

doi:10.15199/48.2016.09.38

## Wpływ regeneracji klosza i odbłyśnika reflektora na właściwości fotometryczne światła mijania

**Streszczenie.** W publikacji zostały przedstawione wyniki badań fotometrycznych dwóch wybranych typów reflektorów, po około dziesięcioletniej normalnej eksploatacji pojazdów, po wykonaniu regeneracji odbłyśnika oraz klosza. Badania te są próbą uzyskania odpowiedzi na pytanie, czy regeneracja powoduje faktycznie poprawę, czy też może dalsze pogorszenie parametrów fotometrycznych reflektora?

**Abstract.** The publication presented the results of photometric measurements of two selected types of headlamps, after about ten years of normal exploitation of the vehicle, after the regeneration of the lens and reflector. This study is an attempt to answer the question of whether the regeneration will actually improve or whether it can further deteriorate a photometric performance of a headlamp?  
(The effect of regeneration of headlamp lens and reflector on photometric properties of passing light).

**Słowa kluczowe:** światło mijania, eksploatacja pojazdów, oświetlenie samochodowe.

**Keywords:** passing light, vehicle exploitation, vehicle lighting.

### Wstęp

Od momentu rozpoczęcia eksploatacji pojazdu rozpoczyna się powolny proces starzenia elementów jego wyposażenia, w tym także układu optycznego reflektora. Klosze lamp, zwykle wykonywane z tworzywa sztucznego, ulegają stopniowemu matowieniu, a powierzchnie odbłyśnika, wykonane z warstwy napyłonego aluminium, ulegają degradacji. Czynniki te powodują rozpraszanie światła i zmniejszenie strumienia świetlnego emitowanego na drogę [1], co w połączeniu ze zjawiskiem „rozmycia” granicy światła i cienia, znacznie pogarsza jakość oświetlenia drogi oraz może powodować oślepianie innych uczestników ruchu drogowego. Niestety podczas okresowego badania diagnostycznego pojazdu, przy użyciu obecnie stosowanych urządzeń, diagnosta nie jest w stanie wykryć tego typu nieprawidłowości. Kontrola ogranicza się zwykle do sprawdzenia działania świateł i korekty ustawienia granicy światła i cienia świateł mijania, pomimo że istnieją już urządzenia diagnostyczne umożliwiające ich dokładną analizę [5, 6].

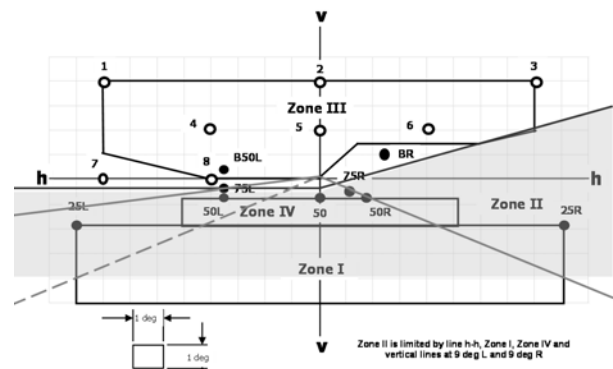
Obecnie istnieje możliwość wykonania tzw. regeneracji używanych reflektorów samochodowych. Polega ona zwykle na ponownym napyleniu warstwy odbijającej światło w odbłyśniku oraz wypolerowaniu klosza z tworzywa sztucznego. Tego typu praktyki są zwykle stosowane przez właścicieli kilkunastoletnich pojazdów, w których nastąpiło, widoczne gołym okiem, znaczne pogorszenie stanu elementów układu optycznego reflektora. Istnieją nawet firmy usługowe prowadzące działalność w tym zakresie.

### Badania fotometryczne

Do pomiarów fotometrycznych wykorzystano typową dla urządzeń oświetleniowych pojazdów, goniometryczną metodę pomiaru światłości, zgodnie z wymaganiami Regulaminu nr 112 ONZ [2]. Pomiarów wykonano w typowych punktach i obszarach pomiarowych badanych w procesie homologacji reflektorów z halogenowym źródłem światła. W każdym badanym reflektorze użyto tej samej żarówki wzorcowej kategorii H7, zasilanej napięciem, przy którym wytwarza ona odniesieniowy strumień świetlny (1500lm). Do badań zastosowano również matrycowy miernik luminancji [3, 4], umożliwiający zobrazowanie i porównanie zmian rozkładów światła w perspektywie oświetlanej drogi (obraz w trybie „falsecolors” Rys. 2-9).

Obiektem badań były dwa typy homologowanych reflektorów, powszechnie stosowanych w pojazdach osobowych. Reflektor nr 1 był używany na pojeździe, przez około 11 lat (przebieg pojazdu ok. 170 tys. km), a reflektor

nr 2, w okresie ok. 10 lat (przebieg pojazdu 172 tys. km). Do badań porównawczych wykorzystano również fabrycznie nowe egzemplarze reflektorów tego samego typu. Wzrokowa ocena stanu obydwu reflektorów wykazała większe zużycie eksploatacyjne klosza i odbłyśnika w reflektorze nr 1.



Rys.1. Obszary i punkty pomiarowe dla świateł mijania [2]

### Badania reflektora po amatorskiej regeneracji klosza

Pierwszym etapem badań było wykonanie regeneracji reflektorów, polegającej na wypolerowaniu klosza z tworzywa sztucznego. Obecnie na forach internetowych można znaleźć wiele opisów i instrukcji wykonania samodzielnej regeneracji klosza reflektora samochodowego. Regeneracja taka polega głównie na zastosowaniu drobnoziarnistego papieru ściernego, o gradacji ziarna powyżej 1200, i ręcznym wyszlifowaniu klosza na mokro, a następnie na mechanicznym wypolerowaniu powierzchni samochodową pastą polerską. Powyższa procedura została zastosowana w obydwu badanych reflektorach. Wyniki pomiarów fotometrycznych reflektorów używanych przed i po amatorskiej regeneracji przedstawiono w tabeli nr 1 i na rys. 3 i 7. Pogrubioną czcionką oznaczono wartości niespełniające wymagań homologacyjnych. W tabeli podano także procentowe wartości różnicy względnej między wartościami uzyskanymi w poszczególnych punktach i obszarach pomiarowych dla reflektora używanego oraz po regeneracji (wartości ujemne oznaczają spadek światłości, wartości dodatnie oznaczają wzrost światłości).

Wygląd kloszy obydwu reflektorów po regeneracji uległ widocznej poprawie tj. zaobserwowano zwiększenie przezroczystości klosza (zmniejszenie zmatowienia). Stwier-

dzono także poprawę rozsyłu światłości obydwu reflektorów, tj. wartości niespełniające wymagań przed regeneracją, teraz spełniły wymagania homologacyjne, ale tylko w obszarze poniżej granicy światła i cienia. Ponadto, w obydwu reflektorach, powyżej granicy światła i cienia (obszar III i punkt B50L) nastąpiło dalsze pogorszenie oświetlenia. Zatem, amatorska regeneracja klosza spowodowała niewielką poprawę oświetlenia obszaru drogi, głównie ze względu na zwiększenie współczynnika przepuszczania kloszy. Jednocześnie, nadal występujące zmatowienie kloszy, przyczyniło się do rozproszenia większej ilości przepuszczanego światła, skutkujące między innymi silniejszym oślepieniem kierowców jadących z przeciwka.

#### Badania reflektora po firmowej regeneracji klosza

Kolejnym etapem badań było wykonanie regeneracji klosza reflektorów w firmie, która odpłatnie świadczy takie usługi. Koszt usługi regeneracji klosza dla dwóch sztuk reflektorów wyniósł około 350zł.

Zastosowano następującą procedurę regeneracji:

- wstępne polerowanie mechaniczne powierzchni zewnętrznej klosza emulsją polerską o gradacji ziaren 30-60  $\mu\text{m}$ ,
- polerowanie mechaniczne emulsją polerską o gradacji ziaren 15  $\mu\text{m}$ ,
- końcowe polerowanie mechaniczne emulsją polerską o gradacji ziaren 9  $\mu\text{m}$ ,
- polerowanie mechaniczne filcem i pastą polerską,
- polerowanie mechaniczne gąbką,
- nałożenie warstwy ochronnej z filtrem UV.

Wyniki pomiarów fotometrycznych reflektorów używanych przed i po firmowej regeneracji przedstawiono w tabeli nr 2 i na rys. 4, 8. W obydwu reflektorach stwierdzono spełnienie wymagań homologacyjnych we wszystkich punktach i obszarach. Zatem, można stwierdzić, że prawidłowe wykonanie polerowania powierzchni klosza reflektorów przyczyniło się do przywrócenia ich wartości światłości do stanu zbliżonego do fabrycznie nowych reflektorów

Tabela nr 1 Wyniki pomiarów światłości [cd] reflektorów używanych i po amatorskiej regeneracji klosza

Punkty pomiarowe	Wymaganie R112 [cd]	Reflektor nr1 używany	Reflektor nr1 regenerowany	$\Delta$ [%]	Reflektor nr2 używany	Reflektor nr2 regenerowany	$\Delta$ [%]
B50L	$\leq 350$	<b>708</b>	<b>1634</b>	131	<b>448</b>	<b>909</b>	103
BR	$\leq 1750$	1005	1998	99	535	1114	108
75R	$\geq 5100$	<b>2945</b>	6986	137	<b>4165</b>	6183	48
75L	$\leq 10600$	1310	2991	128	1260	2055	63
50L	$\leq 13200$	1685	4094	143	2389	3188	33
50R	$\geq 5100$	<b>4543</b>	10040	121	11150	13340	20
25L	$\geq 1250$	<b>1127</b>	3511	212	5202	6167	19
25R	$\geq 1250$	<b>1758</b>	4605	162	3860	5471	42
obszar III	$\leq 625$	<b>1269</b>	<b>2721</b>	114	<b>825</b>	<b>1942</b>	135
obszar IV	$\geq 1700$	<b>1267</b>	3901	208	2149	3327	55
obszar I	$\leq 17600$	4703	9945	111	14800	17806	20
1	-	269	442	64	183	248	36
2	-	376	723	92	253	363	43
3	-	270	521	93	217	333	53
1+2+3	$\geq 190$	915	1686	84	653	944	45
4	-	494	1016	106	279	494	77
5	-	601	1386	131	359	663	85
6	-	568	1247	120	374	707	89
4+5+6	$\geq 375$	1663	3649	119	1012	1864	84
7	$\geq 65$	684	1391	103	418	904	116
8	$\geq 125$	972	1975	103	507	1166	130

Tabela nr 2 Wyniki pomiarów światłości [cd] reflektorów używanych i po „firmowej” regeneracji klosza

Punkty pomiarowe	Wymaganie R112 [cd]	Reflektor nr1 używany	Reflektor nr1 regenerowany	$\Delta$ [%]	Reflektor nr2 używany	Reflektor nr2 regenerowany	$\Delta$ [%]
B50L	$\leq 350$	<b>708</b>	314	-56	<b>448</b>	290	-35
BR	$\leq 1750$	1005	339	-66	535	301	-44
75R	$\geq 5100$	<b>2945</b>	9322	217	<b>4165</b>	9766	134
75L	$\leq 10600$	1310	1360	4	1260	1691	34
50L	$\leq 13200$	1685	4262	153	2389	3618	51
50R	$\geq 5100$	<b>4543</b>	19310	325	11150	16040	44
25L	$\geq 1250$	<b>1127</b>	4234	276	5202	7955	53
25R	$\geq 1250$	<b>1758</b>	7873	348	3860	4002	4
obszar III	$\leq 625$	<b>1269</b>	553,6	-56	<b>825</b>	445	-46
obszar IV	$\geq 1700$	<b>1267</b>	3785	199	2149	3221	50
obszar I	$\leq 17600$	4703	21850	365	14800	23364	58
1	-	269	115	-57	183	169	-8
2	-	376	137	-64	253	234	-8
3	-	270	143	-47	217	188	-13
1+2+3	$\geq 190$	915	396	-57	653	591	-9
4	-	494	196	-60	279	229	-18
5	-	601	244	-59	359	262	-27
6	-	568	242	-57	374	264	-29
4+5+6	$\geq 375$	1663	682	-59	1012	756	-25
7	$\geq 65$	684	291	-57	418	319	-24
8	$\geq 125$	972	380	-61	507	414	-18

### Badania reflektora po firmowej regeneracji odbłyśnika

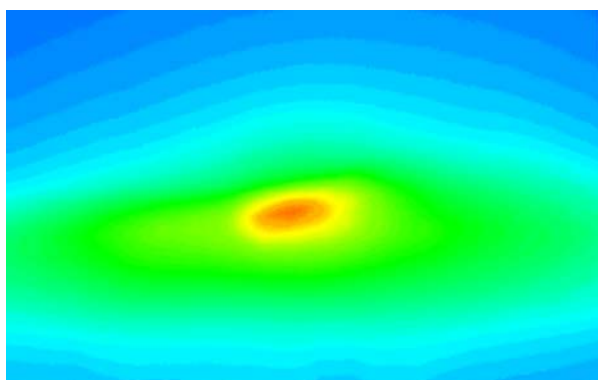
Pomimo uzyskania zadowalających wyników już po samej regeneracji kloszy badanych reflektorów, w dalszym

etapie badań wykonano jeszcze regenerację odbłyśników, polegającą na wyczyszczeniu sprężonym powietrzem wnętrza reflektora i ponownym napyleniu warstwy aluminium na powierzchni odbłyśnika. Koszt usługi regeneracji odbłyśnika dla dwóch reflektorów wyniósł ok. 600zł. Wyniki pomiarów fotometrycznych reflektorów

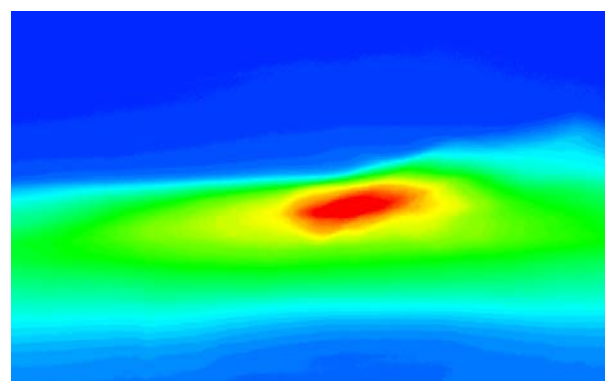
przedstawiono w tabeli nr 3 i na rys. 5, 9. Regeneracja odbłyśnika spowodowała w obydwu reflektorach przekroczenie wartości dopuszczalnej w punkcie B50L, a ponad to w reflektorze nr 1 także przekroczenie dopuszczalnej wartości w obszarze III. Zatem, wykonanie regeneracji odbłyśnika w pewnym sensie pogorszyło stan oświetlenia. Prawdopodobnie jest to spowodowane zastosowaniem innych parametrów metalizacji od zastosowanych w fabrycznym procesie produkcji reflektora.

Tabela nr 3 Wyniki pomiarów światłości [cd] reflektorów używanych i po „firmowej” regeneracji odbłyśnika

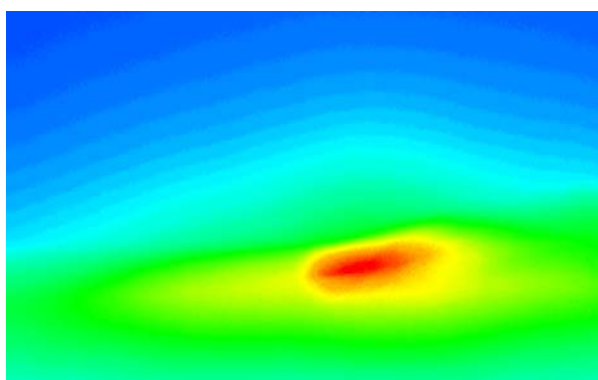
Punkty pomiarowe	Wymaganie R112 [cd]	Reflektor nr1 używany	Reflektor nr1 regenerowany	$\Delta$ [%]	Reflektor nr2 używany	Reflektor nr2 regenerowany	$\Delta$ [%]
B50L	$\leq 350$	<b>708</b>	<b>585</b>	-17	<b>448</b>	<b>350</b>	-22
BR	$\leq 1750$	1005	528	-47	535	373	-30
75R	$\geq 5100$	<b>2945</b>	16630	465	<b>4165</b>	7225	73
75L	$\leq 10600$	1310	3734	185	1260	1501	19
50L	$\leq 13200$	1685	8920	429	2389	3361	41
50R	$\geq 5100$	<b>4543</b>	21580	375	11150	15590	40
25L	$\geq 1250$	<b>1127</b>	8017	611	5202	7495	44
25R	$\geq 1250$	<b>1758</b>	6161	250	3860	5221	35
obszar III	$\leq 625$	<b>1269</b>	<b>1237</b>	-3	<b>825</b>	568	-31
obszar IV	$\geq 1700$	<b>1267</b>	8542	574	2149	3208	49
obszar I	$\leq 17600$	4703	27785	491	14800	22081	49
1	-	269	178	-34	183	168	-8
2	-	376	223	-41	253	235	-7
3	-	270	167	-38	217	189	-13
1+2+3	$\geq 190$	915	568	-38	653	593	-9
4	-	494	357	-28	279	221	-21
5	-	601	373	-38	359	250	-30
6	-	568	356	-37	374	278	-26
4+5+6	$\geq 375$	1663	1086	-35	1012	749	-26
7	$\geq 65$	684	594	-13	418	432	3
8	$\geq 125$	972	760	-22	507	517	2



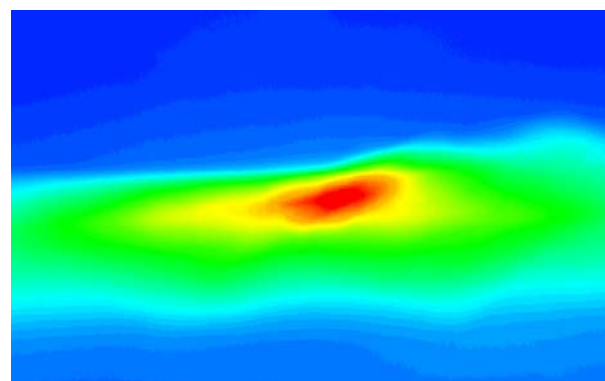
Rys.2. Obraz rozkładu luminancji na pionowym ekranie, reflektora nr 1 używanego (linia szara - perspektywa drogi, linia czerwona – położenie granicy światła i cienia).



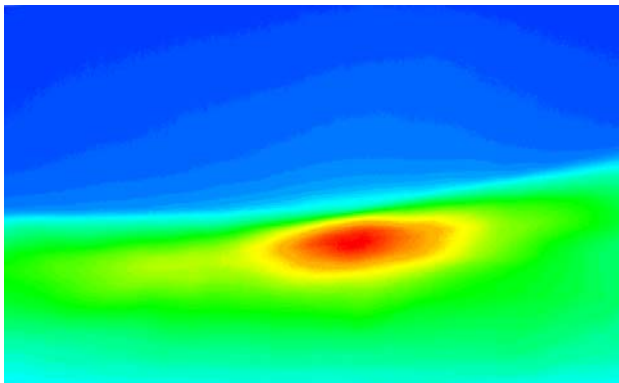
Rys.4. Obraz rozkładu luminancji na pionowym ekranie, reflektora nr 1 używanego po firmowej regeneracji klosza.



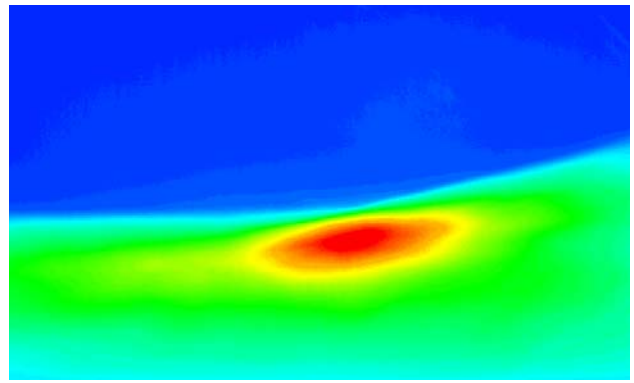
Rys.3. Obraz rozkładu luminancji na pionowym ekranie, reflektora nr 1 używanego po amatorskiej regeneracji klosza.



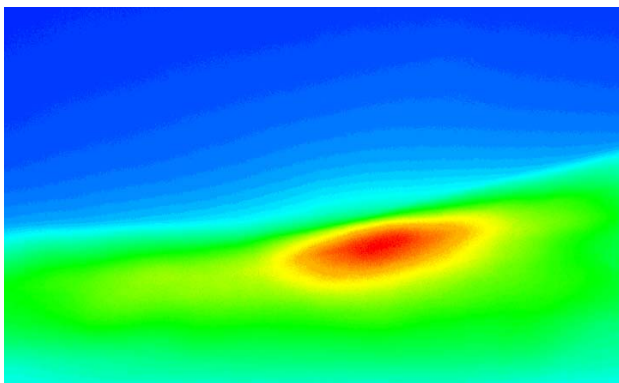
Rys.5. Obraz rozkładu luminancji na pionowym ekranie, reflektora nr 1 używanego po firmowej regeneracji klosza i odbłyśnika.



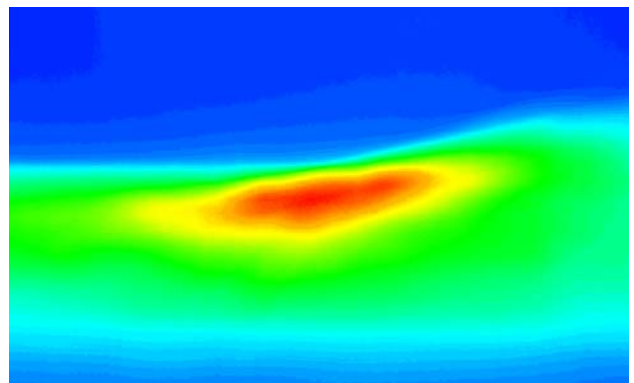
Rys.6. Obraz rozkładu luminancji na pionowym ekranie, reflektora nr 2 używanego.



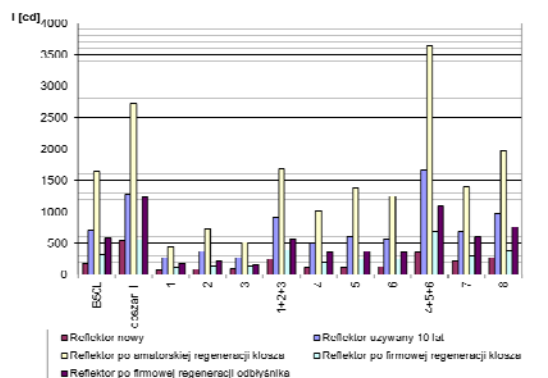
Rys.8. Obraz rozkładu luminancji na pionowym ekranie, reflektora nr 2 używanego po firmowej regeneracji klosza



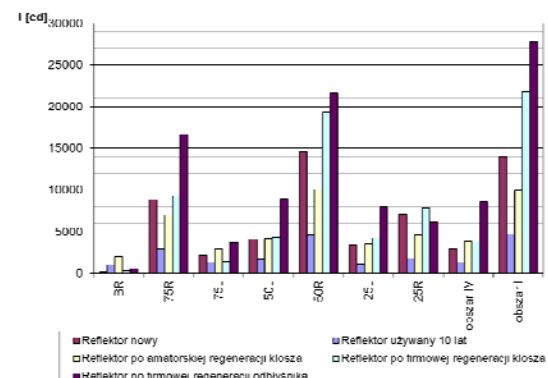
Rys.7. Obraz rozkładu luminancji na pionowym ekranie, reflektora nr 2 używanego, po amatorskiej regeneracji klosza.



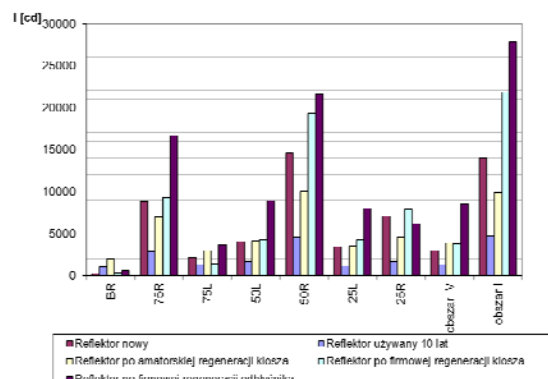
Rys.9. Obraz rozkładu luminancji na pionowym ekranie, reflektora nr 2 używanego po firmowej regeneracji klosza i odbłyśnika.



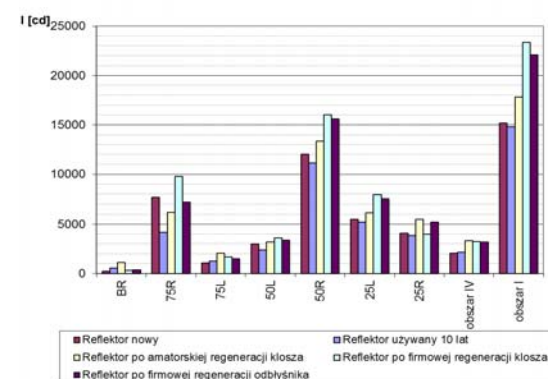
Rys.10. Światłości reflektora nr 1 w punktach i obszarach powyżej oraz poniżej granicy światła i cienia.



Rys.12. Światłości reflektora nr 2 w punktach i obszarach powyżej oraz poniżej granicy światła i cienia.



Rys.11. Światłości reflektora nr 1 w punktach i obszarach powyżej oraz poniżej granicy światła i cienia.



Rys.13. Światłości reflektora nr 2 w punktach i obszarach poniżej granicy światła i cienia.

Na rysunkach 10-13 zestawiono zmierzone wartości światłości w badanych obszarach i punktach pomiarowych reflektorów, z podziałem na strefy: poniżej oraz powyżej granicy światła i cienia.

## Wnioski

Regeneracja używanych reflektorów samochodowych, polegająca zwykle na wypolerowaniu klosza z tworzywa sztucznego oraz ewentualnie na ponownym napyleniu warstwy odbijającej światło w odbłyśniku, zwykle stosowana jest przez właścicieli kilkunastoletnich pojazdów, w których nastąpiło, widoczne gołym okiem, znaczne pogorszenie stanu elementów układu optycznego reflektora, a co za tym idzie wyraźnie zauważalne niedostateczne oświetlenie drogi.

Na podstawie uzyskanych wyników porównawczych pomiarów fotometrycznych reflektorów nowych, używanych [1] oraz po regeneracji, stwierdzono, że:

- wzrokowa ocena stanu układu optycznego obydwu reflektorów używanych w czasie około 10 lat wykazała większe zużycie eksploatacyjne klosza w reflektorze nr 1,
- w obydwu reflektorach, stwierdzono istotne pogorszenie oświetlenia tj. za małe wartości światłości poniżej granicy światła i cienia (niedostateczne oświetlenie obszaru drogi) oraz za duże wartości światłości powyżej granicy światła i cienia (oślepienie kierowców jadących z przeciwka), wynikające z rozpraszania światła na elementach układu optycznego,
- amatorsko wykonana regeneracja kloszy reflektorów spowodowała niewielką poprawę oświetlenia w obszarze drogi, natomiast znacznie pogorszyła oświetlenie w obszarze powyżej granicy światła i cienia, co może przyczynić się do jeszcze silniejszego oślepienia kierowców jadących z przeciwka,
- regeneracja kloszy reflektorów w wyspecjalizowanej firmie spowodowała istotną poprawę oświetlenia i reflektory znowu spełniały wymagania homologacyjne,
- regeneracja odbłyśnika reflektorów w wyspecjalizowanej firmie spowodowała częściową poprawę oświetlenia, ale tylko w obszarze drogi oraz pogorszenie oświetlenia w obszarze powyżej granicy światła i cienia tj. ponownie zostały przekroczone dopuszczalne wartości.

Powyższe wnioski pokazują, że w zależności od zastosowanej metody regeneracji można uzyskać bardzo różne rezultaty, począwszy od zakładanej poprawy stanu oświetlenia jak i dalszego pogorszenia. Widoczna poprawa stanu układu optycznego, jak to miało miejsce po amatorskiej regeneracji klosza, nie zawsze oznacza

poprawę oświetlenia drogi. Podobnie, regeneracja odbłyśnika, przy braku wiedzy o zastosowanych w procesie produkcji reflektora parametrach metalizacji, można uzyskać bardzo różne wyniki. Z przeprowadzonych doświadczeń wynika jednoznacznie, że efekty regeneracji danego reflektora, niezależnie od jej zakresu, powinny być zawsze sprawdzane w laboratorium, przed dopuszczeniem do ruchu. Należałoby zatem opracować i wdrożyć odpowiednie procedury regeneracji i kontroli świateł. Zasadne byłoby również wprowadzenie dodatkowego oznakowania reflektorów regenerowanych, co pozwoli na uniknięcie sytuacji wykonania ponownej regeneracji danego egzemplarza. Kolejnym zagadnieniem do zbadania jest również trwałość regenerowanych elementów, ponieważ, po kilkumiesięcznym okresie eksploatacji klosza po „firmowej regeneracji”, zaobserwowano liczne pęknięcia w strukturze tworzywa sztucznego. Zużyty reflektor regenerowany należałoby ostatecznie wycofać z użytku.

**Autorzy:** dr inż. Piotr Kaźmierczak,

(1) Instytut Transportu Samochodowego, Zakład Homologacji i Badań Pojazdów, ul. Jagiellońska 80, 03-301 Warszawa, E-mail: piotr.kaźmierczak@its.waw.pl,

(2) Uczelnia Techniczno-Handlowa im. Heleny Chodkowskiej, Katedra Transportu i Logistyki, ul. Jagiellońska 82, 03-301 Warszawa

## LITERATURA

- [1] Kaźmierczak P., Badania fotometryczne reflektorów samochodowych po 10 latach eksploatacji, *Przegląd Elektrotechniczny*, (2014), nr.8, 61-64
- [2] UN Regulation No. 112, Uniform provisions concerning the approval of motor vehicle headlamps emitting an asymmetrical passing beam or a driving beam or both and equipped with filament lamps and/or light-emitting diode (LED) modules.
- [3] Kaźmierczak P., Adaptacja cyfrowego aparatu fotograficznego do pomiarów luminancji, *Przegląd Elektrotechniczny*, (2007), nr.5, 53-56
- [4] Močko W., Kaźmierczak P., Calculation of photometric quantities based on the image obtained from imaging element, *Academics Journals Electrical Engineering*, (2009), nr.59, 145-154
- [5] Targosiński T., Analizator plamy świetlnej reflektorów samochodowych – nowa jakość w badaniach eksploatacyjnych pojazdów, *Przegląd Elektrotechniczny* (2014), nr.1, 266-269
- [6] Stawowy M., Targosiński T., Lokalizacja granicy światła i cienia samochodowych świateł mijania przy użyciu komputerowej analizy obrazów, *Przegląd Elektrotechniczny*, (2013) nr9, 156