

## Možnosti sběru dat pro studium topoklimatu

Miroslav Vysoudil

*miroslav.vysoudil@upol.cz*

*Katedra geografie PřF UP Olomouc, Svobody 26, 771 46 Olomouc*

**Miroslav Vysoudil: *Data Acquisiton for Topoclimate Research: Ways and Means***  
Conventional topoclimate study proceeds from detail topoclimate map construction. This map represents empiric model that describes topoclimate on the base of insolation level and type of active surface. It is possible to construct this map without knowledge of meteorological elements regime. However present needs request that topoclimate categories mirrors reality as quantitatively as qualitatively. Terrain topoclimatic observation analyze allows to achieve this goals. The information sources of meteorological elements courses for topoclimate study represent most frequently automatics stationary stations, mobile measurements, and thermal monitoring. At the time, the Department of Geography at Palacky University of Olomouc, disposes with technical equipment for obtain of all kind mentioned data. Capture of needed as morphometric georelief parameters as land cover data is not subject of article.

**Key words:** topoclimate, operating station network, stationary measurement, mobile measurement, thermal monitoring

### 1 Úvod

Studium topoklimatu vychází z konstrukce a analýzy podrobné topoklimatické mapy. Tato mapa představuje empirický model prezentující prostorové rozšíření především těch kategorií topoklimatu, které se utvářejí pod vlivem charakteru a míry ozáření aktivního povrchu. Prakticky ji lze sestavit bez znalosti konkrétního režimu meteorologických prvků. Praktické potřeby vyžadují, aby topoklimatické charakteristiky prezentovaly realitu nejen kvalitativně, ale i kvantitativně. Řešením je realizace terénních topoklimatických měření a jejich analýza. Získaná data mohou být různého původu, typu a charakteru. Nejčastěji se jedná o kratší časové řady vybraných meteorologických prvků v digitální podobě získané ze stacionárních stanic a z mobilních profilových měření. Specifickou kategorií dat tvoří satelitní, letecké nebo pozemní termální snímky.

Studium topoklimatu současně předpokládá získávání dat morfometrických a dat o charakteru aktivního povrchu. Tato problematika není obsahem příspěvku.

### 2 Sběr dat

Topoklimatický výzkum vyžaduje metodicky specifický přístup při sběru meteorologických dat, odlišný od metodiky používané ve standardní síti stanic ČHMÚ. Pro studium topoklimatu a projevů místních klimatických efektů je třeba respektovat některé základní zásady.

#### 2.1 Měření v stacionární účelové síti

Prostorové rozmístění stanic musí odrážet morfografii georeliéfu a jeho výškovou členitost. Síť by měly tvořit stanice vrcholové, svahové, údolní a stanice na zarovnaných plochách. V jejich umístění je třeba zohlednit charakter okolního

aktivního povrchu jako jednoho z hlavních činitelů topoklimatu. Je třeba mít na paměti fakt, že jeho vliv na procesy v přízemní vrstvě atmosféry se výškou výrazně stírají. Aby mohla být jeho úloha při tvorbě topoklimatu studována, je nutné umístit zejména teplotní a vlhkostní čidla do nestandardní výšky.

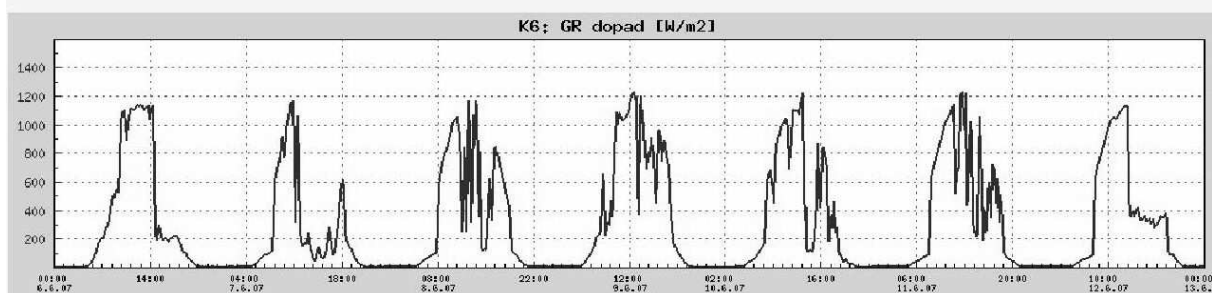
Termodynamické procesy v přízemní vrstvě atmosféry a tím i projevy topoklimatu jsou nejintenzivnější ve dnech s projevy anticyklonálního počasí. Dny s anticyklonálním, bezvětrným a bezsrážkovým počasím se označují jako radiační. Měly by splňovat podmínky, že oblačnost je  $< 20 \%$  a rychlost větru  $< 2 \text{ m/s}$ .

Dny s anticyklonálním počasím lze orientačně vyčlenit z Katalogu povětrnostních situací. Zpřesnění je možné z tvaru křivky denního chodu záření, teploty a rychlosti větru, případně registrace srážkoměru.

Na obr. 1 jsou záznamy chodu vybraných meteorologických prvků v období 6.-13.6. 2007 na stanici Hlubočky. Dle Katalogu povětrnostních situací (ČHMÚ 2007) ovlivňovaly počasí v ČR ve dnech 6.-7.6. situace Ec, 8.-12.6. Ea a 13.6. SWc1. Z průběhu křivek denního chodu záření, teploty vzduchu, srážek a rychlosti větru lze s ohledem na povětrnostní situaci jako dny s radiačním počasím určit 8.-9.6. a 11.-12.6. Značně rozkolísané křivky chodu záření a teploty s výjimkou 12.6. však signalizují výskyt oblačnosti. Za jediný radiační bezvětrný den tak lze považovat jen 12.6.

#### Stanice UP-Meteo\_Hlubočky: Změřené hodnoty

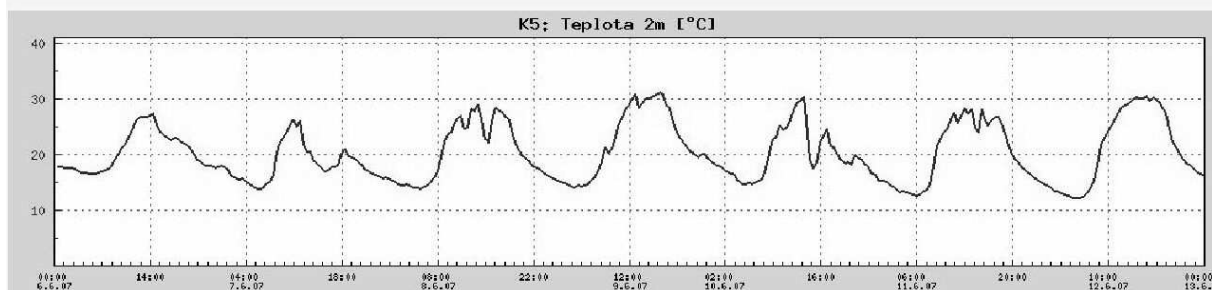
Sledované období: 6.6.2007 00:00 - 13.6.2007 00:00



a)

#### Stanice UP-Meteo\_Hlubočky: Změřené hodnoty

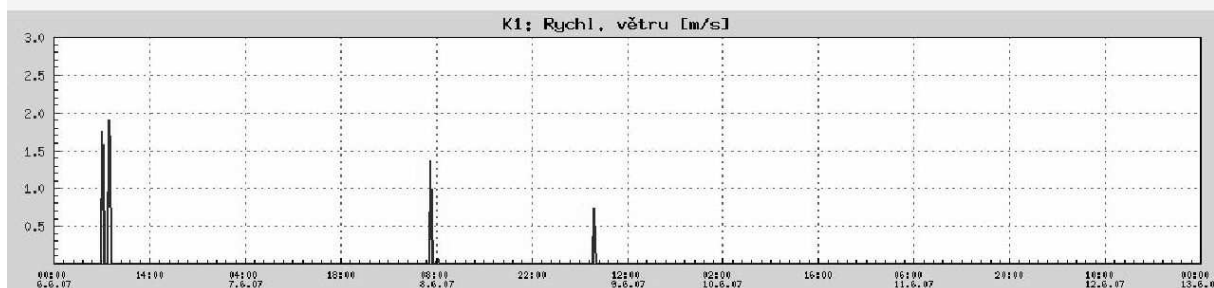
Sledované období: 6.6.2007 00:00 - 13.6.2007 00:00



b)

## Stanice UP-Meteo\_Hlubočky: Změřené hodnoty

Sledované období: 6.6.2007 00:00 - 13.6.2007 00:00



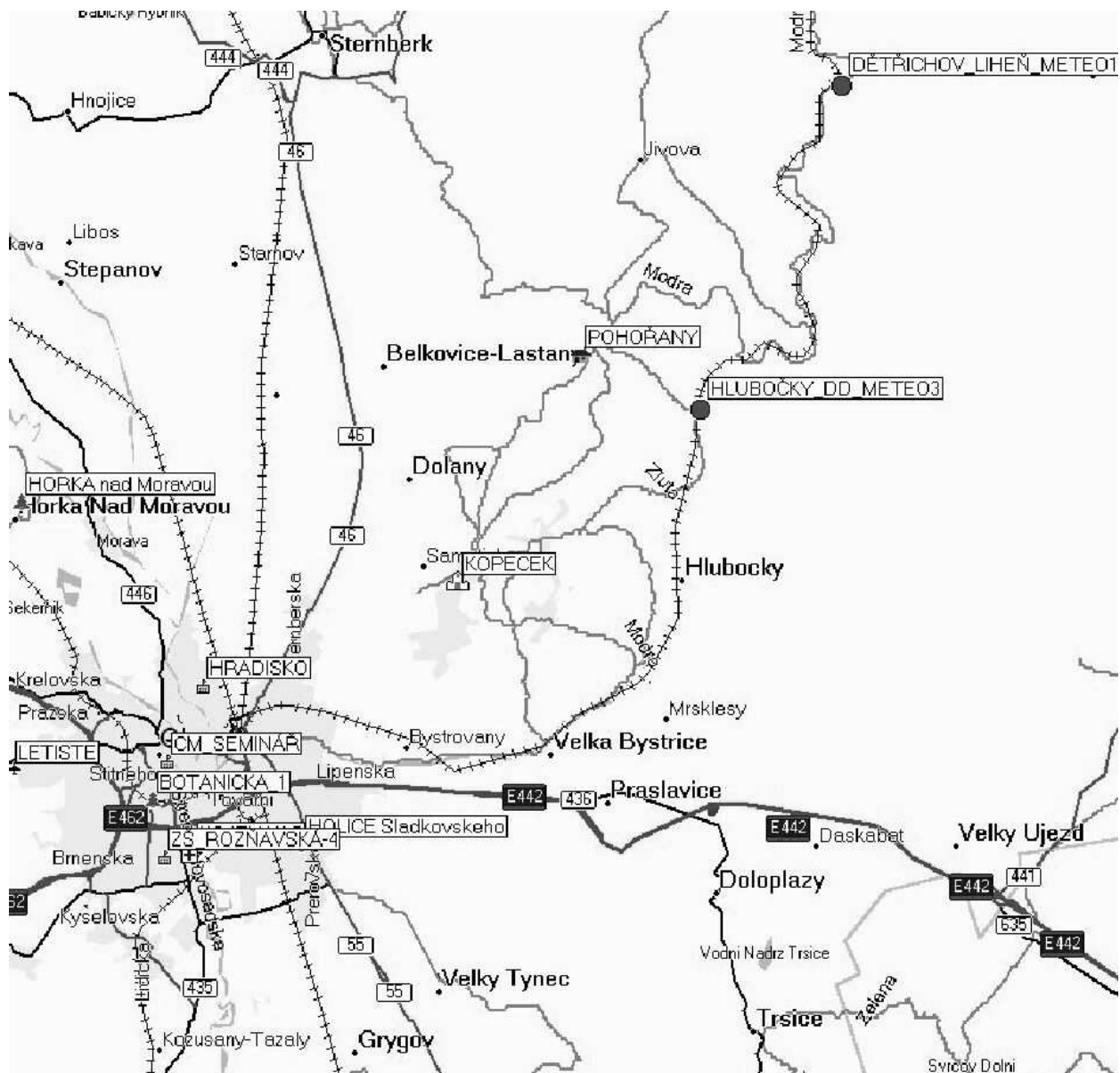
c)

**Obr. 1: Chod a) záření, b) teploty vzduchu a c) rychlosti větru na stanici Hlubočky v období 6.-13. 6. 2007**

Zdroj: vlastní zpracování

Pro zajištění reprezentativnosti hodnot je vhodné provádět kontrolní měření hodnot meteorologických prvků (nejčastěji teploty) a času. Případné rozdíly mezi kontrolním měřením a záznamem stanice je třeba zohlednit. Kvantitativní vyhodnocení topoklimatu analýzou časových řad lze absolutními nebo relativními čísly. V případě absence či nedostatečnosti kontrolních měření je vhodnější interpretovat odpovídající topoklimatické charakteristiky relativními čísly.

Oddělení fyzické geografie Katedry geografie PřF UP v Olomouci disponuje přístrojovým vybavením potřebným pro sběr dat v síti stacionárních stanic, pro realizaci mobilních měření i termálního monitoringu. Topoklimatická měření v účelové staniční síti na území přírodního parku Údolí Bystřice (obr. 2) probíhají od r. 2005. V roce 2007 byla zřízena také staniční síť na území města Olomouce a jeho okolí pro účely studia městského klimatu a jeho srovnání s příměstskou krajinou.



**Obr. 2: Prostorová lokalizace stanic na území PP Údolí Bystrice a města Olomouce (v boxu je uvedeno jméno stanice)**

Zdroj: vlastní zpracování

## 2.2 Stacionární síť automatických stanic

Stacionární síť je alternativně vybavena automatickými stanicemi WeatherLab, Fourier Systems (6 stanic) nebo Fiedler-Mágr (3 stanice). Doplněna je digitálními ústřednami MicroLogPRO.

Výška čidel nad aktivním povrchem byla v případě stanic WeatherLab a MicroLogPRO zvolena s ohledem na potřeby topoklimatického výzkumu tak, že teplotně-vlhkostní čidlo je ve výšce 1 m, srážkoměr 1,5 m a solární čidlo, čidlo rychlosti a směru větru ve výšce 2 m. Interval ukládání dat byl zvolen 30'. Stanice Fiedler-Mágr měří srážky ve výšce 1 m, teplotu, vlhkost, záření, rychlost a směr větru ve 2 m a teplotu půdy v hloubce 0,2 m. Jedna z těchto stanic navíc měří teplotu a vlhkost vzduchu ve výšce 1,5 m a teplotu půdy v hloubkách 0,05 a 0,5 m.



Příklad výstupu ze stanice je na obr. 3. Digitální ústředny MicroLogPRO zaznamenávají pouze teplotu a vlhkost vzduchu v úrovni 1 m nad aktivním povrchem.

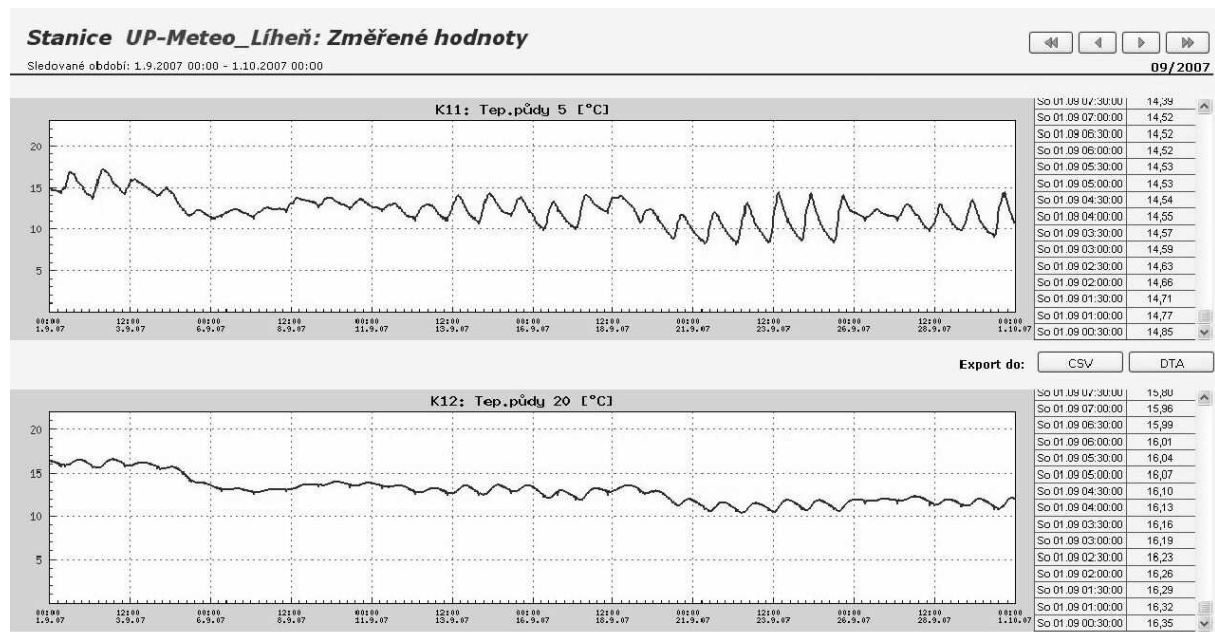
**Stanice UP-Meteo\_Líheň: Změřené hodnoty**

Sledované období: 1.9.07 00:00 - 1.10.07 00:00

K7: Teplota 30cm: ✕

Datum	Mínima [°C]	-1 °C		24 °C		Maxima [°C]	-1 °C		Průměr [°C]	-1 °C		24 °C	
So 01.09.07	00:30	9,07				14:30	20,73		12,84				
Ne 02.09.07	02:30	6,76				14:30	22,61		13,29				
Po 03.09.07	05:00	7,77				12:30	20,34		12,80				
Út 04.09.07	00:00	3,75				14:30	15,28		9,49				
St 05.09.07	05:00	1,88				12:30	11,13		6,82				
Čt 06.09.07	00:30	8,58				15:00	11,68		10,44				
Pá 07.09.07	05:30	9,29				17:30	14,42		11,59				
So 08.09.07	08:00	9,10				14:00	17,12		12,70				
Ne 09.09.07	07:30	8,95				12:30	15,49		11,94				
Po 10.09.07	06:00	8,28				14:00	15,31		11,17				
Út 11.09.07	23:30	5,30				13:00	13,31		9,69				
St 12.09.07	01:30	4,69				16:30	14,85		9,94				
Čt 13.09.07	00:00	4,76				15:30	20,83		10,40				
Pá 14.09.07	06:30	3,74				14:30	20,50		10,59				
So 15.09.07	00:00	3,97				12:30	18,43		10,44				
Ne 16.09.07	06:00	2,00				15:00	19,31		9,01				
Po 17.09.07	05:30	4,24				14:30	23,30		12,46				
Út 18.09.07	00:00	9,28				10:00	20,66		13,31				
St 19.09.07	00:00	1,97				11:30	14,15		7,38				
Čt 20.09.07	07:00	-0,69				14:00	18,02		5,91				
Pá 21.09.07	07:00	-0,43				14:00	19,24		7,28				
So 22.09.07	07:00	0,43				15:00	20,10		8,36				
Ne 23.09.07	07:00	1,64				14:30	23,14		9,28				
Po 24.09.07	07:00	1,72				15:00	21,75		9,11				
Út 25.09.07	07:00	1,35				14:00	21,07		10,12				
St 26.09.07	07:00	9,42				15:30	11,97		10,42				
Čt 27.09.07	00:00	8,02				14:30	13,90		11,09				
Pá 28.09.07	04:30	5,68				15:00	16,86		10,22				
So 29.09.07	00:00	5,98				15:30	17,84		10,61				
Ne 30.09.07	03:00	4,48				13:30	20,89		10,01				
	20.09.	-0,69				17.09.	23,30		10,29				

a)



b)

**Obr. 3: Výstup ze stanice typu Fiedler-Mágr a) tabelární, b) grafický**

Zdroj:vlastní zpracování

### 2.3 Mobilní měření

Tento způsob získávání dat v průběhu topoklimatického výzkumu není příliš obvyklý, ale důležitý. Cílem mobilních měření je nejčastěji zjištění teplotní a vlhkostní stratifikace přízemní atmosféry ve vertikálním profilu. Metodika je celkem uniformní a u nás ji popsal a rozvinul již ve 2. polovině 20. století QUITT (1972). Předpokládá a) odečet hodnot v předem stanovaných bodech, kdy se dopravní prostředek pohybuje konstantní rychlostí nebo se b) odečítají hodnoty ve stejných časových intervalech a rychlost dopravního prostředku je opět konstantní. Měření se provádí na uzavřené dráze nebo v obou směrech (v případě liniového profilu). Po skončení měření je vždy třeba provést redukci hodnot na základě časového rozdílu mezi počátkem a koncem měření.

Pro mobilní měření byly na území PP Údolí Bystřice zaměřeny vhodné profily (VYSOUDIL, NAVRÁTIL 2006), ta ale zatím nebyla realizována.

### 2.4 Termální monitoring

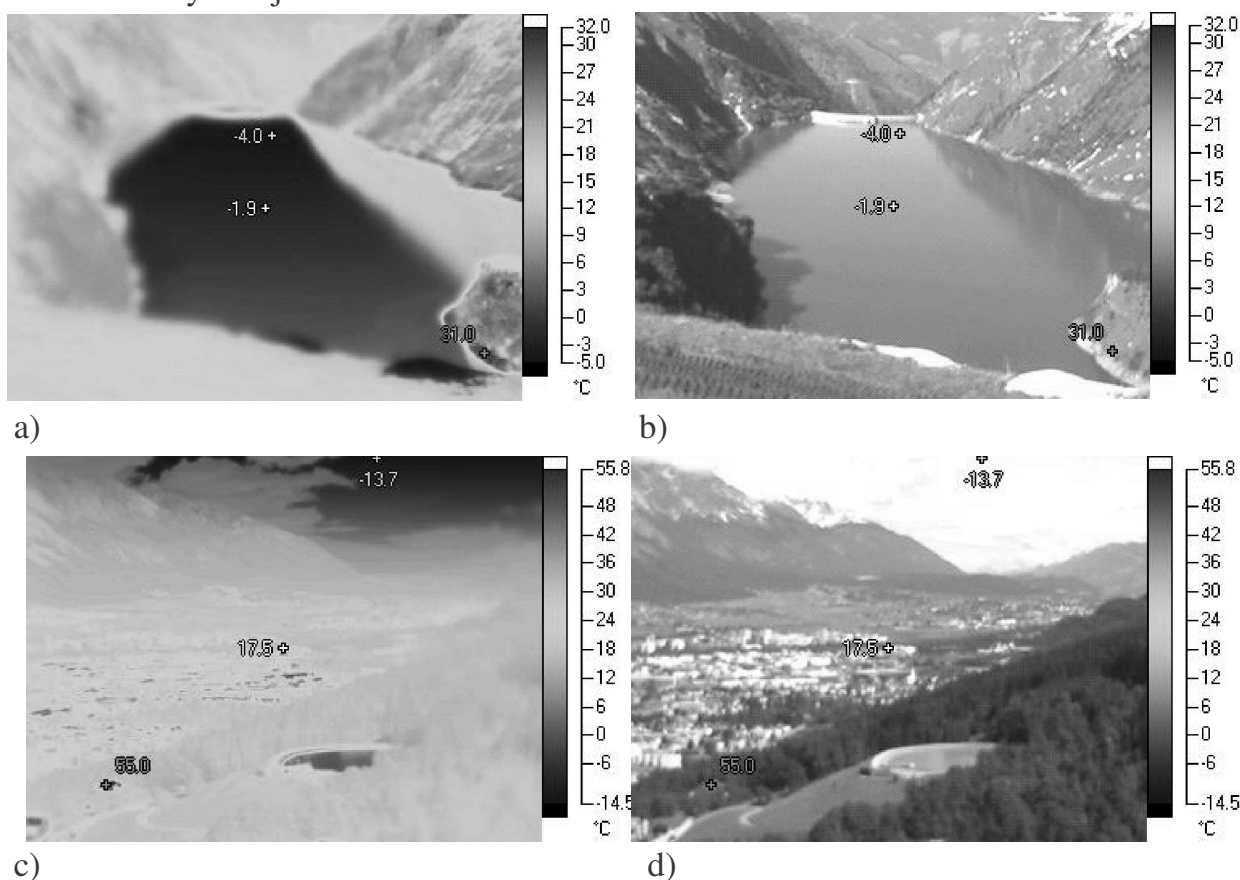
Pestrý krajinný kryt, resp. rozmanitost aktivního povrchu, se odráží ve velké prostorové nehomogenitě pole povrchové teploty a tím v režimu teploty přízemní vrstvy atmosféry. Je prakticky nemožné tyto rozdíly postihnout bodovým měřením ať už v účelové staniční síti nebo občasnými mobilními měřeními. Řešení představují bezkontaktní měření teploty aktivního povrchu. Nejdostupnější jsou data z družic (např. Landsat-7 ETM+, Aster), letadel nebo pozemního termálního snímkování.

Přístrojové vybavení Laboratoře pro studium krajiny na KG PřF UP v Olomouci zahrnuje termální kameru Fluke Ti55 s IR „fusion“ technologií, která umožňuje současné snímání obrazu v tepelné a viditelné části spektra. Nejdůležitější vybrané technické parametry kamery určující kvalitu dat jsou spektrální citlivost (8 až 14  $\mu\text{m}$ ), teplotní citlivost ( $\leq 0,050$   $^{\circ}\text{C}$  při 30  $^{\circ}\text{C}$ ), přesnost ( $\pm 2$   $^{\circ}\text{C}$  nebo 2 %), snímací

frekvence (60 Hz). Velikost scény je 320x240 pixelů a reálný rozměr pixelu závisí na vzdálenosti snímaného objektu (plochy).

Současný testovací provoz kamery je zaměřen kromě pozemního monitoringu (obr. 4) na možnosti termálního snímání z ultralehkého letadla.

S ohledem na deklarovanou přesnost kamery se ukazuje nezbytnost kontrolních pozemních měření. Vzhledem k pestrosti aktivního povrchu je problém vhodného nastavení jeho emisivity, neboť je to jeden z předpokladů přesného termálního záznamu. Na druhé straně, tento parametr lze dodatečně upravit softwarově a tím i celý snímek. V případě monitoringu z ultralehkého letadla se testuje nastavení vhodné sekvence snímání. Při průměrné výšce 700 m a rychlosti 80 km/h se ukazuje interval 5'' vyhovující.



**Obr. 4: Záznam ruční kamerou v termální a),c) a viditelné b),d) části spektra**

Zdroj: vlastní zpracování

### 3 Zpracování dat

Největší informační hodnota dat získaných měřeními v účelové staniční síti spočívá v jejich využití při studiu režimu, časoprostorové variability a především vazeb mezi jednotlivými meteorologickými prvky utvářejícími topoklima. Zpracování nejčastěji obecně směřuje **a)** do studia vazeb mezi vybranými prvky, **b)** studia režimu jednotlivých prvků v závislosti na charakteru aktivního povrchu a **c)** analýz ve vybraných časových úsecích. Aktuální je studium vzniku místních klimatických efektů, jejich projevů a dopadů, případně environmentálních konsekvencí.

Data z termálního monitoringu (včetně satelitního) poskytují informace o povrchové teplotě jednotlivých typů aktivních povrchů. Jejich zpracování a interpretace se jeví jednodušší, při dodržení uvedených zásad. To platí především u dat získaných ruční termální kamerou. Pro studium topoklimatu v některých typech kulturních krajín (urbánní, průmyslová) se ukazuje tato metoda jako bezprecedentní.

#### 4 Závěr

Přímá terénní měření zaručují při studiu topoklimatu, místních klimatických efektů a jejich případných dopadů vyšší kvalitu výsledků. To platí i přesto, že tradiční postupy studia přinášejí stále uspokojivé výsledky. Za perspektivní je však třeba považovat víceúrovňový přístup při sběru, zpracování a interpretaci dat pro topoklimatický výzkum.

#### Literatura

- ČHMÚ, 2007. Typy povětrnostních situací na území České republiky v roce 2007. [online, cit. 10. 10. 2007]. Dostupné z WWW <<http://www.chmi.cz/meteo/om/mk/typps07.html>>.
- QUITT, E. 1972. Měřicí jízdy jako jedna z cest k racionalizaci mezoklimatického výzkumu. Meteorologické zprávy, ČHMÚ, Praha, vol. 26, no. 6, s. 172-176.
- VYSOUDIL, M., NAVRÁTIL, L. 2006. Topoclimatological Research in Údolí Bystřice River Nature Park. Acta Universitatis Palackiana Olomucensis, Fac. Rer. Nat., Geographica 39, Published by the Palacký University Olomouc, Olomouc, p. 111-139. ISBN 80-244-1397-3, ISSN 0231-9365.

Příspěvek vznikl s podporou MŠMT ČR, Projekt Národní program výzkumu II **B06101** Optimalizace zemědělské a říční krajiny v ČR s důrazem na rozvoj biodiverzity.