

## Mezoklimatické mapování pro projektování, stavbu a provozování pozemních komunikací

Ladislav Plánka<sup>1</sup>

### *The Mesoclimatic Mapping for Projecting, Construction and Using of the Road Communication*

*The construction of ground communications is a very significant encroachment on the natural landscape. It manifests both directly by the change of the relief terrain morphology and indirectly by the change of the physico-chemical properties of the lower part of the ground atmospheric layer. The changing of these properties is also caused by the traffic on the communication. The assessment of the construction influence and the use of communication on the environment (this article is focused only on the environmental air) demand plenty of prescripts and laws, for example the Environmental Impact Assessment (E.I.A.). The detachment process of these influences with regard to the dynamics of air properties is very problematic. It can not be executed practically on the base of direct terrain measuring. Some solutions offer the mesoclimatic methods of the middle scales mapping. They can be used for the relative comparison of road line variants in the conflict areas.*

*The applicability of same existing mesoclimatic methods of mapping referring to our topic is analysed and project of digital mesoclimatic map and its key is presented.*

**Key words:** Mesoclimate, mapping, digital map, E.I.A.

### Úvod

Do prostoru současné krajiny, která je výsledkem dlouhodobých postupných změn, jež byly ve své podstatě zpočátku, díky převládajícímu působení nezvratných zákonů evoluce, většinou jen velmi pomalé, a až s rozvojem civilizace postupně akcelerovaly do současné podoby, se umisťuje řada technických děl a staveb. K užitku jedné a ke „zlosti“ druhé, s podporou investorů a jedné části společnosti a se zdrženlivostí až s odporem jiné části společnosti. Zatímco taková díla v dávné minulosti hrdě hlásala průmyslovou vyspělost společnosti např. mohutně kouřícími továrními komíny nebo duhovými barvami vod potoků a řek, pohlížíme na ně v dnešní době v souvislosti se stále se zmenšujícím životním prostorem jednotlivce a s prosazovanou teorií trvale udržitelného rozvoje obecně úplně jinak. Vyžadujeme od nich, mimo jiné, aby v co nejmenší míře narušovala naše životní prostředí. Tento požadavek často vede k velmi ostrým sporům mezi technikou a projektanty na jedné straně a ochrannými subjekty, zahrnovanými obvykle pod ne zcela správné označení „ekologové“ na druhé straně. Ostří tohoto sporu řeší a legislativní rámec mu tvoří Zákon o posuzování vlivů na životní prostředí. První zákon s tímto určením, Zákon 244/1992 Sb. České národní rady, byl pro území ČR vydán 15. dubna 1992. Parlamentem samostatné České republiky byl dne 20. února 2001 nahrazen Zákonem 100/2001 Sb., ke kterému byly vydány některé zpřesňující, doplňující a vysvětlující dokumenty.

Spektrum technických děl a staveb v krajině je velice široké, stejně jako jejich působení na krajinu a jednotlivé přírodní a společenské složky krajinné sféry. Zabírá obytné a rekreační budovy, zařízení terciární sféry, výrobní haly lehkého a těžkého průmyslu, jaderná zařízení, celou skupinu liniových staveb, jako produktovody, železniční tratě a silniční komunikace aj. Působnost Zákonu 100/2001 se však omezuje jen na díla, která jsou v něm přesně specifikována. Pro účely tohoto článku si všimneme pouze silničních komunikací, s jejichž stavbami se v současné době, éře explozivně se rozvíjejícího automobilismu, jakoby „roztrhnul pytel“.

Stavba komunikace a její provozování může v zásadě postihnout všechny přírodní i společenské faktory krajiny, jíž má procházet (povrchové a podzemní vody, vegetační kryt, rekreační atraktivitu krajiny a řadu dalších). Všem těmto interakcím je třeba věnovat náležitou pozornost jak po částech, tak v komplexu. Velmi citlivě bývá vnímán potenciální vliv navrhované stavby a jejího provozování na ovzduší, a to jak z pohledu jeho možného znečištění exhalacemi z dopravy, tak z pohledu možných povětrnostních a klimatických změn v místě stavby.

První reakcí obyvatel na informaci a návrhu stavby (rekonstrukce) silniční komunikace bývají s ohledem na ovzduší a klima buď velmi obecné, typu „... (stavba) poškodí životní prostředí...“, nebo až příliš konkrétní, např. typu „...do prostoru obce se dostane velké množství oxidu siřičitého...“. Zatímco otázky druhého typu bývají obvykle akceptovatelně zodpovězeny různými rozptylovými a emisními studiemi, zpracovávanými uznávanými metodikami s textovými, tabelárními a grafickými (i mapovými) přílohami, nedaří se totéž při

<sup>1</sup> RNDr. Ladislav Plánka, CSc., Ústav geodézie, Fakulta stavební, Vysoké učení technické v Brně, Veveří 331/95, 602 00 Brno, tel: +420 541 147 209, [planka.l@fce.vutbr.cz](mailto:planka.l@fce.vutbr.cz)  
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 29. 4. 2005)

argumentaci „pro“ nebo „proti“ návrhu stavby s ohledem na její vliv na počasí a podnebí. Převážně užívaný slovní a tabelární popis nebývá směrem k osobním zkušenostem „postižených“ dosti pádným argumentem. Např. je-li jednotlivý, velmi málo četný, případ průniku znečištěného vzduchu (podepřený navíc ještě možným průjezdem vozidla ve špatném technickém stavu) od komunikace do konkrétního prostoru obce při určité vzácné počasové situaci zobecněn, velmi těžko se vyvrací, navíc často proto, že strana „odpůrců“ nechce objektivní argumenty slyšet a konkrétní podrobná měření nebývají obvykle k dispozici. Určité zklidnění by v tomto ohledu mohlo přinést rozvíjení a prosazování metod mezoklimatického mapování ve větších a malých měřítkách, cca v rozsahu 1:10 000 až 1:25 000, výjimečně i měřítek větších, ne však více než 1: 5000, které by již ve fázi projektování pomohly umístit stavbu do takové polohy, v níž by se její vliv na ovzduší a klima jevil jako optimální, stejně jako vliv povětrnostních podmínek na její provozování.

### Počasí a podnebí

Z definice počasí, jako souhrnu okamžitých hodnot fyzikálně chemických vlastností té části atmosféry, v níž právě probíhá určitá lidská (společenská) aktivita, vyplývá, že je vnějším projevem komplexu složitých fyzikálně chemických dějů a jevů probíhajících obvykle v nejspodnější vrstvě atmosféry, tj. v troposféře. Lze jej popsat souborem naměřených a pozorovaných hodnot tzv. meteorologických prvků (např. teplota, vlhkost a tlak vzduchu, srážkové úhrny, směr a rychlost větru, oblačnost, t.j.). Nelze ho však změřit jako celek, ani vyjádřit jediným číslem, stejně tak jako nemohou určité hodnoty jediného meteorologického prvku (např. směr a rychlost větru) charakterizovat konkrétní počasí, samozřejmě nespokojíme-li se s jeho „laickými“ popisy v doplňujících se kategoriích typu „hezký a škaradě“, „slunečno a zataženo“, „prší a neprší“ apod.

Podnebí (klimatem) daného místa rozumíme dlouhodobý režim počasí, podmíněný energetickou bilancí, všeobecnou atmosférickou cirkulací, charakterem aktivního povrchu a lidskými zásahy. Interakcí zmíněných klimatotvorných faktorů vznikají v jednotlivých částech Země typické klimatické poměry. Na rozdíl od počasí se podnebí vyznačuje poměrnou stálostí. Z praktického hlediska je obvykle popisováno souborem statistických charakteristik časových řad pozorování jednotlivých meteorologických prvků (průměry, extrémní hodnoty apod.) vypočítaných za delší časové období, nejčastěji za normální období (v ČR je t.č. považováno za normální období 1961 - 1990). Relativní stálost podnebí však nevyklučuje jeho kolísání a změny.

Grafické zobrazení počasových jevů a jejich vývoje v čase v současné době digitálních technologií velmi rychle přešlo z klasických analogových map (např. synoptické mapy) do počítačových animací, obdobně jako prezentace mnoha klimatických jevů. Zobrazování klimatických podmínek krajiny formou kartografického výstupu (obvykle kartodiagramy nebo nepravými kartogramy) je však též vcelku běžnou záležitostí (mapy průměrných měsíčních teplot vzduchu, průměrných ročních srážkových úhrnů apod.). Čím podrobněji však chceme interpretovat vzájemnou interakci klimatotvorných faktorů, tím více narážíme na omezené možnosti, které vyplývají jednak z malé plošné hustoty dat, jednak z nutnosti zaznamenávat i velmi proměnlivé děje a jevy, které se projevují specificky jen v určitém rámci nadřazených klimatických podmínek (např. teplotní inverze při radiačním počasí s negativní energetickou bilancí).

Podle měřítka studovaných jevů rozeznáváme:

- **makroklima**, tj. podnebí oblastí s horizontálním rozměrem v řádu desítek až tisíců kilometrů a vertikálním dosahem k horní hranici troposféry (cca 7 – 17 km), prezentované v grafických podkladech malého měřítka (klimatické pásy Země, klima kontinentů, oceánů a velkých krajinných celků),
- **mezoklima**, tj. podnebí oblastí s horizontálním rozměrem v řádu jednotek až desítek kilometrů a vertikálním dosahem k horní hranici mezní vrstvy atmosféry (cca 1500 – 2000 ), prezentované obvykle v grafických podkladech středního, resp. výjimečně i velkého měřítka (mezoklima měst, mezoklima lesních komplexů apod.),
- **mikroklima**, tj. podnebí rozměrově malých oblastí, obvykle o horizontálních rozměrech do 1 km obvykle omezené na vertikálně malou vrstvu vzduchu přiléhající k zemskému povrchu (maximálně desítky metrů), v níž se pozorují výrazné zvláštnosti ve srovnání s podnebí širšího okolí (např. lesní mikroklima). Graficky se její plošné rozšíření obvykle nezobrazuje.

### Legislativní rámec

S ohledem na ovzduší, které společnost chápe jako velice citlivý indikátor stavu životního prostředí, vycházíme ze zákonů č. 76/2002 Sb. o integrované prevenci a omezování znečištění a zákona 521/2002 Sb., kterým se mění zákon č. 76/2002 Sb, a dále ze zákona č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší a zákonů č. 92/2004 Sb. a 186/2004 Sb., kterými se mění zákon č. 86/2002 Sb. a řady souvisejících vyhlášek a nařízení.

Zásadní otázky vlivu stavby na obyvatelstvo a životní prostředí řeší Zákon č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí, především v jeho přílohách č.1 a 4, které vymezují okruh staveb podléhajících tomuto zákonu a specifikují náležitosti tzv. Dokumentace E.I.A. (Environmental Impact Assessment).

Podle přílohy č. 1 k zákonu č. 100/2001 Sb. je třeba vždy posuzovat novostavby, rozšiřování a přeložky dálnic a novostavby, rekonstrukce a přeložky ostatních silnic se čtyřmi nebo více jízdními pruhy, delší než 10 km. Novostavby a rekonstrukce silnic o šíři větší než 10 m vyžadují předběžně při tzv. zjišťovacím řízení odpověď na otázku, zda záměr nebo jeho změna bude posuzována podle zákona. č. 100/2001 Sb.

Každá fyzická nebo právnická osoba, která má v úmyslu stavbu realizovat, je povinna předložit oznámení záměru Ministerstvu životního prostředí nebo orgánu kraje v přenesené působnosti, v jehož územně správním obvodu je záměr navržen. Při následném zjišťovacím řízení probíhá upřesnění informací, které je vhodné uvést do dokumentace vlivů záměru na životní prostředí, a to se zřetelem na:

- povahu konkrétního záměru nebo druhu záměru,
- faktory životního prostředí, které mohou být provedením záměru ovlivněny a
- současný stav poznatků a metody posuzování.

Dokumentace E.I.A. obsahuje v části A základní údaje o oznamovateli stavby a v části B základní údaje o vlastním záměru, tedy o stavbě samé, mj. např. informace o charakteru a umístění stavby, popis jejího technického a technologického řešení, ale také informace o vstupech (např. nutný zábor půdy, spotřeba vody při stavbě apod.) a výstupech (např. produkce odpadních vod a odpadů, hluku a emisí), jimiž dle projektu zasáhne do krajiny. V části C se na základě výčtu nejzávažnějších environmentálních charakteristik dotčeného území (např. chráněná území, územní systémy ekologické stability aj.) a posouzení současného stavu životního prostředí na základě analýzy jeho hlavních součástí (ovzduší a klima, voda, půda apod.) provádí celkové zhodnocení kvality životního prostředí v dotčeném území z hlediska jeho únosného zatížení. V části D se provádí komplexní charakteristika a hodnocení vlivů stavby (záměru) na obyvatelstvo a životní prostředí, a to po jednotlivých komponentech životního prostředí. Provádí se analýza velikosti a významnosti těchto vlivů, posuzují se případné přeshraniční vlivy, havárie a nestandardní stavy stavby, možnosti kompenzací nepříznivých vlivů stavby na životní prostředí, ale také vlastní metody hodnocení a prognózování vlivů stavby na životní prostředí a míra nedostatků a neurčitostí, které se vyskytly při zpracování dokumentace. V části E se provádí porovnání variant řešení záměru, které musí vyústit v jasný závěr formulovaný v části F. Závěrečné části přílohové části Dokumentace E.I.A. musí v část G obsahovat srozumitelné shrnutí netechnického charakteru, neboť velmi významným účastníkem celého stavebního řízení je i „laická“ veřejnost a konečně i mapové, grafické a obrazové přílohy, jež jsou shromážděny v části H.

Pro úplnost je třeba dodat, že celý proces posuzování vlivu stavby na životní prostředí podle zákona 100/2001 Sb. obsahuje řadu dalších administrativních úkonů a odborných činností (např. veřejné projednání Dokumentace E.I.A., posudek Dokumentace E.I.A. aj.), jejichž provedení může jen v komplexu se všemi ostatními vést k vydání závěrečného stanoviska k posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí.

### Vliv stavby a jejího provozování na klima

#### Makroklima

Silniční komunikace, v závislosti na své kategorii (dálnice, rychlostní komunikace, obchvat sídla, rekonstrukce křižovatky aj.) a rozsahu především terénních prací modifikujících stávající morfologii georeliéfu a charakter aktivního povrchu, může výrazně ovlivnit všechny výše uvedené klimatotvorné faktory. Měřítko stavebních úprav je však obvykle nesrovnatelné s měřítkem makroklimatických procesů, a proto se v žádném případě neuvažuje o tom, že by stavba a její provozování v nějakém smyslu ovlivnila makroklimatické poměry zájmových oblastí. Makroklima je proto ve všech doprovodných dokumentech ke stavbě a jejímu provozování, včetně samotné Dokumentace E.I.A., pojednáváno staticky, jako jakési klimatické pozadí, které určuje obecné podmínky, za nichž bude komunikace stavěna a provozována. Projektant musí jistě zvažovat rozdílnost technologie vlastní stavby a technických zařízení pro zabezpečení jejího provozu pro komunikaci vedenou např. v teplém klimatickém pásu bez déletrvající sněhové pokrývky, nebo naopak, v chladné klimatické oblasti s dlouhou větrnou zimou s dlouhým trváním vysoké sněhové pokrývky apod. Makroklimatické podmínky jsou obvykle popisovány tabulkovými hodnotami vybraných klimatických prvků za normálová období na pozorovacích stanicích ČHMÚ v blízkém okolí koridoru stavby (nejčastěji teplota vzduchu a množství atmosférických srážek, výjimečně i jiných parametrů), nebo odbornými odhady (především pro směr a sílu větru při jednotlivých stavech stability spodní části atmosféry, které se následně využívají i pro zpracovávání rozptylových a emisních studií), které jsou na vyžádání zpracovávány stejným pracovištěm. Z hlediska kartografického se k informativnímu účelu často používá transformace polohy navrhovaného koridoru stavby do maloměřítkových map makroklimatických regionalizací, zpracovaných pro území ČR, nejčastěji do mapy „Klimatické oblasti Československa“ (1:500 000) od Quitt, E., 1971, ale potenciálně i do mapy „Klimatická regionalizace České republiky“ autorů Moravec, D., Votýpka, J. 1998.

## Mezoklima

Vertikální rozměr prostoru, v němž se mezoklima<sup>2</sup> v rámci České republiky formuje, se odhaduje na 800 až 1500 m nad zemským povrchem. Jedná se vlastně o prostor, v němž lze bezprostředně pozorovat důsledky ohřívání atmosféry od aktivního povrchu a kde rychlost a směr proudění vzduchu ovlivňuje drsnost zemského povrchu. Plošné vymezení tohoto prostoru nemá praktický smysl, teoreticky jej lze vymezit od několika desítek či stovek metrů čtverečních po statisíce metrů čtverečních v závislosti na typu krajiny a její zeměpisné poloze.

Při formování mezoklimatu mají klíčovou úlohu morfometrické parametry georeliéfu, které spolu s jeho aktivním povrchem ovlivňují komponenty energetické bilance a tím především intenzitu transportu tepla jak ve směru vertikálním, tj. pod aktivní povrch a do přizemních vrstev atmosféry, tak ve směru horizontálním. Georeliéf modifikuje zásadně především teplotně vlhkostní poměry přizemní vrstvy atmosféry a místní cirkulační poměry. Jakýkoliv zásah do georeliéfu či do charakteru aktivního povrchu proto musí nezbytně nutně vést ke změně místních, nebo-li mezoklimatických poměrů. Komunikace, které podléhají procesu schvalování E.I.A. jsou obvykle takových prostorových rozměrů, že jejich realizace a provozování ovlivní mezoklimatické poměry vždy.

Procesy probíhající v přizemní a spodní části mezní vrstvy atmosféry jsou však velmi dynamické, co se prostoru i času týče, a proto jsou velmi obtížně zachytitelné jakýmkoliv způsobem, a to jak textem či tabulkou, tak i statickou grafikou (např. mapou).

Z praktického hlediska je proto rozumné při analýze vlivu stavby na mezoklima řešit samostatně tři základní typy počasových situací, při kterých dochází k určitým kvalitativním změnám vnímání vlivu děl na jejich okolí, a to:

- radiační typ (při bezvětří) ve dne, tj. při pozitivní energetické bilanci nebo
- radiační typ (při bezvětří) v noci, tj. při negativní energetické bilanci a
- advektivní („větřný“) typ počasí.

Stavba komunikace ovlivní, mnohdy výrazně, (mikro)cirkulační poměry jejího blízkého okolí, a to jak změnou charakteru aktivního povrchu (např. nové rozsáhlé asfaltobetonové plochy v dřívější „přírodní“ krajině), tak svým tvarovým řešením (náspy, zářezy). Vyšší přizemní teploty vzduchu nad vozovkou komunikace vedou obvykle ke konvektivnímu přenosu vzduchu do vyšších poloh mezní vrstvy atmosféry. Tento vystupující vzduch je pak v přizemní vrstvě nahrazován chladnějším, obvykle nekontaminovaným vzduchem z okolních zatrávněných, křovinami a kulturními plodinami porostlých ploch. Vzhledem k obecně nízké tepelné kapacitě tělesa vozovky, směřují při negativní energetické bilanci (např. při jasné noci) chladné mikrocirkulační proudy (často kontaminované produkty z dopravy) naopak z prostoru komunikace do okolní „čisté“ krajiny. Silniční náspy se chovají vůči stávajícím vzdušným proudům buď jako přehradní hráz k vodnímu toku (zadržují obvykle chladný a znečištěný vzduch), nebo jako překážky, zvyšující drsnost aktivního povrchu, které naopak podporují přenos exhalací z dopravy vírovým prouděním do vyšších vrstev atmosféry. Silniční zářezy (ale i náspy) pak např. významně mění směr přizemních proudů vzduchu a často bývají, stejně jako mostní objekty, místem výrazného zvýšení rychlosti proudění vzduchu (vznik tzv. úžinového efektu).

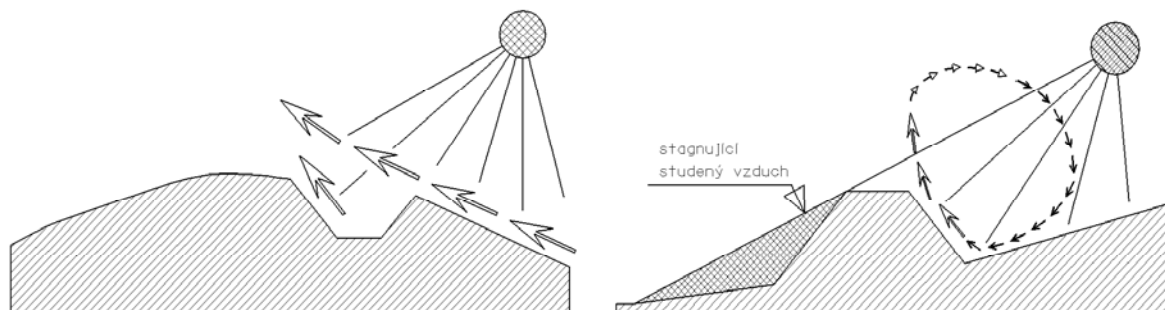
Mikrocirkulace tedy může za vhodných podmínek významně ovlivňovat (někde zvyšovat, jinde snižovat) vlhkost a teplotu vzduchu, ale zejména přizemní koncentrace plynného i prašného znečištění vznikajícího provozem na komunikaci. Má rovněž příznivý vliv na rozrušování teplotních inverzí v ranních a dopoledních hodinách v chladné části roku. Při radiačním typu počasí je ve dne pro mikrocirkulaci ve svažitém terénu navíc typický anabatický přenos vzduchu (výstupný proud teplého vzduchu podél svahu do vyšších nadmořských výšek) a v noci naopak katabatický přenos vzduchu (sestupný proud chladného vzduchu podél svahu do nižších nadmořských výšek).

Svahy tělesa komunikační stavby, ať už se jedná o zářez či násep, bývají při vhodné expozici (díky většímu sklonu než je v okolním georeliéfu) velmi dobře osluněné a za jasného a klidného počasí v teplé části roku na nich dochází ke vzniku anabatické mikrocirkulace (viz obr.1). Ta vynáší znečištěný vzduch z prostoru komunikace do vyšších hladin spodní části mezní vrstvy atmosféry, kde jsou větrným prouděním rozptylovány.

Večer za jasného klidného počasí postupně mizí teplotní rozdíly způsobené různým osluněním svahů nebo hospodařením s přijatou sluneční energií na různorodém aktivním povrchu. Efektivním vyzařováním se vzduch v blízkosti svahů postupně ochlazuje. Tím zvyšuje svou specifickou hmotnost a hustotu proti vzduchu, který je výše nad povrchem. To vede postupně ke „stékání“ tohoto chladnějšího vzduchu po svazích do níže položených míst (viz obr. 2). Tyto procesy mohou vést až k vytváření místních teplotních inverzí. Stabilní zvrstvení v přizemní části mezní vrstvy atmosféry brzdí promíchávání vzduchu ve vertikálním i horizontálním

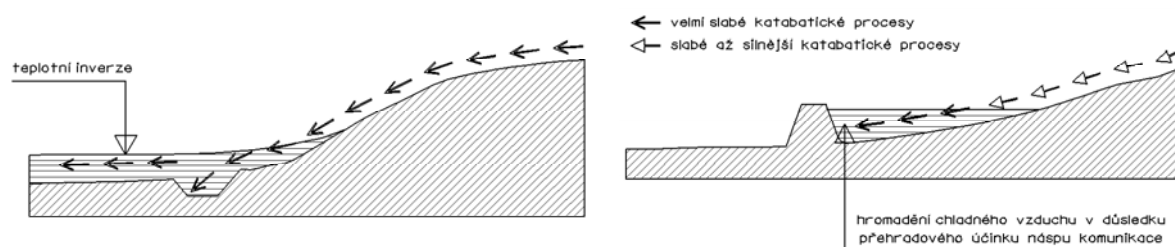
<sup>2</sup> Vzhledem k úzké vazbě mezi mezoklimatem a zemským povrchem je velice často termín mezoklima nahrazován pojmem místní klima, resp. topoklima. Přestože mezi nimi můžeme intuitivně cítit určitý rozdíl, používají se běžně i jako synonyma.

směru. Proto při něm dochází za předpokladu příznivých vlhkostních poměrů k četnější tvorbě mlh a při zdrojích znečištění rozmístěných na dně údolí ke zvyšování koncentrací škodlivin v širší oblasti. Studený vzduch postupně naplňuje údolní prostor (vznikají tak teplotní inverze regionálního rozsahu). Konečná rozloha jezera chladného vzduchu (zejména regionálního měřítka) však může za výjimečných situací postupně přerůst do nadregionálních rozměrů.



Obr. 1. Schematické znázornění anabatické mikrocirkulace  
Fig. 1. Schematic representation of anabatic microcirculation

Z výše uvedeného vyplývá, že je nutné sledovat i obrácený vliv ovzduší a povětrnostních situací na provozování komunikace, jako např. úseky s nebezpečným bočním větrem, oslněním, častější tvorbou náledí či sněhových závějí apod.



Obr. 2. Schématické znázornění vybraných případů ovlivnění katabatických procesů tělesem komunikace  
Fig. 2. Schematic representation of the selected cases of the katabatic processes' influence by communication solid

### Mezoklimatické (topoklimatické) mapování

Podrobné mezoklimatické (topoklimatické) mapování analytického, syntetického i komplexního charakteru by bylo nesmírně účelné a potřebné pro širokou škálu koncepčních rozhodnutí.

Mezoklimatické měřítko je totiž velmi blízké rozměrům staveb, realizovaných v krajině, ale také velice blízké aktivnímu vnímání obyvatel. Změní-li se konfigurace terénu a charakter aktivního povrchu, změní se např. i místní cirkulace vzduchu, případně sluneční pohoda (např. zastínění terénu či staveb mostními objekty apod.), což lidé velice citlivě komentují, obvykle v neprospěch stavby a jejího provozování. Přímé měření jednotlivých parametrů atmosféry v mezní vrstvě atmosféry v koridoru stavby silniční komunikace (rekonstrukce, stavba krátkých úseků, obchvatů, křižovatek apod.) je teoreticky možné, ale prakticky neproveditelné. Vyžadovalo by totiž hustou síť nejlépe automatických stanic, jejichž měření by musela být zahájena v dostatečném časovém předstihu před zahájením jakýchkoliv projekčních a stavebních prací a musela by pokračovat v dostatečném období po zprovoznění stavby, a to v souladu s dlouhodobými měřeními profesionálních pozorovacích stanic ČHMÚ a podle jejich metodiky tak, aby bylo možno dílčí mezoklimatická měření s pomocí dlouhodobých makroklimatických stanic homogenizovat. Pominu-li finanční a organizační stránku věci, pak investor a oznamovatel stavby nemají ve většině případů dostatečnou časovou rezervu, v níž by mohla být taková měření uskutečněna. S výhodou jsou proto nahrazována mezoklimatickým mapováním, které je obvykle prováděno metodou kvalifikovaného subjektivního odhadu pomocí nepřímých ukazatelů (mezoklimatická interpretace georeliéfu a charakteru aktivního povrchu).

Prostorové změny nejdůležitějších meteorologických prvků (teplota a vlhkost vzduchu, směr a rychlost větru, atmosférické srážky aj.) a z nich odvozené klimatické charakteristiky jsou ovlivněny řadou faktorů a při jejich hodnocení se uplatňuje horizontální i vertikální hledisko. Určujícím faktorem prostorové diferenciacie mezoklimatu je vertikální členitost georeliéfu. Její vliv lze analyzovat na základě morfometrických parametrů georeliéfu (nadmořská výška, sklon a expozice svahů) a komplexně podle jejich vzájemné kombinace. Pro modelování prostorového rozložení klimatických prvků a tvorbu odpovídajících (digitálních) map lze použít (digitální) mapu nadmořských výšek, resp. digitální model terénu (DMT).

Zatímco georeliéf nepodléhá významným meziročním změnám a tím spíše ne změnám sezónním, je získání aktuálních údajů o charakteru aktivního povrchu k termínu zhotovení mezoklimatické mapy velmi obtížné. Nabízí se teoretická otázka využití příslušných informačních systémů, např. ISKN, nebo dat dálkového průzkumu Země. V případě aktivního povrchu je nezbytně nutná poměrně velmi přesná informace o jeho druhu a stavu. Např. mezoklimatický dopad zemědělských kultur v jednotlivých fenofázích je velmi pestrý s ohledem na denní dobu i geografickou polohu konkrétní lokality, totéž, ne tak ostře řečeno, platí i pro lesní plochy (každá plocha označená na mapě jako „les“ nemusí být k rozhodnému datu porostlá vzrostlým stromy). Protože získání takových informací má řadu praktických překážek, často se při studiu vlivu charakteru aktivních ploch na mezoklima omezujeme pouze na rozlišení urbanizovaných, zalesněných a nezalesněných ploch (z mapových zdrojů).

Při studiu topoklimatu by bylo jistě možné aplikovat databázi vytvořenou v rámci projektu CORINE (Coordination of Information on the Environment), interpretací snímků družice Landsat. Snímky v měřítku 1:100 000 by byly pro daný účel vyhovující, pouze počet tříd krajinného typu je zde až příliš vysoký.

Z výše uvedeného by mělo být zřejmé, že pro vytvoření akceptovatelné mezoklimatické mapy je v principu k dispozici dostatek objektivních, byť tzv. nepřímých ukazatelů. Jak se však vypořádat s nesmírně velkou proměnlivostí mezoklimatických procesů, která je navíc založena i na konkrétních počasových situacích a aktuálním stavu vegetace? Využijeme, či vytvoříme nové účelové databáze a s pomocí geoinformačních technologií vytvoříme unikátní mezoklimatickou mapu k určité hodině vybraného dne v roce s předem definovaným polem meteorologických prvků? Ano, i takové řešení si umím představit, stejně jako rozpaky projektanta, který na základě takových informací rozhoduje o detailech vedení komunikace krajinou, či o detailech jejího technického řešení, jež by mělo minimalizovat vliv stavby na ovzduší a klima.

Z vlastní zkušenosti mohu potvrdit, že pokud je v rámci Dokumentace E.I.A. mezoklimatická mapa zpracovávána, postačuje (možná prozatím), že obsahuje implicitní odpovědi na otázky o vlivu stavby a jejího provozování ve výše uvedených třech základních typech počasových situací, a to na jediném elaborátu (analogovém či digitálním).

Mapová díla s mezoklimatickým obsahem je třeba pro Dokumentaci E.I.A. tvořit velmi uvážlivě, neboť mohou být velmi dobře zneužitelná např. dogmatickým výkladem polohy areálu s určitým stupněm znečištění ovzduší, dosahu jezera chladného vzduchu, směru katabatických proudů apod.

## Stávající mezoklimatické (topoklimatické) mapy

Z mnoha mezoklimatických map, jež by byly využitelné pro zpracování příslušných pasáží E.I.A., uvádím např. „Digitální topoklimatickou mapu modelového území povodí řeky Kysuce od pramene po soutok s řekou Čiernankou (okres Čadca)“ autorů Mičietová, E. - Pavličko, P. - Vysoudil, M. (2001), jejíž polohopisný a výškopisný základ byl vytvořen z vektorových souborů Základní mapy SR v měřítku 1:50 000. Mapa vznikla v podstatě superpozicí tří digitálních tématických vrstev, a to vrstev zobrazujících míru oslunění (ozáření) georeliéfu za kalendářní rok, (makro)klimatické oblasti a krajinný kryt. Jejím zásadním nedostatkem je, že (makro)klimatické oblasti jsou vymezeny jen na základě průměrné měsíční teploty a v celé mapované ploše chybí dynamická složka, především vítr.

V kruzích dopravních projektantů a zpracovatelů Dokumentací E.I.A. dosáhla velkého rozšíření metodologie mezoklimatického mapování zpracovávaná od 70. let 20. století E. Quittem. V edici „Soubor map fyzikogeografické regionalizace ČSR“ vydal v roce 1979 v Geografickém ústavu ČSAV v Brně mapu „Mezoklimatické regiony ČSR“ v měřítku 1:500 000 v česko – anglické verzi (podle mých informací však existuje pouze v nátisku). Základní kartografické areály jsou v ní podle míry vlivu reliéfu na vybrané parametry mezní vrstvy atmosféry vzájemně rozlišeny barevným tónem v kombinaci s barevnou šrafovou. Černobilou šrafovou jsou vymezeny ohraničené kartografické areály, které označují mezoklima významně ovlivněné lesem, mezoklima s předpoklady k častějšímu výskytu kondenzačních jevů a mezoklima ovlivněné urbanizovanými oblastmi, neohraničenými kartografickými areály je označeno mezoklima častěji ovlivněné vyššími, resp. sníženými, hodnotami radiační bilance.

Quitt, E. (1995, 1997) na základě předcházející zkušenosti definuje tzv. topoklimatické regiony, pro které vytváří jednotlivé tématické vrstvy, z nichž každá obsahuje digitální databanku pro informační jednotky 100 x 100 m, případně 50 x 50 m, která umožňuje sestavování podrobných topoklimatických map v měřítku 1:50 000, resp. 1:25 000. Topoklimatické regiony odrážejí kromě své plošné velikosti mj. i jejich relativní

výškovou členitost. Z mezoklimatického hlediska jsou popsány subjektivně definovanými hodnotami, které popisují např. termické a dynamické příčiny turbulence, variabilitu vektoru větru s výškou, četnost, intenzitu a délku trvání regionálních teplotních inverzí aj. V letech 1992 až 1996 byly touto metodou zpracovány okresy Šumperk, Ústí nad Orlicí, Rychnov nad Kněžnou, Chrudim, Náchod, Plzeň, Kutná Hora, Žďár nad Sázavou, Třebíč, Znojmo, Vyškov, ale i okres Žilina, dále území CHKO Jeseníky a KRNPu a území města Brno.

### Vlastní mapová tvorba

Obdobně jako ve všech výše uvedených případech vycházím při konstrukci mezoklimatické mapy z analýzy morfologie terénu a jeho aktivního povrchu, která je prováděna výhradně z topografických podkladů většího měřítka, než je měřítko cílové tematické mapy, a z analýzy dokumentace stavby (výšky náspů a mostních objektů, hloubka silničních zářezů apod.). Výsledkem této činnosti je klasifikace intenzity, délky trvání a četnosti procesů probíhajících za typických povětrnostních situací v přízemní vrstvě ovzduší, které jsou nejvýznamnější pro rozptyl emisí a procesů, které mohou v souvislosti se stavbou komunikace ovlivnit stávající komfort životního prostředí člověka a ostatních živých organismů, resp. procesů, které ovlivní provozování komunikace. Výsledkem analýzy bývá obvykle třívrstvá mapa (příklad viz obr. 3), jejíž jednotlivé části, včetně legendy, rozkrývá příloha 1. S ohledem na stěžejní význam teplotních inverzí v širším okolí posuzovaných úseků komunikací jsou nejdůležitějšími částmi mezoklimatických map vyznačené dosahy různých hladin jezer chladného vzduchu („Hodnocení potenciální možnosti vzniku inverzní polohy a vzniku doprovodných kondenzačních jevů“). Ty umožňují mj. i vzájemné srovnání délek úseků navrhovaných komunikací, jež jsou ve variantních návrzích vedeny oblastmi s určitou intenzitou a četností výskytu inverzních situací.

Druhá vrstva („Charakter aktivního povrchu“) obsahuje především vymezení teplotně kontrastních ploch, mezi kterými dochází k mikrocirkulaci a třetí vrstva („Hodnocení dynamických procesů“) posouzení katabatických procesů, přenášejících znečištěné ovzduší do níže položených míst, a pro advektivní typ počasí posouzení deformací proudnic a s tím spojeného ovlivnění větrného pole. V některých případech je konstruována ještě čtvrtá informační vrstva mezoklimatických map, která zahrnuje např. technická opatření, jež snižují či eliminují rizika provozování komunikace se zřetelem na počasí a podnebí (úseky, jež je třeba označit zvláštními dopravními značkami typu „boční vítr“, „nebezpečí náledí“ apod. či zařízeními typu meteorologická informační tabule, sněhové zábrany aj.).

Pro znázornění plošných jevů volím výhradně jednosměrné i obousměrné liniové šrafování. Kombinace barvy, hustoty a směru šraf představuje velmi širokou škálu možností pro vyjádření jejich kvality i kvantity. Plošná zaplněnost kartografického díla proto není tak velká, aby z něho nebylo možno interpretovat liniové jevy, prezentované čarami různého typu a barvy, a to dokonce i v případech, kdy je ponecháván polohopis a výškopis, včetně situace posuzované stavby, na pozadí zpracované tematické mapy. Snahou, nikoliv dogmatem, je volit pro „nepříznivé“ působící jevy (např. teplotní inverze, katabatické procesy aj.) spíše „chladné“ barvy z krátkovlnné části viditelného spektra a pro „příznivé“ působící jevy (např. anabatický přenos znečištěnin do vyšších vrstev atmosféry) spíše „teplé“ barvy z opačné strany viditelného spektra.

Výsledná mezoklimatická mapa je spolu s podrobným textovým a tabulkovým doprovodem předávána zpracovateli Dokumentace E.I.A. v poslední době výhradně v digitální podobě. Její grafické vyjadřovací prostředky jsou proto voleny tak, aby případná analogová prezentace mapy umožnila využít širšího rozpětí měřítkových čísel, obvykle 10 000 až 25 000, nebo 5 000 až 10 000. Mezoklimatická mapa je často v konečné verzi kombinovaná s mapami popisujícími další geofaktory životního prostředí.

### Závěr

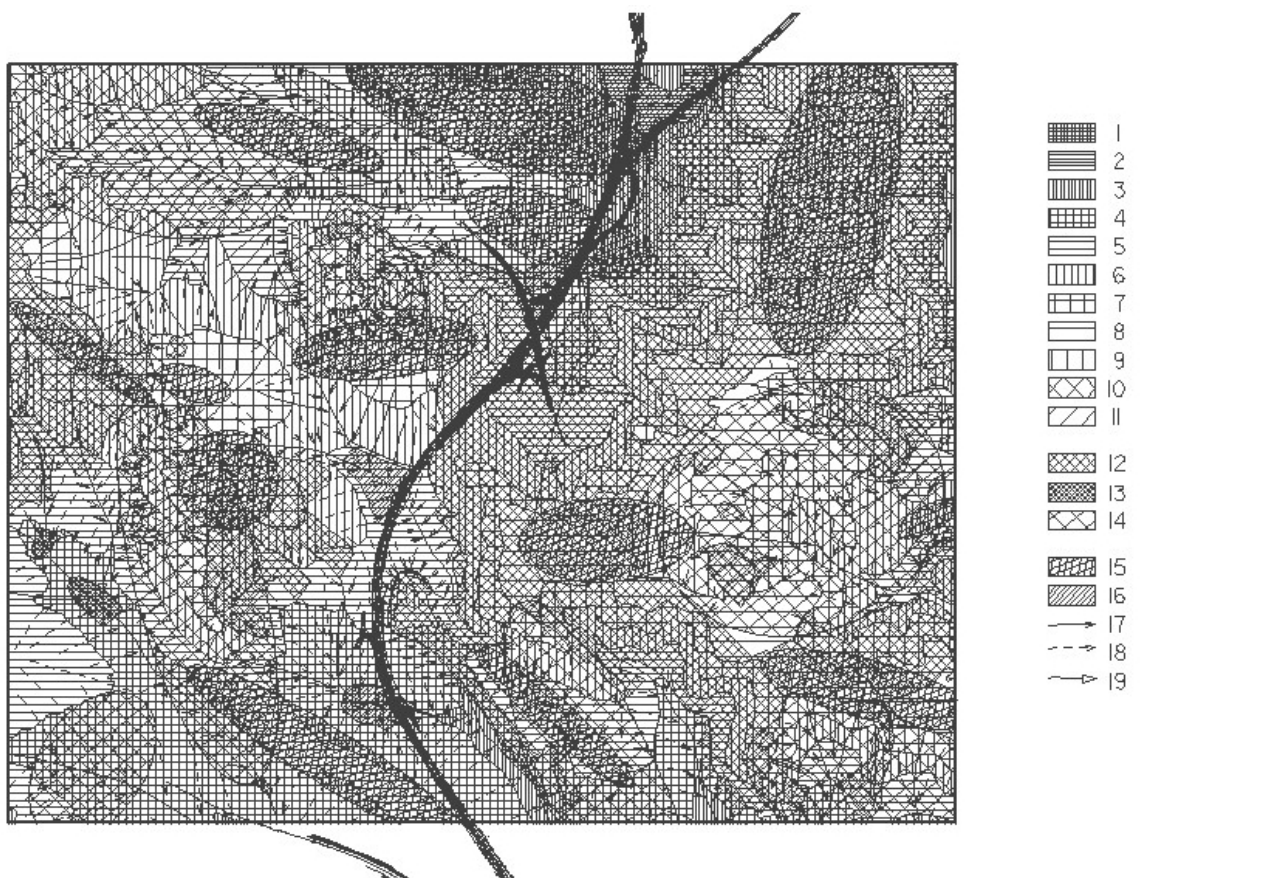
Jistě lze vést dlouhé odborné i filosofické spory o tom, co ještě lze a co již nelze pokládat za mezoklimatickou mapu. Z praktického hlediska se jedná většinou o taková tematická kartografická díla, která srozumitelným způsobem zobrazují plošnou diferenciaci počasových a podnebných jevů v mezní vrstvě atmosféry, tj. takových jevů, které jsou bezprostředně ovlivněny morfologií reliéfu terénu a charakterem aktivního povrchu, tedy faktory, které jsou velmi snadno ovlivnitelné hospodářskou činností člověka.

Přestože jsou doposud většinou vytvářeny metodou kvalifikované subjektivní účelové interpretace topografických map, jsou významným pomocníkem při posuzování vlivu staveb na životní prostředí. Zobrazují velice citlivý faktor životního prostředí, jehož parciální části nelze prostorově jednoznačně zaměřit, a proto je třeba volit jednoznačně srozumitelné výrazové prostředky.

Pro projektování, stavbu a provozování pozemních komunikací, na něž se vztahuje povinnost zpracovávat tzv. Dokumentaci E.I.A., je akceptovatelný tří-, resp. čtyřvrstvý kartografický model, jehož základní principy jsou v předloženém článku naznačeny.

Tvorba kvalitních a operativních mezoklimatických map je již v současné době možná s využitím geoinformačních technologií a metod dálkového průzkumu Země. Potenciální uživatelé takových map však doposud nejsou na jejich praktické využití připraveni, ať už kvůli přílišné podrobnosti a nadbytečnosti jimi

prezentovaných informací či z jiných důvodů (např. i finančních), a tak má mezoklimatická mapa (analogová nebo digitální) zpracovaná „klasickými“ metodami stále mnoho odběratelů. Škoda jen, že není jednotnou metodikou zpracovávána ve velkém a středním měřítku profesně příslušnými institucemi pro velké územní jednotky, nejlépe pro celé státní útvary. Je obvykle konstruována „ad hoc“, a proto se po vydání závěrečného stanoviska k posouzení vlivů provedení záměru (stavby) na životní prostředí stává umrtvenou archiválií.

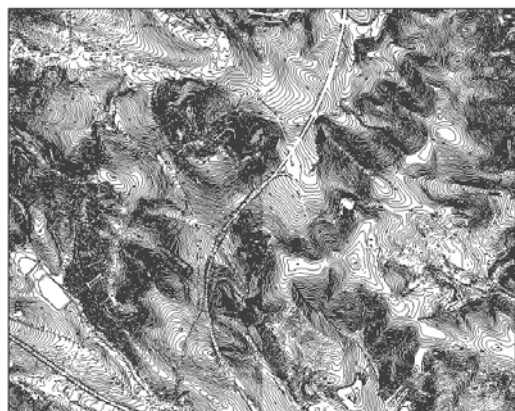


Obr. 3. Komplexní mezoklimatická mapa (výřez) pro rychlostní komunikaci I/43 v úseku Troubsko - Kuřim se soutiskem situace navrhované stavby (4xSMO-5, digitální originál je optimalizován pro tisk v měřítku 1:10 000 až 1:25 000).

Fig. 3. Complex mesoclimatic map (cutout) for expressway I/43 in stage Troubsko – Kuřim with situation register of projected linear construction (4xSMO-5, digital original is optimized for printing in scales from 1:10 000 to 1:25 000).

### Výřez komplexní mezoklimatické mapy pro rychlostní komunikaci I/43 v úseku Troubsko – Kuřim (podklady, dílčí mapy a legenda)

#### Podklady Source



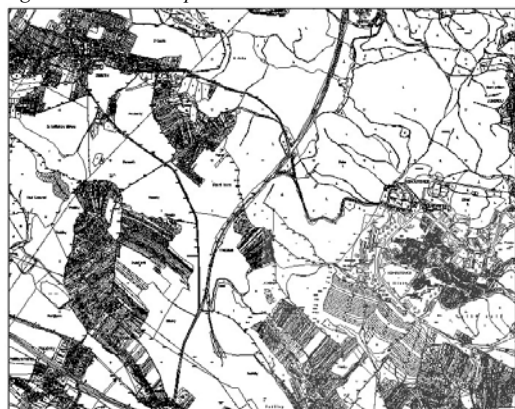
#### Hodnocení potenciální možnosti vzniku inverzní polohy a vzniku doprovodných kondenzačních jevů

1. plochy s velmi častým výskytem místních teplotních inverzí a místních kondenzačních jevů a se zvýšenou kumulací případných atmosférických exhalací z různých zdrojů
2. plochy s častým výskytem místních teplotních inverzí a místních kondenzačních jevů a se zvýšenou kumulací případných atmosférických exhalací z různých zdrojů
3. plochy s velkými předpoklady pro velmi častou tvorbu místních teplotních inverzí a relativně častý výskyt místních kondenzačních jevů a pro zvýšenou kumulaci případných atmosférických exhalací z různých zdrojů



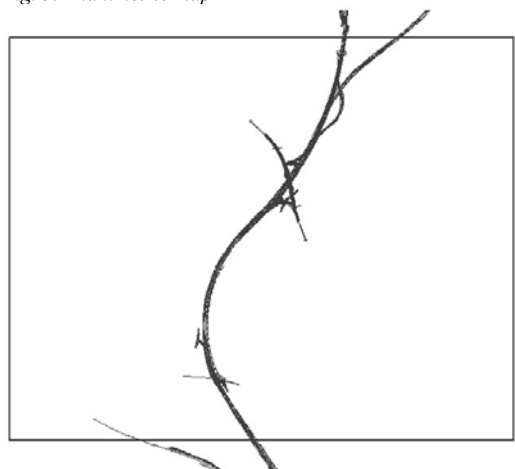
Obr. 4. Výškopis (4xSMO-5)

Fig. 4. Altimetric map



Obr. 5. Polohopis (4xSMO-5)

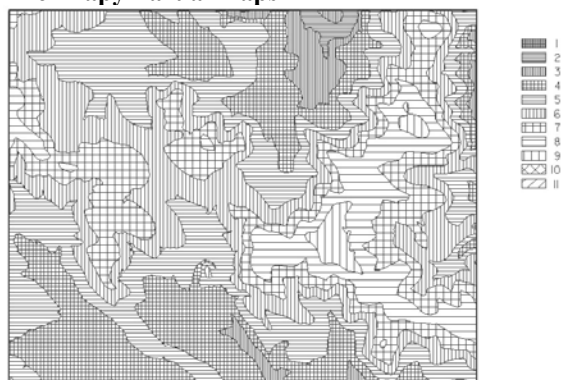
Fig. 5. Planimetric map



Obr. 6. Situace stavby (z podkladů zadavatele)

Fig. 6. Road Construction situation (from customer's source)

#### Dílčí mapy Partial maps



Obr. 7. Hodnocení potenciální možnosti vzniku inverzních poloh a doprovodných kondenzačních jevů

Fig. 7. Possibility assessment of creation of inversion stages and accompanying condensation phenomena

4. plochy s velkými předpoklady pro častou tvorbu místních teplotních inverzí a častý výskyt místních kondenzačních jevů a pro zvýšenou kumulaci případných atmosférických exhalací z různých zdrojů
5. plochy s předpoklady pro častější tvorbu místních teplotních inverzí a častější výskyt místních kondenzačních jevů a pro kumulaci případných atmosférických exhalací z různých zdrojů
6. plochy s předpoklady pro tvorbu místních teplotních inverzí a výskyt místních kondenzačních jevů
7. plochy s možným výskytem teplotních inverzí a kondenzačních jevů nadregionálního charakteru s relativně dlouhou dobou jejich trvání, klimatické podmínky ovlivněny volnou atmosférou
8. plochy s možným výskytem teplotních inverzí a kondenzačních jevů nadregionálního charakteru s relativně krátkou dobou jejich trvání, klimatické podmínky významně ovlivněny volnou atmosférou
9. plochy s možným výskytem teplotních inverzí a kondenzačních jevů nadregionálního charakteru s relativně velmi krátkou dobou jejich trvání, klimatické podmínky velmi silně ovlivněny volnou atmosférou
10. plochy se sporadickým výskytem teplotních inverzí a kondenzačních jevů nadregionálního charakteru s relativně velmi krátkou dobou jejich trvání, klimatické podmínky velmi silně ovlivněny volnou atmosférou
11. plochy s velmi sporadickým výskytem teplotních inverzí a kondenzačních jevů nadregionálního charakteru s relativně velmi krátkou dobou jejich trvání, klimatické podmínky velmi silně ovlivněny volnou atmosférou

#### Charakter aktivního povrchu

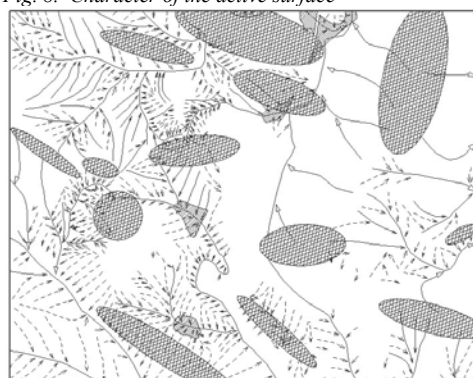
1. mezoklima pod výrazným vlivem lesa
2. mezoklima pod výrazným vlivem zástavby
3. mezoklima pod výrazným vlivem vodních ploch

#### Hodnocení dynamických procesů

1. významnější vlivy větru na krajinu a na komunikaci, resp. její provozování (koncentrace proudnic lokálního významu)
2. plochy s možným zhoršením provětrávání a zvýšenou četností přízemních inverzních situací v důsledku stavby komunikace
3. základní směry katabatického stékání větších objemů chladného vzduchu ze svahů s předpoklady k přenášení atmosférických nříměsí do níže



Obr. 8. Charakter aktívneho povrchu  
Fig. 8. Character of the active surface



Obr. 9. Hodnocení dynamických procesů  
Fig. 9. Assessment of the dynamic processes

atmosférických příměsí do níže položených míst

4. základní směry katabatického stékání malých objemů chladného vzduchu ze svahů s předpoklady k přenášení atmosférických příměsí do níže položených míst
5. základní trajektorie přemísťování nahromaděných a případně znečištěných chladných vzduchových hmot do níže položených míst koncentrovaný proud chladného vzduchu při radičním počasí s negativní energetickou bilancí místního významu s předpoklady k přenášení atmosférických příměsí do níže položených míst

Pozn.:

Vymedzené areály nelze považovat za přesné ohraničené. Jejich velikost se dynamicky mění v závislosti na konkrétní makroklimatické situaci. Vymedzené liniové směry jsou orientační a představují předpokládaný průměrný stav. Jejich aktuální směr a dynamika procesu, který představují, se pak mění v závislosti na konkrétní makroklimatické situaci.

## Literatura – References

- Boltížiar, M.: Mapovanie a analýza vzťahu krajinej štruktúry a reliéfu vysokohorskej krajiny Tatier s využitím údajov DPZ a GIS. *Kartografické listy 11, Kartografická spoločnosť SR a GgÚ SAV, Bratislava 2003.*
- Bubník, J., Keder, J., Macoun, J., Maňák, J.: SYMOS'97. Systém modelování stacionárních zdrojů. *Metodická příručka. ČHMÚ, Praha, 1998*
- Feranec, J., Ořahel, J.: Možnosti využitia bázy údajov CORINE Land Cover v kartografii. *Geodetický a kartografický obzor, roč. 41/83, č. 9/1995, str. 194 – 196*
- Kolektiv autorů: Biometeorologický slovník terminologický a explikativní. *Academia, Praha 1980, 242 s.*
- Krcho, J.(ed.): Georeliéf a jeho vplyv na priestorovú diferenciaciu krajinných prvkov (v tisku)
- Mičietová, E., Pavličko, P., Vysoudil, M.: Tvorba topoklimatických map v prostredí geoinformačních technologií. *Geoinfo, roč. VIII, č. 3/2001, str. 46 – 50*
- Moravec, D., Votýpka, J.: Klimatická regionalizace České republiky. *Karolinum – nakladatelství Univerzity Karlovy, vydání 1, Praha 1998, 87 s.*
- Petrík, M. a kol.: Lesnícka bioklimatológia. *Príroda, Bratislava 1986, 346 s.*
- Prošek, P., Rein, F.: Mikroklimatologie a mezní vrstva atmosféry. *SPN, Praha 1982, 237 s.*
- Quitt, E.: Klimatické oblasti Československa. *Academia, Studia Geographica 16, GgÚ ČSAV v Brně, Brno, 1971, 73 s*
- Quitt, E.: Topoklimatické mapování pro potřeby ochrany ovzduší s digitalizovanými registry geografického informačního systému pro síť informačních jednotek 100 x 100 m, *list 23-42 Třebíč. Brno, EKODATASERVIS 1995, 114 str.*
- Quitt, E.: Registry informačního systému ochrany ovzduší města Brna pro potřeby územního plánování (západní část) - 1:10 000. *Brno, EKODATASERVIS 1997, nečíslováno*
- Quitt, E.: Topoklimatische Typen in Mitteleuropa (Topoclimatic Types in Central Europe). *Österreichisches Ost- und Südosteuropa-Institut Wien, 27 Seiten, 31x21cm, in.: (Atlas Ost- und Südosteuropa, Map 1.3-M1), Wien 1992*
- Vysoudil, M.: Klimatologie - základy bioklimatologie. *Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta, Olomouc 1991, 152 s.*

Vysoudil, M.: Adaptation of Appropriate GIS Techniques for Application in Climatology by Use of GeoPackage. *Acta Univ. Palacki. Olomouc, Fac. Rer. Nat., Geographica 34, Olomouc 1996, str. 41 – 49*  
Sobišek, B. a kol.: Meteorologický slovník výkladový a terminologický. *Academia a MŽP ČR, Praha 1993.*  
Metodický pokyn odboru ochrany ovzduší MŽP výpočtu znečištění ovzduší z bodových, plošných a mobilních zdrojů SYMOS'97. *Věstník ministerstva životního prostředí, částka 3 ze dne 15.4.1998.*