

# KLASIFIKACE MÍSTNÍCH KLIMATICKÝCH EFEKTŮ

Miroslav Vysoudil\*

\* Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie, třída 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc,  
Česká republika, miroslav.vysoudil@upol.cz

## Classification of local climatic effects.

The subject of the paper is topoclimate and particularly the existence and manifestations of local climatic effects (LCE). The author proposes their classification and indicates their presumed manifestations in landscape. As the local climatic effects are possible causes of natural hazards, their presumed environmental consequences are also described.

The relatively long history of topoclimatic research along with the need for further investigations result in a very well prepared theory of its study in Central Europe including the Czech and Slovak Republics. Recent information available on the subject of topoclimate represents an indispensable basis for the experimental research, territorial planning and other social activities. It is therefore necessary to focus attention on acquisition and provision of the most realistic and precise information possible concerning the nature of topoclimate. It also means the capacity to identify and describe manifestations and consequences of LCE in cultural landscape.

**Key words:** topoclimate, local climatic effect (LCE), classification, natural hazard/risk, environmental consequences

## ÚVOD

Časoprostorová variabilita klimatu je trvale oblastí velmi intenzivního studia. Současně jsou studovány okolnosti, které ji způsobují (např. lidské aktivity), které charakter klimatu v mnoha směrech velmi výrazně odchylují od normálu. Není pochybnosti o tom, že se variabilita klimatu projevuje na všech prostorových a časových úrovních, tedy od makroměřítka po mikroměřítko. Tato proměnlivost často vyvolává klimatické anomálie uvnitř území s určitým topoklimatem, které mohou vést k závažným důsledkům v krajině. Pro uvedené klimatické anomálie na úrovni kategorie topoklimatu (místního klimatu) používá autor článku označení *místní klimatické efekty* (dále MKE). Místní klimatické efekty je třeba považovat za výsledek vzájemného spolupůsobení mnoha různých, ne vždy jen klimatotvorných faktorů. Proto se jeví jako vhodné zavést standardní a odůvodněnou klasifikaci MKE umožňující efektivnější studium jejich vzniku, projevů a následků v krajině.

Jeden z nejdůležitějších úkolů výzkumů v oblasti geovědních disciplín je přispět ke zmírnění dopadů přírodních hazardů, majících původ v nebezpečných meteorologických jevech, na společnost a její životní prostředí. Tato činnost zahrnuje i studium MKE, které je založeno na pochopení vytváření a specifických projevů topoklimatu. Vzhledem k měnícímu se životnímu prostředí se v současnosti vyskytují velmi často potenciální povětrnostní stresové situace v místním měřítku také ve střední Evropě, například přívalové deště, mlhy, ledovky, časté mocné místní teplotní inverze, atmosférické víry (tornáda), atd. Podobné události jsou pozorovány ve většině zemí světa. Abychom byli schopni ochránit

a minimalizovat dopady těchto jevů na společnost a její ekonomiku, je nezbytné znát velmi dobře nejen místní geografické, ale primárně místní klimatické poměry.

Vzhledem k uvedeným skutečnostem je hlavním cílem článku i) prezentovat *standardní systém klasifikace MKE* a současně ii) diskutovat projevy a možné důsledky MKE v krajině.

### TOPOKLIMA

Kritéria pro prostorové a časové vymezení topoklimatu jako klimatické kategorie uvádí např. Yoshino (1975). Podle něj má horizontální rozměr v intervalu  $10^2 - 10^4$  m, vertikální rozměr  $10^1 - 10^3$  m. Délka trvání korespondujícího atmosférického víru je  $10^1 - 10^4$  vteřin.

Pojem topoklima (synonymum místní klima) chápě Oke (1987) jako klima utvářené pod bezprostředním vlivem georeliéfu, jeho sklonu, orientace a nadmořské výšky. Podobnou definici prezentuje Vysoudil (2004) s tím, že je při utváření topoklimatu nutno brát v úvahu též charakter aktivního povrchu a vlivy antropogenní činnosti.

Studium klimatu na úrovni místního prostorového měřítka má ve střední Evropě dlouhou tradici. Užití termínu mikroklima – topoklima se datuje k polovině 19. století. Jako zakladatel mikroklimatologie by měl být považován Gregor Kraus (Geiger et al. 2003). Německý mikroklimatolog Geiger (1961) zavedl pojem orografické mikroklima. Do současnosti lze považovat tento pojem za synonymum slova topoklima. Termín topoklimatologie užil Thornthwaite (1953) s tím, že klima malých oblastí lze chápat jako topoklima a topoklimatologie se zabývá jeho studiem (Yoshino 1975). Korespondující termín byl dříve použity v Německu při popisu klimatických poměrů malých území v měřítku 1:25 000.

Přehled o současných směrech topoklimatických výzkumů ve světě podává Richards (2002). Jedna z tradičních směrů v historii topoklimatických výzkumů ve střední a východní Evropě představuje rozvoj metodologie spojený s praktickými terénními výzkumy. Tento směr se systematicky rozvíjel např. v Polsku (Bartkowski 1977, Paszyński 1980, Blazejczyk 1990), v Rusku (Sapožnikova 1950), v Rakousku (Lazar 1993, Sulzer 2002), ve Slovensku (Petkovšek a Hočevar 1971, Petkovšek 1978, Žiberna 1999, Ogrin 2000), na Slovensku (Mičetová a Pavličko 2000, Polák 2000), ve Švýcarsku (Parlow 1983, Scherer et al. 1996) a také v Československu, resp. České republice (Quitt 1965, 1990 a 1994, Vysoudil 1993, 1997, 2000 a 2004, Plánka 2005 atd.).

### MÍSTNÍ KLIMATICKÉ EFEKTY

Slovní spojení "klimatický efekt" lze chápat jako více výrazný projev a účinek – buďto místního klimatu jako celku, nebo jeho jedné či více složek na libovolném místě.

Mezi všeobecně známé a běžně vnímané klimatické efekty pravděpodobně naleží ty, které představují výsledek interakce meteorologických jevů (např. větrů) a klimatotvorných činitelů (georeliéf) v makroměřítku. V tomto smyslu lze prezentovat jako velmi dobře známý příklad deformace proudění vzduchu or-

grafickými systémy, které mohou způsobit závětrný efekt, vyznačujícím se srážkovým stínem.

Oba faktory, tj. režim meteorologických prvků a vliv klimatogenetických činitelů, mohou v makroměřítku vyvolat výraznou odezvu na úrovni místního klimatu. Vznik MKE je spojován mnohem častěji především s vlivem místních geografických podmínek. Ve skutečnosti jde o projev těsné vazby mezi morfometrií aktivního povrchu a charakterem jeho pokryvu. Zvláště důležité jsou rozdíly v tepelné kapacitě nehomogenních aktivních povrchů, které ovlivňují místní klima jako celek. Proto je zásadní studium místních klimatogenetických činitelů současně s meteorologickými podmínkami (povětrnostní situací). Ty jsou principiální jak pro vznik a tvorbu topoklimatu, tak pro vznik MKE.

Není sporu o tom, že vzhledem k charakteru krajiny nebo jejich částí může dlouhodobé působení nebo častá frekvence výskytu MKE vyvolat zpětné vazby, které se mohou projevit environmentálními konsekvensemi. Například jezero studeného vzduchu jako přírodní hazard představuje zvýšené riziko vzniku teplotní inverze a následné možné zhoršení kvality ovzduší.

Z uvedeného vyplývá, že klima poloh s podobným charakterem makroklimatu se velmi často výrazně liší na prostorové úrovni místního klimatu díky vlivům místních klimatotvorných činitelů. A co navíc, některé místní klimatické charakteristiky se mohou jevit mnohem extrémnější v porovnání s charakterem topoklimatu svého širšího okolí. Tyto lokality autor označuje jako *místa s projekty MKE*.

### Vznik místních klimatických efektů

Příčiny vzniku MKE mohou být jako celek primárně spojovány se specifickými místními geografickými podmínkami. Tento úhel pohledu je ale velmi široký a pro detailní studium MKE je třeba příčiny jejich vzniku specifikovat mnohem detailněji.

**Primární faktory vzniku místních klimatických efektů:**

#### A. Přírodní

V určitém ohledu lze tyto faktory ztotožnit s geografickými makroklimatickými činiteli klimatu s tím, že obecné a celkově chápáne geografické faktory (zeměpisná šířka, nadmořská výška, pokrytí země, morfometrie georeliéfu včetně jeho aerodynamické drsnosti, vzdálenost od vodních ploch atd.) musí být brány do úvahy pouze v místním měřítku.

#### B. Meteorologický

Charakter makropočasí výrazně ovlivňuje také klima malých oblastí na úrovni topoklimatu. Určuje specifika místního klimatu a projevů MKE ve smyslu jejich zesílení nebo zeslabení. Proto musí být tento příčinný faktor respektován a zohledněn.

#### *Převládající anticyklonální radiační počasí (bezwětrné)*

Radiační počasí jako celek představuje základní meteorologický faktor vzniku topoklimatu. Současně se může podílet na vzniku řady specifických procesů,

jako jsou např. místní cirkulační systémy. S těmi je spojena existence a formy anabatického proudění (údolní výstupné větry) a katabatického proudění (kontinuální nebo nárazové stékání malých nebo velkých objemů studeného vzduchu, tzv. lavin studeného vzduchu, svahový vítr, horské větry, ledovcový vítr). Důsledkem katabatického proudění může být vznik jezer studeného vzduchu a následný vznik teplotních inverzí, existence teplé svahové zóny atd.

#### *Převládající advekční počasí (anticyklonální větrné počasí)*

Proudění vzduchu doprovázející advekční počasí ve spojení s orografickou překážkou může vyvolat efekt závětrí a návětrí, vznik závětrných virů, rotorové či fénové proudění. Častý výskyt uvedených jevů se může projevit vznikem MKE.

#### *C. Antropogenní*

Antropogenní primární faktory bývají spojovány se vznikem, projevy a zesílením pestrého spektra MKE. Právě spojení antropogenních faktorů a samotných MKE často vyvolává v krajině synergický efekt. Za nejrizikovější antropogenní faktory lze považovat:

#### *Změny v pokrytí/využití země (např. odlesňování, meliorace, kultivace, urbanizace)*

Intenzivní průmyslová a zemědělská činnost mají hlavní odpovědnost za změny v pokrytí a využívání země. Tyto změny mění tvářnost krajiny a vyvolávají zvláštnosti v režimu meteorologických prvků na místní úrovni, jako je například změna rychlosti a směru větru, výskyt meteorologických jevů v místním měřítku (turbulence, teplotní inverze a mlhy) či klimatotvorných procesů (formy přenosu tepla) a projevy některých dalších jevů spojených se vznikem a projevy MKE.

#### *Doprava*

Nárůst intenzity všech forem dopravy vyžaduje rozvoj a budování nových dopravních sítí. To je spojeno s velmi závažnými zásahy do charakteru krajiny. Výsledné změny v pokrytí země jsou známou a obvyklou přičinou místních klimatických anomalií uvedených výše. Také růst koncentrace látek znečišťujících ovzduší, především přízemní vrstvu atmosféry, představuje známou přičinu vzniku širokého spektra environmentálních rizik.

#### *Produkce energie*

Potřeba stále většího množství energie vyvolává nutnost její vyšší produkce a s tím spojené výstavby nových energetických zařízení. Ta se podlejí vzhledem k obvykle nízké účinnosti na tzv. „tepelném znečištění atmosféry“ a tak ovlivňují své bezprostřední okolí včetně místního klimatu. Zejména tepelné elektrárny dále přispívají ke zvyšování koncentrací látek znečišťujících atmosféru. To vše celkově ústí např. ve vyšší hodnoty teploty vzduchu, evaporace a vlhkosti. V zimě se jedná o častější výskyt mlh a s tím spojený vznik nebezpečných meteorologických jevů, jako je např. náledí.

Další závažné antropogenní faktory vzniku MKE představuje strojírenský a chemický průmysl, těžební průmysl (hlavně povrchová těžba), vojenská činnost a další aktivity člověka.

## KLASIFIKACE MÍSTNÍCH KLIMATICKÝCH EFEKTŮ

Hlavním cílem navržené klasifikace bylo zařadit nejčastější MKE do individuálních kategorií podle zvolených kritérií. Tyto kategorie by měly tvořit základ standardně používané klasifikace MKE. Prezentovaná klasifikace v některých ohledech odráží autorův subjektivní výběr klasifikačních kritérií. Podstatou mnoha MKE je komplikovaná a jejich vznik může odrážet vliv více než jednoho klimatogenetického faktoru. Při vytváření klasifikace byl *primárně* kladen důraz na dělení MKE: a) podle meteorologického jevu (procesu), který je spojen s jejich vznikem a na jejich dělení, b) podle vazby na morfometrii georeliéfu. *Senzitivně* byly MKE děleny do tříd podle možného výskytu v nejrozšířenějších typech kulturní krajiny, délky trvání, periodicity a důsledků. V závorce jsou uvedeny vybrané příklady MKE.

### A. Primární původ MKE

A.1 přírodní (celkové geografické poměry území – inverzní, návětrné a závětrné polohy),

A.2 antropogenní (krajina ovlivněná výraznými antropogenními zásahy, průkly nebo činnosti – místa se sníženou dohledností, zvýšené srážkové úhrny v důsledku výskytu průmyslových srážek).

### B. MKE podle meteorologického jevu (procesu) spojeného s jeho původem

B.1 MKE spojené s všeobecným charakterem proudění vzduchu (místa se zvýšeným nárazem větru v důsledku víru v závětrných polohách, vyšší srážkové úhrny spojené s efektem návětrí),

B.2 MKE spojené s výparem (kondenzací) vody,

B.2.1 MKE vázané na atmosférickou vodu (snižená dohlednost způsobená mlhou),

B.2.2 MKE vázané na vodní povrchy a/nebo místa se zvýšenou hladinou podpovrchové vody (zvýšené hodnoty relativní vlhkosti vzduchu),

B.3 MKE spojené s termickými a/nebo termodynamickými procesy (inverzní polohy a mrazové kotliny, tedy místa s nižšími minimálními teplotami a sníženými možnostmi promíchávání vzduchu v důsledku radiačních inverzí, teplotní rozdíly v městské krajině vyvolané existencí tepelného/chladného ostrova, extrémní srážkové úhrny v důsledku přívalových srážek z místní konvekční oblačnosti a místních bouřek).

### C. MKE vázané na charakter (morfometrii) georeliéfu

C.1 MKE vázané na vertikálně členitý georeliéf (aerodynamicky drsný), výrazné konvexní (modifikace pole větru, místní mechanická konvekce, specifická prostorová variabilita srážkových úhrnů jako efekt návětrí a/nebo závětrí) a konkávní tvary (vznik mrazových kotlin v důsledku katabatického proudění, vznik jezer studeného vzduchu v důsledku katabatického proudění, snížená do-

hlednost v důsledku častějšího výskytu mlh, větší délka trvání sněhové pokryvky v důsledku snížené možnosti insolace a tím i délky trvání slunečního svitu, vyšší denní/roční variabilita teploty vzduchu, tj. amplitudy v důsledku nižších minimálních teplot).

C.2 MKE vázané na ukloněné plochy (nižší variabilita teploty vzduchu (amplitudy) v důsledku vyšších minimálních teplot, teplá svahová zóna jako důsledek katabatického stékání na složených svazích, rozdíly v režimu teploty na závětrných a/nebo návětrných polohách, kdy JZ návětrné svahy jsou v zimě velmi chladné a v létě jsou naopak extrémně přehřáté, nižší frekvence výskytu inverzí a mlh v důsledku lepší ventilace, rozdílná délka trvání sněhové pokryvky v závislosti na orientaci ke světovým stranám).

#### D. MKE vázané na typ kulturní krajiny

U skupiny MKE vázaných na typ krajiny je uvažována vzhledem převládajícímu plošnému zastoupení jen krajina kulturní a její nejčastější typy.

D.1 MKE v zemědělské krajině (vznik je vázaný především na charakter georeliéfu, proudění, termické a/nebo termodynamické procesy – snížená dohlednost či nižší trvání slunečního svitu jako důsledek působení větru a větrných virů způsobujících vyšší koncentrace aerosolů),

D.2 MKE v lesní krajině (vznik vázaný především na výpar a/nebo kondenzaci vody v atmosféře, proudění, termické a/nebo termodynamické procesy – nižší teplota a vyšší poměrná vlhkost vzduchu, nižší rychlosť větru),

D.3 MKE v těžební krajině (inverzní polohy vázané zejména na hluboké těžební prostory v případě povrchové těžby spojené s vyšší frekvencí mlh a sníženou dohledností, nižší minimální teploty v důsledku termicky či termodynamicky podmíněného proudění),

D.4. MKE v průmyslové krajině (snížená délka trvání slunečního svitu a nižší míra insolace v důsledku termické konvekce a výskytu industriální oblačnosti, vyšší srážkové úhrny v důsledku existence industriálních srážek),

D.5. MKE v urbánní krajině (vznik vázaný na výpar a/nebo kondenzaci vody v atmosféře, termické a/nebo termodynamické procesy, na proudění – ostrov tepla/chladu, kaňonový efekt).

#### E. Časově vázané MKE

E.1 okamžité/krátkodobé (výskyt míst se sníženou dohledností nebo vyšší nárazovitostí větru v důsledku větrného víru),

E.2 střednědobé (oblast výskytu teplé svahové zóny jako důsledek tvaru svahu a existence katabatického proudění),

E.3 dlouhodobé (mrazová kotlina jako důsledek tvaru georeliéfu a existence katabatického proudění).

#### F. Podle periodicity MKE

F.1 periodické (teplotní efekt v případě stoupavých teplých údolních a chladných sestupných horských větrů, uvažováno pro místní cirkulační systém zahrnující údolní a horský vítr, tedy denní a noční složku),

F.2 neperiodické (existence míst s radiačními inverzemi a místními mlhami v případě radiačního počasí),

F.3 kontinuální (teplotní efekt způsobený orientací svahu).

#### *G. MKE podle charakteru důsledku*

G.1 přímé (jezero studeného vzduchu jako důsledek katabatického proudění),

G.2 nepřímé (vegetační inverze jako důsledek spolupůsobení vlivu jezera studeného vzduchu a častých teplotních inverzí v konkávních tvarech georeliéfu).

### **PROJEVY MKE**

Vzhledem k mnohočetnosti a různosti MKE je možné také popsat jejich specifické a často mnohotvárné projevy v krajině. V souladu s intenzivním využíváním krajiny pro potřeby společnosti se jeví jako prvořadé demonstrovat projevy a dopady MKE především v kulturní krajině. Druhý důvod je ten, že projevy a působení MKE v kulturní krajině mohou představovat prvotní impuls k dalekosáhlým důsledkům na lidskou společnost. Popis a demonstrace nejrozšířenějších a nejčastěji se vyskytujících MKE v této části příspěvku je zaměřen na nejrozšířenější typy kulturních krajin ve středoevropském prostoru.

#### *Zemědělská krajina*

Tato krajina je místem častého výskytu MKE, které mají svůj původ v plošné variabilitě teploty aktivního povrchu. Jedná se o efekty z místního přehřátí (již uvedené důsledky vzniku prachových virů vedoucí ke kratší délce trvání slunečního svitu, snížení dohlednosti a krátkodobě vyšším nárazům větru). Uvést lze i efekt modifikace trvání sněhové pokrývky.

#### *Lesní krajina*

Pro lesní krajинu jsou typické MKE spojené s modifikací slunečního a tepelného záření a dále MKE vyvolané modifikací pole větru. Výsledkem je existence míst s nižšími rychlostmi proudění, celkově nižší teplotou a vyšší relativní vlhkostí vzduchu, vznik výrazně sušších poloh v důsledku zadržování srážek nebo výrazně nižší výšky sněhové pokrývky. Lesní průseky se mohou uplatnit jako dráhy katabatického proudění. Pokud ústí do výrazně konkávního tvaru, kde se vytváří jezero studeného vzduchu, mohou vzniknout MKE vázající se na trvale nízké teploty (mrázová kotlina, případně vegetační inverze).

#### *Těžební krajina*

Tento typ krajiny, zejména s povrchovou těžbou, může být prostorem s výskytem MKE spojených s prouděním vzduchu a teplotními či termodynamickými procesy. Typický je tedy efekt výskytu výrazných inverzních poloh vzhledem k omezené ventilaci v dobývacích prostorech a k omezeným možnostem rozpuštění inverzí a mlh nebo snížení délky trvání slunečního svitu v důsledku častého výskytu prašných virů a oblaků. Významný MKE představuje aridizace

krajiny v důsledku lokálního přehřívání aktivního povrchu, absence transpirace vzhledem ke chybějící vegetaci na straně jedné a extrémní evaporaci na straně druhé.

### *Průmyslová krajina*

Tak jako těžební i průmyslová krajina bývá vzhledem ke své funkci místem častého vzniku, projevů řady závažných procesů vyvolávajících MKE. Důsledkem těchto procesů je např. celkové snížení intenzity slunečního záření a zvýšení tepelného záření v letních měsících. Mezi frekventované MKE zde patří např. existence inverzních poloh, celkově snížená dohlednost, modifikovaný efekt srážek související s termickou konvekcí (zvýšené vzhledem k možnému vzniku průmyslových srážek) a sněhové pokrývky (kratší délka jejího trvání).

### *Urbánní krajina*

Urbánní krajina je, vzhledem ke svému specifickému a převážně uměle vytvořenému aktivnímu povrchu, místem vzniku extrémních projevů MKE přimárně vázaných na termické a termodynamické procesy. Běžně se jedná o existenci tepelného ostrova, ostrova chladu, sníženou dohlednost a vyšší koncentrace aerosolů v důsledku časté existence prachových víru, vyšší srážkové úhrny jako bezprostřední důsledek místních bouřek z přehřátí, kaňonový efekt atd.

## DŮSLEDKY MÍSTNÍCH KLIMATICKÝCH EFEKTŮ

Dopad MKE na lidskou společnost a její životní prostředí je vzhledem k jejich povaze mnohostranný. Důsledky některých MKE se mohou projevit v krajině neočekávaně a okamžitě. Je obvyklejší, že MKE působí dlouhodoběji a opakováně. A právě takové MKE představují z pohledu možných důsledků v krajině závažný rizikový faktor.

Řadu přírodních hazardů i s nimi spojená rizika lze chápat jako důsledek existence a působení MKE. Možné důsledky MKE v krajině lze obecně prezentovat na základě teoretického schématu, které zahrnuje vlivy nejen klimatotvorých činitelů a procesů.

### *Teoretický model studia důsledků místních klimatických efektů:*

*charakter georeliéfu/typ aktivního povrchu – možný místní klimatický efekt nebo potenciální stresová povětrnostní situace – možný vznik místního přírodního hazardu – možné riziko – možné důsledky.*

První prvek v modelu je geografický a představuje charakter místního georeliéfu (včetně morfometrie) a typ aktivního povrchu. Druhý prvek představuje možný MKE, jehož vznik a druh odráží charakter místního georeliéfu, jeho morfografiu a typ aktivního povrchu (může se ale jednat také o potenciální stresovou povětrnostní situaci, která vede ke vzniku hazardu a s ním souvisejícímu riziku). Poslední tři prvky ve schématu představují *přírodní hazard, rizika vyvolaná MKE a možné důsledky*.

Dále jsou uvedeny některé konkrétní případy možných důsledků MKE jako praktická ukázka aplikace navrženého teoretického modelu v praxi.

i) Špatně ventilovaný konkávní georeliéf se svahy pokrytými nízkou/řídkou vegetací (*jezero studeného vzduchu, teplotní inverze, riziko systematického zhoršování podminek rozptylu, zhoršená kvalita ovzduší, zhoršení zdravotního stavu vegetace*).

ii) Špatně ventilovaný konkávní georeliéf se svahy pokrytými nízkou/řídkou vegetací (*jezero studeného vzduchu, teplotní inverze, riziko vzniku mrazové kotliny, poškození až úhyn vegetace*).

iii) Lokálně přehřátý aktivní povrch (*termická konvekce, místní bouřková oblačnost, riziko extrémních lokálních srážkových úhrnů, bleskové povodně*).

iv) Návětrná strana větších konvexních tvarů s řídkou vegetací (*zvýšené srážkové úhrny, riziko zvýšeného povrchového odtoku, intenzivní a rychlá stržová eroze, sesuvy*).

v) Plochy výraznějších konvexních tvarů v příčné poloze k převládajícímu směru proudění, zalesněné plochy, nesouvislý/poškozený lesní porost a lesní průseky (*návětrný efekt, riziko výraznější modifikace pole větru, poškození lesních porostů*).

Prezentované příklady spolu s dalšími zde neuvedenými možnými konsekvencemi MKE v kulturní krajině podtrhují vysokou prioritu a potřebu detailního studia topoklimatu a současně MKE.

## ZÁVĚR

Existence mnohotvárných MKE a jejich poměrně častý výskyt ukazují na potřebu jejich všeobecného studia. Prezentovanou klasifikaci MKE je možné považovat za prostředek napomáhající k lepšímu pochopení topoklimatu jako celku. Praktické využití znalostí MKE, jejich identifikace, vzniku, povahy, projevů a možných důsledků je nezastupitelné při studiu krajiny a jejího managementu.

Další oblasti využití znalosti povahy často se projevujících MKE představují rozhodovací procesy v plánování, v opatřeních na ochranu životního prostředí, tvorbě varovných systémů nebo v územním rozvoji. Jako příklady konkrétních aplikací v oblasti územního plánování a prevence ochrany atmosféry lze uvést zmírnění dopadů povrchové těžby, management lesa a vodních zdrojů, plánování výstavby nových liniových prvků v krajině a plošných zdrojů polutantů (dopravní sítě), optimalizace rozmístění stanic emisních monitorovacích systémů, korekce a zpřesnění rozptylových studií s ohledem na procesy v přízemní vrstvě atmosféry, efektivnější využívání obnovitelných zdrojů energie (větrná energie), využití krajiny pro sport a rekreaci a v neposlední řadě zlepšování celkové kvality života. Důkladnější pochopení příčin vzniku a možných projevů MKE jakožto spouštěcího mechanismu environmentálních důsledků v krajině představuje důležitý aktuální cíl studia místního klimatu.

*Prezentovaný příspěvek vznikl za podpory grantových projektů MŠMT ČR Národní program výzkumu II číslo II/B06101 a Grantové agentury ČR číslo 205/09/1297.*

## LITERATURA

- BARTKOWSKI, T. (1977). *Metody badań geografii fizycznej*. Poznań (Państwowe Wydawnictwo Naukowe).
- BLAZEJCZYK, K. (1990). Principles for drawing up a biotopoclimatic maps on a detailed scale. In Grzybowski, J., ed. *Problems of contemporary topoclimatology. Conference papers*, 4. Warszawa (Institute of Geography and Spatial Organization, Polish Academy of Science), pp. 162-165.
- GEIGER, R. (1961). *Das Klima der bodennahen Luftschicht. Ein Lehrbuch der Mikroklimatologie*. Braunschweig (F. Vieweg u. S.).
- GEIGER, R., ARON, R. H., TODHUNTER, P. (2003). *The climate near the ground*. Lanham (Roman & Littlefield Publisher, Inc.).
- LAZAR, R. (1993). Klimaökologische Gliederung des Krakauer Hochtales. *Arb. Geogr. Inst. Graz*, 31, 163-184.
- MIČIETOVÁ, E., PAVLIČKO, P. (2000). Metodika tvorby topoklimatických map v prostredí geoinformačných technológií. *Kartografické listy*, 8, 99-116.
- OGRIN, D. (2000). Some topoclimatic characteristics of the distribution of air temperatures and bora in the agitated landforms of Slovenia. In Bratun, Z., ed. *Vojaška geografija v Sloveniji: Posvet. Conference, Ljubljana, May, 8. - 9. 2000 (Dela, 15)*. Ljubljana (Generalštab Slovenske vojske: Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta), pp. 125-138.
- OKE, T. R. (1987). *Boundary layers climate*. New York (Routledge).
- PARLOW, E. (1983). *Geländegeographische Untersuchungen im Bereich der Staufen-Bucht unter besonderer Berücksichtigung lokaler Ausgleichsströmungen*. Freiburger Geographische Hefte, 20. Freiburg (Universität Freiburg).
- PASZYŃSKI, J. (1980). *Metody sporządzania map topoklimatycznych*. Dokumentacja geograficzna praca zbiorowa. Zeszyt 3. Warszawa (Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN), pp. 13-27.
- PETKOVŠEK, Z. (1978). Relief meteorologically relevant characteristics of basins. *Zeitschrift für Meteorologie*, 28, 333-340.
- PETKOVŠEK, Z., HOČEVAR, A. (1971). Night drainage winds. *Arch. Met. Geoph. Biokl.*, 20, 353-360.
- PLÁNKA, L. (2005). Mezoklimatické mapování pro projektování, stavbu a provozování pozemních komunikací. *Acta Montanistica Slovaca*, 10, 181-191.
- POLČÁK, N. (2000). Možnosti spracovania mezoklímy a miestnej klímy v územiacach s chýbajúcou databázou na príklade biosférickej rezervácia Východné Karpaty. *Geografický časopis*, 52, 181-191.
- QUITT, E. (1965). Metody konstrukce mezoklimatických map. *Sborník Československé společnosti zeměpisné*, 3, 232-250.
- QUITT, E. (1990). Methods, results and perspectives of topoclimatic mapping in Czechoslovakia. In Grzybowski, J., ed. *Problems of contemporary topoclimatology. Conference papers*, 4. Warszawa (Institute of Geography and Spatial Organization, Polish Academy of Science), pp. 11-18.
- QUITT, E. (1994). Topoclimatic map as a basis for atmosphere protection and regional development of the landscape. *Moravian Geographical Reports*, 2, 12-17.
- RICHARDS, K. (2002). *Topoclimates and topoclimate mapping: what do the scientific abstracts tell us about research perspectives?* Paper presented at the 14<sup>th</sup> Annual

- Colloquium of the Spatial Information Research Centre University of Otage, Dunedin, December 3-5 2002.
- SAPOŽNIKOVA, S. A. (1950). *Mikroklimat i mestnyj klimat*. Leningrad (Gidrometeoizdat).
- SCHERER, D., PARLOW, E., FEHRENBACH, U., BEHA, H. D. (1996). *Analysis of the regional climate of Basel, Switzerland - concepts for a pre-operational approach*. International Conference on Urban Climatology, Essen, 10-14 June 1996, Book of abstracts, pp. 139-140.
- SULZER, W. (2002). Climatological research and its possible contribution to regional planning in an Alpine environment. In Steininger, K. W., Weck-Hannemann, H., eds. *Global environmental change in Alpine regions. Recognition, impact, adaptation and mitigation*. Cheltenham (Edward Edgar Publishing Ltd.), pp. 150-162.
- THORNTHWAITE, C. W. (1953). *Topoclimatology. Proceedings of the Toronto Meteorological Conference*. London (Royal Meteorological Society), pp. 227-232.
- VYSOUDIL, M. (1993). Topoclimatic mapping in Central Moravia (Czech Republic). *Geografiski Vestnik*, 65, 25-31.
- VYSOUDIL, M. (1997). Bioclimate and air quality assessment in the cultural landscape by use topoclimatic maps. In Hočvar, A., Čerpinšek, Z., Kajfež-Bogataj, L., eds. *Biometeorology. Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Congress of Biometeorology, September 1-8 1996. Ljubljana* (International Society of Biometeorology, Slovenian Meteorological Society), pp. 311-316.
- VYSOUDIL, M. (2000). Topoklimatické mapování: od teorie k praxi. *Geografický časopis*, 52, 2-13.
- VYSOUDIL, M. (2004). *Meteorologie a klimatologie*. Olomouc (Palacký University Press).
- YOSHINO, M. M. (1975). *Climate in a small area. An introduction to local meteorology*. Tokyo (University of Tokyo Press).
- ŽIBERNA, I. (1999). *Temperaturni obrat v hriboviti Sloveniji. Sonaravni razvoj v slovenskih Alpah in sosedstvu. (Dela, 13)*. Ljubljana (Oddelek za geografijo Filozofske fakultete), pp. 237-248.

*Miroslav Vysoudil*

## CLASSIFICATION OF LOCAL CLIMATIC EFFECTS

The aim of the paper is to point to the objective need to introduce the standard classification of local climatic effects (LCE) and to propose it. The principal argument in support of such classification is that practical life brings a number of varied local climatic effects. They can be interpreted as consequences of intensified and reiterated manifestations of topoclimate at a certain place. Such effects can distinctly modify the topoclimate and eventually the character of cultural landscape. They can also cause natural hazards and the associated environmental consequences in landscape. This was the reason why apart from the draft of LCE classification, a study of their possible environmental consequences is also outlined.

The present proposed classification is based on selected factors generating topoclimate or LCEs.

*A. Primary origins of LCE*

- A.1 Natural,
- A.2 Anthropogenic.

*B. LCE by the meteorological phenomenon (process) linked to its origins*

- B.1 linked with the general nature of air currents,
- B.2 linked with water evaporation/condensation,
- B.2.1 bound to atmospheric water,
- B.2.2 linked to water surface (increased sub-surface water table),
- B.3 linked with thermic/thermodynamic processes.

*C. LCE linked to the nature (morphometry) of georelief*

- C.1 vertically dissected georelief: distinctly convex or concave forms,
- C.2 inclined planes.

*D. LCE linked to the type of cultural landscape*

- D.1. agricultural,
- D.2 forest,
- D.3 mining,
- D.4 industrial,
- D.5 urban.

*E. Time measure*

- E.1 immediate/short-term,
- E.2 medium-term,
- E.3 long-term.

*F. Duration of LCE cycle*

- F.1 periodic,
- F.2 sporadic,
- F.3 continuous.

*G LCE by the nature of consequences*

- G.1 direct,
- G.2 indirect.

*Theoretical model for the study of local climatic effects and their consequences:*

*Nature of georelief/type of active surface – possible local climatic effect or dangerous meteorological phenomenon or process – possible origin of local natural hazard, possible increased risk – possible consequences.*

The first element of the model is geographical and it represents the nature of local georelief (including morphometry) and the type of active surface. The second element represents a possible LCE, origins and type of which reflect the nature of local georelief, its morphography and type of active surface (however, it can also be a dangerous meteorological phenomenon or process leading to hazard and the associated increased

risk). The last three elements represent natural hazards or risks provoked by LCE and possible consequences.

Example of the possible consequences of LCE

Inadequately aired concave georelief with slopes coated by low/sparse vegetation: lake of cold air temperature inversion; increased risk of systemic deterioration of diffusion conditions, deteriorated air quality, deterioration of health condition of vegetation.

The relatively high frequency of LCE requires detailed study. Awareness of LCEs, their origins, nature and manifestations along with their possible consequences may find a wide application in the theoretical landscape study and its practical management.

Translated by H. Contrerasová