

PRACA DYPLOMOWA MAGISTERSKA

Zrealizował: Grzegorz Bączek
Promotor: dr inż. Piotr Tomczuk
Konsultant: dr inż. Marek Buda

TEMAT: BADANIA FOTOMETRYCZNE WYBRANYCH SYGNALIZATORÓW STOSOWANYCH W DROGOWEJ SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ

Wstęp

W pracy dyplomowej zostały przebadane sygnalizatory drogowe pod względem rozsyłu światłości, równomierności luminancji oraz chromatyczności barw. Pomiar światłości odbył się za pomocą goniometru, na którym zamocowano badany sygnalizator oraz ogniwa fotowoltanicznego umieszczonego w odległości pięciu metrów. Natomiast do badania sygnalizatorów pod względem chromatyczności i luminancji użyto kolorymetra CS-200. Praca oprócz części teoretycznej oraz praktycznej została wzbogacona o instrukcje do ćwiczeń z tematyki wymienionej powyżej.

Badania rozsyłu światłości wybranych sygnalizatorów drogowych

Do badań wybrano następujące sygnalizatory drogowe:

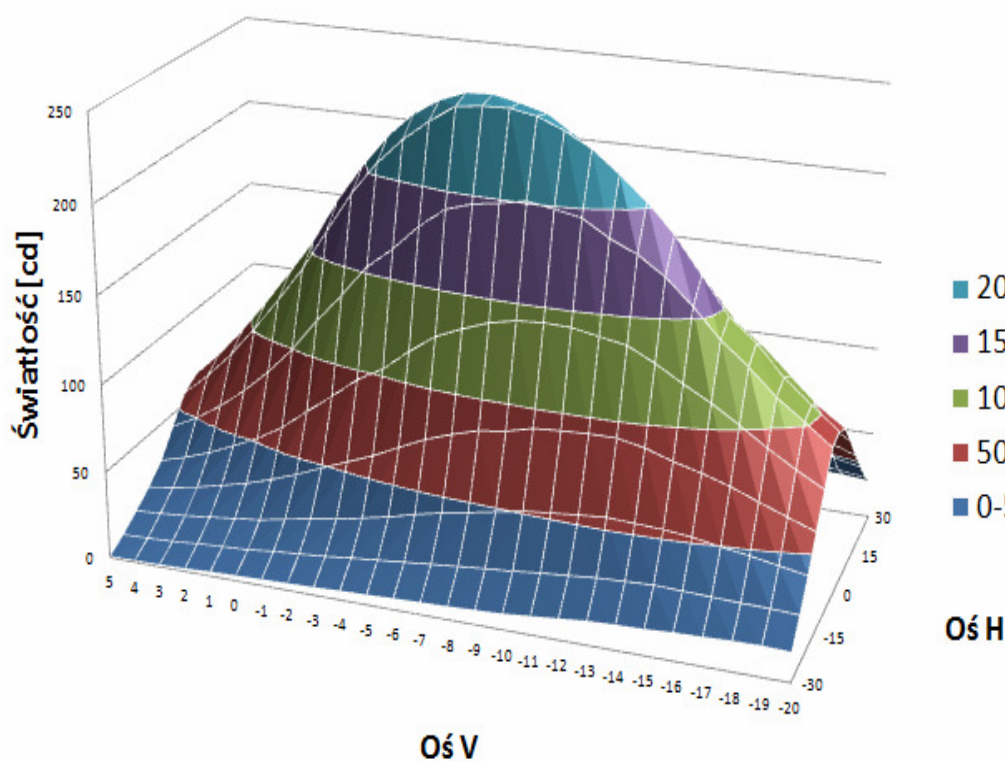
- *Sygnalizatory z żarowym źródłem światła:*
 - z soczewką pajęczynową,
 - z soczewką z punktem centralnym,
 - z soczewką z optyką szerokostrumieniową.
- *Sygnalizatory z półprzewodnikowym źródłem światła typu LED firmy:*
 - Peek Traffic,
 - Swarco.

Stanowisko do pomiaru rozsyłu światłości składa się z goniometru, na którym mocuje się badany sygnalizator i ogniwa fotowoltanicznego. Urządzeniem pomiarowym jest luksomierz, czyli miernik natężenia oświetlenia. Światłość mierzy się pośrednio dzięki wykorzystaniu prawa odwrotności kwadratu odległości ($I=r^2E$). Według wyżej opisanej metody zostały przeprowadzone pomiary wszystkich badanych sygnalizatorów. Wybrane wyniki zostały przedstawione na rysunku 3.

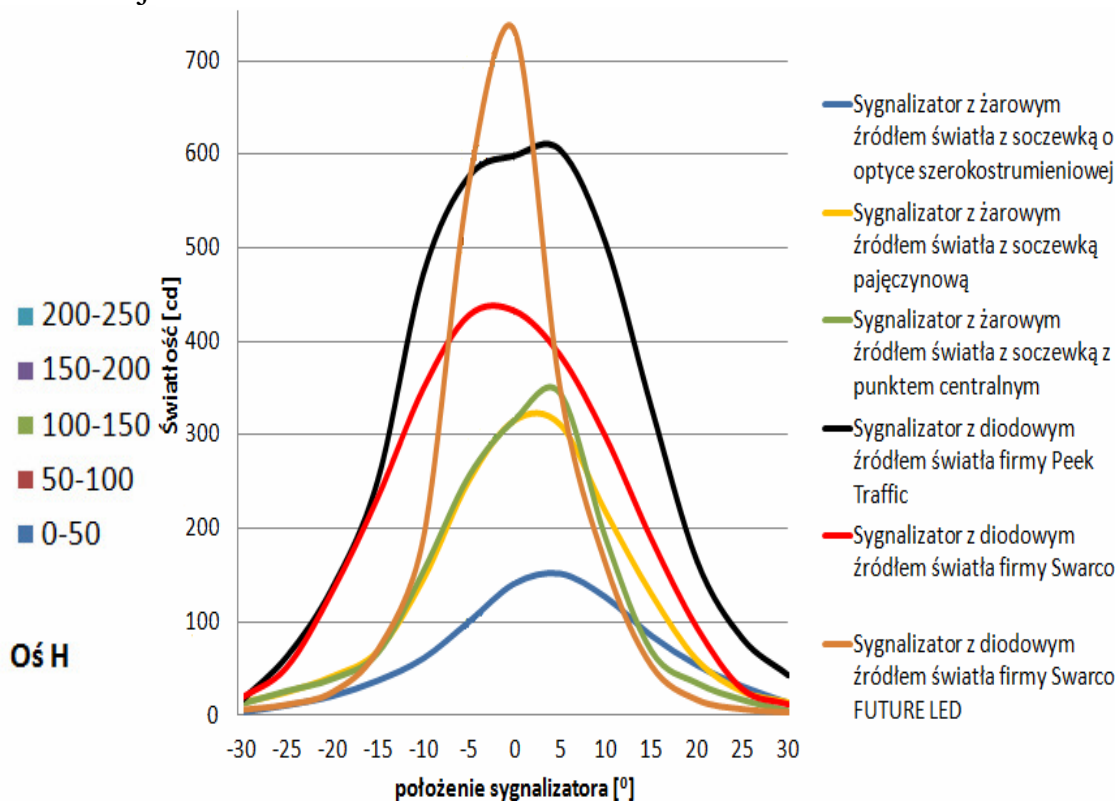
Z porównania sygnalizatorów o żarowym źródle światła dotyczących maksymalnych wartości światłości, można dojść do wniosku, że największe wartości przypadają dla barwy żółtej, natomiast najmniejsze dla czerwonej. Analizując wyniki pod względem rodzaju soczewki, najwyższe wartości obserwuje się dla soczewki punktowej następnie pajęczynowej a na końcu o optyce szerokostrumieniowej. W przypadku sygnalizatorów z półprzewodnikowym źródłem światła różnych producentów największe wartości światłości kształtują się dla barwy zielonej a najmniejsze podobnie jak w poprzednim przypadku dla barwy czerwonej.



Rys. 1 Pomiar światłości wybranego typu sygnalizatora za pomocą goniometru BIG 128



Rys. 2. Wykres przedstawiający rozsył światłości sygnalizatora o żarowym źródle światła z soczewką o optyce szerokostrumieniowej



Rys. 3. Wykres przedstawiający poziomy światłości badanych sygnalizatorów drogowych w osi poziomej

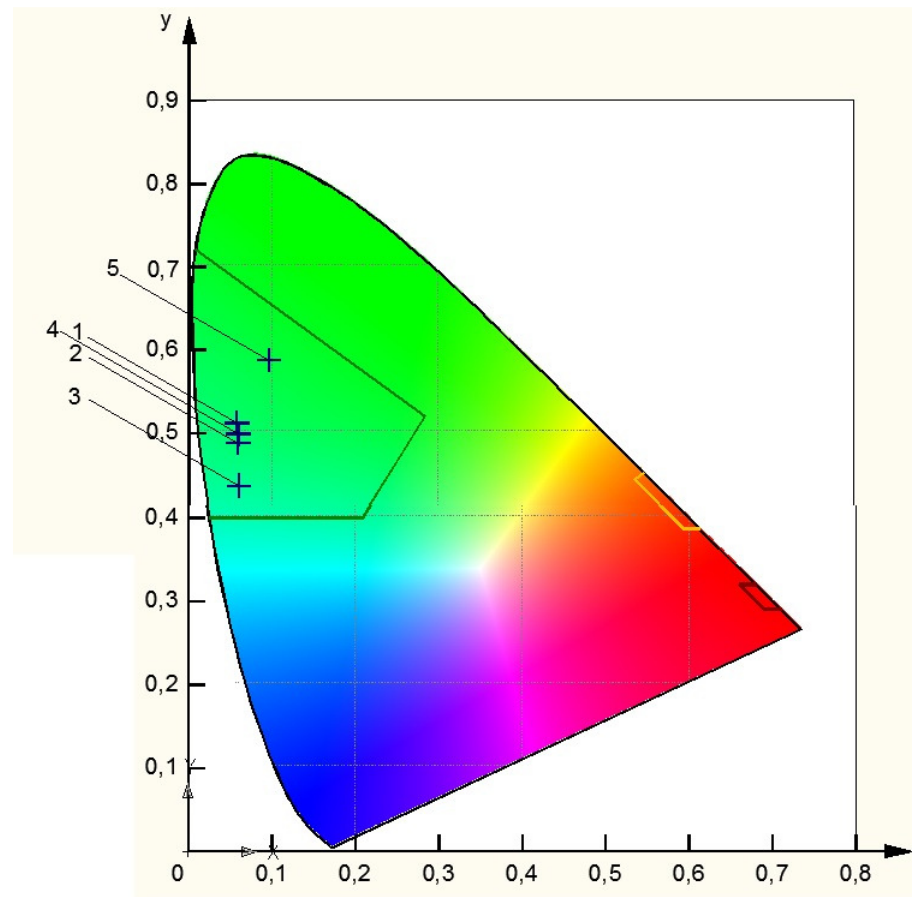
Badania równomierności luminancji oraz chromatyczności barw wybranych sygnalizatorów drogowych

Celem tych badań było przeprowadzenie pomiarów równomierności luminancji i zgodności wyświetlanych barw różnych typów sygnalizatorów drogowych. Równomierność luminancji na powierzchni świecącej sygnalizatora powinna być jak największa. A dokładniej według polskiej normy PN-EN 12368:2009 Urządzenia do sterowania ruchem drogowym – sygnalizatory, jednorodność luminancji wyrażona jest stosunkiem najmniejszej do największej wartości luminancji $L_{\min} : L_{\max}$ i powinna być nie mniejsza niż 1:10 dla komór szerokokątnych. Natomiast w przypadku komór wąskokątnych nie mniejsza niż 1:15.

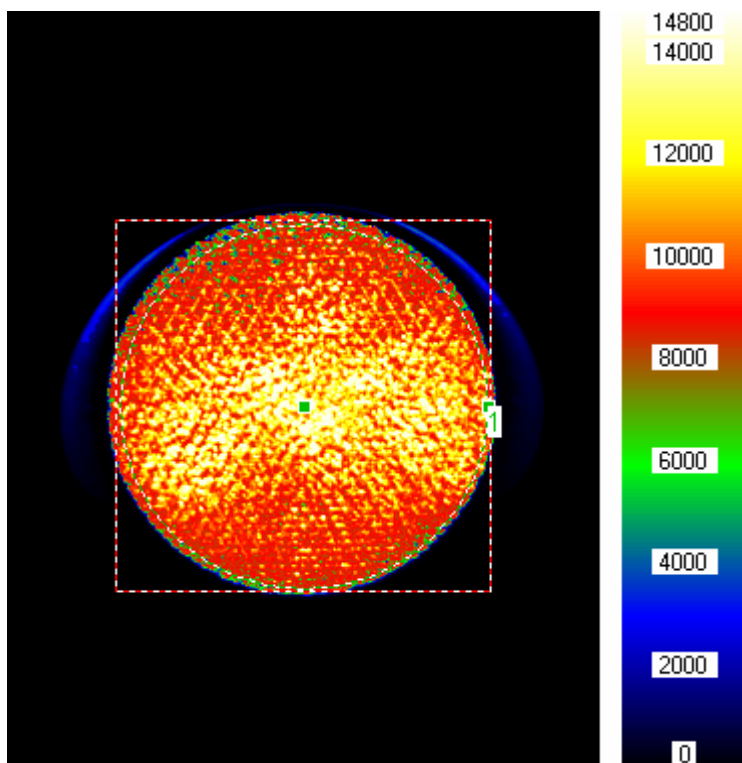
Barwy wyświetlanych sygnałów przez sygnalizatory drogowe, powinny zawierać się w obszarze skrajnych punktów określonych barw, zgodnie z współrzędnymi chromatyczności umieszczonymi na wykresie. Każdy pomiar barwy sygnalizatora podawany jest w postaci dwóch współrzędnych x i y , dzięki którym możliwe jest naniesienie otrzymanych wartości na wykres przedstawiony na rysunku 4.

Badanie równomierności luminancji jak i zgodności barw poszczególnych sygnalizatorów drogowych przeprowadza się kolorymetrem CS-200 z odległości 5 metrów zgodnie z prawem odwrotności kwadratu odległości, pomiar wykonywany jest w pięciu punktach pomiarowych (rysunek 6).

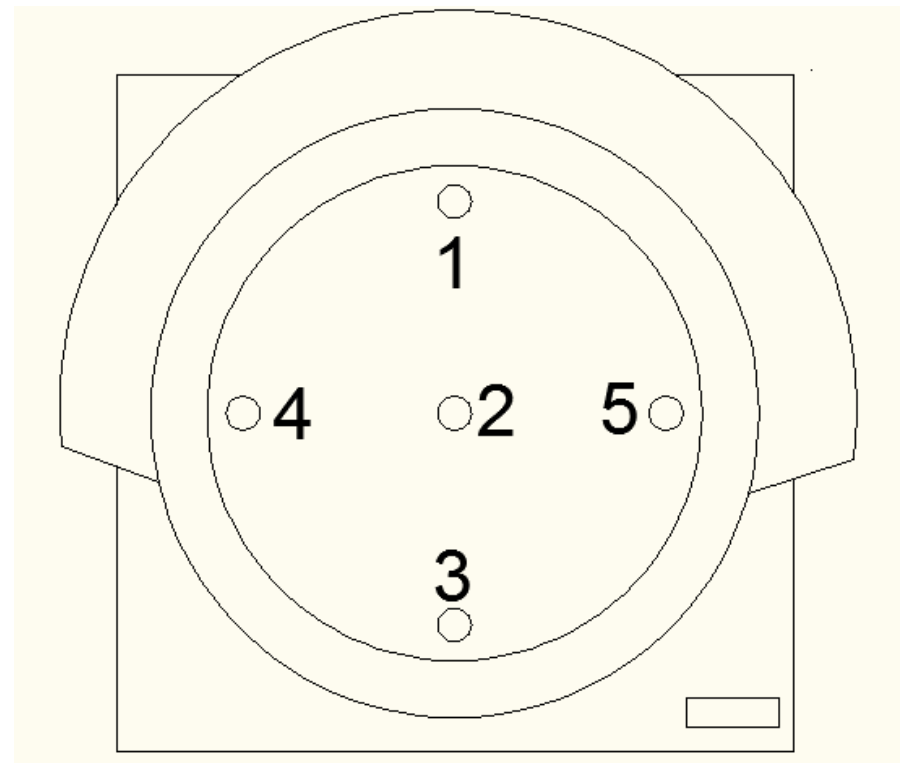
Porównując uzyskane wyniki luminancji sygnalizatorów z żarowym źródłem światła, można zauważyć, że najmniejsze wartości kształtują się dla barwy czerwonej. Natomiast luminancja barwy zielonej i żółtej dla poszczególnych soczewek jest na podobnym poziomie. Analizując sygnalizatory z półprzewodnikowym źródłem światła typu LED, również tendencja jest podobna, gdyż dla większości przypadków najmniejsze wartości luminancji kształtują się dla barwy czerwonej. Sygnalizatory o diodowym źródle światła posiadają prawie trzykrotnie większe poziomy luminancji w porównaniu z żarowymi. Te zjawisko można było zauważyć podczas przeprowadzania pomiarów, gdyż jasności sygnalizatorów typu LED były zdecydowanie większe.



Rys. 4. Wykres chromatyczności z naniesionymi współrzędnymi wyznaczonymi w 5 punktach pomiarowych sygnalizatora barwy zielonej z półprzewodnikowym źródłem światła firmy Peek Traffic



Rys. 5. Poziom luminancji mierzonej przez miernik LMK Mobile Advanced



Rys. 6. Schemat sygnalizatora z punktami pomiarowymi do badania luminancji i chromatyczności

Z uzyskanych pomiarów współrzędnych chromatyczności wynika, że nie wszystkie sygnalizatory spełniają wymagania dotyczące wyświetlanych barw. Najczęściej barwa czerwona (trzykrotnie) wychodzi poza zakres obszaru określonego za pomocą współrzędnych chromatyczności. W przypadku sygnalizatora z półprzewodnikowym źródłem światła, wkład Swarco o barwie żółtej, również nie mieści się w wyznaczonym polu, natomiast barwa zielona zawsze znajduje się w wymaganym obszarze niezależnie od badanego sygnalizatora. Spowodowane jest to tym, iż najbardziej restrykcyjne wymagania są dla barwy czerwonej tzn. nie może przyjmować różnych odcieni. Barwa czerwona powinna być jednoznaczna i nie może zostać pomyłona, gdyż wpływa to na bezpieczeństwo uczestników ruchu drogowego.

Podsumowanie

Z przeprowadzonych pomiarów w pracy dyplomowej oraz obserwacji montowanych sygnalizatorów na skrzyżowaniach, można stwierdzić istotną rolę sygnalizatora w bezpieczeństwie uczestników ruchu. Sposób wyświetlania sygnału przez różnego typu sygnalizatory ma ogromne znaczenie na rozpoznawanie barwy sygnału oraz na odległość jego dostrzegania. Badając sygnalizatory z żarowym oraz z półprzewodnikowym źródłem światła, ocena efektywności wyświetlania sygnału była jednoznaczna. Na efekt lepszego spostrzegania sygnału wyświetlanego przez sygnalizator wpływa nie tylko poziom światłości w danym kierunku ale również poziom luminancji danego źródła światła. W obu przypadkach sygnalizatory z wkładami typu LED charakteryzują się większymi wartościami tych parametrów, co w efekcie wpływa na lepsze dostrzeganie wyświetlanej barwy sygnału. W dzisiejszych czasach kryzysu oraz dbałości o środowisko naturalne, trzeba również zwrócić uwagę na znacznie mniejszy pobór energii elektrycznej przez półprzewodnikowe źródła światła w porównaniu do żarowych. Moc elektryczna większości wkładów sygnalizatorów typu LED jest na poziomie 14 watów, natomiast w przypadku żarowych źródeł światła kilkakrotnie większa. Przeliczając to na liczbę sygnalizatorów na pojedynczym skrzyżowaniu oraz liczbę sygnalizacji świetlnych w danym mieście, oszczędność energii elektrycznej jest znacząca.