

Tomasz TARGOSIŃSKI

## KONCEPCJA POMIARÓW EKSPLOATACYJNYCH OZNAKOWANIA DRÓG<sup>\*)</sup>

**STRESZCZENIE**      *Znaki drogowe to bardzo ważne źródło informacji w ruchu drogowym. Ich dostrzeżenie i rozpoznanie w odpowiednim czasie ma fundamentalne znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu. Znaczenie to wzrasta w warunkach nocnych ze względu na znacznie gorsze warunki oświetlenia za pomocą reflektorów samochodowych. Znaki drogowe podlegają wymaganiom normatywnym, jednak wymagania te są stosunkowo proste, a ich sprawdzanie odbywa się w warunkach laboratoryjnych. W praktyce eksploatacyjnej są oceniane wrywkowo i w sposób bardzo uproszczony. W artykule omówiono koncepcję szybkich pomiarów fotometrycznych i kolorymetrycznych oznakowania odblaskowego w warunkach drogowych bardzo zbliżonych do nocnej percepcji wzrokowej z wykorzystaniem urządzeń wideofotometrycznych i wideokolorymetrycznych z przetwornikami obrazu.*

**Słowa kluczowe:** *fotometria, materiały odblaskowe, znaki drogowe, widoczność, bezpieczeństwo ruchu drogowego*

---

<sup>\*)</sup> Artykuł powstał w ramach realizacji projektu badawczego nr 4T12C 035 30.

---

**dr inż. Tomasz TARGOSIŃSKI**  
e-mail: [tomasz.targosinski@its.waw.pl](mailto:tomasz.targosinski@its.waw.pl)

Instytut Transportu Samochodowego  
w Warszawie  
Zakład Homologacji i Badań Pojazdów

---

## 1. WSTĘP

---

Znaki drogowe są podstawowym elementem służącym do przekazywania kierującym pojazdami informacji o drodze i warunkach ruchu, które nie mogą być uzyskane przez obserwację otoczenia. Ich celem jest zapewnienie bezpieczeństwa, wydajności i płynności ruchu drogowego. Znaki drogowe stanowią integralną część systemu ruchu drogowego. Dotyczy to zarówno oznakowania pionowego w postaci znaków drogowych, jak i poziomego, m.in. w postaci linii przerywanych i ciągłych, niosących informację o pasach ruchu, ich geometrii, jak też znaków informujących o skierowaniu strumienia pojazdów na drogach wielopasmowych, skrzyżowaniach czy pasach włączania/wyłączania się z ruchu. Aby oznakowanie było skuteczne i spełniało stawiane mu zadania, znaki powinny być projektowane, konstruowane, oraz prezentowane w taki sposób, aby przekazywane przez nie komunikaty były jasne, jednoznaczne, widoczne oraz czytelne. Informacje niesione przez znaki powinny być rozpoznane i zinterpretowane przez kierujących pojazdami z odpowiednim wyprzedzeniem w stosunku do sygnalizowanych sytuacji. Forma przekazu informacji to m.in. barwa, kształt, piktogramy czy napisy. Wszystkie te elementy podlegają percepcji wzrokowej. Jednak ich rozpoznawanie wykazuje znaczne zróżnicowanie. Wynika to zarówno z właściwości znaku (użyty materiał i jego właściwości), jak cech obrazu znaku (kształt, barwa, rodzaj i wielkość elementów niosących informację) ze sposobu oświetlenia i percepcji wzrokowej.

Praktyczna realizacja powyższych celów uzyskiwana jest przez wielkość znaków, odpowiednie ukształtowanie ich lic, materiały użyte do ich wykonania i właściwe umiejscowienie. Znaki drogowe powinny być umieszczone w odpowiedniej odległości od sygnalizowanych sytuacji.

---

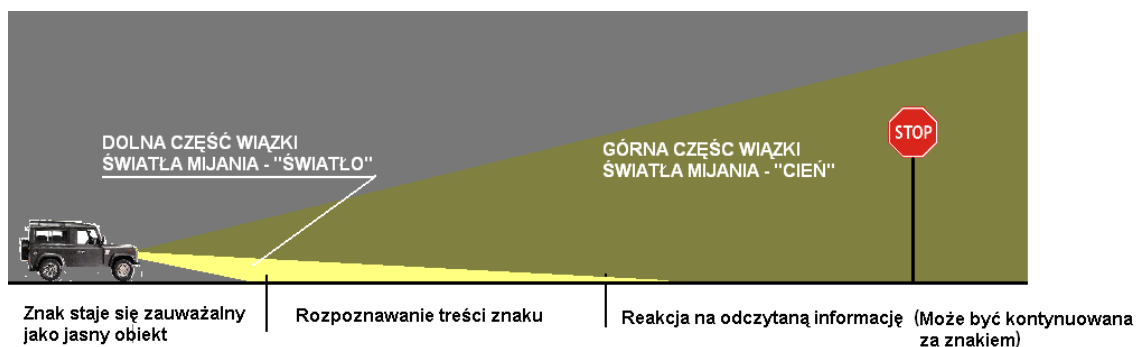
## 2. SPOSÓB POSTRZEGANIA ZNAKÓW

---

Na moment czasowy i skuteczność rozpoznania znaku drogowego istotny wpływ ma usytuowanie przestrzenne znaku w stosunku do oczu kierowcy. W warunkach nocnych, na których się tu skupimy, a które są znacznie bardziej niekorzystne w stosunku do percepcji przy świetle dziennym, położenie reflektorów pojazdu w stosunku do oświetlanego znaku odgrywa ważną rolę.

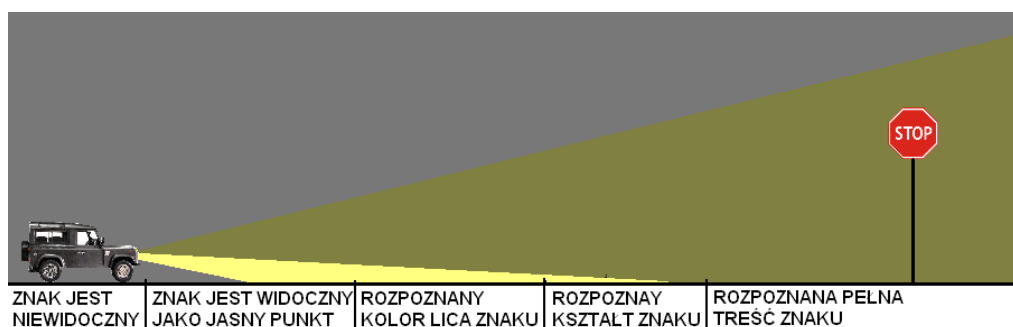
Kierowca rozpoznaje znak drogowy w pewnej odległości i dzieje się to w kilku etapach. Ważną rolę odgrywa tu moment zauważenia i czas obserwacji

znaku oraz odległość od znaku, przy której jest postrzegany, a następnie rozpoznawany. Czasy te są związane w sposób oczywisty z prędkością poruszania się pojazdu oraz wielkością znaku (rys. 1).



Rys. 1. Etapy spostrzegania znaku przez kierowcę

Samo rozpoznawanie znaku można podzielić na zróżnicowane fazy. Najpierw kierowca spostrzega coś, co wydaje się być znakiem drogowym. Następnie rozpoznaje barwę znaku. Kolejny etap to rozpoznanie kształtu. Ostatni krok związany z możliwością interpretacji znaku to rozpoznanie szczegółów: piktogramów, liter (rys. 2).



Rys. 2. Etapy rozpoznawania treści znaku

Na rozpoznawanie i odczytywanie informacji zawartych na znaku mają wpływ następujące czynniki:

- geometria pojazdu (wysokość oczu kierowcy, wysokość zamocowania reflektorów, ich wzajemna odległość);
- geometria drogi (nachylenie do poziomu, odcinek prostoliniowy lub zakręt, szerokość pasa ruchu, szerokość pobocza);
- usytuowanie znaku w stosunku do pojazdu;
- prędkość pojazdu;

- pogoda (opady);
- współczynniki odbłasku materiałów lica znaku;
- natężenie oświetlenia światła padającego na znak;
- luminancja poszczególnych elementów znaku;
- kontrast pomiędzy elementami znaku (np. pomiędzy piktogramem a tłem);
- rodzaj znaku;
- wielkość znaku;
- wielkość piktogramów (liter);
- ostrość wzroku kierowcy;
- predyspozycje psychiczne kierowcy (stan psychiczny, czas reakcji, doświadczenie).

Ponadto minimalne niezbędne odległości rozpoznawania znaków będą różne dla znaków wymagających reakcji nie dalej niż ich usytuowanie (np. znak STOP), a inne dla znaków uprzedzających o przeszkodach w pewnej odległości lub informacyjne (np. tablica z odległością do miejscowości lub parkingu).

Podczas rozpoznawania znaków istotne są także właściwości wzroku i percepcji. Są bowiem znaki wymagające bezwzględnej reakcji i takie, których przeoczenie nie stwarza zagrożenia dla bezpieczeństwa ruchu drogowego. Dla pierwszej grupy trzeba przyjmować najgorszy przypadek, dla drugiej może to być pewien procent w oparciu o rozkłady prawdopodobieństwa. Np. wystarczy, jeżeli 90 % wszystkich kierowców podróżujących nocą, a więc o lepszym wzroku, rozpozna i zareaguje na określony, mniej istotny znak.

Dlatego przy ocenie widoczności znaku i parametrów ocenianych jako istotne do jego identyfikacji brany jest także pod uwagę odsetek kierowców, którzy przy danych właściwościach znaku rozpoznają go i zidentyfikują poprawnie. Wynika to z właściwości wzroku kierowców, które nie mogą być przyjęte jako stała, lecz jako pewna wielkość statystyczna.

Gdy znana jest prędkość pojazdu, można ocenić czas obserwacji kierowcy, poczynając od momentu, gdy znak jest rozpoznany, do chwili, gdy znika z pola widzenia.

### 3. WYMAGANIA PRZEPISÓW

---

Podstawowym kryterium różnicującym znaki [1] są rozmiary geometryczne znaków i ich umiejscowienie w stosunku do drogi. Wielkość znaków dostosowuje się do maksymalnej dopuszczalnej prędkości poruszania się pojazdów, a więc zasadniczo do rodzaju drogi (lokalna, krajowa, ekspresowa, autostrada).

Rysunki i barwy znaków zostały znormalizowane i opisane są w odpowiednich przepisach normatywnych.

Stosuje się pięć grup wielkości znaków:

- znaki wielkie (W): na autostradach, umieszczane przy jezdniach głównych,
- znaki duże (D): na drogach ekspresowych, umieszczane przy jezdniach głównych, na drogach dwujezdniowych poza obszarem zabudowanym, na drogach dwujezdniowych w obszarze zabudowanym, na których dopuszczalna prędkość jest większa niż 60 km/h,
- znaki średnie (S): na łącznicach autostrad i dróg ekspresowych, na jednojezdniowych drogach krajowych i wojewódzkich, na drogach powiatowych, z wyjątkiem drogowskazów tablicowych,
- znaki małe (M): na drogach gminnych, drogowskazy tablicowe na drogach powiatowych,
- znaki mini (MI): na słupkach przeszkodowych i tablicach kierujących, na drogach w obszarze zabudowanym, gdy warunki drogowe nie pozwalają na stosowanie znaków większych lub zastosowanie większych znaków pogorszyłoby warunki widoczności pieszych na przejściu dla pieszych, na wąskich uliczkach zabytkowych miast.

Ponadto znormalizowane zostały [1, 2] wartości współczynnika odbłasku materiałów odblaskowych (przy ściśle określonych warunkach pomiaru) i barwa.

## 4. LUMINANCJA I KONTRAST JAKO NAJWAŻNIEJSZE KRYTERIUM OCENY ZNAKÓW

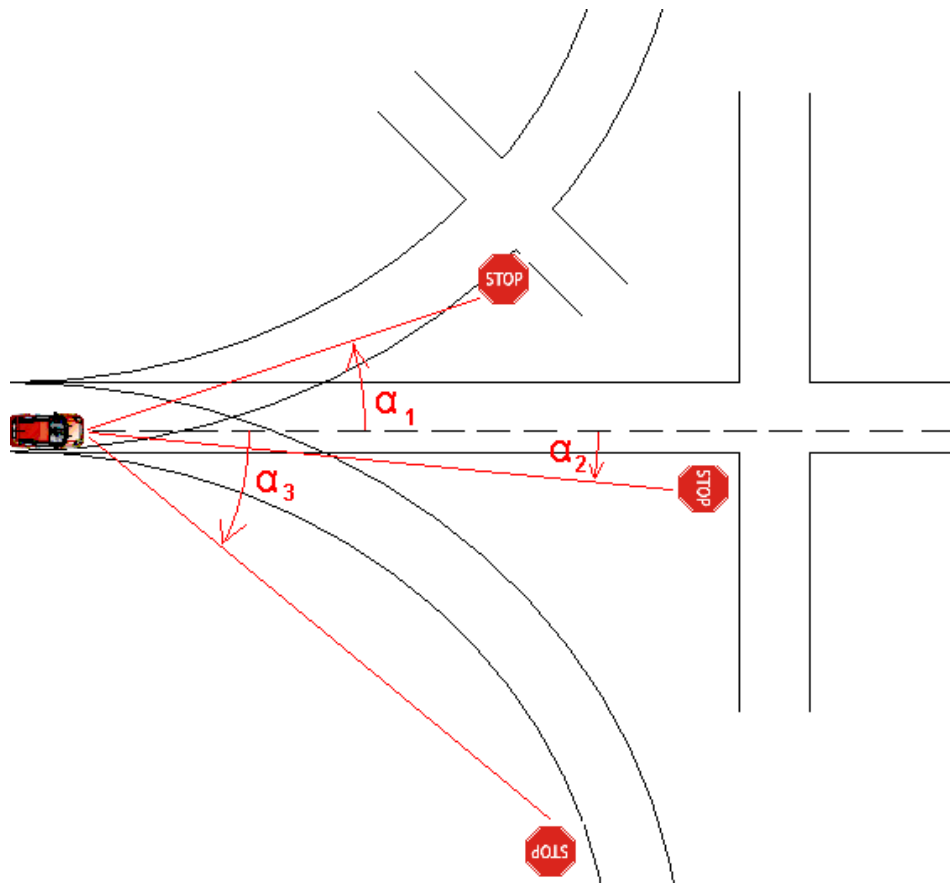
---

Rozmiary geometryczne są istotnym kryterium powiązaniem z konieczną minimalną odległością ich rozpoznania.

Natomiast z powodów praktycznych do definiowania wymagań dla materiałów odblaskowych została przyjęta gęstość powierzchniowa współczynnika odbłasku, która określa luminację materiału odblaskowego oświetlonego światłem o zadanym i znanym natężeniu oświetlenia. Współczynnik odbłasku jest funkcją kąta oświetlenia i kąta obserwacji. Z punktu widzenia konstrukcji znaku i prostoty badań laboratoryjnych przy ściśle określonych kątach oświetlenia i obserwacji jest to dogodna miara [1, 2].

Jednak ograniczenie się do kilku wybranych wartości kątów oświetlenia i obserwacji powoduje, że w rzeczywistych warunkach drogowych luminancja może znacząco odbiegać od wartości spodziewanych na podstawie współczynnika odbłasku, nawet przy znormalizowanych wartościach natężenia oświet-

lenia. Podstawowymi różnicami w stosunku do warunków laboratoryjnych są odmienne od znormalizowanych kąty oświetlenia i obserwacji, które przyjmują całe spektrum zmienności w zależności od wzajemnego umiejscowienia znaku i pojazdu związanych głównie z krzywizną drogi (rys. 3).



Rys. 3. Etapy rozpoznawania treści znaku

W przypadku materiałów odblaskowych regułą jest to, że ilość odbitego światła maleje ze wzrostem kąta oświetlenia i obserwacji. Są to złożone zależności i silnie zależą od właściwości konkretnej folii odblaskowej. Z drugiej strony wraz ze zbliżaniem się pojazdu do znaku natężenie oświetlenia na powierzchni znaku rośnie z kwadratem odległości. W rzeczywistych warunkach drogowych dwuwymiarowy rozkład współczynnika odblasku odgrywa ogromną rolę. Zarówno umiejscowienie znaku, jak i zmiany kątów przy zbliżaniu się pojazdów znacząco wpływają na obserwowaną luminancję znaku. Wartości te mogą znacznie odbiegać od wyników badań laboratoryjnych przy ustalonych kątach. Ten sam materiał odblaskowy zastosowany na znaku małym może być więc inaczej

widoczny niż na znaku dużym przy tych samych rozmiarach kątowych znaku. W efekcie odległość rozpoznawania może być zupełnie inna od wyznaczonej teoretycznie, stąd pomiar na drodze w warunkach rzeczywistych jest zasadniczo jedyną miarodajną metodą oceny widoczności znaków.

Najistotniejszym czynnikiem oświetleniowym, który można wykorzystać do oceny, jest luminancja. Można ją obliczyć znając natężenie oświetlenia i rozkład współczynnika odbłasku w funkcji dwóch par kątów (oświetlenia i obserwacji) z uwzględnieniem natężenia oświetlenia światła padającego na znak. Także kontrast poszczególnych widocznych elementów znaku jest istotny.

Warunki oświetlenia, układ geometryczny (umiejscowienie) znaku na drodze w stosunku do reflektora pojazdu, oczu kierowcy oraz właściwości współdrożnego odbicia światła dla kątów rzeczywiście występujących podczas jego oświetlenia i obserwacji to czynniki wpływające na luminancję znaku obserwowaną przez kierującego.

Przy ocenie polowej, w warunkach rzeczywistych, uwzględniony jest także wpływ starzenia się lica znaku związane z ekspozycją na promieniowanie słoneczne, czynniki atmosferyczne oraz zabrudzenie – błoto, kurz, środki chemiczne stosowane do likwidacji śliskości zimowej. Dotyczy to zarówno barwy jak i współczynnika odbłasku.

## 5. OŚWIETLENIE ZNAKÓW

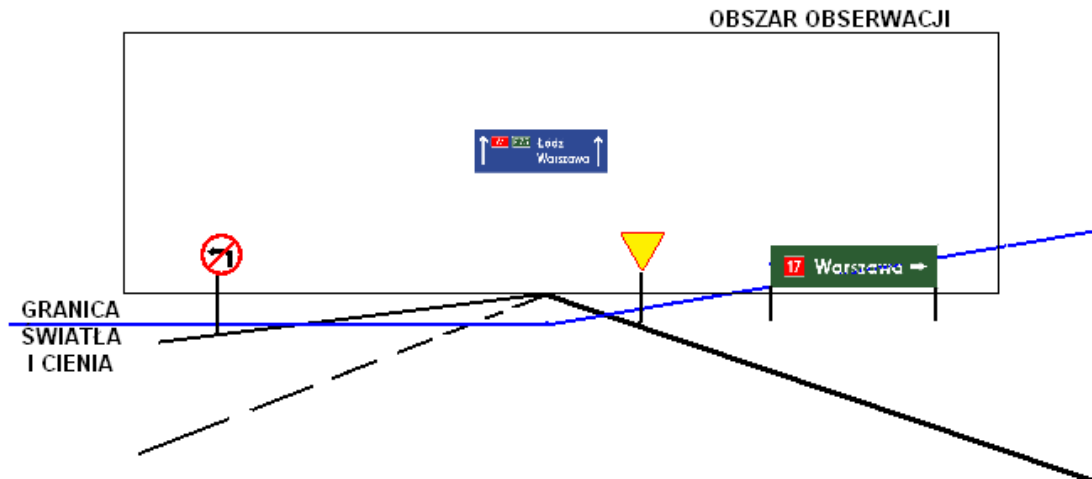
---

W warunkach drogowych oświetlenie znaków reflektorami pojazdu zależy od odległości pojazdu od znaku oraz od charakterystyki rozsyłu światła reflektorów. Te charakterystyki są mocno zróżnicowane ze względu na różnice pomiędzy reflektorami, ustawieniem reflektorów, rodzajem użytego źródła światła, kąta usytuowania pojazdu w stosunku do znaku.

W celu rozwiązania tego problemu można przyjąć katalogowe bryły fotometryczne konkretnych reflektorów. Lepiej jednak zastosować wyniki pomiarów rzeczywistych dokonanych np. analizatorem światła. Można też wykorzystać skrajne (najbardziej niekorzystne) wartości dla populacji reflektorów pojazdów znajdujących się w ruchu. Decyzja zależy od wagi znaku i założonego poziomu prawdopodobieństwa, że nie zostanie przeoczony.

Natężenie oświetlenia rzeczywistych reflektorów zmienia się znacznie zarówno przy zmianie kąta padania światła w stosunku do osi lampy, pomiędzy poszczególnymi pojazdami, nawet tej samej marki, gdy są wyposażone np. w różne żarówki. Silnym zmianom podlega też ono w funkcji ustawienia światła. Rysunek 4 pokazuje typową geometrię obserwacji znaków dla prostoliniowego

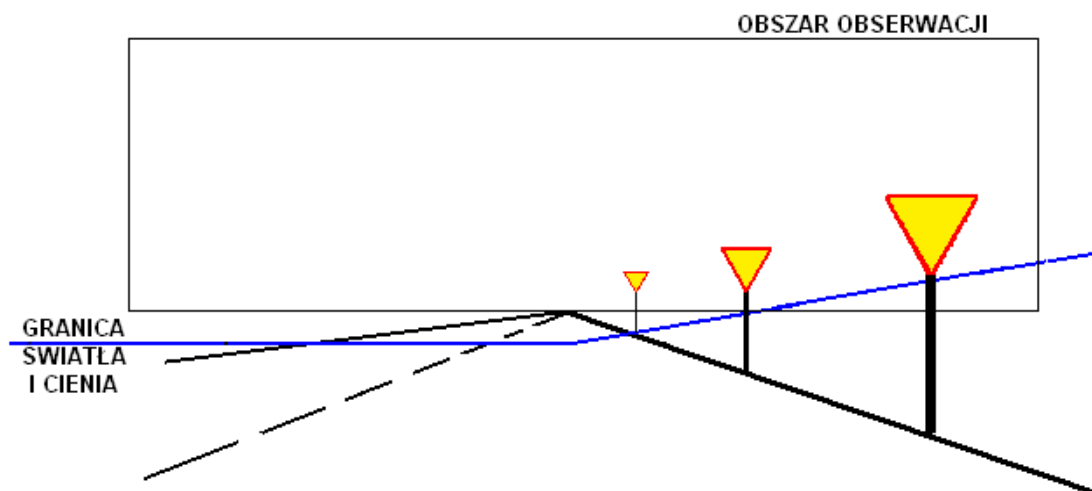
odcinka drogi z wysowanym wzorcowym położeniem granicy światła i cienia reflektora.



Rys. 4. Typowy układ geometryczny znaków drogowych

Do celów realizacji opisanego dalej stanowiska pomiarowego przyjęto wykorzystanie kalibrowanego oświetlacza będącego źródłem światła odniesienia. Uzyskane wyniki można wówczas łatwo przeliczyć na wartości rzeczywiste reflektorów o znanych lub modelowych charakterystykach.

Na rysunku 5 zilustrowano zmianę rozmiarów kątowych, odległości znaku w miarę zbliżania się pojazdu oraz przesuwanie się znaku w polu oświetlanym przez reflektor dla najprostszego przypadku prostoliniowego odcinka drogi.



Rys. 5. Zmiana rozmiarów geometrycznych i oświetlenia znaku w miarę zbliżania się pojazdu

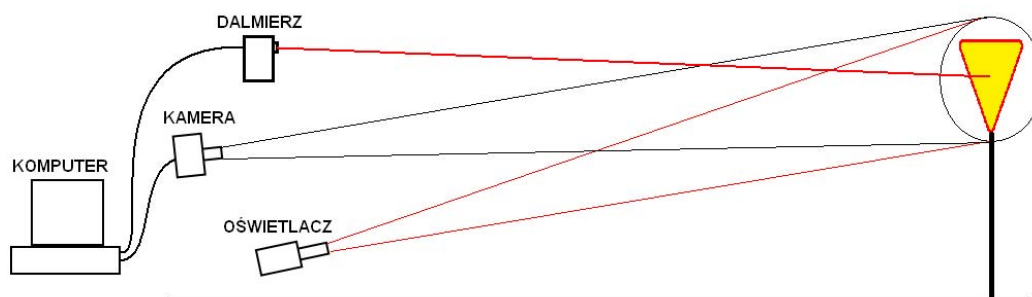


## 6. KONCEPCJA STANOWISKA POMIAROWEGO

Z powyższych analiz wynika potrzeba pomiaru luminancji i barwy znaków odblaskowych w warunkach rzeczywistych. Zasadniczo wynik takiego badania, ewentualnie skorygowany odpowiednim współczynnikiem wynikającym ze średniego lub minimalnego natężenia oświetlenia światła reflektorów pojazdu, może być kryterium oceny eksploatacyjnej widoczności znaku. Zmierzony kontrast pomiędzy piktogramami lub literami i tłem to drugi parametr, który może zostać poddany ocenie.

Pomiar barwy lica znaku dokonywany jest dla warunków odbicia współdrożnego, w odróżnieniu od pomiarów barwy dokonywanych w warunkach laboratoryjnych przy oświetleniu światłem rozproszonym (geometria 45/0). Barwa znaku odgrywa nieco mniejszą rolę niż jego treść (kształt, symbole, napisy), jednak pozostaje istotna przy początkowej identyfikacji rodzaju znaku z dużych odległości.

Stanowisko pomiarowe składa się z kalibrowanego oświetlacza, sterowanego w dwu kierunkach kątowych, pionowo i poziomo, układu pomiaru luminancji i barwy z powierzchniowym przetwornikiem obrazu (kamery fotometrycznej i kolorymetrycznej). Przedstawia je rysunek 6.



Rys. 6. Schemat stanowiska pomiarowego

Kalibrowany oświetlacz umożliwia oświetlenie znaku w sposób kontrolowany, odpowiadający oświetleniu reflektorami samochodu. Dalmierz służy do pomiaru odległości w celu precyzyjnego określenia rzeczywistego natężenia oświetlenia na powierzchni znaku.

Powierzchniowy przetwornik obrazu (kamera) rejestruje i mierzy wartość luminancji znaku oraz jego barwę. Wszystkie dane pomiarowe będą przetwa-

rzane przy wykorzystaniu programu komputerowego z uwzględnieniem kalibracji i kompensacji błędów toru pomiarowego. Przewidywane odległości pomiarowe to 25; 50; 100 i 200 m w zależności od rodzajów i wielkości znaków. Nie jest wykluczona możliwość pomiarów w innych odległościach, jeżeli byłoby to konieczne ze względów praktycznych (np. wzrokowe pogorszenie widoczności znaku w pewnej odległości). Położenie kamery odpowiada położeniu oczu kierowcy.

Zarejestrowane dane będą przeliczane w komputerze i umożliwią pomiar luminancji i barwy znaku. Dane te mogą być przeliczone na wartości powierzchniowego współczynnika odbłasku dla konkretnych kątów oświetlenia i obserwacji, jak też wyrażone w wartościach luminancji przeliczonej dla oświetlenia znaku konkretnymi reflektorami pojazdu. Cały zestaw zainstalowany będzie na pojeździe. Umożliwi to pomiary quasi dynamiczne przy szybkim przemieszczaniu się od znaku do znaku.

Ponieważ przedsięwzięcie jest w trakcie realizacji bardziej szczegółowe dane będą znane po wykonaniu eksperymentów i badań porównawczych.

## 7. PODSUMOWANIE

---

- Przedstawiona koncepcja pomiaru wydaje się być znacznie bardziej adekwatna do rzeczywistych warunków percepcji znaków drogowych niż dotychczasowe badania laboratoryjne.
- Uwzględnione zostanie zarówno położenie geometryczne znaków w stosunku do pojazdu jak i do oczu obserwującego kierowcy.
- Ocena dokonywana będzie dla rzeczywistych znaków z uwzględnieniem czynników narażeń atmosferycznych i starzenia.
- Wyniki badań pozwolą zarówno na ocenę stanu zużycia znaków, jak też na ocenę prawidłowości umieszczenia, wielkości znaków i zastosowanych rodzajów materiałów odblaskowych. Mogą one być wskazówką do konieczności zmiany umiejscowienia znaku, jego wielkości lub rodzaju zastosowanego materiału odblaskowego.
- Metoda pomiaru w postaci "ruchomego" laboratorium to atrakcyjna możliwość szybkich i dokładnych pomiarów w warunkach rzeczywistych.
- Konieczne są badania praktyczne przeprowadzone po wykonaniu stanowiska w celu weryfikacji jego właściwości oraz wprowadzenia ewentualnych zmian i udoskonaleń.

## LITERATURA

1. Załączniki nr 1-4 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 03.07.2003 r. (Dz.U. nr 220 poz. 2181).
2. Polska Norma PN-EN 12899-1 Stałe pionowe znaki drogowe.

Rękopis dostarczono dnia 25.04.2008 r.

**Opiniował: prof. dr hab. inż. Władysław Dybczyński**

## CONCEPTION OF EXPLOITATION MEASUREMENTS RETROREFLECTIG ROAD SIGNS

Tomasz TARGOSIŃSKI

**SUMMARY** *Road signs are important source of information for road traffic users. To see and recognize road signs at the right moment are fundamental safety issues in road traffic. Importance of see road signs increase during night-time driving, due to limited visibility delivered by headlamps. Approval requirements are based on a simple roles and ate tested during laboratory tests. In exploitation conditions, they are evaluated at random and in a very simplified way. In this paper is presented the concept of fast photometric and colorimetric measurements of the properties of reflective road signs under night-time conditions - using new method and equipment.*



**Dr inż. Tomasz Targosiński** jest od 14 lat pracownikiem Instytutu Transportu Samochodowego w Warszawie. Początkowo zajmował się diagnostyką pojazdów i aparaturą służącą do tego celu. Obecnie jego obszarem działalności jest samochodowa technika oświetleniowa oraz zagadnienia bezpieczeństwa ruchu drogowego. Wykonał pionierskie prace dotyczące zastosowania przetworników obrazu do pomiarów oświetlenia. W Zakładzie Oświetlenia i Wypożyczenia Elektrycznego Pojazdów utworzył zespół zajmujący się tą tematyką i wdrażał nowoczesne metody i techniki pomiarowe. Członek międzynarodowych grup ekspertów zajmujących się opracowywaniem nowych metod badania i oceny oświetlenia. Autor patentów krajowych i międzynarodowych.