

## Praktikum z experimentálních metod biofyziky a chemické fyziky I.

Vypracoval: Jana Čurdová, Martin Kříž, Vít Marek.

Dne: 2.3.2003

Úloha: 8

### Radiometrie ultrafialového záření z umělých a přirozených světelných zdrojů: ozónová díra, negativní vliv UV-B záření na živé organismy a ochrana před ním

#### Úkol:

1. Změřte spektrální hustotu ozáření (spectral distribution of irradiance) [ $\text{W m}^{-2} \text{nm}^{-1}$ ] obyčejné VIS žárovky, UV-B žárovky a žárovky ze solária:
  - a) použitím spektrálně rozlišeného radiometru ORIEL (štěrbiny 1 mm, 106 na PIN) - spektra korigujte křivkou spektrální odezvy aparatury
  - b) použitím širokopásmového radiometru/fotometru GOLDILUX (s hlavami UV-A, UV-B, UV-C a VIS) - v tomto případě změřte i venkovní sluneční ozáření v daných 4 spektrálních oblastech.
2. Prověřte jak opalovací olej (faktor 10) sníží množství UV záření dopadajícího na kůži. (Žárovka ze solaria; tenká vrstva oleje mezi dvěma křemennými skly.)
3. Srovnajte a posuďte data získaná integrací spektrálních měření s daty naměřenými širokopásmovým radiometrem. Diskutujte možné příčiny rozdílných výsledků.
4. Použitím akčního spektra spočítejte maximální dobu slunění ve světle studovaných žárovek.

#### Teorie:

Spektrální hustota ozáření je radiometrická veličina definovaná vztahem podle [1].

$$\Phi_{e\lambda} = \frac{d\Phi_e}{d\lambda} \quad [\text{Wm}^{-2}\text{nm}^{-2}] \quad (1)$$

kde  $\Phi_e$  je zářivý tok a  $\lambda$  vlnová délka.

Vliv dopadajícího UV záření na tkáň je závislý na vlnové délce světla. Zavádí se tedy relativní účinnost jednotlivých vlnových délek - *akční spektrum*. Pro známé akční spektrum pokožky a spektrum dopadajícího záření lze určit i maximální dobu slunění. Ta je rovna menší hodnotě z následujících dvou veličin:

*Maximální erytemální doba expozice*

$$T_e[s] = \frac{(642 \text{ Jm}^{-2})}{\int_{\lambda} S_{\lambda} E_{\lambda}^e d\lambda} \quad (2)$$

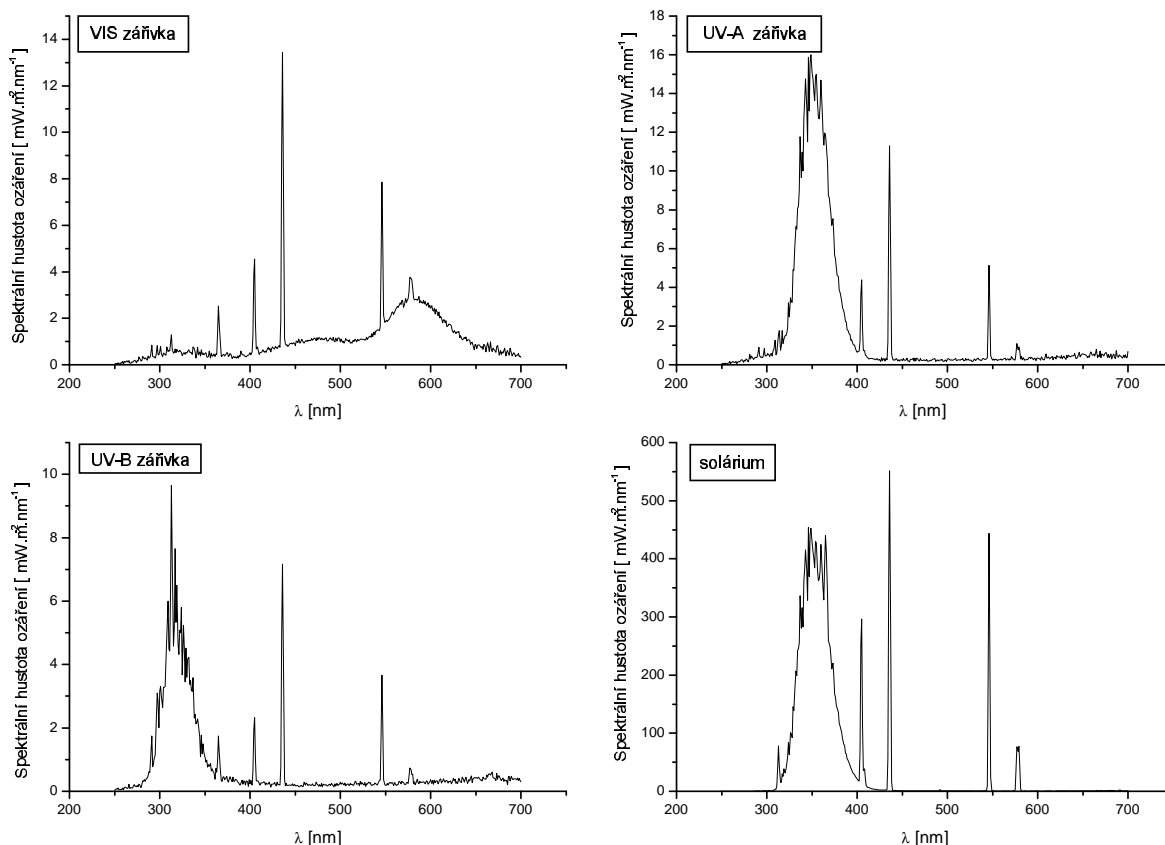
*Maximální melanomální doba expozice*

$$T_m[s] = \frac{(1836 \text{ Jm}^{-2})}{\int_{\lambda} S_{\lambda} E_{\lambda}^m d\lambda} \quad (3)$$

kde  $S_{\lambda}$  je akční spektrum a  $E_{\lambda}$  je spektrum ozáření.

## Výsledky měření a diskuse:

1. Pro měření spektrální hustoty záření (viz. vztah (1)) jsme zářivky (normální, UV-A, UV-B) umístili ve vzdálenosti 50 cm od detektoru spektrofotometru ORIEL. Solárium přibližně 10 cm od detektoru. Intenzitu jsme proměřovali s krokem 1 nm a sumací 50 hodnot. Pomocí známé křivky spektrální odezvy aparatury jsme okalibrovali jednotlivá spektra. Získaná spektrální hustota ozáření je zaznamenána na obrázku 1.



Obrázek 1: Spektrální hustoty záření měřených světelných zdrojů na spektrofotometru *ORIEL*

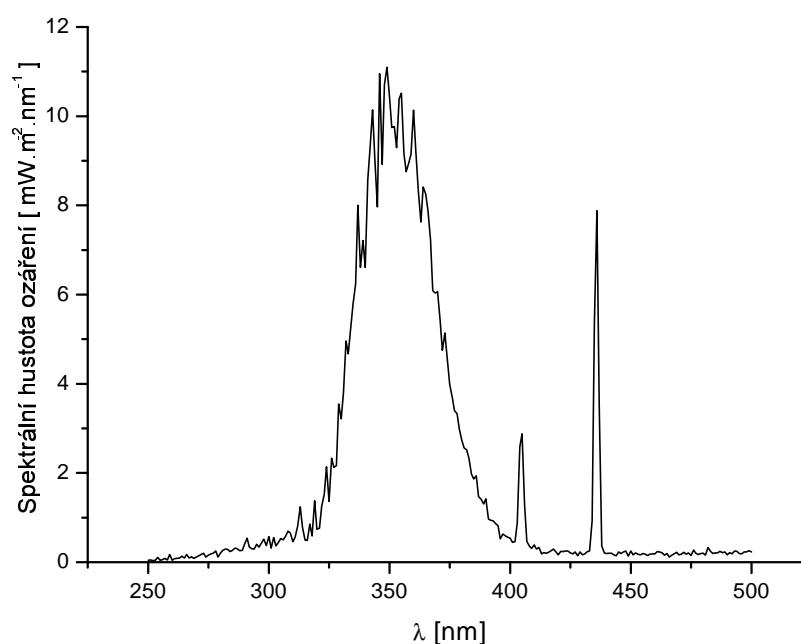
Pomocí širokopásmového radiometru GOLDILUX jsme změřili i ozáření pro dané oblasti vlnových délek, a to pro zářivky (normální, UV-A, UV-B) a venku. Získané hodnoty jsou zaznamenány v tabulce 1.

2. V dalším úkolu jsme měli prověřit účinek opalovacího oleje. Proměřili jsme, jak se změní spektrální hustota ozáření pro průchodu záření tenkou vrstvičkou oleje. Nejdříve jsme změřili spektrum UV-A zářivky po průchodu dvěma křemíkovými skleněnými destičkami. Mezi destičky jsme přidali kapku oleje a měření zopakovali. Naměřená spektra jsou na obrázcích 2 a 3. Ze spekter je patrné, že i tenká vrstvička oleje dobře absorbuje záření z oblasti UV-A.
3. Spektrální hustoty na obrázku 1 jsme zintegrovali pro oblasti 280-320 nm (oblast detektoru s hlavicí UV-B) a v oblasti 320-400 nm (detektor s hlavicí UV-A). Získané hodnoty

Tabulka 1: Ozáření pro jednotlivé zdroje

ozáření	cos [lx]	$\Phi_{UV-A} [\mu W cm^{-2}]$	$\Phi_{UV-B} [\mu W cm^{-2}]$	$\Phi_{UV-C} [\mu W cm^{-2}]$
normální zářivka	434	2,65	0,50	0,40
UV-A zářivka	30,00	143,00	6,50	0,40
UV-B zářivka	23,60	15,79	61,20	0,40
venkovní světlo	23 000	620	50,5	25,0

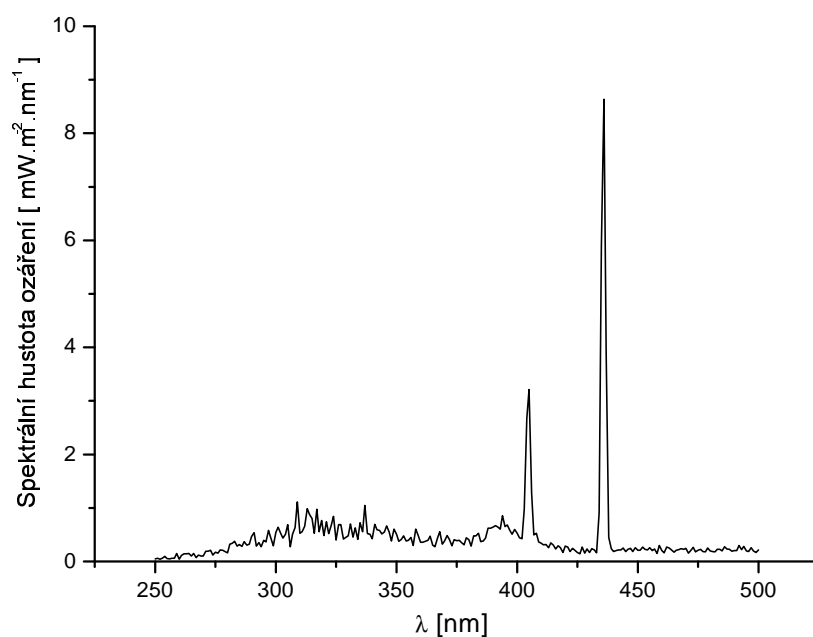
cos [lx] je osvětlení,  $\Phi$  zářivý tok



Obrázek 2: Spektrum UV-A zářivky přes křemenné dvojsklíčko

jsou zaznamenány v tabulce 2. Porovnáním tabulek 1 a 2 vidíme, že hodnoty přímo naměřené radiometrem jsou pro malé hodnoty ozáření menší než u spektrofotometru. Pro větší hodnoty je tomu naopak. Při integrování spektra u spektrofotometru není odečteno pozadí. To se nám podepisuje na větších hodnotách ozáření pro spektrofotometr při malém ozáření. Naopak při velkých hodnotách se pravděpodobně projevuje různá citlivost radiometru pro různé vlnové délky. Protože relativní citlivost je menší než jedna, měly by být hodnoty ozáření pro radiometr menší než pro spektrofotometr. Pozorovaný opak tohoto jevu může být způsoben právě vnitřní korekcí přístrojů na tento efekt.

- Ze známých akčních spekter kůže pro erytém a melanom jsme podle vztahů (2), (3) a spekter změřených v bodě 1 určili maximální erytemální a melanomální dobu expozice. Doby jsou zaznamenány v tabulce 3. Jako maximální doba slunění se bere kratší z obou časů (ve všech případech to je erytemální doba expozice).



Obrázek 3: Spektrum UV-A zářivky přes křemenné dvojsklíčko s opalovacím olejem (faktor 10)

Tabulka 2: Ozáření pro jednotlivé zdroje získané integrací spektrální hustoty ozáření

ozáření	$\Phi_{UV-A} [\mu W cm^{-2}]$	$\Phi_{UV-B} [\mu W cm^{-2}]$
normální zářivka	4,1	2,0
UV-A zářivka	60,5	2,8
UV-B zářivka	12,3	12,4

$\Phi$  zářivý tok

Tabulka 3: Doby slunění pro různé zdroje záření

ozáření	$T_e [h]$	$T_m [h]$
normální zářivka	12,3	51,0
UV-A zářivka	10,7	42,7
UV-B zářivka	3,9	13,1
Solárium	5,2	11,0

$T_e$  maximální erytemální doba expozice,  $T_m$  maximální melanomální doba expozice

## Závěr:

Změřené spektrální hustoty ozáření obyčejné VIS zářivky, UV-A, UV-B zářivky a zářivky ze solária jsou zakresleny na obrázku 1. Z obrázků 2 a 3 jsme tak zjistili, že opalovací olej s faktorem 10 absorbuje převážnou většinu UV záření. V tabulce 3 jsou v prvním sloupci uvedeny maximální doby slunění pro světla studovaných zářivek.

## Reference

- [1] J. Valenta, Studijní text k úloze *Radiometrie ultrafialového záření z umělých a přirozených světelných zdrojů: ozónová díra, negativní vliv UV-B záření na živé organismy a ochrana před ním*, 2001.