

Politechnika Warszawska

Wydział Transportu

Zakład Systemów Informatycznych i Trakcyjnych w Transporcie

Diagnostyka oświetlenia pojazdu

**Diagnostyka bryły światłości projektorów i
reflektorów samochodowych**

Materiały do ćwiczeń laboratoryjnych znajdują się na stronie internetowej:
<http://www.it.pw.edu.pl/~ptomczuk/Dydaktyka/labts/>

Warszawa 2009

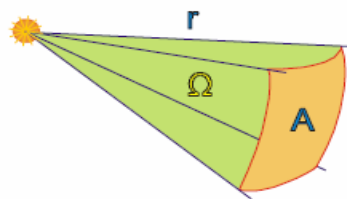
Do użytku wewnętrznego

1. Wstęp i cel ćwiczenia

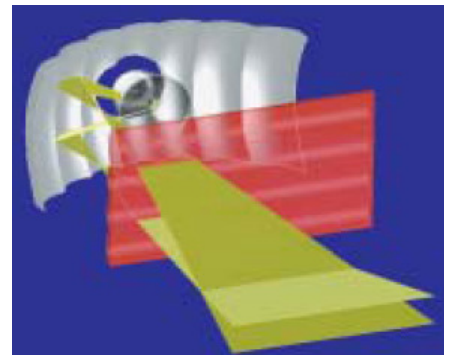
Lampy przednie i sygnałowe wyposażone są w układ optyczno-światelny, który ma za zadanie wytworzyć i skierować strumień świetlny w sposób spełniający wymagania przepisów prawnych. Ukierunkowany strumień nazwany jest bryłą fotometryczną. Zapewnia ona obszar minimalnego kąta bryłowego, wewnątrz którego z każdego jego kierunku widoczna jest powierzchnia świecąca światła.

Najczęściej lampy kierunkowskazów i świateł awaryjnych składają się ze źródła światła i szyby rozpraszającej spełniającej w większości przypadków rolę filtru barwnego.

W przypadku małej powierzchni szyby, aby lampa spełniała swoją funkcję zgodnie z przepisami dodatkowo należy lampę wyposażyć w odbłyśnik. Najczęściej stosowany jest odbłyśnik zwierciadlany.



Kąt bryłowy



Budowa lampy sygnałowej



Tylnia lampa zespolona

Sposób badania kątów widzialności geometrycznej

Obszar obserwacji jest ograniczony przez dwie płaszczyzny poziome na wysokości 1000 cm i 2200 cm, oraz przez dwie płaszczyzny pionowe tworzące kąt 15° na zewnątrz w stosunku do bocznych obrysów pojazdu.

Dla różnych rodzajów świateł istnieją odpowiednie kąty widzialności, w celu ustalenia właściwej widzialności, przedstawione w tabeli poniżej.

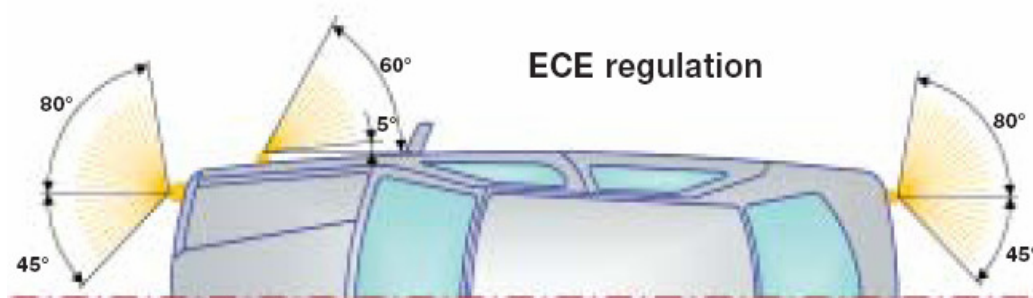
Wyróżnia się 4 kąty:

α_1 – od osi odniesienia do góry

β_1 – od osi odniesienia na zewnątrz

α_2 – od osi odniesienia do dołu

β_2 – od osi odniesienia do wewnątrz



Kąty widzialności geometrycznej w płaszczyźnie poziomej β_1 i β_2

Wartość Kątów widzialności geometrycznej

Rodzaj światła	Kąty widzialności geometrycznej			
	α_1	α_2	β_1	β_2
<i>kierunku jazdy i awaryjne przednie</i>	15	15	80	45
<i>kierunku jazdy i awaryjne tylne</i>	15	15	80	45
<i>kierunku jazdy i awaryjne boczne</i>	15	15	60	-

Celem ćwiczenia jest wykonanie pomiarów światłości lamp sygnałowych oraz głównych wykorzystywanych w pojazdach samochodowych.

Zestaw obiektów podlegających badaniu jest ustalany na bieżąco przez prowadzącego ćwiczenie. Pomiary będą wykonywane na goniometrycznym stanowisku do automatycznych pomiarów lamp samochodowych i badania rozsyłu światła innych lamp oraz reflektorów i projektorów.

2. Wiadomości podstawowe

ŚWIATŁOŚĆ - I - [cd] – jest wielkością określoną dla kierunku przestrzeni. Jest to iloraz strumienia świetlnego $d\phi$ wysłanego przez punktowe źródło światła lub element powierzchni nie punktowego źródła światła w nieskończenie małym kącie przestrzennym obejmującym dany kierunek, do kąta bryłowego $d\omega$ tego stożka.

$$I = \lim_{r \rightarrow \infty} \left(\frac{d\phi}{d\omega} \right) = \lim_{r \rightarrow \infty} (Er^2)$$

Pomiar światłości

Jak wynika z definicji światłości, pomiar tej wielkości w przypadku źródeł światła o wymiarach skończonych (nie punktowych) powinien być przeprowadzany z bardzo wielkiej odległości? W przeciwnym przypadku otrzymuje się z pomiaru wartości mniejsze niż rzeczywiste i to tym mniejsze, im mniejsza jest odległość badanego źródła światła od urządzenia pomiarowego (fotometru). W praktyce ograniczamy się do odległości fotometrowania r równej 5-ciokrotnemu największemu wymiarowi badanego źródła światła. Pomiaru światłości dokonuje się przez porównanie ze wzorcem światłości opierając się na prawie odwrotności kwadratów odległości:

$$E = \frac{I}{r^2}$$

Stąd, otrzymujemy wyrażenie:

$$I = Er^2$$

Gdzie:

I – światłość,

E – natężenie oświetlenia,

r – odległość fotometrowania,

Pomiaru światłości dokonujemy w celu otrzymania:

- światłości w danym interesującym nas kierunku,
- bryły fotometrycznej danego źródła światła bądź oprawy oświetleniowej.

Określenie bryły fotometrycznej, źródeł światła bądź opraw oświetleniowych

Bryła fotometryczna oprawy czy źródła jest wyznaczana na potrzeby ogólnej charakterystyki fotometrycznej, na potrzeby oceny charakteru rozsyłu światłości, obliczenia sprawności i poziomów oświetlenia wybranych rejonów przestrzeni. Jest określona na podstawie wielu pomiarów światłości w różnych kierunkach (najczęściej wykonuje się pomiary kilku krzywych światłości). Dokładność określenia kierunku i wartości światłości nie jest tu problemem nadrzędnym. Te spostrzeżenia dotyczą brył fotometrycznych opraw przeznaczenia ogólnego.

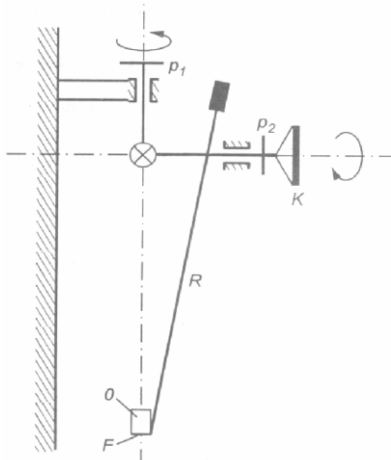
Zadanie pomiaru światłości w wielu różnych kierunkach przestrzeni można zrealizować dwojako:

- przemieszczając odbiornik fotoelektryczny ze stałym zamocowaniem źródła lub oprawy badanej,
- pozostawiając nieruchomy odbiornik fotoelektryczny, lecz dokonując obrotów oprawą oświetleniową w specjalnym urządzeniu.

Urządzeniem służącym do pomiaru bryły fotometrycznej oprawy, wykorzystującym ruchomy odbiornik, jest **fotometr ramienny**. Jego podstawową zaletą, w stosunku do drugiego sposobu pomiaru, jest większa precyzja określenia kierunku. Wadą jest potrzeba dysponowania bardzo dużym pomieszczeniem laboratoryjnym, gdyż uwzględniając wymóg odpowiedniej odległości ogniwa od źródła światła w różnych kierunkach przestrzeni, trzeba zapewnić dostatecznie dużo przestrzeni na przemieszczenie ogniwa.

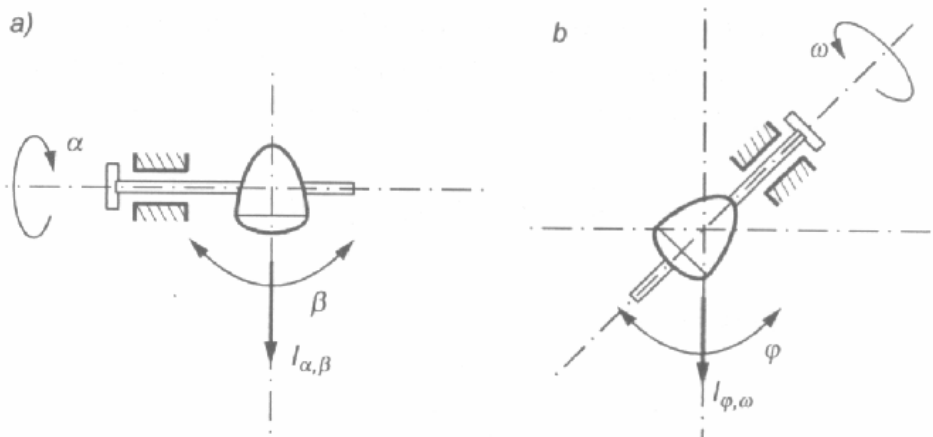
Wady tej jest pozbawiona metoda, w której korzysta się z **goniometru**, gdyż dzięki możliwościom odpowiednich obrotów w dwóch wzajemnie prostopadłych płaszczyznach - można badane źródło ustawić dowolnie w stosunku do odbiornika fotoelektrycznego. Ta zaleta nabiera szczególnej wagi w odniesieniu do projektorów, dla których po uwzględnieniu konieczności pomiarów z odległości większej niż graniczna odległość fotometrowania - pomiary oparte na fotometrii byłyby niemożliwe.

W praktyce pomiary z użyciem **fotometru** są wykonywane w jednej płaszczyźnie zmiany kierunków. Pomiary w innych płaszczyznach są możliwe po obrocie źródła światła o żądany kąt.



Fotometr ramienny do wyznaczania krzywych światłości

Pomiary z użyciem goniometru są realizowane w jednym z dwóch przedstawionych na rysunku układów zmiany kątów.



3. Stanowisko pomiarowe

W celu wykonania pomiarów fotometrycznych samochodowych projektorów oświetleniowych korzysta się ze zmodyfikowanej zasady opartej na fotometrze. Odbiornik fotometryczny pozostaje nieruchomy i zostaje ustawiony w dostatecznie dużej odległości. Projektor natomiast obraca się w osiach goniometru. Wybrany kierunek przestrzeni odpowiada (w tych warunkach) określonemu punktowi na ekranie fotometrycznym.

Jeżeli pomiary bryły fotometrycznej są dokonywane z użyciem układu luksomierza jako odbiornika, to określenie światłości w dowolnym kierunku odbywa się zgodnie z prawem odwrotności kwadratu odległości. Ponieważ pomiary odbywają się przy stałej odległości odbiornika od źródła, bryła fotometryczna światłości jest geometrycznie podobna do bryły natężeń oświetlenia.

Goniometr typu $\alpha \beta$ (H V)

Cechy Goniometru typu $\alpha \beta$ (H V):

- trzy ruchy justujące, dwa z napędem ręcznym jeden pionowy napęd elektryczny,
- zainstalowany laser wspomagający prawidłowe ustawienie włókna badanej żarówki lub płaszczyzny wyjścia w przecięciu dwóch osi V H,
- możliwe dwie szybkości ruchów w dwóch osiach V H sterowane programem z komputera PC, pulpitu i pilota,
- zainstalowane niezależne 16 bitowe dekodery położeń kątowych,
- dokładność nastaw kąta w osiach V i H 0,1 stopnia,
- dokładność odczytu pozycji z dekodera położenia 0,005 stopnia,
- ruch obrotowy poziomy V 300 stopni,
- ruch obrotowy pionowy H 180 stopni,
- obciążenie stolika roboczego 20kg,
- cztero kółkowy system jezdny z układem stabilnego pozycjonowania położenia goniometru,
- układ mikroprocesorowy sterujący nastawami i współpracą z programem,
- pamięć położenia po wyłączeniu zasilania,
- wprowadzenie własnego położenia zerowego,
- napęd silnikami krokowymi.



Zdjęcie Goniometru typu $\alpha \beta$ (H V)

W skład stanowiska wchodzi fotometr wraz z statywem, umieszczony w założonej odległości fotometrowania. Umożliwia on zdalny, automatyczny odczyt światłości kierunkowej lub natężenia oświetlenia.

Do pomiaru światłości wykorzystany zostanie fotometr firmy Spectrocolor.



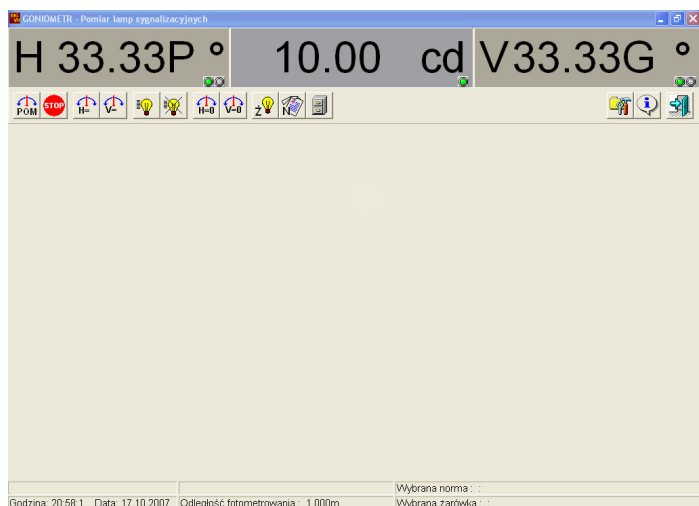
Zdjęcie fotometru

Cechy fotometru:

- mikroprocesorowy system pomiarowy pracujący w układzie z gromadzeniem ładunków,
- trzy zakresy pomiarowe zmieniane automatycznie lub ręcznie, $99,00 \div 9999 \times 10$ [lx],
- elektroniczna korekcja wskazań,
- czujnik Hamamatsu z korekcją $V\lambda$ i płytką mleczną,
- komunikacja z komputerem poprzez złącze RS - 485,
- wyświetlacz ciekłokrystaliczny z podświetlaniem.

Pomiar bryły światłości odbywa się automatycznie. Całością pracy systemu steruje komputer typu laptop poprzez port USB. Elementem nadzorującym pracę automatycznego systemu pomiarowego jest program sterujący. Jest on wykonany zgodnie z założeniami pomiarowymi oraz posiada zaimplementowane normy oświetleniowe. Umożliwia sterowanie pracą goniometru oraz zdalny odczyt parametru oświetlenia. Możliwe jest gromadzenie i katalogowanie danych pomiarowych. Oprogramowanie umożliwia ponadto eksport wyników pomiaru do pliku w formacie *.xls lub *.txt.

Instrukcja obsługi goniometrycznego stanowiska pomiarowego dostępna jest w formacie *.pdf oraz w wersji papierowej znajduje się na stanowisku pomiarowym. Rysunek zamieszczony poniżej prezentuje przykładowy widok okna głównego programu pomiarowego:

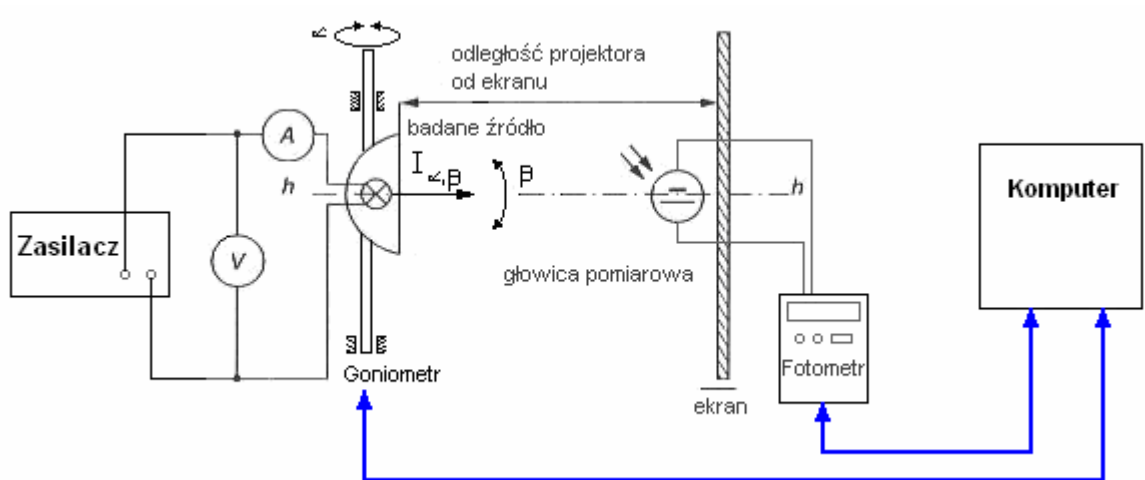


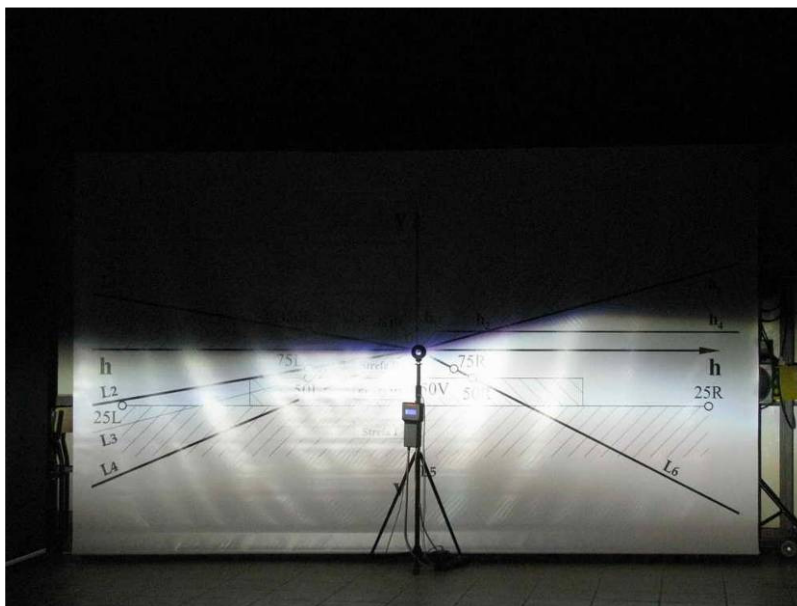
Do zasilania źródła światła lampy zainstalowanej na goniometrze należy wykorzystać zasilacz stabilizowany:



4. Przeprowadzenie pomiaru

Układ pomiarowy:





Ustawienie fotometru dla potrzeb pomiaru światła mijania

Pomiar światłości kierunkowej.

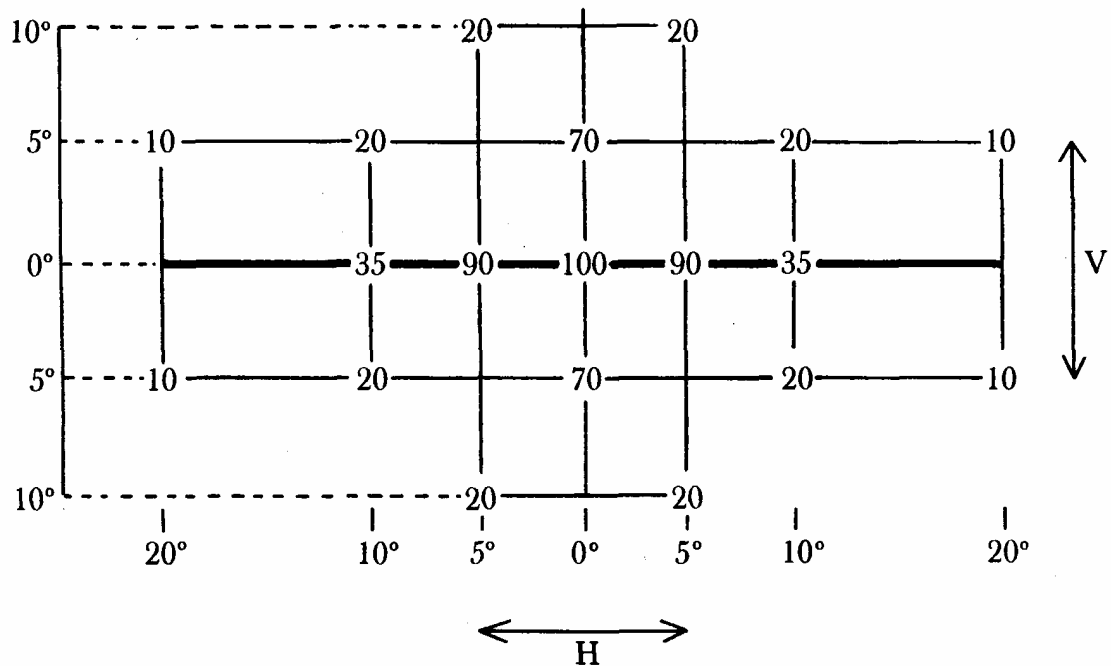
- Zamocować wybraną lampę na stanowisku pomiarowym - goniometr
- Połączyć przewody zasilania pomiędzy badanym źródłem światła lampy a zasilaczem,
- Ustawić wymagane napięcie zasilania dla wybranego źródła światła,
- Włączyć stanowisko goniometryczne oraz fotometr w celu osiągnięcia stabilizacji termicznej fotoogniwa,
- Włączyć komputer i uruchomić program GONIO SIATKA w celu wykonania pomiaru i eksportu danych pomiarowych,
- Ustawić środek geometryczny badanej lampy na przecięciu obu osi obrotu goniometru wykorzystując do tego celu kalibrator laserowy,
- Zbliżyć trójnóg z zamocowaną głowicą fotometryczną do goniometru,
- Wypoziomować głowicę fotometryczną i ustawić ją na wysokości osi optycznej badanej lampy (z przecięciem osi obrotu goniometru),
- Oddalić goniometr z badaną lampą na odległość pomiarową, spełniającą warunek granicznej odległości fotometrowania, zanotować odległość w protokole (docelowa odległość fotometrowania jest zakodowana w programie sterującym),
- Znaleźć oś optyczną badanej lampy (przy pomocy pulpitu sterującego goniometru obracamy badaną lampą w płaszczyznach V i H, znajdując maksimum światłości kierunkowej),
- Wyzerować wskazania osi V i H za pomocą odpowiednich ikon w programie sterującym,
- Wykonać serię pomiarów zgodnie z wytycznymi prowadzącego.
- Wyeksportować wyniki do pliku *.txt lub *.xls zanotować nazwy pliku i opis przeprowadzonego pomiaru w protokole,
- przejść do następnego punktu pomiarowego.

Przykłady możliwych do wykonania pomiarów w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych.

1. Ręczny pomiar wybranych punktów światłości kierunkowej

Zadanie : Zanotować wyniki pomiarów dla poniższej siatki punktów pomiarowych:

Pomiar może być dowolnie modyfikowany. Wybór punktów pomiarowych wynika z wybranej do badań lampy. Dla przykładu zaprezentowano pomiar w poniższej siatce punktów:



Kierunki te są określone za pomocą kątów dwuściennych, liczonych od płaszczyzny pionowej i poziomej przechodzącej przez oś odniesienia lampy. Kąty te zawierają się w granicach płaszczyzny poziomej od -20° do 20° i płaszczyzny pionowej od -10° do 10° .

Kierunek $h=0^\circ$ i $V=0^\circ$ odpowiada osi odniesienia (na pojeździe jest on poziomy, równoległy do środkowej płaszczyzny wzdłużnej pojazdu i zorientowany w wymaganym kierunku widzialności). Przechodzi on przez środek odniesienia. Wartości przedstawione w tabeli dla różnych kierunków pomiaru przedstawiają minimalne natężenia jako procent minimum wymaganego na osi dla każdej lampy (w kierunku $h=0^\circ$ i $V=0^\circ$)

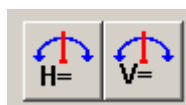
Siatka pomiarowa obejmuje 35 punktów o następujących współrzędnych układu osi H-V:

$(-20^\circ, +10^\circ)$, $(-10^\circ, +10^\circ)$, $(-5^\circ, +10^\circ)$, $(0^\circ, +10^\circ)$, $(+5^\circ, +10^\circ)$, $(+10^\circ, +10^\circ)$, $(+20^\circ, +10^\circ)$
 $(-20^\circ, +5^\circ)$, $(-10^\circ, +5^\circ)$, $(-5^\circ, +5^\circ)$, $(0^\circ, +5^\circ)$, $(+5^\circ, +5^\circ)$, $(+10^\circ, +5^\circ)$, $(+20^\circ, +5^\circ)$,
 $(-20^\circ, 0^\circ)$, $(-10^\circ, 0^\circ)$, $(-5^\circ, 0^\circ)$, $(0^\circ, 0^\circ)$, $(+5^\circ, 0^\circ)$, $(+10^\circ, 0^\circ)$, $(+20^\circ, 0^\circ)$,
 $(-20^\circ, -5^\circ)$, $(-10^\circ, -5^\circ)$, $(-5^\circ, -5^\circ)$, $(0^\circ, -5^\circ)$, $(+5^\circ, -5^\circ)$, $(+10^\circ, -5^\circ)$, $(+20^\circ, -5^\circ)$,
 $(-20^\circ, -10^\circ)$, $(-10^\circ, -10^\circ)$, $(-5^\circ, -10^\circ)$, $(0^\circ, -10^\circ)$, $(+5^\circ, -10^\circ)$, $(+10^\circ, -10^\circ)$, $(+20^\circ, -10^\circ)$.

Wybór większej liczby punktów daje szerszy obraz badanego źródła światła.

Pomiar należy wykonać za pomocą ręcznie zadawanych wartości współrzędnych pomiarowych. Wartości kąta podajemy ręcznie w odpowiednim oknie programu sterującego.

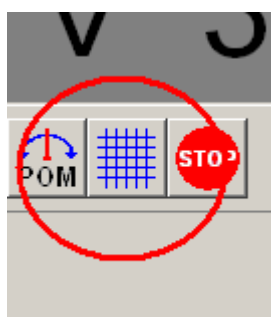
Ikony definiowania wartości kąta:



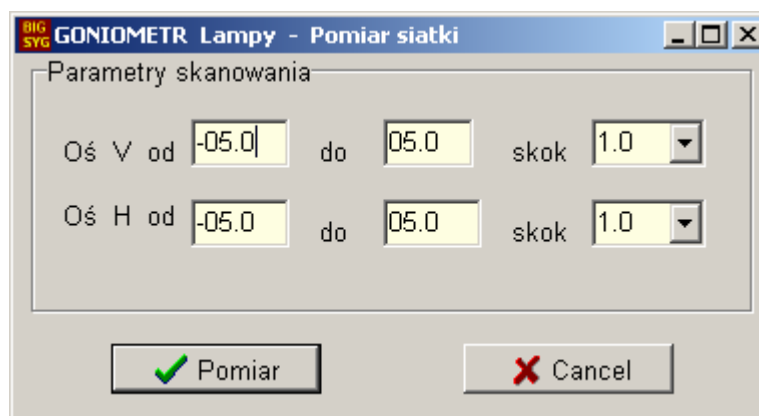
2. Automatyczny pomiar siatki punktów światłości kierunkowej

Zadanie 2: Wykonać zadaną przez prowadzącego siatkę punktów światłości kierunkowej.

Wybieramy ikonę



Za pomocą odpowiedniego okna pomiarowego należy zdefiniować wartości graniczne kątów pomiarowych dla każdej osi oraz zadać skok siatki pomiarowej.

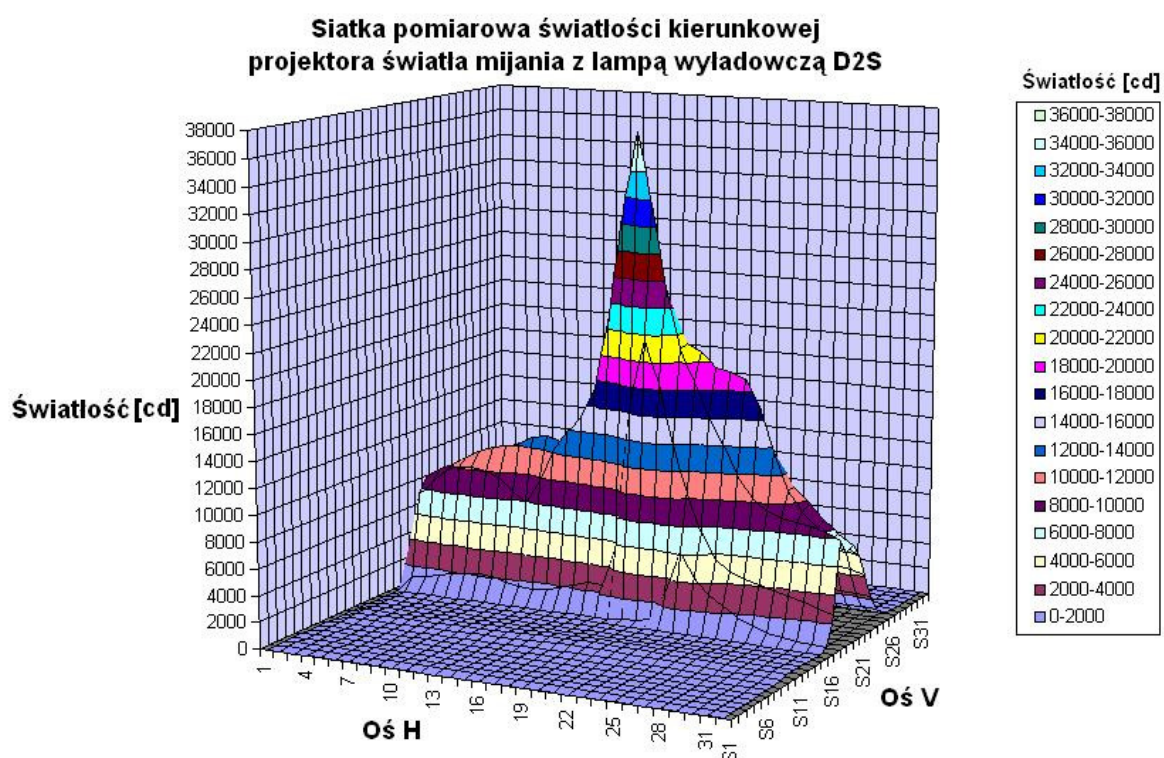


Wartości zapisane zostaną do pliku *.txt.

Przykładowe tabelaryczne wyniki pomiarów.

Lp,	Kąt H[°]	Kąt V[°]	N,min[cd]	N,max[cd]	Pomiar[cd]
001	000,00	000,00	00000,10	04375,00	04308,69
002	-003,43	000,57	00000,10	02187,50	00480,53
003	001,14	-000,57	87500,00	100000,00	34439,17
004	-003,43	-000,85	00000,10	87500,00	12490,11
005	-003,43	-001,71	00000,10	131250,00	13961,10
006	000,00	-000,85	52500,00	100000,00	26076,77
007	001,71	-000,85	87500,00	100000,00	39199,85
008	-008,97	-001,71	17500,00	100000,00	11143,92
009	008,97	-001,71	17500,00	100000,00	18418,67
010	-015,00	-001,71	08750,00	100000,00	08915,14
011	015,00	-001,71	08750,00	100000,00	07863,15
012	-020,00	-002,86	04375,00	100000,00	03533,96
013	020,00	-002,86	04375,00	100000,00	05082,52
014	-007,96	004,00	00437,50	100000,00	00432,38
015	000,00	004,00	00437,50	100000,00	00525,99
016	007,96	004,00	00437,50	100000,00	00465,37
017	-004,00	002,00	00875,00	100000,00	00378,89
018	000,00	002,00	00875,00	100000,00	00410,10
019	004,00	002,00	00875,00	100000,00	00416,34

Przykładowa graficzna prezentacja wyników pomiaru



5. Opracowanie sprawozdania

Sprawozdanie z przeprowadzonego ćwiczenia powinno zawierać:

- cel ćwiczenia,
- opis badanego obiektu,
- wyniki pomiarów w formie tabelarycznej i graficznej,
- obliczenia (wartości średniej i maksymalnej, rozkładu światłości, analizy przestrzennej – obliczenia wykonywane będą według wskazówek prowadzącego ćwiczenie w zależności od obiektu badań),
- ocenę otrzymanych wyników pomiarów,
- wnioski i spostrzeżenia.

POLITECHNIKA WARSZAWSKA		WYDZIAŁ TRANSPORTU		ZAKŁAD ZSiTWt	
LABORATORIUM WYBRANYCH PROBLEMÓW TECHNIKI ŚWIETLNEJ W TRANSPORCIE					
Temat ćwiczenia: Pomiary bryły światłości projektorów i reflektorów oświetleniowych					
Imię i Nazwisko:			Liczba punktów		Ćwiczenie nr: ...
			w	s	
1.					Grupa: _____ Zespół: _____
2.					
3.					Data: __ - __ - ____ r. godz. __ - __
4.					
5.					Podpis prowadzącego: _____
6.					

Tabela pomiarowa światłości światła

Żarówka

Napięcie zasilania V, Prąd A

Lp.	Współrzędne H-V[°]	Światło			
		E [lx]	I = Er ² [cd]	Wymogi PN [cd]	
				min	max
1	-20 , -10				
2	-10 , +10				
3	-5 , +10				
4	0 , +10				
5	+5 , +10				
6	+10 , +10				
7	+20 , +10				
8	-20 , +5				
9	-10 , +5				
10	-5 , +5				
11	0 , +5				
12	+5 , +5				
13	+10 , +5				
14	+20 , +5				
15	-20 , 0				
16	-10 , 0				
17	-5 , 0				
18	0 , 0				
19	+5 , 0				

20	+10 , 0				
21	+20 , 0				
22	-20 , -5				
23	-10 , -5				
24	-5 , -5				
25	0 , -5				
26	+5 , -5				
27	+10 , -5				
28	+20 , -5				
29	-20 , -10				
30	-10 , -10				
31	-5 , -10				
32	0 , -10				
33	+5 , -10				
34	+10 , -10				
35	+20 , -10				

Tabela pomiarowa światłości światła Żarówka Napięcie zasilania V, Prąd A					
Lp.	Współrzędne H-V[°]	Światło			
		E [lx]	I = Er ² [cd]	Wymogi PN [cd]	
				min	max
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					