



wersja z dnia, 18.05.2011

Kierunek Informatyka, studia stacjonarne, pierwszy stopień, sem. 6.
Podstawy inżynierii barwy.
Laboratorium.

Ćwiczenie nr 1.

Temat: **BADANIE WŁAŚCIWOŚCI FOTOMETRYCZNYCH MONITORÓW.**

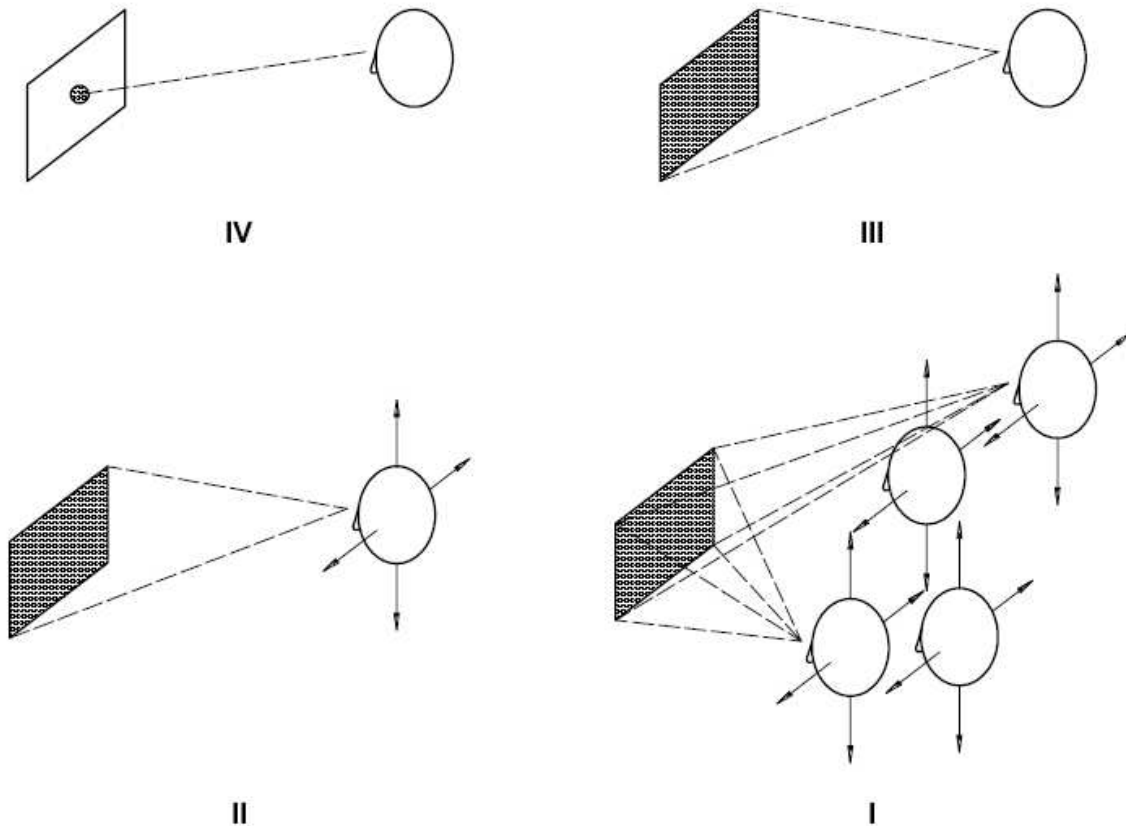
1. Wstęp.

Ćwiczenie opracowano na podstawie następujących norm wyszczególnionych w spisie literatury [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. W wymienionych normach opisano szereg wymagań stawianych monitorom. Spełnienie tych wymagań ma zapewnić odpowiedni komfort pracy. W niniejszym ćwiczeniu zostaną sprawdzone wymagania związane z luminancją ekranu (kontrast, równomierność) oraz właściwościami odbiciowymi powierzchni ekranów.

Jakość wyświetlanego obrazu w monitorach ekranowych z wyświetlaczami ciekłokrystalicznymi LCD zmienia się znacznie wraz z kątem obserwacji. Z tego względu monitory LCD dzieli się na cztery klasy opisujące dopuszczalne kierunki obserwacji Class(Viewing) (Tab. 1, Rys. 1) [2].

Tabela 1. Opis klas kierunków obserwacji Class(Viewing) [2].

Class (Viewing)	Opis
I	Umożliwia kilku użytkownikom obserwację całej powierzchni ekranu monitora z każdego kierunku w obrębie stożka ograniczonego kątem 80° bez pogorszenia wydajności wzrokowej. Dopuszczalne są ruchy głową. Klasa nie jest przeznaczona dla zadań wymagających wąskich kątów obserwacji w celu np. zapewnienia prywatności lub niskiego poboru mocy.
II	Umożliwia jednemu użytkownikowi obserwację całej powierzchni ekranu monitora z każdego miejsca na wprost ekranu. Dopuszczalne są ruchy głową. Klasa nie jest zalecana dla zadań wymagających wąskich kątów obserwacji w celu np. zapewnienia prywatności lub niskiego poboru mocy.
III	Umożliwia jednemu użytkownikowi obserwację całej powierzchni ekranu monitora z jednego określonego miejsca na wprost ekranu. Ruchy głową nie są dozwolone. Klasa jest zalecana dla zadań wymagających wąskich kątów obserwacji w celu np. zapewnienia prywatności lub niskiego poboru mocy.
IV	Umożliwia jednemu użytkownikowi obserwację centralnej części ekranu monitora z jednego określonego miejsca na wprost ekranu. Ruchy głową nie są dozwolone. Klasa jest przeznaczona dla zadań wymagających wąskich kątów obserwacji w celu np. zapewnienia prywatności lub niskiego poboru mocy.



Rys. 1. Ilustracja klas kierunków obserwacji Class(Viewing). Strzałki oznaczają możliwe kierunki ruchu głową [2].

Monitory LCD mogą posiadać powierzchnię ekranu charakteryzującą się różnymi właściwościami odbiciowymi. Powierzchnia ekranu może być matowa, gładka (tzw. „glare”), może również mieć nałożone warstwy zmniejszające wartość współczynnika odbicia. Oświetlenie zewnętrzne stanowiska pracy z monitorem może powodować szereg niekorzystnych zjawisk takich jak:

- zmniejszenie kontrastu luminancji wyświetlanego obraz,
- olśnienie,
- obrazy obiektów odbijające się na powierzchni ekranu zmniejszają czytelność wyświetlanych obrazów.

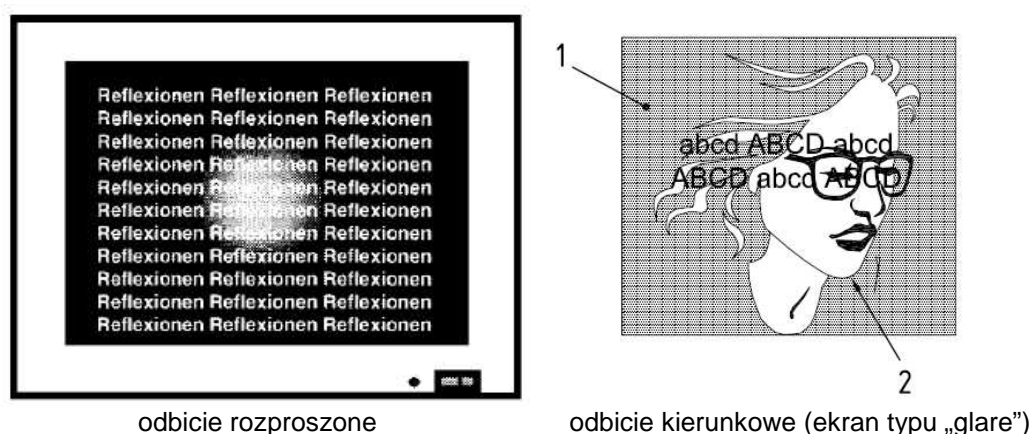
Odbicie Lambertowskie (rozproszone) występujące w przypadku matowych powierzchni monitorów zwiększa jaskrawość szczególnie ciemnych fragmentów wyświetlanych obrazów. Odbicie kierunkowe (ekrany „glare”) oprócz zmniejszenia kontrastu powoduje często konieczność zmiany odległości punktu obserwacji (akomodacja) ze względu na przenoszenie punktu obserwacji z powierzchni ekranu na powierzchnię obiektu, którego obraz odbija się na ekranie. Odbicie Lambertowskie (rozproszone) jest przez większość obserwatorów oceniane jako niej uciążliwe.

Monitory LCD dzieli się na trzy klasy jakości ochrony przez niepożądanymi odbiciami Class(Reflection) (Tab. 2, Rys. 2) [2].

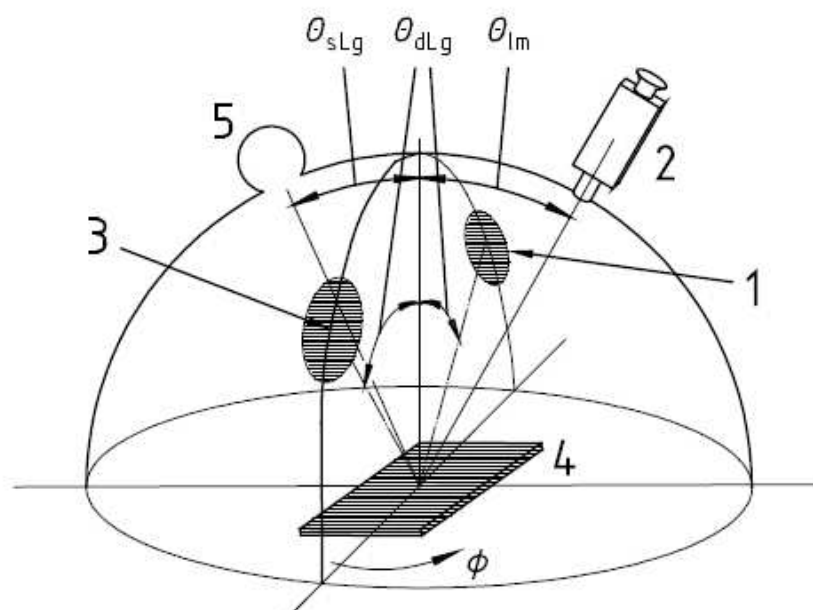
Tabela 2. Wartości luminancji odniesieniowych (REF) służących do wyznaczania klas ochrony przed niepożądanymi odbiciami Class(Reflection) [2].

Class (Reflection)	Wartość luminancji odniesieniowych (REF) [cd/m ²]	Przeznaczenie
I	Zarówno L REF EXT-I = 200 oraz L REF SML-I = 2000	Do wszystkich biur
II	Albo L REF EXT-II = 200 albo L REF SML-II = 2000	Do większości lecz nie do wszystkich biur
III	Albo L REF EXT-III = 125 albo L REF SML-III = 200	Wymagają specjalnie dostosowanych warunków oświetlenia

EXT – źródło o dużych rozmiarach do sprawdzenia odbicia kierunkowego
 SML – źródło o małych rozmiarach do sprawdzenia odbicia kierunkowego



Rys. 2. Ilustracja zjawiska niepożądanego odbicia w ekranie monitora. Niepożądany obraz twarzy obserwatora (2) odbija się na ekranie monitora (1) [2].



Rys. 3. Rysunek układu pomiarowego uwzględniający położenie miernika luminancji (2) oraz dwóch źródeł oświetlenia zewnętrznego (rozproszonego DIFF) (1 i 3) i źródła do sprawdzenia odbicia kierunkowego EXT i SML (5), płaszczyznę umieszczenia powierzchni ekranu oraz wzorca współczynnika odbicia dSTD oznaczono jako (4) [2].

Opis przyjętych oznaczeń:

Wyświetlany obraz:

HS (High State) – na ekranie wyświetlany jest jednolity obraz: R=G=B=100%.

LS (Low State) – na ekranie wyświetlany jest jednolity obraz: R=G=B=0%.

Punkty pomiarowe:

CL (Central Location) – punkt na środku ekranu.

HL (High Luminance) – punkt o największej wartości luminancji.

LL (Low Luminance) – punkt o najmniejszej wartości luminancji.

Kierunki i kąty:

θ - kąt obserwacji.

θ range – dopuszczalny zakres kątów obserwacji.

θ_{lm} – kąt położenia miernika luminancji w stosunku do normalnej do powierzchni ekranu.

θ_{sLg} – kąt położenia źródła światła o luminancji L_g do oceny składowej kierunkowej odbicia powierzchni ekranu.

θ_{dLg} – kąt położenia źródła światła o luminancji L_g do oceny składowej rozproszonej odbicia powierzchni ekranu.

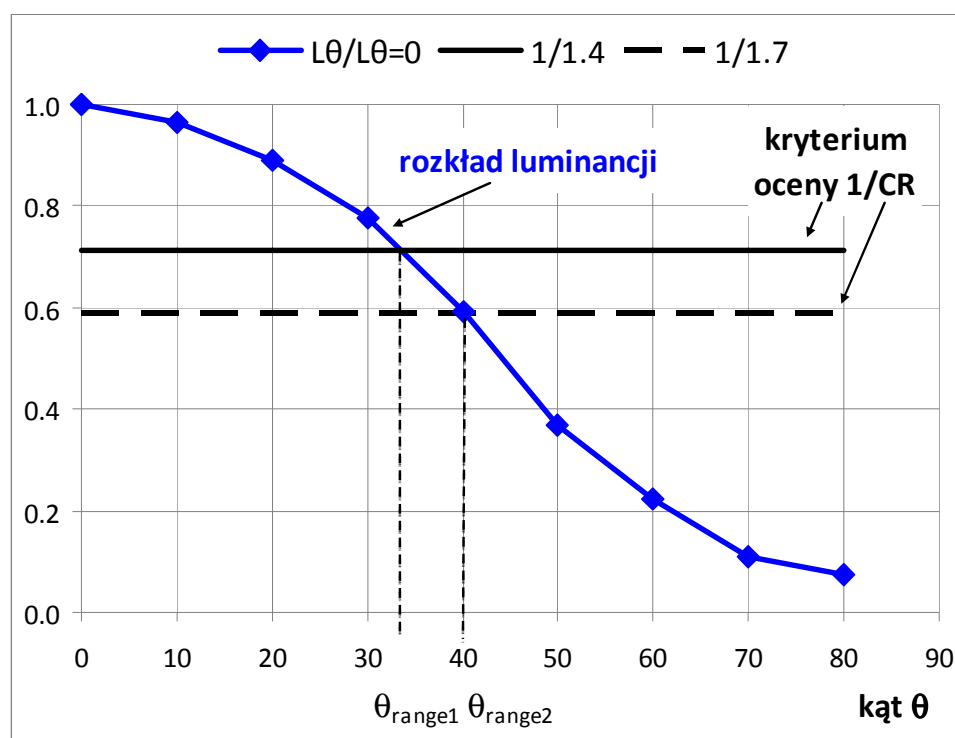
ϕ – kąt azymutowy.

CR (kontrast luminancji) – stosunek maksymalnej wartości luminancji L_H do minimalnej wartości luminancji L_L .

dSTD – wzorzec współczynnika odbicia (Lambertowski - odbicie rozproszone)

EXT – źródło o dużych rozmiarach do sprawdzenia odbicia kierunkowego

SML – źródło o małych rozmiarach do sprawdzenia odbicia kierunkowego



Rys. 4. Zmiana luminancji ekranu w funkcji kąta obserwacji. Dwie poziome linie przedstawiają graniczne wartości kontrastu i wyznaczają dopuszczalne wartości kątów obserwacji dla wyświetlania tzw. *reality* i *artificial information*.



2. Rozkład luminancji.

2A. Pomiar rozkładu luminancji w funkcji kąta obserwacji.

Pozycja monitora	pionowa, na obrotowej podstawie z podziałką kątową
Zastosowane przyrządy pomiarowe	lukso mierz L-100 z przystawką do pomiaru luminancji ustawiony na stojaku na wprost monitora
Wyświetlany obraz	HS
Pole pomiarowe	CL
Oświetlenie	ciemnia
Opis pomiarów	powierzchnię ekranu ustawić w osi obrotowej podstawy zmieniać kąty obserwacji θ lm od 0 do 80° co 10° pomiary wykonać dla czterech kierunków: lewo-prawo, góra-dół

Tabela 3. Pomiar rozkładu luminancji w funkcji kąta obserwacji.

Kąt obserwacji θ [1°]	kierunek w lewo $L(\theta)$ [cd/m ²]	kierunek w prawo $L(\theta)$ [cd/m ²]	kierunek w górę $L(\theta)$ [cd/m ²]	kierunek w dół $L(\theta)$ [cd/m ²]
0				
10				
20				
30				
40				
50				
60				
70				
80				

Kryterium oceny:

Kontrast luminancji CR nie powinien przekraczać wartości 1,4 (reality information).

Kontrast luminancji CR nie może przekraczać wartości 1,7 (artificial information).

Zadania do wykonania:

Narysować wykresy $L_{\theta}/L_{\perp} = f(\theta)$ (przykładowy wykres z oznaczeniami na rys. 4)

Na wykresie zaznaczyć dwie poziome linie przecinające pionową oś wykresu w miejscu współrzędnych o wartościach 1/1,4 oraz 1/1,7

Wyznaczyć dopuszczalny zakres kątów obserwacji (θ_{range}) w zakresie których spełnione jest kryterium kontrastu luminancji CR.

Reality information:

- w płaszczyźnie poziomej: $\theta_{range} = \dots\dots\dots$

- w płaszczyźnie pionowej: $\theta_{range} = \dots\dots\dots$

Artificial information:

- w płaszczyźnie poziomej: $\theta_{range} = \dots\dots\dots$

- w płaszczyźnie pionowej: $\theta_{range} = \dots\dots\dots$



2B. Pomiar rozkładu luminancji na powierzchni monitora.

Pozycja monitora	pozioma
Zastosowane przyrządy pomiarowe	lüksomierz L-100 z przystawką do pomiaru luminancji ustawiony na stojaku z osią optyczną skierowaną pionowo w dół
Wyświetlany obraz	HS i LS
Oświetlenie	ciemnia
Pole pomiarowe	dziewięć pól pomiarowych
Opis pomiarów	miernik ustawiać kolejno nad punktami pomiarowymi kąt położenia miernika $\theta_m = 0^\circ$ (prostopadle do pow. ekranu)

Tabela 4. Pomiar luminancji w dziewięciu punktach przy dwóch stanach ekranu.
 Numer punktu pomiarowego / luminancja [cd/m^2].

1	HS		2	HS		3	HS	
	LS			LS			LS	
4	HS		5	HS		6	HS	
	LS			LS			LS	
7	HS		8	HS		9	HS	
	LS			LS			LS	

Zadania do wykonania:

Wyznaczyć średnią wartość luminancji:

- dla stanu HS, $L_{\text{sr.HS}} = \dots\dots\dots$
- dla stanu LS, $L_{\text{sr.LS}} = \dots\dots\dots$

Wyznaczyć równomierność luminancji

- dla stanu HS, $U = L_{\text{min.HS}} / L_{\text{sr.}} = \dots\dots\dots$
- dla stanu LS, $U = L_{\text{min.LS}} / L_{\text{sr.}} = \dots\dots\dots$

Wyznaczyć zakres tonalny monitora (tzw. kontrast statyczny np. 500:1):

$L_{\text{sr.HS}} / L_{\text{sr.LS}} : L_{\text{sr.LS}} / L_{\text{sr.LS}} = \dots\dots\dots : 1$

Przyjąć następujące oznaczenie trzech punktów pomiarowych i odpowiednio oznaczyć zmierzone wartości luminancji:

CL – punkt centralny monitora (nr 5):

$L_{\text{dark,HS}}(\text{CL-0}) = \dots\dots\dots$
 $L_{\text{dark,LS}}(\text{CL-0}) = \dots\dots\dots$

HL – punkt o największej wartości luminancji

$L_{\text{dark,HS}}(\text{HL-0}) = \dots\dots\dots$
 $L_{\text{dark,LS}}(\text{HL-0}) = \dots\dots\dots$

LL – punkt o najmniejszej wartości luminancji –

$L_{\text{dark,HS}}(\text{LL-0}) = \dots\dots\dots$
 $L_{\text{dark,LS}}(\text{LL-0}) = \dots\dots\dots$



2C. Pomiar luminancji dla różnych kierunków obserwacji (w ciemni i przy oświetleniu zewnętrznym, rozproszonym).

Pozycja monitora	pozioma, monitor ustawiony na obrotowej podstawie
Zastosowane przyrządy pomiarowe	miernik luminancji LMT L1009, pole pomiarowe 3° , miernik ustawiony na statywie skierowany w dół pod kątem 40° w stosunku do normalnej do powierzchni ekranu
Wyświetlany obraz	HS i LS
Oświetlenie	a). ciemnia (tabela 5) b). dwa źródła światła (DIFF) ustawione po bokach ekranu zapewniające światło rozproszone (tabela 6)
Pole pomiarowe	CL - cztery charakterystyczne, prostopadłe kierunki: 1 – od dołu ekranu, 2 – z prawej strony, 3 – od góry, 4 – z lewej strony.
Opis pomiarów	środek powierzchni ekranu ustawić w osi obrotowej podstawy obracać podstawę co 90° , kąt położenia miernika $\theta_{lm} = 40^{\circ}$ po ustawieniu monitora w danym położeniu (CL-1 ... CL-4) wykonać dwa pomiary: 1. w ciemni (wynik zapisać w tabeli 5) 2. z włączonymi źródłami światła rozproszonego (wynik zapisać w tabeli 6) UWAGA: po ustawieniu źródeł oświetlenia zewnętrznego w danym położeniu nie należy ich przesuwać w trakcie trwania całej serii pomiarów
Wzorzec wsp. odbicia dSTD	na powierzchni monitora położyć czarną tkaninę, na niej położyć wzorzec współczynnika odbicia, wykonać pomiar luminancji dla jednego kierunku przy włączonych źródłach światła rozproszonego
$\rho_{dSTD} = 0, \dots$	

Tabela 5. Pomiar luminancji dla różnych kierunków obserwacji (w ciemni).
 Kąt położenia miernika $\theta_{lm} = 40^{\circ}$

CL-n =	CL-1	CL-2	CL-3	CL-4
Ldark,HS(CL-n) [cd/m^2]				
Ldark,LS(CL-n) [cd/m^2]				

Tabela 6. Pomiar luminancji dla różnych kierunków obserwacji (z dwoma źródłami światła rozproszonego DIFF). Kąt położenia miernika $\theta_{lm} = 40^{\circ}$

CL-n =	CL-1	CL-2	CL-3	CL-4
LDIFF,HS(CL-n) [cd/m^2]				
LDIFF,LS(CL-n) [cd/m^2]				
LDIFF,dSTD(CL-1) [cd/m^2] wzorzec wsp. odbicia		-----	-----	-----



2D. Obliczenia (dla punktów 2B i 2C):

$$L_{\text{DIFF,HS-OFF(CL-n)}} = L_{\text{DIFF,HS(CL-n)}} - L_{\text{dark,HS(CL-n)}}$$

$$L_{\text{DIFF,LS-OFF(CL-n)}} = L_{\text{DIFF,LS(CL-n)}} - L_{\text{dark,LS(CL-n)}}$$

Tabela 7. Wyniki obliczeń. Luminancja ekranu przy świetle rozproszonym.

CL-n =	CL-1	CL-2	CL-3	CL-4
$L_{\text{DIFF,HS-OFF(CL-n)}} [\text{cd/m}^2]$				
$L_{\text{DIFF,LS-OFF(CL-n)}} [\text{cd/m}^2]$				

$$R_{\text{DIFF,HS-OFF(CL-n)}} = q_{\text{dSTD}} \frac{L_{\text{DIFF,HS-OFF(CL-n)}}}{L_{\text{DIFF,dSTD(CL-1)}}$$

gdzie:

$$n=1,2,3,4. \quad q_{\text{dSTD}} = \frac{\rho_{\text{dSTD}}}{\pi}$$

$$R_{\text{DIFF,LS-OFF(CL-n)}} = q_{\text{dSTD}} \frac{L_{\text{DIFF,LS-OFF(CL-n)}}}{L_{\text{DIFF,dSTD(CL-1)}}$$

Tabela 8. Wyniki obliczeń. Wartość reflektometryczna ekranu dla oświetlenia rozproszonego.

CL-n =	CL-1	CL-2	CL-3	CL-4
$R_{\text{DIFF,HS-OFF(CL-n)}}$				
$R_{\text{DIFF,LS-OFF(CL-n)}}$				

$$L_{\text{Es,HS(CL-n)}} = L_{\text{dark,HS(CL-n)}} + R_{\text{DIFF,HS-OFF(CL-n)}} \cdot E_s$$

$$L_{\text{Es,LS(CL-n)}} = L_{\text{dark,LS(CL-n)}} + R_{\text{DIFF,LS-OFF(CL-n)}} \cdot E_s$$

$$L_{\text{Es,HS(HL-n)}} = L_{\text{dark,HS(CL-n)}} \frac{L_{\text{dark,HS(HL-0)}}}{L_{\text{dark,HS(CL-0)}}} + R_{\text{DIFF,HS-OFF(CL-n)}} \cdot E_s$$

$$L_{\text{Es,LS(HL-n)}} = L_{\text{dark,LS(CL-n)}} \frac{L_{\text{dark,LS(HL-0)}}}{L_{\text{dark,LS(CL-0)}}} + R_{\text{DIFF,LS-OFF(CL-n)}} \cdot E_s$$

$$L_{\text{Es,HS(LL-n)}} = L_{\text{dark,HS(CL-n)}} \frac{L_{\text{dark,HS(LL-0)}}}{L_{\text{dark,HS(CL-0)}}} + R_{\text{DIFF,HS-OFF(CL-n)}} \cdot E_s$$

$$L_{\text{Es,LS(LL-n)}} = L_{\text{dark,LS(CL-n)}} \frac{L_{\text{dark,LS(LL-0)}}}{L_{\text{dark,LS(CL-0)}}} + R_{\text{DIFF,LS-OFF(CL-n)}} \cdot E_s$$

gdzie: $n=1,2,3,4$. E_s - odniesieniowa wartość natężenia oświetlenia na powierzchni monitora (przy pionowej pozycji pracy monitora $E_s=250\text{lx}$)

Tabela 9. Wyniki obliczeń. Luminancja ekranu odniesiona do projektowanej wartości nat. ośw. E_s .

n =	1	2	3	4
$L_{\text{Es,HS(CL-n)}} [\text{cd/m}^2]$				
$L_{\text{Es,LS(CL-n)}} [\text{cd/m}^2]$				
$L_{\text{Es,HS(HL-n)}} [\text{cd/m}^2]$				
$L_{\text{Es,LS(HL-n)}} [\text{cd/m}^2]$				
$L_{\text{Es,HS(LL-n)}} [\text{cd/m}^2]$				
$L_{\text{Es,LS(LL-n)}} [\text{cd/m}^2]$				



Kryterium oceny kontrastu:

Dla zapewnienia właściwych warunków widzenia (rozpoznawania wyświetlanych na ekranie informacji) kontrast luminancji znaku względem tła ekranu przy uwzględnieniu wpływu oświetlenia zewnętrznego powinien spełniać następujące kryterium.

$$\frac{L_{Es,HS(n)}}{L_{Es,LS(n)}} \geq 1 + 10 \cdot L_{Es,LS(n)}^{-0.55} \quad \text{gdzie: } n=CL-1...CL-4, HL-1...HL-4, LL-1...LL-4$$

Zadania do wykonania:

Podstawić odpowiednie wartości do podanego wzoru i sprawdzić warunek dla wszystkich punktów i kierunków.

Kryterium oceny równomierności luminancji:

Dla zapewnienia właściwych warunków widzenia (rozpoznawania wyświetlanych na ekranie informacji) równomierność luminancji oceniana poprzez wartość kontrastu luminancji (gdzie kontrast luminancji CR to stosunek maksymalnej wartości luminancji LH do minimalnej wartości luminancji LL) dla wartości luminancji podanych w Tabeli 10 nie może przekraczać wartości 1,7.

$$CR = \frac{L_{H,HS(n)}}{L_{L,HS(n)}} < 1,7 \quad \text{gdzie: } n=1 \dots 4$$

Tabela 10. Wyniki obliczeń. Luminancja ekranu odniesiona do projektowanej wartości natężenia oświetlenia Es.				
n =	1	2	3	4
LEs,HS(CL-n) [cd/m ²]				
LEs,HS(HL-n) [cd/m ²]				
LEs,HS(LL-n) [cd/m ²]				

Zadania do wykonania:

Sprawdzić czy badany monitor spełnia podane wyżej wymaganie odnośnie równomierności luminancji.



3. Wyznaczanie klasy jakości ochrony przez niepożądanymi odbiciami Class(Reflection).

3A. Pomiar luminancji dla różnych kierunków obserwacji (w ciemni i przy oświetleniu zewnętrznym, rozproszonym)

Pozycja monitora	pozioma, monitor ustawiony na obrotowej podstawie
Zastosowane przyrządy pomiarowe	miernik luminancji LMT L1009, pole pomiarowe 3 ⁰ , miernik ustawiony na statywie skierowany w dół <u>pod kątem 15⁰</u> w stosunku do normalnej do powierzchni ekranu
Wyświetlany obraz	HS i LS
Oświetlenie	a). ciemnia (tabela 11) b). dwa źródła światła (DIFF) ustawione po bokach ekranu zapewniające światło rozproszone (tabela 12)
Pole pomiarowe	CL - cztery charakterystyczne, prostopadłe kierunki: 1 – od dołu ekranu, 2 – z prawej strony, 3 – od góry, 4 – z lewej strony.
Opis pomiarów	układ źródeł światła i wzorca taki sam jak w punkcie 2C, zmienia się jedynie kąt położenia miernika $\theta_{lm} = 15^0$, środek powierzchni ekranu ustawić w osi obrotowej podstawy obracać podstawę co 90 ⁰ po ustawieniu monitora w danym położeniu (CL-1S ... CL-4S) wykonać dwa pomiary: 1. w ciemni (wynik zapisać w tabeli 11) 2. z włączonymi źródłami światła rozproszonego (wynik zapisać w tabeli 12) UWAGA: po ustawieniu źródeł oświetlenia zewnętrznego w danym położeniu nie należy ich przesuwac w trakcie trwania całej serii pomiarów
Wzorec wsp. odbicia dSTD $\rho_{dSTD} = 0, \dots \dots \dots$	na powierzchni monitora położyć czarną tkaninę, na niej położyć wzorec współczynnika odbicia, wykonać pomiar luminancji dla jednego kierunku

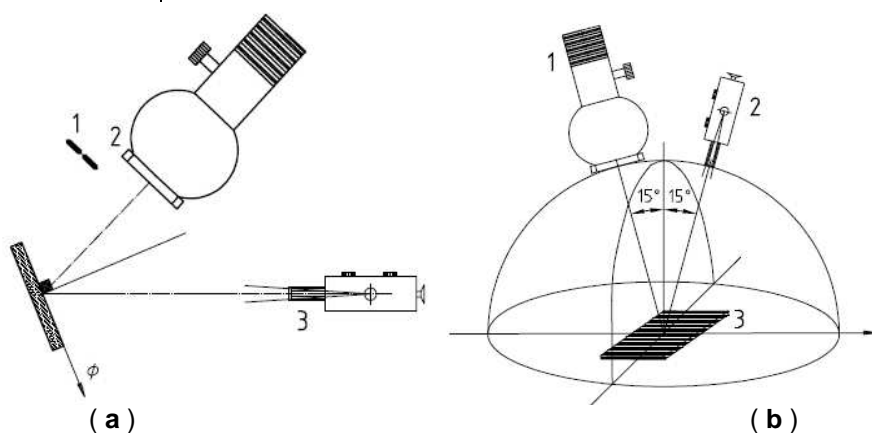
Tabela 11. Pomiar luminancji dla różnych kierunków obserwacji (w ciemni). Kąt położenia miernika $\theta_{lm} = 15^0$				
CL-nS =	CL-1S	CL-2S	CL-3S	CL-4S
L _{dark,HS} (CL-nS) [cd/m ²]				
L _{dark,LS} (CL-nS) [cd/m ²]				

Tabela 12. Pomiar luminancji dla różnych kierunków obserwacji (z dwoma źródłami światła rozproszonego DIFF). Kąt położenia miernika $\theta_{lm} = 15^0$				
CL-nS =	CL-1S	CL-2S	CL-3S	CL-4S
L _{DIFF,HS} (CL-nS) [cd/m ²]				
L _{DIFF,LS} (CL-nS) [cd/m ²]				
L _{DIFF,dSTD} (CL-1S) [cd/m ²] wzorec wsp. odbicia		-----	-----	-----



3B. Pomiar luminancji przy oświetleniu źródłem do oceny odbicia kierunkowego.

Pozycja monitora	pozioma, monitor ustawiony na obrotowej podstawie
Zastosowane przyrządy pomiarowe	miernik luminancji LMT L1009, <u>pole pomiarowe 1⁰ lub 20'</u> , miernik ustawiony na statywie skierowany w dół pod kątem 15 ⁰ w stosunku do normalnej do powierzchni ekranu
Wyświetlany obraz	HS i LS
Oświetlenie	jedno źródło światła ustawione na przeciwko miernika luminancji, wykonuje się dwa pomiary dla dwóch źródeł o różnych rozmiarach: EXT - źródło o dużych rozmiarach, SML - o małych rozmiarach
Pole pomiarowe	CL - cztery charakterystyczne, prostopadłe kierunki: 1 – od dołu ekranu, 2 – z prawej strony, 3 – od góry, 4 – z lewej strony.
Opis pomiarów	źródło EXT ustawia się na przeciwko miernika luminancji, pole pomiarowe miernika kieruje się na obraz źródła widoczny na powierzchni ekranu
Wzorzec wsp. odbicia dSTD $\rho_{dSTD} = 0, \dots \dots \dots$	UWAGA: po ustawieniu źródeł EXT i SML w danym położeniu nie należy ich przesuwać w trakcie trwania całej serii pomiarów kąt położenia miernika $\theta_{lm} = 15^0$, środek powierzchni ekranu ustawić w osi obrotowej podstawy obracać podstawę co 90 ⁰ na powierzchni monitora położyć czarną tkaninę, na niej położyć wzorzec współczynnika odbicia, wykonać pomiar luminancji dla jednego kierunku



Rys. 4. Rysunek układu pomiarowego ze źródłami do sprawdzenia odbicia kierunkowego. (a) źródło o dużych rozmiarach EXT (2), przysłona do tworzenia źródła o małych rozmiarach SML (1), miernik luminancji (3). (b) źródło do sprawdzenia odbicia kierunkowego EXT i SML (1), miernik luminancji (2) i płaszczyzna umieszczenia powierzchni ekranu oraz wzorca współczynnika odbicia dSTD (3) [2].

CL-nS =	CL-1S	CL-2S	CL-3S	CL-4S	Źródło
LS-EXT,HS(CL-nS) [cd/m ²]					EXT
LS-EXT,LS(CL-nS) [cd/m ²]					EXT
LS-EXT,dSTD(CL-1S) [cd/m ²]		-----	-----	-----	EXT
LS-SML,HS(CL-nS) [cd/m ²]					SML
LS-SML,LS(CL-nS) [cd/m ²]					SML
LS-SML,dSTD(CL-1S) [cd/m ²]		-----	-----	-----	SML



3C. Pomiar luminancji źródeł światła L_g.

Pozycja monitora	pozioma
Zastosowane przyrządy pomiarowe	miernik luminancji LMT L1009, pole pomiarowe 1 ⁰ lub 20', miernik ustawiony na statywie skierowany w dół pod kątem 15 ⁰ w stosunku do normalnej do powierzchni ekranu
Wyświetlany obraz	nie dotyczy
Oświetlenie	EXT - źródło o dużych rozmiarach, SML - źródło o małych rozmiarach
Pole pomiarowe	nie dotyczy
Opis pomiarów	źródło EXT oraz SML ustawić się na przeciwko miernika luminancji (położenie identyczne jak w punkcie 3C), na powierzchni monitora położyć lustro, pole pomiarowe miernika skierować na obraz źródła widoczny na powierzchni lustra, zmierzyć luminancję obrazu źródła odbijającego się w lustrze L _o do obliczenia luminancji powierzchni źródła L _g , przyjąć wartość współczynnika odbicia lustra ρ = 0.9

-	L _o	L _g = L _o / ρ	Źródło
LS-EXT, L _g [cd/m ²]			EXT
LS-SML, L _g [cd/m ²]			SML

3E. Obliczenia (dla punktów 3A, 3B i 3C):

$$L_{S-EXT,HS-OFF(CL-nS)} = L_{S-EXT,HS(CL-nS)} - L_{dark,HS(CL-nS)}$$

$$L_{S-EXT,LS-OFF(CL-nS)} = L_{S-EXT,LS(CL-nS)} - L_{dark,LS(CL-nS)}$$

$$L_{S-SML,HS-OFF(CL-nS)} = L_{S-SML,HS(CL-nS)} - L_{dark,HS(CL-nS)}$$

$$L_{S-SML,LS-OFF(CL-nS)} = L_{S-SML,LS(CL-nS)} - L_{dark,LS(CL-nS)}$$

CL-nS =	CL-1S	CL-2S	CL-3S	CL-4S
LS-EXT,HS-OFF(CL-nS) [cd/m ²]				
LS-EXT,LS-OFF(CL-nS) [cd/m ²]				
LS-SML,HS-OFF(CL-nS) [cd/m ²]				
LS-SML,LS-OFF(CL-nS) [cd/m ²]				



$$L_{\text{DIFF,HS-OFF(CL-nS)}} = L_{\text{DIFF,HS(CL-nS)}} - L_{\text{dark,HS(CL-nS)}}$$

$$L_{\text{DIFF,LS-OFF(CL-nS)}} = L_{\text{DIFF,LS(CL-nS)}} - L_{\text{dark,LS(CL-nS)}}$$

Tabela 16. Wyniki obliczeń. Luminancja ekranu przy świetle rozproszonym.

CL-nS =	CL-1S	CL-2S	CL-3S	CL-4S
$L_{\text{DIFF,HS-OFF(CL-nS)}} [\text{cd/m}^2]$				
$L_{\text{DIFF,LS-OFF(CL-nS)}} [\text{cd/m}^2]$				

$$R_{\text{DIFF,HS-OFF(CL-nS)}} = q_{\text{dSTD}} \frac{L_{\text{DIFF,HS-OFF(CL-nS)}}}{L_{\text{DIFF,dSTD(CL-1S)}}$$

gdzie:

$$q_{\text{dSTD}} = \frac{\rho_{\text{dSTD}}}{\pi}$$

$$R_{\text{DIFF,LS-OFF(CL-nS)}} = q_{\text{dSTD}} \frac{L_{\text{DIFF,LS-OFF(CL-nS)}}}{L_{\text{DIFF,dSTD(CL-1S)}}$$

Tabela 17. Wyniki obliczeń. Wartość reflektometryczna ekranu dla oświetlenia rozproszonego.

CL-nS =	CL-1S	CL-2S	CL-3S	CL-4S
$R_{\text{DIFF,HS-OFF(CL-nS)}}$				
$R_{\text{DIFF,LS-OFF(CL-nS)}}$				

$$R_{\text{S-EXT,HS-OFF(CL-nS)}} = \frac{L_{\text{S-EXT,HS-OFF(CL-nS)}} - L_{\text{S-EXT,dSTD(CL-1S)}} \cdot \frac{R_{\text{DIFF,HS-OFF(CL-nS)}}}{q_{\text{dSTD}}}}{L_{\text{S-EXT,Lg}}}$$

$$R_{\text{S-EXT,LS-OFF(CL-nS)}} = \frac{L_{\text{S-EXT,LS-OFF(CL-nS)}} - L_{\text{S-EXT,dSTD(CL-1S)}} \cdot \frac{R_{\text{DIFF,LS-OFF(CL-nS)}}}{q_{\text{dSTD}}}}{L_{\text{S-EXT,Lg}}}$$

$$R_{\text{S-SML,HS-OFF(CL-nS)}} = \frac{L_{\text{S-SML,HS-OFF(CL-nS)}} - L_{\text{S-SML,dSTD(CL-1S)}} \cdot \frac{R_{\text{DIFF,HS-OFF(CL-nS)}}}{q_{\text{dSTD}}}}{L_{\text{S-SML,Lg}}}$$

$$R_{\text{S-SML,LS-OFF(CL-nS)}} = \frac{L_{\text{S-SML,LS-OFF(CL-nS)}} - L_{\text{S-SML,dSTD(CL-1S)}} \cdot \frac{R_{\text{DIFF,LS-OFF(CL-nS)}}}{q_{\text{dSTD}}}}{L_{\text{S-SML,Lg}}}$$

Tabela 18. Wyniki obliczeń. Wartość reflektometryczna ekranu dla oświetlenia kierunkowego.

CL-nS =	CL-1S	CL-2S	CL-3S	CL-4S
$R_{\text{S-EXT,HS-OFF(CL-nS)}}$				
$R_{\text{S-EXT,LS-OFF(CL-nS)}}$				
$R_{\text{S-SML,HS-OFF(CL-nS)}}$				
$R_{\text{S-SML,LS-OFF(CL-nS)}}$				

$$L_{Es,HS(CL-nS)} = L_{dark,HS(CL-nS)} + E_S \cdot R_{DIFF,HS-OFF(CL-nS)}$$

$$L_{Es,LS(CL-nS)} = L_{dark,LS(CL-nS)} + E_S \cdot R_{DIFF,LS-OFF(CL-nS)}$$

gdzie: E_S - odniesieniowa wartość natężenia oświetlenia na powierzchni monitora (przy pionowej pozycji pracy monitora $E_S=250lx$)

Tabela 19. Wyniki obliczeń. Luminancja ekranu przeliczona z uwzględnieniem odniesieniowych wartości natężenia oświetlenia E_S .				
CL-nS =	CL-1S	CL-2S	CL-3S	CL-4S
$L_{Es,HS(CL-nS)}$ [cd/m^2]				
$L_{Es,LS(CL-nS)}$ [cd/m^2]				

$$L_{Es+REFEXT-I,HS(CL-nS)} = L_{Es,HS(CL-nS)} + L_{REFEXT-I} \cdot R_{S-EXT,HS-OFF(CL-nS)}$$

$$L_{Es+REFEXT-I,LS(CL-nS)} = L_{Es,LS(CL-nS)} + L_{REFEXT-I} \cdot R_{S-EXT,LS-OFF(CL-nS)}$$

$$L_{Es+REFSML-I,HS(CL-nS)} = L_{Es,HS(CL-nS)} + L_{REFSML-I} \cdot R_{S-SML,HS-OFF(CL-nS)}$$

$$L_{Es+REFSML-I,LS(CL-nS)} = L_{Es,LS(CL-nS)} + L_{REFSML-I} \cdot R_{S-SML,LS-OFF(CL-nS)}$$

$$L_{Es+REFEXT-III,HS(CL-nS)} = L_{Es,HS(CL-nS)} + L_{REFEXT-III} \cdot R_{S-EXT,HS-OFF(CL-nS)}$$

$$L_{Es+REFEXT-III,LS(CL-nS)} = L_{Es,LS(CL-nS)} + L_{REFEXT-III} \cdot R_{S-EXT,LS-OFF(CL-nS)}$$

$$L_{Es+REFSML-III,HS(CL-nS)} = L_{Es,HS(CL-nS)} + L_{REFSML-III} \cdot R_{S-SML,HS-OFF(CL-nS)}$$

$$L_{Es+REFSML-III,LS(CL-nS)} = L_{Es,LS(CL-nS)} + L_{REFSML-III} \cdot R_{S-SML,LS-OFF(CL-nS)}$$

gdzie: L_{REFEXT} , L_{REFSML} - odniesieniowe wartości luminancji dla oceny klas ochrony przed niepożądanymi odbiciami (patrz Tabela 2)

Tabela 20. Wyniki obliczeń. Luminancja ekranu przeliczona z uwzględnieniem odniesieniowych wartości natężenia oświetlenia E_S oraz do odniesieniowych wartości luminancji źródeł światła dla oceny klasy ochrony przed niepożądanymi odbiciami.				
CL-nS =	CL-1S	CL-2S	CL-3S	CL-4S
$L_{Es+REFEXT-I,HS(CL-nS)}$ [cd/m^2]				
$L_{Es+REFEXT-I,LS(CL-nS)}$ [cd/m^2]				
$L_{Es+REFSML-I,HS(CL-nS)}$ [cd/m^2]				
$L_{Es+REFSML-I,LS(CL-nS)}$ [cd/m^2]				
$L_{Es+REFEXT-III,HS(CL-nS)}$ [cd/m^2]				
$L_{Es+REFEXT-III,LS(CL-nS)}$ [cd/m^2]				
$L_{Es+REFSML-III,HS(CL-nS)}$ [cd/m^2]				
$L_{Es+REFSML-III,LS(CL-nS)}$ [cd/m^2]				



Kryterium oceny:

Wyznaczanie klasy jakości ochrony przez niepożądanymi odbiciami Class(Reflection).

Tabela 21. Wymaganie odnoszące się do zapewnienia właściwego kontrastu przy występowaniu odbić na ekranie.

Class(Reflection)	Opis
I	Zarówno $\frac{L_{Es+REFSML-I,HS(CL-nS)}}{L_{Es+REFSML-I,LS(CL-nS)}} \geq 1 + 10 \cdot L_{Es+REFSML-I,LS(CL-nS)}^{-0.55}$ oraz $\frac{L_{Es+REFEXT-I,HS(CL-nS)}}{L_{Es+REFEXT-I,LS(CL-nS)}} \geq 1 + 10 \cdot L_{Es+REFEXT-I,LS(CL-nS)}^{-0.55}$
II	Albo $\frac{L_{Es+REFSML-I,HS(CL-nS)}}{L_{Es+REFSML-I,LS(CL-nS)}} \geq 1 + 10 \cdot L_{Es+REFSML-I,LS(CL-nS)}^{-0.55}$ albo $\frac{L_{Es+REFEXT-I,HS(CL-nS)}}{L_{Es+REFEXT-I,LS(CL-nS)}} \geq 1 + 10 \cdot L_{Es+REFEXT-I,LS(CL-nS)}^{-0.55}$
III	Albo $\frac{L_{Es+REFSML-III,HS(CL-nS)}}{L_{Es+REFSML-III,LS(CL-nS)}} \geq 1 + 10 \cdot L_{Es+REFSML-III,LS(CL-nS)}^{-0.55}$ albo $\frac{L_{Es+REFEXT-III,HS(CL-nS)}}{L_{Es+REFEXT-III,LS(CL-nS)}} \geq 1 + 10 \cdot L_{Es+REFEXT-III,LS(CL-nS)}^{-0.55}$

Tabela 22. Wymaganie odnoszące się do zapewnienia właściwego kontrastu przy występowaniu niepożądanych odbić na ekranie (wyraźne obrazy nakładające się na wyświetlaną informację). Wymagania dotyczą polaryzacji dodatniej (czarne znaki na jasnym tle).

Class(Reflection)	Opis
I	Zarówno $\frac{L_{Es+REFSML-I,HS(CL-nS)}}{L_{Es,HS(CL-nS)}} \leq 1,25$ oraz $\frac{L_{Es+REFEXT-I,HS(CL-nS)}}{L_{Es,HS(CL-nS)}} \leq 1,25$
II	Albo $\frac{L_{Es+REFSML-I,HS(CL-nS)}}{L_{Es,HS(CL-nS)}} \leq 1,25$ albo $\frac{L_{Es+REFEXT-I,HS(CL-nS)}}{L_{Es,HS(CL-nS)}} \leq 1,25$
III	Albo $\frac{L_{Es+REFSML-III,HS(CL-nS)}}{L_{Es,HS(CL-nS)}} \leq 1,25$ albo $\frac{L_{Es+REFEXT-III,HS(CL-nS)}}{L_{Es,HS(CL-nS)}} \leq 1,25$

Zadania do wykonania:

Na podstawie podanych wyżej kryteriów sprawdzić do jakiej klasy można przypisać badany monitor.



Literatura.

- [1] PN-EN ISO 13406-1: Wymagania ergonomiczne dotyczące pracy biurowej z zastosowaniem monitorów ekranowych z płaskim ekranem. Część 1: Wprowadzenie.
- [2] PN-EN ISO 13406-2: Wymagania ergonomiczne dotyczące pracy biurowej z zastosowaniem monitorów ekranowych z płaskim ekranem. Część 2: Wymagania ergonomiczne dotyczące monitorów z płaskim ekranem.
- [3] PN-EN ISO 9241-300:2009: Ergonomia interakcji człowieka i systemu -- Część 300: Wprowadzenie do wymagań dotyczących monitorów ekranowych elektronicznych.
- [4] PN-EN ISO 9241-302:2009: Ergonomia interakcji człowieka i systemu -- Część 302: Terminologia dotycząca monitorów ekranowych elektronicznych.
- [5] PN-EN ISO 9241-303:2009: Ergonomia interakcji człowieka i systemu -- Część 303: Wymagania dotyczące monitorów ekranowych elektronicznych.
- [6] PN-EN ISO 9241-304:2009: Ergonomia interakcji człowieka i systemu -- Część 304: Metody badań z zastosowaniem wykonania zadań przez użytkownika.
- [7] PN-EN ISO 9241-305:2009: Ergonomia interakcji człowieka i systemu -- Część 305: Metody laboratoryjnych badań optycznych monitorów ekranowych elektronicznych.
- [8] PN-EN ISO 9241-307:2009: Ergonomia interakcji człowieka i systemu -- Część 307: Analiza i metody badania spełnienia wymagań dotyczących monitorów ekranowych elektronicznych.