

## Temat: **BADANIE OSTROŚCI WIDZENIA W RÓŻNYCH WARUNKACH OŚWIETLENIOWYCH**

Opracowanie wykonano na podstawie następującej literatury:

- 1). Laboratorium z techniki świetlnej (praca zbiorowa pod redakcją Władysława Golika). Skrypt nr 1792. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1994.
- 2). Bąk J., Pabiańczyk W.: Podstawy techniki świetlnej. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1994.
- 3). PN-90/E-01005 Technika świetlna. Terminologia.

### 1. PODSTAWOWE WIADOMOŚCI

**Ostrość widzenia** jest zdolnością oddzielnego postrzegania przedmiotów, położonych bardzo blisko siebie.

**Ostrość widzenia** określa się odwrotnością wartości (na ogół w minutach kątowych) odległości kątowej między dwoma sąsiadującymi przedmiotami (punktami, liniami), które oko może postrzec jeszcze jako przedmioty oddzielne.

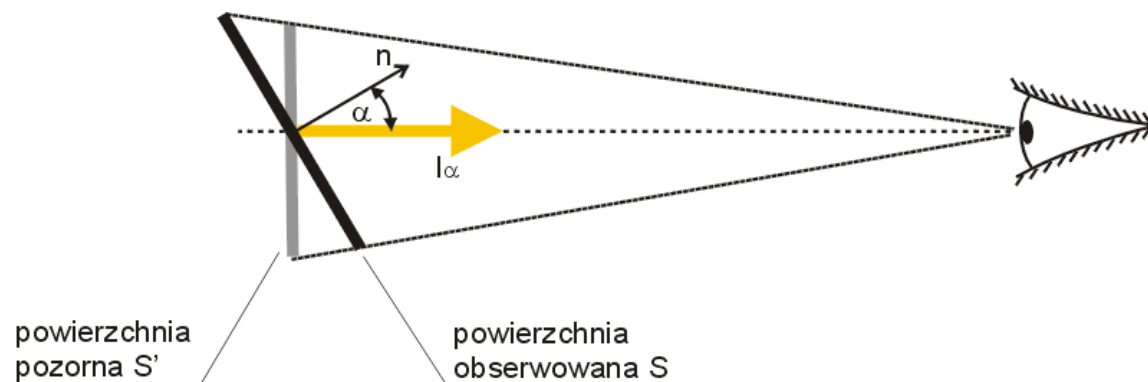
**Na ostrość widzenia wpływają:**

- **Luminancja** jest jedną z podstawowych wielkości w technice świetlnej. Jej odpowiednikiem psychofizycznym jest **jaskrawość**, czyli właściwość wrażenia wzrokowego powodująca, że dana powierzchnia wydaje się wysyłać mniej lub więcej światła. Luminancję można obliczyć ze wzoru (2).

$$L_{\alpha} = \frac{l_{\alpha}}{S'} = \frac{l_{\alpha}}{S \cdot \cos \alpha} \quad \left[ \frac{\text{cd}}{\text{m}^2} \right] \quad (2)$$

gdzie:  $l_{\alpha}$  - światłość powierzchni w kierunku  $\alpha$ ,  $S$  - pole obserwowanej powierzchni

**Jednostką luminancji** jest kandela na metr kwadrat:  $[\text{cd}/\text{m}^2]$



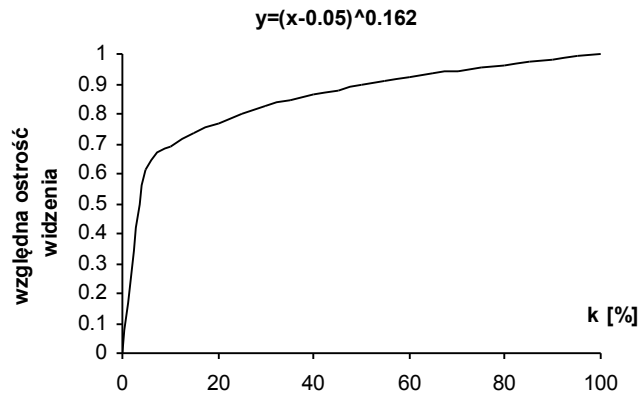
Rys. 1. Ilustracja definicji luminancji:  $l_{\alpha}$  - światłość powierzchni w kierunku  $\alpha$ ,  
 $S$  - pole obserwowanej powierzchni.

- **kontrast luminancji  $k$** , wyrażony wzorem (1):

$$k = \frac{L_o - L_t}{L_t} \quad (1)$$

gdzie:  $L_o$  - luminancja obiektu,  $L_t$  - luminancja tła

W praktyce kontrast luminancji związany jest z różnymi wartościami współczynników odbicia  $\rho$  powierzchni, na tle której postrzegany jest obiekt oraz samego obiektu (np. kartka papieru  $\rho > 0.8$  i tekst  $\rho < 0.08$ ). Zależność względnej ostrości widzenia od kontrastu luminancji przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Zależność względnej ostrości widzenia od kontrastu luminancji k.

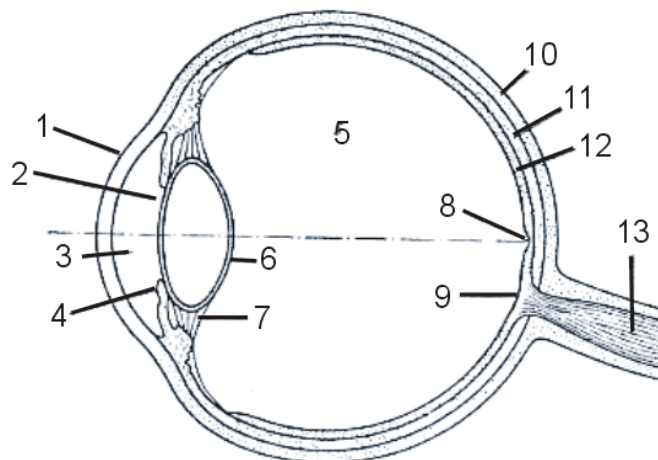
- **natężenie oświetlenia E [lx]**. Im większa wartość natężenia oświetlenia w otoczeniu i na obserwowanym obiekcie (w zakresie luminancji, przy których nie występuje **oślnienie**), tym większa ostrość widzenia.
- **adaptacja** oka do danej wartości luminancji. Adaptacja jest to proces zmian własności narządu wzroku, uzależniony od luminancji i barwy bodźców działających w polu widzenia. Wyróżnia się adaptację do jasności i do ciemności.

**Adaptacja to jasności** jest związana z widzeniem **fotopowym** (dziennym) o poziomach luminancji co najmniej kilku  $\text{cd/m}^2$ . Proces adaptacji do jasności zachodzi stosunkowo szybko. Przy widzeniu fotopowym działają głównie **czopki**.

**Adaptacja do ciemności** jest widzeniem **skotopowym** (nocnym) o poziomach luminancji poniżej kilku setnych  $\text{cd/m}^2$ . Proces adaptacji do ciemności zachodzi bardzo powoli. Przy widzeniu skotopowym działają głównie **pręciki**.

Widzenie pośrednie (zmiernicze) jest nazywane widzeniem **mezopowym**.

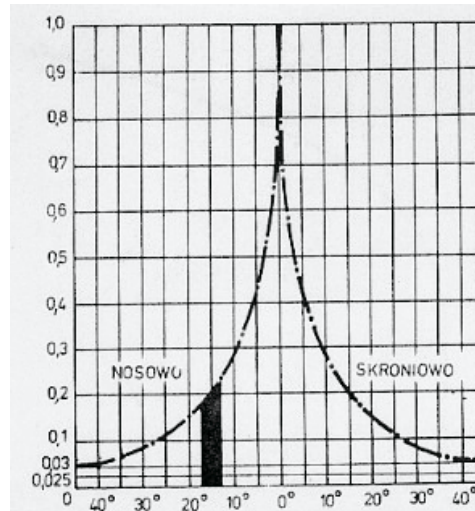
**Czopki i pręciki** stanowią warstwę światłoczułych receptorów oka (rys. 3). Rozmieszczone są na **siatkówce**, a ich liczba jest rzędu 130 milionów (czopków jest około 7 milionów, reszta to pręciki). Rozmieszczenie tych receptorów jest nierównomierne: czopki występują najliczniej w tzw. **dołku środkowym**, pręciki na pozostałej części siatkówki. W miejscu gdzie włókna nerwowe i naczynia krwionośne łączą się z nerwem wzrokowym, nie ma ani czopków ani pręcików. Jest to tzw. ślepa plamka.



Rys. 3. Przekrój poziomy oka. 1 – rogówka, 2 – źrenica, 3 – komora przednia, 4 – tęczówka, 5 – ciało szkliste, 6 – soczewka, 7 – ciało rzęskowe, 8 – dołek środkowy, 9 – plamka ślepa, 10 – twardówka, 11 – naczyniówka, 12 – siatkówka, 13 – nerw wzrokowy



- **zjawisko Stilesa – Crawforda.** Mówi ono, że dwie wiązki świetlne tego samego rodzaju, padające na sąsiednie miejsca dołka środkowego siatkówki, wywołują różne wrażenie jasności, jeżeli jedna z nich przeszła przez środek (wrażenie silniejsze), a druga przez krawędź źrenicy (wrażenie słabsze).
- **miejsce pobudzenia na siatkówce.** Ostrość widzenia nie jest jednakowa na całej siatkówce. Największą ostrością charakteryzuje się tzw. plamka żółta (część środkowa plamki żółtej to dołek środkowy), a w miarę oddalanie się od niej, zarówno w stronę nosową jak i skroniową, ostrość widzenia maleje (rys. 4).

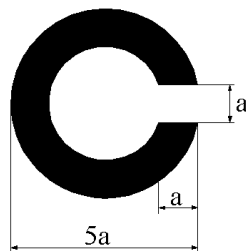


Rys. 4. Zależność względnej ostrości widzenia od odległości obrazu przedmiotu obserwacji od dołka środkowego.

- **barwa światła.** W przypadku niskich wartości natężenia oświetlenia na tablicy ze znakami próbnymi ostrość widzenia jest wyższa w przypadku oświetlenia tablicy krótkofalową częścią widma (światłem niebieskim).

## 2. PRZEBIEG ĆWICZENIA

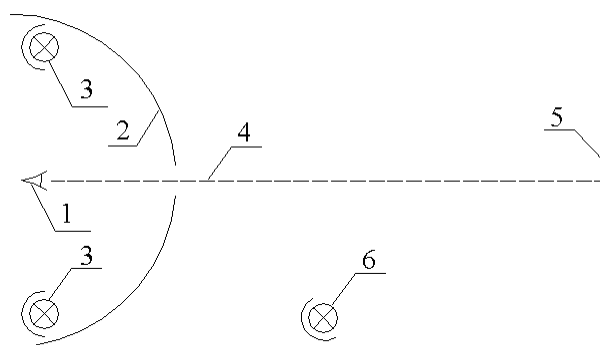
W ćwiczeniu należy wyznaczyć zależność względnej liczby poprawnych odczytów znaków próbnych w postaci **pierścieni Landolta** (rys. 5) umieszczonych na tablicy testowej.



Rys. 5. Pierścień Landolta.

Pomiarów dokonuje się dla podanych przez prowadzącego różnych nastaw natężenia oświetlenia  $E$  na tablicy testowej oraz różnych poziomów luminancji  $L_{ad}$  ekranu adaptacyjnego (proporcjonalnej do napięcia zasilania lub natężenia oświetlenia ekranu adaptacyjnego). Dodatkowo w polu widzenia może się znajdować źródło olśnienia.

Schemat stanowiska pomiarowego przedstawia rys.6.



Rys.6. Schemat stanowiska pomiarowego do badania ostrości widzenia: 1 – obserwator, 2 – ekran adaptacyjny, 3 – źródła światła oświetlające ekran adaptacyjny, 4 – okienko pomiarowe do obserwacji tablicy testowej, 5 – tablica testowa, 6 – źródło światła oświetlające tablicę testową.

Pomiar należy rozpocząć po kilkuminutowej adaptacji do luminancji  $L_{ad}$ , rozpoczynając od najmniejszych wartości  $L_{ad}$ , dla każdego obserwatora indywidualnie, a także zgodnie z poleceniem prowadzącego dla widzenia obuocznego lub jednoocznego. Pomiarów dokonuje się dla dwóch poziomów luminancji ekranu adaptacyjnego  $L_{ad}^1$  i  $L_{ad}^2$  oraz dla trzech nastaw natężenia oświetlenia na tablicy testowej  $E^1$ ,  $E^2$  i  $E^3$ . Korzystając z zależności (3) na luminancję ekranu adaptacyjnego  $L_{ad}$  należy obliczyć natężenie oświetlenia ekranu adaptacyjnego  $E_{ad}$ . Współczynnik odbicia strumienia świetlnego powierzchni ekranu adaptacyjnego ma wartość  $\rho = 0.8$ .

$$L_{ad} = \frac{\rho}{\pi} \cdot E_{ad} \quad (3)$$

Wzór (3) można stosować do obliczania luminancji powierzchni tylko, gdy powierzchnia ta odbija światło w sposób idealnie rozproszony.

Wyniki pomiarów zestawić w załączonej tabeli. Wartości, które należy wpisać do tabeli, to względne poprawne odpowiedzi odczytania testu, np. jeśli na 10 wskazań obserwator odczytał poprawnie 7 znaków to do tabeli wpisujemy wartość 0.7.

**Sporządzić wykresy** względnej liczby poprawnych odczytów znaków próbnych w funkcji natężenia oświetlenia na tablicy testowej  $E$  przy stałej luminancji adaptacji  $L_{ad}$  oraz w funkcji luminancji adaptacji  $L_{ad}$  przy stałym natężeniu oświetlenia  $E$  na tablicy testowej. Przeanalizować otrzymane wyniki i sporządzić wykresy.

Grupa:		Dzień i godzina:			
<b>BADANIE OSTROŚCI WIDZENIA W RÓŻNYCH WARUNKACH OŚWIETLENIOWYCH</b>					
WYNIKI POMIARÓW					
Natężenie oświetlenia na tablicy testowej E i luminancja adaptacyjna $L_{ad}$			Widzenie obuoczne	Prawe oko	Lewe oko
Obserwator 1	$L_{ad}^1$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$E^1 =$ [lx]			
		$E^2 =$ [lx]			
		$E^3 =$ [lx]			
	$L_{ad}^2$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$E^1 =$ [lx]			
		$E^2 =$ [lx]			
		$E^3 =$ [lx]			
Obserwator 2	$L_{ad}^1$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$E^1 =$ [lx]			
		$E^2 =$ [lx]			
		$E^3 =$ [lx]			
	$L_{ad}^2$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$E^1 =$ [lx]			
		$E^2 =$ [lx]			
		$E^3 =$ [lx]			
Obserwator 3	$L_{ad}^1$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$E^1 =$ [lx]			
		$E^2 =$ [lx]			
		$E^3 =$ [lx]			
	$L_{ad}^2$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$E^1 =$ [lx]			
		$E^2 =$ [lx]			
		$E^3 =$ [lx]			
Obserwator 4	$L_{ad}^1$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$E^1 =$ [lx]			
		$E^2 =$ [lx]			
		$E^3 =$ [lx]			
	$L_{ad}^2$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$E^1 =$ [lx]			
		$E^2 =$ [lx]			
		$E^3 =$ [lx]			
Obserwator 5	$L_{ad}^1$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$E^1 =$ [lx]			
		$E^2 =$ [lx]			
		$E^3 =$ [lx]			
	$L_{ad}^2$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$E^1 =$ [lx]			
		$E^2 =$ [lx]			
		$E^3 =$ [lx]			