

# Středoškolská odborná činnost 2006/2007

## Obor – 02 Fyzika

### Změny meteorologických a fyzikálních veličin v průběhu prstencového a úplného zatmění Slunce

**Autor:** Miloslav Machoň

třetí E  
Gymnázium Cheb  
Nerudova 7  
350 40 Cheb

**Konzultanti:**

Lumír Honzík  
Hvězdárna a planetárium Plzeň

Václav Šváb  
ENVIC – Environmentální  
informační centrum Plzeň

Mgr. Karel Martínek  
Gymnázium Cheb

Cheb, 2007

**Karlovarský kraj**

## Anotace

Předmětem této práce je studium změn meteorologických a fyzikálních veličin v průběhu prstencového a úplného zatmění Slunce. Její obsah je založen na měřeních těchto veličin, jež byla uskutečněna během prstencového zatmění Slunce v roce 2005 ve Španělsku a úplného zatmění Slunce v roce 2006 v Turecku.

V první části práce je popsán samotný experiment a měřicí přístroje, kterými byla měření uskutečněna. Je zde i krátká zmínka o historii celého projektu.

V metodice jsou uvedeny hlavní zásady pro úspěšné provedení měření a postup, jakým byla naměřená data zpracována.

Obsahem další části práce je především charakteristika zatmění Slunce, během kterých se měření uskutečňuje. V této části má čtenář možnost seznámit se i s popisem pozorovacích stanovišť.

Stručná charakteristika měřených veličin je uvedena ve čtvrté části této práce.

Největší část práce tvoří popisy průběhů meteorologických a fyzikálních veličin během prstencového a úplného zatmění Slunce, čtenář v ní nalezne grafické a numerické zpracování.

V závěru práce jsou uvedeny hlavní rozdíly v průbězích změn meteorologických a fyzikálních veličin během prstencového a úplného zatmění Slunce, nechybí zde ani zhodnocení celého projektu a doporučení pro případná další měření.

Součástí práce jsou i přílohy, ve kterých jsou mimo grafů ve větší velikosti i fotografie měřících přístrojů či záznamy o stavu počasí.

Na CD, jenž je přiloženo k této práci, nalezne čtenář snímky z družice MSG-1 pro vybrané oblasti a všechny grafy průběhů měřených veličin.

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto práci určenou pro soutěž Středoškolská odborná činnost, vypracoval samostatně za pomoci mnou zvolených konzultantů a všechny použité zdroje jsem řádně uvedl v kapitole Použité zdroje.

V Chebu dne 12. 03. 2007 .....

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval panu řediteli Hvězdárny a planetária Plzeň Lumíru Honzíkovi, panu Václavu Švábovi a panu profesoru Mgr. Karlu Martínkovi za cenné rady k této práci. Poděkování patří také panu RNDr. Martinu Setvákovi, CSc. a panu Janu Charvátovi z Družicového oddělení ČHMÚ za poskytnutí družicových snímků ze satelitu Meteosat Second Generation 1. Můj dík patří i rodičům za finanční podporu při expedici za úplným zatměním Slunce do Turecka v roce 2006.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Experiment SEMM</b> .....	<b>9</b>
2.1	Popis experimentu .....	9
2.2	Historie.....	10
2.3	Přístroje třetí generace projektu SEMM.....	11
2.4	Délka a perioda měření .....	14
<b>3</b>	<b>Metodika</b> .....	<b>15</b>
3.1	Měření .....	15
3.2	Zpracování .....	15
<b>4</b>	<b>Charakteristika zatmění</b> .....	<b>18</b>
4.1	Prstencové zatmění Slunce 3. 10. 2005.....	18
4.2	Úplné zatmění Slunce 29. 3. 2006.....	20
<b>5</b>	<b>Charakteristika měřených veličin</b> .....	<b>22</b>
5.1	Intenzita globálního slunečního záření .....	22
5.2	Intenzita odraženého záření od zemského povrchu .....	22
5.3	Teplota vzduchu ve výšce 2 m nad zemí.....	22
5.4	Teplota vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí.....	23
5.5	Teplota půdy v hloubce 5 cm.....	23
5.6	Časové srovnání okamžiků teplotních minim a minima globálního slunečního záření.....	23
5.7	Relativní vlhkost vzduchu ve výšce 2 m .....	24
5.8	Barva světla v barvovém prostoru sRGB.....	24
5.9	Náhradní teplota chromatičnosti slunečního záření.....	25
5.10	Směr a rychlost větru.....	26
<b>6</b>	<b>Měřené veličiny</b> .....	<b>27</b>
6.1	Intenzita globálního slunečního záření .....	27
6.1.1	<i>Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005</i> .....	27
6.1.2	<i>Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006</i> .....	29
6.1.3	<i>Zhodnocení</i> .....	31
6.2	Intenzita odraženého záření od zemského povrchu .....	32
6.2.1	<i>Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005</i> .....	32
6.2.2	<i>Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006</i> .....	34
6.2.3	<i>Zhodnocení</i> .....	35
6.3	Teplota vzduchu ve 2 m nad zemí.....	36
6.3.1	<i>Prstencové zatmění – Španělsko 2005</i> .....	36
6.3.2	<i>Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006</i> .....	38
6.3.3	<i>Zhodnocení</i> .....	39
6.4	Teplota vzduchu v 5 cm nad zemí.....	40
6.4.1	<i>Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005</i> .....	40
6.4.2	<i>Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006</i> .....	42
6.4.3	<i>Zhodnocení</i> .....	44

6.5	Teplota půdy v hloubce 5 cm.....	44
6.5.1	<i>Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005</i> .....	44
6.5.2	<i>Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006</i> .....	46
6.5.3	<i>Zhodnocení</i> .....	47
6.6	Časové srovnání okamžiků teplotních minim a minima globálního slunečního záření.....	48
6.6.1	<i>Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005</i> .....	48
6.6.2	<i>Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006</i> .....	49
6.6.3	<i>Zhodnocení</i> .....	50
6.7	Relativní vlhkost vzduchu ve 2 m nad zemí.....	51
6.7.1	<i>Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005</i> .....	51
6.7.2	<i>Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006</i> .....	53
6.7.3	<i>Zhodnocení</i> .....	54
6.8	Barva světla v barvovém prostoru sRGB.....	55
6.8.1	<i>Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005</i> .....	55
6.8.2	<i>Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006</i> .....	59
6.8.3	<i>Zhodnocení</i> .....	63
6.9	Náhradní teplota chromatičnosti slunečního záření.....	64
6.9.1	<i>Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005</i> .....	64
6.9.2	<i>Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006</i> .....	67
6.9.3	<i>Zhodnocení</i> .....	70
6.10	Směr a rychlost větru.....	71
6.10.1	<i>Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005</i> .....	71
6.10.2	<i>Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006</i> .....	75
6.10.3	<i>Zhodnocení</i> .....	78
<b>7</b>	<b>Diskuze</b> .....	<b>79</b>
<b>8</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>80</b>
<b>9</b>	<b>Seznam použitých zkratk</b> .....	<b>81</b>
<b>10</b>	<b>Použité zdroje</b> .....	<b>83</b>
<b>11</b>	<b>Přílohy</b> .....	<b>84</b>

# 1 Úvod

Sluneční elektromagnetické záření je jediným významným zdrojem energie pro děje na Zemi.

Při jeho průchodu zemskou atmosférou a zejména dopadem na povrch Země dochází k přeměně slunečního elektromagnetického záření na jiné druhy energie (*tepelnou energii, energii dlouhovlnného záření atp.*). Během slunečních zatmění (*obzvláště při úplných a prstencových*) nastává výrazný pokles intenzity slunečního záření, což se projevuje v průbězích standardních meteorologických a fyzikálních veličin. V současné meteorologii není této problematice věnována přílišná pozornost. Přitom je pokles slunečního elektromagnetického záření, k němuž dojde během zatmění Slunce, díky svým vlastnostem (*viz. níže*) unikátním přírodním jevem.

- a) Pokles intenzity slunečního záření je způsoben tělesem vně zemské atmosféry – Měsícem přecházejícím přes sluneční disk.
- b) Velikost a rychlost poklesu. Během krátkého časového intervalu dochází k výraznému poklesu intenzity slunečního záření.

V minulosti se změnami standardních meteorologických veličin během zatmění Slunce zabývalo již několik zahraničních (*např.: Andrew White a Stephen McCann – Zambia 2001, Francis Massen – Lucembursko 2001, Institut für Bioklimatologie – Německo 1999, Laboratory Optical Radiometry – Institute of Electronics „Academican Emil Djakov“ – Bulharsko 1999*) a tuzemských astronomických expedic (*viz. kapitola 2.2 Historie*), ovšem škála měřených veličin byla velice malá. Zpravidla se jednalo pouze o měření intenzity dopadajícího slunečního záření a teploty vzduchu ve spodních vrstvách atmosféry, pouze ojediněle bylo prováděno měření dalších fyzikálních či meteorologických veličin.

Měřicí aparatury měly kromě zmiňovaného úzkého výběru měřících veličin i další nedostatky (*např.: nízká citlivost, rozlišení, rychlost a přesnost měření*). Některá měření byla prováděna digitálními teploměry pro běžné domácí použití a zápis byl prováděn samotným pozorovatelem. U mnohých meteorologických měření chybí i tzv. referenční měření, což znemožňuje provedení komparace mezi dnem zatmění Slunce a dnem se standardním průběhem meteorologických a fyzikálních veličin. Zároveň doposud publikované výsledky se týkaly úplného zatmění Slunce.

Měření intenzity slunečního záření a teploty vzduchu ve spodní vrstvě atmosféry u výše uvedených měření poukázaly na poklesy těchto fyzikálních veličin v průběhu úplného zatmění Slunce, kvůli nízké citlivosti měřících čidel nebylo možné přesně určit minimální hodnotu intenzity slunečního záření během úplného zatmění Slunce. Současně se projevilo určité časové zpoždění minima slunečního záření vůči minimu teploty vzduchu, ovšem nízká rychlost a již zmiňovaná nízká citlivost měření znemožnily přesné určení tohoto časového rozdílu.

Měření změn relativní vlhkosti v průběhu úplného zatmění Slunce v roce 2001, které uskutečnil Andrew White v Africe, ukazuje na rostoucí charakter této veličiny v době krátké úplné fázi zatmění Slunce. [16]

Měření barvy slunečního záření uskutečnila bulharská expedice *Laboratory Optical Radiometry – Institute of Electronics „Academican Emil Djakov“* v roce 1999. Z tohoto měření vyplývá, že barva světla v průběhu úplné fáze odlišná ve srovnání se situací před východem nebo po západu Slunce. [8]

Během úplného zatmění Slunce 11. 8. 1999 byla Francisem Massenem (*Lucembursko*) snímána rychlost větru. Naměřená data vykazují pokles této veličiny v průběhu úplné fáze. [6]

Cílem této práce je poskytnutí prvního detailního popisu a následné komparace změn meteorologických a fyzikálních veličin, jež nastaly v průběhu prstencového a úplného zatmění Slunce. Obsah je založen na datech získaných pomocí přístrojů třetí generace experimentu SEMM během prstencového zatmění Slunce ve Španělsku (*3. říjen 2005*) a úplného zatmění Slunce v Turecku (*29. březen 2006*).

Autor této práce se zúčastnil expedice za úplným zatměním Slunce do Turecka v roce 2006, kde kromě astronomických pozorování obsluhoval i meteorologickou stanici během měření. Po skončení obou výše popsaných výprav za slunečními zatměními se ujal zpracování naměřených dat přístroji třetí generace projektu SEMM.



## 2 Experiment SEMM

### 2.1 Popis experimentu

Experiment označovaný jako SEMM vznikl za účelem přesného měření změn meteorologických a fyzikálních veličin v průběhu zatmění Slunce.

Nejvýraznější úbytek dopadajícího slunečního elektromagnetického záření nastává zejména u úplných a prstencových zatmění Slunce. Místa, ze kterých lze pozorovat tyto astronomické úkazy, nazýváme pásy totality (*annularity*) a jejich šířka se pohybuje obvykle v rozmezí 100 – 200 km. Pomyslná čára v ose pásu totality (*annularity*) se nazývá centrální linií. V místech ležících na centrální linii je úplná fáze zatmění nejdelší. Vzhledem k malé četnosti výskytu prstencových a úplných zatmění Slunce (*1–2 zatmění za rok*) a již zmiňované malé šířce pásů totality (*annularity*) je pravděpodobnost, že se bude stacionární meteorologická stanice nacházet na centrální linii, velice nízká. Pro meteorologická a fyzikální měření během zatmění Slunce je tedy vhodné použít mobilní přístroje.

Vzhledem k výše uvedeným vlastnostem slunečních zatmění byl při stavbě měřících přístrojů experimentu SEMM kladen důraz na následující požadavky:

- 1) Vysoká rychlost měření – úplná fáze zatmění trvá pouze několik minut a ke změnám dopadajícího slunečního záření dochází řádově v sekundách, takže perioda měření musí být také sekundová. Profesionální stanice obvykle ukládají naměřené hodnoty s periodou 15 minut.
- 2) Vysoká citlivost a rozlišení měření – pokles intenzity globálního slunečního záření během slunečních zatmění je 4–5 řádů. Takovýto rozsah není profesionálními stanicemi měřitelný.
- 3) Výběr meteorologických veličin – profesionální meteorologické stanice měří veličiny pro meteorologické či klimatologické potřeby a nikoliv pro specifické měření v průběhu zatmění Slunce. Pouze minimum profesionálních meteorologických stanic je vybaveno snímači pro měření intenzity globálního slunečního záření či senzory pro zjištění jeho barvy.
- 4) Mobilita a energetická nezávislost – vzhledem k relativně malé šířce pásu totality (*annularity*) se často stává, že centrální linie leží v neobydlených oblastech, kde není k dispozici zdroj elektřiny. Stanice musí být proto napájena z nezávislého zdroje – v tomto případě z akumulátoru s kapacitou cca 50 hodin měření, což postačuje k uskutečnění referenčních měření i měření během úkazu. Pro uskutečnění většiny měření je tento bod nezbytný.
- 5) Automatický provoz – v průběhu zatmění Slunce musí pozorovatelé splnit mnoho astronomických úkolů souvisejících se zaznamenáním samotného úkazu (*např.: fotografování, videozáznam*) a nemohou se věnovat obsluze meteorologické stanice.
- 6) Porovnatelnost dat – pro vyhodnocení získaných dat je důležité případné porovnání s profesionálními meteorologickými stanicemi. Při stavbě přístrojů experimentu SEMM byla v rámci možností brána v úvahu doporučení WMO, čímž bylo dosaženo potřebné porovnatelnosti.

Zpracováno podle [11], [12].

## 2.2 Historie

V roce 1998 vznikl v Západočeské pobočce ČAS návrh na sestavení měřících přístrojů, které by zaznamenaly změny teploty a intenzity osvětlení v průběhu úplného zatmění Slunce, jež nastalo 11. srpna 1999.

Centrální linie tohoto zatmění Slunce procházela relativně blízko hranic České republiky, což umožnilo vytvoření rozsáhlého pozorovacího programu. Vzniklo celkem 9 astronomických pozorovacích skupin, které byly rozmístěné ve Francii, Německu, Rakousku, Maďarsku, Rumunsku a Bulharsku. Cílem akce pořádané Západočeskou pobočkou ČAS ve spolupráci s Hvězdárnou a planetáriem Plzeň a Hvězdárnou v Rokycanech byla astronomická pozorování s cílem porovnat napozorované výsledky z různých míst pásu totality. Mezi astronomické experimenty byl zařazen i meteorologický: měření teploty a intenzity osvětlení v průběhu úkazu. Za tímto účelem byly Václavem Švábem a Jiřím Hofmanem zkonstruovány 3 identické měřící moduly. Meteorologická měření měly na starosti pozorovací skupiny v Rakousku, Maďarsku a Rumunsku.

Teplota vzduchu byla snímána odporovým čidlem Pt 100, které bylo spolu s ventilátorem zajišťujícím proudění vzduchu umístěno v trubkovém tunelu měřícího modulu. K měření osvětlení sloužily 2 křemíkové fotodiody, přičemž jedna snímala v rámci svého spektrálního rozsahu celé spektrum slunečního záření a druhá pouze jeho infračervenou složku. Zaznamenáván byl rozdíl signálů z těchto fotodiód, který odpovídal intenzitě osvětlení ve viditelné části spektra. Měřící moduly byly konstruovány tak, aby byla jejich obsluha co nejjednodušší a byly schopné zcela automatického provozu. [14]

Druhá generace 2 měřících aparatur byla v roce 2001 zapůjčena Hvězdárnou a planetáriem v Plzni výpravám za úplným zatměním Slunce do Angoly a Zambie, které pořádaly Hvězdárna Úpice a FEL ČVUT. Škála měřených veličin byla shodná s moduly předešlé generace. Kalibrace měřících čidel byla provedena precizněji než u předchozí generace.[13]

Zpracování dat z výše popsaných expedic přineslo zajímavé výsledky, bylo tedy rozhodnuto v experimentu SEMM pokračovat. V období let 2001 – 2005 byly Václavem Švábem a Jiřím Hofmanem zkonstruovány 3 identické meteorologické stanice třetí generace. Výrobu meteorologických stanic finančně a metodicky zajišťovala Hvězdárna a planetárium Plzeň. U stanic třetí generace došlo k výraznému rozšíření škály měřených meteorologických a fyzikálních veličin, zlepšena byla také přesnost a bylo dosaženo vyššího rozlišení měření.

Konstrukce 3 identických meteorologických stanic byla definitivně ukončena počátkem roku 2005, kdy došlo k předání přístrojů Hvězdárně a planetáriu v Plzni, která je v současné době jejich majitelem a uživatelem. První měření těmito stanicemi se uskutečnilo počátkem října 2005 během expedice za prstencovým zatměním Slunce ve Španělsku. Tato expedice byla pořádána Hvězdárnou a planetáriem Plzeň, Západočeskou pobočkou ČAS a Hvězdárnou v Rokycanech. Experiment SEMM byl zařazen i do odborného programu výpravy za úplným zatměním Slunce do Turecka uskutečněné v březnu 2006, který společně připravovaly již výše zmiňované organizace.

## 2.3 Přístroje třetí generace projektu SEMM

Meteorologická stanice třetí generace experimentu SEMM se skládá z 5 modulů:

### DAM – Data Acquisition Module

Tento modul je základem celého přístroje, nacházejí se v něm akumulátory potřebné pro napájení (*kapacita cca 50h*), řídicí jednotka celého systému a velkokapacitní paměť FLASH pro sběr naměřených hodnot. Nechybí zde ani rozhraní RS232/USB určené pro komunikaci mezi modulem DAM a PC či kvalitní RTC. Bez zapojení tohoto modulu nelze uskutečnit měření.

### THM – air Temperature and Humidity measuring Module

Modul slouží k měření teploty a vlhkosti vzduchu ve výšce 2 m nad povrchem Země. Měření teploty je zde zajišťováno miniaturním odporovým snímačem Pt 1000. Pro určení vlhkosti bylo použito kapacitního snímače s integrovaným převodníkem kapacita – napětí. Uvnitř modulu THM se nachází také ventilátor, který zajišťuje konstantní proudění vzduchu kolem snímačů. Modul je opatřen radiačním štítem bílé barvy, který absorbuje minimum slunečního záření.

Kalibrace výše popsaných čidel byla provedena v kalibrační laboratoři ČHMÚ v Praze – Libuši. Výsledkem kalibrací bylo stanovení kalibračních konstant pro každý modul THM.

Veličina	Označení	Měřicí rozsah	Jednotka	Nejistota měření (pro $k_u = 2$ )
Teplota vzduchu 2 m	$t_{a2m}$	- 40 ÷ 60	°C	0,5 °C
Vlhkost vzduchu 2 m	RH	0 ÷ 100	%	3 %

Tabulka 1: Přehled veličin měřených modulem THM

### TTM – air Temperature and ground Temperature measuring Module

Úkolem modulu je měření teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí a teploty půdy v hloubce 5 cm. Pro určení teplot jsou zde zabudována 2 čidla Pt 1000. Snímač teploty vzduchu je opatřen bílým radiačním štítem se žaluziemi. Podzemní čidlo je zabudováno uvnitř kovové sondy.

Kalibrace modulů TTM byla provedena současně s THM v kalibrační laboratoři ČHMÚ v Praze-Libuši.

Veličina	Označení	Měřicí rozsah	Jednotka	Nejistota měření (pro $k_u = 2$ )
Teplota vzduchu 0,05 m	$t_{a5cm}$	- 40 ÷ 60	°C	0,5 °C
Teplota půdy - 0,05 m	$t_s$	- 40 ÷ 60	°C	0,5 °C

Tabulka 2: Přehled veličin měřených modulem TTM

## WAM – Wind Anemometer Module

Modul slouží k měření rychlosti větru a jeho směru. Jeho součástí je klasický miskový anemometr a větrná směrovka. Otáčky anemometru jsou opticky snímány, z frekvence pulzů je počítána rychlost větru. Snímač směru větru je vybaven lopatkou, která je spojena s potenciometrem, z jehož výchylky se následně určí pomocí převodníku směr větru.

Měření rychlosti a směru větru probíhá ve výšce 2 m nad zemí, což není standardem WMO. Výška 2 m nad zemí byla zvolena z praktického důvodu, jelikož převoz a následné vztyčování sloupu o výšce 10 m je nereálné.

Veličina	Označení	Měřicí rozsah	Jednotka	Nejistota měření
Rychlost větru <sup>1</sup>	v	0 ÷ 30	m.s <sup>-1</sup>	do 5 m.s <sup>-1</sup> 0,5 m.s <sup>-1</sup> , nad 5 m.s <sup>-1</sup> 10%
Směr větru <sup>1 2</sup>	d	0 ÷ 360	°	5°

**Tabulka 3:** Přehled veličin měřených modulem WAM

## SPM – Solar Pyranometr Module

Tento modul je také provozován ve 2 m nad zemí, obsahuje senzory pro určení intenzity globálního slunečního záření, dále odraženého slunečního záření od zemského povrchu a snímač barvy záření (*RGB kolorimetr*).

Pro snímání globálního slunečního záření byly zvoleny křemíkové fotodiody uložené v pouzdrech, která spolu s předřazeným filtrem zajišťují kosinovou korekci snímačů. Snímač barvy dopadajícího slunečního záření se skládá z integrovaného snímače se třemi fotodiodami s R, G, B filtry. Zorné pole obou snímačů má hodnotu 180°.

Snímač odraženého slunečního záření od povrchu Země je identický se senzorem pro snímání globálního slunečního záření, pouze jeho zorné pole je omezené na 160°, aby nebyl ovlivňován v době, kdy je Slunce nízko nad obzorem.

U snímačů slunečního záření nebyl dodržen doporučený spektrální rozsah WMO (0,3 – 3  $\mu\text{m}$ ). Byla užita čidla s užším spektrálním rozsahem (0,32 – 1,1  $\mu\text{m}$ ) a s nerovnoměrnou spektrální charakteristikou. Důvodem použití těchto fotodiód je zejména jejich vysoká citlivost a dále jejich časté použití v meteorologických měřeních a existence matematických modelů, které zpřesňují jejich měření.

Měření globálního slunečního záření bylo kalibrováno na Solární a ozónové observatoři ČHMÚ v Hradci Králové v průběhu dvou dnů. Kalibrace kolorimetrického čidla proběhla v Oddělení radiometrie a fotometrie ČMI.

Kromě výše popsaných měřených veličin modulem SPM dochází po přenosu dat do PC k výpočtu dalších veličin.

<sup>1</sup> Modul WAM měří pouze horizontální složku rychlosti větru.

<sup>2</sup> Během obou expedic probíhal záznam směru větru pouze při rychlostech větru vyšších než 1,5 m\*s<sup>-1</sup>

Veličina	Označení	Měřicí rozsah	Jednotka	Nejistota měření
Intenzita globálního slunečního záření	I	0 ÷ 1550	W*m <sup>-2</sup>	3 % z celodenní sumy
Intenzita záření odraženého od zemského povrchu	I <sub>r</sub>	0 ÷ 1550	W*m <sup>-2</sup>	3 % z celodenní sumy
Albedo povrchu <sup>3</sup>	α	0 ÷ 100	%	
Náhradní teplota chromatičnosti světla <sup>3</sup>	T <sub>c</sub>	1000 ÷ 500 000	K	
Barva světla <sup>3</sup>	sRGB	0 ÷ 1	-	
Chromatické souřadnice barvy světla <sup>3</sup>	CIE xy	0 ÷ 1	-	
Intenzita osvětlení <sup>3</sup>	E	0 ÷ 250 000	lx	

**Tabulka 4:** Přehled veličin měřených modulem SPM

Zpracováno podle [11].

Fotografie měřících přístrojů jsou součástí příloh práce.

<sup>3</sup> Veličina je dopočítávána. K zaznamenání výsledku výpočtu dochází pouze v případě, že intenzita globálního slunečního záření překročila mez, nad kterou má smysl danou veličinu počítat.

## 2.4 Délka a perioda měření

Doporučená délka a perioda měření byla navržena tak, aby s dostatečnou rezervou pokrývala celý průběh slunečního zatmění. Při výběru vhodné periody měření bylo maximálně zohledněno trvání úplné (*prstencové*) fáze slunečního zatmění a rychlost změn meteorologických veličin v průběhu této části úkazu.

Doba trvání jednoho měření je 10h, je rozdělena na 3 plynule na sebe navazující části, přičemž druhá část má odlišnou periodu měření:

- 1) V čase 5 h před okamžikem  $T_3$  zahájí stanice měření. Periodicita záznamu naměřených hodnot je 10 s, doba trvání této fáze je 4h 45 min.<sup>4</sup>
- 2) 15 min před okamžikem  $T_{\max}$  se automaticky spustí režim, během kterého je periodicita záznamu 1 s. Doba trvání této fáze měření je 30 min.
- 3) Po skončení předchozí části měření dojde k automatickému přechodu meteorologické stanice do dalšího režimu, perioda a doba trvání fáze měření jsou shodné s režimem popsáním u bodu 1. K ukončení měření dojde 5h po okamžiku  $T_{\max}$ .

Časy určující spuštění jednotlivých fází měření jsou stanoveny pomocí obslužného software před odjezdem na expedici. Vstupními hodnotami pro jejich výpočet jsou okamžiky  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  a  $T_4$  slunečního zatmění.

Zpracováno podle [12].

---

<sup>4</sup> Před zahájením měření probíhá tzv. kompenzační režim, jehož délka je 20 min. Během této fáze není prováděn záznam naměřených hodnot.

## 3 Metodika

### 3.1 Měření

Pro správné provedení meteorologických měření v průběhu slunečních zatmění je nutné zohledňovat následující doporučení:

Při práci s více stanicemi během jednoho slunečního zatmění je vhodné použít pro všechny měřicí aparatury shodnou konfiguraci měřených veličin.

Doporučené rozmístění měřících aparatur:

- 1) Stanice jsou umístěny na centrální linii pásu zatmění s dostatečnou vzájemnou vzdáleností (*několik stovek km*). Tento způsob rozmístění meteorologických aparatur je vhodný pro srovnání změn meteorologických veličin v průběhu jednoho úkazu z několika pozorovacích stanovišť.
- 2) Stanice jsou umístěny v různé hloubce pásu totality (*annularity*) na pomyslné přímce kolmé na centrální linii. Tento způsob rozložení měřících aparatur lze použít pro srovnání změn meteorologických veličin v různých místech pásu slunečního zatmění.

Kromě měření v den zatmění musí být, pokud to dovolují meteorologické podmínky, provedeny ještě 2 referenční měření: den před a den po zatmění. Referenční měření musí mít shodný časový interval, periodu a rozsah měřených veličin s měřením provedeným v den zatmění.

Zpracováno podle [12].

### 3.2 Zpracování

Doposud nedošlo k žádnému detailnějšímu zpracování dat získaných pomocí přístrojů třetí generace projektu SEMM, bylo tedy nutné vytvořit postup zpracování, který by bylo možné aplikovat i na případná další měření.

Vzhledem k cíli této práce nedošlo ke zpracování všech veličin. Vynechány byly níže uvedené veličiny získané modulem SPM. U těchto veličin dochází po přenosu naměřených dat do PC k jejich výpočtu, jejich průběh závisí na jiných zde uvedených veličinách.

- albedo zemského povrchu
- chromatické souřadnice barvy světla
- intenzita osvětlení

Před numerickým a grafickým zpracováním bylo provedeno zaokrouhlení veličin, které se odvíjelo od technických parametrů měřícího čidla a velikosti naměřeného šumu. Rozlišení, s jakým jsou hodnoty naměřených a vypočítaných veličin dále uváděny, vystihuje tabulka č. 5.

Veškeré numerické a grafické zpracování probíhalo v programu Microsoft® Excel 2003.

Veličina	Rozlišení	Jednotka
Intenzita globálního slunečního záření	$1 \cdot 10^{-3}$	$W \cdot m^{-2}$
Intenzita záření odraženého od zemského povrchu	$1 \cdot 10^{-3}$	$W \cdot m^{-2}$
Teplota vzduchu ve 2 m nad zemí	$1 \cdot 10^{-2}$	$^{\circ}C$
Teplota vzduchu v 5 cm nad zemí	$1 \cdot 10^{-2}$	$^{\circ}C$
Teplota půdy v hloubce 5 cm	$1 \cdot 10^{-2}$	$^{\circ}C$
Relativní vlhkost vzduchu ve 2 m nad zemí	$1 \cdot 10^{-2}$	%
Barva světla v barvovém prostoru sRGB	$1 \cdot 10^{-11}$	-
Teplota chromatičnosti světla	1	K
Rychlost větru	$1 \cdot 10^{-1}$	$m \cdot s^{-1}$
Směr větru	10	$^{\circ}$

**Tabulka 5:** Udávané rozlišení veličin

Pro výpočet průměrné hodnoty veličiny před začátkem zatmění byly vybrány hodnoty v časovém intervalu  $\langle T_{1\min}^5 - 2 \text{ min}; T_{1\min}^5 \rangle$ . Výjimku tvoří pouze teplota půdy, u které byl stanoven okamžik  $T_{1\min}^5$  vzhledem k počátku jejího poklesu nikoliv k času  $T_1$ .

Hledání minimálních resp. maximálních hodnot měřených veličin způsobených zatměním Slunce probíhalo tak, že nejprve byl pomocí grafu zvolen časový interval, v němž se hledaná hodnota měřené veličiny nacházela. Pro přesné určení minimální resp. maximální hodnoty veličiny byla na zvolený časový interval aplikována funkce MINIMUM resp. MAXIMUM programu Microsoft® Excel 2003.

Pro komparaci hodnot měřených veličin mezi referenčním měřením a měřením ze dne zatmění Slunce byly vybrány minimální resp. maximální hodnoty veličin, jež byly zapříčiněny slunečním zatměním, a hodnoty měřených veličin z referenčního měření se stejným časem jako hledané minimální resp. maximální hodnoty.<sup>6</sup>

Pokles příp. podíl hodnoty veličiny v rámci dne zatmění byl určen příslušnou matematickou operací mezi průměrnou hodnotou veličiny před začátkem zatmění Slunce a minimální hodnotou v době slunečního zatmění.

Pokles příp. podíl hodnoty veličiny mezi dnem zatmění a referenčním měřením byl určen příslušnou matematickou operací mezi minimální hodnotou veličiny v době slunečního zatmění a hodnotou veličiny z referenčního měření se stejným časem jako hledané minimální resp. maximální hodnoty.<sup>6</sup>

Před grafickým zpracováním došlo pro zjednodušení popisů průběhů veličin u většiny grafů k jejich proložení spojnicemi klouzavého průměru s příslušnou periodou. Ovšem uvedené časy významných okamžiků (*např.: maxima, minima*) byly odečítány z původní křivky grafu.

Rozlišení, s jakým jsou popisovány časové intervaly, jsou závislé především na rychlosti změny veličiny (*viz. tabulka č. 6*). Výjimkou může být okamžik východu Slunce, který je uváděn s přesností použitého zdroje.

<sup>5</sup>  $T_{1\min}$  je okamžik počátku poslední minuty před okamžikem  $T_1$ .

<sup>6</sup> Pokud měla periodicitu záznamu referenčního měření vyšší hodnotu než periodicitu záznamu ze dne zatmění Slunce, byly z referenční křivky vybrány hodnoty s nejbližšími časy k časům minimálních resp. maximálních hodnot.



<b>Veličina</b>	<b>Rozlišení čas. intervalu</b>
Intenzita globálního slunečního záření	1 s <sup>7</sup>
Intenzita záření odraženého od zemského povrchu	1 s <sup>7</sup>
Teplota vzduchu ve 2 m nad zemí	1 min
Teplota vzduchu v 5 cm nad zemí	1 min
Teplota půdy v hloubce 5 cm	1 min
Relativní vlhkost vzduchu ve 2 m nad zemí	1 min
Barva světla v barvovém prostoru sRGB	1 s <sup>7</sup>
Teplota chromatičnosti světla	1 s <sup>7</sup>
Rychlost větru	1 min
Směr větru	1 min

**Tabulka 6:** Udávané rozlišení časových intervalů

Pro lepší orientaci je u každého slovního popisu grafu uvedena uveden graf v menší velikosti. Všechny grafy popsané v kapitole č. 6 jsou ve větší velikosti součástí příloh.

---

<sup>7</sup> Rozlišení časového intervalu je závislé na periodicitě záznamu.

## 4 Charakteristika zatmění

### 4.1 Prstencové zatmění Slunce 3. 10. 2005

Dne 3. 10. 2005 nastalo zatmění Slunce, které bylo možné z některých míst na Zemi pozorovat i jako prstencové. Pás annularity začal v severní části Atlantského oceánu, pokračoval VJV směrem, poté se stočil k jihovýchodu a přešel Španělsko. Odkud pokračoval přes Středozevní moře na africký kontinent. Zde se dostal přes území Alžírsko do Líbie a Súdánu. Doba trvání prstencové fáze zatmění byla 4min 31,6s. Dále pokračoval přes Etiopii, Keňu a Somálsko do západní části Indického oceánu a skončil západně od Kokosových ostrovů. [9]

Globální mapa viditelnosti zatmění Slunce je součástí příloh.

Cílem expedice byla komparace změn meteorologických veličin v různých místech pásu annularity. Pro tento experiment bylo použito tří meteorologických stanic experimentu SEMM. Při výběru vhodných pozorovacích stanovišť byl kladen důraz na dlouhodobou meteorologickou statistiku stavu počasí vytvořenou Fredem Espenakem a Jayem Andersenem z NASA, přístupnost pozorovacího stanoviště a na finanční možnosti účastníků.

Za vhodná pozorovací stanoviště byla vybrána místa při východním pobřeží Španělska nedaleko města Alicante, pravděpodobnost jasného počasí v den úkazu byla 60 %. Stanice s č. 0 byla umístěna do 90% hloubky pásu annularity, zeměpisné souřadnice jsou:  $\varphi = 38^{\circ} 36' 20,4''$  N;  $\lambda = 00^{\circ} 02' 28,2''$  W; 0 m n. m. Stanice č. 1 se nacházela v 60 % hloubky pásu prstencového zatmění, zeměpisné souřadnice jsou:  $\varphi = 38^{\circ} 36' 20,4''$  N;  $\lambda = 00^{\circ} 18' 31,8''$  W; 40 m n. m. Třetí stanice s č. 2 byla umístěna na jižním okraji pásu annularity, zeměpisné souřadnice jsou:  $\varphi = 38^{\circ} 07' 40,2''$  N;  $\lambda = 00^{\circ} 38' 24,6''$  W; 5 m n. m.

Vzhledem k zaměření této práce zde použiji pouze hodnoty naměřené stanicí č. 0, která se nacházela nejbližší centrální linii pásu annularity. Stanici obsluhovali: Petr Mašek a Jan Vít. Obsluha neprováděla záznamy o stavu počasí. Snímky oblasti z družice MSG 1 v kanálu IR 10.7 jsou na přiloženém CD.

Z časových důvodů nebylo dne 2. 10. 2005 spuštěno 1. referenční měření. V den prstencového zatmění Slunce (3. 10. 2005) došlo ke spuštění měření v 05:00:00 UTC, ukončení měření proběhlo ve 14:17:00 UTC. Slunce v tento den vyšlo po zahájení měření – v 5:57 UTC a zapadlo po jeho skončení v 17:41 UTC.

T <sub>1</sub>	07:42:24 UTC
T <sub>2</sub>	09:00:23 UTC
T <sub>max</sub>	09:02:01,6 UTC
T <sub>3</sub>	09:04:37 UTC
T <sub>4</sub>	10:31:04 UTC
Velikost zatmění:	95,170 %

**Tabulka 7:** Elementy prstencového zatmění Slunce (3. 10. 2005)

Vypočteno pomocí [1].

Dne 4. 10. 2005 v 5:00:00 UTC bylo zahájeno 2. referenční měření, k jeho ukončení došlo ve 14:17:00 UTC. Slunce v tento den vyšlo také po zahájení měření – v 05:58 UTC a zapadlo po jeho skončení v 17:39 UTC.

## 4.2 Úplné zatmění Slunce 29. 3. 2006

Dne 29. 3. 2006 nastalo zatmění Slunce, které bylo z některých míst na Zemi pozorovatelné jako úplné. Pás totality začal ve východní části Brazílie, odkud dále pokračoval východním až severovýchodním směrem přes Atlantský oceán do Afriky. Zde procházel přes území Ghany, Toga, Beninu, Nigérie, Nigeru, Čadu a Lybie – poblíž čadskolybijské hranice dosahoval pás totality své maximální šířky (183,5 km) a doba trvání úplné fáze zatmění zde byla 4 min 06 s, posledním státním územím na africkém kontinentu, kde bylo možné pozorovat úplné zatmění Slunce, byl Egypt. Poté pás totality postupoval přes Středozemní moře na území Turecka, Černého moře, Gruzie a Ruské federace Kavkazem. Odtud dále pokračoval do severní části Kaspického moře, přecházel přes území Kazachstánu a vrátil se na území Ruské federace, jako poslední mohli toto úplné zatmění Slunce pozorovat obyvatelé severního Mongolska, kde pás totality skočil. [10]

Globální mapa viditelnosti zatmění Slunce je součástí příloh.

Při výběru pozorovacího stanoviště byl brán zřetel na dlouhodobou statistiku pojednávající o stavu počasí v oblasti pásu totality, jejíž autory jsou Fred Espenak a Jay Andersen z NASA a na analýzu stavu počasí sestavenou RNDr. Martinem Setvákem, CSc. z ČHMÚ a také na finanční možnosti účastníků expedice.

Za vhodné pozorovací stanoviště bylo zvoleno město Side nacházející se na jižním pobřeží Turecké republiky. Centrální linie pásu zatmění procházela pouhé 4 km od pozorovacího místa a pravděpodobnost jasného počasí v den úkazu byla 50–55 %. Zeměpisné souřadnice pozorovacího stanoviště jsou  $\varphi = 36^{\circ} 46' 48,2''$  N;  $\lambda = 31^{\circ} 23' 20,8''$  E; nadmořská výška: 2 m. n. m. Stanici s č. 1 obsluhovali: Martin Adamovský, Lumír Honzík, Miloslav Machoň a Ondřej Trnka. Záznamy o stavu počasí z uskutečněných měření jsou součástí příloh. Snímky oblasti z družice MSG 1 v kanálu IR 10.7 jsou na příloženém CD.

28. 3. 2006 bylo zahájeno 1. referenční měření, kvůli neočekávanému problému s obsluhou meteorologické stanice došlo k nastavení manuálního měření s periodou 10 s, jeho spuštění nastalo o 12 min později než se přepočítalo – v 6:09 UTC. Měření bylo manuálně ukončeno v čase 16:02:40 UTC. Slunce v tento den vyšlo před zahájením měření – ve 03:46 UTC a zapadlo po skončení měření v 16:12 UTC.

V den úplného zatmění Slunce (29. 3. 2006) se spuštění měření obešlo bez problémů, bylo automaticky zahájeno v 5:57 UTC. K automatickému ukončení měření došlo v 15:57:00 UTC. Slunce v tento den vyšlo před zahájením měření – ve 03:45 UTC a zapadlo po jeho skončení v 16:13 UTC.

T <sub>1</sub>	09:38:23 UTC
T <sub>2</sub>	10:55:00 UTC
T <sub>max</sub>	10:56:52,5 UTC
T <sub>3</sub>	10:58:45 UTC
T <sub>4</sub>	12:13:34 UTC
Velikost zatmění:	105,015 %

**Tabulka 8:** Elementy úplného zatmění Slunce (29. 3. 2006)

Vypočteno pomocí [1].

Z důvodu výrazné změny meteorologických podmínek způsobených příchodem teplého frontálního systému se 2. referenční měření dne 30. 3. 2006 neuskutečnilo.

## **5 Charakteristika měřených veličin**

### ***5.1 Intenzita globálního slunečního záření***

Intenzita globálního slunečního záření je fyzikální veličina definovaná jako součet intenzity rozptýleného a přímého slunečního záření dopadajícího na vodorovnou plochu. Její velikost a zastoupení jednotlivých složek slunečního záření se mění v závislosti na výšce Slunce nad horizontem, oblačnosti a míře znečištění atmosféry. Jednotkou této fyzikální veličiny je  $W \cdot m^{-2}$ .

Za soumraku před východem nebo po západu Slunce a v průběhu zamračených dnů se globální sluneční záření skládá výhradně z rozptýleného slunečního záření. Po východu Slunce a během jasných dnů tvoří majoritní část intenzity globálního slunečního záření přímé sluneční záření, přičemž jeho intenzita a míra zastoupení v globálním slunečním záření roste spolu s výškou Slunce nad horizontem.[5]

Během slunečního zatmění by velikost této veličiny měla růst, resp. klesat spolu s velikostí odkryté části slunečního disku.

### ***5.2 Intenzita odraženého záření od zemského povrchu***

Intenzita odraženého slunečního záření od zemského povrchu je fyzikální veličina, která určuje množství odraženého záření od zemského povrchu. Jednotkou této fyzikální veličiny je  $W \cdot m^{-2}$ . Změny ve velikosti této fyzikální veličiny pozorovatelné v průběhu dne jsou vyvolané především změnami intenzity globálního slunečního záření. [5]

V průběhu zatmění Slunce by velikost této veličiny měla růst, resp. klesat spolu s intenzitou globálního slunečního záření.

### ***5.3 Teplota vzduchu ve výšce 2 m nad zemí***

Teplota vzduchu ve výšce 2 m nad zemí je fyzikální veličina a zároveň standardní meteorologický prvek udávající tepelný stav vzduchu ve spodní vrstvě atmosféry, tj. schopnost vzduchu přijímat nebo předávat tepelnou energii. Za její jednotku byl pro tuto práci zvolen  $^{\circ}C$ . Změna této veličiny závisí především na změně teploty půdy.[5]

V průběhu zatmění Slunce by velikost teploty vzduchu ve výšce 2 m nad zemí měla růst, resp. klesat s určitým zpožděním vůči růstu resp. poklesu velikosti odkryté části slunečního disku.

#### ***5.4 Teplota vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí***

Teplota vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí je fyzikální veličina a zároveň meteorologický prvek udávající tepelný stav vzduchu v přízemní vrstvě atmosféry, tj. schopnost vzduchu přijímat nebo předávat tepelnou energii. Za jednotku této veličiny byl pro tuto práci zvolen °C. Změna této veličiny závisí zejména na změně teploty půdy.

Měření této veličiny umožňuje upřesnit tepelný stav vzduchu v přízemní vrstvě atmosféry.

V průběhu zatmění Slunce by velikost teploty vzduchu v přízemní vrstvě atmosféry měla růst, resp. klesat s určitým zpožděním vůči růstu resp. poklesu velikosti intenzity globálního slunečního záření.

#### ***5.5 Teplota půdy v hloubce 5 cm***

Teplota půdy v hloubce 5 cm je fyzikální veličina a zároveň meteorologický prvek udávající tepelný stav půdy v hloubce 5 cm, tj. schopnost půdy přijímat nebo předávat tepelnou energii. Za jednotku této veličiny byl pro tuto práci zvolen °C. Změna této veličiny závisí zejména na změně intenzitě globálního slunečního záření a na velikosti tepelné kapacity půdy.

Měření této veličiny umožňuje upřesnit tepelný stav půdy.

V průběhu zatmění Slunce by velikost teploty půdy měla růst, resp. klesat s určitým zpožděním vůči růstu resp. poklesu velikosti intenzity globálního slunečního záření.

#### ***5.6 Časové srovnání okamžiků teplotních minim a minima globálního slunečního záření***

Do této práce bylo zařazeno i časové srovnání výše popsaných měřených teplot a intenzity globálního slunečního záření, protože to umožňuje lépe znázornit model přenosu tepelné energie mezi půdou a jednotlivými vrstvami vzduchu.

V průběhu zatmění Slunce by se mělo projevit určité časové zpoždění teplotních minim vůči minimu intenzity globálního slunečního záření. Největší hodnotu by toto zpoždění mělo být u teploty půdy v hloubce 5 cm, což by bylo způsobeno její tepelnou kapacitou. Menší hodnoty by měly mít teplotní minima vzduchu. Přesněji hodnota časového zpoždění u teploty vzduchu ve výšce 5 cm by měla být v důsledku konvektivní výměny energie mezi vrstvami atmosféry ve srovnání s teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad zem nižší.

## 5.7 Relativní vlhkost vzduchu ve výšce 2 m

Relativní (*poměrná*) vlhkost vzduchu ve výšce 2 m nad zemí je fyzikální veličina a zároveň meteorologický prvek udávající míru nasycení vzduchu vodní parou. Je definována jako poměr mezi skutečným tlakem vodní páry a tlakem nasycené vodní páry při dané teplotě, resp. poměr skutečné absolutní vlhkosti vzduchu k absolutní vlhkosti, jaká by byla při určité teplotě v nasyceném vzduchu. Relativní vlhkost se obvykle udává v procentech, vzhledem k definici relativní vlhkosti, může tato veličina nabývat hodnot  $0 \div 100$  %. [5]

Za předpokladu, že se bude ve vzduchu nacházet stále množství vodních par, měla by velikost této veličiny během zatmění Slunce v důsledku snižující se teploty vzduchu růst.

## 5.8 Barva světla v barvovém prostoru sRGB

Jedním z možných způsobů, jak vyjadřovat barvu světla je pomocí souřadnic v barvovém prostoru. Při stavbě meteorologických přístrojů byl zvolen barvový prostor označovaný jako sRGB (*standard RGB Color Space*).

Tento barvový prostor byl definován firmami Hewlett-Packard a Microsoft a za nedlouho se stal nejrozšířenějším barvovým prostorem. Uvnitř gamutu oka byl definován sRGB trojúhelník zaznamenaných barev. Pokud se zaznamenaná barva nachází mimo trojúhelník sRGB, dojde k jejímu přepočtu na nejbližší barvu na okraji trojúhelníka (*viz. obr. 1*). [8]



Převzato z: [8]

**Obrázek 1:** Barvový prostor sRGB



Z fyzikálního hlediska je tato veličina bezrozměrná, jedná se pouze o poměrné zastoupení jednotlivých složek barvy (*červená, zelená a modrá*), tudíž součet hodnot jednotlivých složek barvy je vždy roven 1.

Barva slunečního světla je ovlivňována rozptylem slunečních paprsků v atmosféře. Rozeznáváme dva základní druhy rozptylu: molekulární a aerosolový

K molekulárnímu (*Rayleighovu*) rozptylu dochází na molekulách plynu (*vzduchu*). Tento druh rozptylu světla nejvíce ovlivňuje především světlo s krátkou vlnovou délkou (*např.: fialová, modrá*), nejméně působí na světlo s dlouhou vlnovou délkou (*např.: červené*). [5]

K aerosolovému rozptylu dochází na aerosolech (*např.: voda, sůl*). Nejvíce ovlivňuje tento druh rozptylu především světlo s dlouhou vlnovou délkou, naopak nejméně světlo s krátkou vlnovou délkou. Při aerosolovém rozptylu dochází navíc k pohlcování záření a k jeho následnému vyzařování ve formě tepelného (*infračerveného*) záření.

Kromě výše popsaných druhů rozptylů má na barvu přímého slunečního záření vliv i jev okrajového ztmavnutí Slunce.

Barva okraje Slunce je tmavší vzhledem k jeho středu. Tento jev je způsobený šikmým úhlem, pod kterým okraj pozorujeme. Vlivem absorpce dohlédneme tedy do menší hloubky, jelikož ve sluneční fotosféře teplota roste společně s hloubkou, je teplota plynu při okraji slunečního disku nižší než v jeho středu. Z oblasti slunečního okraje k nám tedy přilétají fotony s větší vlnovou délkou. [4]

## 5.9 Náhradní teplota chromatičnosti slunečního záření

Dalším ze způsobů, jak vyjádřit barvu světla je teplota chromatičnosti (*barvy*) záření. Tato fyzikální veličina vyjadřuje jakou teplotu má absolutně černé těleso, jehož záření vyvolá v lidském oku identický barevný vjem, jako měřené záření. Za její jednotku byl pro tuto práci zvolen K.

Je-li tvar spektrální křivky vyzařujícího tělesa odlišný od tvaru spektrální křivky absolutně černého tělesa, používá se pojem náhradní teplota chromatičnosti. Tato fyzikální veličina je definována jako teplota absolutně černého tělesa, při které je průběh spektrální křivky ve zkoumaném spektrálním oboru přibližně stejný jako tvar spektrální křivky absolutně černého tělesa. Její jednotkou je také K.



Převzato z [15]

**Obrázek 2:** Barva viditelného světla vyjádřená pomocí teploty chromatičnosti

## 5.10 Směr a rychlost větru

Vítr je základní meteorologický prvek charakterizující proudění vzduchových hmot v určitém místě zemské atmosféry v daném časovém okamžiku vzhledem k zemskému povrchu. [5]

Z fyzikálního hlediska se jedná o vektorovou veličinu, která se obvykle rozkládá na horizontální a vertikální složku větru, ovšem měřicími čidly modulu WAM probíhalo snímání pouze horizontální složky větru.

Vítr lze tedy popsat dvěma veličinami: rychlost a směr větru

Směrem větru se rozumí směr, odkud vítr vane. Udává se obvykle v úhlových stupních nebo v desítkách úhlových stupňů geografického azimutu, popř. v 8, 16, či 32 dílné stupnici pomocí mezinárodních zkratk vycházejících z anglických názvů jednotlivých světových stran, odkud vítr vane.<sup>8</sup>

Rychlostí větru se rozumí vzdálenost, jakou urazí pohybující se vzduchová hmota za jednotku času. Nejčastěji se velikost této veličiny udává v  $m \cdot s^{-1}$ .

Obecně je vznik větru podmíněn nerovnoměrným zahříváním jednotlivých míst planety Země. V důsledku tohoto jevu vznikají nad jednotlivými místy oblasti vzduchu s odlišnou hodnotou teploty, resp. hodnoty atmosférického tlaku, což je příčinou vzniku větru.

V pobřežních oblastech je vznik lokálního větru podmíněn nerovnoměrným zahříváním pevniny a moře, což vyvolává vznik větru. Typickým větrem pro tyto oblasti je bríza.

Brízu je možné rozdělit na dva základní druhy: pevninská a mořská

Mořská bríza je lokální vítr vanoucí od moře, který vzniká, pokud je teplota vzduchu nad mořem nižší než nad pevninou. Takovýto rozdíl teplot zapříčiní vytvoření oblasti vyššího tlaku vzduchu nad mořem ve srovnání s hodnotou tlaku vzduchu nad pevninou.

Pevninská bríza je lokální vítr vanoucí od pevniny a vzniká, pokud je teplota vzduchu nad pevninou nižší než nad mořem. Takovýto rozdíl teplot zapříčiní vytvoření oblasti vyššího tlaku vzduchu nad pevninou ve srovnání s hodnotou tlaku vzduchu nad mořem.

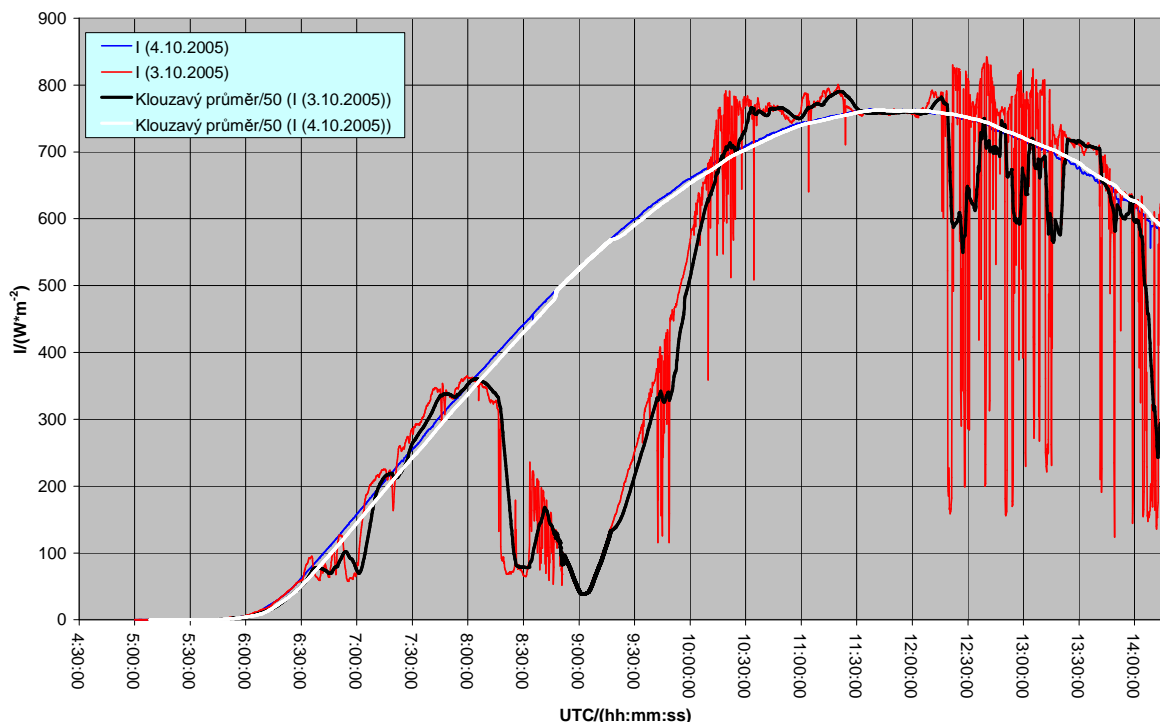
---

<sup>8</sup> Pro lepší orientaci je směr větru v této práci uváděn pomocí zkratk světových stran vycházejících z jejich českého označení.

## 6 Měření veličiny

### 6.1 Intenzita globálního slunečního záření

#### 6.1.1 Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005



**Graf 1:** Průběh intenzity globálního slunečního záření – Španělsko 2005

Na grafu č. 1 lze vidět průběh intenzity globálního slunečního záření. Modrá křivka zde reprezentuje referenční měření ze dne 4. října 2005 a červená měření ze dne prstencového zatmění Slunce (3. říjen 2005). Obě výše popsané křivky byly proloženy spojnicemi trendu klouzavého průměru s periodou 50 hodnot, od těchto spojnic se převážně odvíjí následující popis grafu č. 1. Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 4.

#### Referenční měření

Bílá spojnice trendu klouzavého průměru s periodou 50 hodnot ze dne referenčního měření (4. 10. 2005) je v celém svém průběhu převážně konkávního tvaru. V časovém intervalu od počátku měření do východu Slunce <05:00:00 UTC; 05:58 UTC) je charakter křivky stagnující až nepatrně rostoucí, což bylo způsobeno snižováním hloubky Slunce pod horizontem. Hodnota intenzity globálního slunečního záření je především v první polovině intervalu velmi blízko 0 W·m<sup>-2</sup>. V časovém intervalu <05:58 UTC; 11:52:10 UTC) je charakter křivky rostoucí, což bylo zapříčiněno zvyšující se výškou Slunce nad horizontem. Pro následné určení podílu intenzity globálního slunečního záření mezi referenčním dnem a dnem prstencového zatmění byla zvolena hodnota naměřená v čase 09:01:50 UTC, má hodnotu 531,226 W·m<sup>-2</sup>. Snižování výšky Slunce nad horizontem způsobilo, že křivka má v časovém intervalu <11:52:10 UTC; 14:17:00 UTC) klesající charakter.

## Měření v den zatmění

Černá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot ze dne prstencového zatmění Slunce má v časovém intervalu od počátku měření do východu Slunce (<05:00:00 UTC; 05:57 UTC) stagnující až nepatrně rostoucí charakter, což bylo způsobeno snižováním hloubky Slunce pod horizontem. Hodnota intenzity globálního slunečního záření je především v počáteční části intervalu blízka  $0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Rostoucí charakter křivky v časovém intervalu (<05:57 UTC; 06:36:40 UTC) byl způsoben zvyšující se výškou Slunce nad horizontem. Výkyvy, které jsou patrné v časovém intervalu (<06:36:40 UTC; 07:00:00 UTC), byly zapříčiněny přechodem nízké oblačnosti typu Sc přes Slunce. Rostoucí charakter křivky v časovém intervalu (<07:00:00 UTC; 08:03:20 UTC) byl způsoben opět zvyšováním výšky Slunce nad horizontem. Výkyvy ve výše popsaném časovém intervalu byly způsobeny přechodem oblačnosti přes Slunce. Pro stanovení průměrné hodnoty intenzity globálního slunečního záření před začátkem částečné fáze zatmění byly zvoleny hodnoty v časovém intervalu (<07:37:00 UTC; 07:40:00 UTC), jejich aritmetický průměr je 322, 851  $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Příčinou klesajícího charakteru křivky v časovém intervalu (<08:03:20 UTC; 08:15:30 UTC) je postupné zakrývání Slunce Měsícem. Prudší charakter křivky v časovém intervalu (<08:15:30 UTC; 08:28:20 UTC) a následný stagnující charakter křivky v časovém intervalu (<08:28:20 UTC; 08:32:50 UTC) je důsledkem zákrytu Slunce oblačností a Měsícem. Změna stagnujícího charakteru křivky na rostoucí v časovém intervalu (<08:32:50 UTC; 08:42:00 UTC) byla zapříčiněna odkrytím Slunce oblačností. Klesající charakter křivky v časovém intervalu (<08:42:00 UTC; 09:01:51 UTC) byl zapříčiněný postupným zakrýváním Slunce Měsícem. V čase 09:01:50 UTC dosahuje intenzita globálního slunečního záření své nejnižší hodnoty 38, 260  $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Rostoucí charakter, jenž je patrný v časovém intervalu (<09:01:51 UTC; 10:33:20 UTC), způsobil růst výšky Slunce nad horizontem a postupné odkrývání Slunce Měsícem. Křivka má v časovém intervalu (<10:33:20 UTC; 11:58:50 UTC) mírnější rostoucí charakter, jeho důsledkem je rostoucí výškou Slunce nad horizontem. Výkyvy patrné na vzestupné větvi grafu č. 1 byly způsobeny přechodem oblačnosti přes Slunce. Pokles výšky Slunce nad horizontem způsobil, že křivka má v časovém intervalu (<11:58:50 UTC; 14:17:00 UTC) klesající charakter.

Významné hodnoty jsou shrnuty v následujících tabulkách:

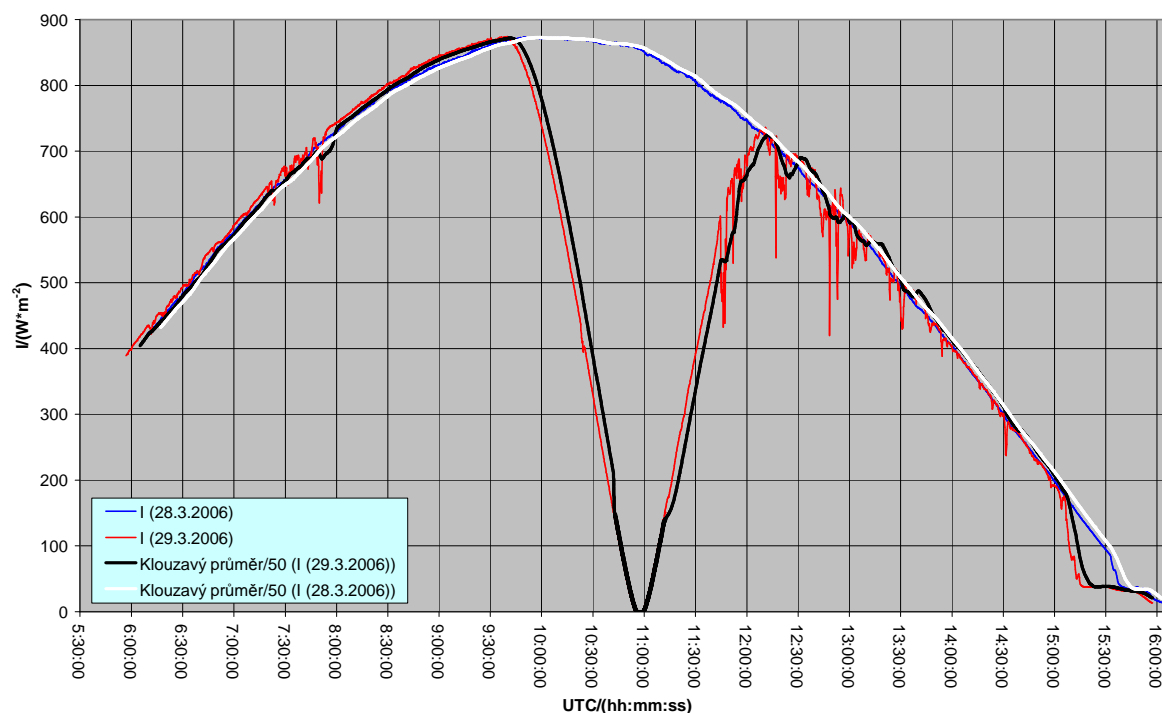
	Hodnota	Čas / (hh:mm:ss)
Prům. hodnota před $T_1$	322,851 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$	<07:37:00 UTC; 07:40:00 UTC)
minimum v době zatmění	38,260 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$	09:01:50 UTC
referenční měření	531,226 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$	09:01:50 UTC

**Tabulka 9:** Intenzita globálního slunečního záření – Španělsko 2005:  
Přehled významných hodnot

Podíl v rámci dne zatmění:	8,438
Podíl mezi 3. a 4. 10. 2005	13,885

**Tabulka 10:** Intenzita globálního slunečního záření – Španělsko 2005:  
Podíly významných hodnot

## 6.1.2 Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006



**Graf 2:** Průběh intenzity globálního slunečního záření – Turecko 2006

Na grafu č. 2 lze vidět průběh intenzity globálního slunečního záření. Modrá křivka zde reprezentuje referenční měření ze dne 28. března 2006 a červená měření ze dne úplného zatmění Slunce (29. března 2006). Obě výše popsané křivky byly proloženy spojnicemi trendu klouzavého průměru s periodou 50 hodnot, od těchto spojnic se převážně odvíjí následující popis grafu č. 2. Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 5.

### Referenční měření

Bílá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot ze dne referenčního měření uskutečněného dne 28. března 2006 má v celém svém průběhu převážně konkávní tvar. Rostoucí charakter křivky v časovém intervalu <05:57:00 UTC; 10:05:00 UTC) byl způsoben rostoucí výškou Slunce nad horizontem. Pro stanovení podílu intenzity globálního slunečního záření mezi referenčním dnem a dnem úplného zatmění Slunce byla zvolena hodnota v čase 10:56:50 UTC. Její hodnota je  $855,564 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ . Klesající charakter křivky lze vidět v časovém intervalu <10:56:50 UTC; 15:57:00 UTC) a byl vyvolán klesající výškou Slunce nad obzorem. Zásah měřících čidel stínem zapříčinil prudší klesající charakter křivky v časovém intervalu <15:33:00 UTC; 15:37:00 UTC). Zkreslení informace o stavu globálního slunečního záření v časovém intervalu <15:37:00 UTC; 16:02:40 UTC) způsobilo zakrytí Slunce oblačností typu Ac.

## Měření v den zatmění

Černá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot ze dne úplného zatmění Slunce má v časovém intervalu <05:57:00 UTC; 09:40:30 UTC) rostoucí charakter způsobený rostoucí výškou Slunce nad horizontem. Pro stanovení průměrné intenzity globálního slunečního záření před začátkem částečné fáze zatmění Slunce byly zvoleny hodnoty v časovém intervalu <09:34:00 UTC; 09:37:00 UTC), aritmetický průměr vybraných hodnot je  $871,629 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ . Klesající charakter křivky lze vidět na grafu č. 2 v časovém intervalu <9:40:30UTC; 10:56:48 UTC) a je způsoben postupným zakrýváním Slunce Měsícem. V čase 10:56:47 UTC dosahuje intenzita globálního slunečního záření své nejnižší hodnoty  $0,021 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ . Křivka má rostoucí charakter v časovém intervalu <10:56:48 UTC; 12:12:10 UTC). To bylo zapříčiněno postupným odkrýváním Slunce Měsícem. Klesající charakter křivky v časovém intervalu <12:12:10 UTC; 15:57:00 UTC) způsobila klesající výška Slunce nad horizontem. Výkyvy intenzity globálního slunečního záření ve výše popsanych časových intervalech byly způsobeny přechodem oblačnosti typu Ci přes Slunce. Prudký klesající charakter křivky v časovém intervalu <15:06:30 UTC; 15:22:00 UTC) zapříčinil zákryt Slunce oblačností typu Ac. Následný mírný pokles křivky v časovém intervalu <15:22:00 UTC; 15:57:00 UTC) byl způsoben zakrytím Slunce oblačností typu As.

Významné hodnoty jsou shrnuty v následujících tabulkách:

	Hodnota	Čas / (hh:mm:ss)
Prům. hodnota před $T_1$	$871,629 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	<09:34:00 UTC; 09:37:00 UTC)
minimum v době zatmění	$0,021 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	10:56:47 UTC
referenční měření	$855,564 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	10:56:50 UTC

**Tabulka 11:** Intenzita globálního slunečního záření – Turecko 2006:  
Přehled významných hodnot

Podíl v rámci dne zatmění:	41506,143
Podíl mezi 28. a 29. 3. 2006	40741,143

**Tabulka 12:** Intenzita globálního slunečního záření – Turecko 2006:  
Podíly významných hodnot

### 6.1.3 Zhodnocení

Ze zpracování intenzity globálního slunečního záření vyplývá, že tato veličina poklesla v průběhu dne prstencového zatmění Slunce o 88,1 % ze své původní hodnoty. Tentýž pokles zaznamenaný během úplného zatmění Slunce činí 99,998 %.

Tato čísla potvrzují, že velikost poklesu intenzity globálního slunečního záření roste, resp. klesá spolu s velikostí slunečního zatmění.

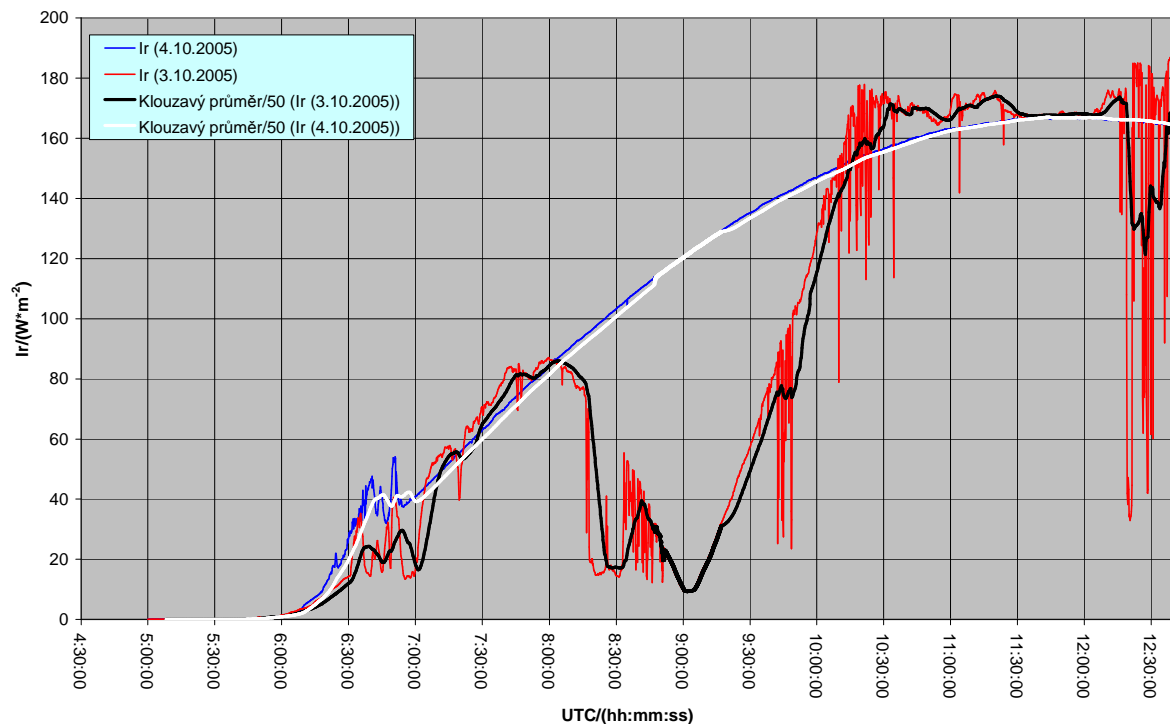
Při komparaci naměřeného času minimální hodnoty intenzity globálního slunečního záření během prstencového zatmění Slunce s časem  $T_{\max}$  v predikci (viz. *tabulka 7*) byla nalezena neshoda o velikosti 48,6 s.

Při komparaci naměřeného času minimální hodnoty intenzity globálního slunečního záření během úplného zatmění Slunce s časem  $T_{\max}$  v predikci (viz. *tabulka 8*) byla nalezena neshoda o velikosti 5,5 s.

Výše uvedené časové neshody byly pravděpodobně způsobeny nepřesnými vstupními parametry, se kterými předpovědní server provádí výpočty.

## 6.2 Intenzita odraženého záření od zemského povrchu

### 6.2.1 Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005



**Graf 3:** Průběh odraženého záření od zemského povrchu – Španělsko 2005

Na grafu č. 3 lze vidět průběh intenzity odraženého záření od zemského povrchu. Modrá křivka zde reprezentuje referenční měření ze dne 4. října 2005 a červená měření ze dne prstencového zatmění Slunce (3. říjen 2005). Obě výše popsané křivky byly proloženy spojnicemi trendu klouzavého průměru s periodou 50 hodnot, od těchto spojnic se převážně odvíjí následující popis grafu č. 3. Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 6.

#### Referenční měření

Bílá spojnice trendu klouzavého průměru s periodou 50 hodnot ze dne referenčního měření (4. 10. 2005) je v celém svém průběhu převážně konkávního tvaru. V časovém intervalu od počátku měření do východu Slunce (<05:00:00 UTC; 05:58 UTC) je charakter křivky stagnující až nepatrně rostoucí, což bylo způsobeno zvýšením intenzity dopadajícího slunečního záření na zemský povrch. Hodnota intenzity odraženého záření od zemského povrchu je především v první polovině intervalu velmi blízko  $0 W \cdot m^{-2}$ . V časovém intervalu <05:58 UTC; 11:52:40 UTC) je charakter křivky stále rostoucí, což je zapříčiněno zvyšující se výškou Slunce nad horizontem. Příčinu výkyvů, jež jsou patrné v časovém intervalu <06:25:30 UTC; 06:56:40 UTC), se kvůli nedostatku záznamů pozorovací skupiny nepodařilo objasnit. Pro následné určení podílu intenzity odraženého záření od zemského povrchu mezi referenčním dnem a dnem prstencového zatmění byla zvolena hodnota naměřená v čase 09:01:13 UTC. Její hodnota je  $121,529 W \cdot m^{-2}$ . Snižování výšky Slunce nad horizontem způsobilo, že křivka má v časovém intervalu <11:52:40 UTC; 14:17:00 UTC) klesající charakter.



## Měření v den zatmění

Černá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot ze dne prstencového zatmění Slunce má v časovém intervalu od počátku měření do východu Slunce (<05:00:00 UTC; 05:57 UTC) stagnující až nepatrně rostoucí charakter, což bylo způsobeno snižováním hloubky Slunce pod horizontem. Hodnota intenzity odraženého záření od zemského povrchu je především v počáteční části intervalu blízko  $0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Rostoucí charakter křivky v časovém intervalu (<05:57 UTC; 06:36:40 UTC) je způsoben zvyšující se výškou Slunce nad horizontem. Výkyvy, které jsou patrné v časovém intervalu (<06:36:40 UTC; 07:00:00 UTC), byly zapříčiněny přechodem nízké oblačnosti typu Sc přes Slunce. Rostoucí charakter křivky v časovém intervalu (<07:00:00 UTC; 08:03:20 UTC) byl způsoben zvyšováním výšky Slunce nad horizontem. Výkyvy ve výše popsaném časovém intervalu byly zapříčiněny přechodem oblačnosti přes Slunce. Pro stanovení průměrné hodnoty intenzity globálního slunečního záření před začátkem částečného zatmění byly zvoleny hodnoty v časovém intervalu (<07:37:00 UTC; 07:40:00 UTC), jejich aritmetický průměr je  $78,422 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ .

Příčinou klesajícího charakteru křivky v časovém intervalu (<08:03:20 UTC; 08:15:30 UTC) je postupné zakrývání Slunce Měsícem. Prudší charakter křivky v časovém intervalu (<08:15:30 UTC; 08:28:20 UTC) a následný stagnující charakter křivky v časovém intervalu (<08:27:40 UTC; 08:32:50 UTC) jsou důsledkem zákrytu Slunce oblačností a Měsícem. Změna stagnujícího charakteru křivky na rostoucí v časovém intervalu (<08:32:50 UTC; 08:42:00 UTC) byla zapříčiněna odkrytím Slunce oblačností. Klesající charakter křivky v časovém intervalu (<08:42:00 UTC; 09:01:14 UTC) byl způsoben dalším postupným zakrýváním Slunce Měsícem. V čase 09:01:13 UTC dosahuje intenzita globálního slunečního záření své nejnižší hodnoty  $9,304 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Prudce rostoucí charakter křivky, jenž je patrný v časovém intervalu (<09:01:14 UTC; 10:33:20 UTC) způsobil růst výšky Slunce nad horizontem a postupné odkrývání Slunce Měsícem. Změnu prudce rostoucího charakteru křivky na mírně rostoucí, jenž je patrný v časovém intervalu (<10:33:20 UTC; 11:58:50 UTC) způsobil konec částečné fáze zatmění Slunce. Výkyvy patrné na vzestupné větvi grafu č. 3 byly způsobeny přechodem oblačnosti přes Slunce. Pokles výšky Slunce nad horizontem způsobil, že křivka má v časovém intervalu (<11:58:50 UTC; 14:17:00 UTC) klesající charakter.

Významné hodnoty jsou shrnuty v následujících tabulkách:

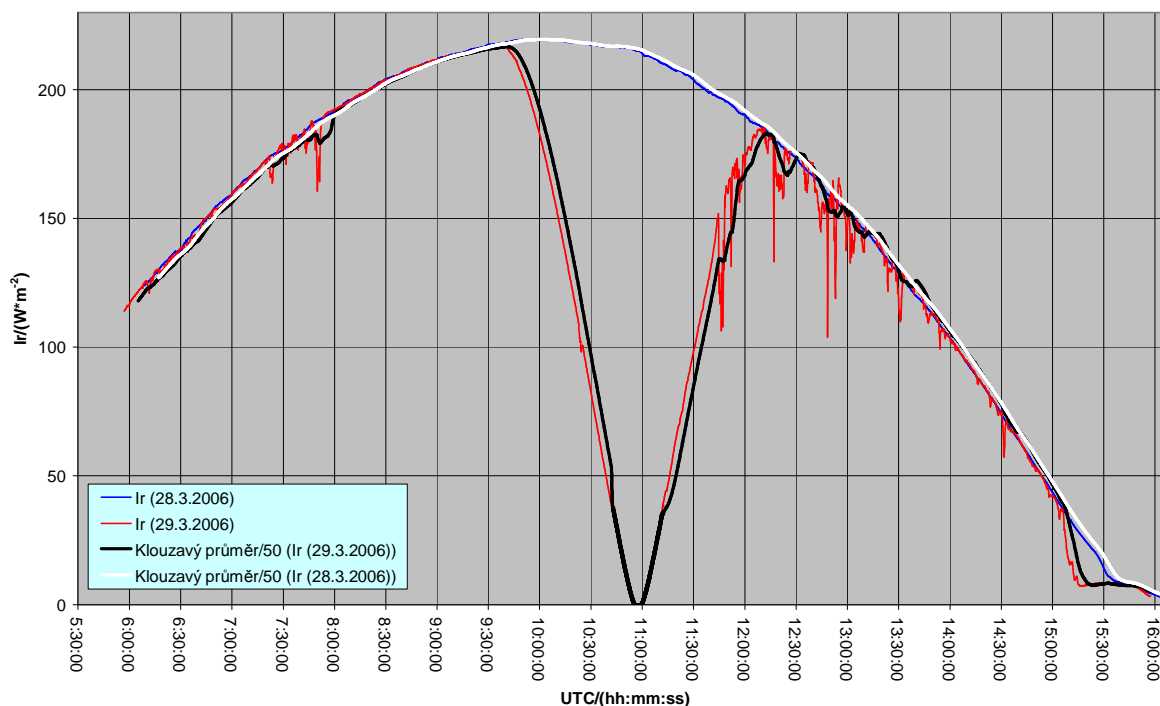
	Hodnota	Čas / (hh:mm:ss)
Prům. hodnota před $T_1$	$78,422 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	<07:37:00 UTC; 07:40:00 UTC)
minimum v době zatmění	$9,304 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	09:01:13 UTC
referenční měření	$121,529 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	09:01:13 UTC

**Tabulka 13:** Intenzita odraženého záření od zemského povrchu – Španělsko 2005:  
Přehled významných hodnot

Podíl v rámci dne zatmění:	8,429
Podíl mezi 3. a 4. 10. 2005	13,031

**Tabulka 14:** Intenzita odraženého záření od zemského povrchu – Španělsko 2005:  
Podíly významných hodnot

## 6.2.2 Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006



**Graf 4:** Průběh odraženého záření od zemského povrchu – Turecko 2006

Na grafu č. 4 lze vidět průběh intenzity odraženého záření od zemského povrchu. Modrá křivka zde reprezentuje referenční měření ze dne 28. března 2006 a červená měření ze dne úplného zatmění Slunce (29. březen 2006). Obě výše popsané křivky byly proloženy spojnicemi trendu klouzavého průměru s periodou 50 hodnot, od těchto spojnic se převážně odvíjí následující popis grafu č. 4. Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 7.

### Referenční měření

Bílá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot ze dne referenčního měření uskutečněného dne 28. března 2006 má v celém svém průběhu převážně konkávní tvar. Rostoucí charakter křivky v časovém intervalu <05:57:00 UTC; 10:05:00 UTC) byl způsoben rostoucí výškou Slunce nad horizontem. Pro určení podílu intenzity odraženého záření od zemského povrchu mezi referenčním dnem a dnem úplného zatmění Slunce byla zvolena hodnota v čase 10:56:50 UTC, tj.  $215,146 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Klesající charakter křivky lze vidět v časovém intervalu <10:56:50 UTC; 15:57:00 UTC) a byl zapříčiněn klesající výškou Slunce nad horizontem. Prudší klesající charakter křivky <15:33:00 UTC; 15:37:00 UTC) v časovém intervalu byl způsoben zasažením zemského povrchu pod měřicími čidly stínem. Zkreslení informace o velikosti intenzity odraženého záření od zemského povrchu v časovém intervalu <15:37:00 UTC; 16:02:40 UTC) způsobilo zakrytí Slunce oblačností typu Ac.

## Měření v den zatmění

Černá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot ze dne úplného zatmění Slunce má v časovém intervalu <5:57:00 UTC; 9:40:30 UTC) rostoucí charakter, což bylo způsobeno rostoucí výškou Slunce nad horizontem. Pro stanovení průměrné intenzity odraženého záření od zemského povrchu byly zvoleny hodnoty v časovém intervalu <09:34:00 UTC; 09:37:00 UTC), aritmetický průměr vybraných hodnot je  $216,792 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ . Klesající charakter křivky lze vidět na grafu č. 4 v časovém intervalu <9:40:30 UTC; 10:56:48 UTC) a byl způsoben postupným zakrýváním Slunce Měsícem. V čase 10:56:47 UTC dosahuje intenzita odraženého slunečního záření své nejnižší hodnoty  $0,004 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ . Křivka má rostoucí charakter v časovém intervalu <10:56:48 UTC; 12:12:10 UTC). To je zapříčiněno postupným odkrýváním Slunce Měsícem. Klesající charakter křivky v časovém intervalu <12:12:10 UTC; 15:57:00 UTC) způsobila klesající výška Slunce nad horizontem. Výkyvy intenzity odraženého záření od zemského povrchu na výše popsanych časových intervalech byly způsobeny přechodem oblačnosti druhu Ci přes Slunce. Prudký klesající charakter křivky v časovém intervalu <15:06:30 UTC; 15:22:00 UTC) je způsoben zakrytím Slunce oblačností typu Ac. Následný mírný pokles křivky v časovém intervalu <15:22:00 UTC; 15:57:00 UTC) je způsoben zakrytím Slunce oblačností typu As, což mělo za následek úbytek intenzity globálního slunečního záření.

Významné hodnoty jsou shrnuty v následujících tabulkách:

	Hodnota	Čas / (hh:mm:ss)
Prům. hodnota před $T_1$	$216,792 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	<09:34:00 UTC; 09:37:00 UTC)
minimum v době zatmění	$0,004 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	10:56:47 UTC
referenční měření	$215,146 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	10:56:50 UTC

**Tabulka 15:** Intenzita odraženého záření od zemského povrchu – Turecko 2006:  
Přehled významných hodnot

Podíl v rámci dne zatmění:	54387,474
Podíl mezi 28. a 29. 3. 2006	53974,591

**Tabulka 16:** Intenzita odraženého záření od zemského povrchu – Turecko 2006:  
Podíly významných hodnot

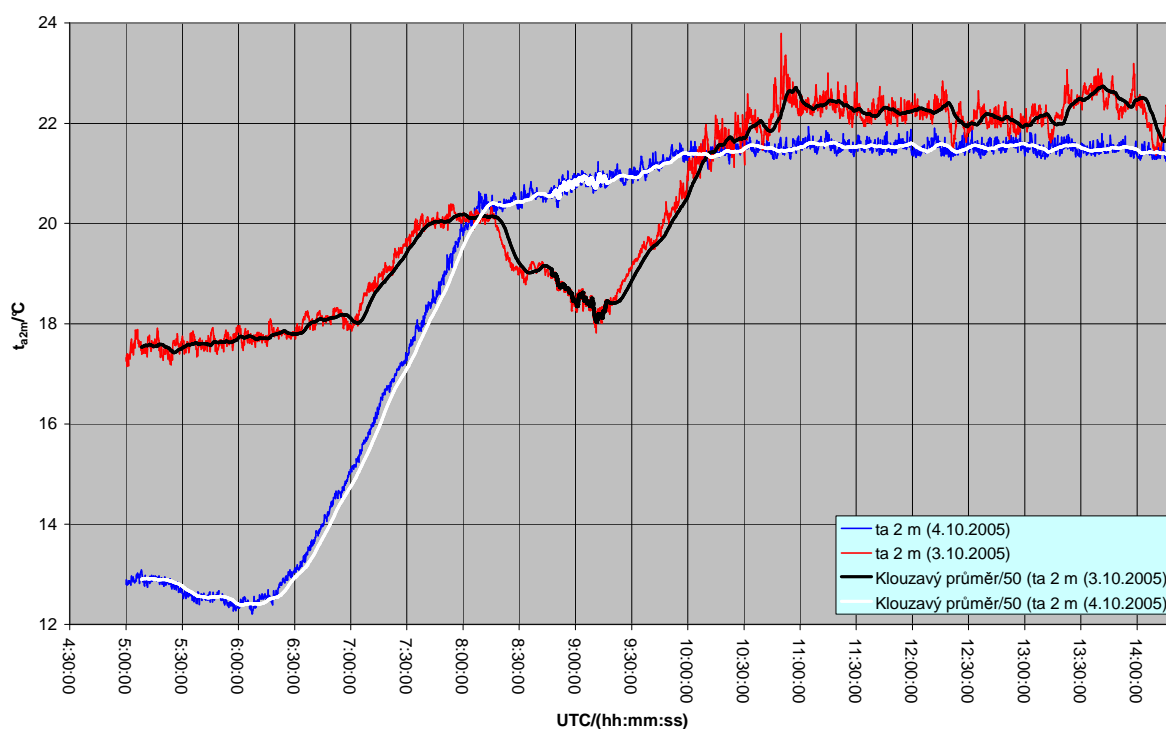
### 6.2.3 Zhodnocení

Ze zpracování intenzity odraženého záření od zemského povrchu plyne, že tato veličina poklesla v průběhu dne prstencového zatmění Slunce o 88,1 % ze své původní hodnoty. Tentýž pokles zaznamenaný během úplného zatmění Slunce činí 99,998 %.

Výše uvedená čísla ukazují, že velikost poklesu intenzity odraženého záření od zemského povrchu roste, resp. klesá spolu s velikostí slunečního zatmění.

## 6.3 Teplota vzduchu ve 2 m nad zemí

### 6.3.1 Prstencové zatmění – Španělsko 2005



**Graf 5:** Průběh teploty vzduchu ve výšce 2 m nad zemí – Španělsko 2005

Graf č. 5 znázorňuje průběh teploty vzduchu ve výšce 2 m nad zemí. Modrá křivka zde reprezentuje referenční měření ze dne 4. října 2005 a červená měření uskutečněného v den prstencového zatmění Slunce (3. říjen 2005). Obě křivky byly proloženy spojnicemi trendu klouzavého průměru s periodou 50 hodnot, od kterých se převážně odvíjí následující popis grafu č. 5. Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 8.

#### Referenční měření

Bílá spojnice trendu klouzavého průměru s periodou 50 hodnot znázorňující referenční měření ze dne 4. 10. 2005 má v časovém intervalu od začátku měření do východu Slunce (<05:00:00 UTC; 05:58 UTC) klesající charakter způsobený stavem počasí nad pozorovacím stanovištěm. Obloha nebyla v tuto dobu pokryta oblačností, docházelo tak k vyzařování tepelné energie ve formě infračerveného záření ze zemského povrchu. Klesající charakter křivky je zřetelný i v časovém intervalu po východu Slunce (<05:58 UTC; 06:07 UTC), jelikož teplota přízemních vrstev atmosféry začne stoupat až po určité době po východu Slunce, je to způsobeno zejména tepelnou kapacitou zemského povrchu. V časovém intervalu (<06:07 UTC; 08:10 UTC) má křivka rostoucí charakter, což je způsobeno rostoucí výškou Slunce nad obzorem. Mírný rostoucí charakter křivky můžeme vidět i v časovém intervalu (<08:10 UTC; 10:36 UTC), což bylo způsobeno zvýšenou rychlostí větru vanoucího od moře (*JV směr*), teplota moře byla v tuto dobu pravděpodobně nižší než teplota pevniny. Pro stanovení rozdílu teploty vzduchu ve 2 m nad zemí mezi referenčním dnem a dnem prstencového zatmění byla zvolena hodnota naměřená v čase 9:11:03 UTC, tj. 20,83 °C. V časovém intervalu (<10:36 UTC; 14:17:00 UTC) je charakter křivky stagnující až mírně klesající způsobený klesající

výškou Slunce nad horizontem a relativně vysokou tepelnou kapacitou pevniny, která zabraňovala prudšímu poklesu teploty.

### Měření v den zatmění

Černá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot ze dne prstencového zatmění Slunce má v časovém intervalu od zahájení měření do východu Slunce (<05:00:00 UTC; 05:57 UTC) mírně rostoucí charakter, což bylo způsobeno přítomností nízké oblačnosti typu Sc nad pozorovacím stanovištěm, která blokovala únik tepelné energie ve formě infračerveného záření. Tento charakter má křivka i po východu Slunce v časovém intervalu (<05:57 UTC; 07:01 UTC) a byl i nadále způsoben přítomností nízké oblačnosti nad pozorovacím místem. V časovém intervalu (<07:01 UTC; 07:40 UTC) je charakter křivky rostoucí, jehož příčinou je rozpad nízké oblačnosti nad mořem a následné zvýšení přísunu tepelné energie přicházející ve formě slunečního záření. Velký vliv na rostoucí charakter křivky má také zvyšující se výška Slunce nad horizontem. Změna rostoucího charakteru křivky na stagnující až mírně rostoucí charakter v časovém intervalu (<07:40 UTC; 08:15 UTC) byla zapříčiněna opětovnou přítomností nízké oblačnosti nad pozorovacím stanovištěm a postupným zakrýváním Slunce Měsícem. Z hodnot v časovém intervalu (<07:37:00 UTC; 07:40:00 UTC) byla užitím aritmetického průměru spočítána průměrná teplota vzduchu ve výšce 2 m nad zemí před začátkem částečné fáze zatmění Slunce. Má hodnotu 20,02 °C. Klesající charakter křivky v časovém intervalu (<08:15 UTC; 09:11:04 UTC) je způsobený postupným zakrýváním Slunce Měsícem, výkyvy teploty byly zapříčiněny přechodem oblačnosti přes Slunce. V čase 09:11:03 UTC dosahovala teplota vzduchu ve 2 m nad zemí své nejnižší hodnoty 17,82 °C. V časovém intervalu (<09:11:04 UTC; 10:56 UTC) lze vidět rostoucí charakter křivky způsobený postupným odkrýváním Slunce Měsícem a současně rostoucí výškou Slunce nad horizontem. Kvůli přechodu oblačnosti v závěru intervalu nelze z grafu č. 5 stanovit okamžik, od kdy přestalo mít majoritní vliv na nárůst teploty zatmění Slunce. Křivka má mírně klesající charakter v časovém intervalu (<10:56 UTC; 13:20 UTC) způsobený klesající výškou Slunce nad horizontem a občasným přechodem oblačnosti přes Slunce, který zabraňuje ohřevu zemského povrchu a od něj spodních vrstev atmosféry. Rostoucí charakter křivky lze vidět v časovém intervalu (<13:20 UTC; 13:40 UTC), což bylo způsobeno úbytkem oblačnosti přecházející přes Slunce. V časovém intervalu (<13:40 UTC; 14:17:00 UTC) má křivka klesající charakter způsobený již zřetelným poklesem výšky Slunce nad horizontem.

Významné hodnoty jsou shrnuty v následujících tabulkách:

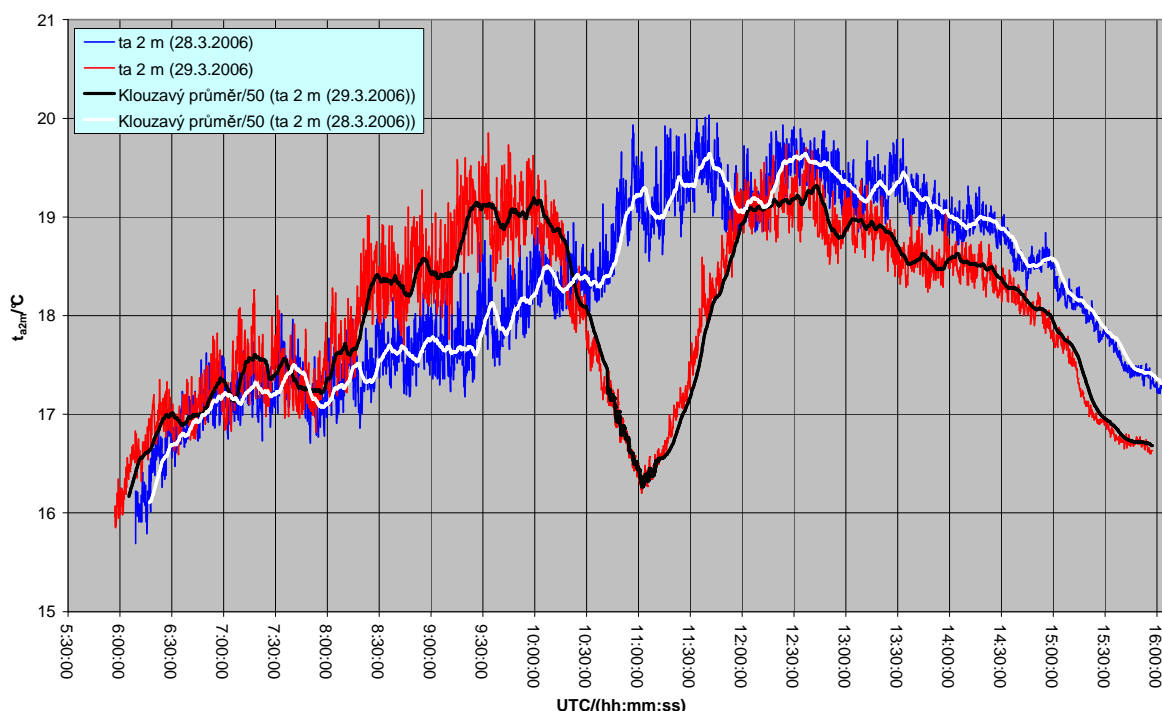
	Hodnota	Čas / (hh:mm:ss)
Prům. hodnota před T <sub>1</sub>	20,02 °C	<07:37:00 UTC; 07:40:00 UTC)
minimum v době zatmění	17,82 °C	09:11:03 UTC
referenční měření	20,83 °C	09:11:03 UTC

**Tabulka 17:** Teplota vzduchu ve 2 m nad zemí – Španělsko 2005:  
Přehled významných hodnot

Rozdíl v rámci dne zatmění:	2,20 °C
Rozdíl mezi 3. a 4. 10. 2005	3,01 °C

**Tabulka 18:** Teplota vzduchu ve 2 m nad zemí – Španělsko 2005:  
Rozdíly významných hodnot

## 6.3.2 Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006



**Graf 6:** Průběh teploty vzduchu ve výšce 2 m nad zemí – Turecko 2006

Graf č. 6 znázorňuje průběh teploty vzduchu ve výšce 2 m nad zemí. Modrá křivka zde reprezentuje referenční měření ze dne 28. března 2006 a červená měření uskutečněného v den úplného zatmění Slunce (29. březen 2006). Obě křivky byly proloženy spojnicemi trendu klouzavého průměru s periodou 50 hodnot, od nichž se převážně odvíjí následující popis grafu č. 6. Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 9.

### Referenční měření

Bílá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot referenčního měření má v celém svém průběhu převážně konkávní a asymetricky mírně deformovaný tvar. V časovém intervalu <6:09:00 UTC; 11:45 UTC) je charakter křivky rostoucí. Pro určení rozdílu teploty vzduchu ve 2 m nad zemí mezi referenčním dnem a dnem zatmění Slunce byla zvolena teplota naměřená v čase 11:02:00 UTC, její hodnota je 19,15 °C. Pokles teploty vzduchu ve 2 m nad zemí v časovém intervalu <11:45 UTC; 12:17 UTC) je důsledkem nárazů větru od moře (*JZ směr*) o průměrné rychlosti  $2,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , přičemž teplota vzduchu nad mořem byla podstatně nižší než teplota vzduchu nad pevninou. Příčinou klesajícího charakteru křivky v časovém intervalu <12:17;16:02:40) je klesající výška Slunce nad obzorem.

## Měření v den zatmění

Černá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot ze dne úplného zatmění Slunce je v časovém intervalu <05:57:00 UTC; 09:43 UTC) převážně rostoucího charakteru, což bylo způsobeno rostoucí výškou Slunce nad horizontem. Z hodnot v časovém intervalu <09:34:00 UTC; 09:37:00 UTC) byla pomocí aritmetického průměru spočítána průměrná teplota vzduchu před začátkem částečné fáze zatmění Slunce 18,80 °C. V časovém intervalu <09:43 UTC; 11:01:56 UTC) má křivka klesající charakter, který byl způsoben postupným zakrýváním Slunce Měsícem. V čase 11:01:55 UTC dosahuje teplota vzduchu ve výšce 2 m nad zemí své nejnižší hodnoty v době slunečního zatmění 16,20 °C. Příčinou rostoucího charakteru křivky v časovém intervalu <11:01:56 UTC; 12:17 UTC) je nárůst dopadajícího slunečního záření, což bylo způsobeno postupným odkrýváním slunečního disku Měsícem. V časovém intervalu <12:17 UTC; 15:57:00 UTC) je křivka opět klesající, to bylo způsobeno klesající výškou Slunce nad obzorem.

Významné hodnoty jsou shrnuty v následujících tabulkách:

	Hodnota	Čas / (hh:mm:ss)
Prům. hodnota před $T_1$	18,80 °C	<09:34:00 UTC; 09:37:00 UTC)
minimum v době zatmění	16,20 °C	11:01:55 UTC
referenční měření	19,15 °C	11:02:00 UTC

**Tabulka 19:** Teplota vzduchu ve 2 m nad zemí – Turecko 2006:  
Přehled významných hodnot

Pokles v rámci dne zatmění:	2,60 °C
Rozdíl mezi 28. a 29. 3. 2006	2,95 °C

**Tabulka 20:** Teplota vzduchu ve 2 m nad zemí – Turecko 2006:  
Rozdíly významných hodnot

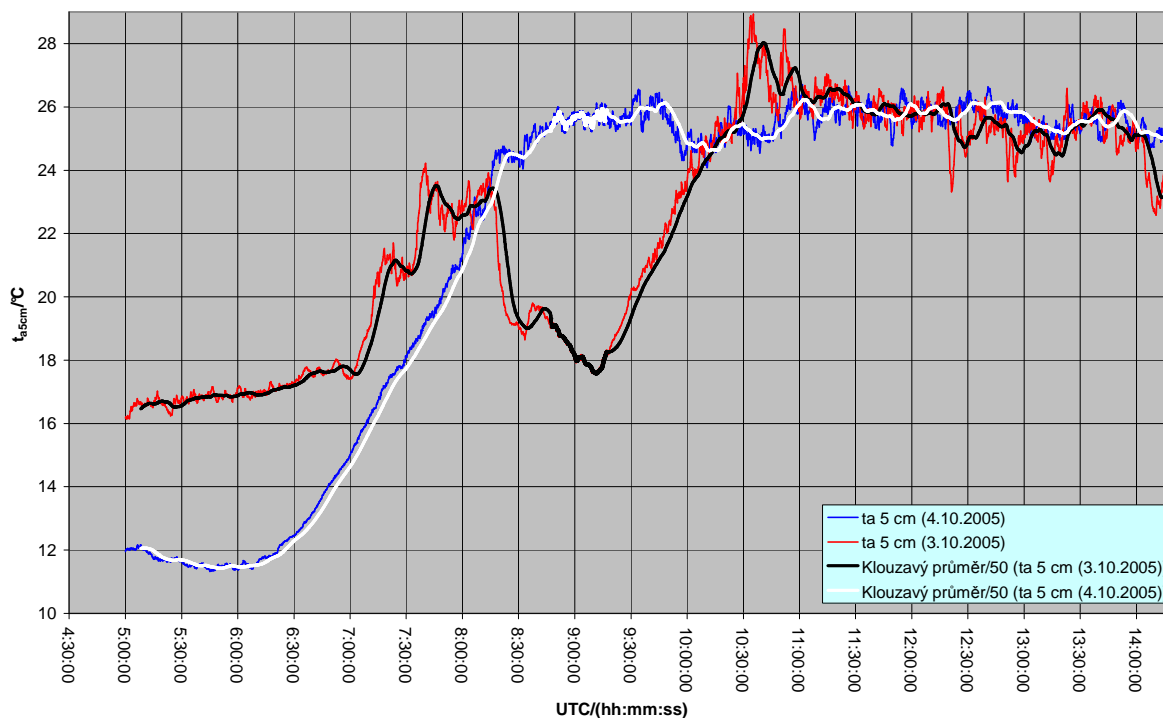
### 6.3.3 Zhodnocení

Ze zpracování teploty vzduchu ve výšce 2 m nad zemí plyne, že tato veličina poklesla v průběhu dne prstencového zatmění Slunce ve Španělsku v roce 2005 o 11,0 % ze své původní hodnoty. Tentýž pokles zaznamenaný během úplného zatmění Slunce v Turecku v roce 2006 činí 13,8 %.

Výše uvedená čísla ukazují, že velikost poklesu teploty vzduchu ve výšce 2 m roste, resp. klesá spolu s velikostí slunečního zatmění.

## 6.4 Teplota vzduchu v 5 cm nad zemí

### 6.4.1 Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005



**Graf 7:** Průběh teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí – Španělsko 2005

Graf č. 7 znázorňuje změny teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí. Modrá křivka zde reprezentuje referenční měření ze dne 4. října 2005 a červená měření uskutečněného v den prstencového zatmění Slunce (3. říjen 2005). Obě křivky byly proloženy spojnicemi trendu klouzavého průměru s periodou 50 hodnot, od kterých se převážně odvíjí následující popis grafu č. 7. Tento graf je ve větší velikosti součástí přílohy jako Příloha č. 10.

#### Referenční měření

Bílá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot referenčního měření ze dne 4. 10. 2005 má v časovém intervalu od počátku měření do východu Slunce přesněji v časovém intervalu <05:00:00 UTC; 05:58 UTC) klesající charakter způsobený stavem počasí nad pozorovacím stanovištěm. Obloha byla jasná, a tak docházelo k úniku tepelné energie ze zemského povrchu ve formě infračerveného záření, což mělo za následek pokles teploty i v přízemní vrstvě atmosféry. V časovém intervalu <05:58 UTC; 06:02 UTC) můžeme taktéž vidět klesající charakter křivky, jelikož teplota přízemních vrstev atmosféry začne stoupat až po určité době po východu Slunce, což bylo způsobeno zejména tepelnou kapacitou zemského povrchu a zpožděním při konvektivním ohřevu vzduchu od povrchu. V časovém intervalu <06:02 UTC; 11:03 UTC) je charakter křivky rostoucí, jehož příčinou je rostoucí výška Slunce nad obzorem. Přičemž v časovém intervalu <08:22 UTC; 11:03 UTC) je charakter křivky mírně rostoucí, což bylo způsobeno zejména zvýšenou rychlostí větru vanoucího od moře (*JV směr*), teplota moře byla v tuto dobu pravděpodobně nižší než teplota pevniny, což se projevilo mírnějším nárůstem teploty. Pro následné určení rozdílu teplot vzduchu v 5 cm nad zemí mezi referenčním měřením a měřením ze dne úplného zatmění Slunce byla zvolena hodnota naměřená v čase 09:10:43 UTC. Její hodnota je 25,73 °C.



Příčinou klesajícího charakteru křivky časového intervalu <11:03 UTC; 14:17:00 UTC) je klesající výška Slunce nad horizontem.

### Měření v den zatmění

Černá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot ze dne prstencového zatmění Slunce má v časovém intervalu od zahájení měření do východu Slunce <05:00:00 UTC; 05:57 UTC) mírně rostoucí charakter, což bylo způsobeno přítomností nízké oblačnosti nad pozorovacím stanovištěm, která blokovala prudšímu ohřevu přízemní vrstvy atmosféry. Tento charakter má křivka i po východu Slunce v časovém intervalu <05:57 UTC; 07:02 UTC) a je i nadále způsoben přítomností nízké oblačnosti nad pozorovacím stanovištěm. V časovém intervalu <07:02 UTC; 07:20 UTC) je charakter křivky rostoucí, jehož příčinou je rozpad nízké oblačnosti nad mořem a následné zvýšení intenzity dopadajícího slunečního záření. Velký vliv na rostoucí charakter křivky má také rostoucí výška Slunce nad horizontem. Příčinou klesajícího charakteru křivky v časovém intervalu <07:20 UTC; 07:33 UTC) je přechod oblačnosti přes Slunce, který způsobil snížení intenzity globálního slunečního záření. Opětovný rostoucí charakter křivky lze sledovat na grafu č. 7 v časovém intervalu <07:33 UTC; 07:46 UTC), byl zapříčiněn odkrytím Slunce oblačností a rostoucí výškou Slunce nad horizontem. Z hodnot v časovém intervalu <07:37:00 UTC; 07:40:00 UTC) byla užitím aritmetického průměru spočítána průměrná teplota vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí před začátkem zatmění. Její hodnota je 23,67 °C. Klesající charakter křivky v časovém intervalu <07:46 UTC; 07:57 UTC) způsobil přechod oblačnosti přes Slunce. V časovém intervalu <07:57 UTC; 08:16 UTC) je charakter křivky opět rostoucí, což bylo opět způsobeno rostoucí výškou Slunce nad horizontem. Klesající charakter křivky v časovém intervalu <08:16 UTC; 08:33 UTC) je způsoben postupným zakrýváním Slunce Měsícem a oblačností. Náhlá změna charakteru křivky z klesajícího na rostoucí v časovém intervalu <08:33 UTC; 08:40 UTC) byla zapříčiněna odkrytím Slunce oblačností, což umožnilo ohřev přízemní vrstvy atmosféry. V čase 09:10:43 UTC dosahuje teplota vzduchu v 5 cm nad zemí své nejnižší hodnoty 17,56 °C. Rostoucí charakter křivky v časovém intervalu <09:10:44 UTC; 10:41 UTC) je důsledkem postupného odkrývání Slunce Měsícem a zvyšováním výšky Slunce nad obzorem. Na grafu č. 7 si lze všimnout, že je křivka v časovém intervalu <10:28 UTC; 10:41 UTC) rostoucího charakteru, z čehož lze usoudit, že v tomto časovém intervalu je nárůst teploty způsoben pouze rostoucí výškou Slunce nad horizontem. Začínající klesající charakter křivky v časovém intervalu <10:41 UTC; 14:17:00 UTC) je způsoben klesající výškou Slunce nad horizontem. Výkyvy teploty v tomto časovém intervalu byly způsobeny přechodem oblačnosti přes Slunce.

Významné hodnoty jsou shrnuty v následujících tabulkách:

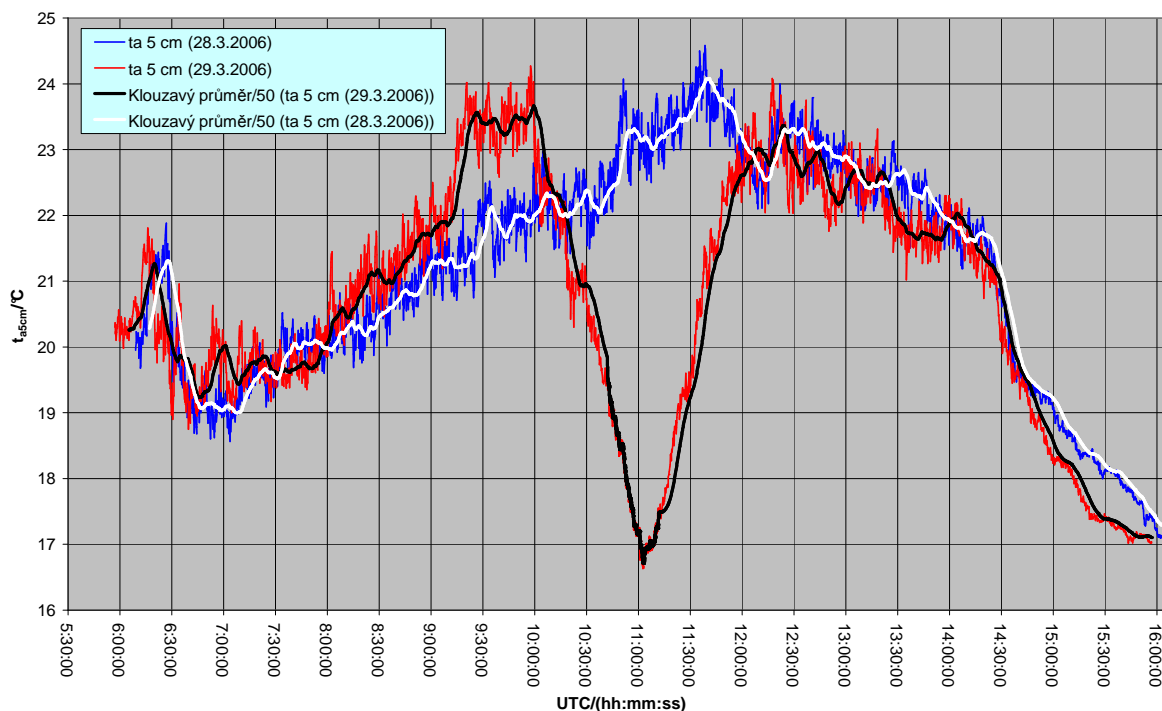
	Hodnota	Čas / (hh:mm:ss)
Prům. hodnota před T <sub>1</sub>	23,67 °C	<07:37:00 UTC; 07:40:00 UTC)
minimum v době zatmění	17,56 °C	09:10:43 UTC
referenční měření	25,73 °C	09:10:43 UTC

**Tabulka 21:** Teplota vzduchu v 5 cm nad zemí – Španělsko 2005:  
Přehled významných hodnot

Rozdíl v rámci dne zatmění:	6,11 °C
Rozdíl mezi 3. a 4. 10. 2005	8,17 °C

**Tabulka 22:** Teplota vzduchu v 5 cm nad zemí – Španělsko 2005:  
Rozdíly významných hodnot

## 6.4.2 Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006



**Graf 8:** Průběh teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí – Turecko 2006

Graf č. 8 znázorňuje průběh teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí. Modrá křivka reprezentuje referenční měření ze dne 28. března 2006 a červená měření uskutečněného v den úplného zatmění Slunce (29. březen 2006). Obě křivky byly proloženy spojnicemi trendu klouzavého průměru s periodami 50 hodnot, od kterých se převážně odvíjí následující popis grafu č. 8. Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 11.

### Referenční měření

Bílá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot referenčního měření ze dne 28. března 2006 má kromě počátku v dalším průběhu konkávní tvar. V časovém intervalu <6:09:00 UTC; 6:28 UTC) je převážně rostoucího charakteru, který byl způsoben zvyšující se výškou Slunce nad horizontem. Náhlá změna rostoucího charakteru křivky na klesající v časovém intervalu <6:28 UTC; 07:04 UTC) byla zapříčiněna pravděpodobně zvýšenou rychlostí větru chladnějšího charakteru. V časovém intervalu <07:04 UTC; 11:41 UTC) má křivka rostoucí charakter, což vyvolala již zmiňovaná rostoucí výška Slunce nad horizontem. Pro následné určení rozdílu teplot vzduchu v 5 cm nad zemí mezi referenčním měřením a měřením ze dne úplného zatmění byla zvolena hodnota naměřená v čase 11:02.30 UTC. Její hodnota je 22,97 °C. Prudký pokles této veličiny, jenž je patrný v časovém intervalu <11:41 UTC; 12:14 UTC) a její opětovný nárůst v časovém

intervalu <12:14 UTC; 12:26 UTC), jsou vyvolány několikaminutovými nárazy větru vanoucího od chladného moře (*JZ směr*) o průměrné rychlosti  $2,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Klesající charakter křivky v časovém intervalu <12:26 UTC; 16:02:40 UTC) je zapříčiněn klesající výškou Slunce nad obzorem.

### Měření v den zatmění

Černá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot ze dne úplného zatmění Slunce má v časovém intervalu <5:57:00 UTC; 6:17 UTC) převážně rostoucí charakter, což je zapříčiněno rostoucí výškou Slunce nad horizontem. Následný pokles teploty vzduchu v 5 cm nad zemí v časovém intervalu <6:17 UTC; 6:46 UTC) způsobil s největší pravděpodobností vítr chladnějšího charakteru v přízemní vrstvě atmosféry. V časovém intervalu <6:17 UTC; 9:59 UTC) má křivka převážně rostoucí charakter, což bylo způsobeno rostoucí výškou Slunce nad horizontem a následným ohřevem přízemní vrstvy atmosféry. Pro stanovení průměrné teploty před začátkem částečné fáze zatmění byly zvoleny hodnoty v časovém intervalu <9:34:00 UTC; 9:37:00 UTC), aritmetický průměr teploty vzduchu v 5 cm nad zemí v tomto časovém intervalu má hodnotu  $23,31 \text{ }^\circ\text{C}$ . V časovém intervalu <9:59 UTC; 11:02:31 UTC) má křivka klesající charakter, který byl způsobený úbytkem dopadajícího slunečního záření, jehož příčinou je postupné zakrývání Slunce Měsícem. V čase 11:02:30 UTC dosahuje teplota vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí své nejnižší hodnoty  $16,63 \text{ }^\circ\text{C}$ . Příčinou rostoucího charakteru křivky v časovém intervalu <11:02:31 UTC; 12:10 UTC) je nárůst intenzity dopadajícího slunečního záření, což bylo zapříčiněno postupným odkrýváním slunečního disku Měsícem. V časovém intervalu <12:10 UTC; 15:57:00 UTC) následuje opět pokles teploty, který byl způsoben klesající výškou Slunce nad horizontem.

Významné hodnoty jsou shrnuty v následujících tabulkách:

	Hodnota	Čas / (hh:mm:ss)
Prům. hodnota před $T_1$	$23,31 \text{ }^\circ\text{C}$	<09:34:00 UTC; 09:37:00 UTC)
minimum v době zatmění	$16,63 \text{ }^\circ\text{C}$	11:02:30 UTC
referenční měření	$22,97 \text{ }^\circ\text{C}$	11:02:30 UTC

**Tabulka 23:** Teplota vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí – Turecko 2006:  
Přehled významných hodnot

Pokles v rámci dne zatmění:	$6,68 \text{ }^\circ\text{C}$
Rozdíl mezi 28. a 29. 3. 2006	$6,34 \text{ }^\circ\text{C}$

**Tabulka 24:** Teplota vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí – Turecko 2006:  
Rozdíly významných hodnot

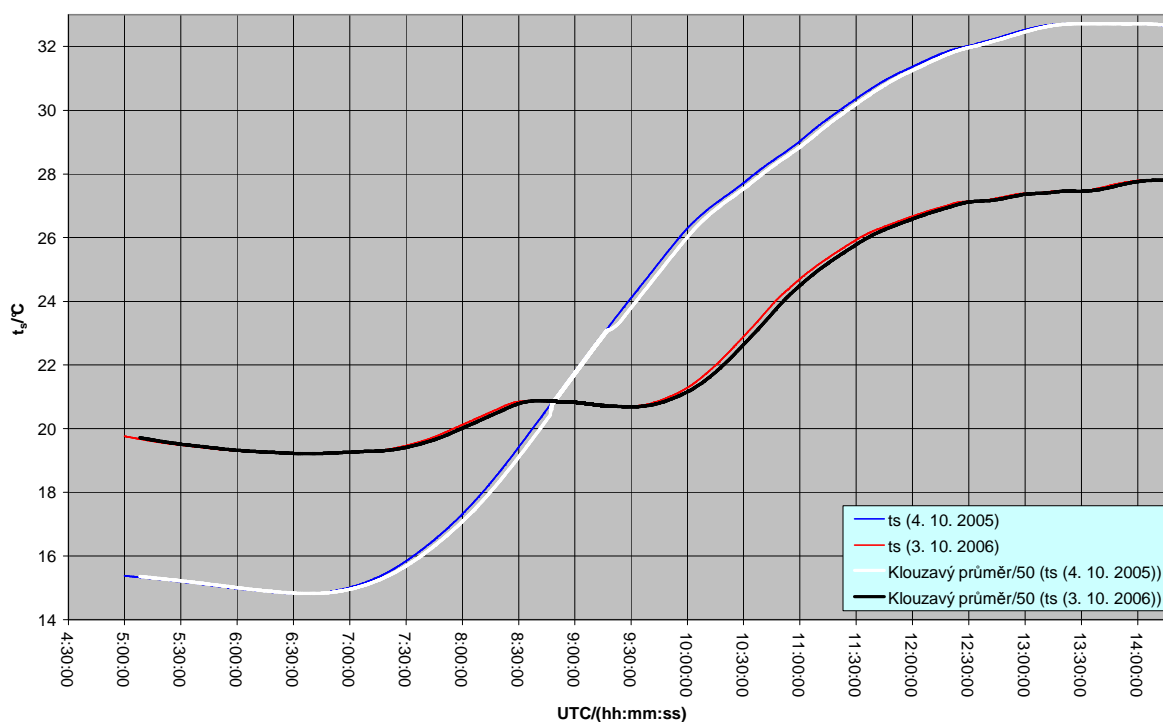
### 6.4.3 Zhodnocení

Zpracování teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí ukázalo, že tato veličina poklesla v průběhu dne prstencového zatmění Slunce ve Španělsku v roce 2005 o 25,8 % ze své původní hodnoty. Tentýž pokles zaznamenaný během úplného zatmění Slunce v Turecku v roce 2006 činí 28,7 %.

Výše uvedená čísla ukazují, že velikost poklesu teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí roste, resp. klesá spolu s velikostí slunečního zatmění.

## 6.5 Teplota půdy v hloubce 5 cm

### 6.5.1 Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005



**Graf 9:** Průběh teploty půdy v hloubce 5 cm – Španělsko 2005

Na grafu č. 9 je znázorněn průběh teploty půdy v hloubce 5 cm pod zemí. Modrá křivka reprezentuje referenční měření ze dne 4. října 2005 a červená měření uskutečněného v den prstencového zatmění Slunce (3. říjen 2005). Obě křivky byly proloženy spojnicí trendu klouzavého průměru s periodou 50 hodnot, od kterých se převážně odvíjí následující popis grafu č. 9. Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 12.

## Referenční měření

Bílá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot ze dne referenčního měření (4. 10. 2005) má v časovém intervalu od počátku měření do východu Slunce (<5:00:00 UTC; 5:58 UTC) klesající charakter, což způsobil únik tepelné energie ve formě infračerveného záření. Pro následné určení rozdílu teplot vzduchu v 5 cm nad zemí mezi referenčním měřením a měřením ze dne úplného zatmění byla zvolena hodnota naměřená v čase 09:26:00 UTC. Její velikost je 23,81 °C. Následuje změna charakteru křivky z klesajícího na rostoucí, který je patrný v časovém intervalu <09:26:00 UTC; 14:17:00 UTC), jeho příčinou je zvyšování intenzity globálního slunečního záření. V závěru časového intervalu není příčinou rostoucího charakteru křivky měnící se výška Slunce nad horizontem, ale vysoká tepelná kapacita půdy.

## Měření v den zatmění

Černá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot ze dne prstencového zatmění Slunce má v časovém intervalu od počátku měření do východu Slunce (<05:00:00 UTC; 05:57 UTC) klesající charakter, což bylo způsobeno únikem tepelné energie ve formě infračerveného záření. Klesající charakter je zřejmý i v časovém intervalu <05:57 UTC; 06:46 UTC) a je způsobený vysokou tepelnou kapacitou půdy. V časovém intervalu <06:46 UTC; 08:37 UTC) je charakter křivky rostoucí a byl způsobený rostoucí výškou Slunce nad horizontem. Vzhledem k vysoké tepelné kapacitě zemského povrchu byly pro stanovení průměrné teploty před částečnou fází zatmění zvoleny hodnoty v časovém intervalu <08:35:00 UTC; 08:38:00 UTC), v tomto časovém intervalu již probíhala částečná fáze zatmění, ale jak lze vidět na grafu č. 9, teplota se před výše zvoleným časovým intervalem stále zvyšovala. Aritmetický průměr teploty půdy je 20,88 °C. Klesající charakter křivky lze vidět v časovém intervalu <08:37 UTC; 09:26 UTC), pokles teploty půdy v hloubce 5 cm byl způsoben postupným zakrýváním Slunce Měsícem. Minimální hodnoty v době zatmění Slunce dosahuje teplota v hloubce 5 cm pod povrchem v čase 09:26:00 UTC, tedy asi 24 min po maximální fázi prstencového zatmění Slunce, její hodnota je 20,68 °C. V časovém intervalu <09:26 UTC; 14:17:00 UTC) je charakter křivky rostoucí, což je způsobeno postupným odkrýváním Slunce Měsícem a zároveň rostoucí výškou Slunce nad horizontem.

Významné hodnoty jsou shrnuty v následujících tabulkách:

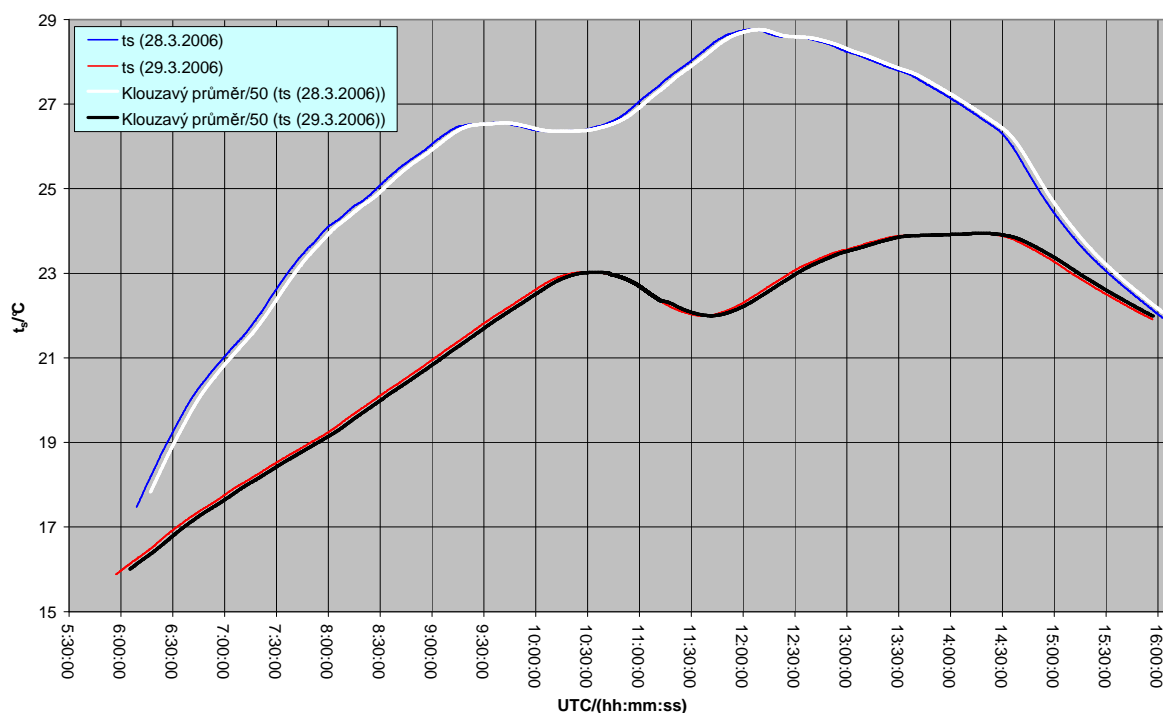
	Hodnota	Čas / (hh:mm:ss)
Prům. hodnota před T <sub>1</sub>	20,88 °C	<08:35:00 UTC; 08:38:00 UTC)
minimum v době zatmění	20,68 °C	09:26:00 UTC
referenční měření	23,81 °C	09:26:00 UTC

**Tabulka 25:** Teplota půdy v hloubce 5 cm – Španělsko 2005: Přehled významných hodnot

Rozdíl v rámci dne zatmění:	0,20 °C
Rozdíl mezi 3. a 4. 10. 2005	3,13 °C

**Tabulka 26:** Teplota půdy v hloubce 5 cm – Španělsko 2005: Rozdíly významných hodnot

## 6.5.2 Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006



**Graf 10:** Průběh teploty půdy v hloubce 5 cm – Turecko 2006

Na grafu č. 10 lze vidět průběh teploty půdy v hloubce 5 cm. Modrá křivka zde reprezentuje referenční měření ze dne 28. 3. 2006 a červená měření ze dne úplného zatmění Slunce (29. 3. 2006). U obou křivek došlo k jejich proložení spojnicemi trendu klouzavého průměru, perioda každého klouzavého průměru má hodnotu 50. Následující popis průběhu teploty z referenčního dne a ze dne zatmění Slunce vychází z křivek znázorňující klouzavý průměr. Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 13.

### Referenční měření

Bílá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot ze dne 28. 3. 2006 má v časovém intervalu <06:09:40 UTC; 09:38 UTC) rostoucí charakter, což bylo způsobeno přírůstkem tepelné energie pod zemský povrch, jehož příčinou je zvyšující se intenzita dopadajícího slunečního záření. Pravděpodobně přechod stínu nad podzemním teplotním čidlem zapříčinil pokles a následný vzestup teploty půdy v časovém intervalu <09:38 UTC; 10:05 UTC). Rostoucí charakter teploty v časovém intervalu <10:05 UTC; 12:08 UTC) byl způsoben rostoucí výškou Slunce a následným nárůstem intenzity dopadajícího slunečního záření na povrch Země. Pro určení rozdílu teplot naměřených v hloubce 5 cm mezi referenčním měřením a měřením ze dne úplného zatmění byla zvolena hodnota naměřená v čase 11:38:50 UTC, 28,32 °C. Příčinou následné změny rostoucího charakteru teploty na klesající v časovém intervalu <12:08; 16:02:40 UTC) je úbytek intenzity dopadajícího slunečního záření na zemský povrch způsobený klesající výškou Slunce nad horizontem.

## Měření v den zatmění

Černá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot měření ze dne úplného zatmění Slunce má v časovém intervalu <5:57:00 UTC; 10:34 UTC) rostoucí charakter, což bylo způsobeno zvyšující se intenzitou dopadajícího slunečního záření na zemský povrch. Vzhledem k vysoké tepelné kapacitě zemského povrchu byly pro určení průměrné teploty před zatměním zvoleny hodnoty v časovém intervalu <10:30:00 UTC; 10:33:00 UTC), v tomto časovém intervalu již probíhala částečná fáze zatmění, ale jak lze vidět na grafu č. 10, teplota se před výše zvoleným časovým intervalem stále zvyšovala. Aritmetický průměr je 23,02 °C. Klesající charakter teploty je z grafu č. 10 patrný v časovém intervalu <10:33 UTC; 11:38:51 UTC) a je způsoben úbytkem dopadajícího slunečního záření, jehož příčinou je postupné zakrývání Slunce Měsícem. V čase 11:38:50 UTC dosahuje teplota v hloubce 5 cm pod zemí své nejnižší hodnoty 21,99 °C. V časovém intervalu <11:38:51 UTC; 14:27 UTC) je charakter křivky opět rostoucí, což bylo způsobeno postupným odkrýváním Slunce Měsícem. Příčnou klesajícího charakteru křivky v časovém intervalu <14:27 UTC; 15:57:00 UTC) je úbytek intenzity dopadajícího slunečního záření způsobený klesající výškou Slunce nad horizontem.

Významné hodnoty jsou shrnuty v následujících tabulkách:

	Hodnota	Čas / (hh:mm:ss)
Prům. hodnota před T <sub>1</sub>	23,02 °C	<10:30:00 UTC; 10:33:00 UTC)
minimum v době zatmění	21,99 °C	11:38:50 UTC
referenční měření	28,32 °C	11:38:50 UTC

**Tabulka 27:** Teplota půdy v hloubce 5 cm – Turecko 2006: Přehled významných hodnot

Pokles v rámci dne zatmění:	1,03 °C
Rozdíl mezi 28. a 29. 3. 2006	6,33 °C

**Tabulka 28:** Teplota půdy v hloubce 5 cm – Turecko 2006: Rozdíly významných hodnot

### 6.5.3 Zhodnocení

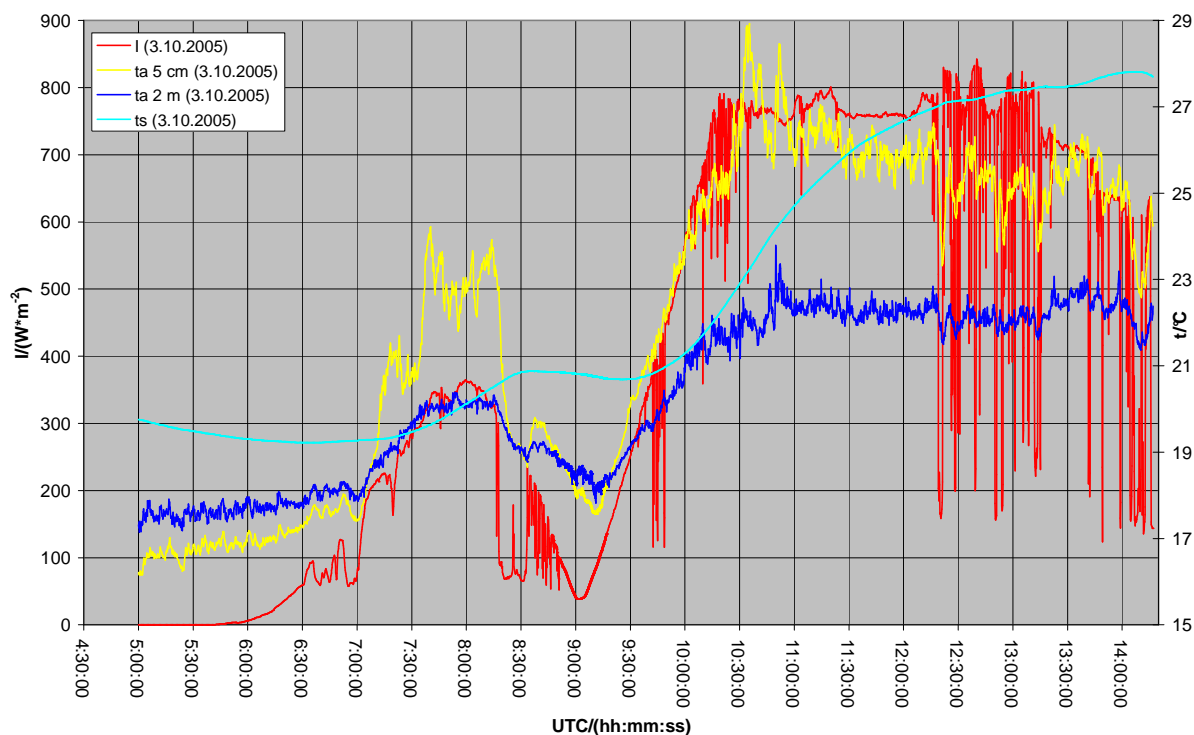
Ze zpracování teploty půdy v hloubce 5 cm vyplývá, že tato veličina poklesla v průběhu dne prstencového zatmění Slunce ve Španělsku v roce 2005 o 0,96 % ze své původní hodnoty. Tentýž pokles zaznamenaný během úplného zatmění Slunce v Turecku v roce 2006 činí 4,47 %.

Výše uvedená čísla ukazují, že velikost poklesu teploty půdy v hloubce 5 cm roste, resp. klesá spolu s velikostí slunečního zatmění.

## 6.6 Časové srovnání okamžiků teplotních minim a minima globálního slunečního záření

### 6.6.1 Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005

Vzhledem k tomu, že dne 4. 10. 2005 nenastalo úplné zatmění Slunce, nebylo provedeno zpracování dat z tohoto dne.



**Graf 11:** Srovnání okamžiků teplotních minim a minima globálního slunečního záření – Španělsko 2005

Na grafu č. 11 lze vidět průběh intenzity globálního slunečního záření znázorněný křivkou červené barvy, hodnoty pro tuto veličinu byly zaneseny na levou osu y. Zbývající tři křivky reprezentují průběhy teplot, žlutá znázorňuje průběh teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí, azurová průběh teploty půdy v hloubce 5 cm a modrá teplotu vzduchu ve výšce 2 m nad zemí. Jejich hodnoty byly zaneseny na pravou osu y. Křivky reprezentují průběhy výše uvedených veličin ze dne prstencového zatmění Slunce (3. 10. 2005). Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 14.

Nejzajímavějšími body křivek jsou minima způsobená úplným zatměním Slunce. Při pohledu na graf č. 11 je zřejmé určité opoždění teplotních minim vůči minimu intenzity globálního slunečního záření. Přesné časové rozdíly jednotlivých teplotních minim vůči minimu intenzity globálního slunečního záření jsou uvedeny v následující tabulce. Příčinou časových rozdílů mezi minimy měřených teplot vzduchu a intenzity globálního slunečního záření (viz. tabulka č. 19) je tepelná kapacita zemského povrchu a zpoždění způsobené konvektivním ohřevem vzduchu od zemského povrchu. Relativně vysoký časový rozdíl mezi minimem teploty půdy v hloubce 5 cm a minimem intenzity globálního slunečního záření byl zapříčiněn vysokou tepelnou kapacitou zemského povrchu.

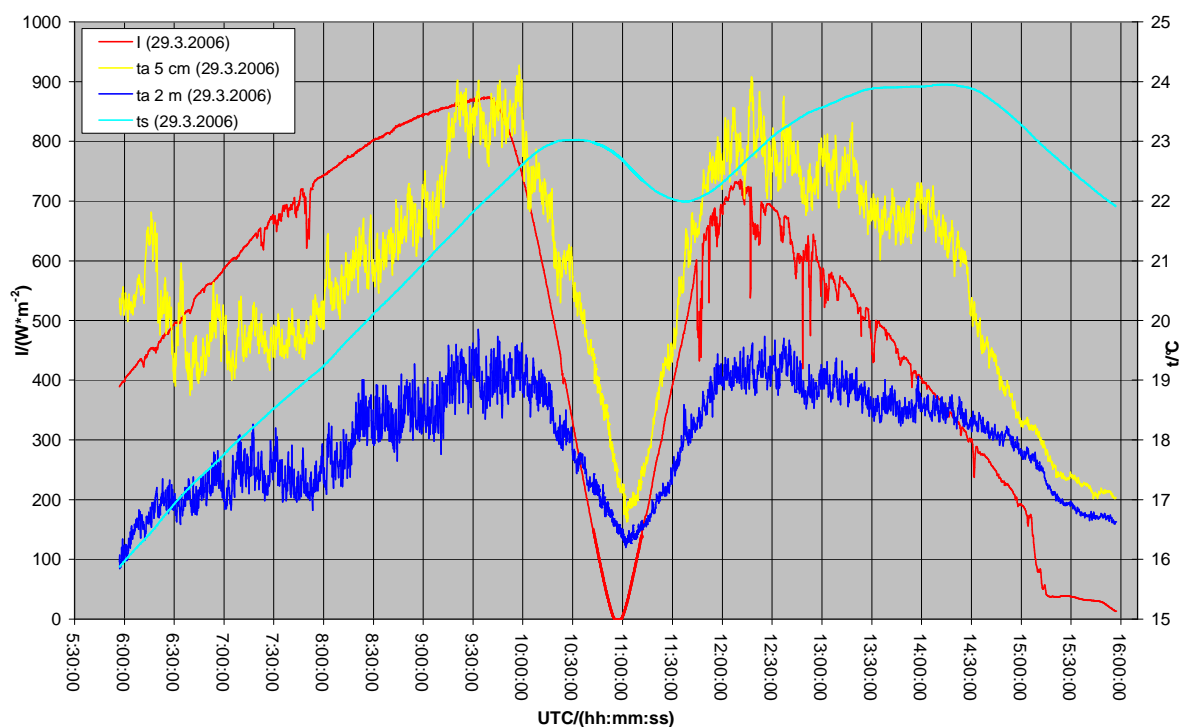


	Čas
Teplota vzduchu ve výšce 2 m nad zemí	00 h 09 min 13 s
Teplota vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí	00 h 08 min 53 s
Teplota půdy v hloubce 5 cm	00 h 24 min 10 s

**Tabulka 29:** Zpoždění teplotních minim vůči minimu globálního slunečního záření – Španělsko 2005

## 6.6.2 Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006

Vzhledem k tomu, že dne 28. 3. 2006 nenastalo úplné zatmění Slunce, nebylo provedeno zpracování dat z tohoto dne.



**Graf 12:** Srovnání okamžiků teplotních minim a minima globálního slunečního záření – Turecko 2006

Na grafu č. 12 lze vidět průběh intenzity globálního slunečního záření znázorněný křivkou červené barvy, hodnoty pro tuto veličinu byly zaneseny na levou osu y. Zbylé tři křivky reprezentují průběhy teplot, žlutá znázorňuje průběh teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí, azurová průběh teploty půdy v hloubce 5 cm a modrá teplotu vzduchu ve výšce 2 m nad zemí. Hodnoty teplot byly zaneseny na pravou osu y. Křivky reprezentují průběhy výše uvedených veličin ze dne úplného zatmění Slunce (29. 3. 2006). Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 15.

Nejzajímavějšími body křivek jsou minima způsobená úplným zatměním Slunce. Při pohledu na graf č. 12 je zřejmé určité opoždění teplotních minim vůči minimu intenzity globálního slunečního záření. Přesné časové rozdíly jednotlivých teplotních minim vůči minimu intenzity globálního slunečního záření jsou uvedeny v tabulce č. 20. Příčinou vyššího časového rozdílu mezi minimem teploty vzduchu ve výšce 2 m a minimem intenzity globálního slunečního záření než téhož rozdílu zaznamenaného u teploty vzduchu ve výšce 5 cm je s největší pravděpodobností vyšší rychlost větru v přízemní vrstvě atmosféry.

	Čas
Teplota vzduchu ve výšce 2 m nad zemí	00 h 05 min 08 s
Teplota vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí	00 h 05 min 43 s
Teplota půdy v hloubce 5 cm	00 h 42 min 03 s

**Tabulka 30:** Zpoždění teplotních minim vůči minimu globálního slunečního záření – Turecko 2006

### 6.6.3 Zhodnocení

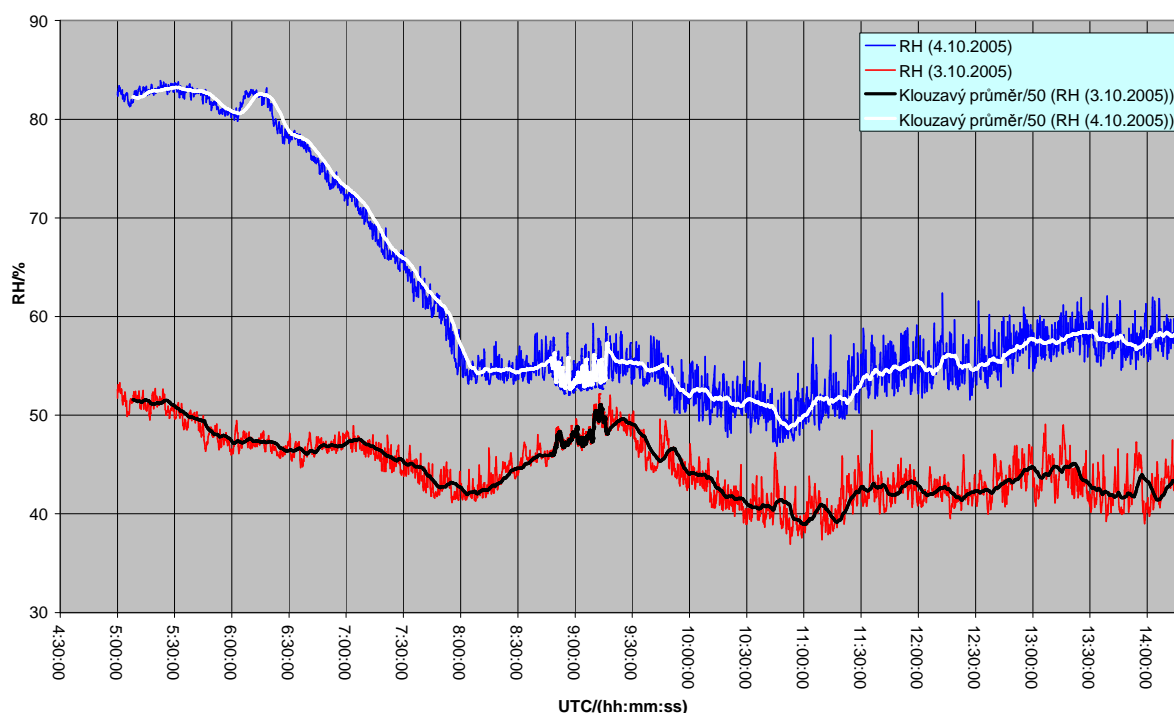
Zpracování ukázalo, že zpoždění teplotních minim vůči minimu globálního slunečního záření nastává u obou typů slunečních zatmění. Příčinou tohoto jevu je zejména tepelná kapacita půdy a rychlost atmosférického proudění.

Z porovnání velikosti zpoždění teploty vzduchu ve výšce 2 m nad zemí vůči minimu globálního slunečního záření a teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí vyplývá, že při úplném zatmění ve Turecku v roce 2006 byly zcela odlišné meteorologické podmínky než při prstencovém zatmění Slunce ve Španělsku v roce 2005, které způsobily odlišné hodnoty a s největší pravděpodobností nesouvisely se samotným zatměním.

Tatáž komparace u teploty půdy v hloubce 5 cm pod zemí, ukazuje na rozdílnou tepelnou kapacitu půdy ve Španělsku v roce 2005 a v Turecku 2006, v níž se nacházela teplotní čidla.

## 6.7 Relativní vlhkost vzduchu ve 2 m nad zemí

### 6.7.1 Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005



**Graf 13:** Průběh relativní vlhkosti vzduchu – Španělsko 2005

Graf č. 13 znázorňuje průběh relativní vlhkosti vzduchu ve výšce 2 m nad zemí. Modrá křivka zde reprezentuje referenční měření ze dne 4. října 2005 a červená měření uskutečněného v den prstencového zatmění Slunce (3. říjen 2005). Obě křivky byly proloženy spojnicemi trendu klouzavého průměru s periodou 50 hodnot, od kterých se převážně odvíjí následující popis grafu č. 13. Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 16.

#### Referenční měření

Bílá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot ze dne referenčního měření (4. 10. 2005) má v časovém intervalu od počátku měření do východu Slunce <05:00:00 UTC; 05:58 UTC) klesající charakter, což bylo způsobeno přísunem suchého pevninského vzduchu větrem S směru. Křivka má po východu Slunce prudký klesající charakter, přesněji v časovém intervalu <05:58 UTC; 08:08 UTC). Byl způsoben zvyšující se teplotou vzduchu. Klesající charakter křivky je patrný na grafu č. 13 v časovém intervalu <08:08 UTC; 10:49 UTC) a byl i nadále způsoben rostoucí teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad zemí. Pro stanovení následného rozdílu relativní vlhkosti mezi referenčním měřením a měřením ze dne zatmění byla zvolena hodnota naměřená v čase 09:12:49 UTC, tj. 53,04 %. Naopak rostoucí charakter má křivka v časovém intervalu <10:49 UTC; 14:17:00 UTC) a byl zapříčiněn klesající teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad zemí.

## Měření v den zatmění

Černá spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot má v časovém intervalu od počátku měření do východu Slunce (<05:00:00 UTC; 05:58 UTC) klesající charakter, což bylo vyvoláno rostoucí teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad zemí. Tento charakter je patrný i v časovém intervalu po východu Slunce (<05:58 UTC; 07:58 UTC). Pro stanovení průměrné hodnoty relativní vlhkosti vzduchu ve výšce 2 m nad zemí před začátkem zatmění Slunce byly zvoleny hodnoty v časovém intervalu (<07:37:00 UTC; 07:39:00 UTC). Aritmetický průměr má hodnotu 44,06 %. Rostoucí charakter křivky v časovém intervalu (<07:58 UTC; 09:12:50 UTC) byl způsoben klesající teplotou vzduchu ve 2 m, což bylo zapříčiněno postupným zakrýváním Slunce Měsícem. Svě maximální hodnoty 52,17 % dosahovala relativní vlhkost v čase 09:12:49 UTC. Klesající charakter křivky v časovém intervalu (<09:12:50 UTC; 10:52 UTC) byl způsoben růstem hodnoty teploty vzduchu ve výšce 2 m nad zemí vyvolaným postupným odkrýváním Slunce Měsícem. Příčinou rostoucího charakteru křivky v časovém intervalu (<10:52 UTC; 13:22 UTC) byla klesající teplota vzduchu ve výšce 2 m nad zemí. Změnu rostoucího charakteru křivky na klesající způsobil v časovém intervalu (<13:22 UTC; 14:17:00 UTC) pravděpodobně přísun vzduchu s nízkým obsahem vodních par.

Významné hodnoty jsou shrnuty v následujících tabulkách:

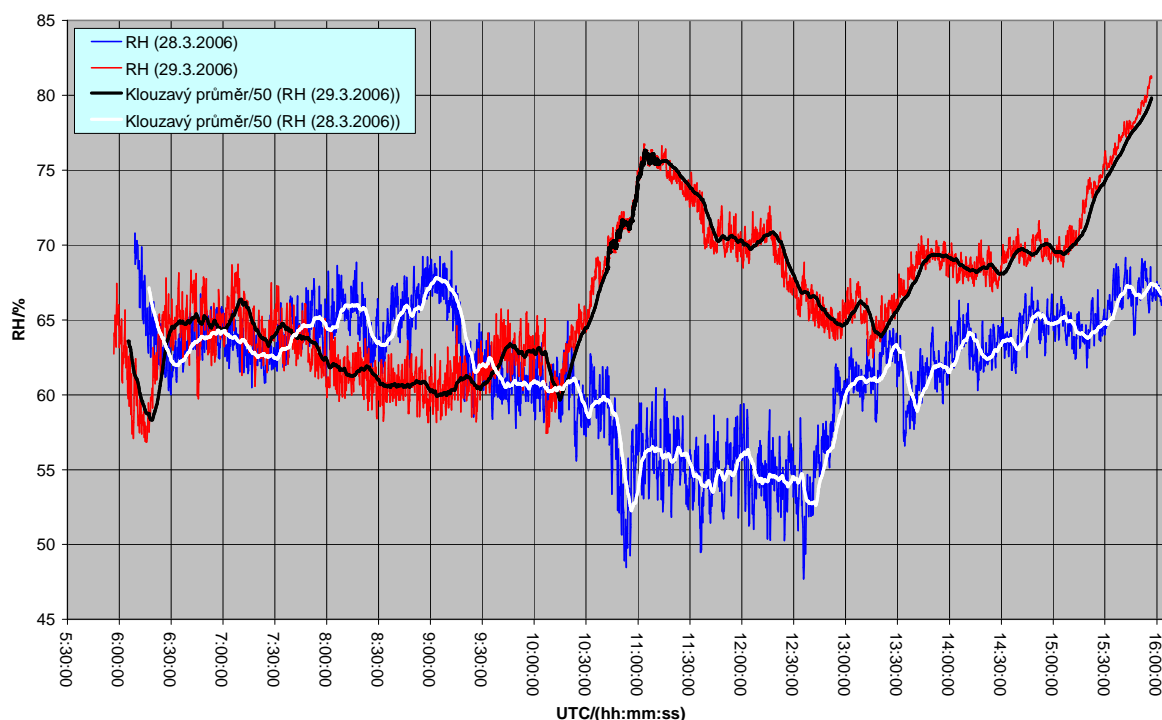
	Hodnota	Čas / (hh:mm:ss)
Prům. hodnota před T <sub>1</sub>	44,06 %	<07:37:00 UTC; 07:39:00 UTC)
minimum v době zatmění	52,17 %	09:12:49 UTC
referenční měření	53,04 %	09:12:49 UTC

**Tabulka 31:** Relativní vlhkost vzduchu ve 2 m nad zemí – Španělsko 2005:  
Přehled významných hodnot

Nárůst v rámci dne zatmění:	8,11 %
Nárůst mezi 3. a 4. 10. 2005	-0,87 %

**Tabulka 32:** Relativní vlhkost vzduchu ve 2 m nad zemí – Španělsko 2005:  
Rozdíly významných hodnot

## 6.7.2 Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006



**Graf 14:** Průběh relativní vlhkosti vzduchu – Turecko 2006

Na grafu č. 14 je znázorněn průběh relativní vlhkosti vzduchu ve výšce 2 m nad zemí. Modrá křivka zde reprezentuje referenční měření ze dne 28. března 2006 a červená měření uskutečněného v den úplného zatmění Slunce (29. března 2006). Obě křivky byly proloženy spojnicemi trendu klouzavého průměru s periodou 50 hodnot, od kterých se převážně odvíjí následující popis grafu č. 14. Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 17.

### Referenční měření

Bílá křivka reprezentující klouzavý průměr má v časovém intervalu <06:09:00 UTC; 12:36 UTC) převážně klesající charakter, který byl způsoben rostoucí hodnotou teploty vzduchu ve výšce 2 m nad zemí, ovšem v závěrečné části intervalu přesněji v časovém intervalu <12:03 UTC; 12:36 UTC) je charakter křivky s největší pravděpodobností ovlivněn přísunem vzduchu, který lze charakterizovat jako suchý. Pro následné určení rozdílu hodnot relativní vlhkosti vzduchu ve výšce 2 m nad zemí mezi referenčním dnem a dnem úplného zatmění byla zvolena hodnota v čase 11:03:30 UTC. V tomto čase měla relativní vlhkost vzduchu ve výšce 2 m hodnotu 55,65 %. Rostoucí charakter křivky v časovém intervalu <12:36 UTC; 16:02:40 UTC) byl zapříčiněn klesající teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad zemí.

### Měření v den zatmění

Klesající charakter černé spojnice trendu znázorňující klouzavý průměr s periodou 50 hodnot ze dne 29. 3. 2006 má v časovém intervalu <05:57:00 UTC; 06:17 UTC) klesající charakter, naopak v časovém intervalu <06:17 UTC; 06:27 UTC) je charakter křivky rostoucí. Tento výkyv byl pravděpodobně způsoben poklesem rychlosti větru a jejím následným vzestupem, což je patrné v tomto časovém intervalu na grafu č. 14. Klesající charakter, jenž je

patrný v časovém intervalu <06:27 UTC; 10:08 UTC), byl způsoben zvyšující se teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad zemí. Pro stanovení průměrné hodnoty relativní vlhkosti ve výšce 2 m nad zemí byly zvoleny hodnoty v časovém intervalu <09:34:00 UTC; 09:37:00 UTC), hodnota aritmetického průměru je 61,79 %. Rostoucí charakter křivky v časovém intervalu <10:08 UTC; 11:03:28 UTC) byl způsoben postupným zakrýváním Slunce Měsícem, v jehož důsledku se snižovala teplota ve výšce 2 m nad zemí. Svě maximální hodnoty dosahovala relativní vlhkost ve výšce 2 m nad zemí v čase 11:03:27 UTC. Její hodnota je 76,72 %. Postupné odkrývání Slunce Měsícem způsobilo naopak nárůst teploty vzduchu ve výšce 2 m nad zemí, což se projevilo snížením hodnoty relativní vlhkosti vzduchu ve výšce 2 m nad zemí, klesající charakter křivky je tak patrný v časovém intervalu <11:03:28 UTC; 12:16 UTC). Příčinou klesajícího charakteru relativní vlhkosti vzduchu po skončení částečné fáze zatmění Slunce přesněji v časovém intervalu <12:16 UTC; 13:14 UTC) je pravděpodobně zvýšení rychlosti větru s nízkým obsahem vodních par. Snížení rychlosti větru způsobilo, že majoritní vliv na rostoucí charakter křivky v časovém intervalu <13:14 UTC; 15:57:00 UTC) měla snižující se teplota vzduchu ve výšce 2 m nad zemí. Výkyvy, jež jsou patrné na křivce v celém svém průběhu, byly způsobeny rozdílnou rychlostí větru.

Významné hodnoty jsou shrnuty v následujících tabulkách:

	Hodnota	Čas / (hh:mm:ss)
Prům. hodnota před T <sub>1</sub>	61,79 %	<09:34:00 UTC; 09:37:00 UTC)
minimum v době zatmění	76,72 %	11:03:27 UTC
referenční měření	55,65 %	11:03:30 UTC

**Tabulka 33:** Relativní vlhkost vzduchu ve 2 m nad zemí – Turecko 2006:  
Přehled významných hodnot

Nárůst v rámci dne zatmění:	14,93 %
Nárůst mezi 28. a 29. 3. 2006	21,07 %

**Tabulka 34:** Relativní vlhkost vzduchu ve 2 m nad zemí – Turecko 2006:  
Rozdíly významných hodnot

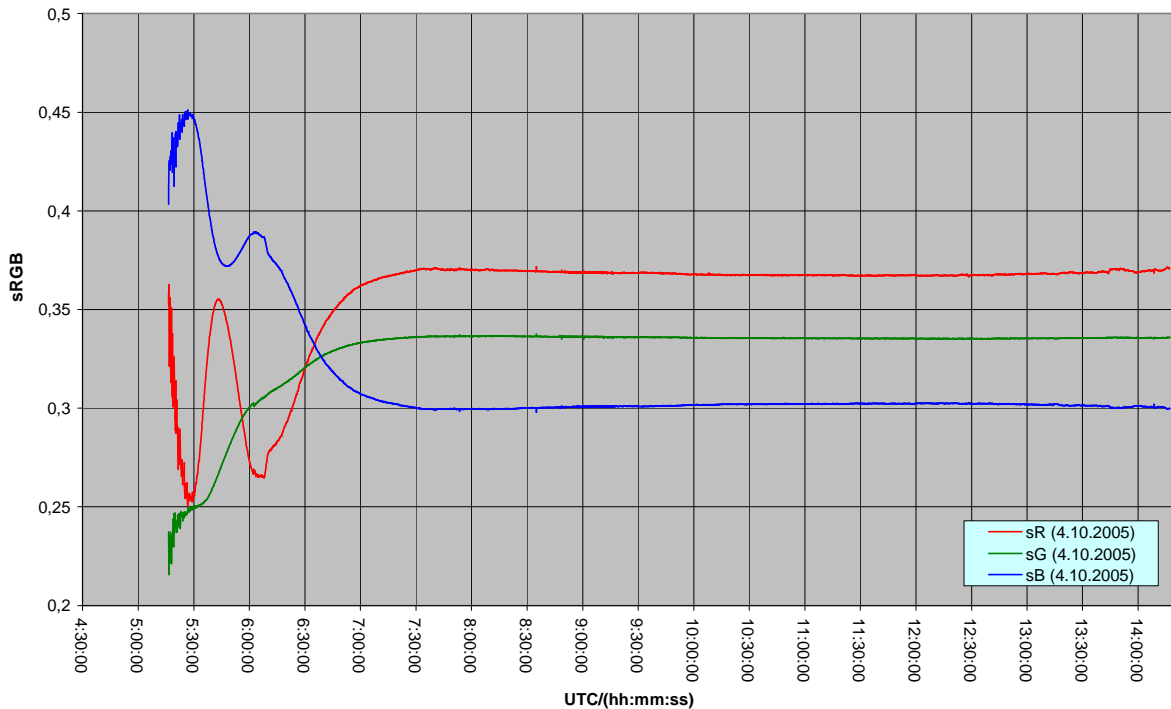
### 6.7.3 Zhodnocení

Ze zpracování relativní vlhkosti vzduchu ve výšce 2 m nad zemí vyplývá, že tato veličina vzrostla v průběhu dne prstencového zatmění Slunce ve Španělsku v roce 2005 o 18,41 % své původní hodnoty. Tentýž nárůst zaznamenaný během úplného zatmění Slunce v Turecku v roce 2006 činí 24,16 %.

Výše uvedená čísla ukazují, že velikost nárůstu relativní vlhkosti vzduchu ve výšce 2 m nad zemí roste, resp. klesá spolu s velikostí slunečního zatmění.

## 6.8 Barva světla v barvovém prostoru sRGB

### 6.8.1 Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005



**Graf 15:** Průběh barvy v barvovém prostoru sRGB ze dne referenčního měření

#### Referenční měření

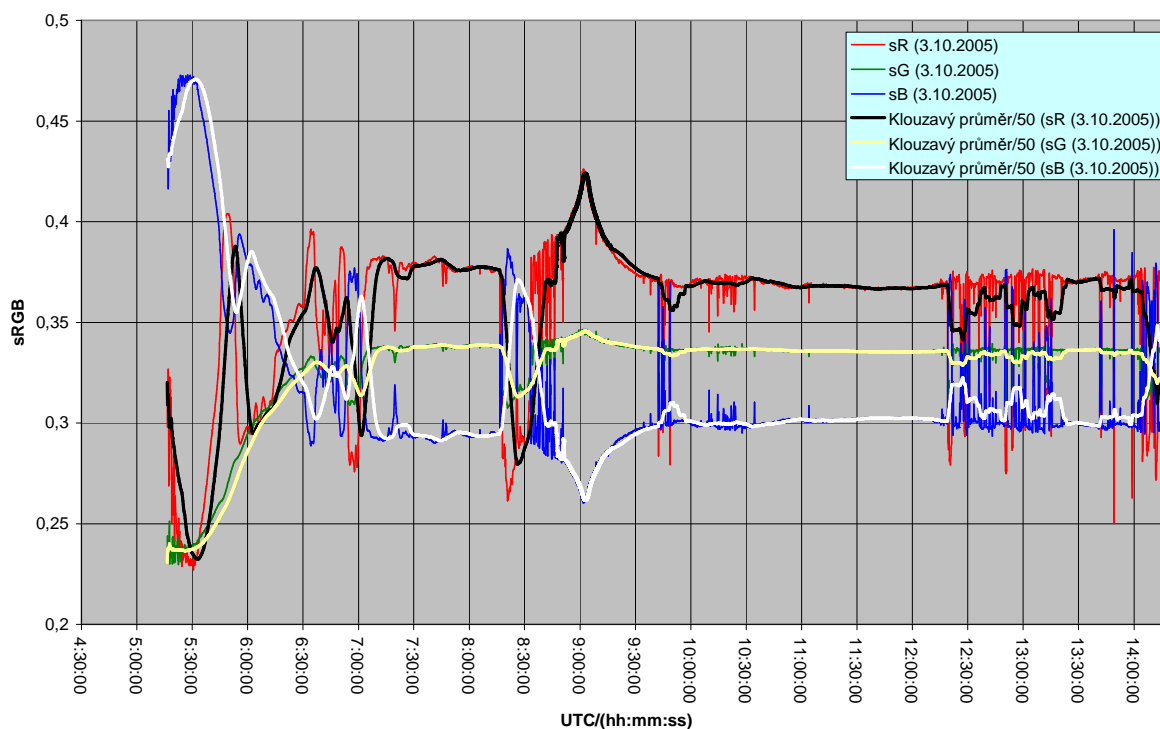
Na grafu č. 15 lze vidět průběh barvy světla ve standardním barvovém prostoru sRGB ze dne referenčního měření (4. 10. 2006). Červená křivka zde reprezentuje červenou složku ( $sR$ ), modrá křivka modrou složku světla ( $sB$ ) a poslední křivka, která má zelenou barvu, znázorňuje zelenou složku světla ( $sG$ ). Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 18.

Z důvodu velkého šumu nebyly křivky v časovém intervalu <05:16:20 UTC; 05:30:50 UTC) zpracovány. Příčinou charakteru křivek v časovém intervalu od začátku občanského rozbřesku do východu vrchního okraje Slunce <05:30:50 UTC; 05:58:00 UTC) je molekulární rozptyl slunečního záření ve vrstvách atmosféry. Na počátku časového intervalu dopadalo na čidla měřicího modulu SPM pouze rozptýlené sluneční záření. Na molekulách vzduchu se rozptylovaly nejvíce modré fotony, velikost rozptylu červených a zelených fotonů byla naopak minimální. Postupně se zvyšoval počet slunečních fotonů ve spodní vrstvě atmosféry. Vzhledem k pravděpodobně vysokému obsahu aerosolů (*prach, voda*) ve spodních vrstvách atmosféry se začal uplatňovat aerosolový rozptyl, který ovlivňuje především červené fotony. Zvýšené množství červených fotonů potvrzuje také hlášení pozorovatelů o pozorování červánků. Maximální počet červených fotonů můžeme vidět na grafu č. 15 v čase 05:45:50 UTC. Spolu s klesající hloubkou Slunce pod horizontem prostupovaly fotony slunečního záření vrstvami atmosféry s nižším obsahem prachových částic a molekul vody, a tak docházelo ke snižování vlivu aerosolového rozptylu. To lze vidět nejen v časovém intervalu do okamžiku východu vrchního okraje Slunce <05:45:50 UTC; 05:58:00 UTC), ale i v časovém intervalu po východu Slunce <05:58:00 UTC; 06:08:40 UTC). Charakter křivek v časovém intervalu <06:08:40 UTC; 07:37:50 UTC) byl způsoben rostoucí výškou Slunce

nad horizontem, se kterou se zvyšovalo množství přímého slunečního záření. Výkyvy patrné ve výše uvedených časových intervalech byly způsobeny přechodem oblačnosti přes Slunce.

V časovém intervalu <07:35:50 UTC; 11:37:30 UTC) je příčinou charakteru křivek stále rostoucí výška Slunce nad horizontem. Na počátku výše popsaného časového intervalu se Slunce nacházelo relativně nízko nad horizontem. Sluneční fotony musely v tuto dobu prostupovat silnou vrstvou zemské atmosféry. Na barvu světla měl vliv molekulární rozptyl. Majoritní zastoupení v přímém slunečním záření po jeho průchodu zemskou atmosférou měly tedy fotony s největší vlnovou délkou – červené, a tak má křivka *sR* nejvyšší hodnotu právě v počátku časového intervalu. Modré fotony, které mají malou vlnovou délku, byly natolik rozptýleny, že jich do spodní vrstvy atmosféry dorazilo velmi málo, a tak má modrá křivka *sB* nejnižší hodnotu na počátku časového intervalu. Charakter zelené křivky *sG* je v celém časovém intervalu stagnující, protože relativní množství dopadajících zelených fotonů je konstantní. V celém časovém intervalu je charakter modré křivky (*sB*) rostoucí a červené křivky klesající, což bylo způsobeno postupným snižováním rozptylu modrých fotonů, kterých dorazilo k pozorovateli více ve srovnání se situací v počátku časového intervalu, rozptyl červených fotonů se také zmenšuje, a tak se snižuje i podíl červených fotonů na barvě slunečního záření v tomto časovém intervalu. Charakter křivek v časovém intervalu <11:37:30 UTC; 14:17:00 UTC) byl zapříčiněn klesající výškou Slunce nad horizontem. Sluneční fotony musely s klesající výškou Slunce nad horizontem prostupovat hustější vrstvou atmosféry. Docházelo opět k jejich většímu rozptylu na molekulách vzduchu. Počet modrých fotonů v přímém slunečním záření, které dorazí do spodní vrstvy atmosféry, se tak neustále snižuje. Oproti tomu opět stoupá množství červených fotonů ve spodní vrstvě atmosféry. Malé výkyvy, jež jsou patrné především v závěrečné části intervalu, byly způsobeny přechodem slabé oblačnosti přes Slunce.





**Graf 16:** Průběh barvy v barvovém prostoru sRGB ze dne prstencového zatmění Slunce

### Měření ze dne zatmění

Na grafu č. 16 lze vidět průběh barvy světla ve standardním barvovém prostoru sRGB ze dne prstencového zatmění Slunce (3. 10. 2006). Červená křivka zde reprezentuje červenou složku (*sR*), modrá křivka modrou složku světla (*sB*) a poslední křivka, která má zelenou barvu, znázorňuje zelenou složku světla (*sG*). Z důvodů velkých výkyvů byly všechny tři křivky proloženy spojnicemi trendu klouzavého průměru s periodou 50 hodnot. Černá spojnice trendu znázorňuje průběh klouzavého průměru s periodou 50 hodnot červené složky barvy světla. Světle žlutá spojnice trendu znázorňuje průběh klouzavého průměru s periodou 50 hodnot zelené složky barvy světla a bílá spojnice trendu znázorňuje průběh klouzavého průměru s periodou 50 hodnot modré složky barvy světla. Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 19.

Z důvodu velkého šumu nebyly křivky v časovém intervalu <05:16:30 UTC; 05:32:00 UTC) zpracovány. Příčinou charakteru křivek v časovém intervalu od začátku občanského rozbřesku do východu vrchního okraje Slunce <05:32:00 UTC; 05:57:00 UTC) je molekulární rozptyl slunečního záření ve vrstvách atmosféry. Na počátku časového intervalu dopadalo na čidla měřicího modulu SPM pouze rozptýlené sluneční záření. Na molekulách vzduchu se rozptylovaly nejvíce modré fotony, velikost rozptylu červených a zelených fotonů byla naopak minimální. Postupně se zvyšoval počet slunečních fotonů ve spodní vrstvě atmosféry. Vzhledem k pravděpodobně vysokému obsahu aerosolů (*prach, voda*) ve spodních vrstvách atmosféry se začal uplatňovat aerosolový rozptyl, který ovlivňuje především červené fotony. Zvýšené množství červených fotonů potvrzuje také hlášení pozorovatelů o pozorování červánků. Maximální počet červených fotonů můžeme vidět na grafu č. 16 v čase 05:50:30 UTC. Spolu s klesající hloubkou Slunce pod horizontem prostupovaly fotony slunečního záření vrstvami atmosféry s nižším obsahem prachových částic a molekul vody, a tak docházelo ke snižování vlivu aerosolového rozptylu. To lze vidět nejen v časovém intervalu do okamžiku východu vrchního okraje Slunce <05:50:30 UTC; 05:57:00 UTC), ale

i v časovém intervalu po východu Slunce (<05:57:00 UTC; 05:59:30 UTC). Charakter křivek v časovém intervalu (<05:59:30 UTC; 06:35:50 UTC) byl způsoben rostoucí výškou Slunce nad horizontem, se kterou se zvyšovalo množství přímého slunečního záření. Výkyvy patrné ve výše uvedených časových intervalech byly způsobeny přechodem oblačnosti přes Slunce.

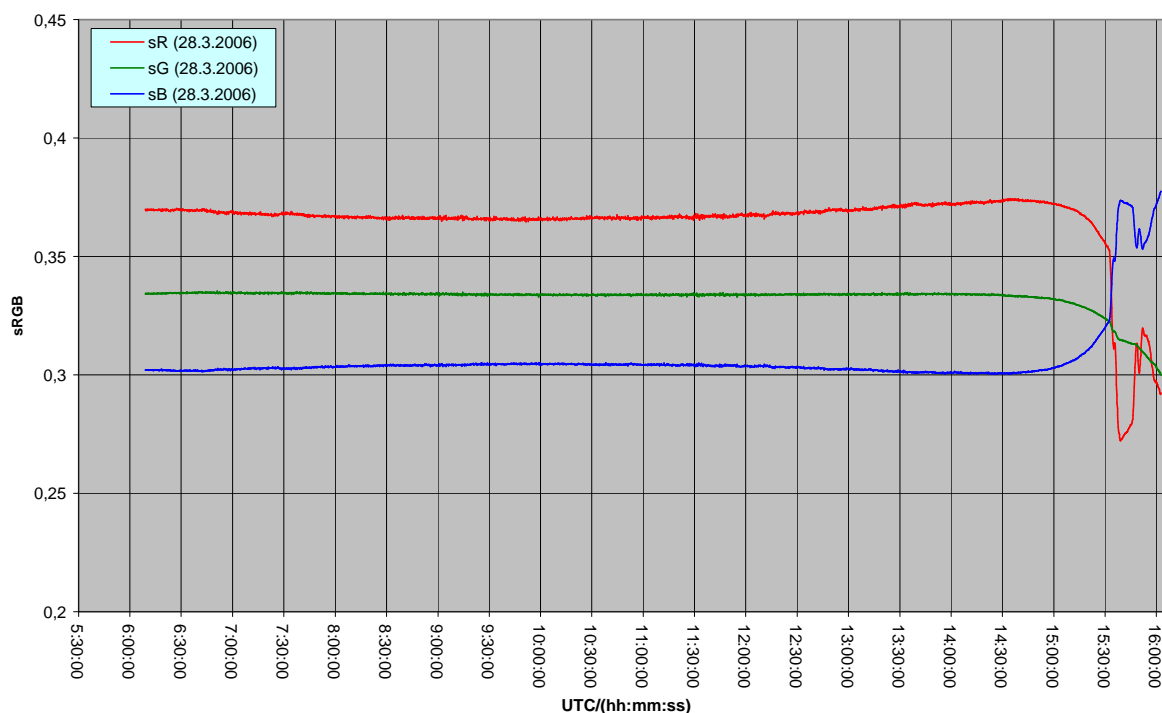
Výrazné výkyvy způsobené přechodem oblačnosti přes Slunce jsou zřetelné také na počátku časového intervalu (<05:59:30 UTC; 07:42:24 UTC). Pokud by se ovšem na obloze nacházelo 0 % oblačnosti, lze předpokládat, že tvar křivek by v doposud popsané části křivky – v časovém intervalu (<05:57:00 UTC; 07:42:00 UTC) byl shodný s tvarem křivek ze dne referenčního měření (4. 10. 2005) v témže časovém intervalu.

Postupné zakrývání Slunce Měsícem ovlivňovalo průběh složek barvy slunečního záření v časovém intervalu (<07:42:24 UTC; 09:01:50 UTC). Především ve druhé polovině časového intervalu se začal výrazně projevovat efekt okrajového ztmavnutí Slunce. Červená křivka je prudkého rostoucího charakteru, zelená křivka rostoucího charakteru, modrá je naopak prudkého klesajícího charakteru. Výkyvy na tomto časovém intervalu byly opět způsobeny přechodem oblačnosti přes Slunce.

Příčinou prudkého klesajícího charakteru červené složky slunečního záření, klesajícího charakteru zelené složky slunečního záření a prudkého rostoucího charakteru modré složky je v časovém intervalu (<09:01:50 UTC; 10:31:04 UTC) postupné odkrývání Slunce Měsícem. Na tomto intervalu se opět projevuje efekt okrajového ztmavnutí, ubývá množství červených a zelených fotonů a naopak se zvyšuje počet modrých fotonů. Především v závěru časového intervalu si lze všimnout opačné tendence křivek, která je způsobena molekulárním rozptylem, který má v závěrečné části časového intervalu majoritní vliv na poměrné zastoupení jednotlivých složek barvy slunečního záření. Výkyvy, které jsou patrné na tomto časovém intervalu, byly způsobeny přechodem oblačnosti přes Slunce.

V časovém intervalu (<10:31:04 UTC; 14:17:00 UTC) je charakter křivek podmíněný klesající výškou Slunce nad horizontem. Zvyšoval se tak rozptyl fotonů. Podle Rayleighova rozptylu měly minoritní zastoupení v přímém slunečním záření ve spodní vrstvě atmosféry modré fotony, zastoupení červených fotonů se naopak zvýšilo a zastoupení zelených fotonů zůstalo konstantní.

## 6.8.2 Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006



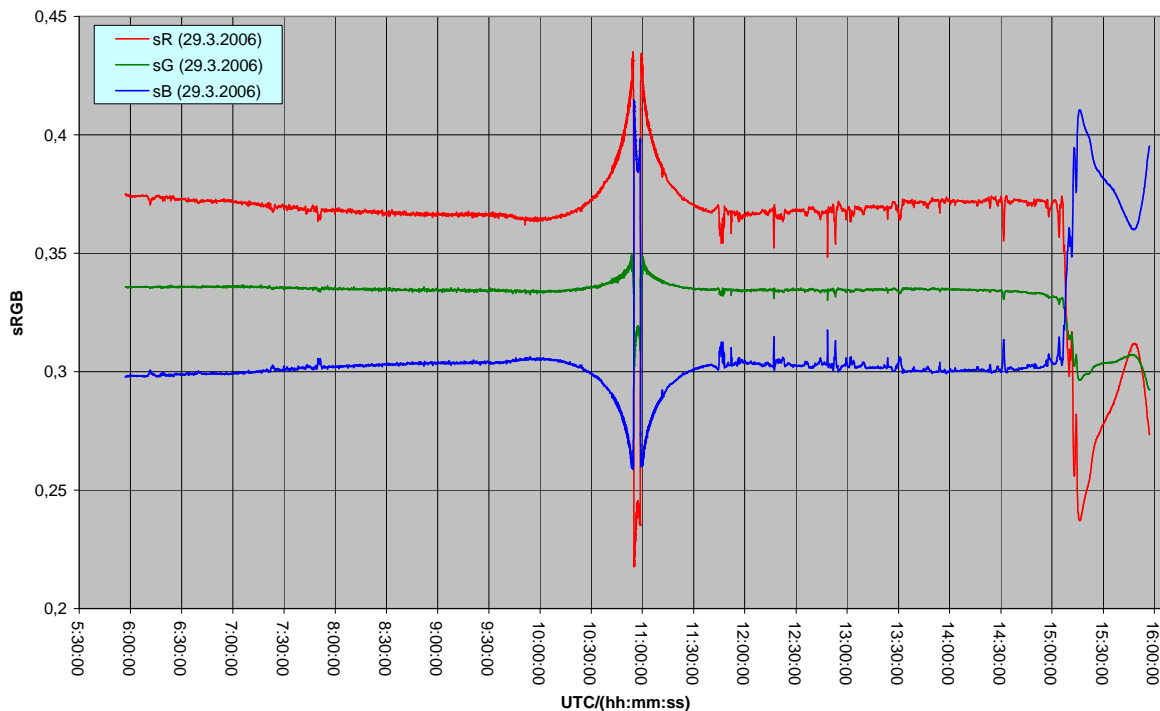
**Graf 17:** Průběh barvy v barvovém prostoru sRGB ze dne referenčního měření

### Referenční měření

Na grafu č. 17 lze vidět průběh barvy světla ve standardním barvovém prostoru sRGB ze dne referenčního měření (28. 3. 2006). Červená křivka zde reprezentuje červenou složku ( $sR$ ), modrá křivka modrou složku světla ( $sB$ ) a poslední křivka, která má zelenou barvu, znázorňuje zelenou složku světla ( $sG$ ). Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 20.

V časovém intervalu <06:09:00 UTC; 9:54:20 UTC) je příčinou charakteru křivek rostoucí výška Slunce nad horizontem. Na počátku výše popsaného časového intervalu se Slunce nacházelo nízko nad horizontem. Sluneční fotony musely v tuto dobu prostupovat velmi silou vrstvou zemské atmosféry. Největší vliv na barvu světla měl molekulární rozptyl. Majoritní zastoupení v přímém slunečním záření po průchodu zemskou atmosférou měly tedy fotony s největší vlnovou délkou – červené, a tak má křivka  $sR$  nejvyšší hodnotu právě v počátku časového intervalu. Modré fotony, které mají malou vlnovou délku, byly natolik rozptýleny, že jich do spodní vrstvy atmosféry dorazilo velmi málo, a tak má modrá křivka  $sB$  nejnižší hodnotu na počátku časového intervalu. Charakter zelené křivky  $sG$  je v celém časovém intervalu stagnující, protože relativní množství dopadajících zelených fotonů je konstantní. V celém časovém intervalu je charakter modré křivky mírně rostoucí a červené křivky mírně klesající, což bylo způsobeno postupným snižováním rozptylu modrých fotonů, kterých dorazilo k pozorovateli více ve srovnání se situací v počátku časového intervalu. Charakter křivek v časovém intervalu <9:54:20 UTC; 14:45:40 UTC) je zapříčiněn klesající výškou Slunce nad horizontem. Sluneční fotony musely s klesající výškou Slunce nad horizontem prostupovat hustější vrstvou atmosféry. Dochází tak opět k jejich většímu rozptylu na molekulách vzduchu. Počet modrých fotonů, které dorazí do spodní vrstvy atmosféry, se tak neustále snižuje. Oproti tomu opět stoupá množství červených fotonů

ve spodní vrstvě atmosféry. Zásah čidel stínem v časovém intervalu <14:45:40 UTC; 15:40:00 UTC) zabránil dopadu přímého slunečního záření, a zmenšil tak množství dopadajících zelených a červených fotonů. Na čidla dopadalo pouze rozptýlené záření a relativní počet dopadajících modrých fotonů ve spodní vrstvě atmosféry se tímto zvýšil. Výkyvy patrné v časovém intervalu <15:40:00 UTC; 16:02:40 UTC) byly způsobeny zákrytem Slunce oblačností typu Ac.



**Graf 18:** Průběh barvy v barvovém prostoru sRGB ze dne úplného zatmění Slunce

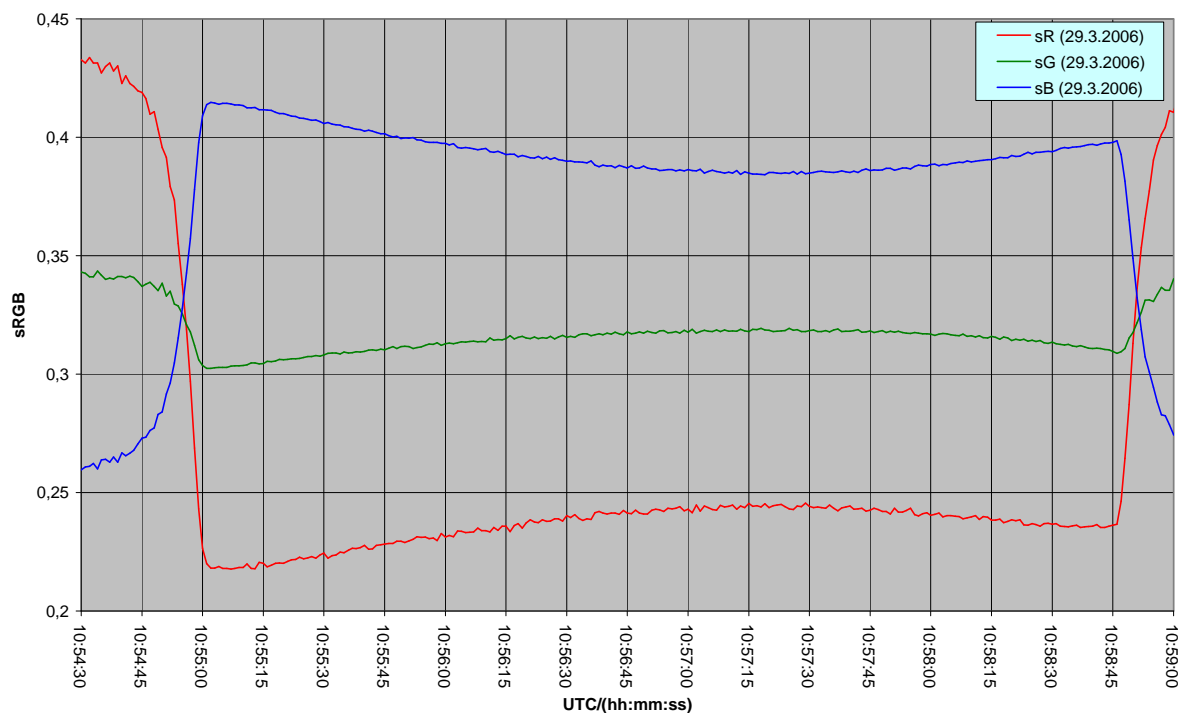
### Měření ze dne zatmění

Na grafu č. 18 lze vidět průběh barvy světla ve standardním barvovém prostoru sRGB ze dne úplného zatmění Slunce (29. 3. 2006). Červená křivka zde reprezentuje červenou složku barvy světla ( $sR$ ), modrá křivka modrou složku barvy světla ( $sB$ ) a poslední křivka, která má zelenou barvu, znázorňuje zelenou složku barvy světla ( $sG$ ). Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 21.

Příčinou charakteru křivek v časovém intervalu <05:57:00 UTC; 09:39:10 UTC) je rostoucí výška Slunce nad horizontem. Na počátku výše popsaného časového intervalu se Slunce nacházelo nízko nad horizontem. Sluneční fotony musely v tuto dobu prostupovat velmi silou vrstvou zemské atmosféry. Největší vliv na barvu světla měl molekulární rozptyl. Majoritní zastoupení v přímém slunečním záření po průchodu zemskou atmosférou měly tedy fotony s největší vlnovou délkou – červené, a tak má křivka  $sR$  nejvyšší hodnotu právě v počátku časového intervalu. Modré fotony, které mají malou vlnovou délku, byly natolik rozptýleny, že jich do spodní vrstvy atmosféry dorazilo velmi málo, a tak má modrá křivka  $sB$  nejnižší hodnotu na počátku časového intervalu. Charakter zelené křivky  $sG$  je v celém časovém intervalu stagnující, protože relativní množství dopadajících zelených fotonů je konstantní. Výkyvy, které jsou patrné na křivkách ve výše popsaném časovém intervalu, byly způsobeny přítomností oblačností typu Ci na obloze.

Odlišný tvar křivek je patrný v časovém intervalu <09:39 UTC; 12:15 UTC). Je způsoben zatměním Slunce. V době trvání částečné fáze zatmění, přesněji v časovém intervalu <09:39 UTC; 10:54:35 UTC) má červená křivka prudký rostoucí charakter, zelená křivka rostoucí charakter, modrá je naopak prudkého klesajícího charakteru. To bylo způsobeno postupným zakrýváním Slunce Měsícem, resp. efektem okrajového ztmavnutí.

Vzhledem ke krátké době trvání úplné fáze zatmění Slunce, je zde uveden detailní průběh této veličiny během tohoto časového intervalu. Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 22.



**Graf 19:** Průběh barvy v barvovém prostoru sRGB během úplné fáze zatmění Slunce

Vysoce prudké charaktery křivek jsou patrné v časovém intervalu <10:54:35 UTC; 10:55:03 UTC) a byly způsobeny totálním zakrytím Slunce Měsícem. V jeho důsledku došlo k blokaci přímého slunečního záření, na čidla měřicího modulu SPM tak dopadalo pouze rozptýlené sluneční záření, které obsahuje nejvíce modrých fotonů.

Asymetrické tvary jednotlivých křivek v době úplné fáze zatmění resp. v časovém intervalu <10:55:03 UTC; 10:58:46 UTC), jsou způsobeny umístěním stanice poblíž moře, které bylo od pozorovacího stanoviště vzdáleno cca 200 m. Příčinou charakteru křivek na počátku časového intervalu <10:55:03 UTC; 10:57:30 UTC) je přítomnost majoritní části stínu Měsíce nad mořem. V tomto časovém intervalu docházelo k přísunu odraženého slunečního záření od pevniny, které bylo současně rozptylováno na molekulách vzduchu, tudíž minoritní zastoupení ve spodní vrstvě měly červené fotony. Postupným zakrýváním Slunce Měsícem se současně snižovala intenzita odraženého slunečního záření od pevniny.

Důvodem charakteru křivek v časovém intervalu <10:57:30 UTC; 10:58:46 UTC) je přítomnost majoritní části stínu Měsíce nad pevninou, což umožnilo přísun odraženého slunečního záření od hladiny moře. V důsledku zvýšeného množství aerosolů (*voda, sůl*) ve vzduchu nad mořskou hladinou je sluneční záření rozptylováno právě na zmiňovaných aerosolech, dochází tak ke zvýšení množství červených a zelených fotonů. Prudkou změnu

charakteru křivek lze vidět na grafu č. 18 v časovém intervalu <10:58:46 UTC; 10:59:19 UTC), byla způsobena ukončením totální fáze zatmění, po které se objevil okraj sluneční fotosféry.

Přibližně parabolický tvar křivek, jenž je patrný v časovém intervalu <10:55:03 UTC; 10:58:46 UTC) byl způsoben téměř kruhovým tvarem stínu Měsíce a téměř kruhovým obzorem. Zatímco rychlost pohybu stínu na centrální linii lze považovat pro takto krátký časový okamžik za rovnoměrnou, změna plochy oblohy, která byla pokryta stínem, je důsledkem tvaru Měsíce a obzoru nerovnoměrná.

Příčinou tvaru křivek v průběhu totálního zatmění byl pravděpodobně také odlišný horizont nad vnitrozemskou částí a nad mořem, tudíž množství odražených a následně rozptýlených fotonů nad mořem bylo vyšší než nad pevninou.

V důsledku tzv. jevu okrajového ztmavnutí a Rayleighova rozptylu se v časovém intervalu <10:59:19 UTC; 12:12:05) snižoval počet červených a zelených fotonů a naopak narůstalo množství modrých fotonů. Výkyvy patrné na všech 3 křivkách v závěru časového intervalu byly způsobeny přechodem oblačnosti typu Ci přes sluneční disk. Příčinou charakteru křivek v časovém intervalu <12:12:05 UTC; 15:06:20 UTC) je klesající výška Slunce nad horizontem. Zvyšoval se tak rozptyl fotonů, podle Rayleighova rozptylu se fotony s malou vlnovou délkou rozptylují více než fotony s velkou vlnovou délkou, tudíž minoritní zastoupení v přímém slunečním záření ve spodní vrstvě atmosféry měly modré fotony, zastoupení červených fotonů se naopak zvýšilo a zastoupení zelených fotonů zůstalo konstantní. Výkyvy, které jsou patrné na tomto časovém intervalu, byly způsobeny přechodem oblačnosti typu Ci přes Slunce. Zakrytí Slunce oblačností typu As v časovém intervalu <15:06:20 UTC; 16:17:00 UTC) způsobilo snížení počtu červených a zelených fotonů a naopak zvýšilo počet modrých fotonů, jelikož v tomto časovém intervalu docházelo k přísunu pouze rozptýleného bočního slunečního záření a modré fotony se podle Rayleighova rozptylu rozptylují nejvíce, proto bylo jejich zastoupení majoritní.

### 6.8.3 Zhodnocení

Zpracování barvy světla v barvovém prostoru sRGB ukázalo, že průběh jednotlivých složek záření je zcela odlišný během prstencového a úplného zatmění Slunce.

V průběhu prstencového zatmění Slunce nedochází k totální blokaci přímého slunečního záření, v důsledku jevu okrajového ztmavnutí dopadají na čidla měřicího modulu SPM především fotony s červenou barvou, počet zelených a modrých fotonů se naopak snižuje.

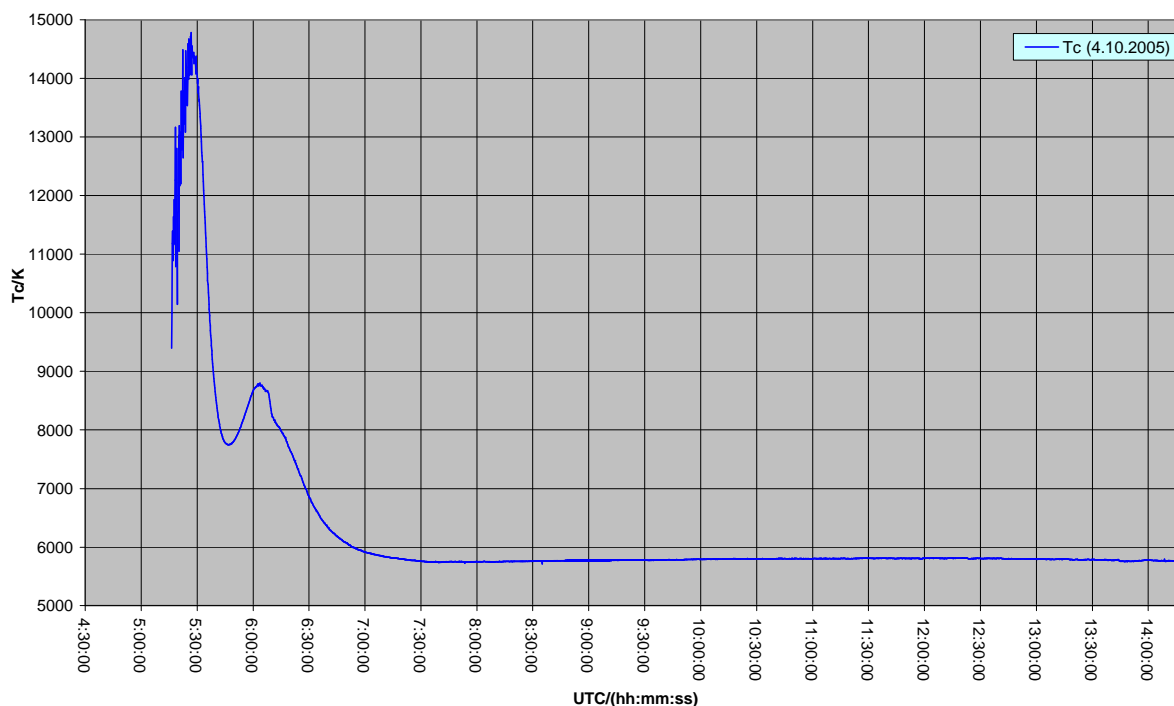
Při úplném zatmění Slunce nastane blokace přímého slunečního záření. Na čidla měřicího modulu SPM tak dopadá pouze rozptýlené sluneční záření, přičemž se na molekulách vzduchu rozptylují nejvíce modré fotony. Kromě rozptýleného slunečního záření dopadá na měřicí čidla také sluneční záření, které bylo odraženo od pevniny resp. moře a následně rozptýleno v zemské atmosféře. Zastoupení jednotlivých složek barvy záření v průběhu úplné fáze závisí na tvaru horizontu a na složení zemské atmosféry, přesněji na přítomnosti aerosolů ve vzduchu, které způsobují tzv. aerosolový rozptyl, což více ovlivňuje fotony s dlouhou vlnovou délkou.

Díky výrazným změnám v charakteru křivek, jež jsou patrné v časovém intervalu během úplné fáze zatmění Slunce, se podařilo z tohoto měření určit okamžiky  $T_2$  a  $T_3$ . Pro začátek a konec úplné fáze vyplývají z měření tyto hodnoty:  $T_2 = 10:55:03$  UTC;  $T_3 = 10:58:46$  UTC.

To ovšem představuje neshodu s predikcí (viz. *tabulka 8*), která je u okamžiku  $T_2$  velká 3 s a u  $T_3$  je její hodnota 1 s. Tyto časové rozdíly mohly být způsobeny nepřesnými vstupními hodnotami, se kterými předpovědní server provádí výpočty.

## 6.9 Náhradní teplota chromatičnosti slunečního záření

### 6.9.1 Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005



**Graf 20:** Průběh náhradní teploty chromatičnosti ze dne referenčního měření

#### Referenční měření

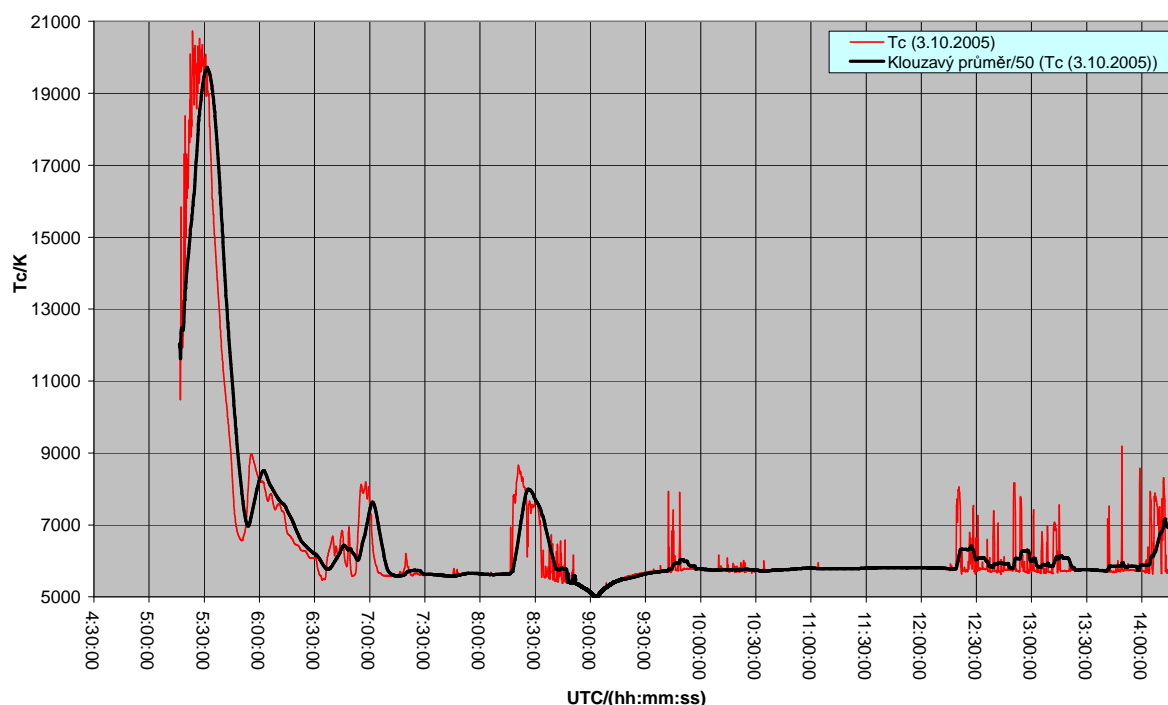
Na grafu č. 20 lze vidět průběh náhradní teploty chromatičnosti světla. Modrá křivka zde reprezentuje referenční měření ze dne 4. 10. 2005. Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 23.

Z důvodu velkého šumu nebyla křivka v časovém intervalu <05:16:20 UTC; 05:30:50 UTC) zpracována. Příčinou charakteru křivky v časovém intervalu od začátku občanského rozbřesku do východu vrchního okraje Slunce <05:30:50 UTC; 05:58:00 UTC) je rozptýlení slunečního záření ve vrstvách atmosféry. Na počátku časového intervalu dopadalo na čidla měřicího modulu SPM pouze rozptýlené sluneční záření. Podle molekulárního (*Rayleighova*) rozptylu, se záření s vyšší teplotou chromatičnosti rozptyluje více než záření s nižší teplotou chromatičnosti, tudíž dopadající záření na čidla SPM mělo velmi vysokou teplotu chromatičnosti na počátku výše popsaného časového intervalu, jejíž hodnota přesahovala 20 000 K, což odpovídá modré barvě. Příčinou prudkého klesajícího charakteru křivky ve výše uvedeném časovém intervalu je aerosolový rozptyl, který působí především na světlo s nižší náhradní teplotou chromatičnosti. Přísun záření s nízkou náhradní teplotou chromatičnosti potvrzuje také hlášení pozorovatelů o pozorování červánků. Minimum náhradní teploty chromatičnosti můžeme vidět na grafu č. 20 v čase 05:50:50 UTC, její hodnota je 7 823 K. Spolu s klesající hloubkou Slunce pod horizontem klesala i velikost aerosolového rozptylu, což způsobilo zvýšení teploty chromatičnosti, o čemž vypovídá rostoucí charakter křivky v časovém intervalu <05:50:50 UTC; 05:58:00 UTC) s maximální hodnotou 8 788 K v čase 08:02:50 UTC.



Příčinou klesajícího charakteru křivky v časovém intervalu <06:02:50 UTC; 07:37:50 UTC) je zvyšující se množství přímého slunečního záření.

V časovém intervalu <07:37:00 UTC; 14:17:00 UTC) se v důsledku přímého dopadajícího slunečního záření hodnota náhradní teploty chromatičnosti pohybuje nad 5 500 K, tato hodnota se velice přibližuje povrchové teplotě Slunce (5 770 K). Rozdíl náhradní teploty chromatičnosti a povrchové teploty Slunce je způsoben jednak lomem slunečního světla v atmosféře, jeho velikost roste, resp. klesá spolu s výškou Slunce nad horizontem. Dále má na tento rozdíl vliv efekt okrajového ztmavnutí Slunce.



**Graf 21:** Průběh náhradní teploty chromatičnosti ze dne prstencového zatmění Slunce

### Měření ze dne zatmění

Na grafu č. 21 lze vidět průběh náhradní teploty chromatičnosti světla. Červená křivka zde reprezentuje měření ze dne prstencového zatmění Slunce (3. 10. 2005). Pro větší přehlednost byla křivka proložena černou spojnicí klouzavého průměru s periodou 50 hodnot. Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 24.

Z důvodu velkého šumu nebyla křivka v časovém intervalu <05:16:30 UTC; 05:32:00 UTC) zpracována. Příčinou charakteru křivky v časovém intervalu od začátku občanského rozbřesku do východu vrchního okraje Slunce <05:32:00 UTC; 05:57:10 UTC) je rozptyl slunečního záření ve vrstvách atmosféry. Na počátku časového intervalu dopadalo na čidla měřícího modulu SPM pouze rozptýlené sluneční záření. Podle molekulárního (*Rayleighova*) rozptylu, se záření s vyšší teplotou chromatičnosti rozptyluje více než záření s nižší teplotou chromatičnosti, tudíž dopadající záření na čidla měřícího modulu SPM mělo velmi vysokou náhradní teplotu chromatičnosti na počátku výše popsaného časového intervalu, jejíž hodnota přesahovala 20 000 K, což odpovídá modré barvě. Příčinou prudkého klesajícího charakteru křivky ve výše uvedeném časovém intervalu je aerosolový rozptyl, který působí především na světlo s nižší náhradní teplotou chromatičnosti. Přísun záření s nízkou náhradní teplotou

chromatičnosti potvrzuje také hlášení pozorovatelů o pozorování červánků. Minimum náhradní teploty chromatičnosti můžeme vidět na grafu č. 21 v čase 05:51:50 UTC, její hodnota je 6 573 K. Spolu s klesající hloubkou Slunce pod horizontem klesala i velikost aerosolového rozptylu, což způsobilo zvýšení teploty chromatičnosti, o čemž vypovídá rostoucí charakter křivky v časovém intervalu <05:51:50 UTC; 05:57:10 UTC) s maximální hodnotou 8 732 K v čase 05:57:00 UTC.

V důsledku dopadu zvyšujícího se množství přímého slunečního záření došlo po východu Slunce resp. v časovém intervalu <05:57:10 UTC 07:12:40 UTC) ke snížení teploty chromatičnosti, v tomto intervalu se zvyšovalo množství přímého slunečního záření. Výkyvy, jež jsou patrné na doposud popsané části intervalu, byly způsobeny přechodem oblačnosti přes Slunce.

Téměř stagnující charakter křivky reprezentující náhradní teplotu chromatičnosti byl v časovém intervalu <07:12:40 UTC; 07:42:24 UTC) způsoben dopadem přímého slunečního záření na čidla modulu SPM.

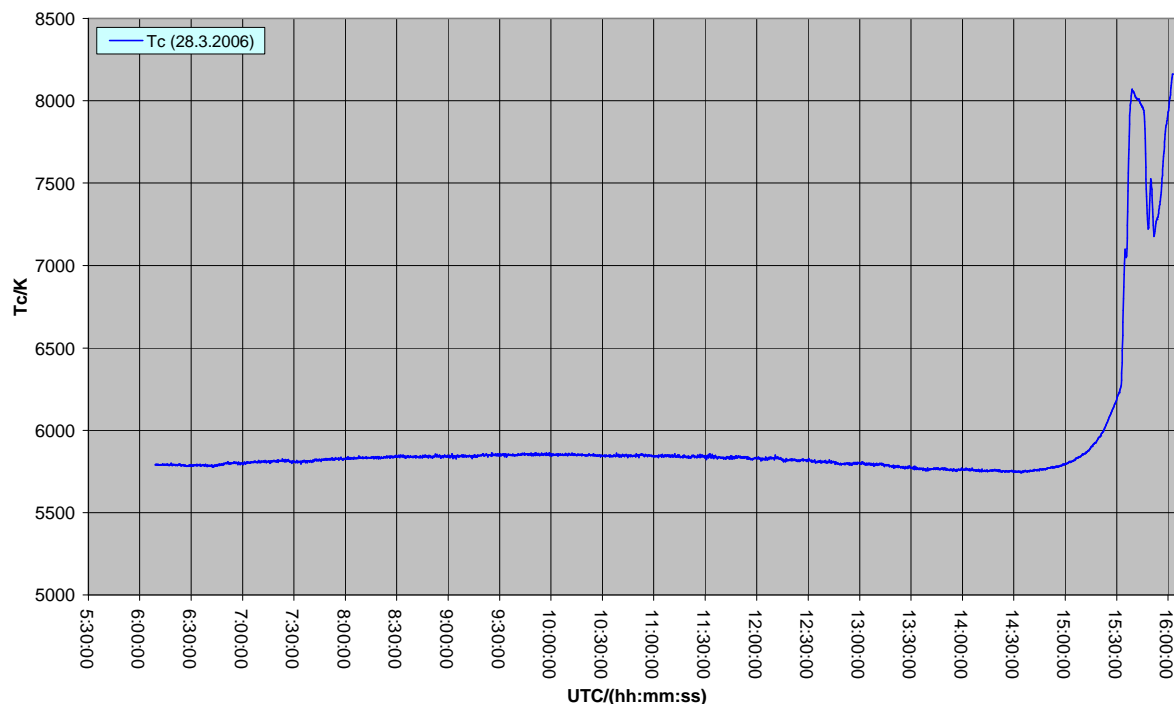
Pokud by se ovšem na obloze nacházelo 0 % oblačnosti, lze předpokládat, že tvar křivek by v doposud popsané části křivky – v časovém intervalu <05:32:00 UTC; 07:42:24 UTC) byl shodný s tvarem křivek ze dne referenčního měření (4. 10. 2005) v témže časovém intervalu.

Postupné zakrývání Slunce Měsícem ovlivňovalo průběh náhradní teploty chromatičnosti světla v časovém intervalu <07:42:24 UTC; 09:01:51 UTC). V tomto časovém intervalu je na grafu č. 21 patrný klesající charakter křivky, který byl způsoben postupným zakrýváním Slunce Měsícem, při kterém se projevil efekt okrajového ztmavnutí. Minimální hodnoty 5 001 K dosahovala náhradní teplota chromatičnosti v čase maximální fáze zatmění 09:01:51 UTC.

Příčinou rostoucího charakteru křivky v časovém intervalu <09:01:51 UTC; 10:31:04 UTC) je postupné odkrývání Slunce Měsícem. Na tomto intervalu se opět projevuje efekt okrajového ztmavnutí.

V časovém intervalu <10:31:04 UTC; 14:03:30 UTC) je charakter křivky klesající, což způsobil dopad přímého slunečního záření ze Slunce, jehož výška nad obzorem klesala. Výkyv, jenž je patrný v časovém intervalu <14:03:30 UTC; 14:17:00 UTC), byl zapříčiněn zákrytem Slunce oblačností.

## 6.9.2 Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006



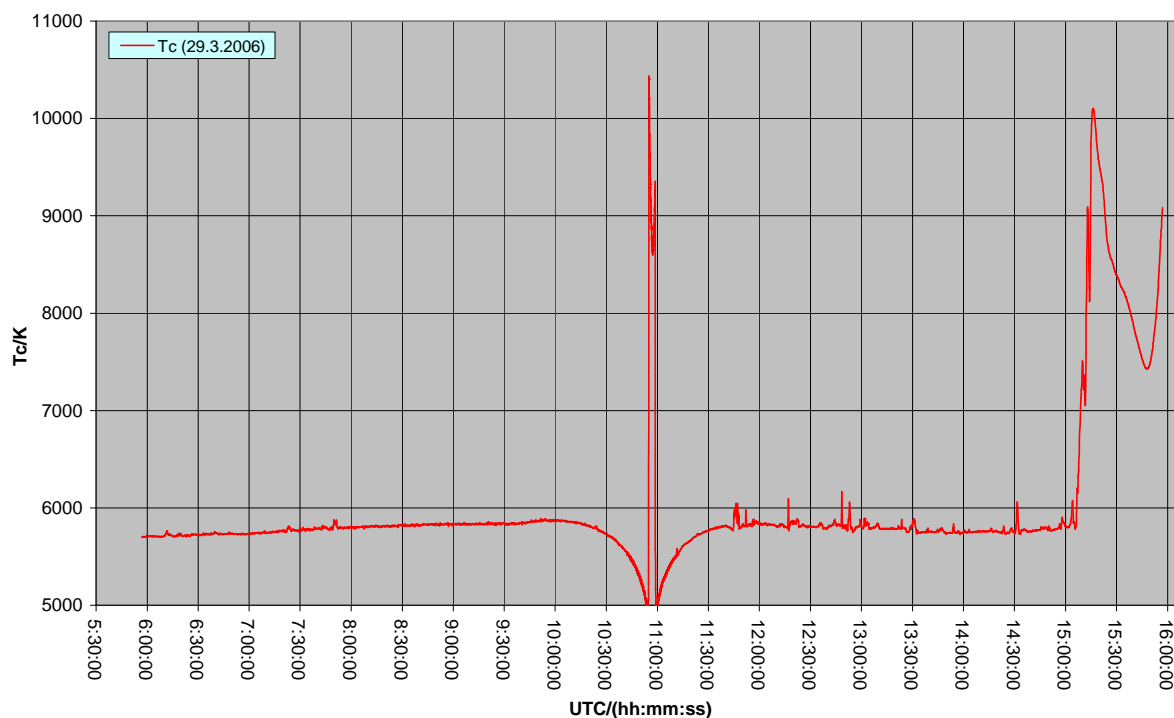
**Graf 22:** Průběh náhradní teploty chromatičnosti ze dne referenčního měření

### Referenční měření

Na grafu č. 22 lze vidět průběh náhradní teploty chromatičnosti světla. Modrá křivka zde reprezentuje referenční měření ze dne referenčního měření (28. 3. 2006). Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 25.

V časovém intervalu <06:09:00 UTC; 14:45:40 UTC) se v důsledku přímého dopadajícího slunečního záření hodnota náhradní teploty chromatičnosti pohybuje nad 5 500 K, tato hodnota se velice přibližuje povrchové teplotě Slunce (5 770 K). Rozdíl náhradní teploty chromatičnosti a povrchové teploty Slunce je způsoben lomem slunečního světla v atmosféře, jeho velikost roste, resp. klesá spolu s výškou Slunce nad horizontem. Dalším faktorem, který má vliv na tento rozdíl teplot je jev okrajového ztmavnutí Slunce.

Zásah čidel stínem v časovém intervalu <14:45:40 UTC; 15:40:00 UTC) blokoval přísun přímého slunečního záření. V tomto časovém intervalu tedy na čidla dopadalo pouze rozptýlené sluneční záření molekulami vzduchu, nejvíce se rozptyluje modré spektrum světla, proto je charakter křivky rostoucí, maximální hodnoty ve výše uvedeném časovém dosahovala náhradní teplota chromatičnosti (8 057 K) v čase 15:39:40 UTC. Výkyvy patrné v časovém intervalu <15:40:00 UTC; 16:02:40 UTC) byly způsobeny zákrytem Slunce oblačností typu Ac.



### Měření ze dne zatmění

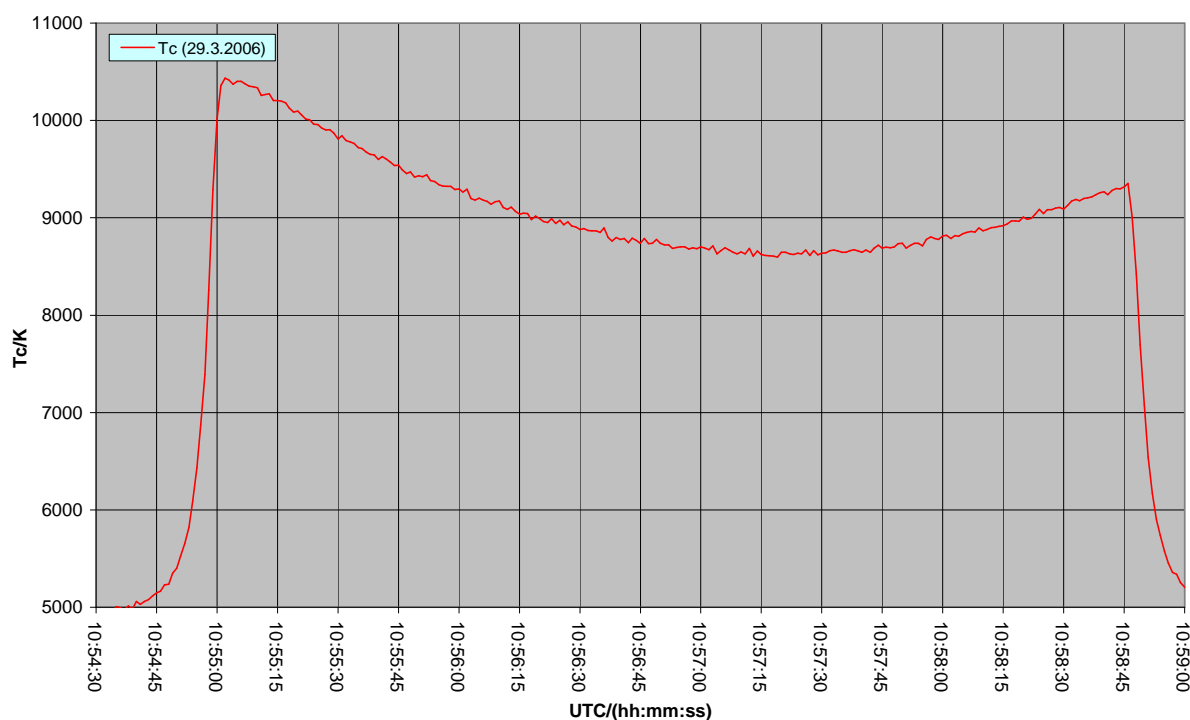
#### **Graf 23:** Průběh náhradní teploty chromatičnosti ze dne úplného zatmění Slunce

Na grafu č. 23 lze vidět průběh náhradní teploty chromatičnosti světla. Červená křivka zde reprezentuje měření ze dne úplného zatmění Slunce (29. 3. 2006). Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 26.

V časovém intervalu od počátku měření do začátku částečné fáze zatmění (<05:57:00 UTC; 09:39 UTC) je patrný mírný nárůst, což je způsobeno dopadem přímého slunečního záření. Hodnota náhradní teploty chromatičnosti byla v průběhu intervalu nad 5 500 K, rozdíl mezi náhradní teplotou chromatičnosti světla a povrchovou teplotou Slunce se měnil opět v závislosti na lomu světla v atmosféře Země.

V průběhu částečné fáze zatmění Slunce přesněji v časovém intervalu (<09:39 UTC; 10:54:35 UTC) má křivka klesající charakter, což bylo způsobeno tzv. efektem okrajového ztmavnutí. Spolu s postupným zakrýváním Slunce Měsícem získávalo záření ze slunečního okraje majoritní zastoupení.

Vzhledem ke krátké době trvání úplné fáze zatmění Slunce, je zde uveden detailní průběh této veličiny během tohoto časového intervalu. Tento graf je ve větší velikosti součástí příloh jako Příloha č. 27.



**Graf 24:** Průběh náhradní teploty chromatičnosti během úplné fáze zatmění Slunce

Prudký rostoucí charakter křivky je na grafu č. 24 viditelný v časovém intervalu <10:54:35 UTC; 10:55:03 UTC) s maximální hodnotou náhradní teploty chromatičnosti 10 436 K v čase 10:55:02 UTC, byl způsoben totálním zakrytím Slunce Měsícem, v jehož důsledku došlo k blokaci přímého slunečního záření. Majoritní zastoupení tedy mělo rozptýlené sluneční světlo, přičemž se na molekulách vzduchu rozptyluje nejvíce světlo s největší teplotou chromatičnosti.

Přibližně parabolický tvar křivky, jenž je patrný v časovém intervalu <10:55:03 UTC; 10:58:46 UTC) byl způsoben tvarem téměř kruhovým stínem Měsíce a tvarem obzoru. Zatímco rychlost pohybu stínu na centrální linii lze považovat pro takto krátký časový okamžik za rovnoměrnou, změna plochy oblohy, která byla pokryta stínem, je důsledkem tvaru Měsíce a obzoru nerovnoměrná.

Asymetrický tvar křivky v době úplné fáze zatmění v časovém intervalu trvání úplné fáze zatmění Slunce byla způsobena pravděpodobně odlišným rozptylem slunečního světla nad mořem, kde docházelo k aerosolovému rozptylu, a nad pevninou, kde se světlo rozptylovalo na molekulách vzduchu.

Prudký klesající charakter křivky v časovém intervalu <10:58:46 UTC; 10:59:19 UTC) s maximální hodnotou náhradní teploty chromatičnosti v čase 10:58:46 UTC byl způsoben ukončením úplné fáze zatmění Slunce, v jehož důsledku došlo k ukončení blokace přímého slunečního záření.

V časovém intervalu <10:59:19 UTC; 12:12:05 UTC) je charakter křivky rostoucí, což bylo vyvoláno efektem tzv. okrajového ztmavnutí. Postupným odkrýváním Slunce Měsícem tak docházelo k majoritnímu zastoupení světla přicházejícího ze středu slunečního disku.

Téměř stagnující charakter křivky v časovém intervalu <12:12:05 UTC; 15:06:20 UTC) byl způsoben dopadem přímého slunečního záření. Malé výkyvy, které jsou patrné

na doposud popsané části grafu č. 23, byly způsobeny přechodem slabé oblačnosti typu Ci přes Slunce.

Zakrytí Slunce oblačností typu As v časovém intervalu <15:06:20 UTC; 16:17:00 UTC) způsobilo blokaci dopadu přímého slunečního záření, což znamená, že na čidla modulu SPM dopadalo pouze rozptýlené sluneční záření. V důsledku Rayleighova rozptylu se nejvíce rozptyluje světlo s největší teplotou chromatičnosti.

### 6.9.3 Zhodnocení

Zpracování náhradní teploty chromatičnosti světla ukázalo, že její průběh je zcela odlišný během prstencového a úplného zatmění Slunce.

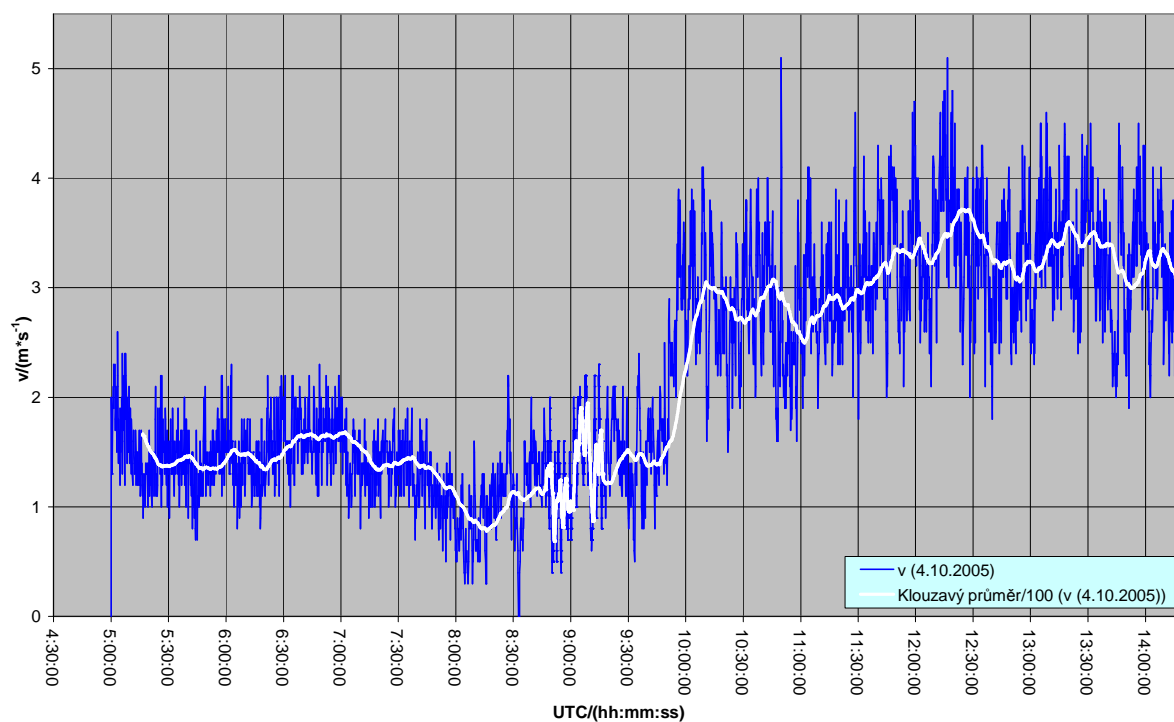
V průběhu prstencového zatmění Slunce nedochází k totální blokaci přímého slunečního záření, do pozorovacího místa v důsledku jevu okrajového ztmavnutí dopadá na čidla měřicího modulu SPM především světlo s nižší teplotou chromatičnosti.

Při úplném zatmění Slunce nastane blokáce přímého slunečního záření. Na čidla měřicího modulu SPM tak dopadá pouze rozptýlené sluneční záření, přičemž na molekulách vzduchu se rozptyluje nejvíce světlo s vysokou náhradní teplotou chromatičnosti. Kromě rozptýleného slunečního záření dopadá na měřicí čidla také sluneční záření, které bylo odraženo od pevniny resp. moře a následně rozptýleno v zemské atmosféře. Velikost náhradní teploty chromatičnosti světla v průběhu úplné fáze závisí na tvaru horizontu a na složení zemské atmosféry, přesněji na přítomnosti aerosolů ve vzduchu, které způsobují tzv. aerosolový rozptyl, což více ovlivňuje světlo s nižší náhradní teplotou chromatičnosti.

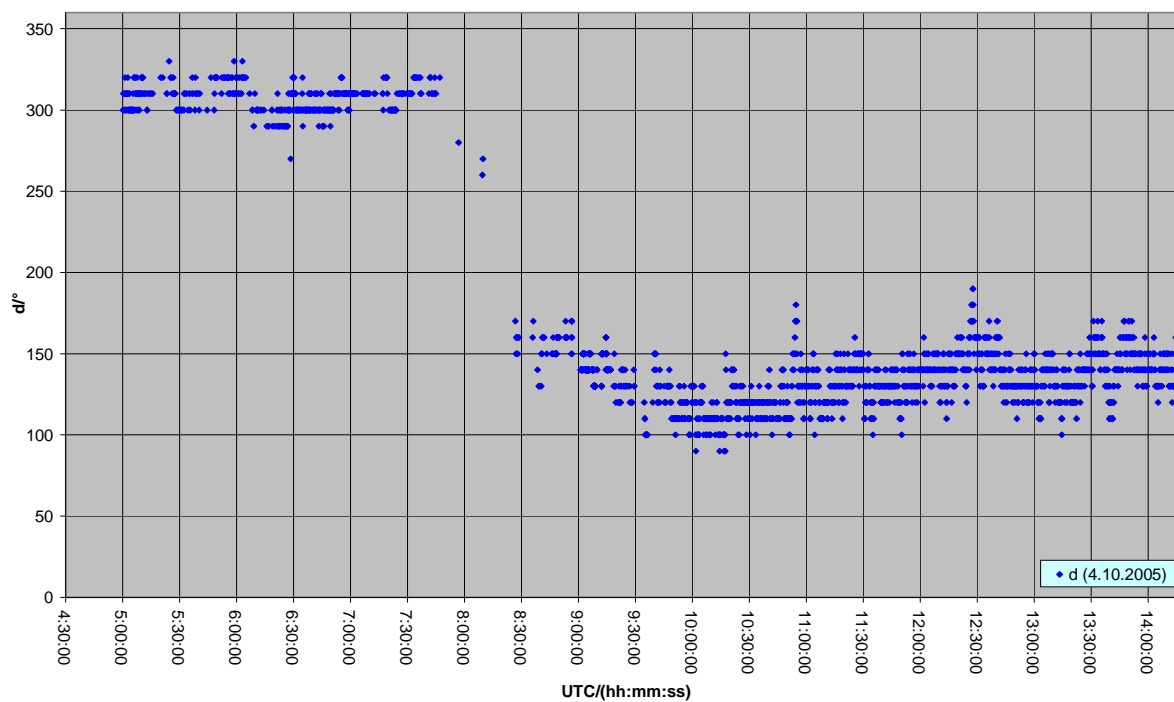
Po komparaci naměřené náhradní teploty chromatičnosti s teplotou chromatičnosti koróny získanou počítačovým zpracováním digitálních fotografií zatmění Slunce z Turecka 2006 pracovníkem Hvězdárny a planetária Plzeň Ing. Jiřím Polákem (*Její hodnota byla 4 800 K.*), bylo zjištěno, že při snímání náhradní teploty chromatičnosti se zorným úhlem 180° je koronální světlo v minoritním zastoupení ve srovnání s rozptýleným slunečním zářením.

## 6.10 Směr a rychlost větru

### 6.10.1 Prstencové zatmění Slunce – Španělsko 2005



Graf 25: Průběh rychlosti větru ze dne referenčního měření



Graf 26: Průběh směru větru ze dne referenčního měření

## Referenční měření

Na grafech č. 25 a 26 lze vidět průběh rychlosti a směru větru ze dne referenčního měření (4. 10. 2005). V grafu č. 25 reprezentuje modrá křivka průběh rychlosti větru ve výšce 2 m nad zemí, pro větší přehlednost byla křivka proložena bílou spojnicí trendu klouzavého průměru s periodou 100 hodnot. V grafu č. 26 je body tmavě modré barvy znázorněn směr větru, jenž byl zaznamenáván při rychlostech větších než  $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Tyto grafy jsou ve větší velikosti součástí příloh jako Přílohy č. 28 a 29.

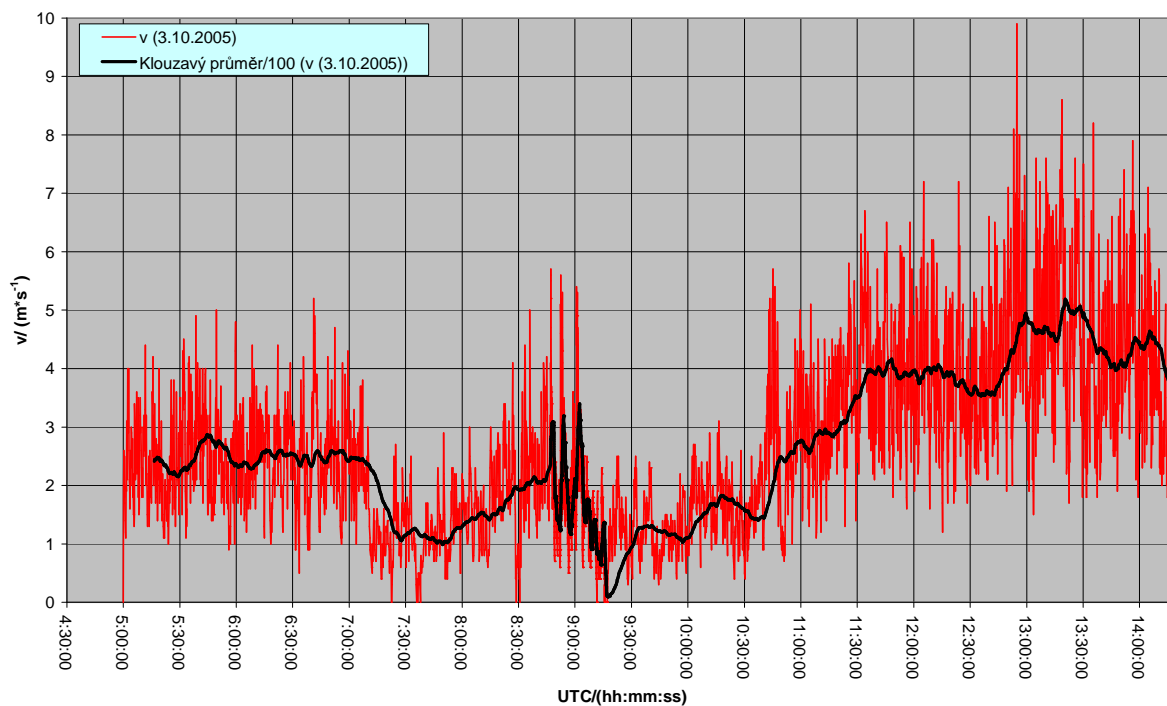
Charakter směru a rychlosti větru v celém svém průběhu byl podmíněn přítomností moře, které bylo od pozorovacího stanoviště vzdáleno cca 120 m. To vyvolalo vznik brízy.

V časovém intervalu <05:00:10 UTC; 08:11 UTC) byly rychlost a směr větru zapříčiněny vyšší teplotou vzduchu nad mořem a nižší teplotou vzduchu nad pevninou. Nad mořem tak vznikla oblast nižšího tlaku vzduchu ve spodních vrstvách atmosféry ve srovnání s hodnotou tlaku vzduchu ve spodních vrstvách atmosféry nad pevninou. Docházelo tak k proudění vzduchu od pevniny (*SZ směr*). Nízká rychlost proudění byla s největší pravděpodobností způsobena malým rozdílem teploty vzduchu nad mořem a nad pevninou.

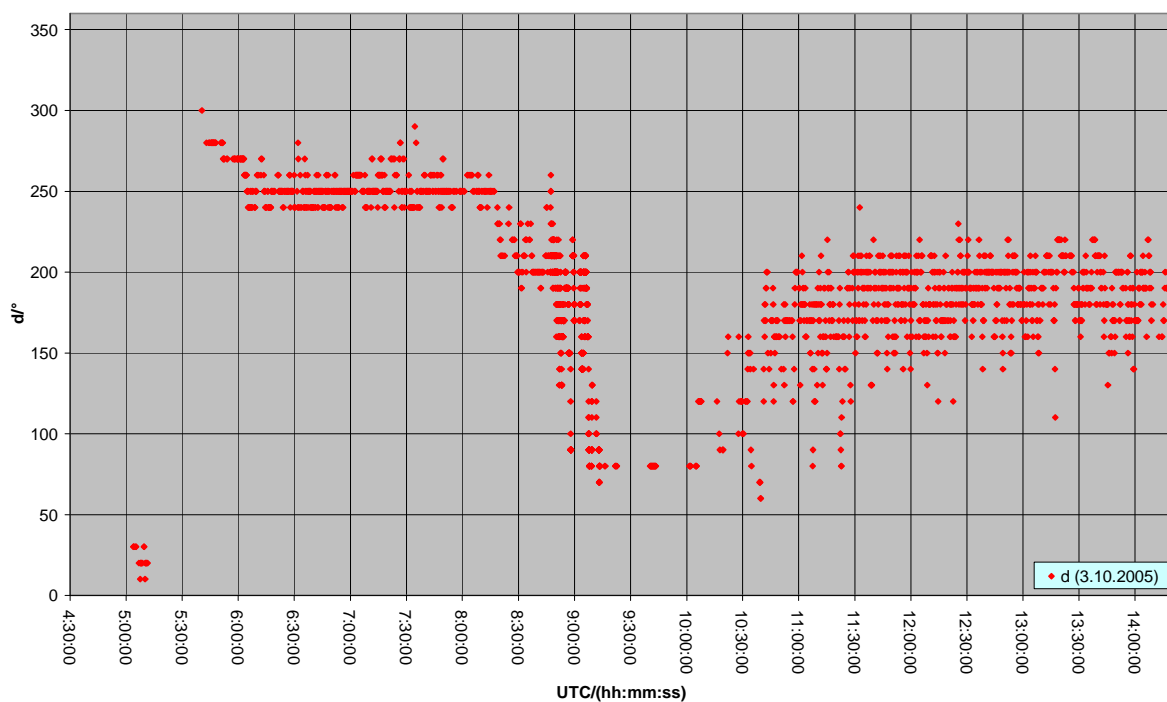
Prudký rostoucí charakter křivky reprezentující rychlost větru v časovém intervalu <08:11 UTC; 10:06 UTC) a rostoucí charakter křivky v časovém intervalu <10:06 UTC; 12:20 UTC) byly pravděpodobně zapříčiněny rostoucí výškou Slunce nad horizontem, což s největší pravděpodobností způsobilo ohřev vzduchu ve spodních vrstvách atmosféry. V důsledku malé tepelné kapacity půdy ve srovnání s tepelnou kapacitou moře měla v tomto časovém intervalu teplota vzduchu nad pevninou vyšší hodnotu než nad mořem. Hodnota tlaku vzduchu ve spodních vrstvách atmosféry nad pevninou musela být tedy nižší než hodnota tlaku vzduchu ve spodních vrstvách atmosféry nad mořem. Totéž potvrzuje i směr větru, který je v časových intervalech <08:11 UTC; 10:06 UTC) a <10:06 UTC; 12:20 UTC) převážně *JV (směr od moře)*.

Mírný pokles rychlosti větru v časovém intervalu <12:20 UTC; 14:17:00 UTC) byl způsoben snižující se velikostí tlakového gradientu nad pevninou a mořem.





**Graf 27:** Průběh rychlosti větru ze dne prstencového zatmění Slunce



**Graf 28:** Průběh směru větru ze dne prstencového zatmění Slunce

## Měření ze dne zatmění

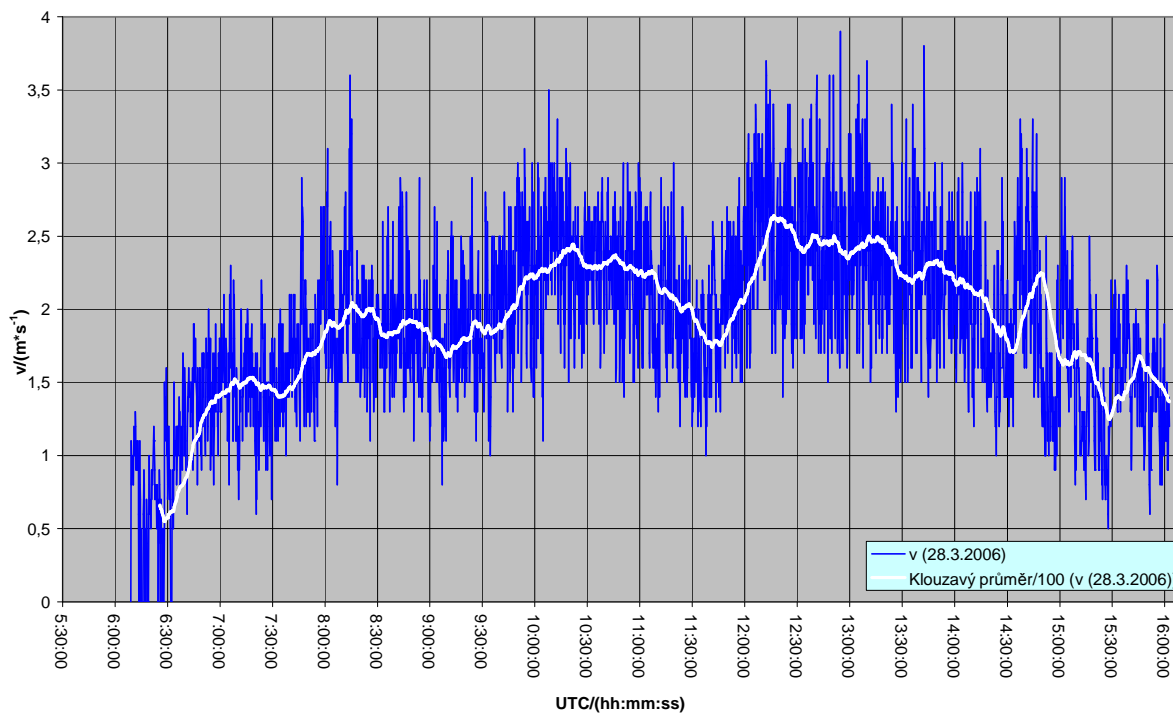
Grafy č. 27 a 28 znázorňují průběh rychlosti a směru větru měření ze dne prstencového zatmění Slunce (3. 10. 2005). V grafu č. 27 reprezentuje červená křivka průběh rychlosti větru ve výšce 2 m nad zemí, pro větší přehlednost byla křivka proložena černou spojnicí trendu klouzavého průměru s periodou 100 hodnot. V grafu č. 28 je body červené barvy znázorněn směr větru, jenž byl zaznamenáván při rychlostech větších než  $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Tyto grafy jsou ve větší velikosti součástí příloh jako Přílohy č. 30 a 31.

V časovém intervalu <05:00:10 UTC; 07:45 UTC) je charakter rychlosti a směru větru (SZ) způsoben nižší teplotou vzduchu ve spodních vrstvách atmosféry nad pevninou než teploty vzduchu ve spodních vrstvách atmosféry nad mořem.

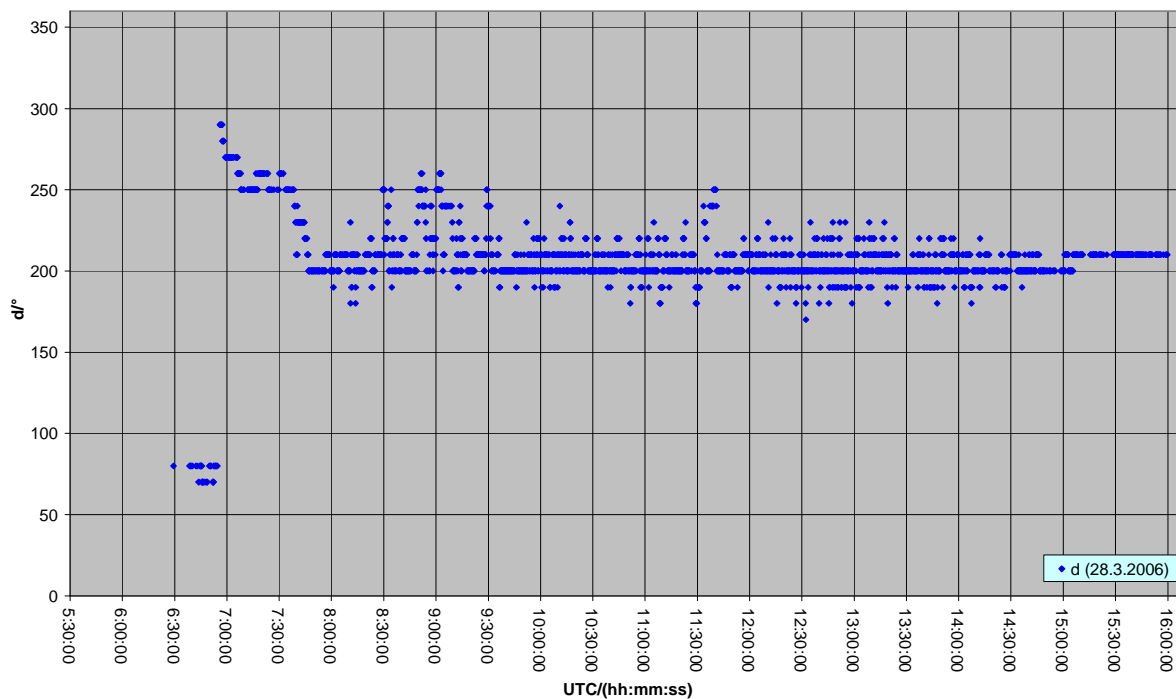
V časovém intervalu <07:45 UTC; 08:47 UTC) je charakter rychlosti a směru větru (SV) podmíněn vyšší teplotou vzduchu ve spodních vrstvách atmosféry ve srovnání s teplotou vzduchu ve spodních vrstvách atmosféry nad mořem.

Postupné zakrývání Slunce Měsícem způsobilo snížení teploty ve spodních vrstvách atmosféry nad pozorovacím stanovištěm, což se projevilo výrazným snížením rychlosti větru, jenž je patrné na grafu č. 27 v časovém intervalu <08:47 UTC; 09:12 UTC). Důsledkem tohoto jevu je snížení tlakového gradientu mezi vzduchem ve spodní vrstvě atmosféry nad pevninou a nad mořem. Na grafu č. 28 lze také pozorovat změnu směru větru (SZ) v časovém intervalu <8:47 UTC; 12:54 UTC). Vzhledem k jejímu velkému časovému rozsahu, nemělo na její změnu s největší pravděpodobností majoritní vliv samotné zatmění, ale především pokrytí oblohy oblačností, což snižovalo teplotní gradient vzduchu mezi mořem a pevninou. Rostoucí charakter křivky rychlosti větru v časovém intervalu <09:12 UTC; 14:17:00 UTC) byl způsoben zvyšujícím se tlakovým gradientem mezi mořem a pevninou. Podle směru větru lze proudění vzduchu v časovém intervalu <12:54 UTC; 14:17:00 UTC) označit za mořskou brízu.

## 6.10.2 Úplné zatmění Slunce – Turecko 2006



**Graf 29:** Průběh rychlosti větru ze dne referenčního měření

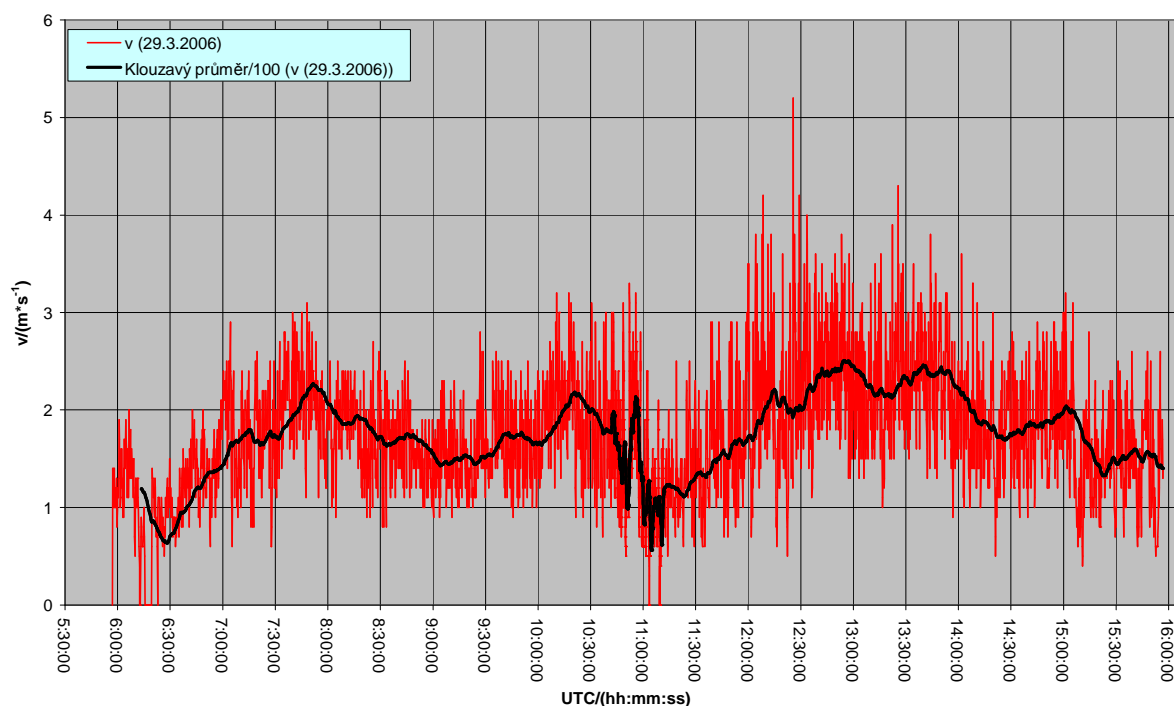


**Graf 30:** Průběh směru větru ze dne referenčního měření

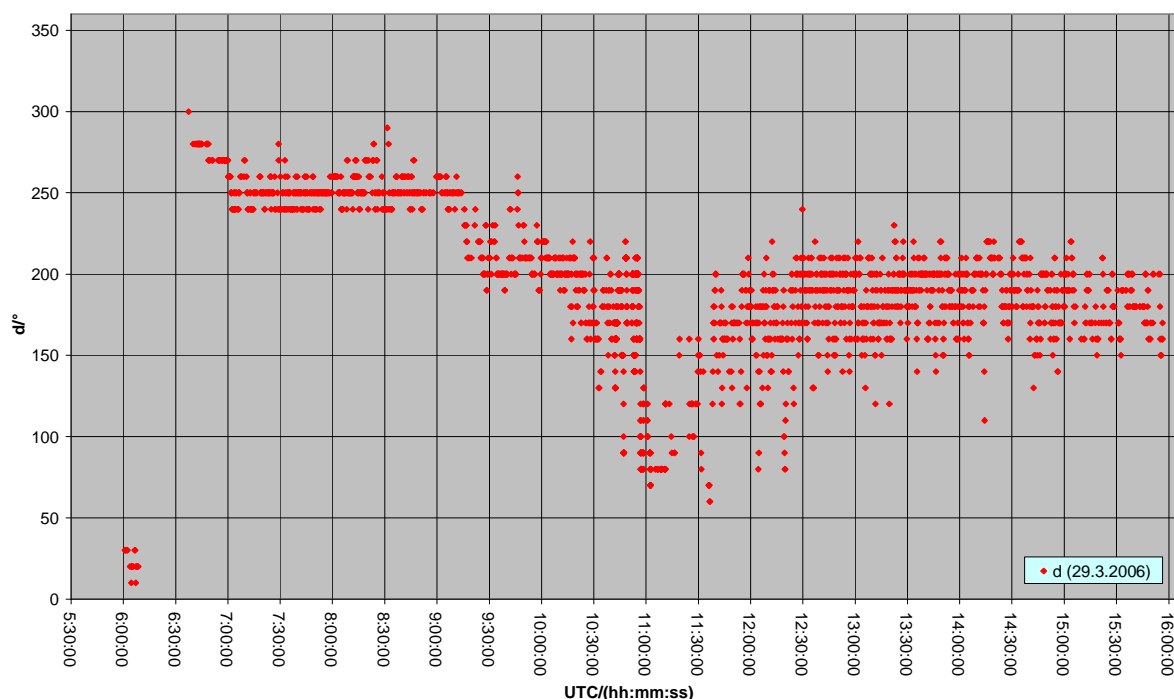
## Referenční měření

Na grafech č. 29 a 30 lze vidět průběh rychlosti a směru větru ze dne referenčního měření (28. 3. 2006). V grafu č. 29 reprezentuje modrá křivka průběh rychlosti větru ve výšce 2 m nad zemí, pro větší přehlednost byla křivka proložena bílou spojnicí trendu klouzavého průměru s periodou 100 hodnot. V grafu č. 30 je znázorněn směr větru tmavě modrými body, jenž byl zaznamenáván při rychlostech větších než  $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Tyto grafy jsou ve větší velikosti součástí příloh jako Přílohy č. 32 a 33.

Převážně rostoucí charakter bílé spojnice trendu klouzavého průměru rychlosti větru s periodou 50 hodnot v časovém intervalu <06:09:00 UTC; 12:14 UTC) byl způsoben nerovnoměrným ohřevem zemského povrchu a moře. Vznikl tak teplotní resp. tlakový gradient mezi spodními vrstvami atmosféry nad pevninou a nad mořem. V tomto časovém intervalu se nad mořem nacházela oblast vyššího tlaku vzduchu než nad pevninou, docházelo ke vzdušnému proudění od moře nad pevninu (*J směr*). Křivka reprezentující klouzavý průměr rychlosti větru je v časovém intervalu <12:14 UTC; 16:02:40 UTC) převážně klesajícího charakteru, což bylo způsobeno klesající výškou Slunce nad horizontem, která měla za následek snížení velikosti teplotního resp. tlakového gradientu mezi mořem a pevninou.



**Graf 31:** Průběh rychlosti větru ze dne úplného zatmění Slunce



**Graf 32:** Průběh směru větru ze dne úplného zatmění Slunce

### Měření ze dne zatmění

Na grafech č. 31 a 32 lze vidět průběh směru a rychlosti větru ze dne úplného zatmění Slunce (29. 3. 2006). V grafu č. 31 reprezentuje červená křivka průběh rychlosti větru ve výšce 2 m nad zemí, pro větší přehlednost byla křivka proložena černou spojnicí trendu klouzavého průměru s periodou 100 hodnot. V grafu č. 32 je body červené barvy znázorněn směr větru, jenž byl zaznamenáván při rychlostech větších než  $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Tyto grafy jsou ve větší velikosti součástí příloh jako Přílohy č. 34 a 35.

Charakter rychlosti a směru větru ( $J$ ) v časovém intervalu <05:57:00 UTC; 10:55 UTC) byl podmíněn zvyšujícím se teplotním gradientem mezi spodními vrstvami atmosféry nad pevninou a mořem. V tomto časovém intervalu byla hodnota tlaku vzduchu nad mořem vyšší než nad pevninou. Náhlý pokles rychlosti větru a náhlá změna jeho směru ( $V$ ) v časovém intervalu <10:55 UTC; 11:11 UTC) byly s největší pravděpodobností způsobeny totálním zakrytím Slunce Měsícem. Hodnota tlaku vzduchu v oblasti, ze které bylo pozorovatelné úplné zatmění, byla pravděpodobně o poměrně malou hodnotu vyšší než v místech, kde bylo v tomto časovém intervalu pozorovatelné pouze částečné zatmění Slunce. Rostoucí charakter křivky reprezentující klouzavý průměr rychlosti větru a  $J$  směr větru v časovém intervalu <11: 11 UTC; 12:48 UTC) byly podmíněny opět nerovnoměrným zahříváním pevniny a moře, což způsobilo vznik teplotního resp. tlakového gradientu ve spodních vrstvách atmosféry nad mořem a pevninou. Úbytek dopadajícího slunečního záření v časovém intervalu <12:48 UTC; 15:57:00 UTC) způsobil snížení tlakového gradientu ve spodních vrstvách atmosféry mezi mořem a pevninou, což se projevilo klesajícím charakterem křivky znázorňující rychlost větru.

### 6.10.3 Zhodnocení

Zpracování směru a rychlosti větru zaznamenaných během prstencového zatmění Slunce ve Španělsku v roce 2005 a úplného zatmění Slunce v Turecku v roce 2006 ukázalo, že jejich průběh byl částečně odlišný.

V průběhu obou zatmění Slunce došlo krátce po  $T_{\max}$  k výraznému poklesu rychlosti větru, což bylo způsobeno poklesem velikosti teplotního gradientu mezi mořem a pevninou. Změna směru větru se také projevila u obou typů zatmění Slunce, ovšem změna směru větru zaznamenaná ve Španělsku, byla, vzhledem ke svému relativně dlouhému časovému intervalu, způsobena především přítomností oblačnosti nad pozorovacím stanovištěm. Při měření během úplného zatmění Slunce byl časový interval změny směru větru podstatně kratší než u již zmiňovaného prstencového zatmění Slunce a na obloze se nevyskytovala prakticky žádná oblačnost. Během úplné fáze zatmění Slunce tedy pravděpodobně došlo nad pozorovacím stanovištěm ke krátkodobému utvoření oblasti vyššího tlaku vzduchu ve srovnání s místy, kde bylo možné pozorovat pouze částečné zatmění Slunce (*tzn. mimo pás totality*).

## 7 Diskuze

Studium změn meteorologických veličin v průběhu úplného zatmění Slunce zařadilo v minulosti do svého odborného pozorovacího programu v České republice již několik výprav: Hvězdárna a planetárium Plzeň (rok 1999), FEL ČVUT a Hvězdárna Úpice (rok 2001). V zahraničí se toto problematikou zabývaly tyto expedice: Andrew White a Stephen McCann – Zambia 2001, Francis Massen – Lucembursko 2001, Institut für Bioklimatologie – Německo 1999, Laboratory Optical Radiometry – Institute of Electronics „Academican Emil Djakov“ – Bulharsko 1999

Měření uskutečněná výše popsanými expedicemi se týkala pouze intenzity slunečního záření a teploty vzduchu (*Výjimku tvoří Laboratory Optical Radiometry – Institute of Electronics „Academican Emil Djakov“.*) Parametry měřících přístrojů nebyly vždy přesné.

Srovnáním výsledků měření teploty vzduchu ve výšce 2 m nad zemí a intenzity globálního slunečního záření z úplného zatmění Slunce v Turecku z roku 2006 se závěry z předchozích měření byla získána tato fakta:

- Existence poklesu intenzity globálního slunečního záření (*respektive intenzity osvětlení*) a teploty vzduchu v průběhu zatmění Slunce, což představuje shodu.
- Shodný výsledek nalézáme také při porovnání okamžiku minima teploty vzduchu a minima intenzity globálního slunečního záření. U všech předchozích měření existuje určité opoždění minima teploty vůči minimu intenzity globálního slunečního záření resp. intenzity osvětlení.
- Z měření rychlosti větru zaznamenaného Francisem Massenem během úplného zatmění Slunce v Lucembursku v roce 1999 vyplývá pokles této meteorologické veličiny v průběhu úplného zatmění Slunce, což představuje shodu s výsledky ze zatmění Slunce v Turecku z roku 2006.
- Shodný výsledek byl zaznamenán také při srovnání průběhu relativní vlhkosti vzduchu zaznamenaného Andrewem Whitem v Africe v roce 2001.
- Částečně shodný výsledek byl zaznamenán při komparaci průběhu barvy oblohy, jež byla zaznamenána Laboratory Optical Radiometry – Institute of Electronics „Academican Emil Djakov“ – Bulharsko 1999. Barva oblohy v průběhu úplného zatmění Slunce v Turecku v roce 2006 by byla pravděpodobně odlišná s částí měření před východem Slunce během prstencového zatmění Slunce v roce 2005. Před východem Slunce ve Španělsku se pravděpodobně výrazně projevil aerosolový rozptyl, což způsobuje neporovnatelnost naměřených dat s bulharskou expedicí.

Vzhledem k tomu, že měření ostatních veličin v průběhu úplného zatmění Slunce nebylo doposud uskutečněno, nelze provádět další komparaci.

O měření meteorologických a fyzikálních veličin v průběhu prstencového zatmění Slunce nebyly také nalezeny žádné další informace.

## 8 Závěr

Na základě zpracování naměřených dat během prstencového zatmění Slunce ve Španělsku v roce 2005 a úplného zatmění Slunce v Turecku v roce 2006 vyplývají značné rozdíly v průbězích meteorologických a fyzikálních veličin během prstencového a úplného zatmění Slunce.

V důsledku nižšího úbytku intenzity globálního slunečního záření během prstencového zatmění Slunce ve srovnání s úplným zatměním Slunce byla velikost všech naměřených poklesů teplot v rámci dne zatmění Slunce nižší.

Vliv na různé časové zpoždění poklesu teplot vůči poklesu minima globálního slunečního záření neměl odlišný druh zatmění Slunce, ale především jiné faktory ovlivňující tuto časovou prodlevu (*např.: pozorovací stanoviště, aktuální meteorologická situace*).

Zřetelný rozdíl byl zaznamenán v průběhu barvy slunečního záření. Během prstencového zatmění Slunce měl vliv na průběh této fyzikální veličiny tzv. jev okrajového ztmavnutí. Zatímco během úplného zatmění Slunce se projevila naprostá blokace přímého slunečního záření, na měřicí čidla proto dopadalo jen rozptýlené záření, na jehož charakter má vliv samotné pozorovací stanoviště (*např.: vzdálenost od moře, nerovnoměrnost obzoru*).

Patrný je také rozdíl v rychlosti a směru větru, během obou zatmění došlo k poklesu rychlosti větru. Ovšem změna směru větru nebyla při prstencovém zatmění Slunce prokázána, zatímco z měření směru větru během úplného zatmění Slunce je zřejmá změna směru větru, což by mohlo souviset s větší hodnotou atmosférického tlaku v oblasti stínu zatmění vzhledem k jeho okolí.

K potvrzení případně vyvrácení teorie o vyšším atmosférickém tlaku ve stínu úplného zatmění Slunce by mohlo výrazně přispět zařazení měření atmosférického tlaku do experimentu SEMM.

Kromě prvního detailního popisu změn meteorologických veličin v průběhu prstencového a úplného zatmění Slunce poskytla tato práce také zajímavý rozbor meteorologických jevů, ke kterým dochází před východem Slunce.

Vzhledem k tomu, že problematice změn meteorologických a fyzikálních veličin během zatmění Slunce není v současnosti věnována přílišná pozornost a doposud uskutečněná měření přístroji 3 generace projektu SEMM přinesla nové či zpřesnila doposud známé poznatky o průběhu meteorologických veličin, je žádoucí v těchto meteorologických měřeních pokračovat.

Zároveň by bylo vhodné při případných budoucích měřeních snímat meteorologickou stanicí a oblohu kamerami s časovou základnou, což by minimalizovalo riziko, že při dalších zpracováních naměřených dat nebudou k dispozici záznamy o stavu počasí či dalších jevech, které mohou ovlivnit měření.



## 9 Seznam použitých zkratek

A	azimut
Ac	altocumulus
As	altostratus
Cb	cumulonimbus
Cc	cirrocumulus
Ci	cirrus
Cs	cirrostratus
Cu	cumulus
ČAS	Česká astronomická společnost
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČMI	Český metrologický institut
d	směr horizontální složky větru
DAM	Data Acquisition Module – Modul pro sběr dat
E	east – východ
FEL ČVUT	Fakulta elektrotechniky na Českém vysokém učení technickém
φ (φ)	zeměpisná délka
I	intenzita globálního slunečního záření
Ir	intenzita odraženého záření od zemského povrchu
IR 10.7	infračervený spektrální kanál MSG 1 o vlnové délce 10,7 μm
J	jih
JV	jihovýchod
JZ	jihozápad
k <sub>u</sub>	koeficient rozšíření
λ (λ)	zeměpisná šířka
MSG 1	Meteosat Second Generation 1 – Meteosat druhé generace 1
N	north – sever
NASA	americký Národní úřad pro letectví a vesmír
Pt	platina
RH	relativní vlhkost vzduchu ve výšce 2 m nad zemí

S	sever
sB	modrá složka v barvovém prostoru sRGB
Sc	stratocumulus
SEMM	Solar Eclipse Meteorological Measurement – Meteorologické měření v průběhu zatmění Slunce
sG	zelená složka v barvovém prostoru sRGB
SPM	Solar Pyranometr Module – Modul pro měření fyzikálních veličin globálního a odraženého slunečního záření
sR	červená složka v barvovém prostoru sRGB
sRGB	barva světla ve standardním barvovém prostoru sRGB
SV	severovýchod
SZ	severozápad
T <sub>1</sub>	čas určující začátek částečné fáze zatmění Slunce
T <sub>2</sub>	čas určující začátek úplné (prstencové) fáze zatmění Slunce
T <sub>3</sub>	čas určující konec úplné (prstencové) fáze zatmění Slunce
T <sub>4</sub>	čas určující konec částečné fáze zatmění Slunce
t <sub>a2m</sub>	teplota vzduchu ve výšce 2 m nad zemí
t <sub>a5cm</sub>	teplota vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí
T <sub>c</sub>	náhradní teplota chromatičnosti slunečního záření
THM	air Temperature and Humidity measuring Module – Modul pro měření teploty a relativní vlhkosti ve výšce 2 m nad zemí
T <sub>max</sub>	čas určující maximální fázi úplného (prstencového) zatmění Slunce
t <sub>s</sub>	teplota půdy v hloubce 5 cm
TTM	air Temperature and ground Temperature measuring Module – Modul pro měření přízemní teploty vzduchu ve výšce 5 cm a teploty půdy v hloubce 5 cm
UTC	Universal Time Co-ordinated – Koordinovaný světový čas
V	východ
v	rychlost horizontální složky větru
VJV	východojihovýchod
W	west – západ
WAM	Wind Anemometer Module - Modul pro měření rychlosti a směru větru
WMO	The World Meteorological Organization – Světová meteorologická organizace
Z	západ

## 10 Použité zdroje

- [1] CALSKY. Celestial Calendar at CalSKY [online]. [Cit. 29. 10. 2006].  
Dostupné z URL: < <http://www.calsky.com> >.
- [2] ESPENAK, Fred. Annular Solar Eclipse of 2005 October 03 [online]. [Cit. 12. 2. 2007].  
Dostupné z URL: < <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEmono/ASE2005/ASE2005.html> >.
- [3] ESPENAK, Fred. Total Solar Eclipse of 2006 March 29 [online]. [Cit. 12. 2. 2007].  
Dostupné z URL: < <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEmono/TSE2006/TSE2006.html> >.
- [4] KLECZEK Josip. *Velká encyklopedie vesmíru*. 1. vyd. Praha: Academica, 2002. ISBN 80 – 200 – 0906 – X
- [5] KOBZOVÁ Eva. *Počasí*. 1. vyd. Olomouc: Rubico, 1998. ISBN 80 – 85839 – 26 – 1
- [6] MASSEN, Francis. Meteorological Impact of the 11th August 99 Solar Eclipse [online]. [Cit. 1. 2. 2007]. Dostupné z URL: < <http://meteo.lcd.lu/papers/eclipse99/eclipse99.html> >.
- [7] MISHEV Dimitar. Spectrometric Remote Sensing of The Sysetm „Sun-Earth“ [online]. [Cit. 1.2.2007]. Dostupné z URL: < <http://ie-bas.dir.bg/Departments/OpticRad.htm> >.
- [8] PIHNAN Roman. Barva a vyvážení bílé – 1. Barva a její obraz v PC. [online]. [Cit. 24. 2. 2007].  
Dostupné z URL: < [http://www.fotografovani.cz/art/fozak\\_df/rom\\_color1.html](http://www.fotografovani.cz/art/fozak_df/rom_color1.html) >.
- [9] PŘÍHODA Pavel a kol. *Hvězdářská ročenka 2005*. 1. vyd. Praha: Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy v koedici s Astronomickým ústavem AV ČR, 2004. ISBN 80 – 86017 – 40 – 0 (Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy. Praha), ISBN 80 – 903441 – 0 – 0 (Astronomický ústav AV ČR. Ondřejov)
- [10] PŘÍHODA Pavel a kol. *Hvězdářská ročenka 2006*. 1. vyd. Praha: Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy v koedici s Astronomickým ústavem AV ČR, 2005. ISBN 80 – 86017 – 43 – 5 (Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy. Praha), ISBN 80 – 903441 – 2 – 7 (Astronomický ústav AV ČR. Ondřejov)
- [11] ŠVÁB Václav, HOFMAN Jiří. Experimentální meteorologické stanice. *Essentia – časopis o cestě za poznáním* [online]. 2005, č. 3 [Cit. 22. 10. 2006].  
Dostupné z URL: < <http://www.essentia.cz/index.php?obsah=6&id=84> >. ISSN 1214–3464
- [12] ŠVÁB Václav, HOFMAN Jiří. *SEMM V2 Návod k použití*. 1. vyd.: 2. 5. 2005.
- [13] ŠVÁB Václav, HOFMAN Jiří. Zatmění Slunce 21. 6. 2001 v Africe – měření osvětlení a teploty. *Essentia – časopis o cestě za poznáním* [online]. 2003, č. 1 [Cit. 28. 10. 2006].  
Dostupné z URL: < <http://www.essentia.cz/index.php?obsah=6&id=4> >. ISSN 1214–3464
- [14] ŠVÁB Václav, HOFMAN Jiří. Zatmění Slunce 11. 8. 1999 v Evropě – měření osvětlení a teploty. *Essentia – časopis o cestě za poznáním* [online]. 2003, č. 2 [Cit. 28. 10. 2006].  
Dostupné z URL: < <http://www.essentia.cz/index.php?obsah=6&id=5> >. ISSN 1214–3464
- [15] WIKIPEDIA: Color temperature [online]. [Cit. 25.2.2007].  
Dostupné z URL: < [http://en.wikipedia.org/wiki/Correlated\\_color\\_temperature#Correlated\\_color\\_temperature](http://en.wikipedia.org/wiki/Correlated_color_temperature#Correlated_color_temperature) >.
- [16] WHITE, J. Andrew. Relative Humidity [online]. [Cit. 1. 2. 2007].  
Dostupné z URL: < <http://www.vanda.eclipse.co.uk/travel/africa2001/humidity.htm> >.

# 11 Přílohy

## Seznam příloh

Příloha 1:	Záznamy o stavu počasí – Turecko 2006.....	86
Příloha 2:	Meteorologická stanice 3. generace projektu SEMM.....	88
Příloha 3:	Globální mapy zatmění Slunce.....	89
Příloha 4:	Graf průběhu intenzity globálního slunečního záření – Španělsko 2005.....	90
Příloha 5:	Graf průběhu intenzity globálního slunečního záření – Turecko 2006.....	91
Příloha 6:	Graf průběhu intenzity odraženého slunečního záření od zemského povrchu – Španělsko 2005.....	92
Příloha 7:	Graf průběhu intenzity odraženého slunečního záření od zemského povrchu – Turecko 2006.....	93
Příloha 8:	Graf průběhu teploty vzduchu ve 2 m nad zemí – Španělsko 2005.....	94
Příloha 9:	Graf průběhu teploty vzduchu ve 2 m nad zemí – Turecko 2006.....	95
Příloha 10:	Graf průběhu teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí – Španělsko 2005.....	96
Příloha 11:	Graf průběhu teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí – Turecko 2006.....	97
Příloha 12:	Graf průběhu teploty půdy v hloubce 5 cm – Španělsko 2005.....	98
Příloha 13:	Graf průběhu teploty půdy v hloubce 5 cm – Turecko 2006.....	99
Příloha 14:	Graf srovnání okamžiků teplotních minim a minima globálního slunečního záření – Španělsko 2005.....	100
Příloha 15:	Graf srovnání okamžiků teplotních minim a minima globálního slunečního záření – Turecko 2006.....	101
Příloha 16:	Graf průběhu relativní vlhkosti vzduchu ve výšce 2 m nad zemí – Španělsko 2005.....	102

Příloha 17:	Graf průběhu relativní vlhkosti vzduchu ve výšce 2 m nad zemí – Turecko 2006 .....	103
Příloha 18:	Graf průběhu barvy světla v barvovém prostoru sRGB ze dne 4. 10. 2005 – Španělsko 2005.....	104
Příloha 19:	Graf průběhu barvy světla v barvovém prostoru sRGB ze dne 3. 10. 2005 – Španělsko 2005.....	105
Příloha 20:	Graf průběhu barvy světla v barvovém prostoru sRGB ze dne 28. 3. 2006 – Turecko 2006 .....	106
Příloha 21:	Graf průběhu barvy světla v barvovém prostoru sRGB ze dne 29. 3. 2006 – Turecko 2006 .....	107
Příloha 22:	Graf průběhu barvy světla v barvovém prostoru sRGB v průběhu úplné fáze zatmění Slunce.....	108
Příloha 23:	Graf průběhu náhradní teploty chromatičnosti záření ze dne 4. 10. 2005 – Španělsko 2005.....	109
Příloha 24:	Graf průběhu náhradní teploty chromatičnosti záření ze dne 3. 10. 2005 – Španělsko 2005.....	110
Příloha 25:	Graf průběhu náhradní teploty chromatičnosti záření ze dne 28. 3. 2006 – Turecko 2006 .....	111
Příloha 26:	Graf průběhu náhradní teploty chromatičnosti záření ze dne 29. 3. 2006 – Turecko 2006.....	112
Příloha 27:	Graf průběhu náhradní teploty chromatičnosti záření během úplné fáze zatmění Slunce.....	113
Příloha 28:	Graf průběhu rychlosti větru ze dne 4. 10. 2005 – Španělsko 2005 .....	114
Příloha 29:	Graf průběhu směru větru ze dne 4. 10. 2005 – Španělsko 2005.....	115
Příloha 30:	Graf průběhu rychlosti větru ze dne 3. 10. 2005 – Španělsko 2005 .....	116
Příloha 31:	Graf průběhu směru větru ze dne 3. 10. 2005 – Španělsko 2005.....	117
Příloha 32:	Graf průběhu rychlosti větru ze dne 28. 3. 2006 – Turecko 2006.....	118
Příloha 33:	Graf průběhu směru větru ze dne 28. 3. 2006 – Turecko 2006 .....	119
Příloha 34:	Graf průběhu rychlosti větru ze dne 29. 3. 2006 – Turecko 2006.....	120
Příloha 35:	Graf průběhu směru větru ze dne 29. 3. 2006 – Turecko 2006 .....	121

**Příloha 1:** Záznamy o stavu počasí – Turecko 2006

**28. 3. 2006**

UTC	Popis
5:20	Slunce ~ 20° nad obzorem; jasno; slabý vítr
6:10	Jasno, slabý vítr od J (od moře)
~ 7:30	Nízko nad JZ obzorem nenápadný Cu
7:50	Jasno, slabý vítr, JZ Cu mohutní, výška asi do 5°
8:30	Jasno, slabý vítr od J - JZ, Cu na JZ je statický
9:00	Počasí je stejné, jasno, vánek až slabý vítr, Cu na JZ stabilní, na S narůstá Cb a zasahuje obzor A = 340° až 40°; h ~ 12°
9:40	Počasí je stejné, Cb na S narůstá h ~ 15°, oblačnost = 1/10
10:00	Jasno, oblačnost 1/10, A = 340° až 60°, h ~ 20° až 25°; nárůst Cb na S; Cu na JZ stabilní, slabý vítr J-JZ
10:35	Skoro jasno, oblačnost 2/10, A= SZ až SV, h ~ 20° až 25°; Cu a Cb se rozpadají, Ac, Ci – mírný vítr od J
11:15	Skoro jasno, oblačnost 1/10 až 2/10, A = SZ až SV, h ~ 20° až 25°; hradba Cb na S stabilní, k zenitu rozpad, mírný vítr od J. Asi 30° nad obzorem rozpadající se Ac.
12:00	Skoro jasno, oblačnost pod 1/10, JZ obzor. Stabilní - nízký Cu; na S Cu (rozpadající se Cb, h ~ 10° až 12°, několik rozpadajících se Ac asi 15° až 20° nad SZ obzorem, slabý vítr
13:10	Počasí beze změn.
13:30	Pokles oblačnosti pod 1/10, oblačnost na S se zmenšila, h ~ 10° až 12° nad S obzorem; J až JV mírný vítr
14:40	Jasno, rozpad oblačnosti, typ Ac, mírný J vítr, zenit volný, vstup člověka za vymezený provaz
15:05	Jasno, rozpad zbytků oblačnosti Ac, slabý JZ vítr
15:30	Stín přibližně kolem (spíše před) 15:30 zasáhl spodní čidla stanice, horní čidla v 15:35 slabě osvětlena, po 15:37 ve stínu.
16:05	Slunce zašlo za mrak nízko nad obzorem. Ochladilo se. Skoro jasno, oblačnost 1/10: Cc, Ci, Ac, při obzoru kouřmo, skoro bezvětří, lehký vánek od J
16:10	Ukončení měření

29. 3. 2006

UTC	Popis
5:10	Spuštění stanice, jasno, Slunce 18 ° nad obzorem, místy velmi jasné Ci
5:23	Vstup ke stanici ( <i>zatím neměří; vyčkávací režim</i> )
5:47	Snímače aktivní ( <i>režim kompenzace</i> ); jasno, Slunce 28°nad obzorem; stíny opouštění prostor stanice
5:57	Zahájení ostrého měření
7:20	Jasno, 0/10 pokrytí oblohy oblačností, vánek od Z na SV a SZ lehká Ci oblačnost
8:00	Jasno, 0/10 pokrytí oblohy oblačností, vánek od Z, Ci oblačnost nad S obzorem a na V ve výšce asi 30 °
8:35	Jasno, cirrovitá oblačnost (Cs) A = 0° až 90°, h ~ 20°,
8:50	Jasno, méně než 0/10, nad SV se objevily Cu, A = 0° až 90°, cirrus do výšky 15° nad obzorem, vánek od JZ
9:30	Jasno, méně než 0/10 oblačnosti, nad S nízké Cu, nad Z náhle objevený Cs, vánek od JZ
10:05	Začíná se zvedat vítr od J, jasno, oblačnost 1/10; na SV – Cu, nad JZ - Z je Cs, postup k východu
10:25	Od Z postup nesouvislé Ci oblačnosti až skoro k zenitu, pokles osvitů, změna barvy osvitů až od 10:10, citelný pokles teploty ( <i>před zatměním</i> )
11:40	Po zatmění, intenzita a barva osvětlení normální, teplota narůstá, mimo zenit cirrová oblačnost, Cs (S), J - JZ Cc, oblačnost 1/10, pokles rychlosti větru - slabý vítr
12:43	Do ohrazeného prostoru vniknul člověk
12:55	Jasno, slabý vítr, oblačnost pod 1/10 , přechod cirrové oblačnosti: Cs, Cc, Ci
~ 13:20	Měření narušeno? Přítomnost člověka na okraji ohrazeného prostoru
14:03	Měření narušeno – vniknul pes
14:45	Od Z Cs oblačnost
15:03	Ci postupují od Z do zenitu, oblačnost 2 až 3/10, lehký vítr
15:12	Slunce se dostalo za Ac
15:25	Od Z oblačnost sahající až k zenitu 5/10, typ Cs, As, Ac, Ci ( <i>smíšená</i> ), vánek, Slunce za mraky , přes stanoviště přeběhl pes – byl u stanice
15:45	Oblačnost 6 až 7/10, na Z As, vánek
15:55	Oblačnost 7/10, slabý vítr, As + Ac
16:10	Měření ukončeno, oblačnost 8/10 – ve 2 vrstvách, Slunce nízko nad obzorem, ukryté za mraky

**Příloha 2:** Meteorologická stanice 3. generace projektu SEMM



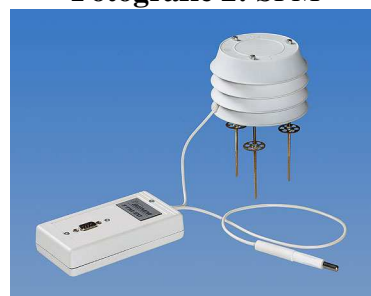
**Fotografie 1: DAM**



**Fotografie 2: SPM**



**Fotografie 3: THM**



**Fotografie 4: TTM**



**Fotografie 5: WAM**

Fotografie 1,2,3,4,5 byly převzaty z [11].



**Fotografie 6: Celkový pohled na stanici**



# Příloha 3: Globální mapy zatmění Slunce

## Annular Solar Eclipse of 2005 Oct 03

Geocentric Conjunction = 10:10:42.0 UT J.D. = 2453646.924097  
 Greatest Eclipse = 10:31:42.4 UT J.D. = 2453646.938685

Eclipse Magnitude = 0.95758 Gamma = 0.33058

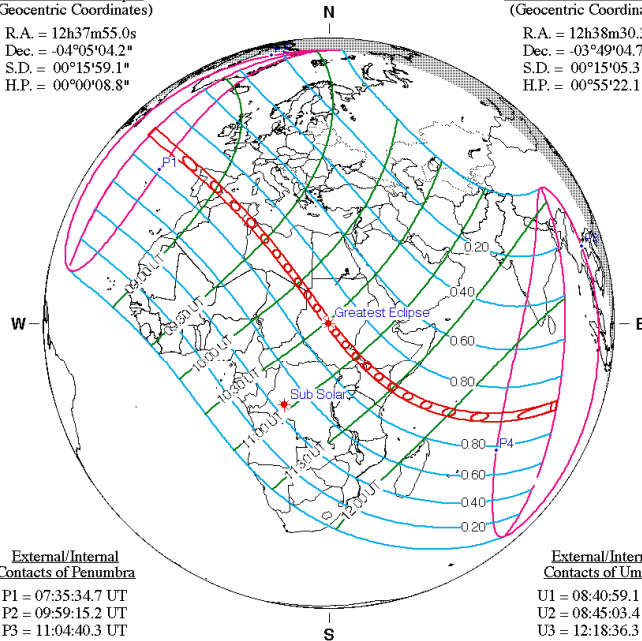
Saros Series = 134 Member = 43 of 71

Sun at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 12h37m55.0s  
 Dec. = -04°05'04.2"  
 S.D. = 00°15'59.1"  
 H.P. = 00°00'08.8"

Moon at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 12h38m30.3s  
 Dec. = -03°49'04.7"  
 S.D. = 00°15'05.3"  
 H.P. = 00°55'22.1"



External/Internal  
Contacts of Penumbra

P1 = 07:35:34.7 UT  
 P2 = 09:59:15.2 UT  
 P3 = 11:04:40.3 UT  
 P4 = 13:27:52.9 UT

External/Internal  
Contacts of Umbra

U1 = 08:40:59.1 UT  
 U2 = 08:45:03.4 UT  
 U3 = 12:18:36.3 UT  
 U4 = 12:22:35.2 UT

Local Circumstances at Greatest Eclipse

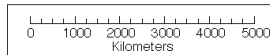
Lat. = 12°53.4'N Sun Alt. = 70.6°  
 Long. = 028°44.1'E Sun Azm. = 209.4°  
 Path Width = 162.2 km Duration = 04m31.6s

Ephemeris & Constants

Eph. = DE200/LE200  
 $\Delta T = 64.8$  s  
 $k1 = 0.2725076$   
 $k2 = 0.2722810$   
 $\Delta b = 0.0'' \Delta l = 0.0''$

Geocentric Libration  
(Optical + Physical)

$l = -3.93^\circ$   
 $b = -0.43^\circ$   
 $c = 21.55^\circ$   
 Brown Lun. No. = 1024



F. Espenak, NASA/GSFC - 2004 Apr 15, Thu  
[sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html](http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html)

FIGURE 1: ORTHOGRAPHIC PROJECTION MAP OF THE ECLIPSE PATH

## Total Solar Eclipse of 2006 Mar 29

Geocentric Conjunction = 10:33:17.4 UT J.D. = 2453823.939784  
 Greatest Eclipse = 10:11:17.7 UT J.D. = 2453823.924510

Eclipse Magnitude = 1.0515 Gamma = 0.3843

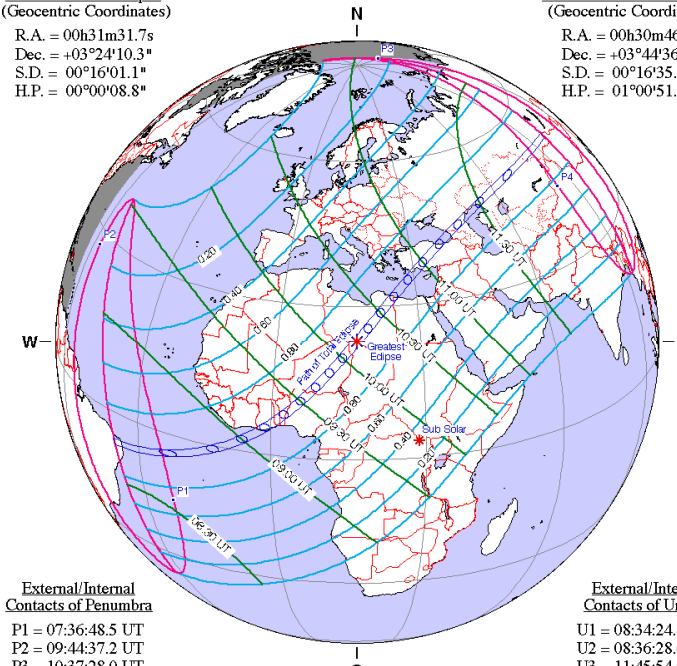
Saros Series = 139 Member = 29 of 71

Sun at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 00h31m31.7s  
 Dec. = +03°24'10.3"  
 S.D. = 00°16'01.1"  
 H.P. = 00°00'08.8"

Moon at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 00h30m46.6s  
 Dec. = +03°44'36.3"  
 S.D. = 00°16'35.0"  
 H.P. = 01°00'51.4"



External/Internal  
Contacts of Penumbra

P1 = 07:36:48.5 UT  
 P2 = 09:44:37.2 UT  
 P3 = 10:37:28.0 UT  
 P4 = 12:45:40.6 UT

External/Internal  
Contacts of Umbra

U1 = 08:34:24.4 UT  
 U2 = 08:36:28.6 UT  
 U3 = 11:45:54.5 UT  
 U4 = 11:47:56.4 UT

Local Circumstances at Greatest Eclipse

Lat. = 23°09.1'N Sun Alt. = 67.3°  
 Long. = 016°44.9'E Sun Azm. = 148.6°  
 Path Width = 183.5 km Duration = 04m06.7s

Ephemeris & Constants

Eph. = DE200/LE200  
 $\Delta T = 64.9$  s  
 $k1 = 0.2725076$   
 $k2 = 0.2722810$   
 $\Delta b = 0.0'' \Delta l = 0.0''$

Geocentric Libration  
(Optical + Physical)

$l = 2.18^\circ$   
 $b = -0.52^\circ$   
 $c = -21.71^\circ$   
 Brown Lun. No. = 1030

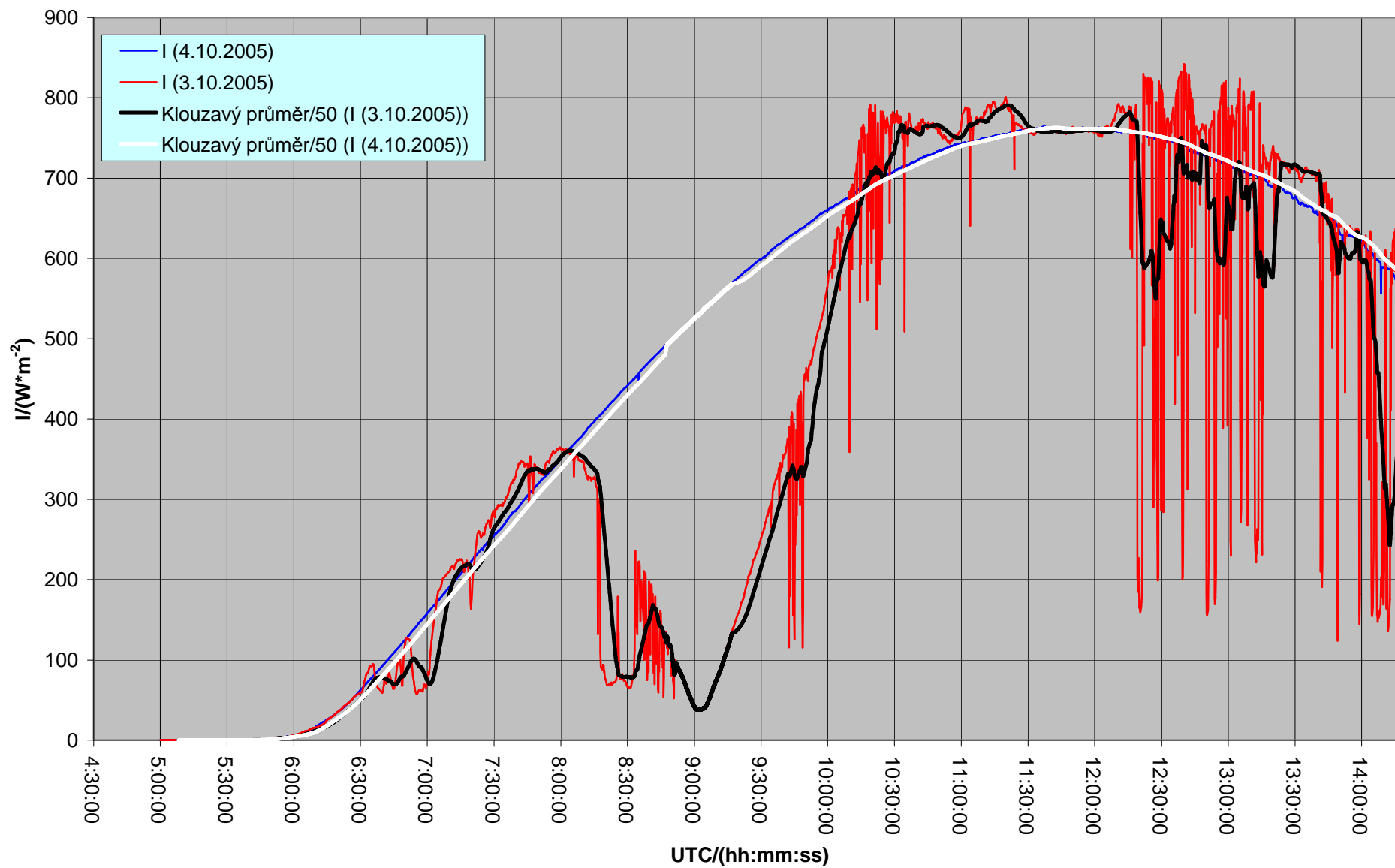


NASA 2006 Eclipse Bulletin (F. Espenak & J. Anderson)

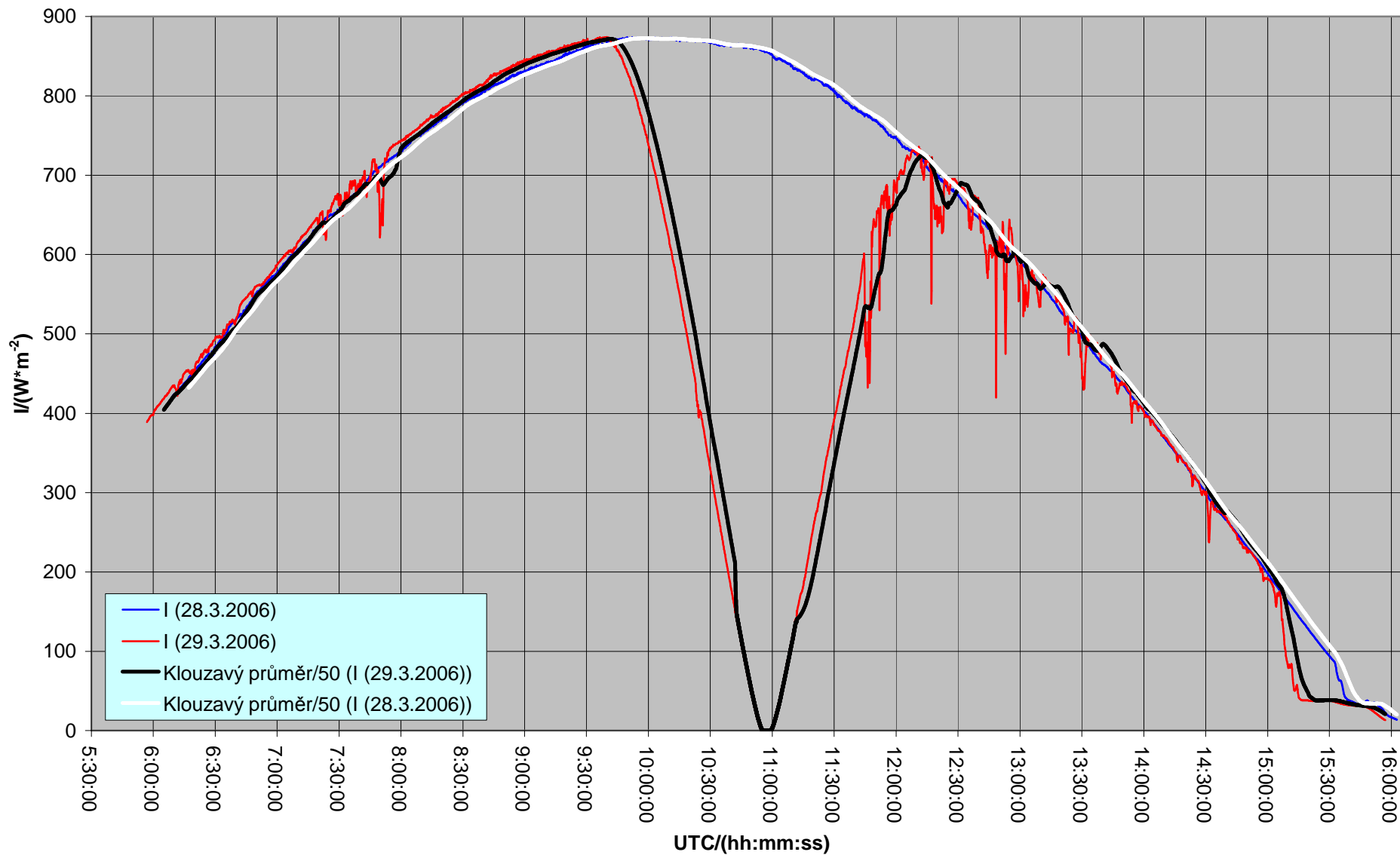
Převzato z: [2].

Převzato z: [3]

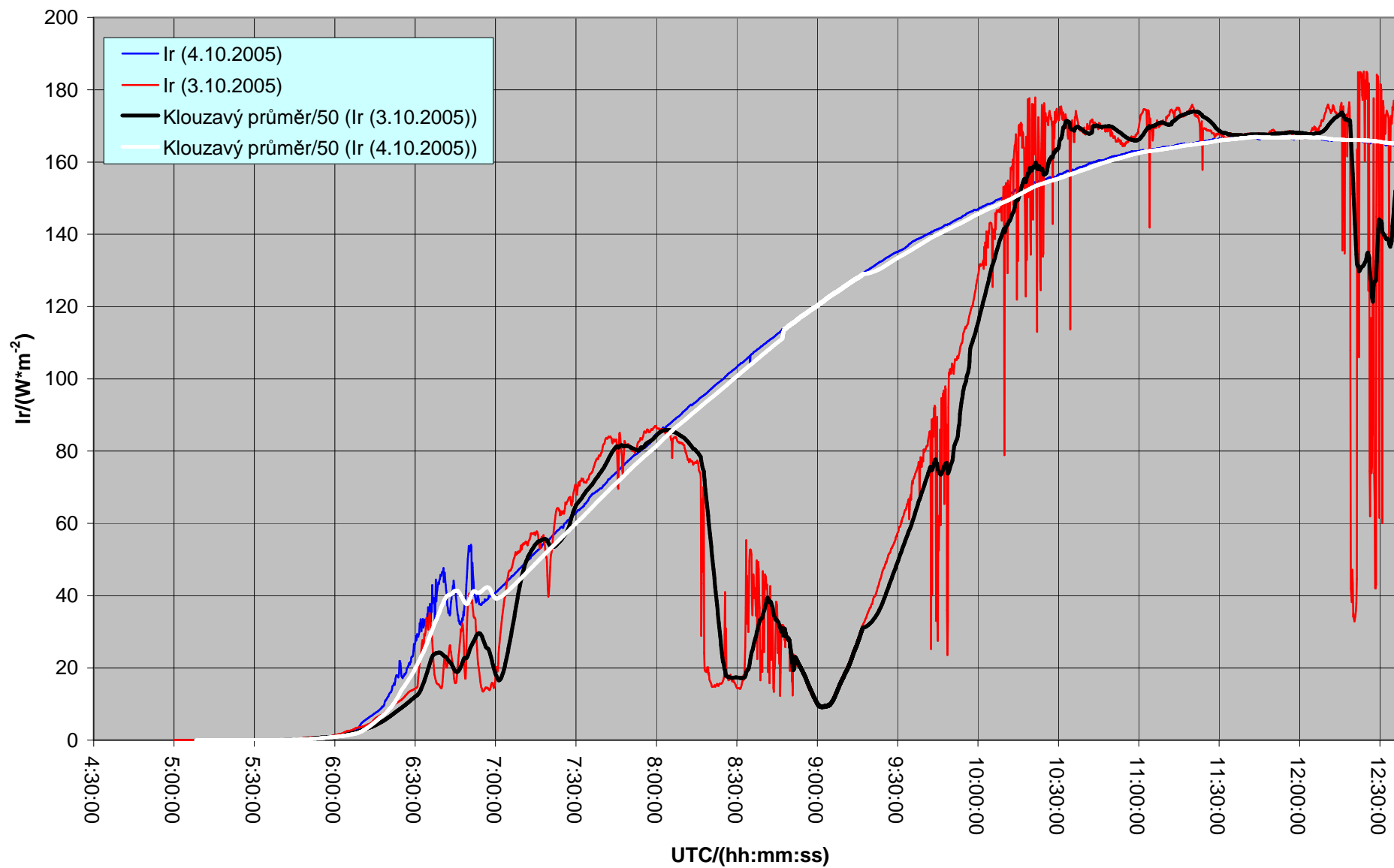
**Příloha 4:** Graf průběhu intenzity globálního slunečního záření – Španělsko 2005



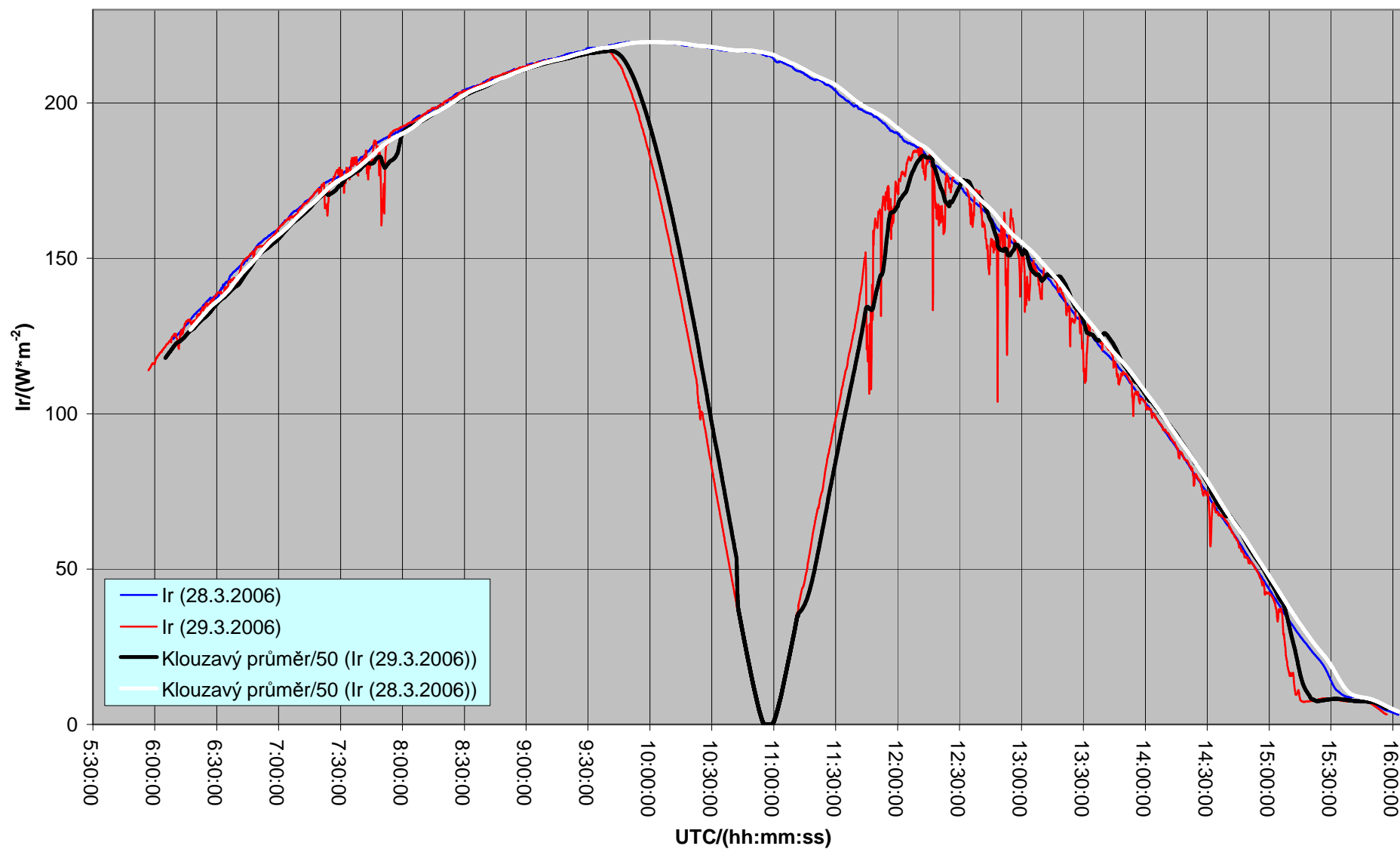
**Příloha 5:** Graf průběhu intenzity globálního slunečního záření – Turecko 2006



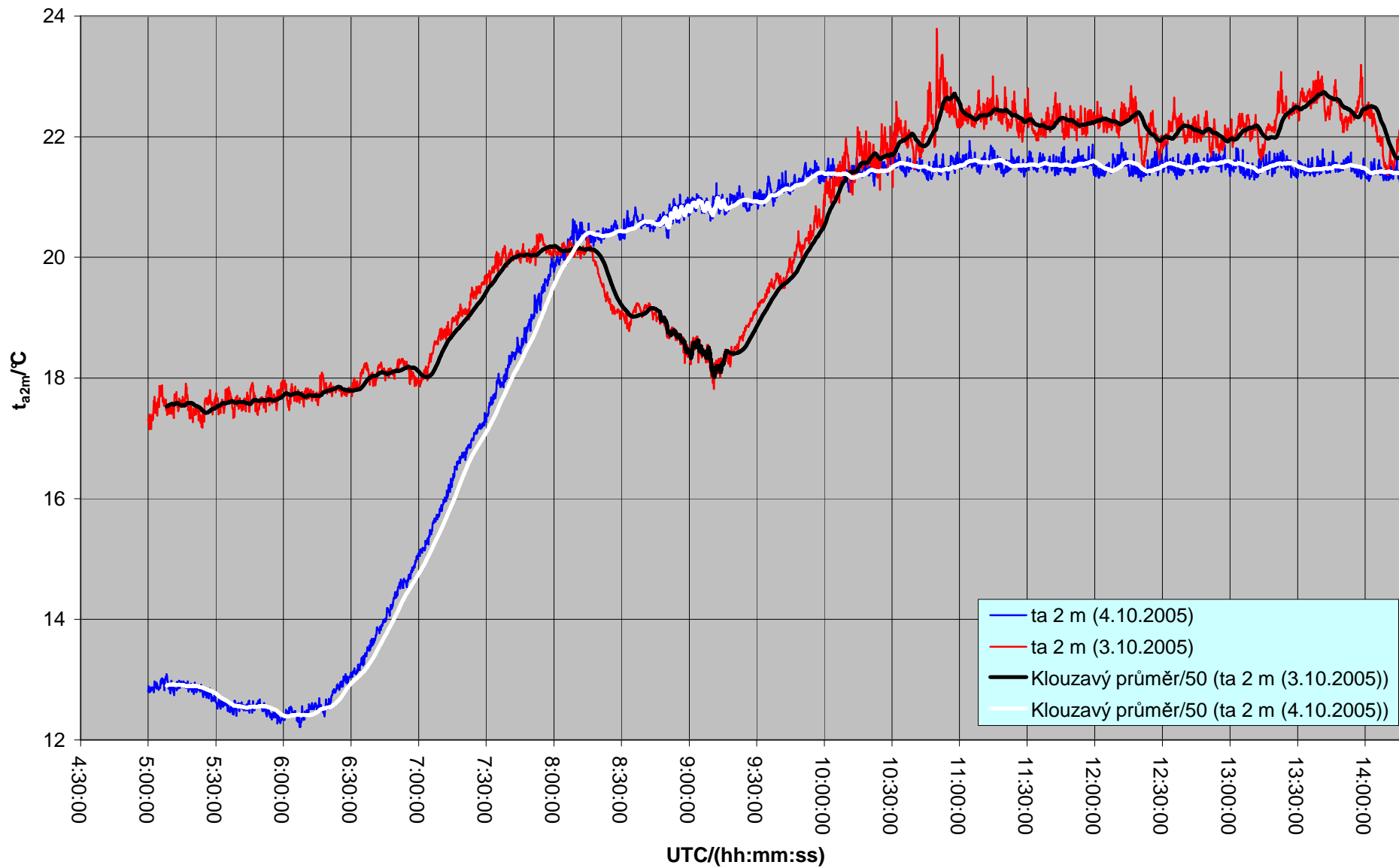
**Příloha 6:** Graf průběhu intenzity odraženého slunečního záření od zemského povrchu – Španělsko 2005



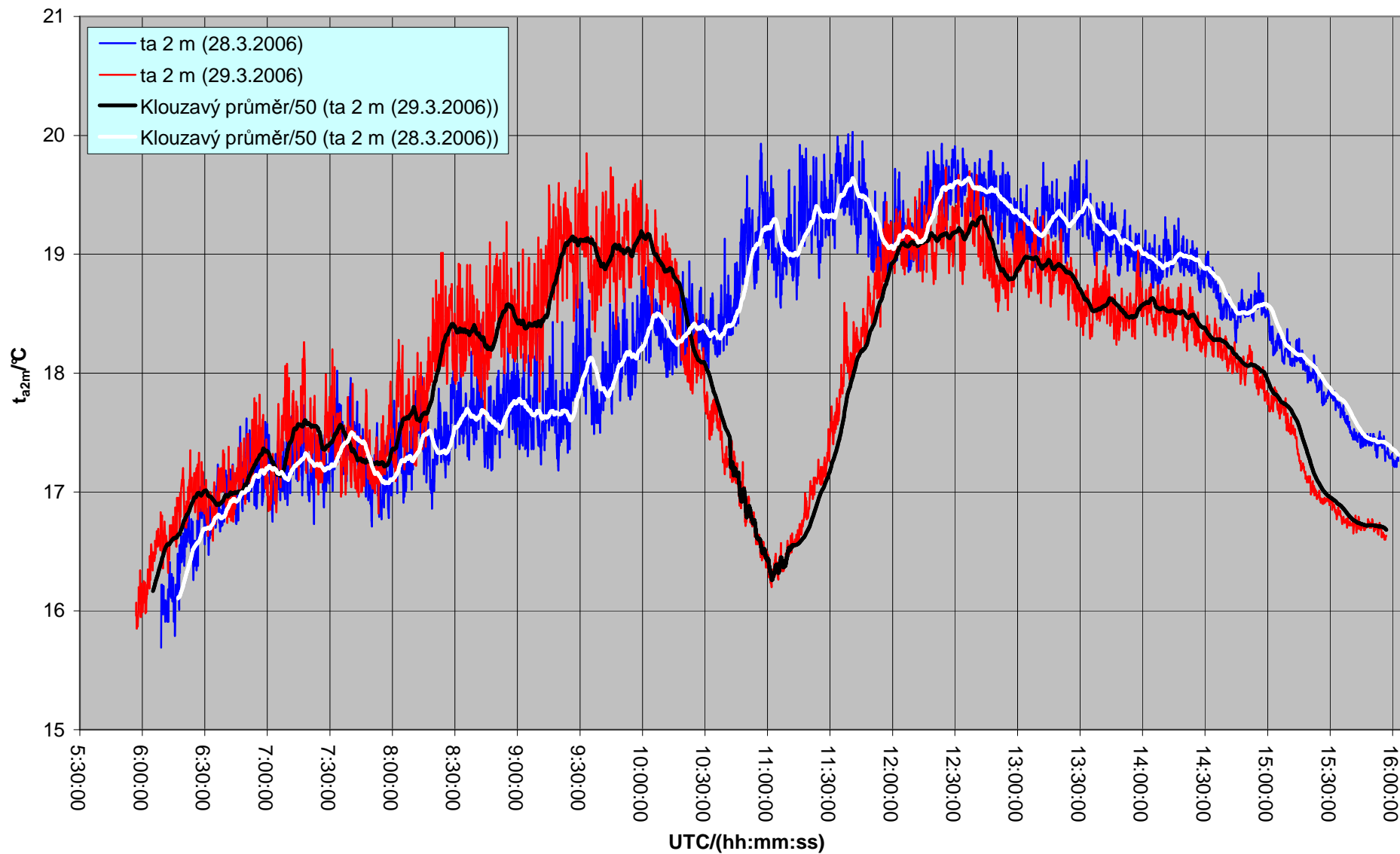
**Příloha 7:** Graf průběhu intenzity odraženého slunečního záření od zemského povrchu – Turecko 2006



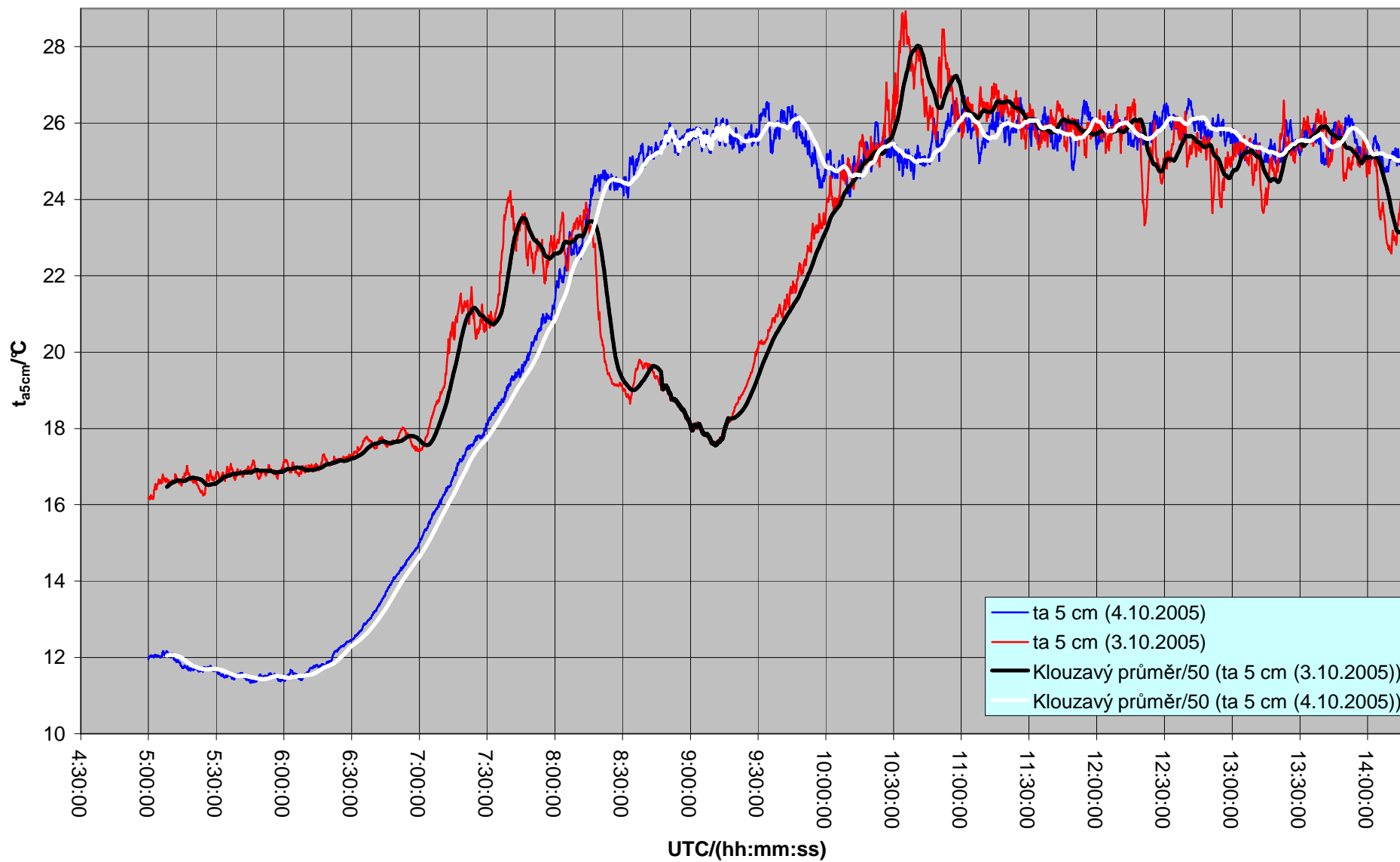
**Příloha 8:** Graf průběhu teploty vzduchu ve 2 m nad zemí – Španělsko 2005



**Příloha 9:** Graf průběhu teploty vzduchu ve 2 m nad zemí – Turecko 2006

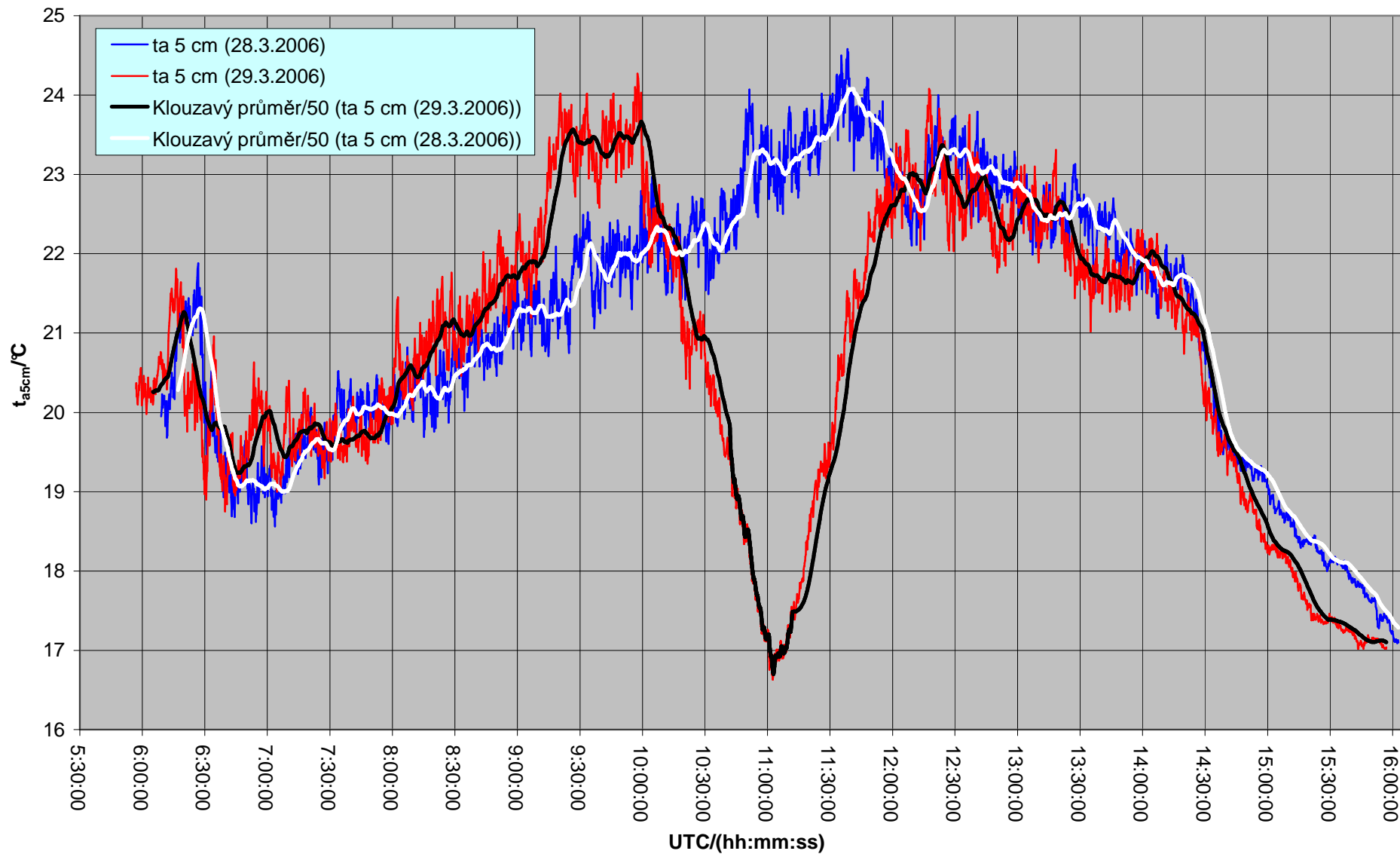


**Příloha 10:** Graf průběhu teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí – Španělsko 2005

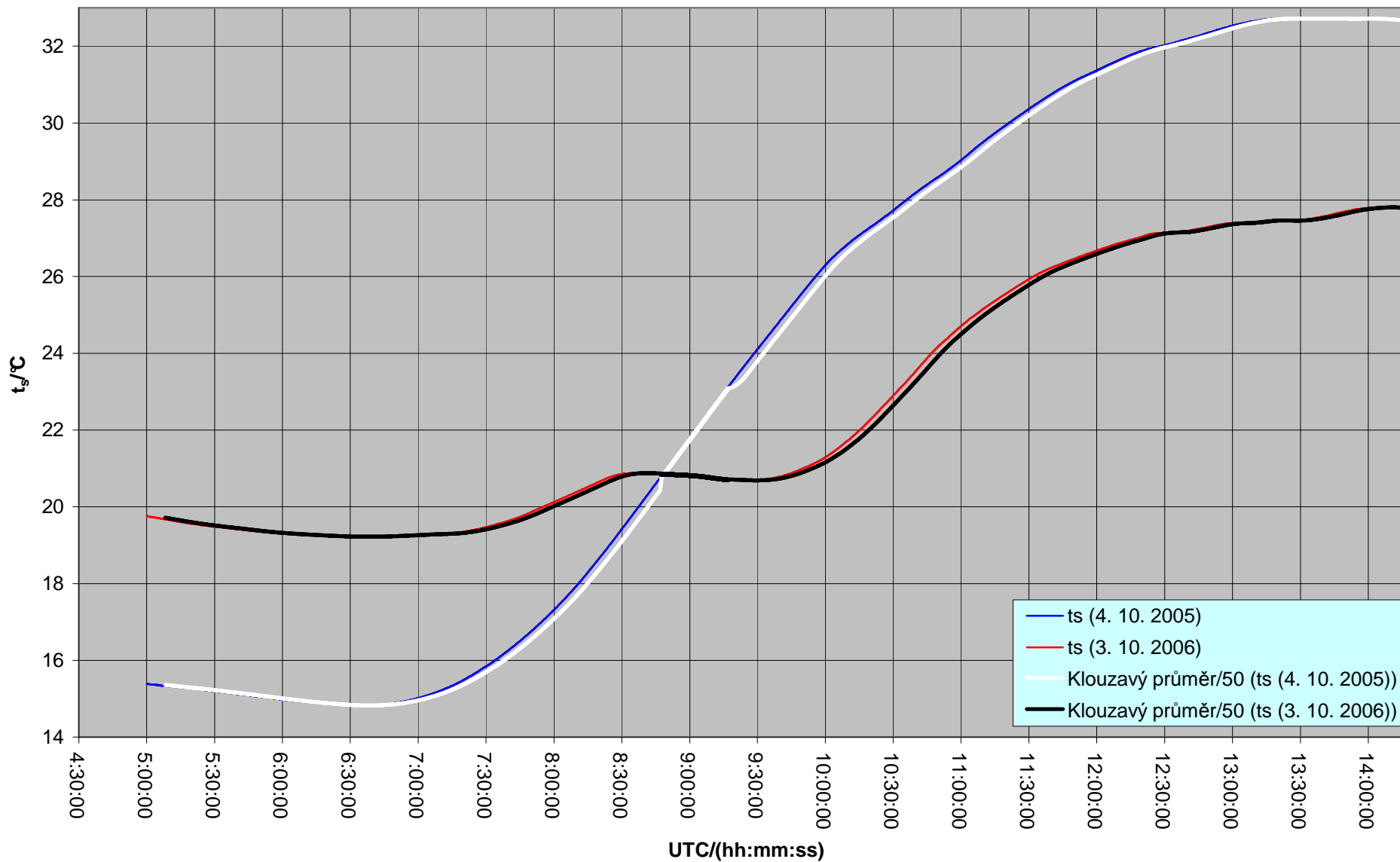




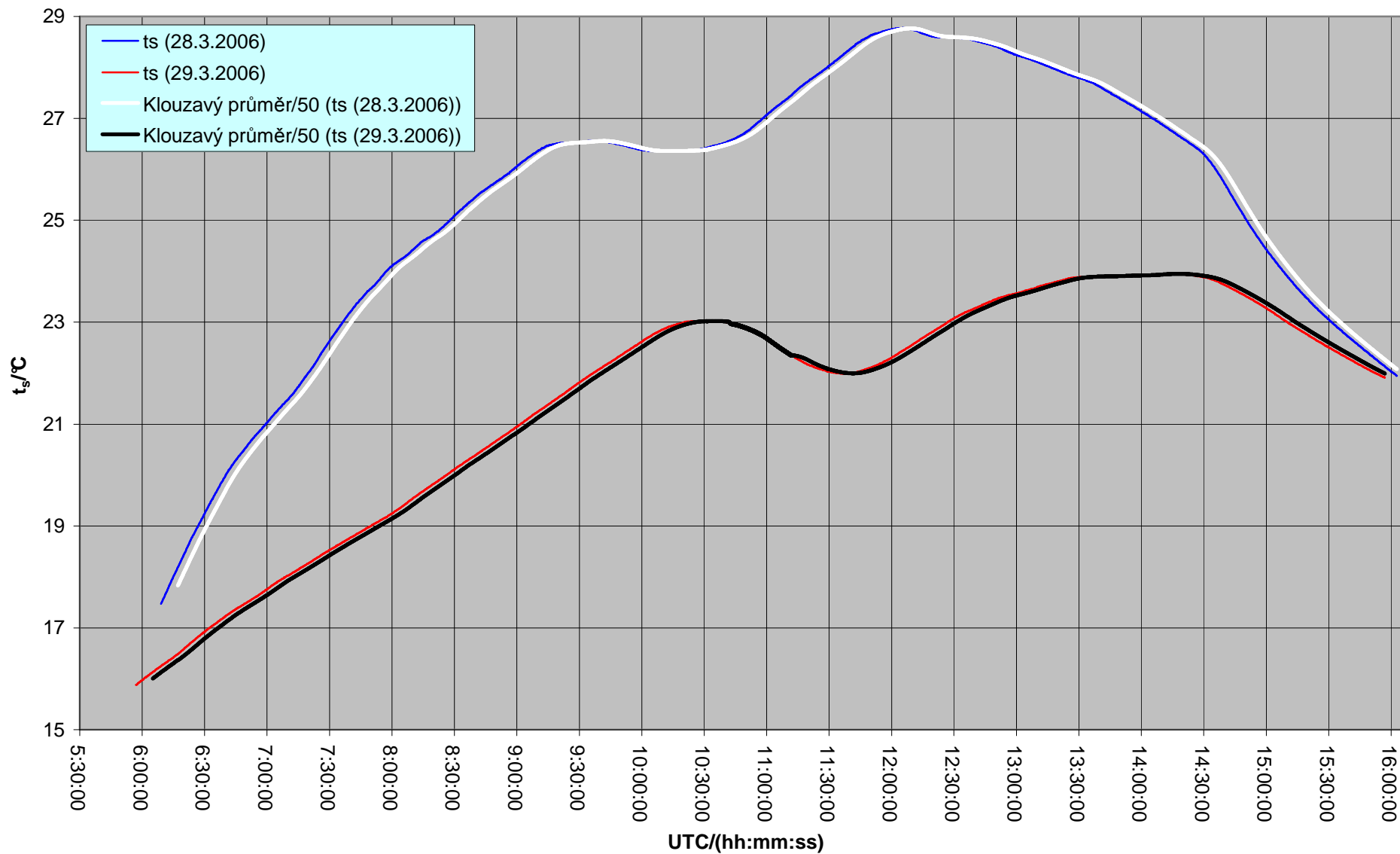
**Příloha 11:** Graf průběhu teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí – Turecko 2006



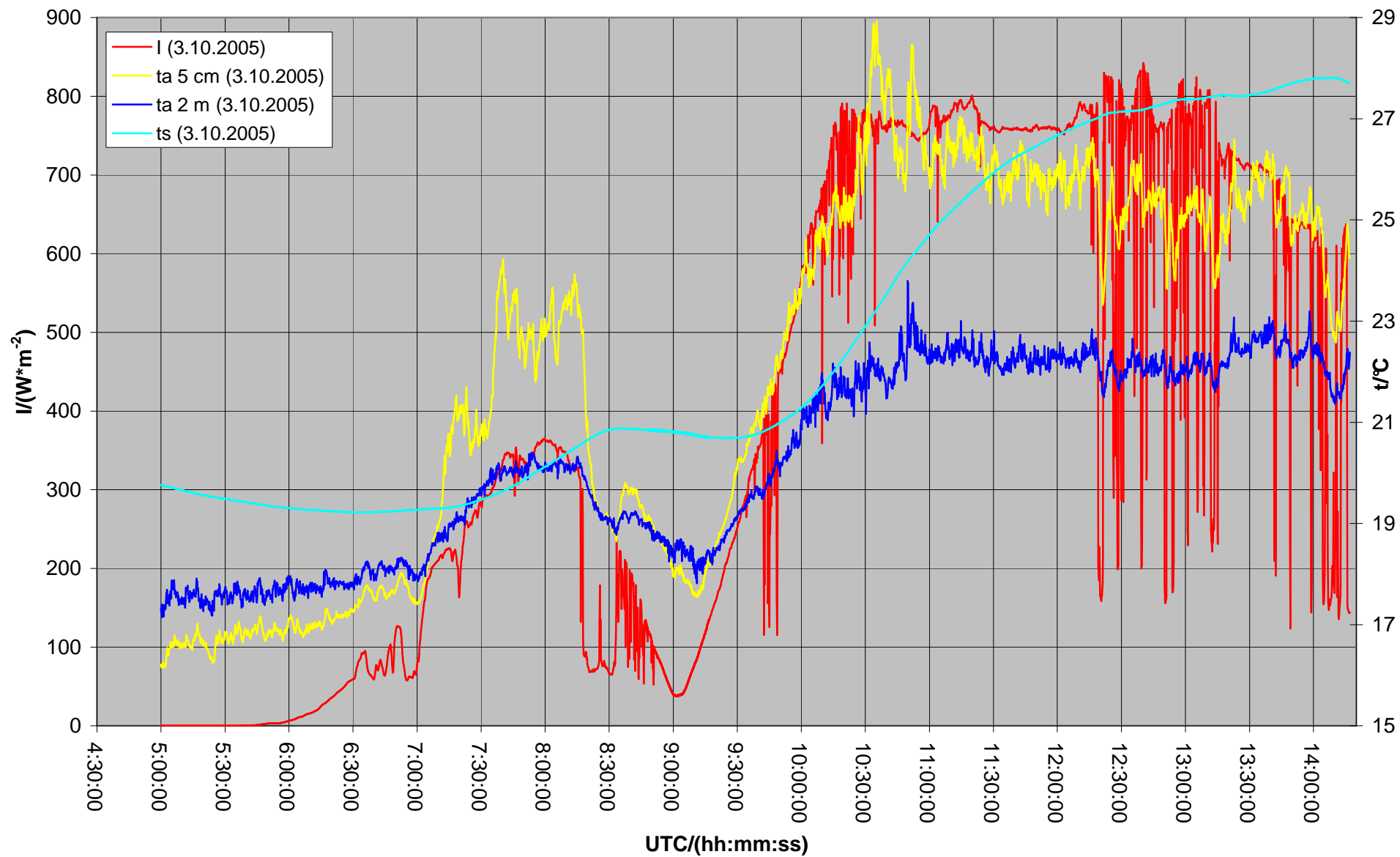
**Příloha 12:** Graf průběhu teploty půdy v hloubce 5 cm – Španělsko 2005



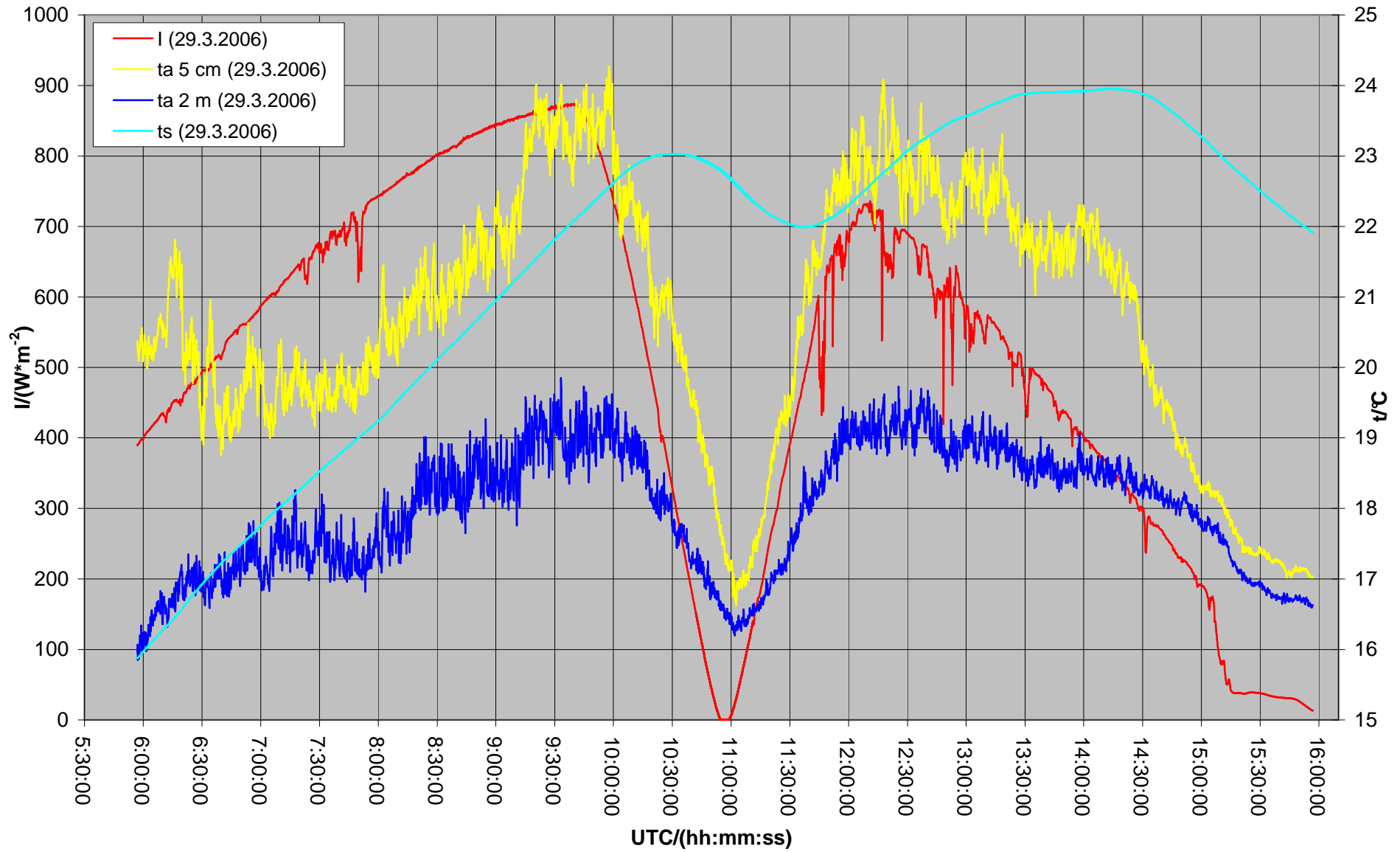
**Příloha 13:** Graf průběhu teploty půdy v hloubce 5 cm – Turecko 2006



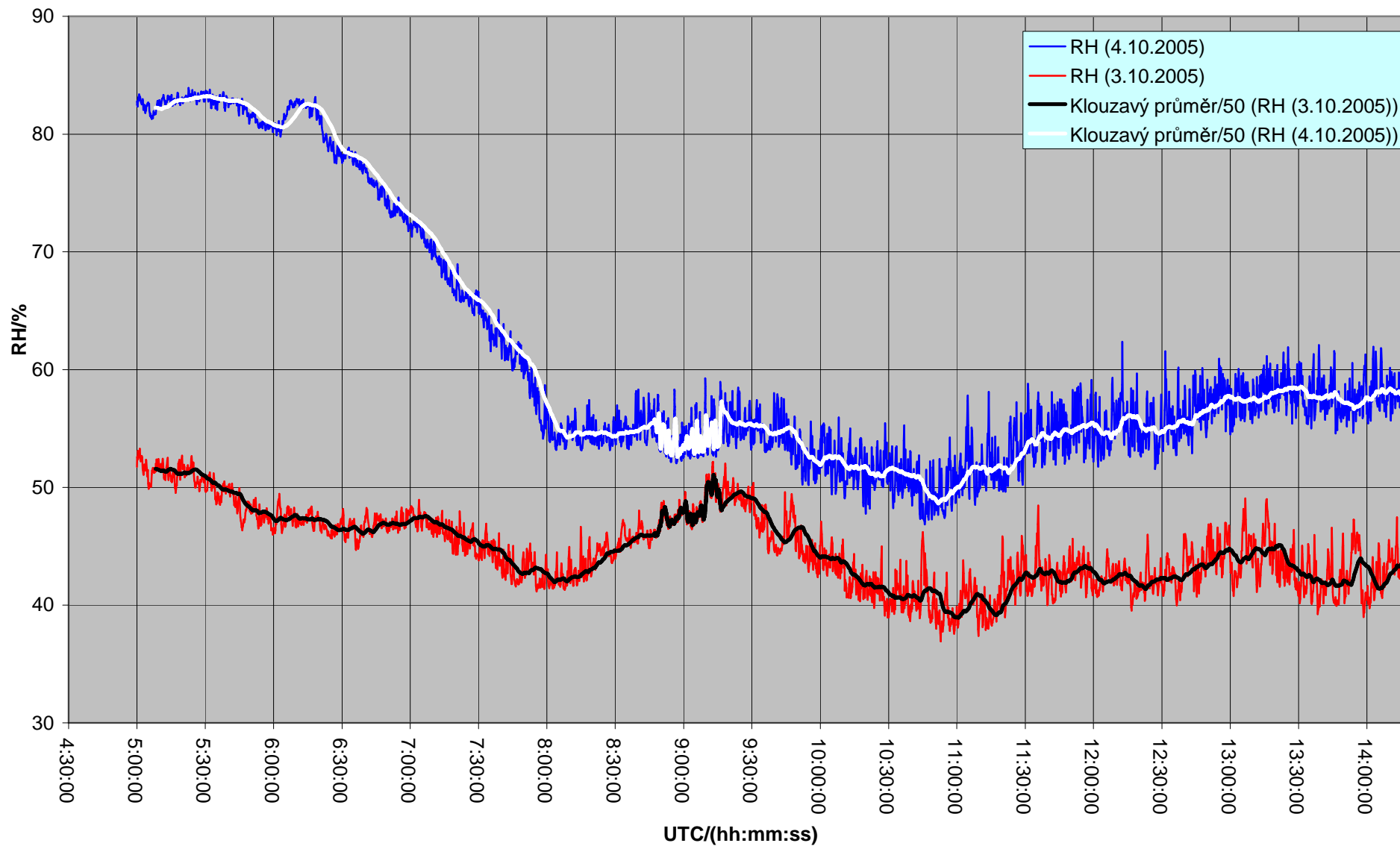
**Příloha 14:** Graf srovnání okamžiků teplotních minim a minima globálního slunečního záření – Španělsko 2005



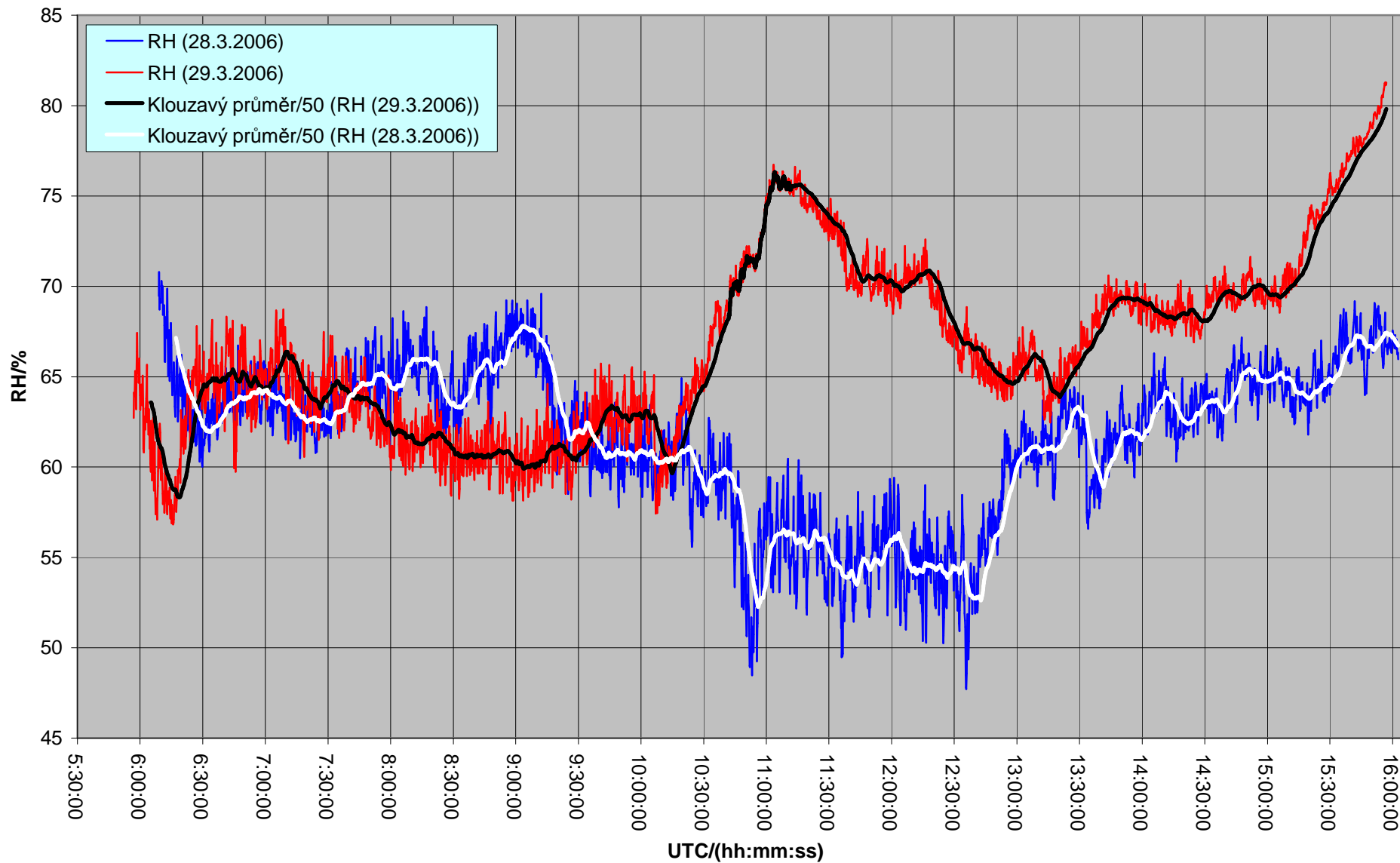
**Příloha 15:** Graf srovnání okamžiků teplotních minim a minima globálního slunečního záření – Turecko 2006



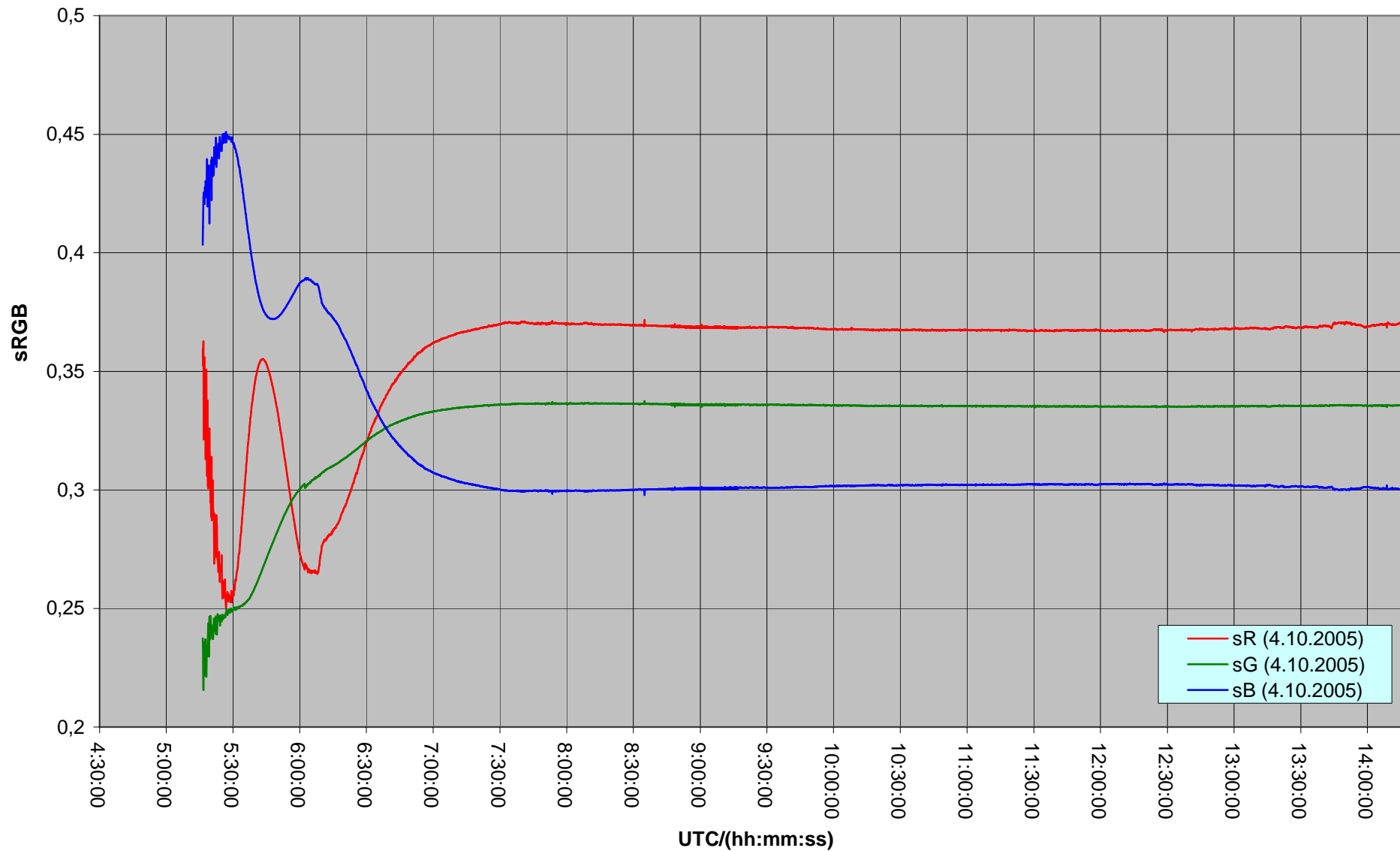
**Příloha 16:** Graf průběhu relativní vlhkosti vzduchu ve výšce 2 m nad zemí – Španělsko 2005



**Příloha 17:** Graf průběhu relativní vlhkosti vzduchu ve výšce 2 m nad zemí – Turecko 2006

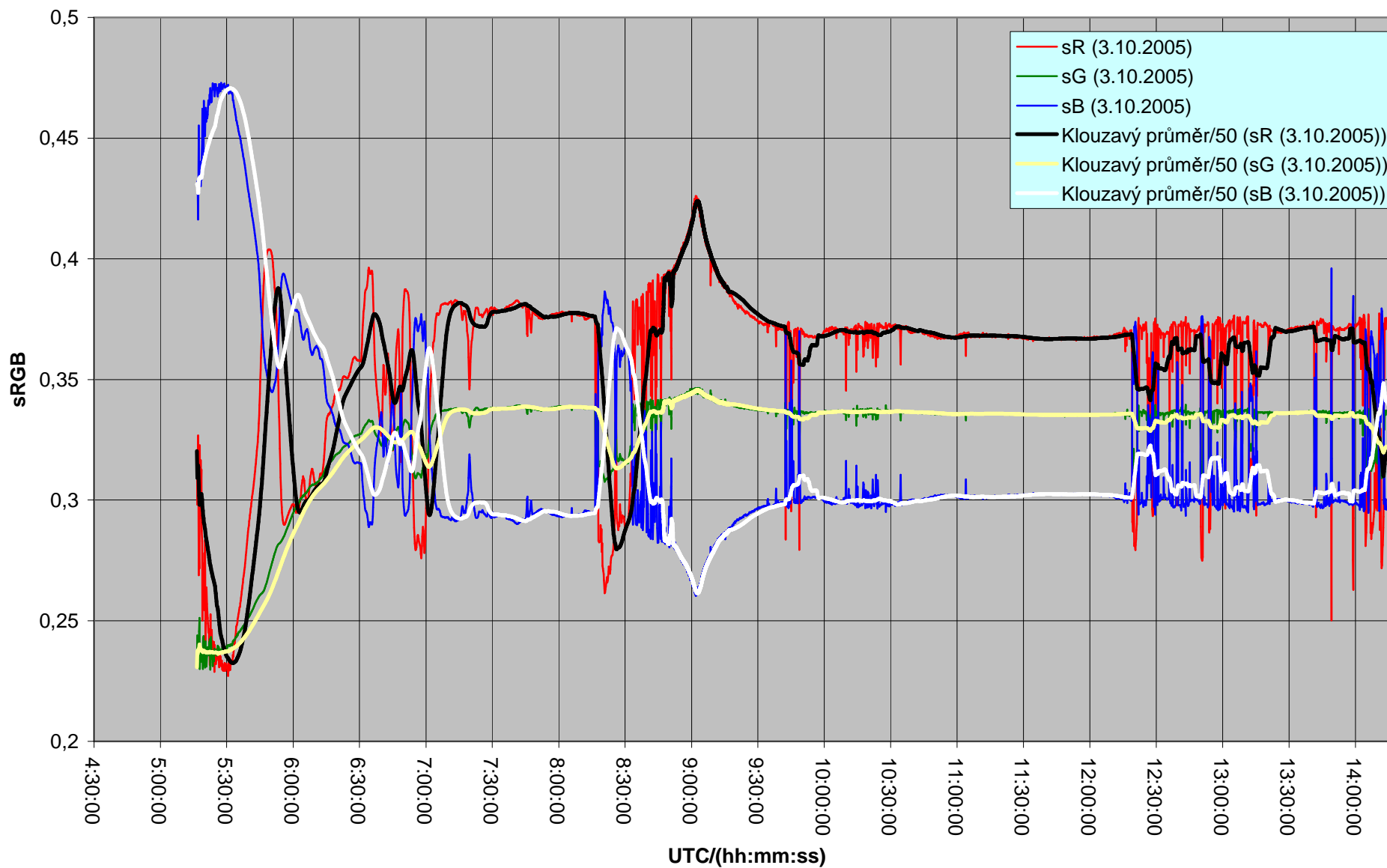


**Příloha 18:** Graf průběhu barvy světla v barvovém prostoru sRGB ze dne 4. 10. 2005 – Španělsko 2005

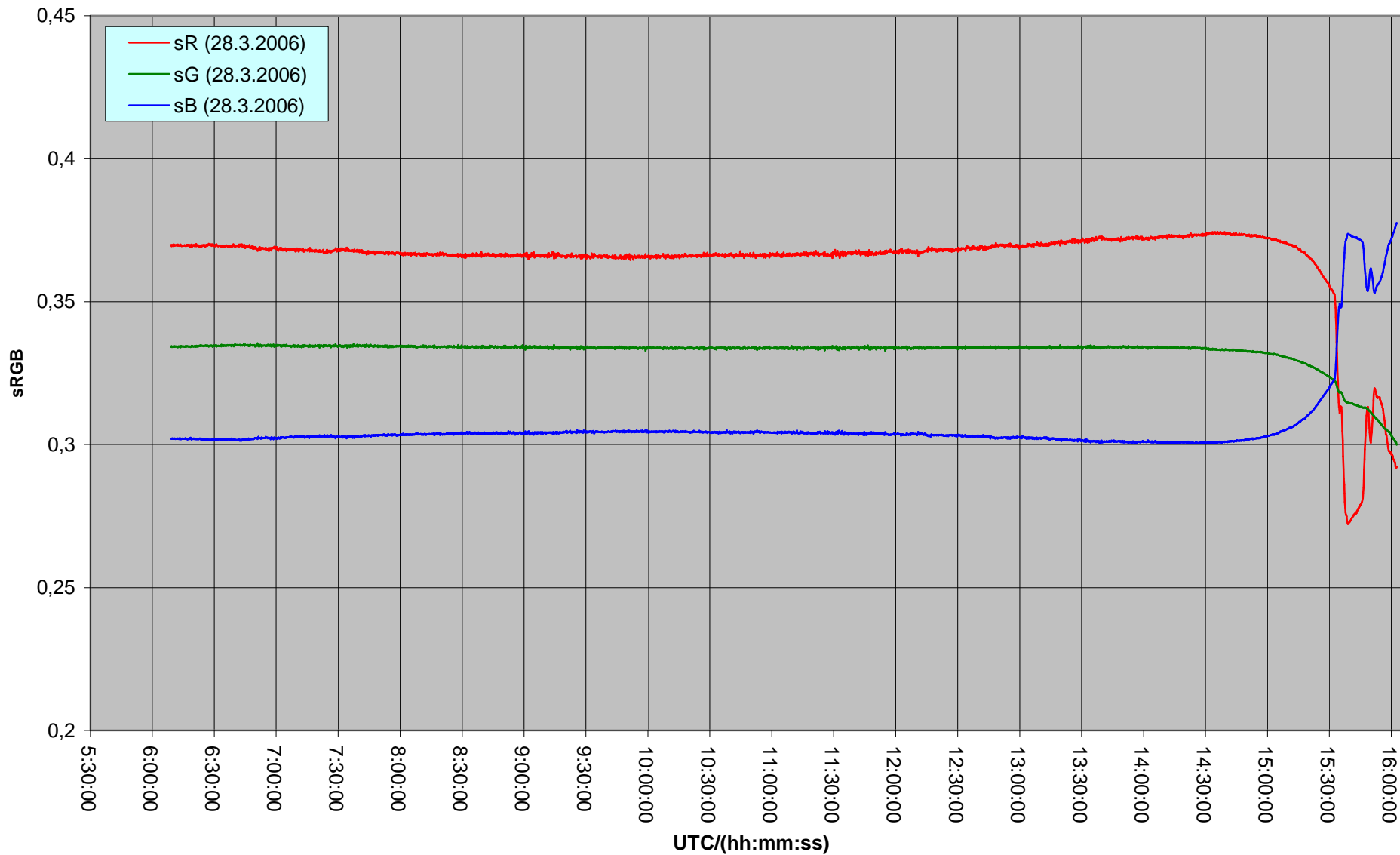




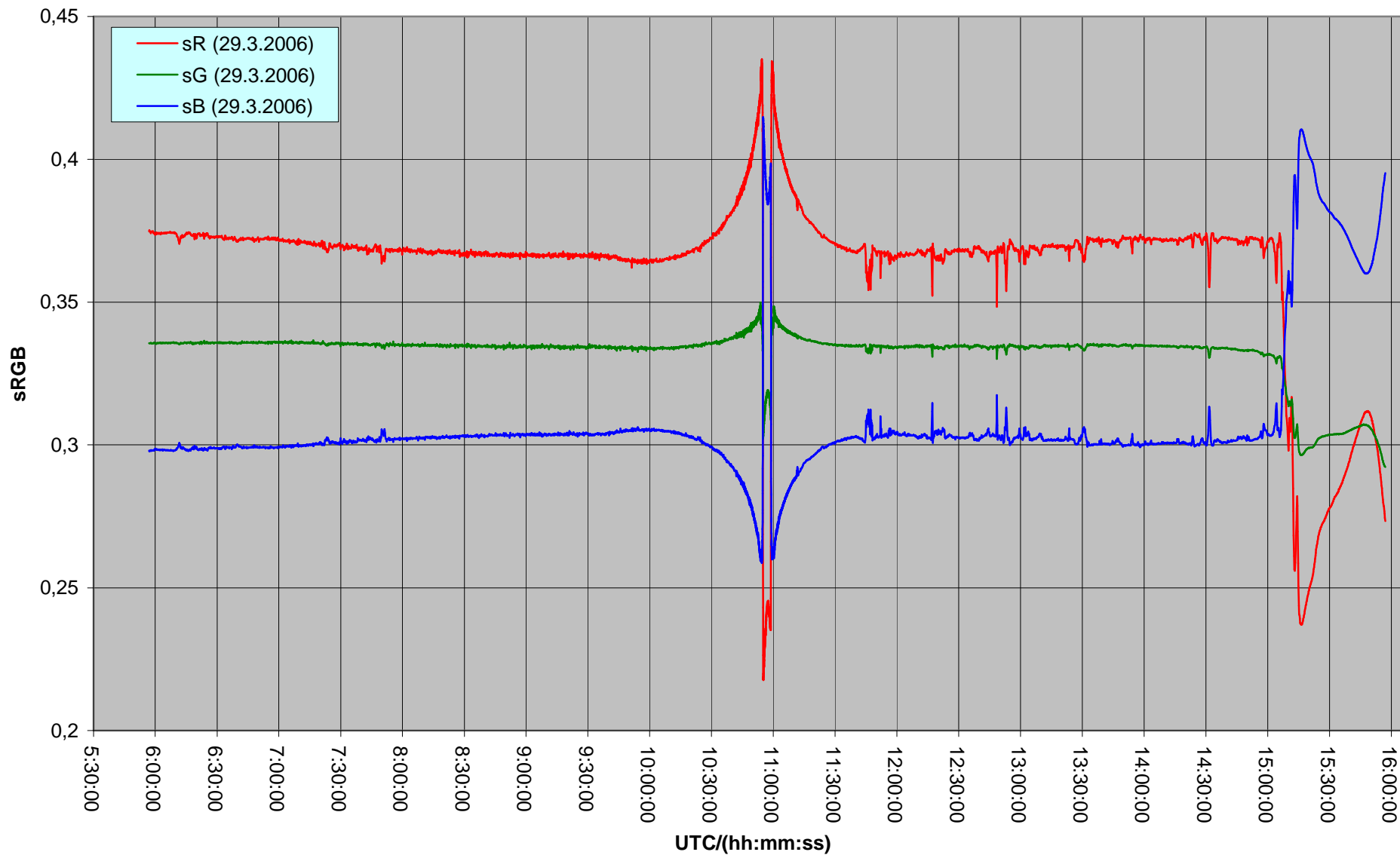
**Příloha 19:** Graf průběhu barvy světla v barvovém prostoru sRGB ze dne 3. 10. 2005 – Španělsko 2005



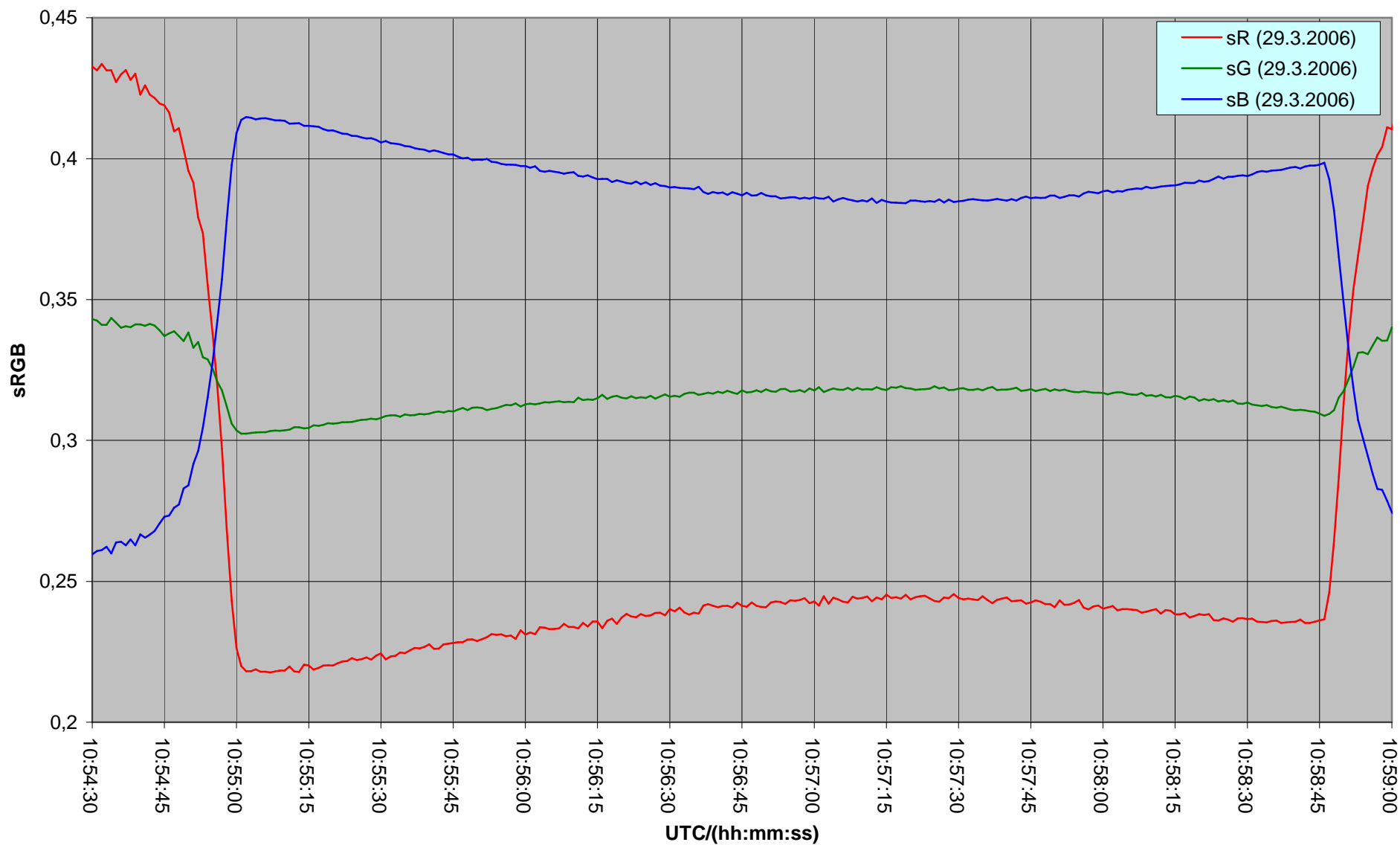
**Příloha 20:** Graf průběhu barvy světla v barvovém prostoru sRGB ze dne 28. 3. 2006 – Turecko 2006



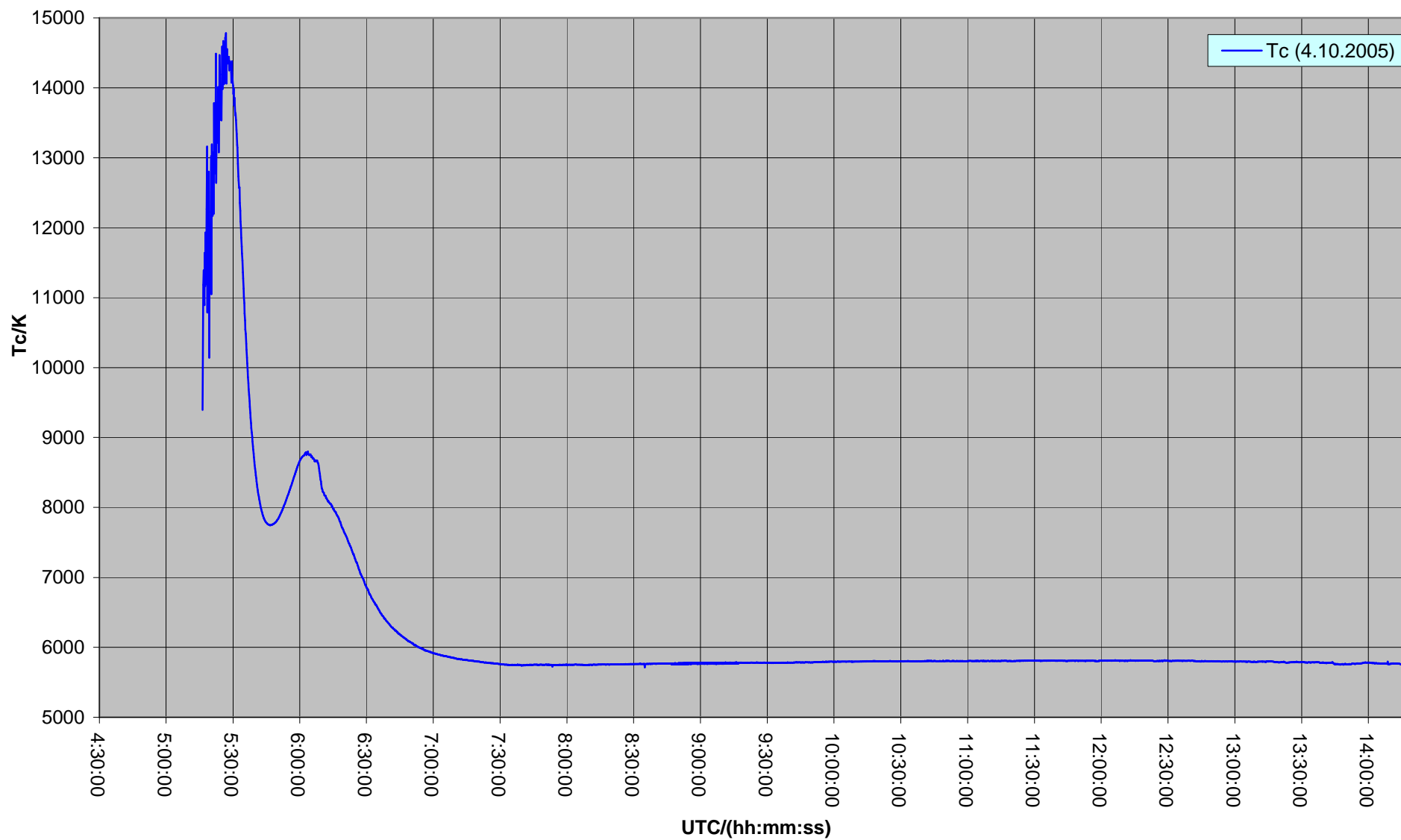
**Příloha 21:** Graf průběhu barvy světla v barvovém prostoru sRGB ze dne 29. 3. 2006 – Turecko 2006



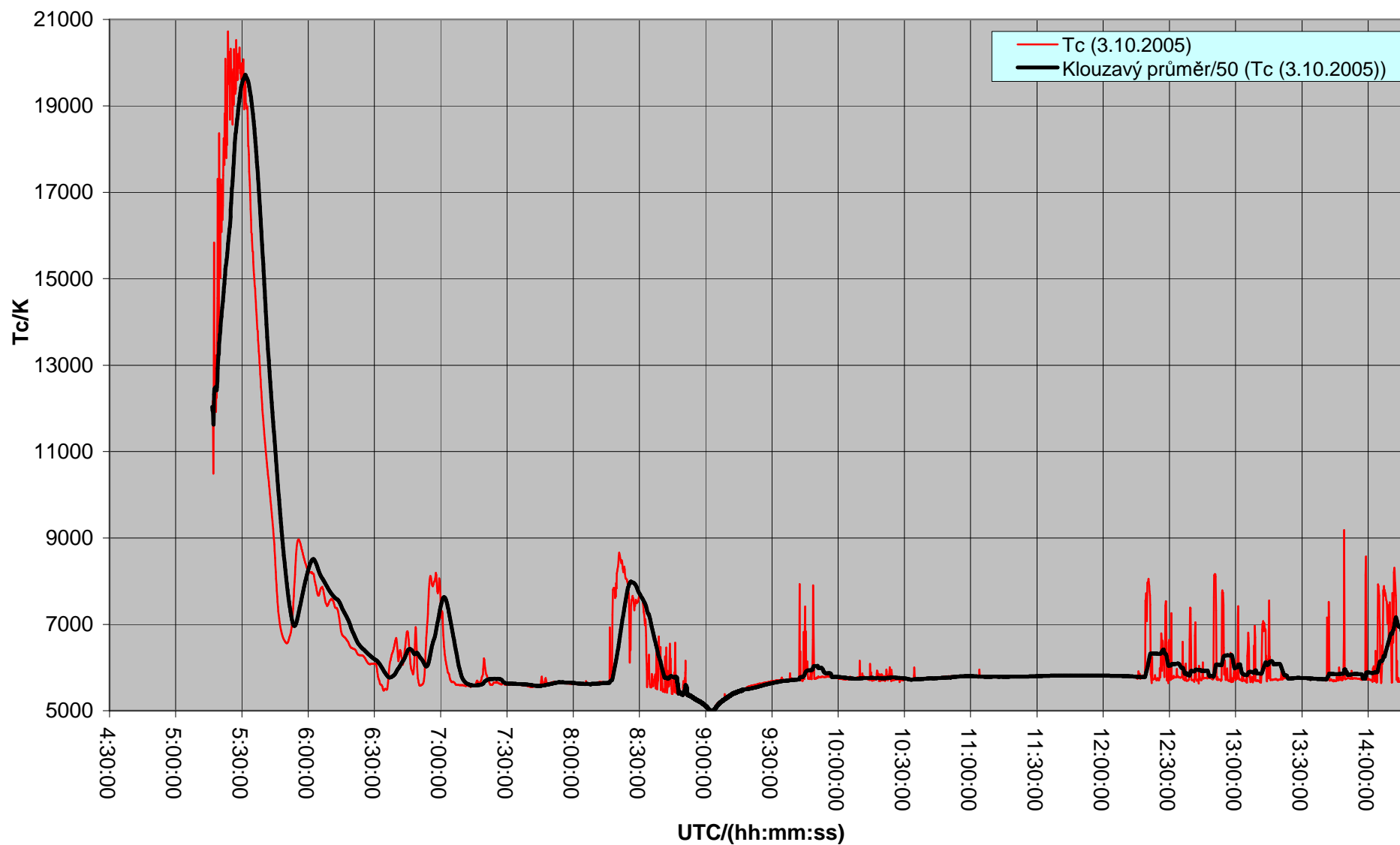
**Příloha 22:** Graf průběhu barvy světla v barvovém prostoru sRGB během úplné fáze zatmění Slunce



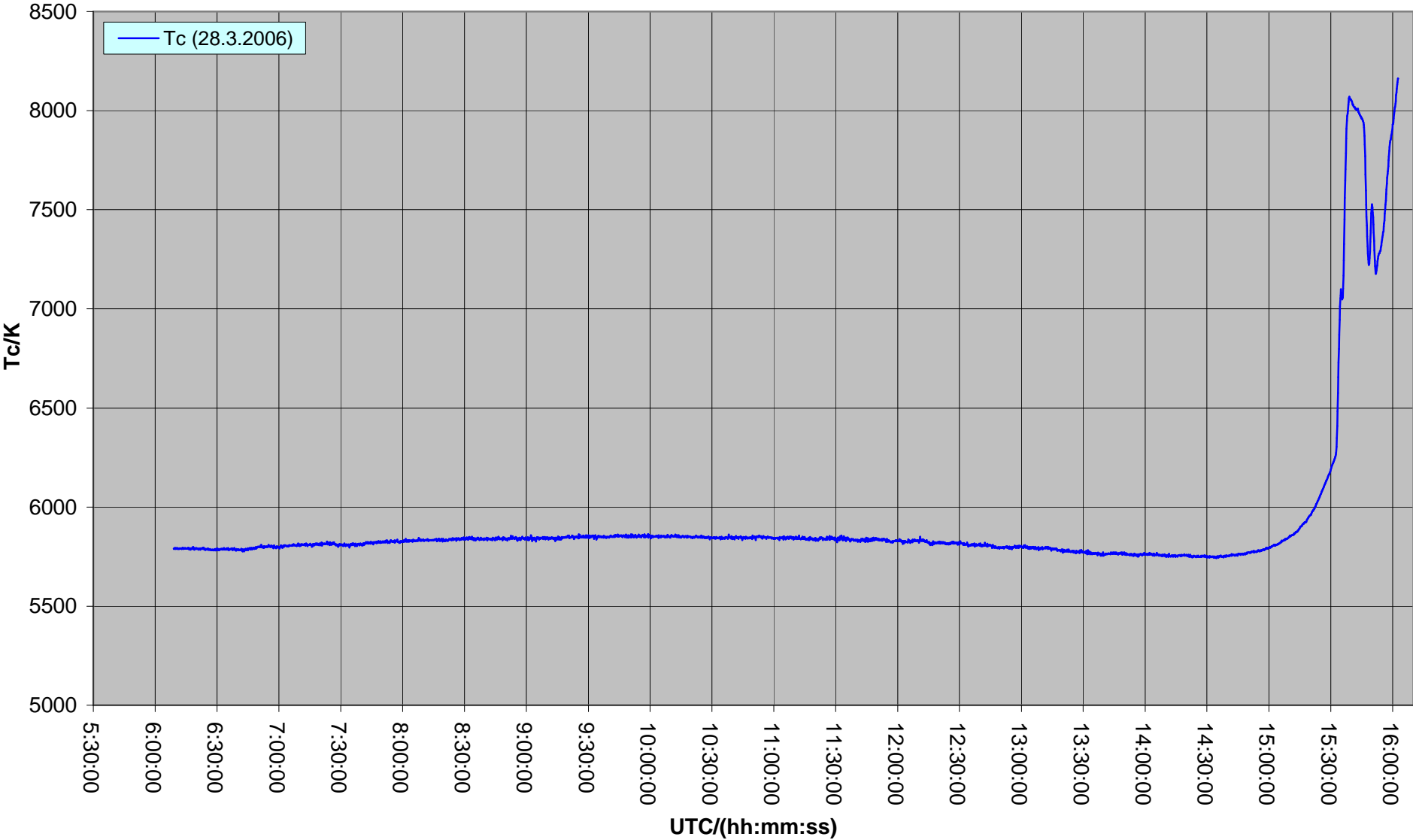
**Příloha 23:** Graf průběhu náhradní teploty chromatičnosti záření ze dne 4. 10. 2005 – Španělsko 2005



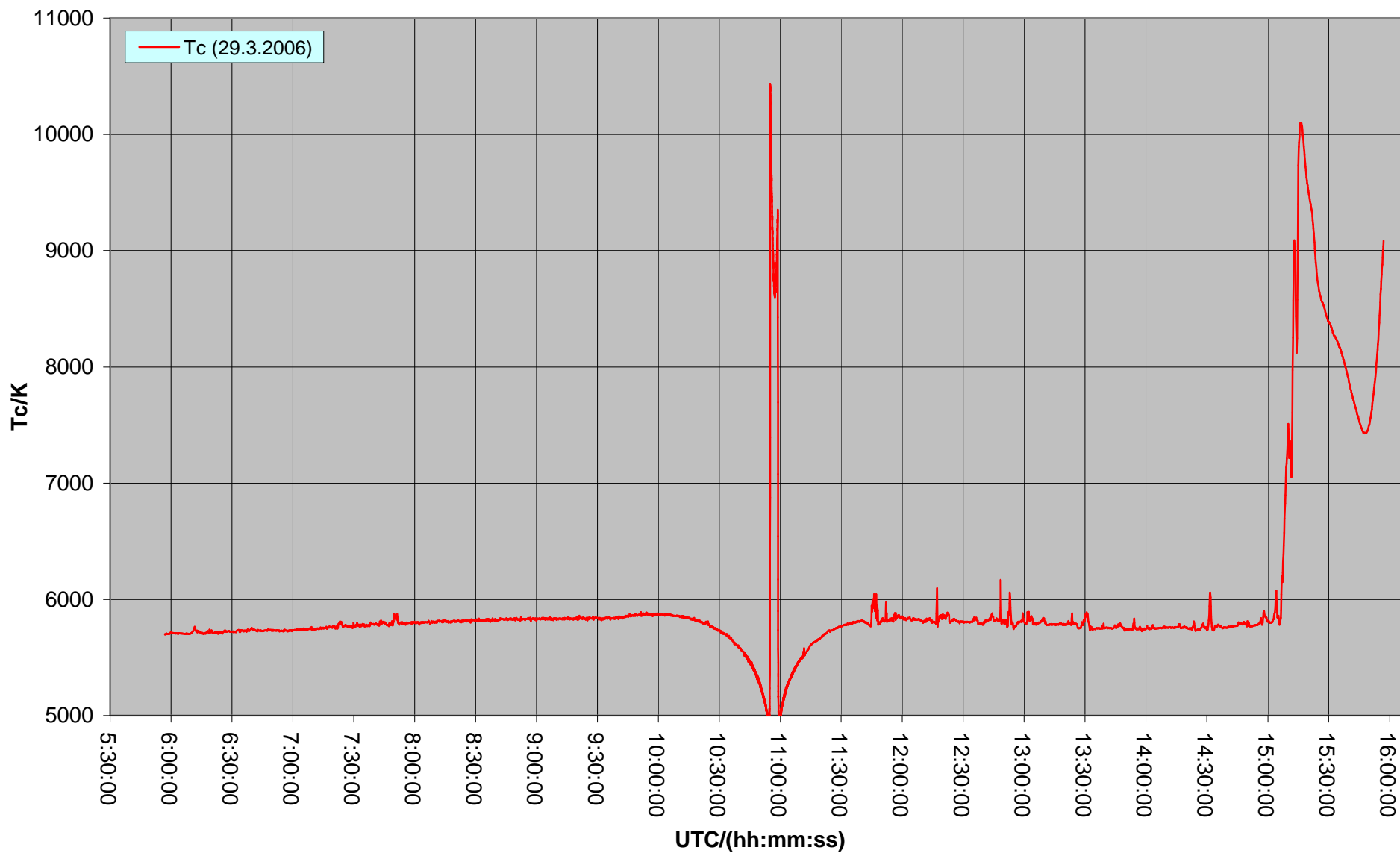
**Příloha 24:** Graf průběhu náhradní teploty chromatičnosti záření ze dne 3. 10. 2005 – Španělsko 2005



**Příloha 25:** Graf průběhu náhradní teploty chromatičnosti záření ze dne 28. 3. 2006 – Turecko 2006

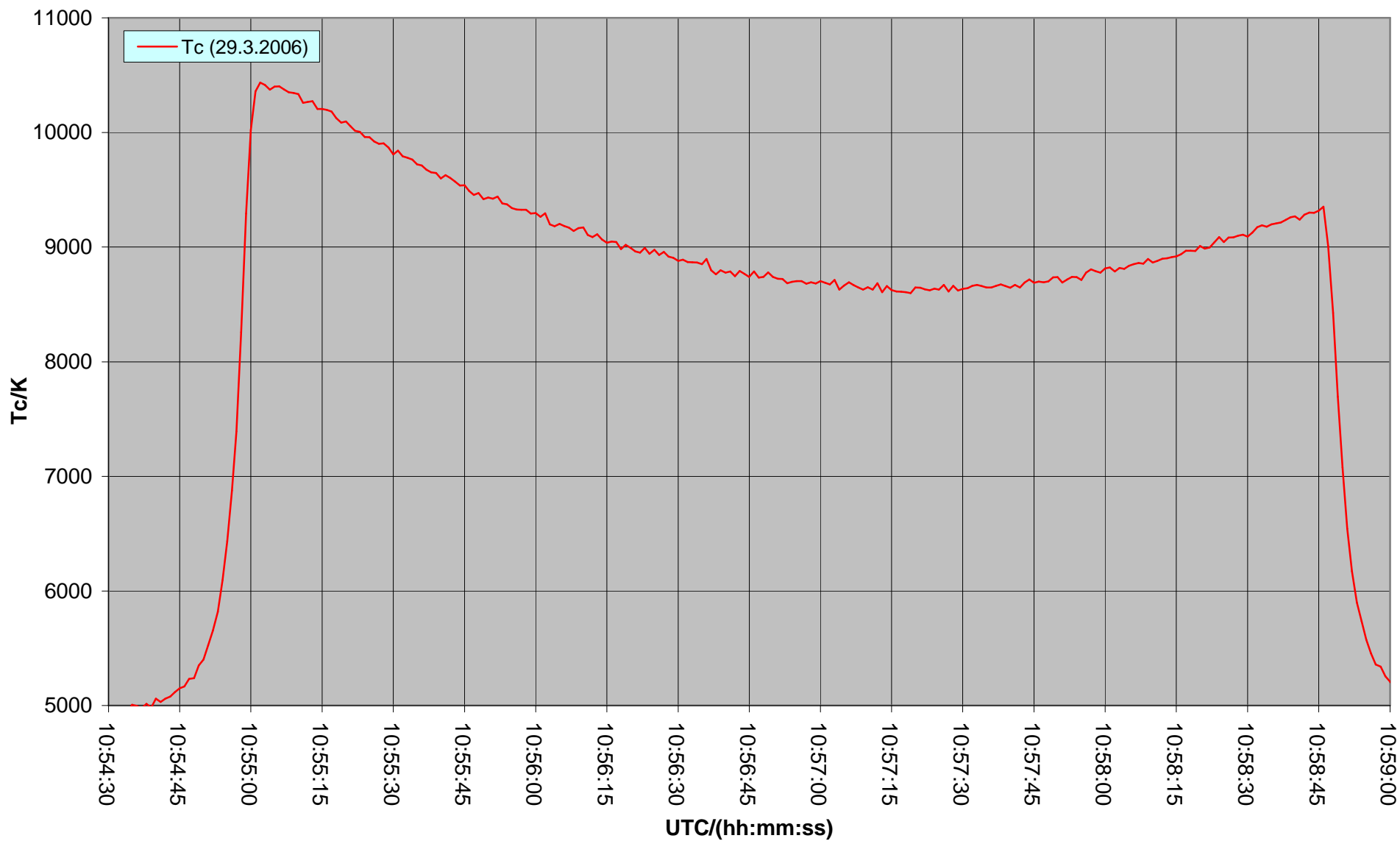


**Příloha 26:** Graf průběhu náhradní teploty chromatičnosti záření ze dne 29. 3. 2006 – Turecko 2006

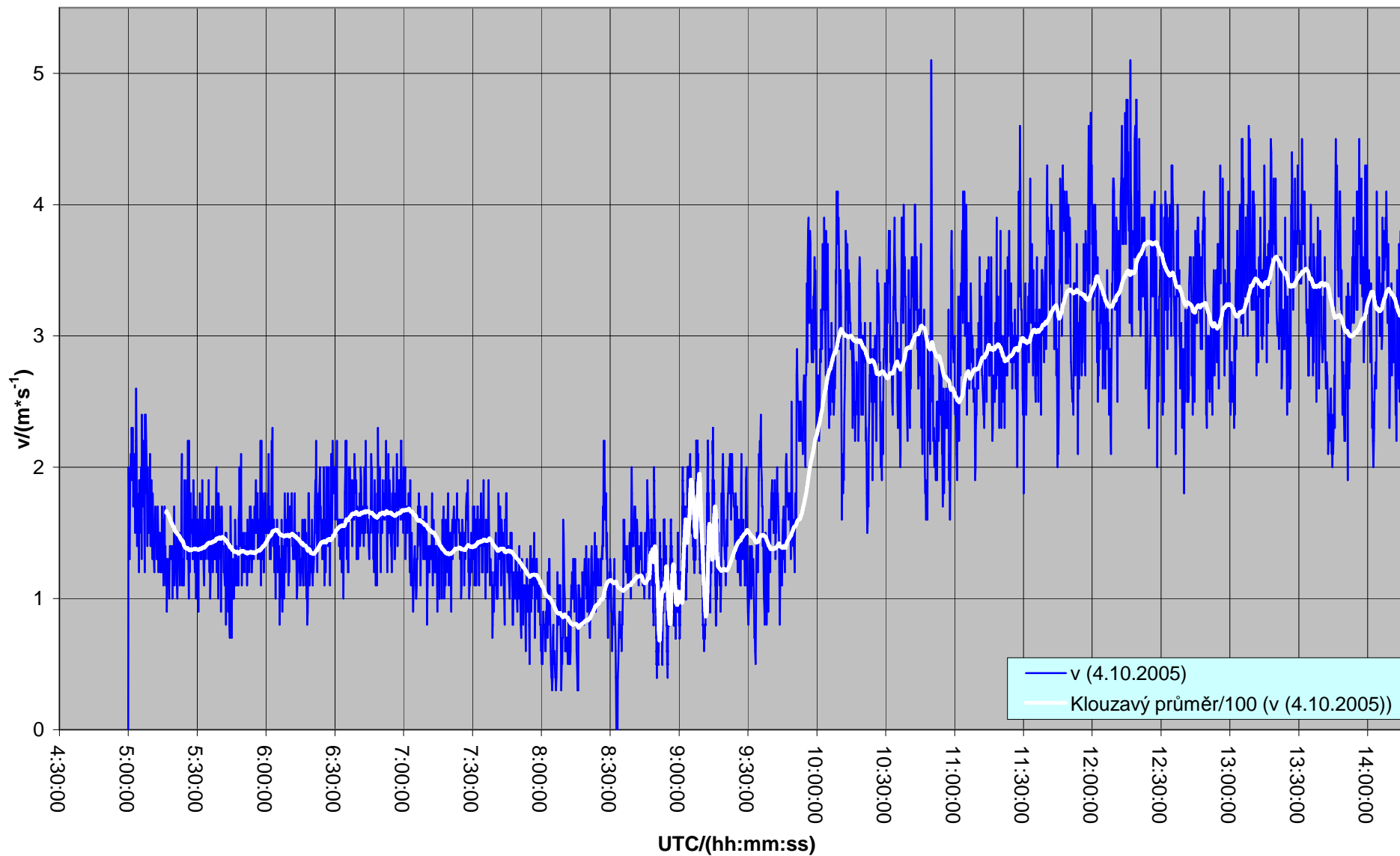




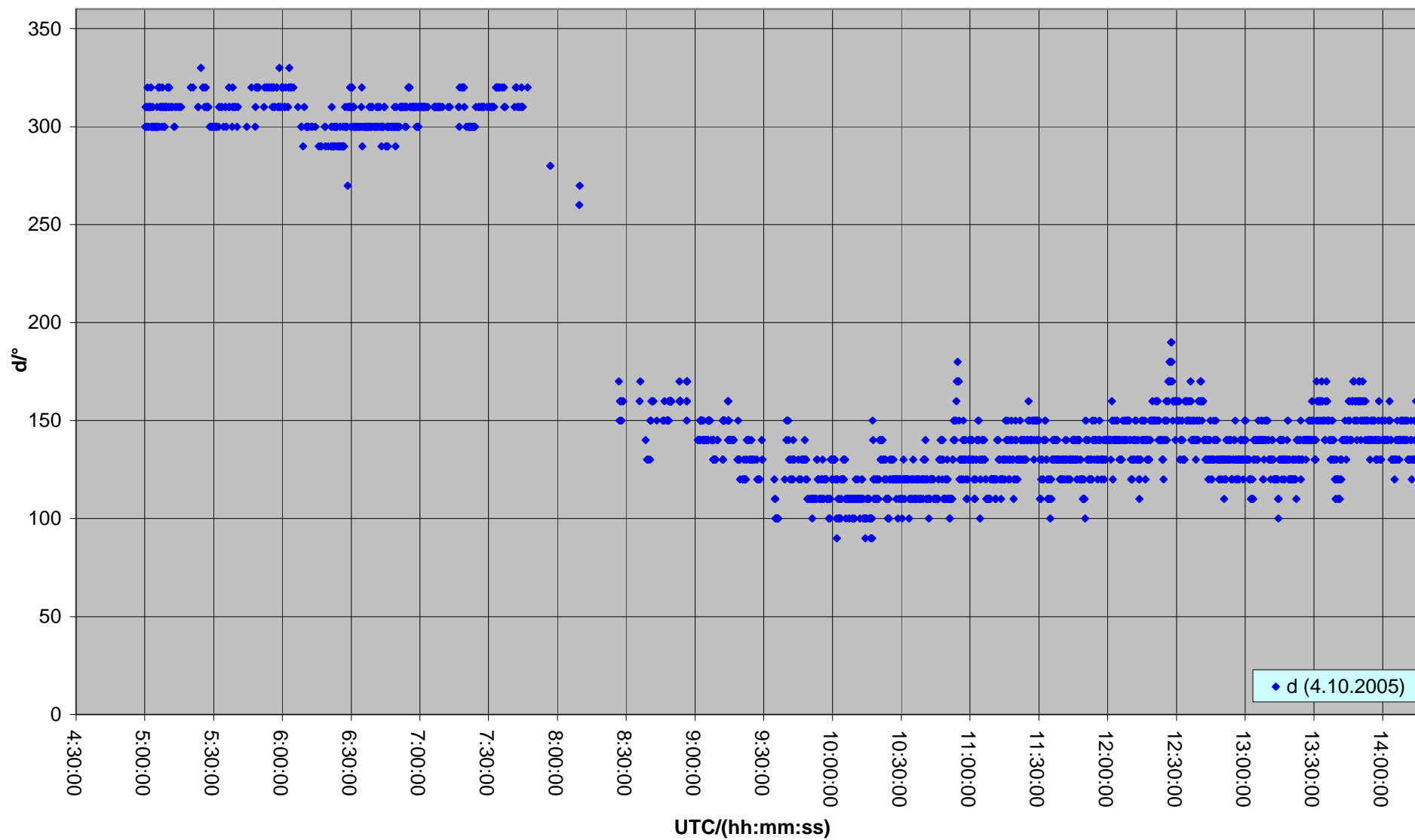
**Příloha 27:** Graf průběhu náhradní teploty chromatičnosti záření během úplné fáze zatmění Slunce



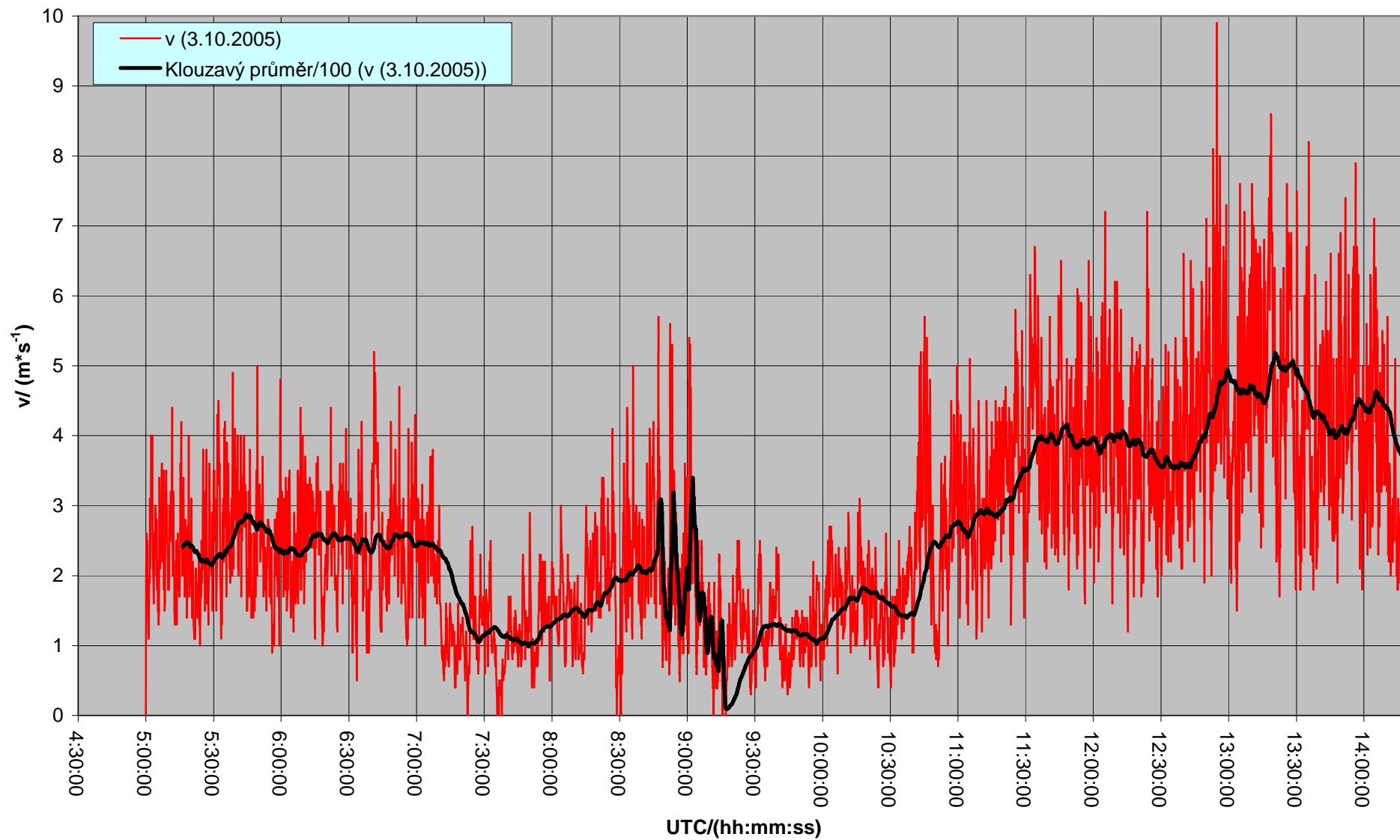
**Příloha 28:** Graf průběhu rychlosti větru ze dne 4. 10. 2005 – Španělsko 2005



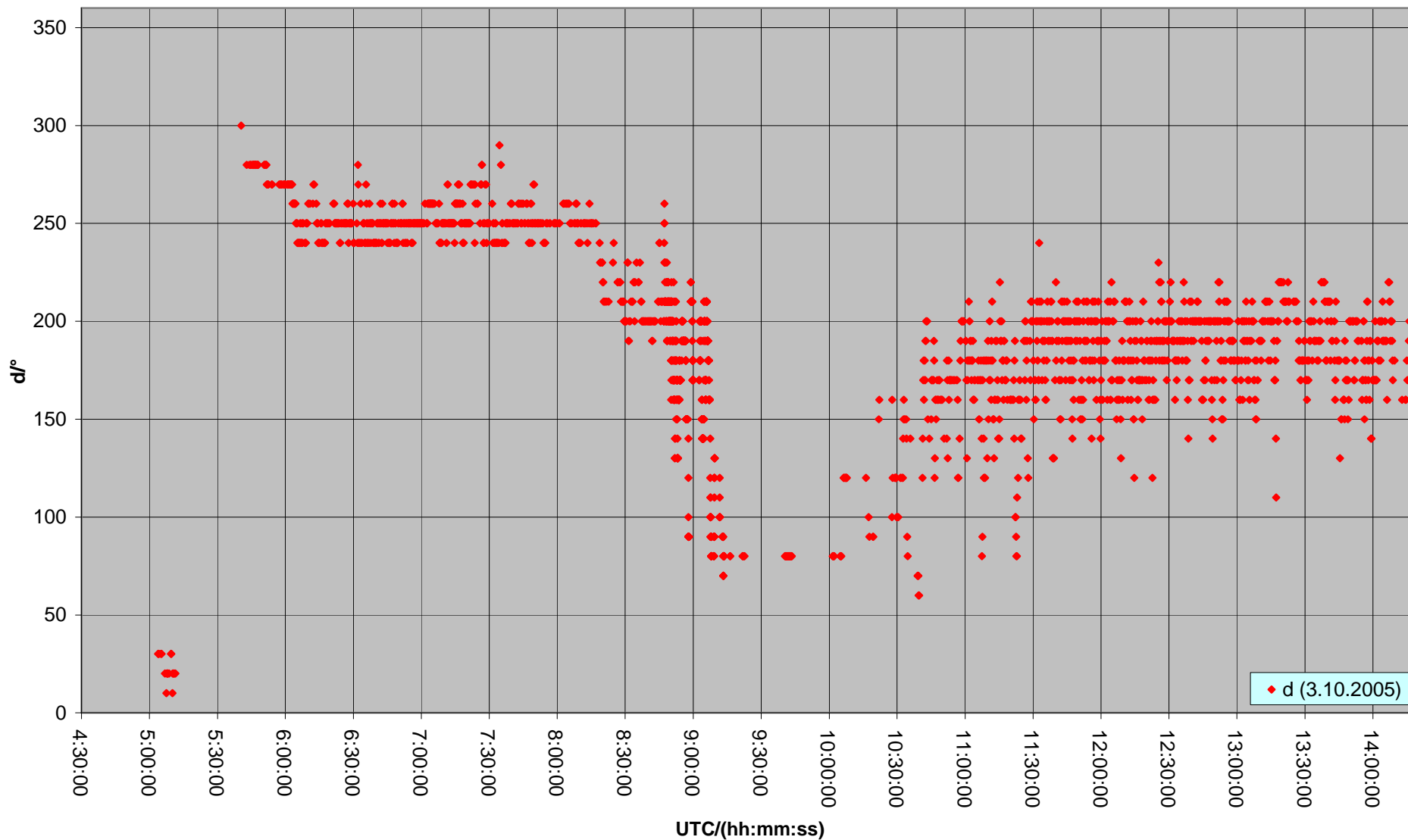
**Příloha 29:** Graf průběhu směru větru ze dne 4. 10. 2005 – Španělsko 2005



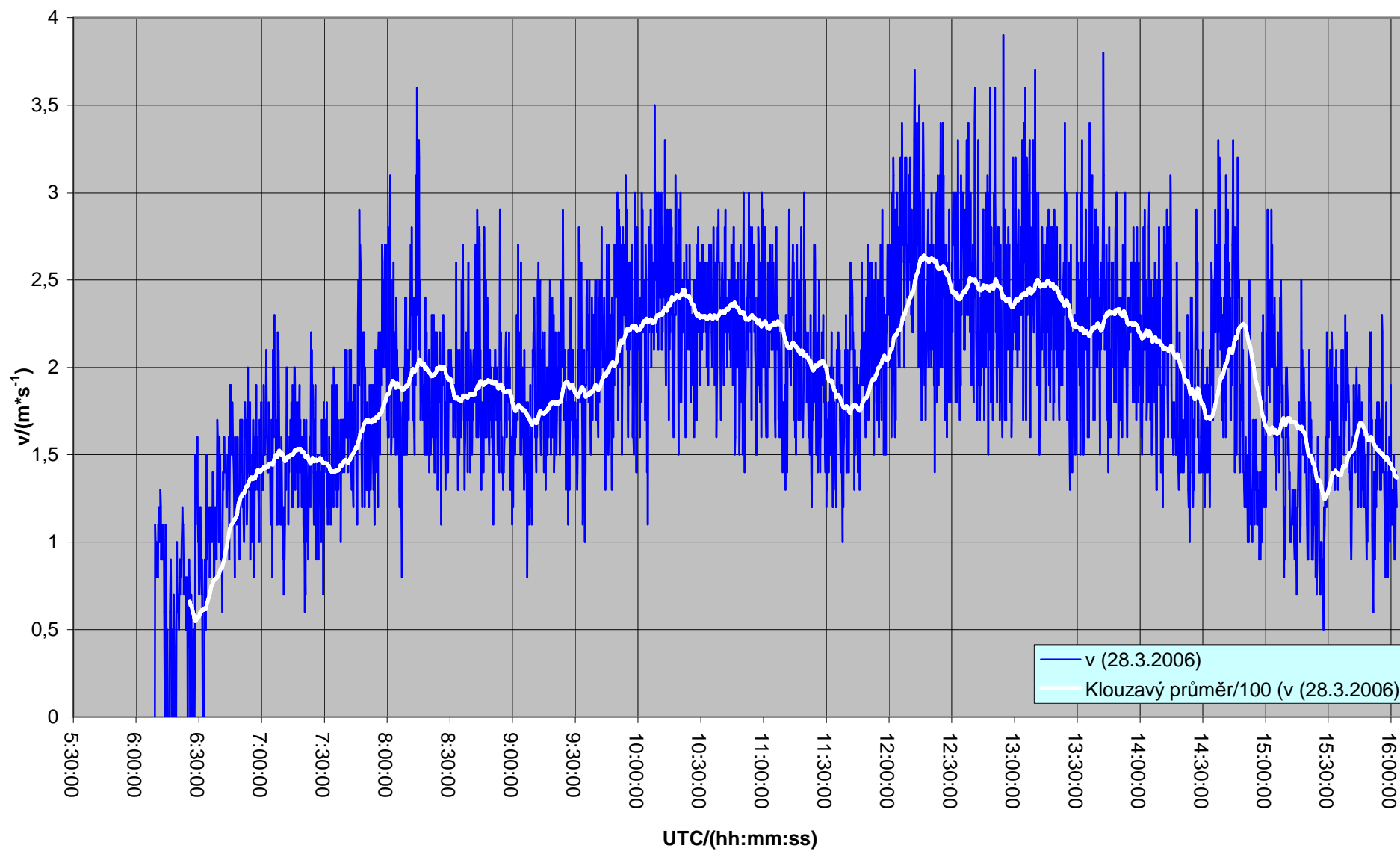
**Příloha 30:** Graf průběhu rychlosti větru ze dne 3. 10. 2005 – Španělsko 2005



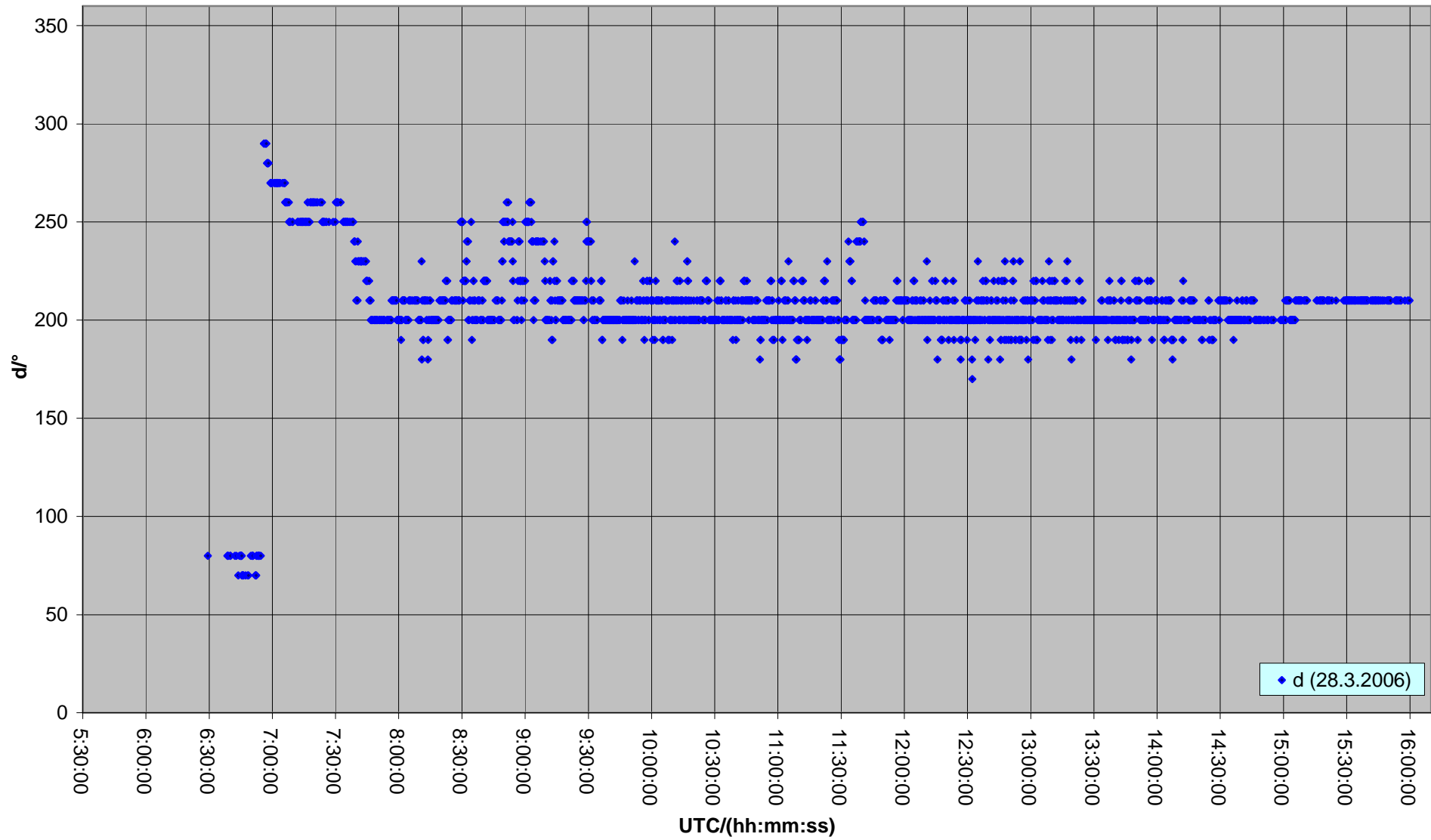
**Příloha 31:** Graf průběhu směru větru ze dne 3. 10. 2005 – Španělsko 2005



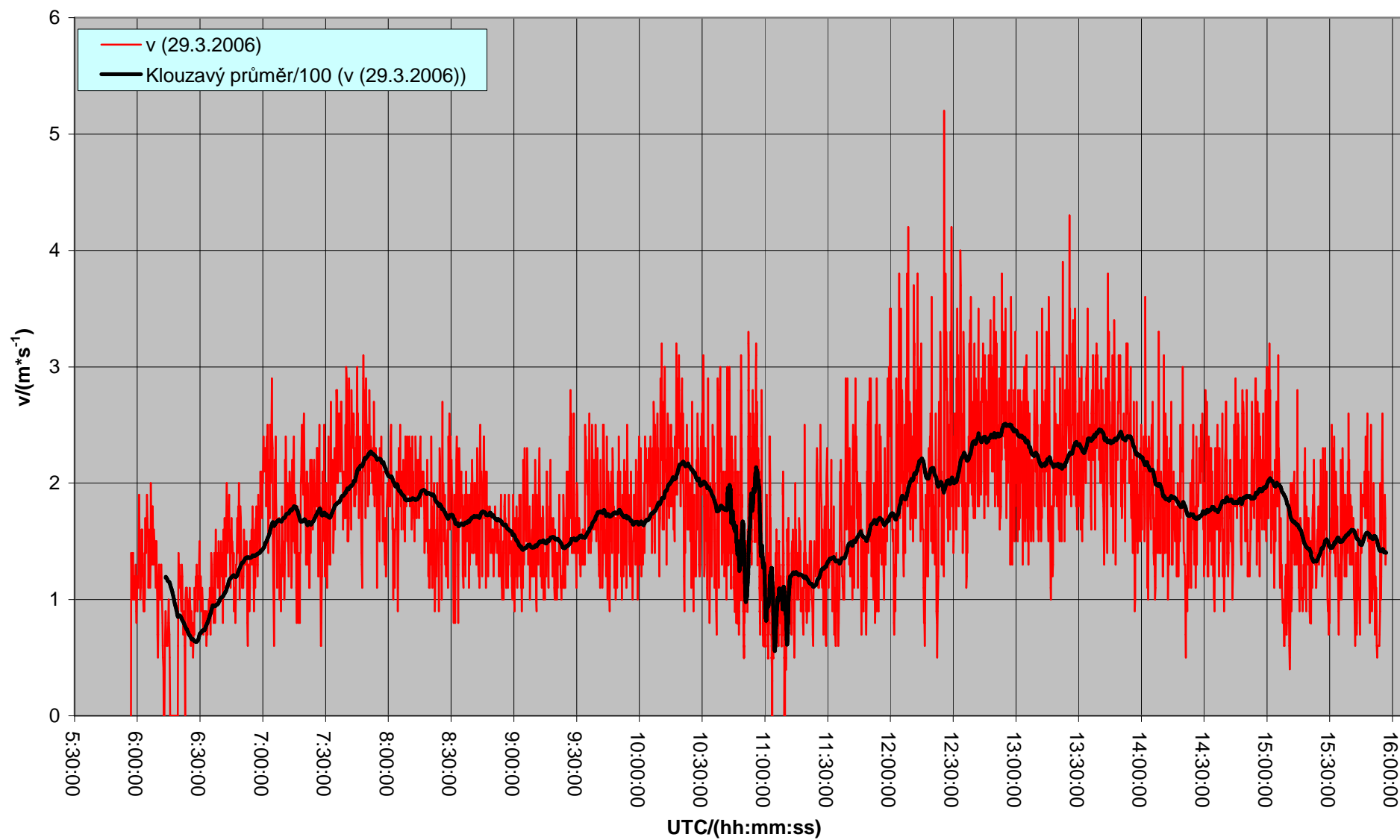
**Příloha 32:** Graf průběhu rychlosti větru ze dne 28. 3. 2006 – Turecko 2006



**Příloha 33:** Graf průběhu směru větru ze dne 28. 3. 2006 – Turecko 2006



**Příloha 34:** Graf průběhu rychlosti větru ze dne 29. 3. 2006 – Turecko 2006





**Příloha 35:** Graf průběhu směru větru ze dne 29. 3. 2006 – Turecko 2006

