

## PRACA DYPLOMOWA MAGISTERSKA

Zrealizował: Sławomir Włodarczyk  
Promotor: Dr inż. Piotr Tomczuk

### TEMAT PRACY:

### Pomiary i badania wybranych samochodowych źródeł światła

#### Wstęp

Niniejsza praca dyplomowa magisterska prezentuje analizę wielkości fotometrycznych i elektrycznych wybranych żarówek halogenowych typu H7, stosowanych w pojazdach samochodowych. Spośród mierzonych parametrów fotometrycznych należy wymienić: strumień świetlny, luminancję skrętki żarnika, barwę i temperaturę barwową, a także luminancję ekranu pomiarowego. Na podstawie pomiarów dokonano szczegółowej oceny wybranych źródeł światła.

Na szczególną uwagę zasługuje nowatorska metoda badań źródeł światła, opierająca się na pomiarze luminancji ekranu fotometrycznego za pomocą specjalistycznej kamery. Zaproponowana koncepcja pomiaru pozwala na bardzo szybką ocenę jakości źródeł światła, montowanych w pojazdach.

Ponadto przedstawiono najczęściej spotykane konstrukcje żarówek halogenowych oraz wymagania normatywne, jakim te źródła światła podlegają. Opracowano również ćwiczenie laboratoryjne, które przygotowano zostało na potrzeby laboratorium elektrycznego wyposażenia pojazdów samochodowych na Wydziale Transportu, przybliżające nowatorską metodę badań żarówek.

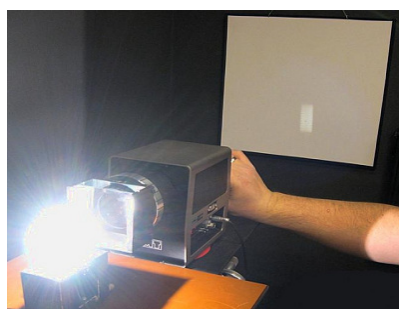
#### Koncepcja pomiaru

##### 1. Pomiar luminancji skrętki żarnika

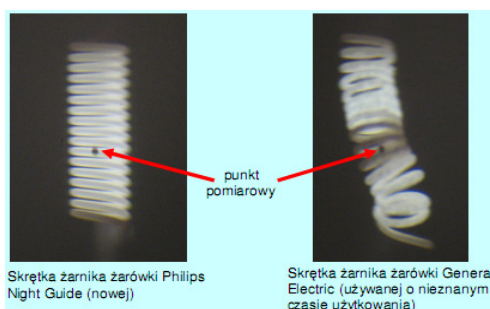
Pomiar luminancji skrętki żarnika wykonuje się za pomocą miernika luminancji. Żarówka zamocowana jest na specjalnym statywie (rys. 1.1).

Obraz skrętki żarnika widoczny jest na białej tablicy (rys. 1.2). Dla każdego zwoju skrętki żarnika odczytano wartość luminancji.

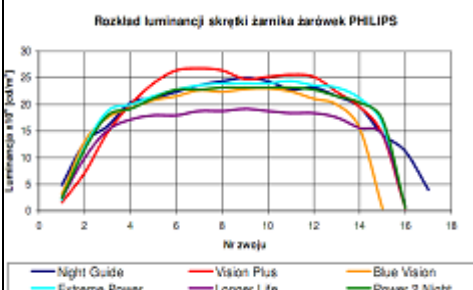
Na podstawie pomiarów stworzone zostały wykresy przedstawiające rozkład luminancji. Poprawny rozkład wartości występuje w przypadku żarówek nowych (rys. 1.3). Z kolei niewłaściwy - dla żarówek eksploatowanych (rys. 1.4). Tylko poprawny przebieg zapewnia właściwe działanie układu optyczno-świetlnego w pojeździe.



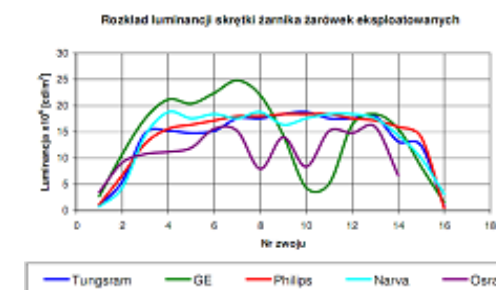
Rys. 1.1. Stanowisko do badania luminancji skrętki żarnika



Rys. 1.2. Obraz skrętki żarnika żarówki nowej oraz eksploatowanej



Rys. 1.3. Rozkład luminancji skrętki żarnika dla żarówek nowych



Rys. 1.4. Rozkład luminancji skrętki żarnika dla żarówek eksploatowanych

##### 2. Pomiar barwy i temperatury barwowej

Pomiar barwy i temperatury barwowej odbywa się przy użyciu podłączonego do komputera kolorymetru wraz z głowicą pomiarową (rys. 2.1). Badana żarówka zamocowana jest w statywie (rys. 2.2).

Wynik pomiaru barwy podawany jest w postaci dwóch współrzędnych x i y. Wartość temperatury barwowej odczytano z wyświetlacza cyfrowego kolorymetru.

Wszystkie wyniki pomiaru zobrazowano w postaci punktów na tle wykresu chromatyczności (rys. 2.3).

Wymagane jest, aby punkty leżały na krzywej ciała czarnego. Źródła światła o barwie jasnej będą miały wyższą temperaturę barwową.

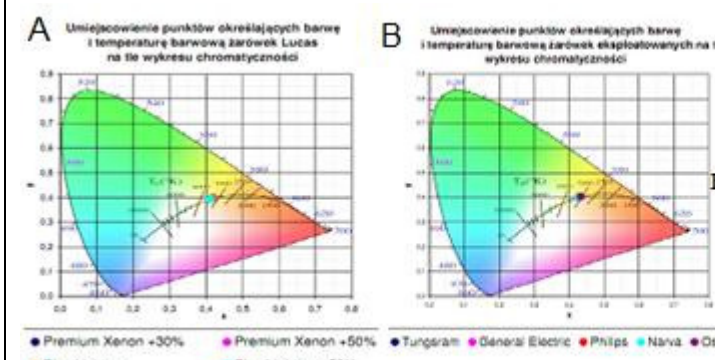
Eksploatowane źródła światła mają temperaturę barwową niższą niż w przypadku nowych źródeł światła.



Rys. 2.1. Kolorymetr z głowicą pomiarową



Rys. 2.2. Stanowisko do badań żarówek



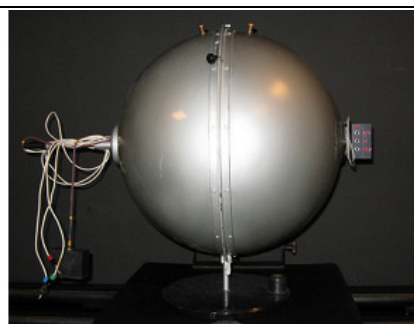
Rys. 2.3. Wyniki pomiarów w postaci punktów na tle wykresu chromatyczności dla żarówek A-nowych, B-eksploatowanych

##### 3. Pomiar strumienia świetlnego

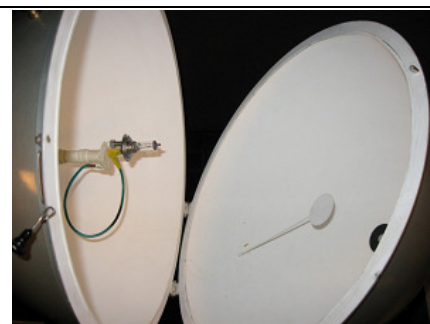
Pomiar strumienia świetlnego wykonywany jest za pomocą lumenomierza, zwanego kulą Ulbrichta (rys. 3.1).

Badane źródło światła umieszczane jest wewnątrz przyrządu (rys. 3.2). Pomiar odbywa się na zasadzie porównawczej względem źródła światła o znanej wartości strumienia świetlnego.

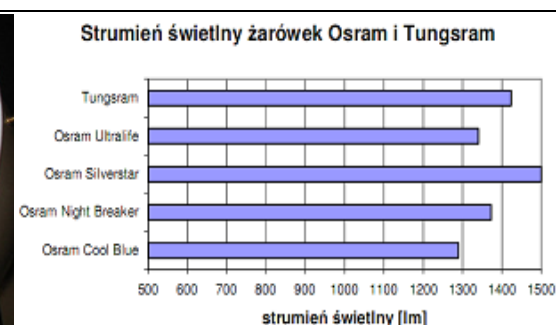
Wyniki przedstawiono w postaci wykresów słupkowych (rys. 3.3).



Rys. 3.1. Kula Ulbrichta



Rys. 3.2. Źródło światła zamocowane wewnątrz lumenomierza



Rys. 3.3. Wykres strumienia świetlnego



4. Pomiar luminancji ekranu pomiarowego

Pomiar luminancji ekranu pomiarowego wykonywany jest za pomocą specjalistycznej kamery LMK (rys. 4.1), która rejestruje obrazy w środowisku rzeczywistym. Stanowisko do badań (rys. 4.2) składa się z: układu optyczno-światelnego, umieszczonego na stole fotometrycznym; kamery LMK na statywie oraz ekranu fotometrycznego, na którym powstaje plama świetlna.

Kamera wykonuje trzy zdjęcia, z których powstaje jeden obraz luminancji ekranu pomiarowego. Następnie na obraz luminancji nakładana jest siatka ekranu pomiarowego do badania asymetrycznych światła mijania (rys. 4.3). Siatka ta składa się z 20 punktów i obszarów pomiarowych i musi być tak wypozycjonowana, aby odpowiednie odcinki pokryły się z granicą światło-cień. Program komputerowy podaje pomiary luminancji w postaci tabelarycznej.

Na podstawie pomiarów wykonano wykresy radarowe z naniesionymi 20-oma punktami i obszarami siatki pomiarowej. Dla wszystkich układów optyczno-światlnych i badanych żarówek wyznaczono wartość średnią luminancji w poszczególnych punktach i obszarach. Taki sposób wyznaczenia średniej był możliwy ze względu na to, że badane układy optyczno-światelne podlegają tym samym wymaganiom normatywnym. Względem tej średniej dokonano szczegółowej analizy źródeł światła.

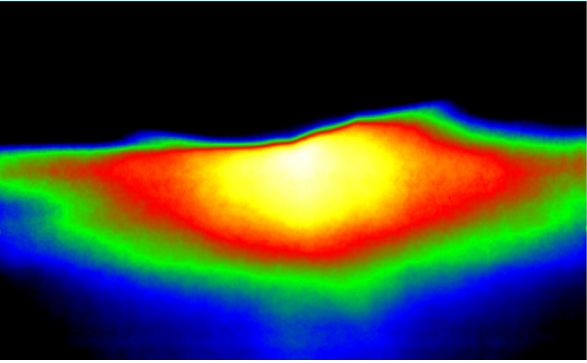
Na podstawie przedstawionej metody wykonano ćwiczenie laboratoryjne dla studentów Wydziału Transportu.



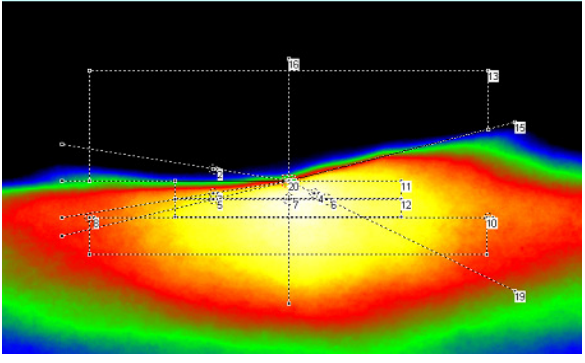
Rys. 4.1. Kamera LMK



Rys. 4.2. Stanowisko do pomiaru luminancji

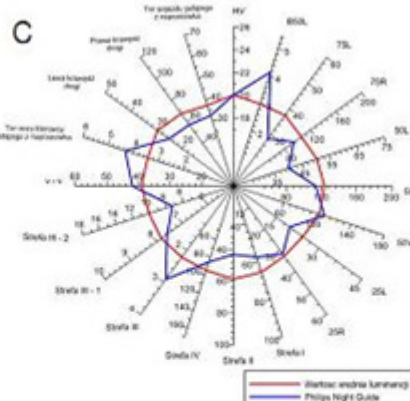
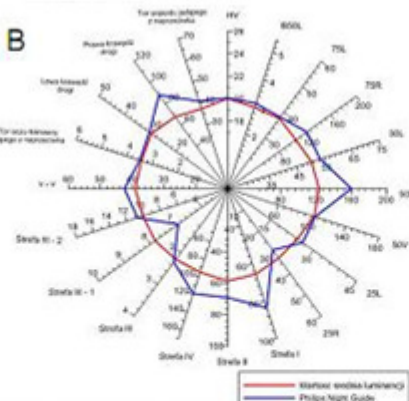
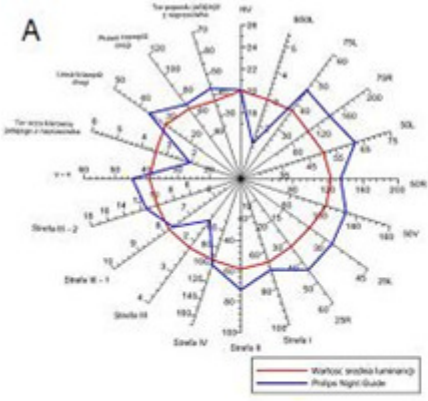


Rys. 4.3. Obraz luminancji ekranu pomiarowego

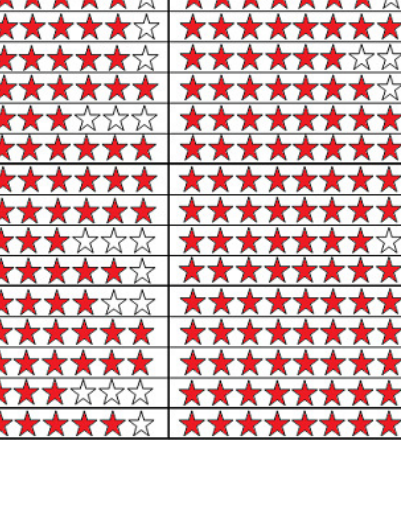
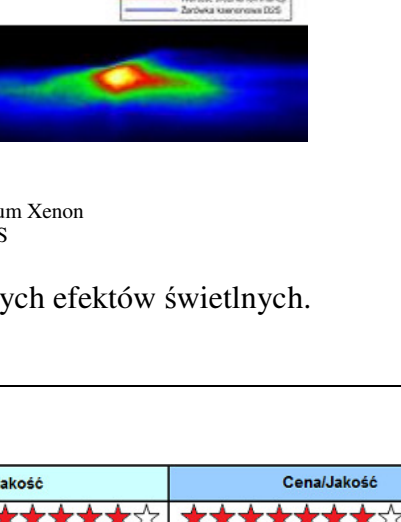
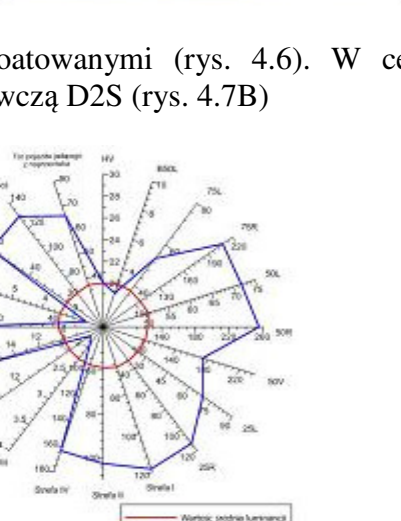
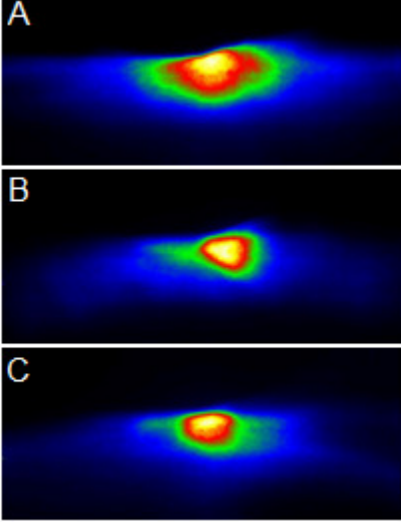


Rys. 4.4. Obraz luminancji a nałożoną siatką do pomiaru

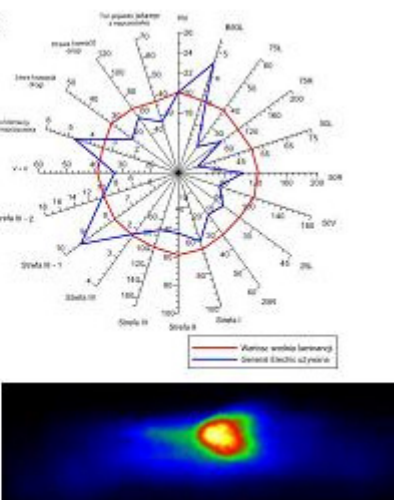
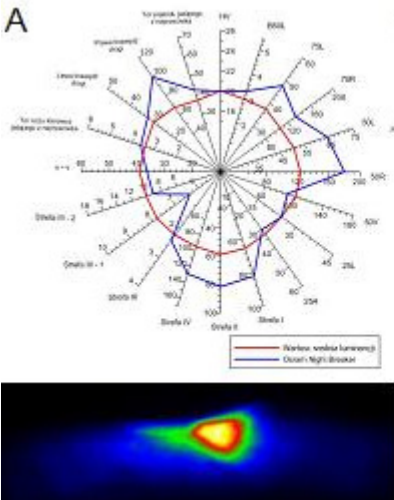
W wyniku analizy wykresów radarowych okazało się, że ta sama żarówka halogenowa może wywoływać inne wrażenia świetlne w różnych układach optyczno-światlnych (rys. 4.5).



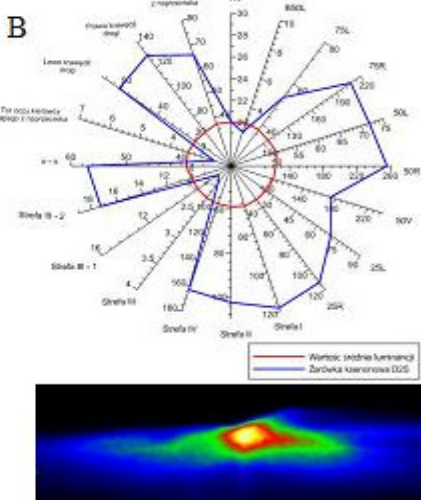
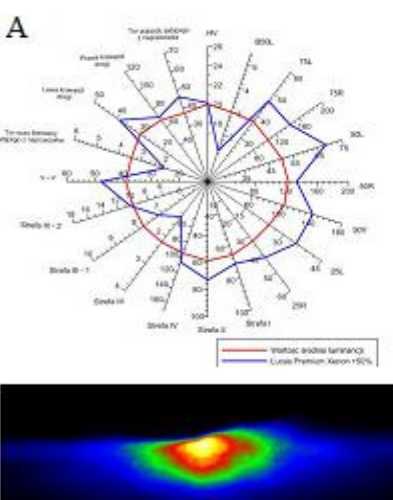
Rys. 4.5. Luminancja ekranu pomiarowego dla żarówki Philips Night Guide oraz:  
A - projektora elipsoidalnego soczewkowego  
B - reflektora wieloparaboloidalnego  
C - reflektora paraboloidalnego klasycznego



Zaobserwowano także znaczne różnice w osiąganych poziomach luminancji między żarówkami nowymi i eksploatowanymi (rys. 4.6). W celach porównawczych wykonano jednokrotny pomiar luminancji ekranu pomiarowego dla projektora elipsoidalnego z lampą wyładowczą D2S (rys. 4.7B)



Rys. 4.6. Luminancja ekranu pomiarowego dla reflektora wieloparaboloidalnego soczewkowego oraz:  
A - nowej żarówki Osram Night Breaker  
B - eksploataowanej General Electric



Rys. 4.7. Luminancja ekranu pomiarowego dla:  
A - projektora soczewkowego i żarówki Lusac Premium Xenon  
B - projektora elipsoidalnego i lampy władowczej D2S

Na podstawie przeprowadzonej analizy zdementowano także zapewnienia niektórych producentów żarówek, co do osiąganych efektów świetlnych. W przypadku 4 przebadanych żarówek, żadna z nich nie osiągnęła zakładanych parametrów.

Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonych badań potwierdzono zasadność częstej wymiany samochodowych źródeł światła. Jest to niezbędne do zachowania poprawnego postrzegania drogi przez kierującego pojazdem. Zaprezentowana metoda pomiaru luminancji ekranu pomiarowego pozwala na szybką i dokładną ocenę stanu oświetlenia przedniego samochodu. Jest także możliwość dalszego rozwoju metody w zastosowaniu do większej grupy układów optyczno-światlnych oraz wykorzystanie zgromadzonych danych do innych prac badawczych.

Niniejsza praca oprócz analizy jakości oświetlenia przez poszczególne źródła światła, uwzględnia także ich cenę. Koszt zakupu często jest decydującym kryterium podczas wyboru żarówek halogenowych. Jak się okazało nie zawsze wysoka cena zapewnia zachowanie poprawnych parametrów oświetlenia. Nawet najtańsze egzemplarze wykazują się dobrymi parametrami i dorównują produktom kilkukrotnie droższym. Należy jednak przyznać, że wszyscy producenci dochowali wszelkich starań, aby ich produkty dobrze spełniały swoje zadanie.

Autor przedstawionej pracy magisterskiej wyraża na dzieję, że przyczyni się ona do pogłębienia świadomości użytkowników samochodowych źródeł światła.

| Lp. | Nazwa żarówki            | Jakość        | Cena/Jakość   |
|-----|--------------------------|---------------|---------------|
| 1   | PHILIPS Night Guide      | ★★★★★★★★★★★☆☆ | ★★★★★★★★★★★☆☆ |
| 2   | PHILIPS Vision Plus      | ★★★★★★★★★★★☆☆ | ★★★★★★★★★★★☆☆ |
| 3   | PHILIPS Blue Vision      | ★★★★★★★★★★★☆☆ | ★★★★★★★★★★★☆☆ |
| 4   | PHILIPS Extreme Power    | ★★★★★★★★★★★☆☆ | ★★★★★★★★★★★☆☆ |
| 5   | PHILIPS Longer Life      | ★★★★★★★★★★★☆☆ | ★★★★★★★★★★★☆☆ |
| 6   | PHILIPS Power 2 Night    | ★★★★★★★★★★★☆☆ | ★★★★★★★★★★★☆☆ |
| 7   | LUCAS Premium Xenon +30% | ★★★★★★★★★★★☆☆ | ★★★★★★★★★★★☆☆ |
| 8   | LUCAS Premium Xenon +50% | ★★★★★★★★★★★☆☆ | ★★★★★★★★★★★☆☆ |
| 9   | LUCAS Blue Lighting      | ★★★★★★★★★★★☆☆ | ★★★★★★★★★★★☆☆ |
| 10  | LUCAS Blue Lighting +50% | ★★★★★★★★★★★☆☆ | ★★★★★★★★★★★☆☆ |
| 11  | OSRAM Cool Blue          | ★★★★★★★★★★★☆☆ | ★★★★★★★★★★★☆☆ |
| 12  | OSRAM Night Breaker      | ★★★★★★★★★★★☆☆ | ★★★★★★★★★★★☆☆ |
| 13  | OSRAM Silverstar         | ★★★★★★★★★★★☆☆ | ★★★★★★★★★★★☆☆ |
| 14  | OSRAM UltraLife          | ★★★★★★★★★★★☆☆ | ★★★★★★★★★★★☆☆ |
| 15  | TUNGSRAM                 | ★★★★★★★★★★★☆☆ | ★★★★★★★★★★★☆☆ |