

Tomasz TARGOSIŃSKI

BADANIA PORÓWNAWCZE SAMOCHODOWYCH ŻARÓWEK REFLEKTOROWYCH

STRESZCZENIE *Na rynku oferowanych jest wiele odmian samochodowych żarówek reflektorowych. Teoretycznie ich parametry są określone wymaganiami regulaminów homologacyjnych. W ciągu ostatnich lat wzrasta i poszerzana jest oferta żarówek określanych przez producentów jako dające „więcej światła” i oznaczane np. +30% +90% itd. Żarówki te posiadają homologację, jednak konstrukcyjnie nieco różnią się od żarówek typowych. W artykule opisano badania porównawcze tego typu żarówek i żarówek „podstawowych” różnych producentów oraz właściwości wiązki świetlnej reflektorów wytwarzanej przy wykorzystaniu takich żarówek. Badania wykonano za pomocą Analizatora Świeł, a dotyczyły one wybranych parametrów wiązki świetlnej reflektora, które zmieniały się wraz z badaną żarówką.*

Słowa kluczowe: reflektory samochodowe, żarówki, wiązka świetlna

1. WSTĘP

Oświetlenie pojazdów to temat, który cyklicznie powraca, szczególnie w okresie jesienno-zimowym. Budzi on także stale liczne dyskusje i wątpliwości.

dr inż. Tomasz TARGOSIŃSKI
e-mail: tomasz.targosinski@its.waw.pl

Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie
Centrum Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego

I nie dzieje się tak bez powodu. Statystyki wypadków pokazują, że liczba wypadków pomiędzy zmierzchem, a świtem na – przykładowo – sto tysięcy pojazdów będących w ruchu jest kilkakrotnie wyższa niż za dnia. Liczba zabitych i bardzo ciężko rannych też jest dużo wyższa. Ma to intuicyjny, chociaż trudny do weryfikacji empirycznej, związek z jakością oświetlenia reflektorowego.

Analiza sposobu konstrukcji wymagań homologacyjnych dla reflektorów samochodowych [1, 2, 3], a także warunków zapewnienia ich eksploatacyjnej jakości prowadzi do wniosku, że przeciętna jakość oświetlenia drogi nie jest najlepsza. Jest to także subiektywnie odczuwane przez kierujących. W efekcie dążą oni do polepszenia widoczności na drodze w świetle reflektorów swoich samochodów. Ponieważ nie ma narzędzi do badania jakości światła reflektorów dostępnych dla przeciętnego kierowcy – poza ustawianiem na podstawie granicy światła i cienia – kierowcy usiłują „poprawiać” fabryczne reflektory instalując „lepsze” żarówki. Na rynku oferowane są m.in. żarówki o większej mocy lub strumieniu świetlnym, lub ksenonowe źródła światła, tzw. „zamienniki” żarówek halogenowych. Są one sprzedawane w standardowych mocowaniach, jednak nie posiadają homologacji ze względu na to, że nie spełniają wymagań homologacyjnych. Natomiast wiodący producenci żarówek samochodowych oferują odmiany homologowanych żarówek oznaczane symbolami $+(x)\%$ „więcej światła”. Wartości x sięgają od 30% do 120% ale nie wiadomo czy padło w tej kwestii ostatnie słowo. Pomimo, że w sprawie żarówek samochodowych powiedziano już wiele podjęto kolejną próbę ich porównania i oceny, tym razem przy wykorzystaniu Analizatora Świeł AS.

2. DEFINICJE DLA „MOCNIEJSZYCH” ŻARÓWEK

Żarówki reflektorowe powinny spełniać dość ściśle wymagania homologacyjne dotyczące emitowanego strumienia świetlnego oraz parametrów geometrycznych [4]. Wymagania te ograniczają więc możliwość „polepszania” żarówek. Jednak w ramach tolerancji produkcyjnych można wykonać żarówki o nieznacznie większym strumieniu świetlnym oraz o zmniejszonych wymiarach geometrycznych żarnika. Wówczas mierzone parametry fotometryczne wiązki świetlnej reflektora z taką żarówką mogą być nieco większe, m.in. ze względu na lepsze skupienie wiązki świetlnej pochodzącej z mniejszego żarnika o wyższej luminancji. Kolejnym, dodatkowym zabiegiem jest przysłanianie części bańki niebieskim filtrem w obszarze, z którego światło nie jest emitowane w kierunku odbłyśnika. W efekcie zwiększony strumień świetlny pochodzący z żarnika jest nieco inaczej skierowany niż w „nominalnej” żarówce opisanej

w regulaminie homologacyjnym. Część padającą na filtr jest wytłumiana, natomiast ta, która pada na odbłyśnik jest większa od tej pochodzącej ze „zwykłej” żarówki. Ze względu na przysłonięcie części żarówki niebieskim filtrem całkowity strumień badany klasycznymi metodami pozostaje zgodny z wymaganiami. Skąd biorą się aż tak duże wartości +...% „więcej światła”? Nabywcy żarówek wydawać się może, że o tyle będą lepsze parametry fotometryczne oświetlenia drogi. Wartości te wynikają natomiast ze specjalnego sformułowania wzoru opracowanego przez producentów żarówek:

$$E_{\%} = 2xE_{75R} + E_{50R} + E_{50V}$$

gdzie:

- $E_{\%}$ — oznacza wartość braną do oceny porównawczej,
- E_{75R} — wartość natężenia oświetlenia reflektora zmierzona dla punktu 75R,
- E_{50R} — wartość natężenia oświetlenia reflektora zmierzona dla punktu 50R,
- E_{50V} — wartość natężenia oświetlenia reflektora zmierzona dla punktu 50 V zgodnie z regulaminami homologacyjnymi dla reflektorów [1, 2, 3].

Oznacza to, że porównywane są zsumowane wartości natężenia oświetlenia dla czterech punktów pomiarowych homologacji reflektorów, w tym wartość dla punktu 75R jest podwojona. Ponieważ ogniskowanie wiązki świetlnej dla reflektorów samochodowych ma miejsce dla okolic punktów 50R i 75 R dość oczywiste jest, że wzrost światłości dla okolic punktów 75R i 50R będzie większy niż dla innych obszarów wiązki świetlnej. Sumowanie według powyższej zależności powinno około czterokrotnie przewyższać rzeczywisty wzrost natężenia oświetlenia w tych obszarach. Stąd średni przyrost o +25% jest interpretowany jako 100%. Warto przy tym zauważyć, że żarówki tego typu mają zauważalnie cieńszy żarnik i wysyłają zwiększony strumień świetlny w porównaniu z żarówką „nominalną”. To z czysto fizycznych powodów musi skutkować skróconą żywotnością takiej żarówki przy zachowaniu tej samej mocy nominalnej.

Ocena według powyższego kryterium dokonywana jest przy zainstalowaniu żarówki do konkretnego reflektora. Jego konstrukcja, rozmiary i sposób kształtowania wiązki świetlnej mają istotny wpływ na uzyskiwane parametry. Świadomi tego producenci żarówek informują, że wzrost „ilości światła” sięga „aż do +...%”, czym zabezpieczają się przed ewentualną możliwością rzeczywistych mniejszych uzyskiwanych wartości.

Aby zweryfikować tę sytuację pomiarowo przeprowadzono badania porównawcze różnych halogenowych żarówek reflektorowych kategorii H4 i H7 wiodących producentów, zarówno podstawowych, jak i oznakowanych +...%.

3. METODA BADAŃ

Badanie samochodowych żarówek halogenowych H7 i H4 wykonano metodą porównawczą. Badaniu poddano 14 żarówek oznaczonych do A do G dla żarówek H7 i H do N dla żarówek H4 – żarnika światła mijania. Wyniki pomiarów dla każdej z badanych żarówek odniesiono do wyników pomiarów dla „żarówki odniesienia”, przecietnej standardowej żarówki o parametrach zbliżonych do żarówki wzorcowej. Wartości odniesienia przyjęto za równe 1,0 (100%). Taki sposób przedstawienia umożliwi dalsze porównywanie pomiędzy poszczególnymi żarówkami tej samej kategorii poprzez dzielenie między sobą wyników każdego parametru wybranych żarówek.

Badania wykonano mierząc rozkład natężenia oświetlenia wiązki światła mijania reflektora, w którym kolejno umieszczano badane żarówki. Natężenie oświetlenia odpowiadające pionowemu ekranowi usytuowanemu w odległości 25 m zmierzono za pomocą Analizatora Świeł AS, nowatorskiego urządzenia diagnostycznego opracowanego w Instytucie Transportu Samochodowego, z fotometrycznym przetwornikiem obrazu [5] i komputerową analizą wyników.

Na podstawie analizy tego rozkładu, oraz biorąc pod uwagę właściwości wiązki świetlnej reflektora wyselekcjonowano i użyto do porównania żarówek następujące parametry:

- maksimum natężenia oświetlenia na ekranie E_m/E_{odn} . Stosunek ten obrazuje potencjalną poprawę widoczności w okolicach punktów maksymalnych wymagań dla natężenia oświetlenia określonych w regulaminach homologacyjnych (75R, 50R) i informuje o skali skupienia wiązki. Im większa wartość parametru tym potencjalnie lepsze oświetlenie ww. punktów;
- efektywny wysyłany strumień świetlny F/F_{odn} . Strumień świetlny wyliczony dla intensywnie oświetlanych obszarów o natężeniu oświetlenia powyżej 6lx. Parametr ten obrazuje scałkowaną efektywną możliwość polepszenia oświetlenia drogi wynikającą ze zwiększonego strumienia świetlnego wysyłanego z żarówki lub „skoncentrowanego” z powodu lepszego skupienia wiązki świetlnej. Im większa wartość tego parametru tym lepsze ogólne oświetlenie drogi;
- natężenie oświetlenia w punkcie B50L E_B/E_{Bodn} . Jest to kryterium olśnienia i obrazuje potencjalny wzrost olśnienia spowodowany założeniem danej żarówki. Im większa wartość tego parametru tym silniejsze (niekorzystne) olśnienie;
- moc pobierana P/P_{odn} obrazuje efektywność energetyczną żarówki.

Dodatkowo wykonano wykresy izoluksów dla wszystkich badanych żarówek. Zawierają one szczegółowe informacje ilościowo-jakościowe, pozwalające na

zaawansowane (eksperckie) analizy rozkładu wiązki świetlnej w odniesieniu do właściwości badanej żarówki. Niestety obecny system homologacyjny nie daje możliwości prostej oceny w świetle rozkładu natężenia oświetlenia na prostopadłym poziomym ekranie. Bardziej użyteczny byłby rozkład pionowego natężenia oświetlenia przy powierzchni drogi. Pomimo, że analizator światła umożliwia takie zobrazowania zrezygnowano z nich gdyż zaciemnieniu uległyby związek właściwości geometrycznych żarnika żarówki z takim zobrazowaniem wiązki świetlnej, który znacząco zniekształca wartości w odniesieniu do emitowanej wiązki z powodu prawa odwrotności kwadratów i zmiany układu współrzędnych.

Dla wszystkich żarówek danej kategorii zastosowano ten sam reflektor, oddzielny dla żarówek H7 i oddzielny dla H4. Wszystkie żarówki podczas pomiarów zasilano stabilizowanym napięciem stałym 13,20 V, mierzonym na zaciskach żarówki. W celu zminimalizowania błędów długoterminowych aparatury pomiarowej pomiar każdej żarówki indywidualnie odnieszono do pomiaru żarówki odniesienia wykonanego tuż przed jej pomiarem. Stąd na wykresach izoluksów dla „żarówek odniesienia” widoczne są nieznaczne różnice.

4. WYNIKI BADAŃ

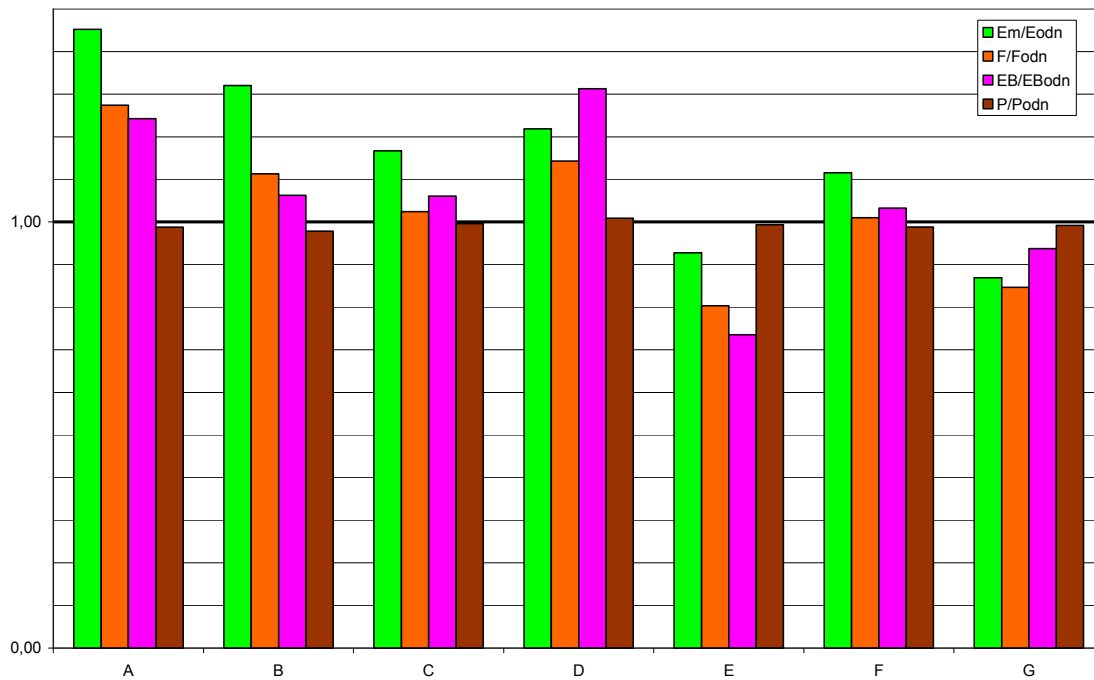
W tabeli nr 1 przedstawiono wyniki badań.

TABELA 1

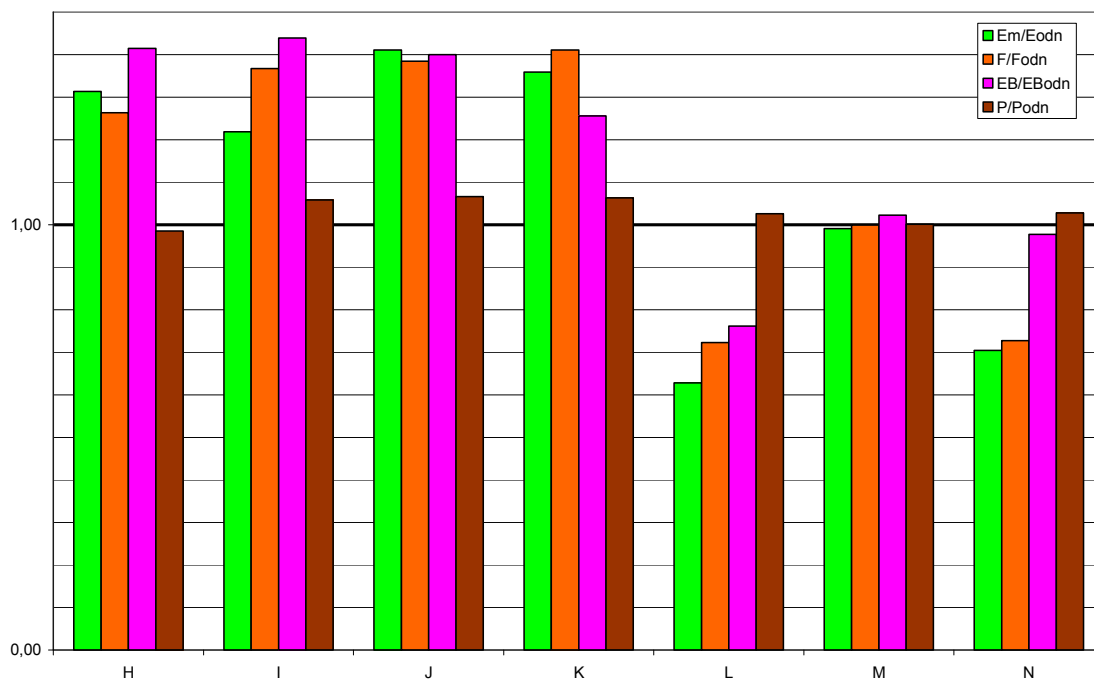
Zestawienie parametrów mierzonych w badaniach

Żarówka	Kategoria	Oznaczenie producenta	E_m/E_{odn}	F/F_{odn}	EB/EB_{odn}	P/P_{odn}
A	H7	+120%	1,45	1,27	1,24	0,99
B	H7	+100%	1,32	1,11	1,06	0,98
C	H7	+100%	1,17	1,02	1,06	1,00
D	H7	+90%	1,22	1,14	1,31	1,01
E	H7	-	0,93	0,80	0,74	0,99
F	H7	+30%	1,12	1,01	1,03	0,99
G	H7	Przedłużona trwałość	0,87	0,85	0,94	0,99
H	H4	+120%	1,31	1,26	1,41	0,99
I	H4	+100%	1,22	1,37	1,44	1,06
J	H4	+100%	1,41	1,38	1,40	1,07
K	H4	+90	1,36	1,41	1,26	1,06
L	H4	-	0,63	0,72	0,76	1,03
M	H4	+30%	0,99	1,00	1,02	1,00
N	H4	Przedłużona trwałość	0,70	0,73	0,98	1,03

Na rysunku 1 przedstawiono wyniki pomiarów porównawczych dla żarówek kategorii H7, a na rysunku 2 dla żarówek H4 .

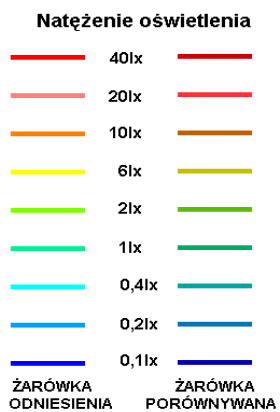


Rys. 1. Wyniki pomiarów porównawczych dla żarówek H7

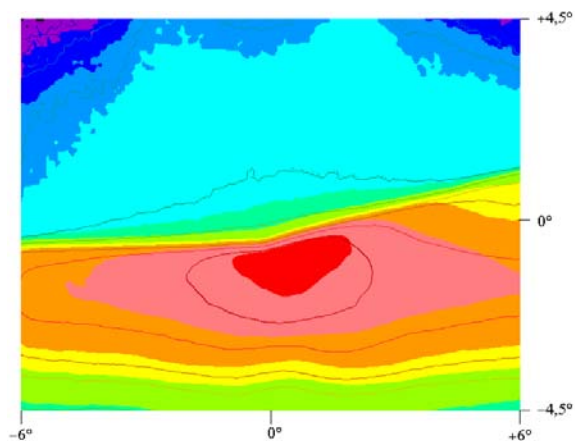


Rys. 2. Wyniki pomiarów porównawczych dla żarówek H4

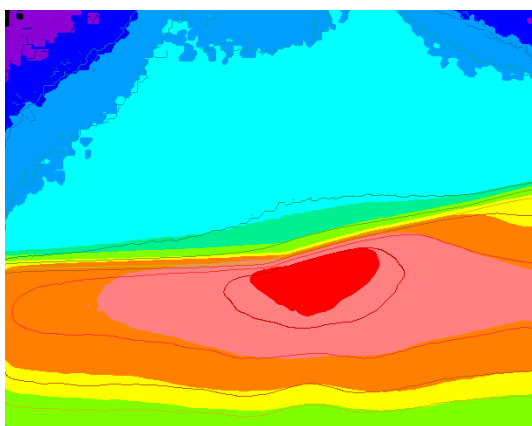
Na rysunkach 3...17 przedstawiono wykresy izoluksów dla badanych żarówek. Na wykresach tych pola wypełnione dotyczą żarówki odniesienia. Rozmiary kątowe ekranu pomiarowego wynoszą w pionie 9° , a w poziomie 12° .



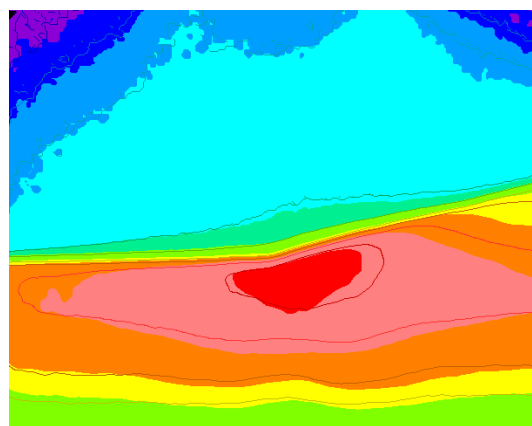
Rys. 3. Legenda



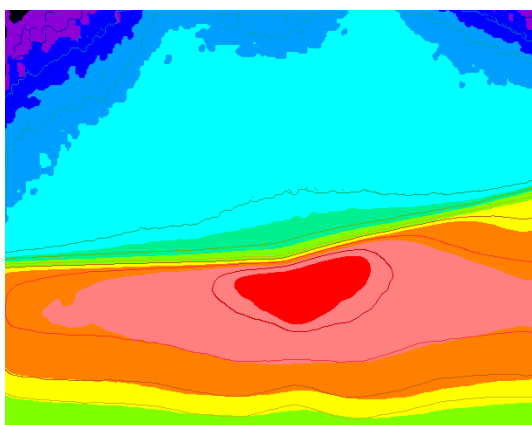
Rys. 4. Wykresy izoluksów dla żarówki A



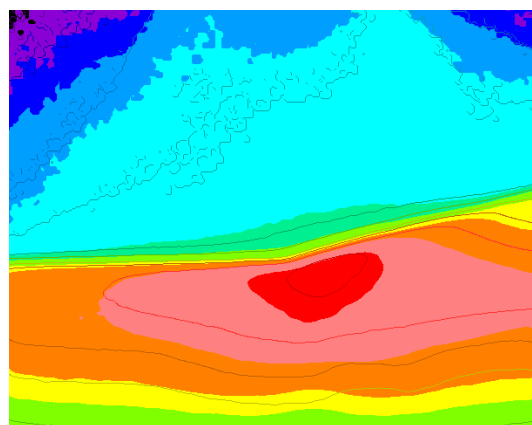
Rys. 5. Wykresy izoluksów dla żarówki B



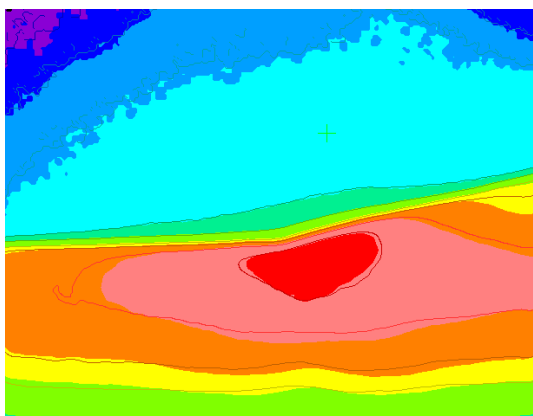
Rys. 6. Wykresy izoluksów dla żarówki C



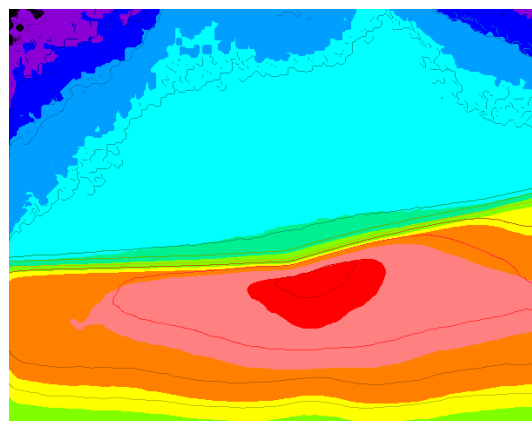
Rys. 7. Wykresy izoluksów dla żarówki D



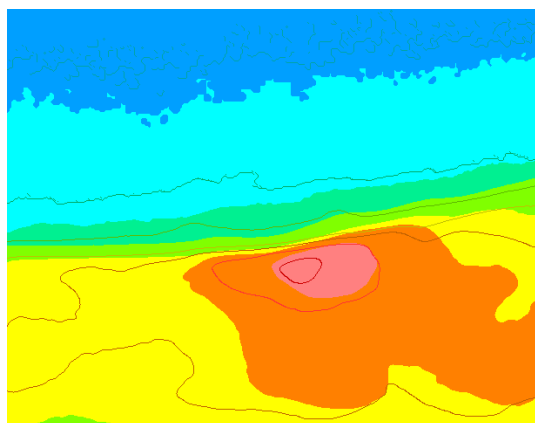
Rys. 8. Wykresy izoluksów dla żarówki E



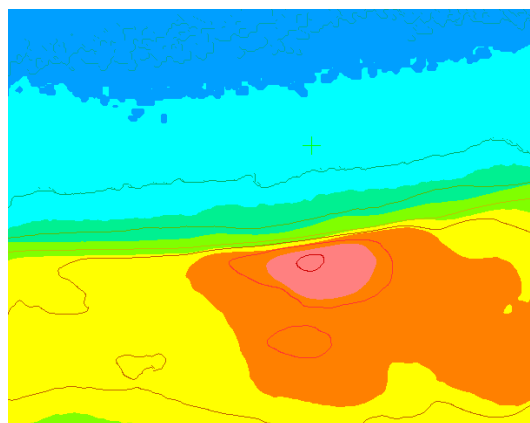
Rys. 9. Wykresy izoluksów dla żarówki F



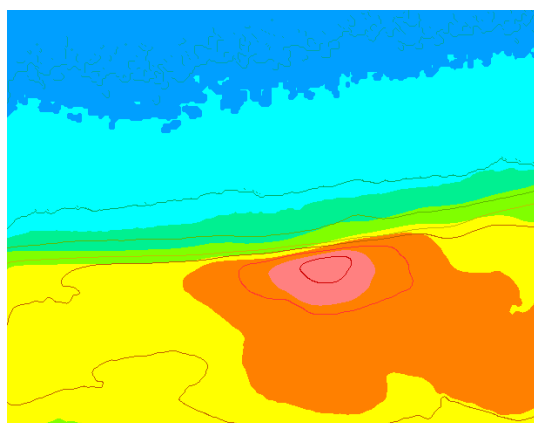
Rys. 10. Wykresy izoluksów dla żarówki G



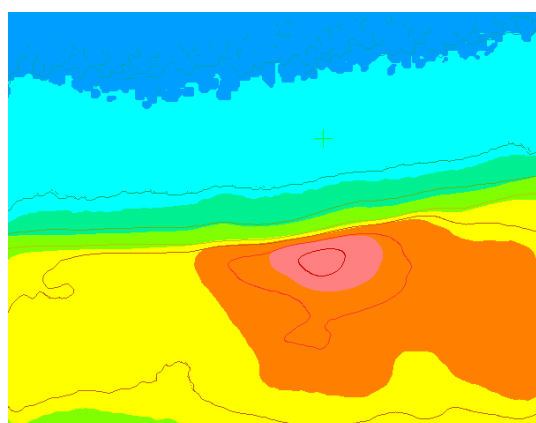
Rys. 11. Wykresy izoluksów dla żarówki H



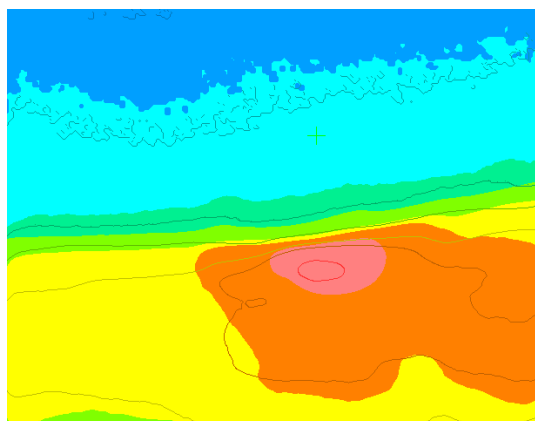
Rys. 12. Wykresy izoluksów dla żarówki I



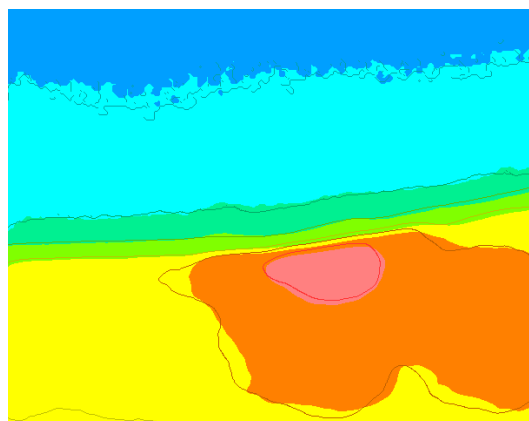
Rys. 13. Wykresy izoluksów dla żarówki J



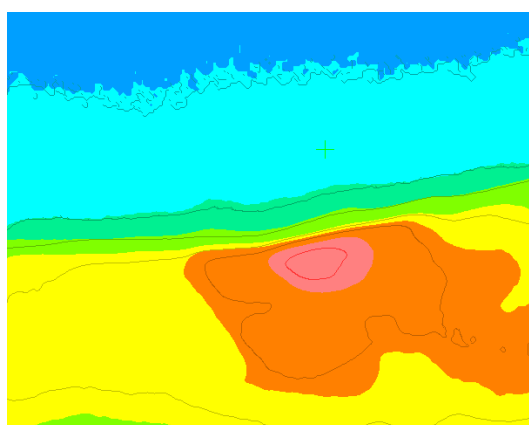
Rys. 14. Wykresy izoluksów dla żarówki K



Rys. 15. Wykresy izoluksów dla żarówki L



Rys. 16. Wykresy izoluksów dla żarówki M



Rys. 17. Wykresy izoluksów dla żarówki N

Izoluksy wykreślone cienką linią ciągłą dotyczą porównywanej żarówki. Izoluksy „wypełnione” dotyczą żarówki odniesienia.

5. ANALIZA WYNIKÓW

Wyniki badań potwierdziły przewidywania dotyczące rzeczywistej różnicy parametrów fotometrycznych żarówek z opisem +...%. Żarówki te wykazują od kilkunastu procent do nawet ponad 40 procent większe natężenie oświetlenia w okolicach maksimum światłości. Także zauważalne powiększony jest strumień świetlny emitowany z reflektora w obszarach intensywnego oświetlenia. Jednak nie ma oczywistej i jednoznacznej zależności pomiędzy deklaracjami producentów, a zmierzonymi wartościami. Można także zaobserwować zauważalny wzrost oświetlenia, co z jednej strony jest przewidywalne, choć producenci o tym

nie informują, z drugiej niekorzystne. Stosunek pomiędzy wzrostem wartości natężenia oświetlenia w maksimum, a przyrostem strumienia świetlnego wysyłanego przez reflektor jest zauważalny ale nie jest jednorodny – wykazuje zróżnicowane w zależności od egzemplarza żarówki. Można też zauważyć różnice w proporcjach dla żarówek H7 i H4, choć także nie mają jednolitego charakteru. Warto zauważyć, że przyrosty dla żarówek określanych jako +30% są niewielkie, o ile mierzalne. Analiza wykresów izoluksów prowadzi do wniosków, że w przypadku bardziej „precyzyjnych” żarówek H7 następuje mniejsza deformacja obrazu izoluksów, zasadniczo widać jedynie zwiększanie wartości. Ma to także związek z konstrukcją reflektora – łatwiejsze kształtowanie charakterystyk optycznych można uzyskać dla precyzyjnej żarówki jednowłóknowej H7. W przypadku żarówek H4 można zauważyć większe „deformacje” kształtu izoluksów. Większe rozmiary gabarytowe oraz inna zasada kształtowania wiązki świetlnej - odcięcie i częściowe odbicie ku górze dolnej części wiązki świetlnej przez metalowa przesłonkę – z pewnością wpływają na ograniczenie możliwości optymalizacji bryły fotometrycznej i zmniejszone wartości „przyrostu” maksimum, w zamian za relatywnie większy efektywny strumień świetlny, ale też odpowiednio większy „przyrost” olśnienia.

Dla wszystkich żarówek +...% wiązka świetlna zachowuje cechy dobrego rozsyłu światłości reflektora. Wynika to niewątpliwie ze zmniejszonych rozmiarów geometrycznych żarników i dużej precyzji ich wykonania.

Warto też zauważyć, że żarówki „zwykłe”, a szczególnie o przedłużonej trwałości miały nieco gorsze właściwości od żarówki odniesienia.

Jednocześnie należy podkreślić duże zróżnicowanie właściwości wiązki świetlnej reflektorów dla żarówek z bardzo zbliżonymi oznaczeniami reklamowymi. Świadczy to w rzeczywistości o przypadkowym i nieprzewidywalnym charakterze właściwości wiązki świetlnej reflektora względem zakupionej żarówki +...%, ale także innych. Istotny wpływ na uzyskane wyniki mogą mieć także właściwości reflektora użytego do badań. Ze względu na bardzo duże zróżnicowanie technik projektowania i wykonywania reflektorów nie istnieją uniwersalne narzędzia i przesłanki do uogólnionej analizy wpływu konkretnego rozwiązania żarówki na uogólnioną „poprawę” jakości świecenia reflektora.

Do pomiarów wykorzystano analizator światła AS, który umożliwia szybki pomiar rozkładu natężenia oświetlenia wiązki świetlnej reflektorów w warunkach warsztatowych. W zasadzie jedynie pomiar tego typu urządzeniem reflektora zainstalowanego na pojeździe z konkretną żarówką pozwala mieć pewność dotyczącą rzeczywistej jakości oświetlenia eksploatowanego pojazdu „tu i teraz”, z uwzględnieniem wpływu konkretnej żarówki.

6. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

- Badania porównawcze żarówek wskazują na to, że żarówki +...% są żarówkami co najmniej zachowującymi dobre parametry podstawowe, z możliwością poprawienia oświetlenia drogi, jednak o wartości znacznie mniejsze niż sugerowałaby to informacja na opakowaniu.
- Właściwości te są zróżnicowane i niejednorodne w aspekcie porównań pomiędzy różnymi żarówkami różnych producentów, pomimo zbliżonych oznaczeń.
- Można dostrzec ilościowe różnice pomiędzy żarówkami dwuwłóknowymi (H4) i jednowłóknowymi (H7).
- Równoległe z polepszeniem oświetlenia następuje wzrost olśnienia, choć nie są to wartości ani proporcjonalne, ani jednorodne.
- Wadą żarówek +...% jest skrócona żywotność i wyższa cena.
- Moc pobierana jest bliska deklarowanej nominalnej mocy z dużą dokładnością.
- Przy obecnym systemie badań eksploatacyjnych oświetlenia pojazdów nabywca żarówki nie ma narzędzi mogących pomóc mu zweryfikować właściwości żarówki i racjonalnie dokonać wyboru. Może kierować się jedynie ceną lub zaufaniem do marki i informacjami reklamowymi.
- Jedyną miarodajną metodą oceny jakości wiązki świetlnej reflektorów, w tym wpływu konkretnej zainstalowanej żarówki są szczegółowe pomiary fotometryczne np. za pomocą analizatora świateł.

LITERATURA

1. Regulamin homologacyjny EKG ONZ nr 112
2. Regulamin homologacyjny EKG ONZ nr 98
3. Regulamin homologacyjny EKG ONZ nr 123
4. Regulamin homologacyjny EKG ONZ nr 37
5. Targosiński T. Rozprawa doktorska "Metoda oceny reflektorów pojazdów przy użyciu analizatorów obrazu" Białystok 2000

A COMPARATIVE TEST OF AUTOMOTIVE HEADLAMP BULBS

Tomasz TARGOSIŃSKI

ABSTRACT *Market offer many varieties of car headlight bulbs. Theoretically, the parameters are specified by type approval requirements. In recent years, increased and extended the offer of halogen bulbs defined by the manufacturers as offering "more light" e.g. +30%, +90% etc. These bulbs are type approved, but structurally slightly different from conventional light bulbs. This paper describes comparative tests of this type of bulbs of the various manufacturers and headlight beam characteristics produced using such bulbs. The tests was performed using the headlights analyzer AS, and they concerned the beam performance, which have changed with the tested bulb.*

Keywords: *headlamps, filament lamps, beam pattern*

Dr inż. Tomasz TARGOSIŃSKI jest adiunktem i ekspertem oświetlenia samochodowego w Instytucie Transportu Samochodowego w Warszawie. Jego obszar działalności to szeroko rozumiane oświetlenie w technice motoryzacyjnej, percepcja wzrokowa, bezpieczeństwo ruchu drogowego, oceny i ekspertyzy. Był kierownikiem homologacyjnego laboratorium fotometrycznego. Jest przedstawicielem Polski i ekspertem w organizacjach międzynarodowych takich jak GRE EKG ONZ, GTB, CIE TC4-45. Wykonał pionierskie prace i wdrożenia dotyczące stosowania czujników obrazu do pomiarów oświetlenia. Wynalazca.