

Grupa: Elektrotechnika, semestr 3
Zastosowanie promieniowania optycznego
Laboratorium

Ćwiczenie nr 5

Temat: **BADANIE SKUTECZNOŚCI BIOLOGICZNYCH PROMIENIOWANIA Z ZAKRESU WIDZIALNEGO WYBRANYCH LAMP**

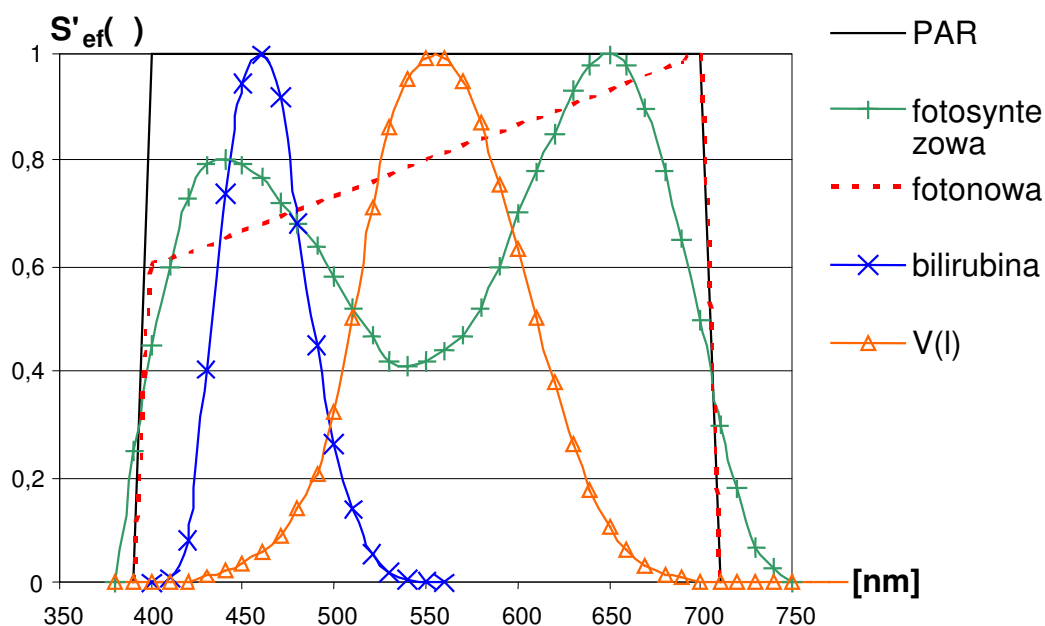
1. SKUTECZNOŚCI BIOLOGICZNE PROMIENIOWANIA OPTYCZNEGO

Skutek promieniowania optycznego jest to fizyczna, chemiczna lub biologiczna przemiana wywołana oddziaływaniem promieniowania optycznego na materię (do takich przemian zalicza się zjawiska fotoelektryczne, fotooptyczne, fotochemiczne i fotobiologiczne).

Aktywność – właściwość promieniowania optycznego umożliwiająca wywoływanie przemian chemicznych w pewnych rodzajach materii żywej lub nieożywionej (np. fotosyntezę, fotoutlenianie, fotodysocjację, redukcję, sieciowanie polimerów, denaturację białek i inne).

Wśród skutków promieniowania optycznego szeroką gamę stanowią **procesy fotobiologiczne** oddziałujące na systemy żywe. Część z tych procesów została zbadana i znane są ich względne widmowe skuteczności promieniowania $S_{ef}(\lambda)$. Występują one we wszystkich zakresach promieniowania optycznego: nadfioletowym UV (największa grupa), widzialnym VIS i podczerwonym IR. Procesy takie cechują się dużą selektywnością i wyraźnym maksimum skuteczności. Promieniowanie fotobiologiczne może powodować różnego rodzaju efekty: zabijać bakterie, powodować rumień skóry czy zapalenie spojówek, wpływać na rozwój i zachowanie organizmów żywych (od ludzi przez zwierzęta domowe po owady), przyspieszać wzrost roślin czy mikroorganizmów, działać szkodliwie na obiekty muzealne. Pożądane efekty można osiągnąć stosując lampy o odpowiednio dobranych widmach.

Najważniejsze skutki fotobiologiczne z zakresu promieniowania czynnego fotosyntetycznie PAR (*Photosynthetically Active Radiation*) pokazano na rysunku 1.



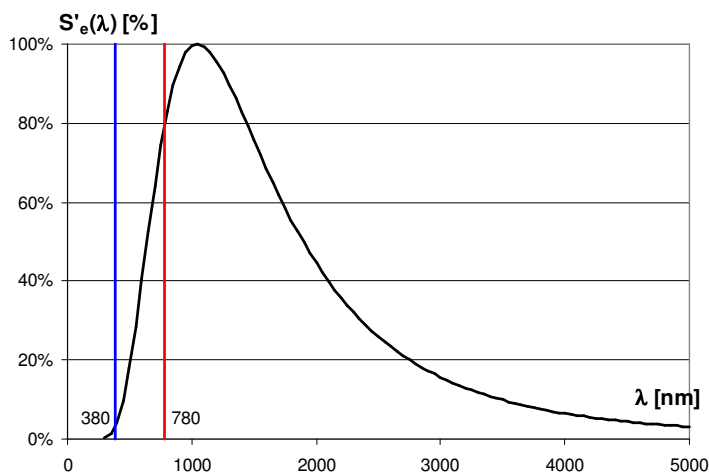
Rys. 1. Względne widmowe skuteczności fotobiologiczne $S'_{ef}(\lambda)$ promieniowania z zakresu PAR

2. LAMPY SPECJALISTYCZNE

Promienniki podczerwieni

Promienniki podczerwieni, w których wykorzystywany jest głównie krótkofalowy zakres podczerwieni stosowane są przede wszystkim w hodowli zwierząt i rolnictwie, w przetwórstwie oraz w infraterapii. Są to źródła żarowe, których maksimum skuteczności promieniowania występuje w zakresie IR. Przykładowe widmo żarówki dla zakresu optycznego pokazano na rysunku 2.

Promieniowanie podczerwone stosowane przy hodowli drobiu, prosiąt, cieląt czy zrebnięt powoduje szybszy przyrost masy dzięki wzmożonemu apetytowi i lepszemu wykorzystaniu karmy. Zwierzęta stają się również bardziej odporne na choroby. Promienniki IR stosowane są także do pasteryzowania i suszenia produktów spożywczych, w ogrzewaniu przemysłowym: suszarnie, piekarnie, koksownie czy spawalnie oraz w kosmetyce osobistej (suszenie włosów) i leczniczej terapii promieniowaniem podczerwonym.



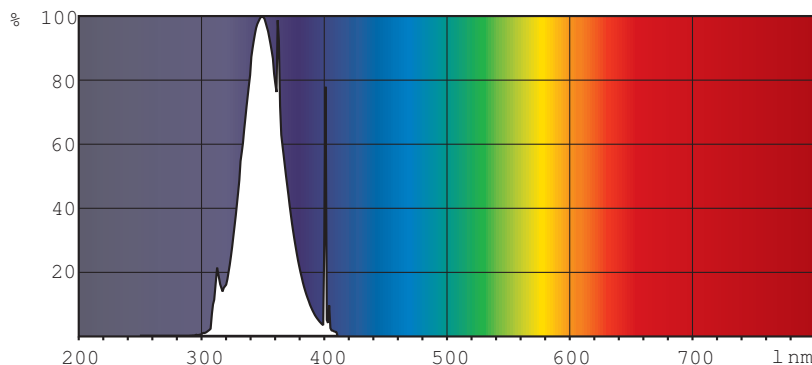
Rys. 2. Względna widmowa skuteczność $S'_e(\lambda)$ żarówki

Promienniki nadfioletu

Promienniki UV to w większości lampy wyładowcze. Zastosowanie ma zarówno promieniowanie z bliskiego nadfioletu (UVA, 315-400nm) jak i to krótkofalowe (UVC, 200-280nm). Obszar zastosowań jest bardzo duży od bankowości, przez chemię, medycynę, archeologię, mineralogię, przemysł spożywczy i tekstylny, po filatelistykę.

Przykładowe zastosowania obejmują między innymi: oczyszczanie wody i ścieków, produkcję super czystej wody (np. dla półprzewodników czy farmaceutyków), utwardzanie klejów, żywic i lakierów pigmentowych, leczenie łuszczycy, detekcję i analizę materiałów (np. wykrywanie niewidzialnych zanieczyszczeń, fałszywych banknotów, dokumentów czy obrazów), badanie materiałów metodą fluorescencyjną (np. mikropęknięcia wałów napędowych silników), opalanie kosmetyczne (solaria) i wiele innych.

Przykładowo pokazano na rysunku 3 widmo niskoprężnej lampy rtęciowej stosowanej w solarjach.



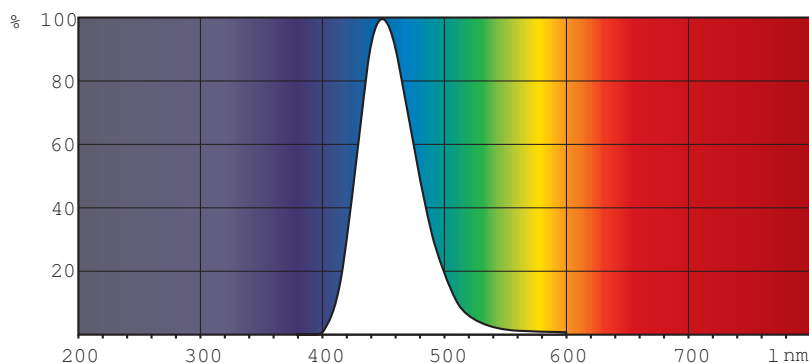
Rys. 3. Względna widmowa skuteczność $S'_e(\lambda)$ lampy CLEO Professional

Lampy specjalistyczne promieniujące w zakresie widzialnym

Wykorzystuje się tu określone części widma powodujące pożądany skutek czy efekt.

Przykładowe zastosowania: leczenie żółtaczki u noworodków (hiperbilirubinemia), utwardzanie wypełnień dentystycznych, hodowla roślin i mikroorganizmów, oświetlenie akwariów, oświetlenie dekoracyjne budynków, imprez czy festiwali (lampy kolorowe) i inne.

Jedną z lamp badanych w ćwiczeniu jest lampa promieniowania bilitycznego TL20W/52 stosowana przy leczeniu żółtaczki u noworodków. Jej budowa odpowiada świetlówce liniowej, jednak widmo (rys. 4) jest dopasowane do skuteczności bilitycznej (maksimum skuteczności promieniowania przypada na długość fali 460nm, por. rys. 1).



Rys. 4. Względna widmowa skuteczność $S'_{ef}(\lambda)$ lampy TL20W/52

3. WYZNACZANIE SKUTECZNOŚCI EFEKTYWNEJ PROCESÓW FOTOBIOLOGICZNYCH

Skuteczność efektywna η_{ef} danego skutku promieniowania optycznego mówi nam jaka część mocy lampy jest wypromieniowana w zakresie długości fali obejmującej ten skutek. Można ją wyznaczyć dzieląc strumień efektywny Φ_{ef} (w watach) tej lampy przez jej moc elektryczną P .

$$\eta_{ef} = \frac{\Phi_{ef}}{P} \quad [-] \quad (1)$$

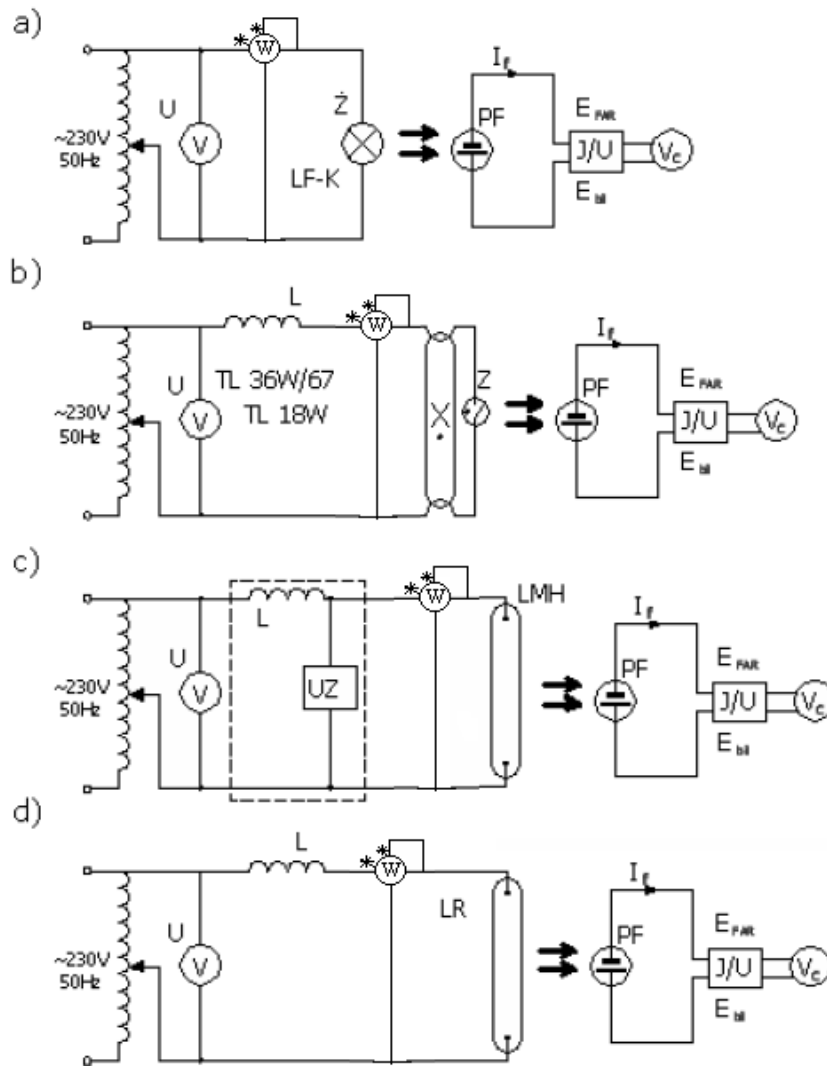
Strumień efektywny Φ_{ef} danego źródła promieniowania można wyznaczyć z zależności:

$$\Phi_{ef} = \Phi_V \cdot k_{ef/V} \quad [W] \quad (2)$$

Gdzie: Φ_V – strumień świetlny lampy w lumenach, $k_{ef/V}$ – współczynnik konwersji określonego skutku promieniowania (obliczony na podstawie rozkładu widmowego) w watach na lumen

4. POMIARY

Dla wskazanych przez prowadzącego lamp połączyć odpowiedni układ pomiarowy z rysunku 5. Zasilic lampy napięciem znamionowym U_n i pomierzyć odpowiedniki miernikami natężenie napromienienia E_{PAR_pom} [dz], E_{bil_pom} [dz] i natężenie oświetlenia E_V [lx] w odległości $r=1m$ od badanych lamp.



Rys. 5. Schematy układów pomiarowych badanych lamp: a) żarówki i świetlówki kompaktowej, b) świetlówki liniowej (zwykła, bilityczna i niebieska), c) lampy metalohalogenkowej i lampy rtęciowej

Obliczyć wartości rzeczywiste E_{PAR_rz} , E_{bil_rz} mnożąc wartości pomierzone przez stałe skalowania odpowiednio $C_{sk_PAR} = 0,65 \cdot 10^{-3}$ [W/m^2dz] i $C_{sk_bil} = 1,2$ (wartości tych stałych wynikają z różnic pomiędzy czułościami stosowanych głowic pomiarowych, a rzeczywistymi czułościami badanych skutków fotobiologicznych). Współczynniki konwersji $k_{ef/V}$ wyznaczyć z zależności:

$$k_{PAR/V} = \frac{E_{PAR_rz}}{E_V} \left[\frac{mW}{m^2lx} \right] \quad (3)$$

$$k_{bil/V} = \frac{E_{bil_rz}}{E_V} \left[\frac{mW}{m^2lx} \right] \quad (4)$$

Następnie obliczyć ze wzoru (2) strumień efektywny Φ_{ef_PAR} i Φ_{ef_bil} obu badanych skutków oraz z zależności (1) skuteczności efektywne η_{ef_PAR} , η_{ef_bil} dla badanych lamp (strumienie świetlne należy odczytać z kart katalogowych).

Przeanalizować udziały mierzonych skutków fotobiologicznych w widmach badanych lamp.



5. TABELA POMIARÓW I OBLICZEŃ

| Lp. | Typ lampy badanej | POMIARY | | | OBLICZENIA | |
|-----|-------------------|---------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | | E_V | E_{PAR_pom} | E_{bil_pom} | E_{bil_rz} | E_{PAR_rz} |
| | | lx | dz | dz | $\frac{W}{m^2}$ | $\frac{W}{m^2}$ |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |

| Lp. | Typ lampy badanej | OBLICZENIA | | | | | | | |
|-----|-------------------|---------------------|---------------------|----------|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|
| | | $k_{PAR/V}$ | $k_{bil/V}$ | Φ_V | Φ_{ef_PAR} | Φ_{ef_bil} | P_I | η_{ef_PAR} | η_{ef_bil} |
| | | $\frac{mW}{m^2 lx}$ | $\frac{mW}{m^2 lx}$ | lm | W | W | W | - | - |
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | |

6. LITERATURA

1. PN-90/E-01005 Technika świetlna. Terminologia
2. Kędziora W.: Skuteczność fitobiologiczna promieniowania temperaturowego, ZKwE'99
3. Technika świetlna – poradnik informator. Praca zbiorowa. Warszawa, 1998