

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Katedra geografie

Stanislav PALATKA

**VLIV AKTIVNÍHO POVRCHU A JEHO ORIENTACE NA
REŽIM POVRCHOVÉ TEPLoty NA ZÁKLADĚ
VYHODNOCENÍ TERMÁLNÍCH SNÍMKŮ**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.

Olomouc 2011

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci řešil samostatně a všechny použité zdroje jsem uvedl v seznamu použité literatury na konci práce.

V Olomouci, 3. 5. 2011

.....

Děkuji panu doc. RNDr. Miroslavu Vysoudilovi, CSc. za jeho trpělivost a ochotu při vedení mé bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval všem, kteří mě podporovali.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
Přírodovědecká fakulta
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Stanislav PALATKA**
Osobní číslo: **R09540**
Studijní program: **B1501 Biologie**
Studijní obory: **Geografie**
Biologie
Název tématu: **Vliv aktivního povrchu a jeho orientace na režim
povrchové teploty na základě vyhodnocení termálních
snímků**
Zadávací katedra: **Katedra geografie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem bakalářské práce je popsat režim povrchové teploty vybraných typů aktivních povrchů v závislosti na orientaci ke světovým stranám. Povrchová teplota bude vyhodnocena z termálních snímků pořízených ruční termální kamerou. Experimentální plochy budou monitorovány ve dnech s radiačním režimem počasí. Výsledky budou zpracovány a prezentovány v textové, grafické a tabelární formě.

Rozsah grafických prací: Podle potřeb zadání
Rozsah pracovní zprávy: 5 000 - 8 000 slov
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- ADAMS, J. B., GILLESPIE, A. R. (2006): Remote Sensing of Landscape with Spectral Images. Cambridge University Press, 362 s.
- FLUKE, (2007): IR FlexCam Thermal Imager. Getting Started Guide, Fluke Corporation, Everett.
- FLUKE, (2007): SmartView. Application Software. Ver. 1.8.
- VYSOUDIL, M. (2008): Topoclimate Study by Use Thermal Monitoring. Geodays Liberec 2008. Book of Abstracts. Annual International Geographical Conference of Czech Geographical Conference, Liberec 25.-28. 8. 2008, Technical University of Liberec, pp. 29, ISBN 978-80-7372-367-5.
- VYSOUDIL, M. (2009): Termální monitoring a ochrana krajiny. Thermal Monitoring and Landscape Protection. In: Pucherová, Z., Vanková, V. (eds).: Problémy ochrany a využívání krajiny: teorie, metody a aplikace. Zborník vedeckých prác. Nitra: Združenie Biosféra, 2009, 360 s. ISBN 978-80-968030-9-5.
- VYSOUDIL, M., OGRIN, D. (2009): Portable thermal camera as a tool in topoclimatic research. Dela 31, Department of Geography, Faculty of Arts, University of Ljubljana, pp. 115-128, ISSN 0354-0596.

Vedoucí bakalářské práce: Doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.
Katedra geografie

Datum zadání bakalářské práce: 25. května 2010

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2011

L.S.

Prof. RNDr. Juraj Ševčík, Ph.D.
děkan

Doc. RNDr. Zdeněk Szczyrba, Ph.D.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 25. května 2010

OBSAH

1 ÚVOD.....	8
2 CÍLE PRÁCE	9
3 POUŽITÁ METODIKA.....	10
3.1 Rešerše literatury a dalších informačních zdrojů	10
3.2 Metody výzkumu.....	10
3.2.1 Výběr lokalit.....	10
3.2.2 Pořizování snímků	11
3.2.3 Zpracování snímků	12
3.2.4 Analýza dat.....	13
4 TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	15
4.1 Děje probíhající na aktivním povrchu	15
4.2 Vliv orientace a sklonu svahu na množství přímého slunečního záření dopadajícího na aktivní povrch.....	15
4.2.1 Jižní svahy	15
4.2.2 Severní svahy.....	16
5 VYMEZENÍ EXPERIMENTÁLNÍCH LOKALIT, STANOVIŠŤ, PLOCH A BODŮ.....	17
5.1 Lokalita č. 1: SVATÝ KOPEČEK – JIŽNÍ SVAH.....	18
5.2 Lokalita č. 2: SVATÝ KOPEČEK – SEVERNÍ SVAH	19
5.3 Lokalita č. 4: STOLOVÁ HORA.....	21
5.4 Lokalita č. 5: KLENTNICE	22
6 VÝSLEDKY TERMÁLNÍHO MONITORINGU	24
6.1 Výsledky termálního monitoringu 5. 3. 2011.....	24
6.1.1 Lokalita č. 1: SVATÝ KOPEČEK – JIŽNÍ SVAH.....	24
6.1.2 Lokalita č. 2: SVATÝ KOPEČEK – SEVERNÍ SVAH	26
6.1.3 Lokalita č. 3: STOLOVÁ HORA.....	28
6.1.4 Lokalita č. 4: KLENTNICE	30

6.1.5 Porovnání povrchové teploty ploch lesa lokalizovaných na jižním a severním svahu Svatého kopečku.....	32
6.1.6 Hodnocení výsledků 5. 3. 2011	33
6.2 Výsledky termálního monitoringu 21. 4. 2011.....	34
6.2.1 Lokalita č. 1: SVATÝ KOPEČEK – JIŽNÍ SVAH.....	34
6.2.2 Lokalita č. 2: SVATÝ KOPEČEK – SEVERNÍ SVAH	36
6.2.3 Lokalita č. 3: STOLOVÁ HORA	37
6.2.4 Lokalita č. 4: KLENTNICE	39
6.2.5 Porovnání povrchové teploty ploch lesa lokalizovaných na jižním a severním svahu Svatého kopečku.....	41
6.2.6 Hodnocení výsledků 21. 4. 2011	42
6.3 Porovnání povrchových teplot experimentálních aktivních povrchů 5. 3. 2011 a 21. 4. 2011	43
6.3.1 Porovnání povrchových teplot aktivních povrchů lokalizovaných na jižně orientovaných svazích	43
6.3.2 Porovnání povrchových teplot aktivních povrchů lokalizovaných na severně orientovaných svazích.....	45
7 ZÁVĚR.....	47
8 SUMMARY	48
9 POUŽITÁ LITERATURA.....	49

1 ÚVOD

Bakalářská práce je zaměřena na studium rozdílů povrchových teplot v krajině. Na vybraných příkladech jsou pozorovány rozdíly v denním chodu povrchové teploty. Jako příklady jsou vybrány experimentální plochy různých typů aktivních povrchů nacházejících se na svazích různé orientace. Faktory různosti typů aktivních povrchů a různá orientace byly vybrány z důvodu jejich klíčového významu při tvorbě místního klimatu. Se změnou těchto faktorů jsou pak na experimentálních plochách pozorovatelné rozdíly v hodnotách povrchových teplot.

Hodnoty povrchové teploty jsou získávány z termálních záznamů pořízených ruční termální kamerou Fluke Ti55 ve dnech s radiačním režimem počasí. Tyto záznamy jsou zpracovávány a následně vyhodnocovány v programu SmartView™.

Termální snímky byly pořízeny na čtyřech experimentálních lokalitách nacházejících se v blízkosti Mikulova. Dvě lokality se nachází na jižním a severním svahu Svatého kopečku, další pak na jižním svahu Stolové hory a severním svahu poblíž obce Klentnice.

Rozhodujícím motivačním faktorem při výběru tématu práce byla podmínka vlastního terénního výzkumu prováděného termální kamerou, dále pak možnost sledovat rozdíly a změny v režimu povrchové teploty, které vznikají odlišnostmi aktivních povrchů a jejich rozdílnou orientací ke světovým stranám, v kulturní krajině.

Součástí práce jsou mapy, termální snímky, fotografie, tabulky a grafy.

2 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem této práce je popsat a porovnat denní režimy povrchové teploty různých aktivních povrchů, nacházejících se na různě orientovaných svazích vybraných lokalit, za radiačního režimu počasí. K naplnění tohoto cíle bylo nutné ve vhodných dnech pořídit termální záznamy a následně je zpracovat. Porovnávány jsou výsledky měření různých typů aktivních povrchů nacházejících se na jedné lokalitě a výsledky stejných typů aktivních povrchů nacházejících se na lokalitách opačně orientovaných. Dále jsou porovnány výsledky jednotlivých experimentálních ploch z různých dnů, ve kterých měření probíhala.

Dalším cílem práce je přehledná a srozumitelná prezentace získaných výsledků. Pro tento účel jsou výsledky uváděny zejména ve formě tabulek a grafů.

Cílem spíše osobním bylo naučit se zacházet s termální kamerou a programem SmartViewTM, díky kterému je možné záznamy zpracovat a prezentovat.

3 POUŽITÁ METODIKA

3.1 Rešerše literatury a dalších informačních zdrojů

Pro zpracování tématu bakalářské práce bylo nutné nastudování odborné literatury zabývající se klimatologickou tematikou nebo řešící problematiku termálního monitoringu.

Z klimatologické tematiky bylo klíčové studium dějů probíhajících na úrovni aktivní povrch – atmosféra a studium vlivu expozice na množství dopadajícího záření na aktivní povrch. Tuto problematiku ve svých publikacích, ze kterých byly informace pro tuto bakalářskou práci čerpány, podrobně řeší Prošek a Rein (1982) a Vysoudil (2004). Kategoriemi a charakteristikou půdního pokryvu se zabývá webový server European Environment Agency.

Problematiku termálního monitoringu řeší například Adams a Gillespie (2006), kteří se zabývají využitím spektrálních snímků při dálkovém průzkumu Země, dále například Stevenson a Varley (2008), kteří používají termální kamery ve vulkanologii. Z českých autorů využívají termálního monitoringu například Vysoudil a Ogrin (2009) a Dosoudilová (2010).

Pro práci během terénního výzkumu bylo nutné podrobné nastudování manuálu Fluke (2007), který poskytuje informace o vlastnostech termální kamery a zároveň popisuje zásady, které je nutné při zacházení s kamerou dodržovat. Pro zpracování snímků bylo nutné nastudovat příručku Fluke (2007) k programu SmartView™.

Při výběru a vymezení lokalit a stanovišť byly použity mapy z mapových serverů Mapy.cz a Google maps, pro přesné určení astronomických východů a západů Slunce byla použita webová aplikace serveru Calendar.sk.

3.2 Metody výzkumu

3.2.1 Výběr lokalit

V počáteční fázi práce bylo nutné vybrat lokality, na kterých se vyskytují vhodné plochy pro experimentální měření. Hlavními kritérii při výběru byly orientace a sklon svahu a rozdílné typy aktivních povrchů.

Zájmové plochy se musely vyskytovat na dostatečně ukloněných svazích, jejichž orientace je jižní nebo severní s minimální odchylkou. Pro možnost porovnání

získaných hodnot povrchové teploty je nutné, aby se na dané lokalitě vyskytovaly alespoň dva různé typy aktivních povrchů, nebo aby se stejný typ aktivního povrchu experimentální plochy vyskytoval i na svahu opačně orientované lokality.

Podstatným kritériem byla též existence vhodných stanovišť, ze kterých by bylo možné pořizovat snímky tak, aby byly zájmové plochy snímány z co nejkolmějšího (horizontálního i vertikálního) úhlu. Zároveň byla nutná jejich dobrá dostupnost, aby bylo možné pořídit záznamy vybraných lokalit v nejkratším možném časovém sledu.

Na základě těchto všech kritérií byly vybrány čtyři lokality, které splňovaly dané požadavky.

3.2.2 Pořizování snímků

Po výběru vhodných lokalit a stanovišť mohla následovat další fáze experimentu, a to samotné pořizování záznamů v terénu. Předpokladem pro úspěšný experiment je převládající radiační režim počasí, což znamená pokrytí oblohy oblačností do 0,2 a vítr o rychlosti do 2 m/s. Tento režim zabezpečuje maximální potenciální insolaci experimentálních ploch, čímž dává možnost k vyniknutí rozdílů hodnot povrchové teploty mezi jednotlivými experimentálními plochami. Měření proto probíhalo ve dnech s počasím, které daná kritéria splňovalo. Opačný, advektivní režim počasí je pro experiment nepřijatelný, protože by možné rozdíly stíral.

Záznamy byly pořizovány ruční termální kamerou Fluke Ti55, při práci byly dodržovány zásady a postupy uvedené v příručce.

Snímání byla prováděna v sériích, přičemž v každé z nich byly pořízeny záznamy všech lokalit. Zároveň byl dodržován stejný pracovní postup i pořadí stanovišť.

Před každou sérií snímání proběhla přípravná fáze. Na jejím počátku byla pomocí ručního digitálního teploměru změřena ve výšce 5 cm nad aktivním povrchem teplota. Naměřená hodnota byla nastavena na termální kameře jako teplota pozadí, spolu s ní byla nastavena i hodnota emisivity, což je poměr aktuálně emitovaného záření k záření černého tělesa o stejné teplotě (Fluke, 2007). Při měření přírodních nehomogenních povrchů, což je v krajině přirozený jev, je přesné nastavení emisivity prakticky nemožné. Podle autorů zabývajících se problematikou termálního monitoringu (např. Stevenson a Varley, 2008) jsou akceptovatelné hodnoty 0,93 – 0,95. Výhradně nastavovanou hodnotou emisivity proto byla hodnota 0,95.

Po počátečním nastavení zařízení byla série zahájena pořízením snímku první lokality, ukončena byla pořízením snímku lokality poslední. Mezitím docházelo ke snímání všech lokalit a přesunům mezi stanovišti. Přesuny byly prováděny osobním automobilem. Kvůli jednosměrné průjezdnosti některých komunikací spojujících jednotlivá stanoviště, bylo pořadí stanovišť určeno předem tak, aby byly minimalizovány časové ztráty vzniklé přesunem. Série trvaly průměrně 20 minut, nejvíce však 25 minut. Časový interval vymezující počátek jedné série od počátku série nadcházející byl stanoven na tři hodiny. Při zkrácení tohoto intervalu by bylo pořízeno více záznamů, zároveň by však zcela jistě došlo k vybití baterií, což by vedlo k předčasnému ukončení experimentu.

Pro zachycení denního režimu povrchové teploty bylo nutné pořídít záznamy nejen z doby, kdy docházelo k insolaci experimentálních ploch, ale i z doby před východem a po západu Slunce. V první den experimentu (5. 3. 2011) začala první série měření ve 3:00 středoevropského času, poslední série byla zahájena v 0:00 následujícího dne. V druhý den experimentu (21. 4. 2011) byla první série započata ve 4:00 středoevropského letního času, poslední pak v 1:00 následujícího dne. Hodinový posun v měření (vůči občanskému času) umožňuje porovnání výsledků ze dvou dnů, ve kterých byl experiment prováděn (čas pořizování záznamů podle slunečního času, který je pro experiment významnější, byl tímto zachován). Pro přehlednost jsou všechny časové údaje (pokud není uvedeno jinak) uváděny ve středoevropském čase.

3.2.3 Zpracování snímků

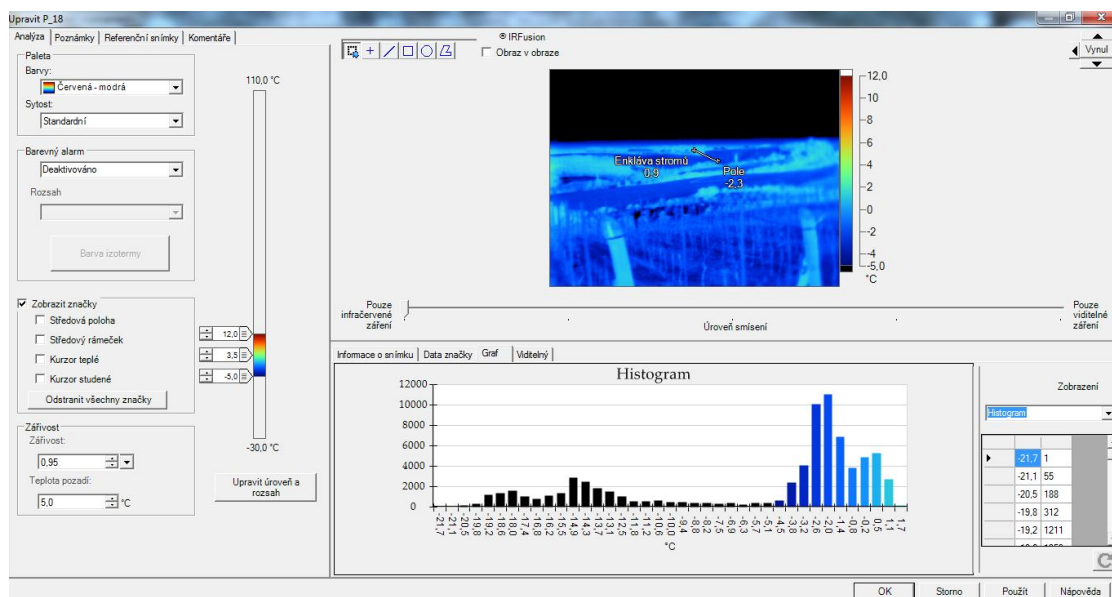
Pro zpracování snímků získaných během terénního měření je nutné jejich stažení do počítače a instalace speciálního programu SmartViewTM, ve kterém lze záznamy otevřít a dále s nimi pracovat.

Po otevření snímku v programu se na pracovní desce pro úpravu zobrazí záznam složený z obrazu ve viditelném světle a obrazu v infračerveném světle (při pořizování záznamu v terénu se vždy získají dva obrazy z rozdílného spektra). Tyto obrazy se prolínají, je ovšem nutné upravit překrytí, aby se reálný obraz přesně kryl s infračerveným. Toho docílíme pohybem infračerveného záznamu oproti záznamu ve viditelném spektru pomocí funkce, která k tomuto účelu slouží. U přesně překrytých obrazů pak máme jistotu, že hodnoty termálního záznamu platí pro zvolené body záznamu ve viditelném světle.

Na takto připraveném záznamu můžeme kurzorem myši volit body, linie či

plochy (dále jen prvky) různých tvarů, přičemž program zobrazuje hodnoty povrchové teploty zvolených prvků. Je možné zvolit si, které hodnoty mají být zobrazeny (u bodů teplota bodu, u linií a obrazců maximální, minimální či průměrná naměřená hodnota). Pro vymezení experimentálních prvků snímku je vhodné nastavit poměr smísení obrazů na plně viditelný obraz (u záznamů pořizovaných za denního světla) nebo na plně infračervený obraz (u záznamů pořizovaných bez přítomnosti denního světla). Vymezením experimentálních prvků na každém ze snímků získáme souhrn požadovaných dat (zobrazených přímo na snímcích), která můžeme následně vyhodnocovat a porovnávat. Pro přehledné porovnání teplot u snímků z jednoho stanoviště pořizovaných v různém čase byl sjednocen teplotní rozsah snímků a tím i škála barev znázorňující rozdílné teploty. Pro možnost vkládání snímků do samotné práce byly záznamy převedeny do formátu JPG.

Hodnoty povrchových teplot z termálního záznamu jsou relativní, od absolutních se mírně liší. To může být zapříčiněno nepřesným nastavením teploty pozadí, emisivity, nehomogeností povrchu nebo kalibrací kamery.

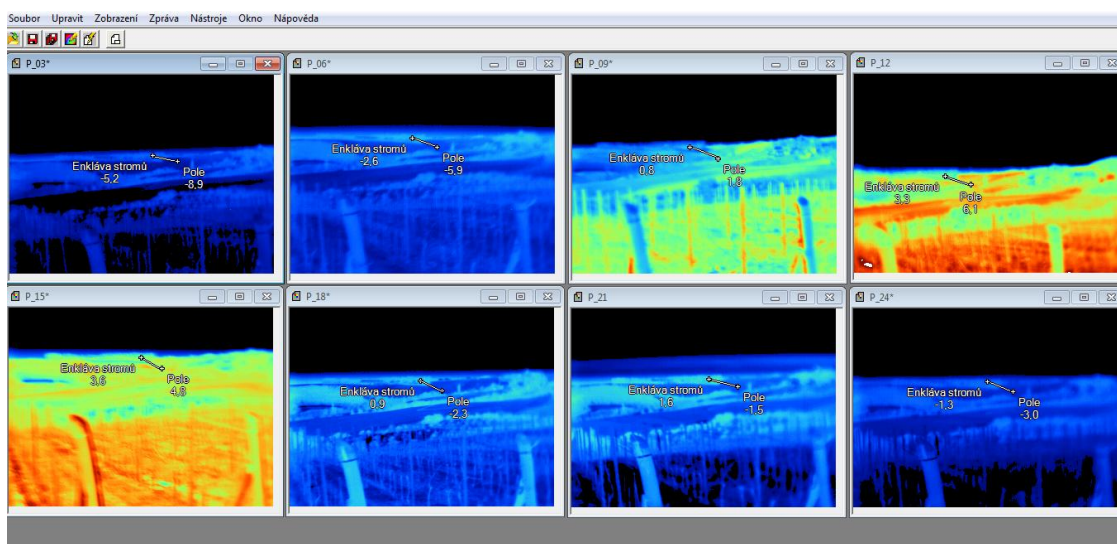


Obř. 1: Pracovní deska pro úpravu termálních záznamů v programu SmartViewTM

3.2.4 Analýza dat

Pro snadnější vyhodnocení dat byly jednotlivé termální záznamy vyhodnocované lokality současně otevřeny na pracovní ploše programu SmartViewTM. Tento postup byl prováděn u každé lokality zvlášť. Hodnoty zobrazované povrchové

teploty byly spolu s časem pořízení záznamu zaokrouhleným na celé minuty (termální kamera automaticky ukládá přesný čas pořízení záznamu) vloženy do programu Microsoft Excel. Díky tomu bylo možné sestavit pro každý experimentální prvek křivku zobrazující režim denní teploty. Zároveň tak mohlo dojít k porovnání hodnot povrchové teploty různých typů aktivních povrchů a dále stejných typů aktivních povrchů nacházejících se na lokalitách opačné orientace. U jednotlivých experimentálních prvků je pak možné i porovnání hodnot povrchové teploty naměřených během prvního dne měření (5. 3. 2011) s hodnotami povrchové teploty naměřenými během dne druhého měření (21. 4. 2011).



Obr. 2: Vyhodnocování upravených termálních záznamů jedné z lokalit na pracovní ploše programu SmartViewTM

Při vyhodnocování byla u zájmových ploch použita hodnota průměrné teploty plochy, v případě linií byly grafy prezentující horizontální teplotní profil vytvořeny programem SmartViewTM. Hodnoty povrchové teploty koncových bodů linií, stejně jako hodnoty jiných vybraných bodů snímaných lokalit, byly společně s časem pořízení vloženy do tabulek, aby mohl být i zde sledován denní režim.

4 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

4.1 Děje probíhající na aktivním povrchu

Pro každý aktivní povrch je typické, že na něm dochází k transformaci krátkovlnného slunečního záření a dlouhovlnného záření oblohy na energii tepelnou a částí této transformované tepelné energie na energii dlouhovlnného vyzařování aktivního povrchu. Zbývající část tepelné energie je v závislosti na denní a roční době předávána vedením do podloží aktivního povrchu nebo opačně, dále je prostřednictvím turbulentní výměny, turbulentním transportem latentní energie výparu a molekulárním vedením transportována mezi aktivním povrchem a atmosférou (Prošek, Rein, 1982).

Energetická bilance zemského povrchu se mění v závislosti na denní době. O období pozitivní energetické bilanci hovoříme ve dne – tok tepla směřuje do podloží aktivního povrchu. O období negativní energetické bilance hovoříme v noci – tok tepla směřuje z podloží aktivního povrchu do atmosféry. Součet všech příjmů i ztrát tepla se musí rovnat nule (Vysoudil, 2004).

4.2 Vliv orientace a sklonu svahu na množství přímého slunečního záření dopadajícího na aktivní povrch

Množství přímého slunečního záření, které dopadá na libovolnou plochu zemského povrchu, je dáno parametrem polohy Slunce (závisí na zeměpisné šířce, deklinaci Slunce a hodinovém úhlu), parametry expozice roviny a úhlem sklonu (Prošek, Rein, 1982).

4.2.1 Jižní svahy

V našich zeměpisných šířkách je v chladném půlroce (od 23. 9. do 21. 3.) pro svahy s jižní expozicí typický současný počátek i konec ozáření. Od 21. 3. se s růstem sklonu zkracuje doba ozáření. Intenzita dopadu záření dosahuje na všech svazích jižní orientace maxima ve 12:00 pravého slunečního času a je největší ze svahů všech orientací. Od léta k zimě se maximum ozáření přesouvá z málo ukloněných svahů na strmé (Prošek, Rein, 1982).

4.2.2 Severní svahy

V našich zeměpisných šířkách je v teplém půlroce (od 21. 3. do 23. 9.) čas východu i západu Slunce na všech svazích severní orientace stejný. V zimním půlroce se délka ozáření zkracuje se vzrůstajícím sklonem svahu, ne některé strmé svahy nemusí přímé záření dopadat vůbec. Intenzita dopadajícího záření dosahuje při plném ozáření od východu po západ Slunce maxima ve 12:00 pravého slunečního času (Prošek, Rein, 1982).

5 VYMEZENÍ EXPERIMENTÁLNÍCH LOKALIT, STANOVIŠŤ, PLOCH A BODŮ

Všechny lokality se svými experimentálními plochami a body se nacházejí na jižní Moravě v blízkosti města Mikulova. Místní reliéf, orientace svahů a dostatečné množství rozdílných typů aktivních povrchů vytvářejí pro pozorování vhodné podmínky. V oblasti se nacházejí vhodná stanoviště, ze kterých je možné pořizovat záznamy, dostupnost těchto stanovišť je bezproblémová.

Pořadí, v jakém byly pořizovány záznamy v jednotlivých sériích, znázorňují na orientační mapě čísla uvedená poblíž značky lokality.



Obr. 3: Umístění experimentálních lokalit a jejich pořadí při pořizování záznamů (zdroj: Mapy.cz, 2011; upraveno)

Tab. 1: Přehled a základní parametry lokalit a sledovaných typů aktivních povrchů

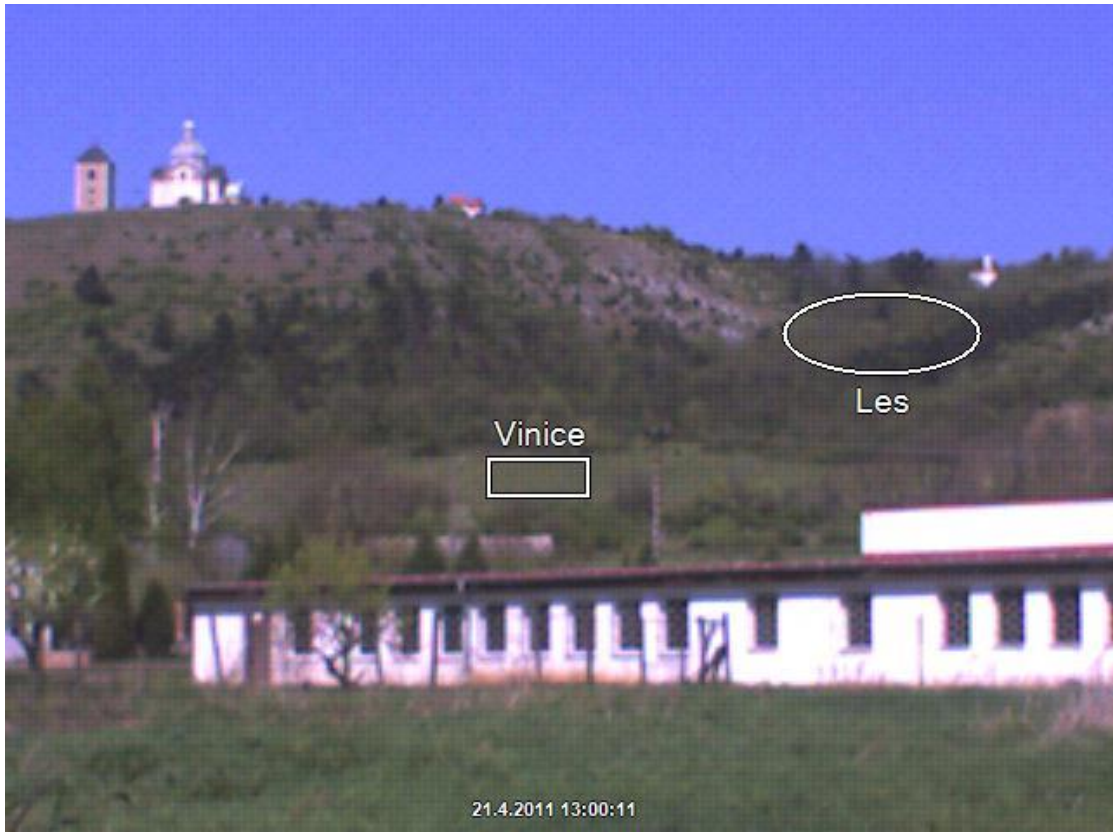
Číslo	Lokalita	Orientace	Aktivní povrch
1	Svatý kopeček – jižní svah	jižní	les, vinice
2	Svatý kopeček – severní svah	severní	les, rozptýlená vegetace
3	Stolová hora	jižní	nízká vegetace, vápenec
4	Klentnice	severní	pole, enkláva stromů

5.1 Lokalita č. 1: SVATÝ KOPEČEK – JIŽNÍ SVAH

Lokalita č. 1 se nachází na jižním svahu Svatého kopečku u Mikulova. Sledovanými aktivními povrchy jsou les a vinice. Experimentální plochy těchto typů se nachází blízko sebe, získání požadovaných výsledků je proto možné z jednoho záznamu, který je pořizován ze stanoviště vzdáleného od experimentální plochy vinice asi 500 m, od experimentální plochy les asi 700 m. Geografická poloha stanoviště je 48°47'59.224" s. š., 16°38'55.394" v. d. (Mapy.cz, 2011).



Obr. 4: Stanoviště ● a experimentální plochy □ ○ na lokalitě Svatý kopeček – jižní svah (zdroj: Mapy.cz, 2011; upraveno)



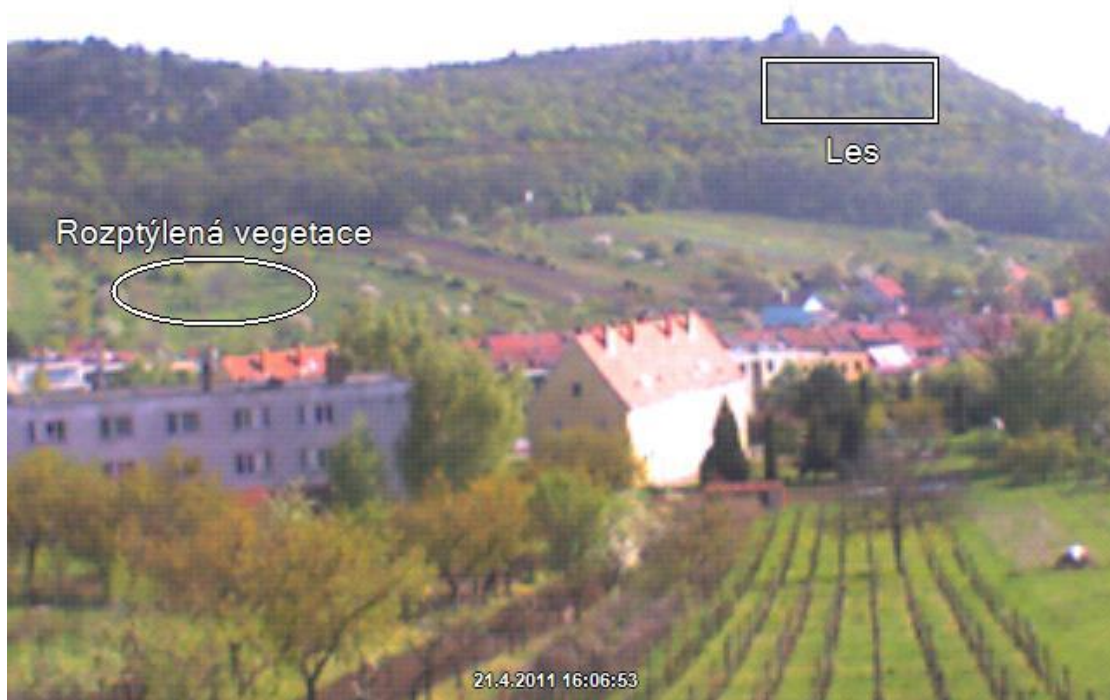
Obr. 5: Lokalita Svatý kopeček – jižní svah s vyznačenými experimentálními plochami les a vinice (foto S. Palatka)

5.2 Lokalita č. 2: SVATÝ KOPEČEK – SEVERNÍ SVAH

Lokalita č. 2 se nachází na severním svahu Svatého kopečku, sledovanými typy aktivního povrchu jsou les a rozptýlená vegetace. I v tomto případě lze získat výsledky z obou experimentálních ploch rozdílných aktivních povrchů z jednoho záznamu. Přibližná vzdálenost stanoviště od experimentální plochy rozptýlené vegetace je 650 m, od experimentální plochy les 900 m. Geografická poloha stanoviště je 48°19'3.631" s. š., 16°38'53.877" v. d. (Mapy.cz, 2011).



Obr. 6: Stanoviště ● a experimentální plochy □ ○ na lokalitě Svatý kopeček – severní svah (zdroj: Mapy.cz, 2011; upraveno)



Obr. 7: Lokalita Svatý kopeček – severní svah s vyznačenými experimentálními plochami les a rozptýlená vegetace (foto S. Palatka)

5.3 Lokalita č. 3: STOLOVÁ HORA

Lokalita č. 3 se nachází na jižním svahu Stolové hory mezi obcemi Mikulov a Klentnice. Zde je možné z jednoho záznamu porovnat režim teploty na porostu tvořeném nízkou vegetací s režimem teploty na vápenci. Pro hodnoty nízké vegetace je vymezena experimentální plocha, vápenec je vzhledem ke své velikosti představován body. Stanovištěm, ze kterého byly záznamy pořizovány, je vrcholek Kočičí skály, který je vzdálený od experimentální plochy nízké vegetace asi 1,5 km a od bodů vápence asi 1 km. Geografickou polohu vrcholku udávají souřadnice 48°49'33.955" s. š., 16°38'30.493" v. d. (Mapy.cz, 2011).



Obr. 8: Stanoviště ● a poloha experimentální plochy ○ a bodů ● na lokalitě Stolová hora (zdroj: Mapy.cz, 2011; upraveno)



Obr. 9: Lokalita Stolová hora s vyznačenou experimentální plochou nízká vegetace a s experimentálními body vápence (foto S. Palatka)

5.4 Lokalita č. 4: KLENTNICE

Lokalita č. 4 se nachází na severně orientovaném svahu východně od obce Klentnice. Dle charakteru pokrytí je lokalita klasifikována jako zemědělská půda s příměsí přirozené vegetace (European Environment Agency, 2011). Přirozená vegetace představována enklávou stromů je obklopena zemědělskou půdou (polem). Pro porovnání hodnot povrchové teploty těchto dvou rozdílných typů aktivního povrchu byla vybrána možnost určení horizontálního teplotního profilu pomocí linie vedoucí záznamem v místě, kde jeden typ přechází v druhý. Dále byly vybrány body ležící na opačných koncích této linie, tedy na odlišných typech aktivního povrchu. Lokalita č. 4 byla snímána ze stanoviště nacházejícím se na protějším svahu vzdáleném od lokality asi 1,3 km. Geografická poloha stanoviště je $48^{\circ}51'28.016''$ s. š., $16^{\circ}39'2.642''$ v. d. (Mapy.cz, 2011).



Obr. 10: Stanoviště ● a linie pro určení horizontálního teplotního profilu — a poloha experimentálních bodů ● na lokalitě Klenčice (zdroj: Mapy.cz, 2011; upraveno)



Obr. 11: Lokalita Klenčice s vyznačenou linií pro určení horizontálního teplotního profilu a vyznačenými experimentálními body (foto S. Palatka)

6 VÝSLEDKY TERMÁLNÍHO MONITORINGU

V případě experimentálních ploch představují uváděné hodnoty povrchové teploty vždy průměrnou teplotu povrchu vybrané plochy. U experimentálních bodů odpovídají uváděné hodnoty povrchové teploty hodnotám zvolených bodů.

6.1 Výsledky termálního monitoringu 5. 3. 2011

Prvním dnem, ve kterém experiment proběhl, byl 5. březen 2011. Tento den spadá do chladného půlroku, astronomické zimy, ale klimatologického jara.

Pokrytí oblohy oblačností bylo od 0,0 do 0,2 (oblaka však nezabraňovala insolaci experimentálních prvků) a převládalo bezvětří (průběžně kontrolováno anemometrem), čímž byla splněna podmínka radiačního režimu počasí.

Astronomický východ Slunce byl v 6:30, západ v 17:41 středoevropského času (Calendar.sk, 2011).

Tab. 2: Teploty naměřené digitálním teploměrem 5 cm nad aktivním povrchem 5. 3. 2011

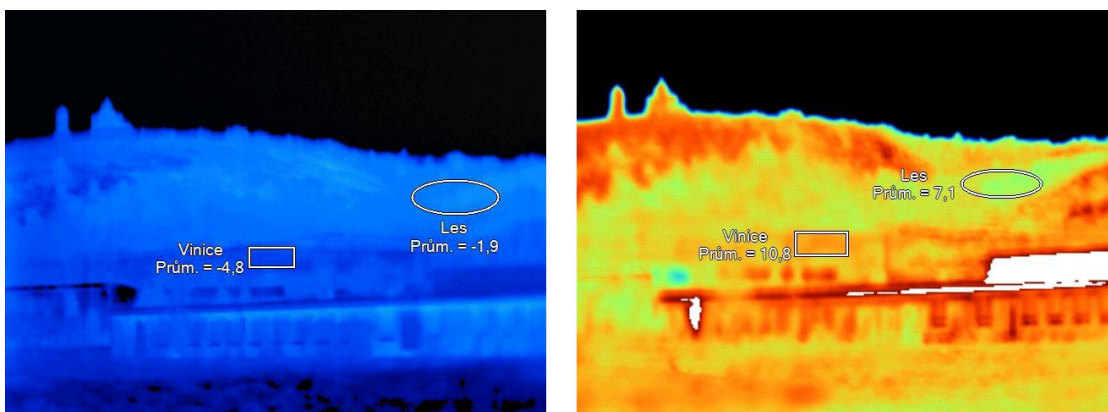
Čas [hod. SEČ]	3:00	6:00	9:00	12:00	15:00	18:00	21:00	0:00
T [°C]	-4,3	-3,4	2,5	9,5	10,6	5,0	1,3	0,2

6.1.1 Lokalita č. 1: SVATÝ KOPEČEK – JIŽNÍ SVAH

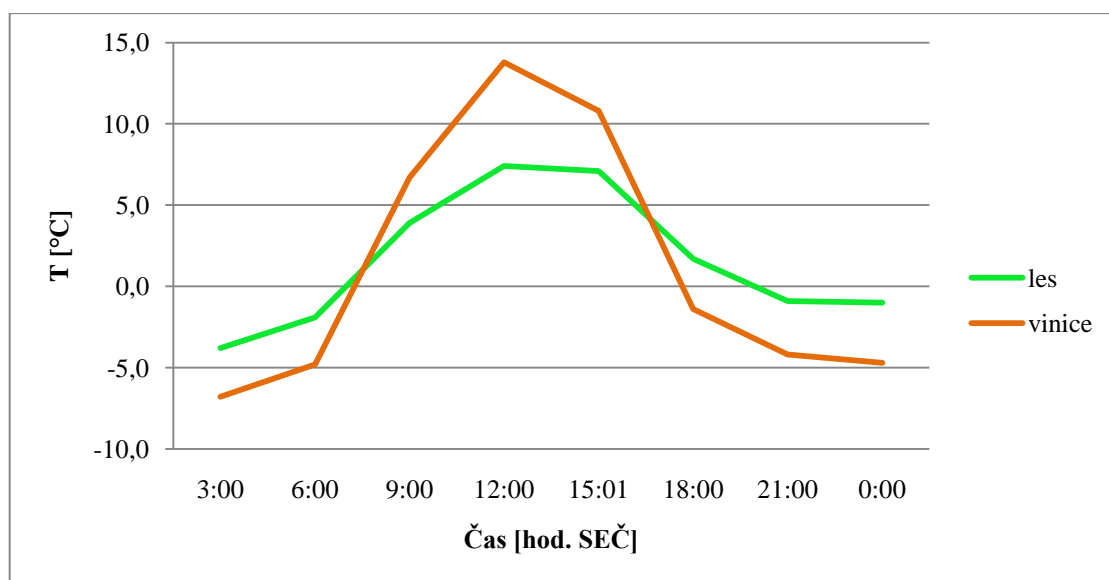
Na lokalitě Svatý kopeček – jižní svah jsou sledovanými aktivními povrchy les a vinice. Les je tvořen převážně listnatými stromy, vinici tvoří hlavy vinné révy a trávník.

Tab. 3: Povrchové teploty [°C] naměřené na experimentálních plochách na lokalitě Svatý kopeček – jižní svah 5. 3. 2011

Čas [hod. SEČ]	3:00	6:00	9:00	12:00	15:01	18:00	21:00	0:00
Les	-3,8	-1,9	3,9	7,4	7,1	1,7	-0,9	-1,0
Vinice	-6,8	-4,8	6,7	13,8	10,8	-1,4	-4,2	-4,7



Obr. 12: Porovnání termálních záznamů z lokality Svatý kopeček – jižní svah v čase 6:00 (vlevo) a 15:01 (vpravo) 5. 3. 2011



Obr. 13: Režim povrchové teploty na experimentálních plochách na lokalitě Svatý kopeček – jižní svah 5. 3. 2011

Hodnocení

Na jižním svahu Svatého kopečku je mezi experimentálními plochami patrný rozdíl v chodu teplot. Naměřené maximum 13,8 °C i minimum -6,8 °C připadá na vymezenou plochu vinice, denní amplituda (20,6 °C) je tedy na této ploše vyšší než denní amplituda na ploše lesa (12,3 °C). Rozdíl činí 8,3 °C. Maximální teplota byla naměřena ve 12:00, minimální ve 3:00 SEČ.

V části před a po západu Slunce (měření ve 3:00, 6:00, 18:00 – 0:00 včetně) byly naměřené hodnoty na ploše vinice nižší než na ploše lesa. Naopak v době mezi východem a západem Slunce (při měřeních mezi 9:00 a 15:01 včetně) byly naměřené

hodnoty na ploše vinice vždy vyšší.

Půdní pokryv mezi hlavami vinné révy tvoří trávník a pooraná půda, což je důvodem vyššího zahřívání povrchu v době insolace a intenzivnějšího ochlazování povrchu mimo dobu insolace oproti ploše pokryté lesem. Proto byla v době mimo insolaci naměřena povrchová teplota vinice nižší než povrchová teplota lesa a v době insolace naopak.

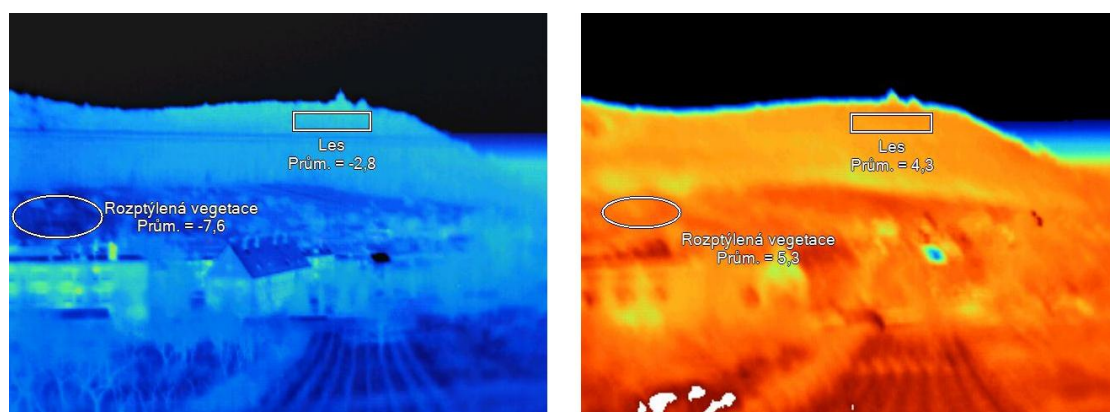
Obecným trendem je stálejší teplota na povrchu pokrytým lesem, plocha vinice se zahřívá i chladne intenzivněji.

6.1.2 Lokalita č. 2: SVATÝ KOPEČEK – SEVERNÍ SVAH

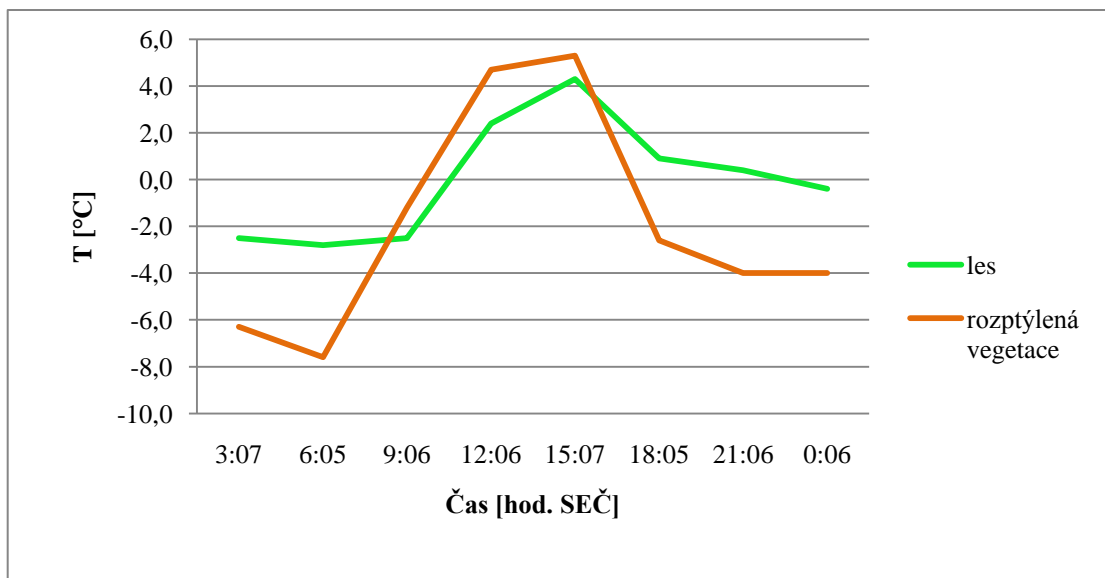
Na lokalitě Svatý kopeček – severní svah jsou sledovanými plochami les a rozptýlená vegetace. Lesní porost je tvořen převážně listnatými stromy, rozptýlenou vegetací představují trávník, pooraná půda, solitérní stromy a keře.

Tab. 4: Povrchové teploty [°C] naměřené na experimentálních plochách na lokalitě Svatý kopeček – severní svah 5. 3. 2011

Čas [hod. SEČ]	3:07	6:05	9:06	12:06	15:07	18:05	21:06	0:06
Les	-2,5	-2,8	-2,5	2,4	4,3	0,9	0,4	-0,4
Rozptýlená vegetace	-6,3	-7,6	-1,2	4,7	5,3	-2,6	-4,0	-4,0



Obr. 14: Porovnání termálních záznamů z lokality Svatý kopeček – severní svah v čase 6:05 (vlevo) a 15:07 (vpravo) 5. 3. 2011



Obr. 15: Režim povrchové teploty na experimentálních plochách na lokalitě Svatý kopeček – severní svah 5. 3. 2011

Hodnocení

Na severním svahu Svatého kopečku je mezi experimentálními plochami zjevný rozdíl v režimu povrchové teploty. Naměřené maximum 5,3 °C i minimum -7,6 °C připadá na vymezenou plochu rozptýlené vegetace, denní amplituda této plochy (13,0 °C) je vyšší než denní amplituda plochy lesa (8,2 °C). Rozdíl amplitud činí 4,2 °C. Maximální teplota byla naměřena v 15:07, minimální v 6:05 SEČ.

Na ploše rozptýlené vegetace došlo mezi měřeními v 6:05 a 9:06 k prudkému nárůstu teploty, zatímco na ploše lesa povrchová teplota vzrostla pouze mírně. V době mezi těmito dvěma měřeními zároveň začala být povrchová teplota plochy rozptýlené vegetace vyšší než povrchová teploty na ploše les, kde byl nárůst povrchové teploty zaznamenán mezi měřeními v 9:06 a 12:06. Důvodem pozdějšího nárůstu teploty na ploše les je východní část Svatého kopečku, která v době těsně po východu Slunce zastiňovala část Svatého kopečku, na které se tato experimentální plocha nachází. Mezi měřeními v 15:07 a 18:05 došlo na ploše rozptýlené vegetace k prudšímu poklesu teploty než na ploše les. Důvodem je ukončení insolace obou ploch v této době a charakter aktivních povrchů.

Plocha rozptýlená vegetace je tvořena trávíkem, porostou půdou, soliterními stromy a keři, což zapříčiňuje vyšší zahřívání povrchu v době insolace a intenzivnější ochlazování povrchu mimo dobu insolace oproti ploše pokryté lesem.

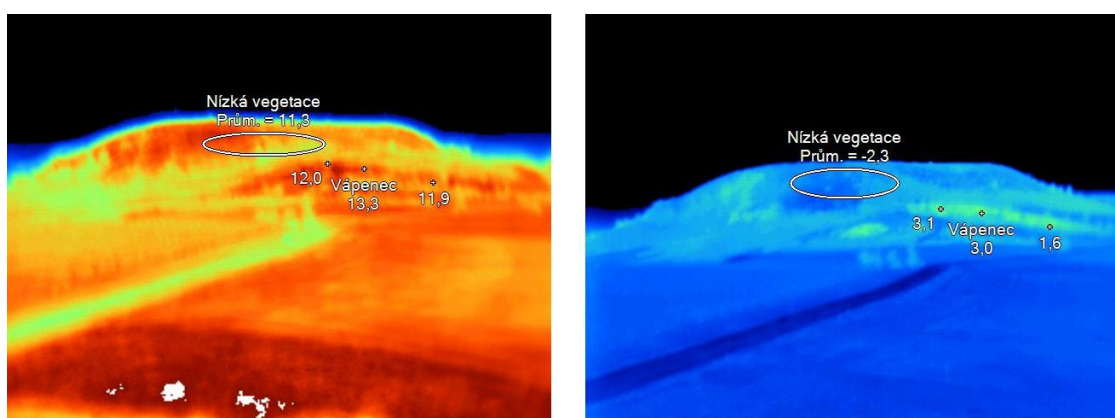
Obecným trendem je stálejší teplota na povrchu pokrytém lesem, plocha s rozptýlenou vegetací se zahřívá i chladne intenzivněji, podobně jako v případě vinice na jižním svahu Svatého kopečku.

6.1.3 Lokalita č. 3: STOLOVÁ HORA

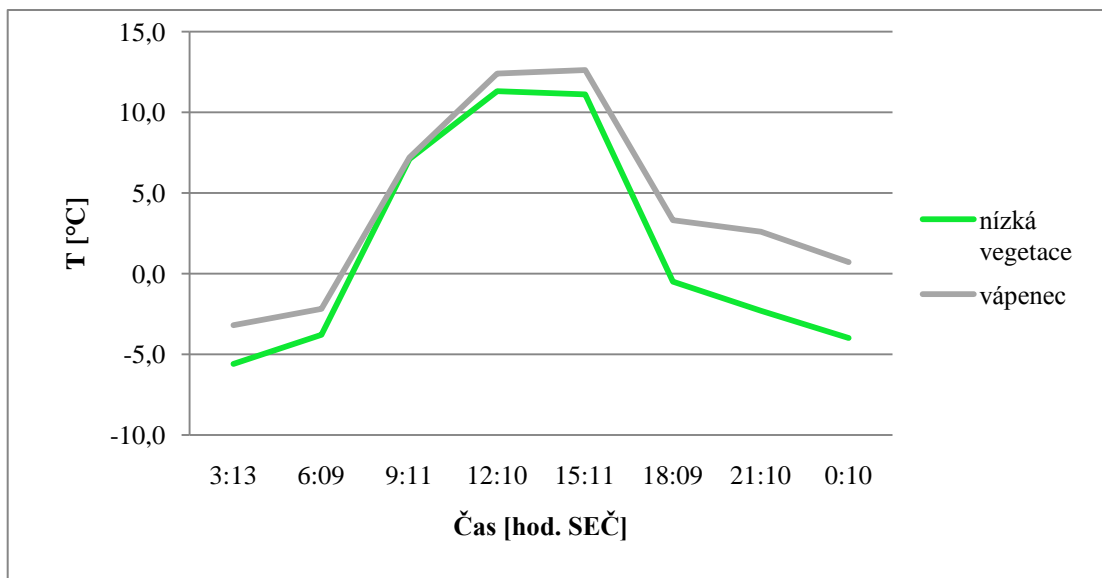
Na jižně orientovaném svahu stolové hory jsou sledovanými aktivními povrchy plocha nízké vegetace, tvořená travním porostem a nízkými dřevinami, a vápenec vystupující z vegetačního pokryvu. Hodnoty povrchové teploty vápence uváděné v tabulce a grafu jsou aritmetickým průměrem hodnot povrchové teploty vybraných bodů.

Tab. 5: Povrchové teploty [°C] naměřené na experimentální ploše a experimentálních bodech na lokalitě Stolová hora 5. 3. 2011

Čas [hod. SEČ]	3:13	6:09	9:11	12:10	15:11	18:09	21:10	0:10
Nízká vegetace	-5,6	-3,8	7,1	11,3	11,1	-0,5	-2,3	-4,0
Vápenec	-3,2	-2,2	7,2	12,4	12,6	3,3	2,6	0,7



Obr. 16: Porovnání termálních záznamů z lokality Stolová hora v čase 12:10 (vlevo) a 21:10 (vpravo) 5. 3. 2011



Obr. 17: Režim povrchové teploty na experimentálních plochách a bodech na lokalitě Stolová hora 5. 3. 2011

Hodnocení

Rozdíly mezi režimy povrchové teploty na ploše nízké vegetace a vápenci nejsou příliš výrazné. Z měření z části dne, kdy probíhala insolace lokality, jsou patrné pouze drobné rozdíly, větší rozdíly jsou zjištěny v případech měření, která probíhala mimo dobu insolace. Povrchová teplota vápence byla při všech měřeních vyšší než povrchová teplota řídké vegetace.

Maximální naměřená povrchová teplota na vápenci byla 12,6 °C, na ploše nízké vegetace 11,3 °C. Nejnížší naměřená povrchová teplota (-5,6 °C) byla na ploše nízká vegetace, nejnižší povrchová teplota na vápenci činila -3,2 °C. Teplotní amplituda tedy byla větší na ploše nízká vegetace (16,9 °C) než na vápenci (15,8 °C).

Při maximální insolaci lokality byly naměřené hodnoty povrchové teploty aktivních povrchů nízká vegetace a vápenec přibližně stejné, před východem Slunce a po jeho západu však povrchová teplota nízké vegetace klesla oproti povrchové teplotě vápence výrazně hlouběji.

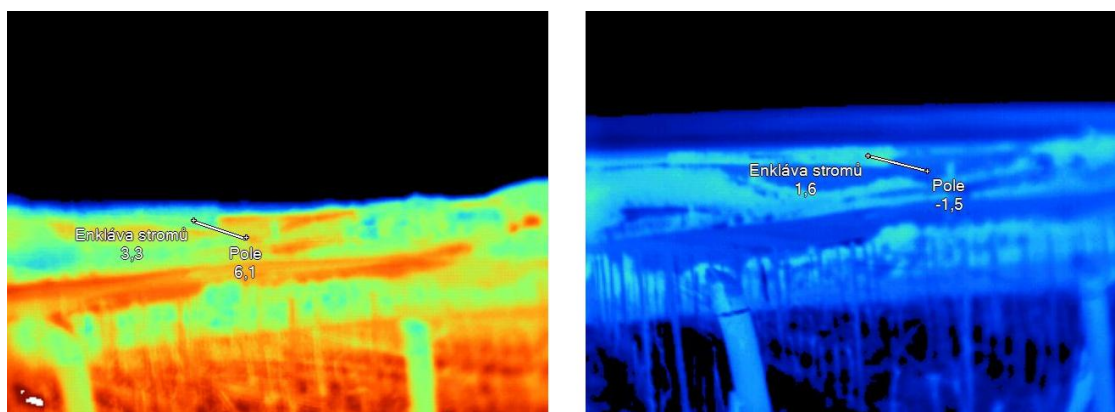
Očekávané výrazně vyšší zahřátí vápence v době insolace nebylo zaznamenáno. Důvodem, že se vápenec oproti nízké vegetaci ve větší míře nezahříval, je zřejmě jeho bílá barva. Ta zvyšuje albedo, energie dopadající na povrch vápence je tak více odrazena (oproti povrchu s albedem nižším, kde je více pohlcena).

6.1.4 Lokalita č. 4: KLENTNICE

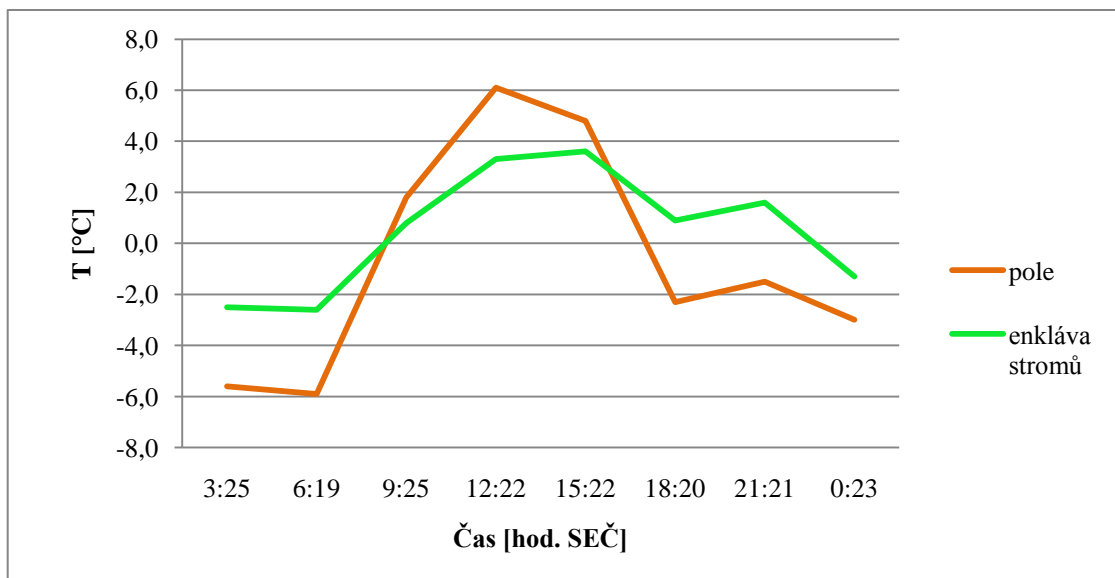
Na severně ukloněném svahu východně od obce Klentnice je sledován horizontální teplotní profil na přechodu stromové enklávy a pole, dále pak režim povrchové teploty obou typů pokryvů. Stromová enkláva je představována malou plochou, která je řídkce porostlá listnatými stromy, pole představuje pooraná půda.

Tab. 6: Povrchové teploty [°C] naměřené na experimentálních bodech na lokalitě Klentnice 5. 3. 2011

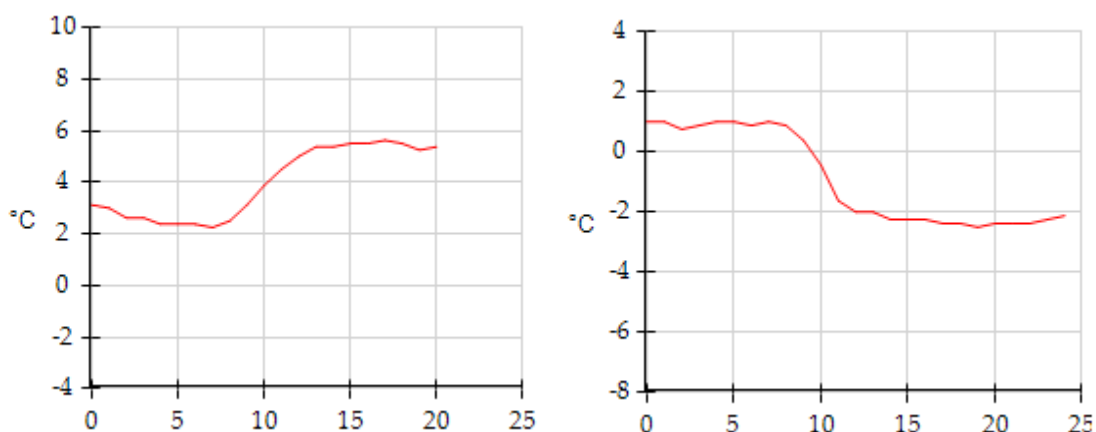
Čas [hod. SEČ]	3:25	6:19	9:25	12:22	15:22	18:20	21:21	0:23
Pole	-5,6	-5,9	1,8	6,1	4,8	-2,3	-1,5	-3,0
Enkláva stromů	-2,5	-2,6	0,8	3,3	3,6	0,9	1,6	-1,3



Obr. 18: Porovnání termálních záznamů z lokality Klentnice v čase 12:22 (vlevo) a 21:21 (vpravo) 5. 3. 2011



Obr. 19: Režim povrchové teploty experimentálních bodů na lokalitě Klentnice 5. 3. 2011



Obr. 20: Horizontální profil povrchové teploty přechodu enklávy stromů v pole v čase 12:22 (vlevo) a 18:20 (vpravo) 5. 3. 2011

Hodnocení

Na severně ukloněném svahu poblíž obce Klentnice je z výsledků měření dobře patrný rozdíl v režimu povrchové teploty experimentálních bodů enkláva stromů a pole. Minimální ($-5,9\text{ °C}$) i maximální ($6,1\text{ °C}$) naměřená teplota připadá na aktivní povrch pole. Denní amplituda zde činí 12 °C , na ploše enkláva stromů pouze $6,2\text{ °C}$.

Ve 21:21 byla na obou pozorovaných bodech naměřena o několik desetin $^{\circ}\text{C}$ vyšší povrchová teplota než při předchozím i nadcházejícím měření. Pro vysvětlení tohoto jevu jsou nutná podrobnější měření, možným důvodem jsou také vnější vlivy.

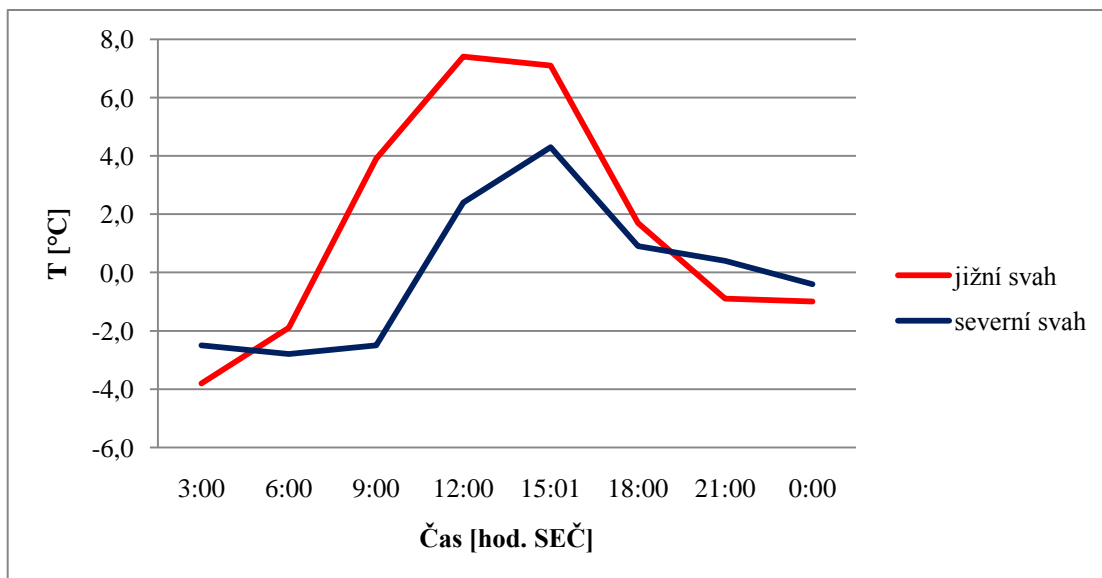
Graf horizontálního teplotního profilu vytvořený programem SmartView™ pomocí experimentální linie dokládá vyšší povrchovou teplotu pole oproti enklávě stromů ve 12:22 (v době insolace) a vyšší povrchovou teplotu enklávy stromů oproti poli v 18:20 (mimo dobu insolace). To je způsobeno charakterem pokryvu – pole představované pooranou půdou se v době insolace intenzivněji zahřívá a v době mimo insolaci intenzivněji chladne. Enkláva stromů má díky přítomnosti vysoké vegetace menší výkyvy povrchové teploty.

6.1.5 Porovnání povrchové teploty ploch lesa lokalizovaných na jižním a severním svahu Svatého kopečku

Na lokalitách Svatý kopeček – jižní svah a Svatý kopeček – severní svah se vyskytuje stejný typ aktivního povrchu, kterým je les. Díky tomu je možné hodnoty povrchové teploty z obou lokalit vzájemně porovnat. K pořízení záznamů z druhé lokality docházelo vždy se zhruba šestiminutovým zpožděním, tento posun je v následující tabulce a grafu ignorován, uváděné časové údaje odpovídají času pořízení záznamu první lokality.

Tab. 7: Povrchové teploty [°C] na aktivním povrchu les na lokalitách Svatý kopeček – jižní svah a Svatý kopeček – severní svah 5. 3. 2011

Čas [hod. SEČ]	3:00	6:00	9:00	12:00	15:01	18:00	21:00	0:00
Jižná svah	-3,8	-1,9	3,9	7,4	7,1	1,7	-0,9	-1,0
Severní svah	-2,5	-2,8	-2,5	2,4	4,3	0,9	0,4	-0,4



Obr. 21: Režim povrchové teploty lesa na lokalitách Svatý kopeček – jižní svah a Svatý kopeček – severní svah 5. 3. 2011

Hodnocení

Na opačně orientovaných plochách aktivního povrchu les je z naměřených hodnot povrchové teploty dobře patrný rozdíl v jejich režimu. Naměřené maximum (7,4 °C) i minimum (-3,8 °C) připadá na jižně orientovanou stranu Svatého kopečku. Teplotní amplituda jižního svahu (11,2 °C) je vyšší než teplotní amplituda svahu severního (7,1 °C). Denní maximum pro jižní svah bylo naměřeno ve 12:00, pro svah severní v 15:07. Rapidní nárůst teploty byl naměřen na jižním svahu mezi 6:00 a 12:00, na svahu severním mezi 9:06 a 15:07. Důvodem je východní část Svatého kopečku, která vzhledem k poloze Slunce zabraňovala při měření v 9:06 insolaci experimentální plochy les lokalizované na severním svahu Svatého kopečku.

V době od 6:00 do 18:00 byly na jižním svahu naměřeny vyšší hodnoty povrchové teploty než na svahu severním, důvodem je vyšší míra insolace jižně orientovaných svahů oproti svahům severně orientovaným.

6.1.6 Hodnocení výsledků 5. 3. 2011

Během prvního experimentálního dne byly na jednotlivých aktivních površích zjištěny rozdíly v režimu povrchové teploty, rozdíly byly zjištěny i na stejném typu aktivního povrchu rozdílné orientace.

Vzhledem k radiačnímu režimu počasí byly podle očekávání naměřeny

hodnoty povrchové teploty dané plochy nebo bodů výrazně vyšší v denních hodinách oproti hodnotám naměřeným v hodinách nočních.

V rámci jednotlivých lokalit měly experimentální aktivní povrchy les a enkláva stromů v době insolace nižší povrchovou teplotu než aktivní povrchy vinice, rozptýlená vegetace a pole, mimo dobu insolace byl zjištěn opak. Důvodem je rozdílná hustota a výška vegetace pokrývající porovnávané aktivní povrchy.

6.2 Výsledky termálního monitoringu 21. 4. 2011

Druhým dnem, ve kterém experiment proběhl, byl 21. duben 2011. Tento den spadá do teplého půlroku, astronomického i klimatologického jara.

Den byl zcela bez oblačnosti a převládalo bezvětří (průběžně kontrolováno anemometrem), čímž byla splněna podmínka radiačního režimu počasí.

Astronomický východ Slunce nastal v 5:53, západ v 19:51 středoevropského letního času (Calendar.sk, 2011). Následující časové údaje jsou uváděny ve středoevropském čase.

Tab. 8: Teploty naměřené digitálním teploměrem 5 cm nad aktivním povrchem 21. 4. 2011

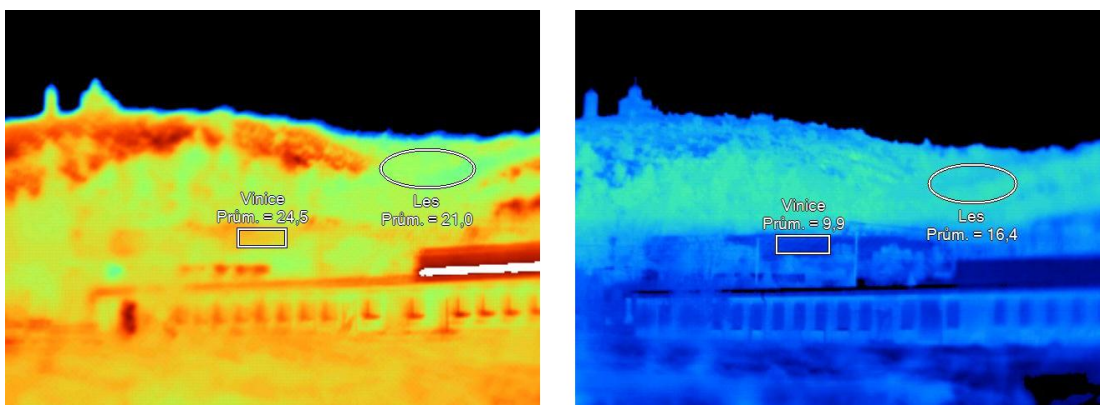
Čas [hod. SEČ]	3:00	6:00	9:00	12:00	15:00	18:00	21:00	0:00
T [°C]	7,9	8,6	15,1	23,2	24,2	20,9	11,7	9,0

6.2.1 Lokalita č. 1: SVATÝ KOPEČEK – JIŽNÍ SVAH

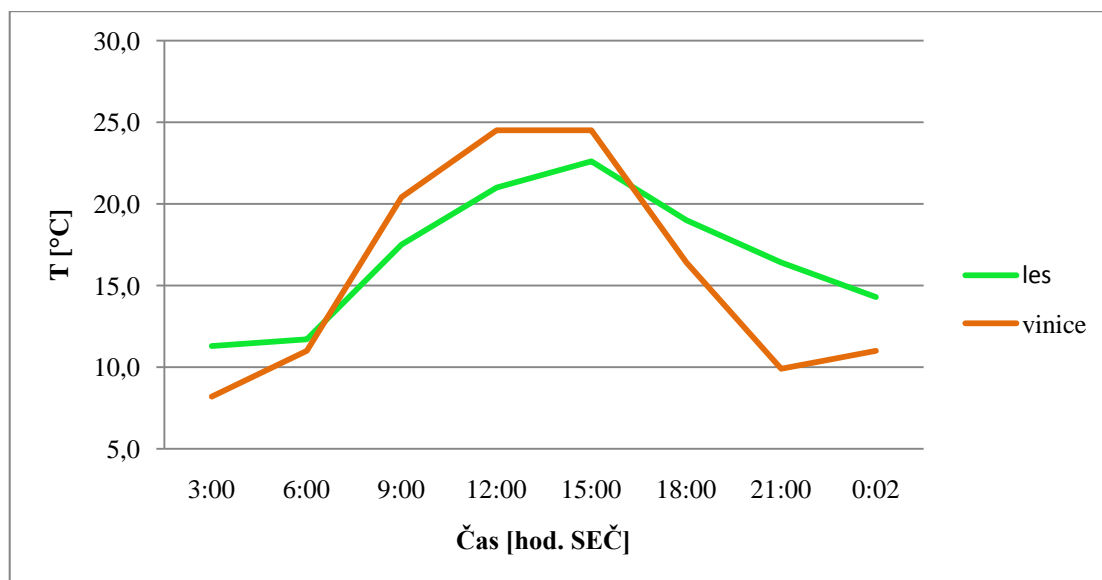
Na lokalitě Svatý kopeček – jižní svah jsou sledovány experimentální plochy les a vinice.

Tab. 9: Povrchové teploty [°C] naměřené na experimentálních plochách na lokalitě Svatý kopeček – jižní svah 21. 4. 2011

Čas [hod. SEČ]	3:00	6:00	9:00	12:00	15:00	18:00	21:00	0:02
Les	11,3	11,7	17,5	21,0	22,6	19,0	16,4	14,3
Vinice	8,2	11,0	20,4	24,5	24,5	16,4	9,9	11,0



Obr. 22: Porovnání termálních záznamů z lokality Svatý kopeček – jižní svah v čase 12:00 (vlevo) a 21:00 (vpravo) 21. 4. 2011



Obr. 23: Režim povrchové teploty na experimentálních plochách na lokalitě Svatý kopeček – jižní svah 21. 4. 2011

Hodnocení

Na jižním svahu Svatého kopečku je patrný rozdíl v režimu povrchové teploty u ploch les a vinice. Denní maximum (24,5 °C) i minimum (8,2 °C) bylo naměřeno na ploše vinice. Teplotní amplituda (16,3 °C) je na ploše vinice oproti ploše les (11,3 °C) vyšší.

Teplota začala na obou experimentálních plochách klesat mezi měřeními v 15:00 a 18:00, tedy ještě před západem Slunce. Důvodem poklesu povrchových teplot je západní část Svatého kopečku, která v inkriminovanou dobu vzhledem

k poloze Slunce zastiňuje obě experimentální plochy a tím zabraňuje jejich insolaci.

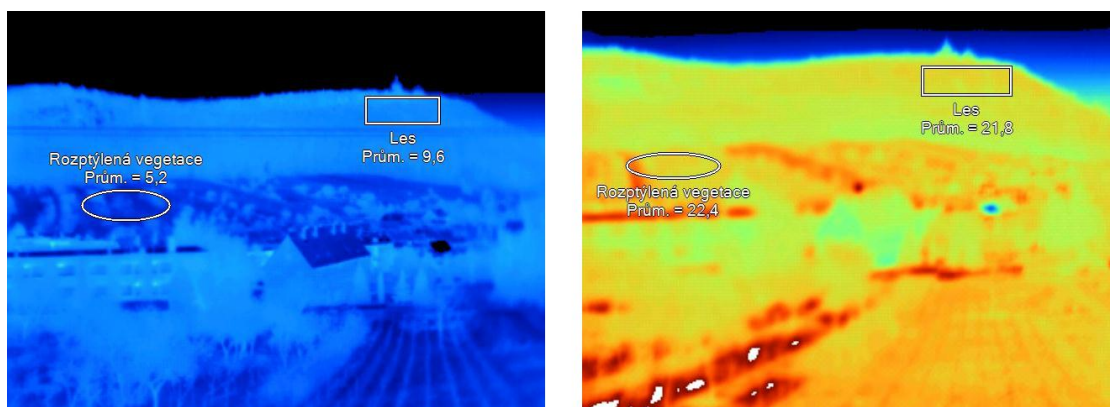
Ve 21:00 byla na ploše vinice naměřena nižší povrchová teplota než při předcházejícím i následujícím měření. Možné vysvětlení jevu by podala detailnější měření, nelze vyloučit ani vnější příčiny.

6.2.2 Lokalita č. 2: SVATÝ KOPEČEK – SEVERNÍ SVAH

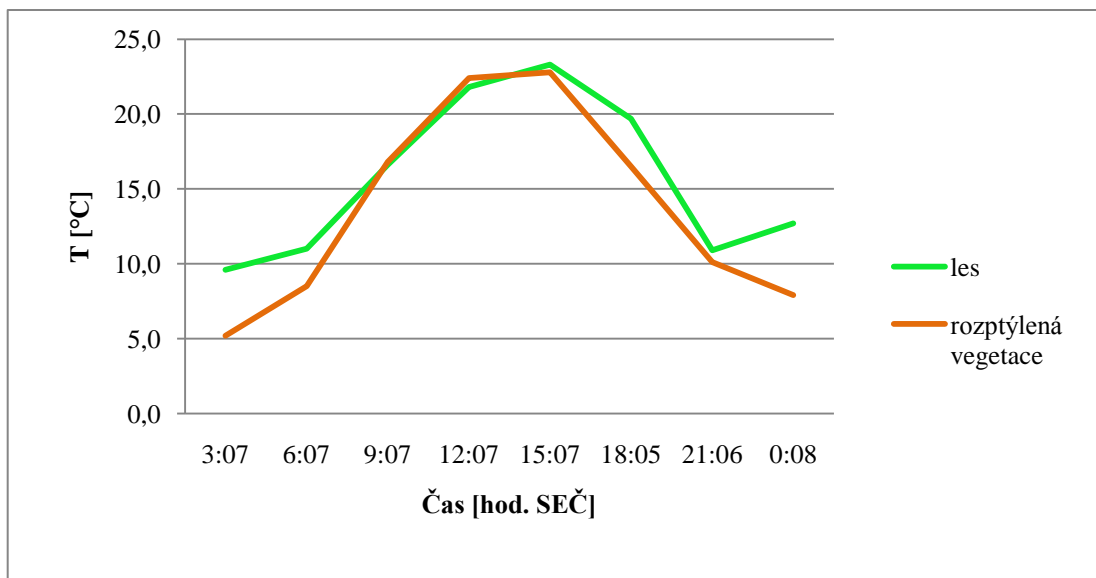
Na lokalitě Svatý kopeček – severní svah jsou sledovanými plochami les a rozptýlená vegetace.

Tab. 10: Povrchové teploty [°C] naměřené na experimentálních plochách na lokalitě Svatý kopeček – severní svah 21. 4. 2011

Čas [hod. SEČ]	3:07	6:07	9:07	12:07	15:07	18:05	21:06	0:08
Les	9,6	11	16,6	21,8	23,3	19,7	10,9	12,7
Rozptýlená vegetace	5,2	8,5	16,8	22,4	22,8	16,5	10,1	7,9



Obr. 24: Porovnání termálních záznamů z lokality Svatý kopeček – severní svah v čase 3:07 (vlevo) a 12:07 (vpravo) 21. 4. 2011



Obr. 25: Režim povrchové teploty na experimentálních plochách na lokalitě Svatý kopeček – severní svah 21. 4. 2011

Hodnocení

Na lokalitě Svatý kopeček – severní svah jsou v režimu povrchové teploty mezi plochami les a rozptýlená vegetace jen malé rozdíly. Zejména v době, kdy probíhala insolace experimentálních ploch, jsou rozdíly minimální. V době mimo insolaci dosahuje rozdíl naměřených hodnot povrchové teploty lesa a rozptýlené vegetace maximálně 4,8 °C. Přesto je patrné, že les v době mimo insolaci nedosáhl takového ochlazení jako rozptýlená vegetace. Vzhledem k podobnosti naměřených hodnot maximální povrchové teploty obou ploch je teplotní amplituda rozptýlené vegetace (17,6 °C) vyšší.

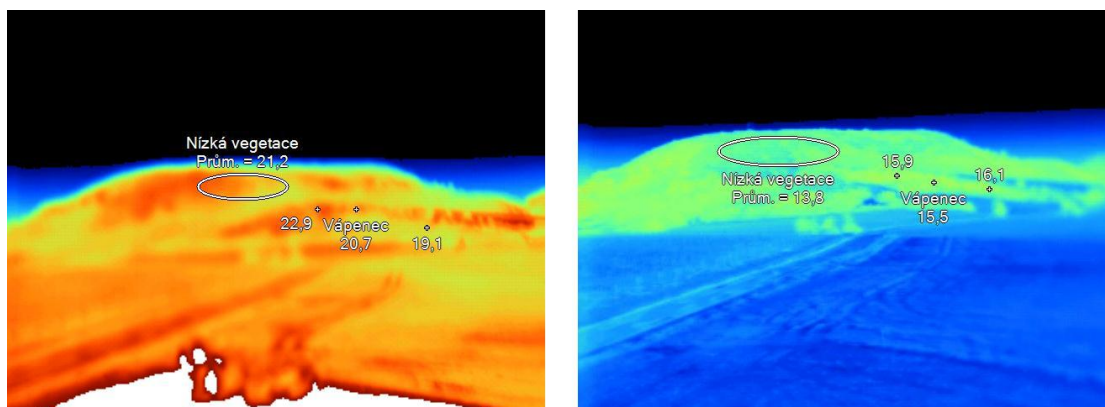
Ve 22:06 byla na ploše les naměřena nižší povrchová teplota než při předcházejícím i následujícím měření. Možné vysvětlení by podalo detailnější měření, jev může být i výsledkem působení vnějších vlivů.

6.2.3 Lokalita č. 3: STOLOVÁ HORA

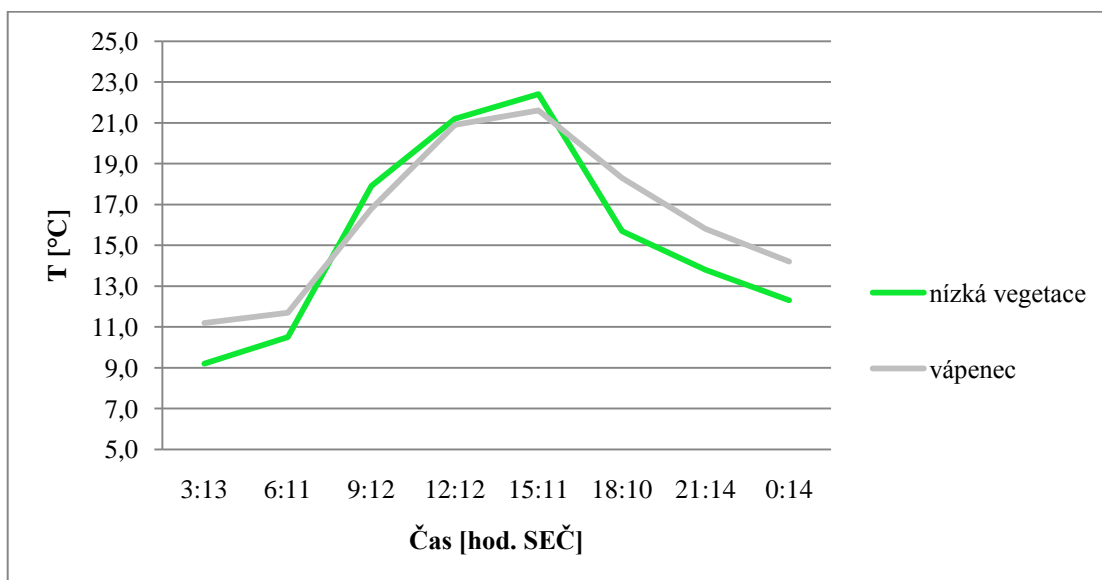
Na lokalitě Stolová hora jsou sledovanými prvky plocha nízké vegetace, tvořená travním porostem a nízkými dřevinami, a vápenec vystupující z vegetačního pokryvu. Hodnoty povrchové teploty vápence uváděné v tabulce a grafu jsou průměrem hodnot zvolených bodů.

Tab. 11: Povrchové teploty [°C] naměřené na experimentální ploše a experimentálních bodech na lokalitě Stolová hora 21. 4. 2011

Čas [hod. SEČ]	3:13	6:11	9:12	12:12	15:11	18:10	21:14	0:14
Nízká vegetace	9,2	10,5	17,9	21,2	22,4	15,7	13,8	12,3
Vápenec	11,2	11,7	16,8	20,9	21,6	18,3	15,8	14,2



Obr. 26: Porovnání termálních záznamů z lokality Stolová hora v čase 12:12 (vlevo) a 21:14 (vpravo) 21. 4. 2011



Obr. 27: Režim povrchové teploty na experimentálních plochách a bodech na lokalitě Stolová hora 21. 4. 2011

Hodnocení

Na lokalitě Stolová hora není v režimu povrchové teploty nízké vegetace a vápence velký rozdíl. Maximální rozdíl (2,6 °C) byl naměřen v 18:10, kdy byla hodnota povrchové teploty nízké vegetace vyšší. Denní maximum (22,4 °C) bylo naměřeno na ploše nízká vegetace v 15:11. Denní minimum (9,2 °C) bylo opět naměřeno na ploše nízká vegetace, tentokrát v čase 3:13. Teplotní amplituda je tedy u aktivního povrchu nízká vegetace vyšší.

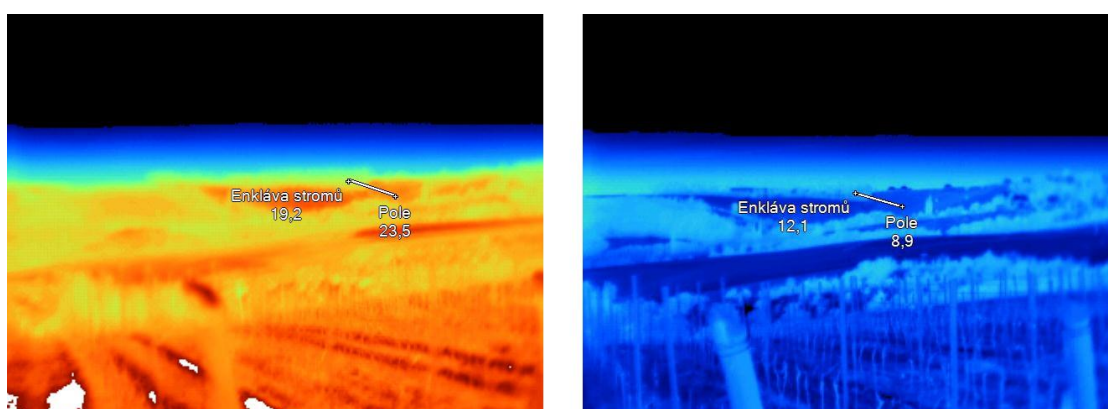
Plocha nízká vegetace se v době insolace zahřívá intenzivněji, ne však výrazně. Vyšší míře zahřátí vápence zřejmě zabraňuje jeho bílá barva.

6.2.4 Lokalita č. 4: KLENTNICE

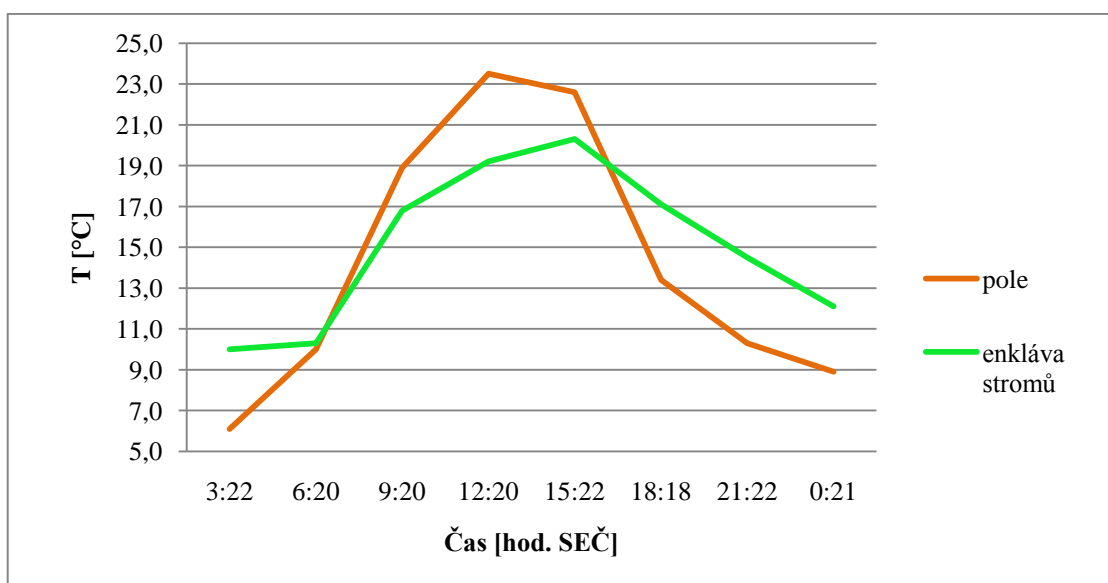
Na lokalitě Klentnice je sledován horizontální teplotní profil na přechodu enklávy stromů a pole, dále pak režim povrchové teploty těchto aktivních povrchů. 21. 4. 2011 byl pokryv pole tvořen nízkým obilím.

Tab. 12: Povrchové teploty [°C] naměřené na experimentálních bodech na lokalitě Klentnice 21. 4. 2011

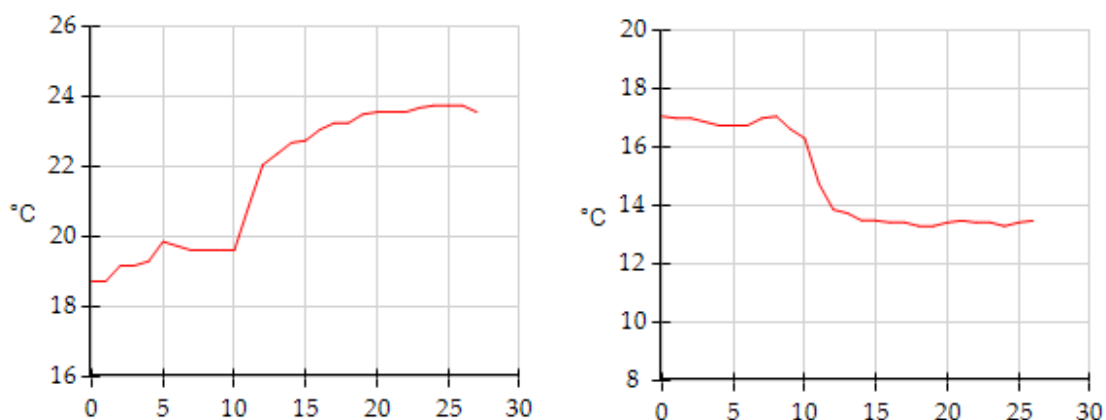
Čas [hod. SEČ]	3:22	6:20	9:20	12:20	15:22	18:18	21:22	0:21
Pole	6,1	10,0	18,9	23,5	22,6	13,4	10,3	8,9
Enkláva stromů	10,0	10,3	16,8	19,2	20,3	17,1	14,5	12,1



Obr. 28: Porovnání termálních záznamů z lokality Klentnice v čase 12:20 dne 21. 4. 2011 (vlevo) a 00:21 dne 22. 4. 2011 (vpravo)



Obr. 29: Režim povrchové teploty experimentálních bodů na lokalitě Klentnice 21. 4. 2011



Obr. 30: Horizontální profil povrchové teploty přechodu enklávy stromů v pole v čase 12:20 (vlevo) a 18:18 (vpravo) 21. 4. 2011

Hodnocení

Na lokalitě Klentnice jsou patrné rozdíly v režimu povrchové teploty enklávy stromů a pole. Denní maximum (23,5 °C) i minimum (6,1 °C) bylo naměřeno na aktivním povrchu pole, teplotní amplituda (17,4 °C) je tedy na tomto povrchu vyšší. Teplotní amplituda stromové enklávy činí 10,3 °C.

Na aktivním povrchu pole byly v době insolace naměřeny vyšší hodnoty

povrchové teploty než na aktivním povrchu enkláva stromů, výjimkou je měření v 6:20, kdy byla povrchová teplota enklávy stromů o 0,3 °C vyšší. Od měření v 6:20 však docházelo na poli k intenzivnějšímu zahřívání. Denní maximum bylo na aktivním povrchu pole naměřeno ve 12:20, na aktivním povrchu enkláva stromů v 15:22.

Graf horizontálního teplotního profilu vytvořený programem SmartView™ pomocí experimentální linie dokládá vyšší povrchovou teplotu pole oproti enklávě stromů ve 12:20 a vyšší povrchovou teplotu enklávy stromů oproti poli v 18:18.

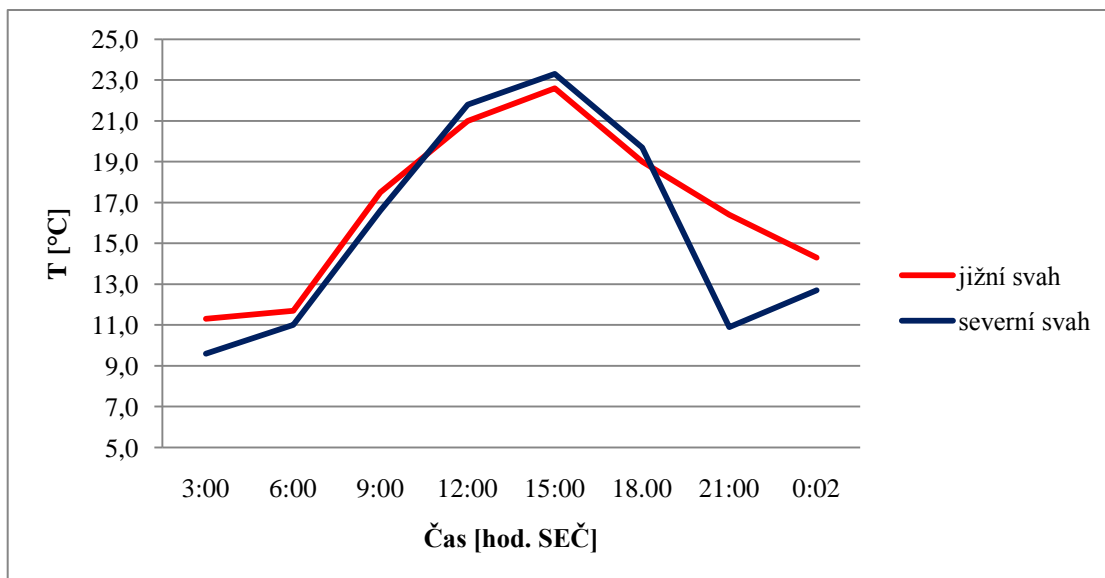
Důvodem rozdílů v režimu povrchových teplot enklávy stromů a pole je odlišný charakter aktivní vrstvy.

6.2.5 Porovnání povrchové teploty ploch lesa lokalizovaných na jižním a severním svahu Svatého kopečku

Díky stejnému typu aktivního povrchu je možné porovnat hodnoty povrchové teploty z obou lokalit Svatý kopeček – jižní svah a Svatý kopeček – severní svah. K pořizování záznamu z lokality Svatý kopeček – severní svah docházelo vždy se zhruba sedmiminutovým zpožděním. V následující tabulce a grafu není tento časový posun brán v úvahu, uváděné časové údaje odpovídají času pořízení záznamu na lokalitě Svatý kopeček – jižní svah.

Tab. 13: Povrchové teploty [°C] na aktivním povrchu les na lokalitách Svatý kopeček – jižní svah a Svatý kopeček – severní svah 21. 4. 2011

Čas [hod. SEČ]	3:00	6:00	9:00	12:00	15:00	18.00	21:00	0:02
Jižní svah	11,3	11,7	17,5	21,0	22,6	19,0	16,4	14,3
Severní svah	9,6	11	16,6	21,8	23,3	19,7	10,9	12,7



Obr. 31: Režim povrchové teploty lesního porostu na lokalitách Svatý kopeček – jižní svah a Svatý kopeček – severní svah 21. 4. 2011

Hodnocení

Naměřené hodnoty povrchové teploty z opačně orientovaných ploch lesního porostu se od sebe příliš neliší. Tyto hodnoty jsou velmi podobné i jejich denní režim je téměř shodný. Velký rozdíl je však patrný v hodnotách z naměřených během předposledního měření, kdy hodnoty povrchové teploty na severně orientovaném svahu oproti předchozí naměřené hodnotě prudce klesla. Tento jev nastal po západu Slunce a pro jeho vysvětlení by byla nutná detailnější měření.

6.2.6 Hodnocení výsledků 21. 4. 2011

Během druhého experimentálního dne byly zjištěny různě velké rozdíly mezi jednotlivými typy aktivních povrchů, konkrétní případy se od sebe různě liší.

Vzhledem k radiačnímu režimu počasí byly podle očekávání naměřeny hodnoty povrchové teploty dané plochy nebo bodů výrazně vyšší v denních hodinách oproti hodnotám naměřeným v hodinách nočních.

V rámci jednotlivých lokalit měly experimentální aktivní povrchy les a enkláva stromů v době insolace nižší povrchovou teplotu než aktivní povrchy vinice a pole, mimo dobu insolace byl zjištěn opak. Důvodem je rozdílná hustota a výška vegetace pokrývající porovnávané aktivní povrchy. Na lokalitách Svatý kopeček – severní svah a Stolová hora nebyly v rámci jednotlivé lokality naměřeny významnější

rozdíly, stejně jako při porovnání hodnot povrchové teploty aktivního povrchu les lokalizovaného na jižní a severní straně Svatého kopečku.

6.3 Porovnání povrchové teploty experimentálních aktivních povrchů

5. 3. 2011 a 21. 4. 2011

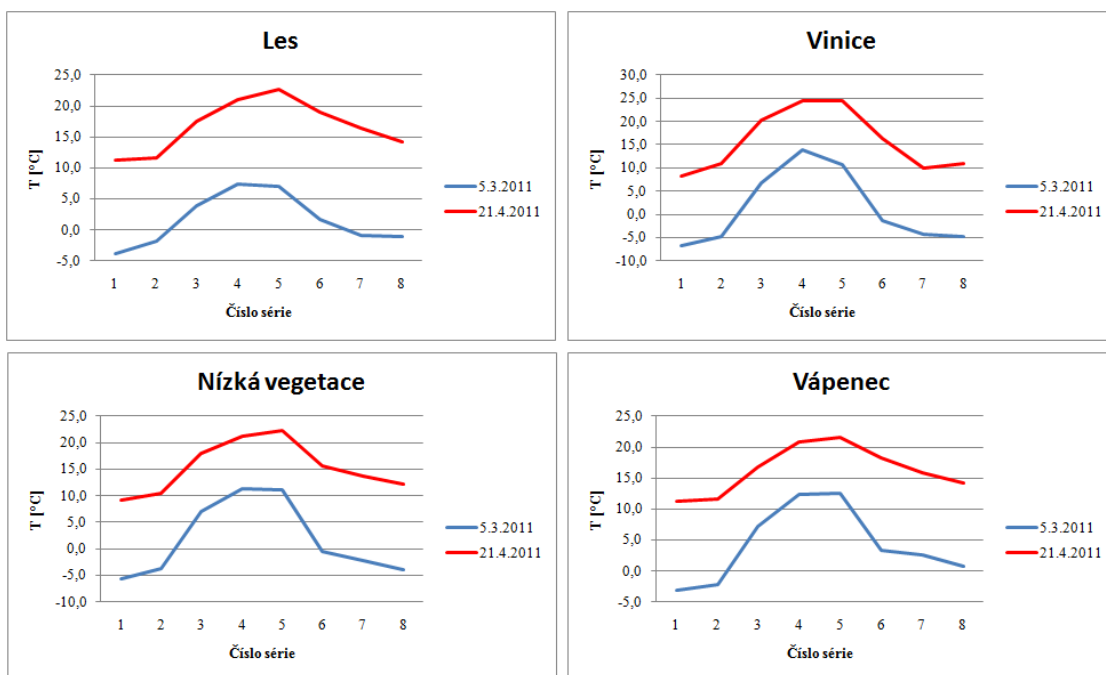
V obou dnech, ve kterých probíhala měření, byly na jednotlivých lokalitách vymežovány stejně experimentální plochy, body i linie, díky čemuž je možné srovnání povrchové teploty těchto prvků naměřených během různých experimentálních dnů.

Vhledem k nepravidelným časovým intervalům oddělujících měření na stanovištích jsou v následujících tabulkách a grafech uváděny pouze čísla sérií, ve kterých byl záznam pořízen. Číslo 1 odpovídá sérii započaté ve 3:00 SEČ, číslo 2 pak sérii od 6:00, atd. až k číslu 8 (poslední série započatá v 0:00 následujícího dne).

6.3.1 Porovnání povrchových teplot aktivních povrchů lokalizovaných na jižně orientovaných svazích

Tab. 14: Povrchové teploty [°C] aktivních povrchů na lokalitách s jižní expozicí

Číslo série		1	2	3	4	5	6	7	8
Les	5.3.2011	-3,8	-1,9	3,9	7,4	7,1	1,7	-0,9	-1,0
	21.4.2011	11,3	11,7	17,5	21,0	22,6	19,0	16,4	14,3
Vinice	5.3.2011	-6,8	-4,8	6,7	13,8	10,8	-1,4	-4,2	-4,7
	21.4.2011	8,2	11,0	20,4	24,5	24,5	16,4	9,9	11,0
Nízká vegetace	5.3.2011	-5,6	-3,8	7,1	11,3	11,1	-0,5	-2,3	-4,0
	21.4.2011	9,2	10,5	17,9	21,2	22,4	15,7	13,8	12,3
Vápenec	5.3.2011	-3,2	-2,2	7,2	12,4	12,6	3,3	2,6	0,7
	21.4.2011	11,2	11,7	16,8	20,9	21,6	18,3	15,8	14,2



Obr. 32: Režim povrchové teploty aktivních povrchů s jižní expozicí 5. 3. 2011 a 21. 4. 2011

Hodnocení

Hodnoty povrchové teploty jižně orientovaných aktivních povrchů se ve dnech 5. 3. 2011 a 21. 4. 2011 značně liší. Ve všech případech byla dle očekávání naměřena v dané sérii vyšší povrchová teplota dne 21. 4. 2011. Důvodem je větší výška Slunce nad obzorem a delší doba insolace v denních hodinách. Denní režim je však svým průběhem u obou dnů podobný.

Na aktivních površích s jižní orientací bylo vždy naměřeno denní maximum 5. 3. 2011 v sérii č. 4 (začátek série ve 12:00 SEČ), 21. 4. 2011 v sérii č. 5 (začátek série v 15:01 SEČ). Denní minimum bylo ve všech případech naměřeno v první sérii.

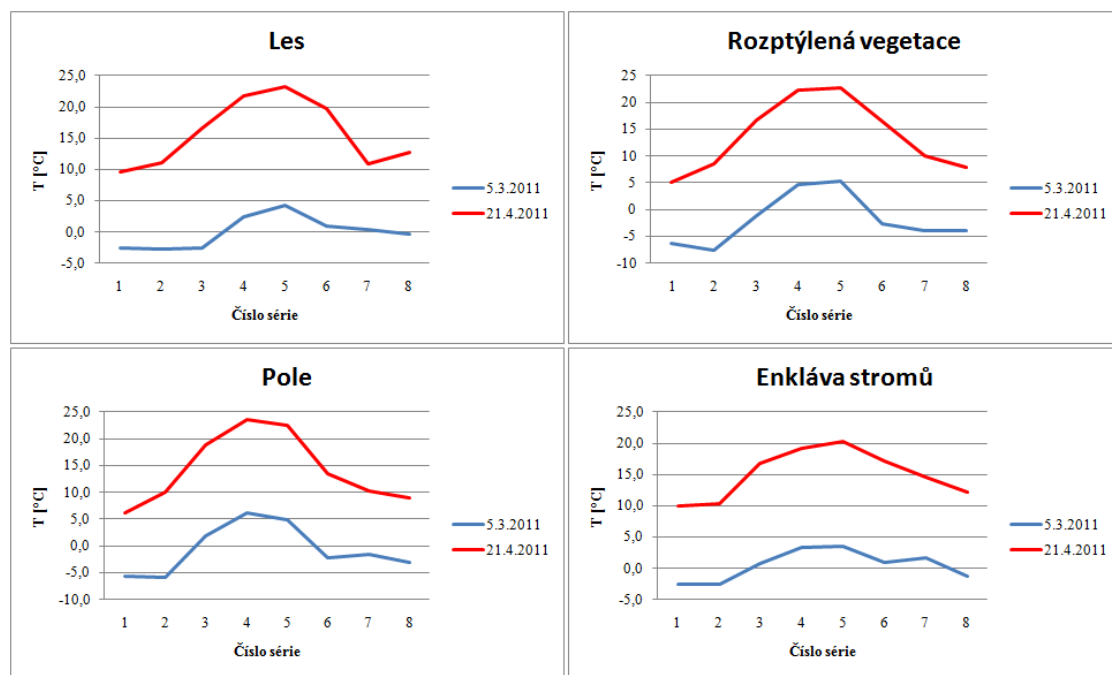
Na aktivním povrchu les byla 21. 4. 2011 zjištěna vyšší denní amplituda (11,3 °C) než 5. 3. 2011 (11,2 °C). V ostatních případech byla denní amplituda vyšší 5. 3. 2011, nejvýrazněji na aktivním povrchu vinice (o 8,3 °C). Možným důvodem je režim počasí předchozích dnů, kdy před prvním experimentálním dnem převládalo zataženo a nedocházelo téměř vůbec k insolaci povrchu (v experimentálním dni při radiačním režimu počasí došlo na jižních svazích k vysoké insolaci dlouhodobě chladného povrchu, a tím k jeho intenzivnímu zahřátí, které vystřídal po ukončení insolace intenzivní ochlazení), zatímco před druhým experimentálním dnem přetrvával

radiační režim počasí téměř týden (během dnů, které předcházely experimentu, se povrch dlouhodobě zahřál, čímž nedocházelo k tak intenzivnímu ochlazení v době mimo insolaci).

6.3.2 Porovnání povrchových teplot aktivních povrchů lokalizovaných na severně orientovaných svazích

Tab. 15: Povrchové teploty [°C] aktivních povrchů na lokalitách se severní expozicí

Číslo série		1	2	3	4	5	6	7	8
Les	5.3.2011	-2,5	-2,8	-2,5	2,4	4,3	0,9	0,4	-0,4
	21.4.2011	9,6	11,0	16,6	21,8	23,3	19,7	10,9	12,7
Rozptýlená vegetace	5.3.2011	-6,3	-7,6	-1,2	4,7	5,3	-2,6	-4,0	-4,0
	21.4.2011	5,2	8,5	16,8	22,4	22,8	16,5	10,1	7,9
Enkláva stromů	5.3.2011	-2,5	-2,6	0,8	3,3	3,6	0,9	1,6	-1,3
	21.4.2011	10,0	10,3	16,8	19,2	20,3	17,1	14,5	12,1
Pole	5.3.2011	-5,6	-5,9	1,8	6,1	4,8	-2,3	-1,5	-3,0
	21.4.2011	6,1	10,0	18,9	23,5	22,6	13,4	10,3	8,9



Obr. 33: Režim povrchové teploty aktivních povrchů se severní orientací 5. 3. 2011 a 21. 4. 2011

Hodnocení

Hodnoty povrchové teploty severně orientovaných aktivních povrchů se ve dnech 5. 3. 2011 a 21. 4. 2011 značně liší. Ve všech případech byla naměřena podle očekávání v rámci série vyšší povrchová teplota dne 21. 4. 2011. Důvodem je větší výška Slunce nad obzorem a delší doba insolace v denních hodinách. Denní režim je však svým průběhem u obou dnů podobný.

Na aktivních površích les, rozptýlená vegetace a enkláva stromů bylo vždy naměřeno denní maximum dne v sérii č. 5 (začátek série v 15:01 SEČ). Na experimentálním bodu pole bylo v obou experimentálních dnech naměřeno denní maximum v sérii č. 4 (v čase 12:22 SEČ 5. 3. 2011 a 12:20 SEČ 21. 4. 2011). Denní minimum bylo ve všech případech 5. 3. 2011 naměřeno ve druhé sérii (začátek v 6:00 SEČ), 21. 4. 2011 ve všech případech v sérii první (začátek ve 3:00 SEČ).

Na všech aktivních površích se severní orientací byla zjištěna vyšší denní amplituda 21. 4. 2011. Důvodem je vyšší výška Slunce nad obzorem v tento den (severní svahy byly intenzivněji a déle ozařovány, denní maximum tak mohlo dosáhnout relativně vyšších hodnot oproti prvnímu experimentálnímu dni, kdy byla insolace méně intenzivní).

7 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývala studiem rozdílů povrchových teplot v krajině na různých typech aktivních povrchů s různou orientací. Byly vybrány lokality, na kterých byly pořízeny pomocí termální kamery termální snímky, ty byly následně zpracovány a vyhodnoceny. Výsledky získané z upravených záznamů byly dále utříděny, hodnoceny a porovnány.

Aktivní povrch svým charakterem výrazně ovlivňuje režim povrchové teploty. Nejvýrazněji se během dne měnila povrchová teplota na experimentálních plochách bez vegetace nebo s vegetací nízkou či řídkou. Výjimkou byl vápenec, který se svým denním režimem příliš neodlišoval od režimu aktivního povrchu řídká vegetace. Nejméně výrazně se měnila povrchová teplota na plochách les a enkláva stromů, tedy na aktivních površích s hustou a vysokou vegetací.

Vliv orientace svahu se výrazně projevil ve výsledcích experimentálního dne 5. 3. 2011, kdy byl aktivní povrch lokalizovaný na severním svahu v době insolace výrazně chladnější než stejný typ aktivního povrchu na svahu jižním.

Orientace svahu se spolu s experimentálními dny výrazně podílí na rozdílech režimu povrchové teploty. Na jižně orientovaných aktivních površích bylo denní minimum naměřeno vždy sérii začínající ve 3:00 SEČ, denní maximum bylo naměřeno 5. 3. 2011 vždy v sérii od 12:00, 21. 4. 2011 vždy v sérii od 15:01 SEČ. Denní amplituda byla na jižně orientovaných svazích (kromě případu aktivního povrchu les) vyšší 5. 3. 2011. Na severně orientovaných svazích byly denní minima zjištěny 5. 3. 2011 v druhé sérii, 21. 4. 2011 v sérii první. Kromě aktivního povrchu pole, kde bylo denní maximum v obou dnech experimentu naměřeno ve čtvrté sérii, bylo denní maximum povrchové teploty aktivního povrchu naměřeno v sérii páté. Denní amplituda na severních svazích byla vždy vyšší 21. 4. 2011.

Během výzkumu byly zaznamenány jevy (pokles teploty povrchu po západu Slunce a následný nárůst povrchové teploty ještě v době mimo insolaci), jejichž vysvětlení by si žádalo podrobnější zkoumání.

8 SUMMARY

Tato bakalářská práce je zaměřena na studium rozdílů povrchové teploty různých typů aktivních povrchů s různou orientací. Základním krokem bylo vymezení lokalit s různými typy aktivních povrchů a různou orientací ke světovým stranám. Na lokalitách byly za radiačního režimu počasí pomocí ruční termální kamery pořízeny termální snímky. Snímky byly zpracovány v programu SmartViewTM a byla z nich vyhodnocena povrchová teplota.

Celkem byly během dvou dnů (5. 3. 2011 a 21. 4. 2011) monitorovány čtyři lokality. Výsledky z každého experimentálního dne jsou uváděny v samostatné kapitole. Další samostatná kapitola obsahuje popis lokalit, mapy a fotodokumentaci.

This bachelor thesis is focused on study of surface temperature differences of selected active surfaces with divergent aspect. The base step was the definition of suitable sites. During the days with radiative type of weather were taken thermal images by portable thermal camera. The images were processed in SmartViewTM software and thus the surface temperature was analyzed.

Four sites were monitored twice, for the first time on 5. 3. 2011, for the second time on 21. 4. 2011. The results of monitored experimental days are presented in separate chapters. In another separate chapter is the sites description with maps and images.

Klíčová slova: aktivní povrch, orientace, termální monitoring, povrchová teplota

Key words: active surface, aspect, thermal monitoring, surface temperature

9 POUŽITÁ LITERATURA

Adams, J. B., Gillespie, A. R. (2006): Remote Sensing of Landscape with Spectral Images. Cambridge University Press, 362 s.

Calendar.sk [online]. 2011 [cit. 2011-05-03]. Dostupné z WWW: <<http://calendar.zoznam.sk/sunset-cz.php>>.

Dosoudilová, B. (2010): Vliv georeliéfu a aktivního povrchu na režim povrchové teploty na základě vyhodnocení termálních snímků. [Bakalářská práce]. Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Katedra geografie, Olomouc, 52 s.

European Environment Agency [online]. 2011 [cit. 2011-05-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>>.

Fluke®, (2007): IR FlexCam Thermal Imager. Getting Started Guide, Fluke Corporation, Everett.

Fluke®, (2007): SmartView™. Application Software. Ver. 2.1.

Google mapy [online]. 2011 [cit. 2011-05-03]. Dostupné z WWW: <<http://maps.google.cz/>>.

Mapy.cz [online]. 2011 [cit. 2011-05-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.mapy.cz/>>.

Prošek, P., Rein, F. (1982): Mikroklimatologie a mezní vrstva atmosféry. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 237 s.

Stevenson, J. A., Varley, N. (2008): Fumarole monitoring with a handheld infrared camera: Volcán de Colima, Mexico, 2006–2007. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 177 (4):911-924.

Vysoudil, M. (2004): Meteorologie a klimatologie. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, 281 s.

Vysoudil, M. (2008): Termální monitoring a ochrana krajiny. Thermal Monitoring and Landscape Protection. In: Pucherová, Z., Vanková, V. (eds): Problémy ochrany a využívania krajiny – teórie, metódy a aplikácie. Zborník vedeckých prác. Nitra: Združenie Biosféra, 2009, 360 s. ISBN 978-80-968030-9-5.

Vysoudil, M. (2008): Topoclimate Study by Use Thermal Monitoring. Geodays Liberec 2008. Book of Abstracts. Annual International Geographical Conference of Czech Geographical Conference, Liberec 25.-28. 8. 2008, Technical University of Liberec, p. 29, ISBN 978-80-7372-367-5.

Vysoudil, M., Ogrin, D. (2009): Portable thermal camera as a tool in topoclimatic research. Dela 31, Department of Geography, Faculty of Arts, University of Ljubljana, pp. 115-128, ISSN 0354-0596.