrchu a za spoluúsporbení antropogenních vlivů.

Přijmeme-li uvedenou definici, pak je zřejmé, že kategorii topoklimatu musíme podle prostorového měřítka skutečně umístit na úroveň mezoklimatu a místního klimatu. Znalosti rozměru místního klimatu jsou takto velmi důležité pro pochopení měřítka topoklimatických vlivů. Případné rozdíly v měřítku těchto vlivů jsou podmíněné měřítky vlastních klimatotvorných faktorů, stejně jako blízkostí vrstvy atmosféry bezprostředně přilehlající k aktivnímu povrchu. Ten je pro ni, jak známo, rozhodujícím zdrojem tepelné energie a vlhkosti. Podmiňujícím faktorem jsou při tvorbě a utváření místního klimatu morfometrické parametry místního georeliéfu a charakter jeho pokrytí. Typické rysy místního klimatu, stejne jako topoklimatu, se zákonitě projevují nejvýrazněji do výškové úrovně maximálně několika málo desítek metrů a s rostoucí výškou se výrazně snižují.

## 2 TEORETICKÉ ZÁKLADY STUDIA TOPOKLIMATU

Z definice topoklimatu vyplývá, že pro jeho popis a pochopení jsou nezbytné především teoretické znalosti vlivu geografických klimatotvorných faktorů, systému atmosférické cirkulace, fungování vazeb mezi aktivním povrchem a přízemní vrstvou atmosféry a všech procesů v ní probíhajících. Topoklimatický výzkum tedy musí zahrnovat:

- studium vybraných geografických klimatotvorných faktorů topoklima,
- studium dynamických procesů v přízemní vrstvě atmosféry, zejména proudění.

Tím jsou jednoznačně dány prvky v krajinné sféře, které je nutné při výzkumu topoklimatu studovat a následně mapovat.

### 2.1 Geografické faktory utvářející topoklima

Geografické faktory, které je třeba považovat v procesu utváření topoklimatu za nejvýznamnější, jsou uvedeny v tab. 1.

Geografické faktory utvářející topoklima představují též typy aktivního povrchu. Při topoklimatickém mapování je lze určit na základě analýzy mapy pokrytí/využití země. Jak je uvedeno v kapitole 3.3., k tomuto účelu jsou vhodná data DPZ. Umožňují provést dostatečně přesnou kvalitativní i kvantitativní analýzu sledovaných typů aktivního povrchu. Pro potřeby přehledného a podrobného topoklimatického mapování se jeví vhodný systém klasifikace pokrytí/využití země ze satelitních dat dle Kiefer a Lillesand (1994) adaptovaný pro naše geografické podmínky:

*Sídla, zastavěné plochy ve výstavbě*

Městská sídla

Průmyslové zóny

Rozsáhlé komplexy budov

Sídla s řídkou zástavbou, zejména venkovská

*Zemědělsky využívané plochy*

Pole

Pastviny

Vinice, chmelnice, sady

*Lesní plochy*

Listnaté lesy

**Tab. 1. Geografické faktory ovlivňující formování topoklimatu**

Faktor	Mapovaná položka
<b>a) typ aktivního povrchu</b>	
písčitý, kamenistý a skalnatý povrch	typ, barva*, teplotní (tepelná) vodivost*
půda	typ, textura*, barva*, obsah vody*, tepelná (tepelný) vodivost*
vodní a zamokřené plochy	velikost a typ plochy, hloubka*
vegetace	typ, výška*, hustota, barva* a sezónní změny vegetačního krytu
zemědělská půda	využívané a nevyužívané plochy, druh (výška) plodiny*, sezónní změny, odlesněné plochy a průseky
urbanizované plochy	tepelná (tepelný) vodivost* a druh materiálu*, zdroje antropogenního a tepelného znečištění
<b>b) vlastnosti aktivního povrchu</b>	
morfografický typ	rovina, svah, konvexní (konkávní) tvary atd.
morfografická charakteristika	sklonitost, orientace, relativní výšková členitost resp. převýšení, hloubka, šířka příp. profil údolí*, plocha rozsáhlých konkávních tvarů*
možnosti získávání zářivé (tepelné) energie	sklon a expozice ke světovým stranám, nadm. výška*, míra zastínění*
expozice vzhledem k meteorologickým jevům	návětorná (závěterná) poloha, anemoorogický efekt (terénní překážky ovlivňující rychlosť proudění), teplá svahová zóna, tvary georeliéfu, sběrná oblast chladného vzduchu
drsnost georeliéfu	zemědělské plochy: bez vegetace, s vegetací, poroáná plocha urbanizované plochy: stupeň a charakter urbanizace
hodnota albeda	typ aktivního povrchu*
schopnost vyzařovat	povrchová teplota* (maximální, minimální), míra ochlazování v období negativní energetické bilance*

\*) Tyto položky se obvykle sledují jen ve speciálních případech, příp. podle požadavku koncového odběratele, neboť vyžadují speciální znalosti, resp. metody měření.

Jehličnaté lesy

Smíšené lesy

*Vodní povrchy*

Jezera, rybníky

Přehrady

Vodní toky a kanály

*Zamokřené plochy*

Zalesněné

Nezalesněné

*Holé plochy*

Skalnaté a písčité povrchy

Lomy, místa povrchové těžby

Plošně rozsáhlý komunikační uzly (např. letiště)

*Plochy sezónně pokryté sněhem (ledem)*

## 2.2 Cirkulační faktory (podmínky) utvářející topoklima

Na charakter topoklimatu mají vliv jak projevy makrocirkulace, tak i formy místní cirkulace. Při popisu rázu všeobecné cirkulace je nezbytné vycházet z dlouhodobých charakteristik proudění vzduchu a musí se rozlišovat rozdíly v převládajících směrech větru v případě labilního a stabilního zvrstvení (Coulal 1973).

Z projevů místní cirkulace lze považovat za nejdůležitější zjištění sběrných oblastí chladného vzduchu, aby bylo možné vymezit dráhy katabatického stékání, resp. místa potenciálního vzniku lokálních uzavřených cirkulačních systémů (např. horský a údolní vítr).

Obě zde uvedené hlavní skupiny faktorů (případně další možné podle místních podmínek mapovaného území) jsou základem pro definování jednotlivých topoklimatických kategorií a určují obsah legendy topoklimatické mapy.

## 3 KONSTRUKCE TOPOKLIMATICKÉ MAPY

Nedílnou součástí studia topoklimatu je konstrukce přehledných (měřítko 1:50 000 a menší) a podrobných (měřítko 1:25 000 a větší) topoklimatických map, které umožňují vyjádřit celý komplex klimatotvorných procesů na aktivním povrchu, v přízemní a spodní části planetární mezní vrstvy atmosféry. Vyjadřují změny v přízemní a planetární mezní vrstvě atmosféry vyvolané jak fyzickogeografickými a socioekonomickými složkami krajiny, tak i vlivy antropogenními. Stávají se tak **zdrojem informací** o charakteru základních interakcí mezi přízemní atmosférou a georeliéfem s jeho aktivním povrchem s ohledem na možné antropogenní ovlivnění. Tyto procesy se podílejí zásadním způsobem na vzniku charakteristického topoklimatu a řady klimatotvorných efektů a výraznou měrou ovlivňují prostorové šíření látek znečišťujících ovzduší. Podrobná znalost těchto procesů je nutná pro hodnocení celkového potenciálu krajiny na všech prostorových úrovních včetně nejnižší. Představují významnou součást souboru map životního prostředí. Vhodným doplňkem obsahu topoklimatických map se ukazují být vybrané makroklimatické charakteristiky (např. teplotní a srážkové poměry, charakteristiky vlhkosti vzduchu, údaje o počtu jasných a zamračených dnů).

Jedním z častých okruhů diskuse o vhodnosti používaných metod konstrukce topoklimatických map a tvorby jejich obsahu bývá otázka realizace účelových topoklimatických měření s návazností na definování a regionalizaci topoklimatických kategorií.

*Argumenty pro nutnost realizace terénních měření:*

- relativně přesná kvantifikace meteorologických jevů a topoklimatotvorných procesů,
- přesnější regionalizace oblastí se specifickým topoklimatem,
- přesnější definování charakteru jednotlivých kategorií topoklimatu.

*Argumenty proti nutnosti realizace terénních měření:*

- praktická nemožnost poskytnutí informací o charakteru topoklimatu v případě potřeby oparetivních informací,
- nereálnost zajištění reprezentativních měření v delším časovém období zejména na plošně rozsáhlejším území,
- topoklimatická mapa představuje model a současné teoretické znalosti i používané metody konstrukce umožňují takový model sestavit dostatečně reprezentativně i bez terénních měření a znalosti konkrétních klimatických charakteristik,
- technické a finanční zajištění (to nemůže být argument pro případnou prezentaci nevědeckých poznatků).

Vzhledem k prostorovému rozměru většiny topoklimatických jevů podává topoklimatická mapa měřítka 1:50 000 spíše obecný přehled o velikosti jejich prostorového efektu. Může se ale stát základem konstrukce podrobné topoklimatické mapy měřítka 1:25 000.

### 3.1 Legenda topoklimatické mapy

Především na přehledných topoklimatických mapách může být účelné vzhledem k vertikální členitosti georeliéfu a vyskytujícím se morfografickým typům definovat *obecné kategorie topoklimatu*:

- topoklima roviných poloh (z hlediska morfografických typů georeliéfu lze tyto plochy považovat za rovinu),
- topoklima pahorkatin (váže se na pahorkatinný georeliéf),
- topoklima vrchovin (představuje vrchovinný georeliéf),
- topoklima hornatin (koresponduje s hornatinným georeliéfem),
- topoklima utvářené působením předpokládaných projevů atmosférické cirkulace v makro-, mezo- a mikroměřítku,
- topoklima formované pod možným vlivem katabatického stékání.

Lokality s předpokládanými projevy makro-, mezo- nebo mikrocirkulace lze na topoklimatických mapách signalizovat vektorem větru. Vzhledem k obvyklé absenci terénních měření však nemohou vyjadřovat intenzitu (rychlosť proudění) ani frekvenci jevu (četnost směrů). Jejich prostorová lokalizace v mapě ale upozorňuje na možný výskyt:

- výrazněji návětrných poloh,
- míst dobře provětrávaných s ohledem k danému směru proudění,
- poloh s možným významněji modifikovaným charakterem proudění vzhledem k charakteru georeliéfu,
- oblasti s předpokládanými intenzívnejšími projevy katabatického stékání a možnosti vzniku jezer studeného vzduchu.

Podrobné topoklimatické mapy poskytují možnost vymezení dalších *nižších kategorií topoklimatu*:

- kategorie vyjadřující celkovou míru ozáření georeliéfu,
- kategorie prostorově vymezující inverzní polohy a předurčující kvalitu ovzduší,
- oblasti topoklimatu utvářeného pod vlivem urbanizovaných ploch,
- topoklima utvářené pod vlivem výraznějších konvexních forem georeliéfu,
- polohy s předpokladem výraznějšího ovlivnění topoklimatu vlivem převládajícího proudění při dané meteorologické situaci v makro- a mezoměřítku a také pod vlivem předpokládaného intenzívnejšího katabatického proudění,
- kategorie reprezentující topoklima vážící se na výraznější konkávní formy georeliéfu, t.j. polohy s relativně častými nižšími hodnotami teploty vzduchu a často doprovázenými přízemními teplotními inverzemi. V důsledku jsou pro takové polohy typické celkově nižší průměrné teploty, všeobecně vyšší absolutní hodnoty vlhkosti vzduchu a s tím spojený četnější výskyt kondenzačních jevů,
- specifikace a lokalizace míst exponovaných vůči všem možným projevům proudění vzduchu v celé oblasti jako předpoklad při popisu možných rozdílů v depozici znečišťujících látek, mří výskytu atmosférických příměsí z lokálních, blízkých a vzdálených stacionárních zdrojů, při projektování a výstavbě možných budoucích zdrojů znečištění a také pro případ ekologických havarijních situací. Tato zjištění mají přímý vztah k přenosu znečišťujících příměsí v atmosféře a tím k její celkové kvalitě,
- polohy charakterizované změnami vlhkostních poměrů mající nejčastěji přímou vazbu na větší vodní plochy. Jsou to též oblasti s předpokládanými vyššími hodnotami poměrné i absolutní vlhkosti vzduchu. Zvýšené hodnoty vlhkosti vzduchu lze také považovat za přímý důsledek charakteru aktivního povrchu a jeho nadměrného zamokření nebo výraznějšího snížení teploty vzduchu v přízemní vrstvě atmosféry bezprostředně přilehající k aktivnímu povrchu v inverzních polohách,

Uvedé kategorie obecně vymezují nejnižší typy topoklimatu, jejichž definování je na podrobné (přehledné) topoklimatické mapě opodstatněné. Specifické podmínky mapované oblasti samozřejmě umožňují v opodstatněných případech zavedení dalších kategorií.

### 3.2 Aktuální trendy topoklimatického mapování

Současné metody výzkumu jednotlivých složek krajinné sféry využívající jako nástroj geoinformační technologie nabízejí vhodné spojení těchto metod geografického výzkumu s tradičními. To platí i pro mapové zpracování (prezentaci) výsledků. Součástí studia a popisu topoklimatu (včetně mapového vyjádření) tak dnes může být:

- monitoring časoprostorových změn teplotního chování aktivního povrchu v závislosti na změnách podmínek využitím leteckého nebo družicového termálního snímkování a jejich zpracování v digitální podobě,
- konstrukce a využití 3D-DMR pro přesné stanovení míry oslunění, detailní a do jisté míry neomezené modelování procesů rozhodujících při utváření topoklimatu (změny teplotních a vlhkostních poměrů a modifikace proudění v přízemní atmosféře),
- využívání digitálních rastrových a vektorových dat, jejich zpracování a integrace v prostředí GIS,
- využití digitálních dat DPZ pro analýzy pokrytí země (typ aktivního povrchu).

### 3.3 Možné aplikace anylýz GIS v konstrukci topoklimatických map

Princip konstrukce topoklimatické mapy poskytuje široké, i když stále ne plně využívané možnosti počítačového zpracování. Jedná se především o možnosti programových prostředků GIS pro sběr dat a vytváření databází, jejich anylýzu až po kartografické zpracování a prezentaci výsledků.

Nejpotřebnější a zároveň nejfektivnější se ukazuje využití možností GIS anylýz v prvních fázích konstrukce, tj. získávání, archivaci a vyhodnocování potřebných morfometrických parametrů georeliéfu vedoucích ke konstrukci *mapy míry oslunění*. Ta je pro další etapy konstrukce základní.

**Tab. 2. Míra ozáření georeliéfu (v %) v roce v porovnání s horizontální rovinou (Stružka 1956, upraveno)**

Sklon (°)	J	JV/JZ	V/Z	SV/SZ	S
<5	108	107	104	101	100
5,1-10,0	114	113	107	102	99
10,1-15,0	120	118	110	101	97
15,1-20,0	125	122	111	100	95
20,1-25,0	129	125	112	98	91
25,0-30,0	132	127	112	96	87
30,1-35,0	134	128	111	92	83
35,1-40,0	135	129	109	88	78
40,1-45,0	135	128	106	84	72
45,1-50,0	134	126	103	78	66
>50,0	131	124	98	72	59

Základní je i *mapa pokrytí (využití) země*, ale její tvorba z topografické mapy je jednodužší. Konstrukce je možná na základě vyhodnocení dat DPZ, jsou-li k dispozi-

### 3.4 Topoklimatické informace jako součást GIS

Zavedením geografických informačních systémů do řídící práce orgánů veřejné správy se dramaticky zvýšila potřeba tvorby, správy, rozšiřování a aktualizace co nejpodrobnějších databází všeho druhu. Databáze informací o fyzickogeografické složce krajinné sféry rozšiřuje významně topoklimatická mapa.

Tab. 3. Míra ozáření georeliéfu

Sklon svahu ("")	Orientace ke světovým stranám		
	J	Z/V	S
<5,0	3	3	3
5,1-10,0	4	3	2
10,1-15,0	4	3	2
15,1-20,0	5	3	1
>20	5	4	1

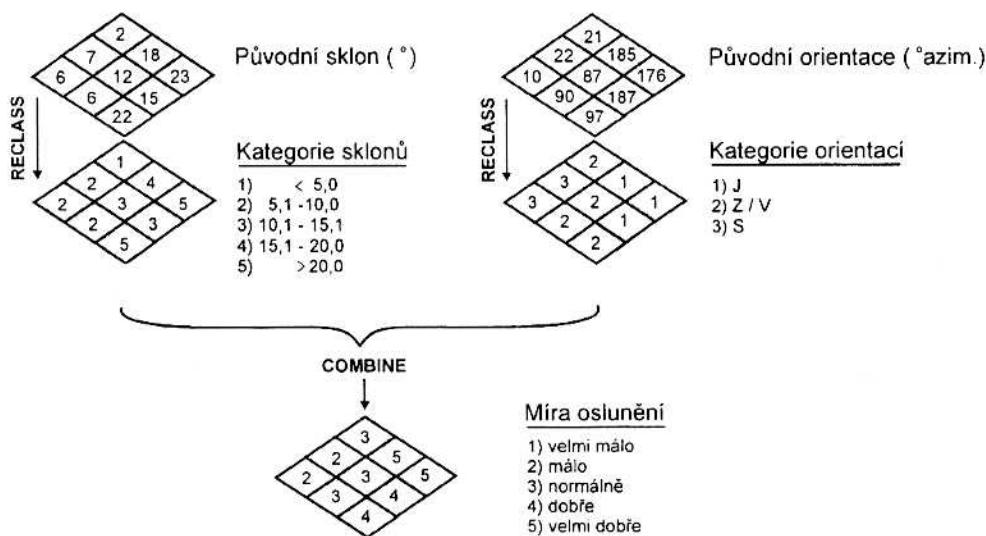
1- velmi málo osluněné plochy

2- málo osluněné plochy

3- normálně osluněné plochy (všechny roviny a vodní plochy)

4- dobře osluněné plochy

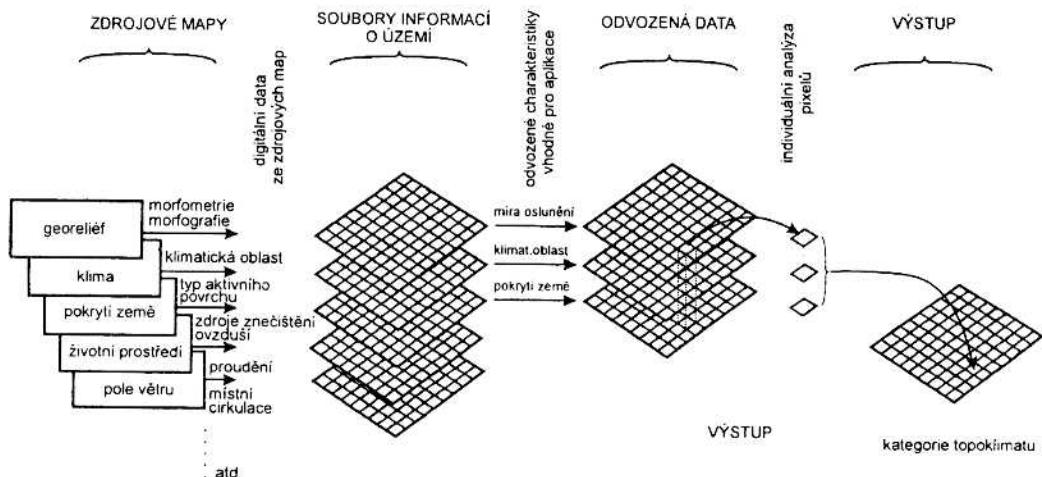
5- velmi dobře osluněné plochy



Obr. 1. Využití funkcí "reclass" a "combine" při konstrukci topoklimatické mapy.

Soubor informací obsažený v topoklimatických mapách vytváří informační systém, který lze nazvat *topoklimatický informační systém (TOPIS)*. Rozšiřuje databázi klimatických informačních systémů (KLIS). Morfografické a morfometrické charakteristiky georeliéfu včetně jeho pokrytí představují databáze, které mohou být součástí nadřazených geoinformačních systémů (např. o zemi, o vodě, o životním prostředí atd.) nebo integrovaného geografického informačního systému.

KLIS obvykle obsahuje velmi široký okruh informací makroklimatické povahy, ale jeho součástí by měly být informace na úrovni nižších klimatických kategorií. V případě integrace topoklimatické mapy do KLIS to je okruh informací (vrstev) na prostorové úrovni topo(místního)klimatu.



Obr. 2. Příklad GIS analýzy při studiu topoklimatu (Lillesand a Kiefer 1994, upraveno).

#### *Příklad možných vrstev makroklimatických informací:*

- rozložení vybraných klimatických charakteristik (průměrné teploty, průměrný počet charakteristických dnů, srážkové charakteristiky, zabezpečení průměrných teplot a srážkových úhrnů),
- změny makroklimatologických charakteristik vlivem georeliéfu (příčiny turbulence, časoprostorové změny vírových pohybů, parametry větru, změna četnosti a charakteristik místních inverzí).

#### *Příklad možných vrstev prostorových topoklimatických informací:*

- míra oslnění libovolné plochy a s tím související hospodaření s tepelnou energií ve zvolené části roku,
- polohy s předpokladem výskytu teplotních inverzí,
- koridory s předpokladem projevů katabatických procesů a tím oblasti s akumulací studeného vzduchu,
- polohy s předpokladem zvýšeného výskytu kondenzačních jevů (v důsledku častějších nižších teplot a tak zvýšené vlhkosti vzduchu),
- polohy dobrě provětrávané v případě labilního zvrstvení atmosféry (pro hlavní a vedlejší směr větru),
- polohy s předpokladem dobrého (zhoršeného) provětrávání,
- vymezení ploch se specifickým charakterem topoklimatu vzhledem k povaze aktivního povrchu (intravilán sídel, rozsáhlější vodní plochy, stupeň pokrytí vegetací, charakter vegetačního krytu, lužní les, skalní města atd.).

Již v průběhu konstrukce topoklimatické mapy lze využívat informace (databáze) z existujících integrovaných geografických informačních systémů, především však těch, které obsahují informace o fyzickogeografických složkách krajiny.

## 4 TOPOKLIMATICKÉ MAPY A PRAXE

Povaha topoklimatických map vymezuje oblasti praktických aplikací, ve kterých se jeví jejich využití nejpotřebnější a nejčastější. Podrobněji je lze specifikovat například takto:

**Územní plánování a územní rozvoj:**

- urbanistické koncepce sídelních aglomerací a jejich posouzení ve vztahu k ochraně a kvalitě ovzduší,
- posouzení lokalizace plánovaných (rušení existujících) skládek odpadu,
- posouzení lokalizace (průběhu) nově navrhovaných (rekonstruovaných) záchytných parkovišť, systémů kolejíšť, tras elektrických vedení, liniových komunikací jako zdrojů znečištění ovzduší (dálnice a silnice, železnice),
- určení lokalit vhodných pro rekreační, sportovní využití obyvatelstva,
- podklad pro stanovení kvality obytného prostředí.

**Lidské aktivity v krajině:**

- zpřesnění rozptylových studií s vazbou na potenciální zdroje znečištění a s důrazem na postižení nejdůležitějších topoklimatických procesů ve spodní části mezní vrstvy atmosféry,
- modernizace existujícího způsobu výroby tepla.

Lokalizace oblastí výskytu možných místních klimatických efektů podmíněných utvářením georeliéfu a povahou aktivního povrchu (ve spojení s nepříznivými meteorologickými situacemi) v krajině a jejich případný vliv na kvalitu životního prostředí, zejména ovzduší:

- dráhy katabatického stékání, výskyt jezer studeného vzduchu a inverzních poloh, odchylky vlhkosti vzduchu, prostorové diference v rozložení teploty a srážek, neobyklé formy místní cirkulace atd.,
- škody na stavbách (bytovém fondu) v případě živelných pohrom (bouře, povodně),
- prostorové rozmístění stanic automatizovaného monitorovacího systému (AIMS) z hlediska jejich reprezentativnosti pro širší okolí.

**Environmentální aplikace** (přírodní katastrofy, ekologické havárie, činnost institucí zabývajících se ochranou přírody a tvorbou ŽP atd.).

Významné a široké je praktické využití topoklimatických map v posledně uvedené oblasti, a proto je tomuto okruhu aplikací věnována samostatná subkapitola.

### 4.1 Využití topoklimatické mapy v environmentální praxi

Z teoretické podstaty vytváření topoklimatu vyplývá, že se nejintenzívnejší vyvíjí při radiačním typu počasí. Ze znalosti rázu tohoto typu počasí a chodu meteorologických prvků po dobu jeho trvání je zřejmé, že zvýšená pozornost musí být věnovaná především popisu procesů souvisejících s možnostmi hromadění, resp. rozptýlu látek znečišťujících ovzduší. Topoklimatické efekty, které se váží na radiační režim počasí, t.j. hlavně projevy místní cirkulace a vznik inverzních poloh, jsou výrazným prvkem těchto map. Jedná se především o možné projevy proudění vážící se na všechny studované prostorové kategorie klimatu.

Kromě posouzení kvality ovzduší poskytují topoklimatické mapy důležité informace při studiu svahových procesů podmiňujících např. jejich deformaci ústicí v řícení skalních tvarů. Topoklimatické mapování představuje důležitý prostředek při studiu životního prostředí včetně zpracování EIA (environmental impact assessment) studií, ve velkém měřítku také při sledování městského klimatu, stejně jako v regionálním plánování. Své uplatnění by měly mít v botanice, geoekologii, krajinné ekologii atd. Výsledky studia topoklimatu lze považovat za kompatibilní s běžně dostupnými informacemi a znalostmi o rázu převládajícího makroklimatu.

Podrobněji lze oblasti využití praktických environmentálních aplikací topoklimatických map vymezit na příklad takto:

- posouzení míry ohrožení populace a krajiny v případě havárií chemických (jaderních) zařízení, činnosti spaloven průmyslového (komunálního) odpadu a podobných zařízení,
- posouzení vlivu lokalizace zdrojů obtěžujících pachy, prašným aerosolem příp. hlukem,
- stanovení lokalit vhodných pro efektivní využití netradičních ekologicky příznivých zdrojů energie (sluneční, větrná),
- lokalizace míst se zvýšenou pravděpodobností výskytu rychlých geomorfologických procesů (katastrof) způsobených topoklimatickými podmínkami (v kombinaci s meteorologickými podmínkami, situacemi), zejména rychlé svahové pochody, půdní eroze,
- lokalizace míst s předpokládaným četnějším výskytem projevů topoklimatických (místních) efektů, především návětrné a závětrné polohy, kondenzační jevy, jezera studeného vzduchu, teplá svahová zóna, případně určení (posouzení) jejich důsledků, např. vegetační inverze.

## 5 ZÁVĚR

Uvedené skutečnosti jsou důkazem toho, že studium topoklimatu a rozvoj metod jeho mapování je aktuální a nutné. Možnost aplikovat všechny postupy, které jsou dnes nezbytnou součástí moderních metod geografického výzkumu včetně technologií GIS a dálkového průzkumu činí z topoklimatologie perspektivní, dynamicky se rozvíjející vědní obor. Praktické využití map zahrnuje široké spektrum oblastí lidských aktivit.

## LITERATURA

- COUFAL, L. (1973). Klimatologické hodnocení mezní vrstvy atmosféry. *Sborník prací Hydrometeorologického ústavu v Praze*, 19, 82-129.
- ERDAS (1997). *Erdas Imagine V8.3 Tour Guides*. Atlanta (Erdas).
- QUITT, E. (1987). *Topoklimatická mapa ČSR -24-32*. Brno (GU ČSAV).
- LILLESAND, T. M., KIEFER, R., W. (1994). *Remote sensing and image interpretation*. New York (Wiley).
- STRUŽKA, V. (1956). *Meteorologické přístroje a měření v přírodě*. Praha (SPN).
- VYSOUDIL, M. (1992). The Topoclimatic Map By Integrated Use of GIS Subsystems. In *EGIS '92 Conference Proceedings*, 2. Utrecht (EGIS Foundation), pp. 1008-1001.

- VYSOUDIL, M. (1997). *Meteorologie a klimatologie pro geografy*. Olomouc (Vydavatelství Univerzity Palackého).
- YOSHINO, M. M. (1975). *Climate in a small area. An introduction to local meteorology*. Tokyo (University of Tokyo Press).

*Miroslav Vysoudil*

## TOPOCLIMATIC MAPPING: FROM THEORY TO PRACTICE

The main goal of the paper is to outline the need of topoclimatic mapping in contemporary study of cultural landscape and its environment due to ever stronger influence of human activities on processes in boundary atmosphere layer.

The author summarizes the standard methods of topoclimatic mapping in the Czech Republic and indicates possible trends for next period. Topoclimatic investigation must be focused on acquiring and presentation of maximal authentic and factual (topo)climatic condition of study areas. Hence the present trend of topoclimatic research/mapping appears to be:

- the use of input database in digital form (georelief parameters, vector layers, remote sensing data in raster format) or its conversion (A - to - D),
- employment of GIS/RS techniques for digital data processing including virtual GIS,
- recording of meteorological characteristics by use of automatic field station,
- 3D modelling of processes in the boundary atmosphere layer,
- construction of 3D topoclimatic maps,
- application of digital cartography methods for map creation and presentation.

In the second part of contribution some of main fields of practical application of topoclimatic learning are mentioned:

- outline of potential (topo)climatic effects (katabatic streaming, unexpected forms of local circulation, occurrence of cold air lakes, deviation of air humidity, higher probability of temperature inversion),
- urban planning and civil engineering,
- assessment of degree of threatening population in case of chemical, nuclear, energetic and similar devices hazards and during disposal of industrial and communal waste,
- estimation of suitability of renovation of damaged buildings stricken by heavy storms (floods)
- supplement to the diffusion expert studies and their more detailed precision,
- representative spatial distribution of emission monitoring systems,
- judgement of possibilities of location of small and medium sources of air pollution,
- judgement on situation of tips (dumps) of industrial and municipal waste,
- judgement on courses of potential line sources of air pollution,
- possibilities of utilisation of ecological sources of energy (solar and wind) and judgement on its effectiveness and potential,
- possibilities and capacities of landscape for recreation, sport and relaxation.

Fig. 1. Use of commands "reclass" and "combine" in topoclimatic map construction.

Fig. 2. Example of GIS analysis in study of topoclimate (Kiefer and Lillesand 1994, adapted).

Tab. 1. Geographical factors formed topoclimate.

Tab. 2. Annual level of isolation of georelief (%) compared with horizontal plain (according to Stružka 1956, adapted).

Tab. 3. Level of insolation of georelief.

1 - very low insolated plane

- 2 - low insolated plane
- 3 - normal insolated plane
- 4 - good insolated plane
- 5 - very goot insolated plane

Translated by the author