podkom. Paweł Lewandowski
nadkom. Krzysztof Fokt
LK KWP z s. w Radomiu

Wpływ niesprawności świateł mijania pojazdu na rozkład plamy świetlnej na przykładzie samochodu osobowego marki Skoda Fabia

Wstęp

Niniejszy artykuł stanowi kontynuację i uzupełnienie zamieszczonej w „Problemach Kryminalistyki" 277/2012 prezentacji dotyczącej badań wpływu niesprawności świateł mijania pojazdów na rozkład ich plam świetlnych. Przedstawiono w niej genezę, cel, założenia, warunki, przedmiot i środki badań. Z uwagi na techniczne ograniczenia druku we wskazanej wyżej prezentacji zawarto m.in. szczegółową analizę rozkładu plam świetlnych dwóch z trzech badanych pojazdów, tj. samochodów marki Volkswagen Transporter oraz Ford Focus. Pominięto natomiast szczegółowe badania przeprowadzone z użyciem samochodu marki Skoda Fabia, choć ujęto je w całościowym omówieniu ich wyników. Stąd też w niniejszym artykule, czyniąc zadość metodyce dokumentowania badań, dokonano brakującej szczegółowej prezentacji ich wyników dla samochodu marki Skoda Fabia.

Przebieg badań

Przed przystąpieniem do badań pojazdy (w tym przypadku samochody marki Skoda Fabia) poddano przeglądom technicznym w zakresie regulacji świateł i ciśnienia powietrza w kołach. Pomiarów rozkładu natężenia plam świetlnych świateł mijania pojazdów dokonano w odniesieniu do lewego i prawego reflektora z osobna oraz w odniesieniu do obu reflektorów jednocześnie przy trzech wartościach natężenia oświetlenia plam świetlnych, tj. 5, 10, 15 lx. W celu wyeliminowania ryzyka zmiany napięcia w instalacjach elektrycznych pojazdów (miałoby to bezpośrednie przełożenie na natężenie oświetlenia) pomiarów dokonywano przy włączonych silnikach samochodów pracujących na biegu jałowym. W trakcie pomiarów luksomierz pracował w trybie ciągłym. Ze względów technicznych głowicę miernika umieszczono około 5 cm nad powierzchnią asfaltową i zwrócono w kierunku świateł pojazdów.

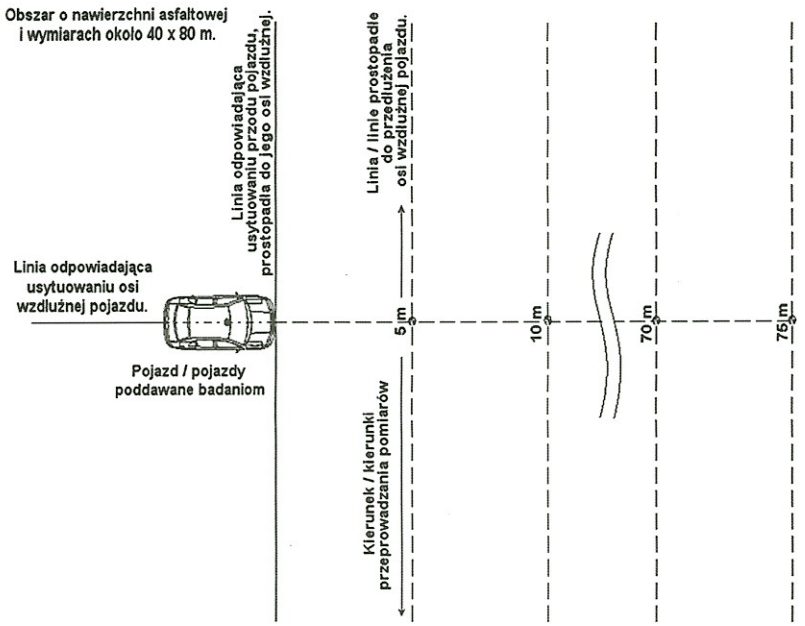
Pomiary wykonywane były co 5 m od przodów pojazdów, wzdłuż linii prostopadłych do przedłużenia ich osi wzdłużnych, tj. w lewo i w prawo od przedłużenia. W przypadku występowania granicy natężenia oświetlenia 5, 10, 15 lx plamy świetlnej pomiaru dokonywano w miejscu wystąpienia tej granicy (tym samym, jeżeli zaistniała taka konieczność, odstępowano od zasady pomiaru co 5 m). Schemat miejsca i sposobu przeprowadzania pomiarów przedstawiono na ryc. 1.

Wyniki pomiarów rozkładu granic plam świetlnych opracowano w formie tabelarycznej i graficznej. W poszczególnych komórkach tabel wyniki pomiarów odnotowano w następujący sposób:

- **„0,9"** – odległość granicy oświetlenia od przedłużenia osi wzdłużnej pojazdu o danym natężeniu i w danej odległości od jego przodu
- **„^0,9"** – odległość granicy oświetlenia od przedłużenia osi wzdłużnej pojazdu o danym natężeniu w danej odległości od jego przodu; jednocześnie wartość ta stanowi maksymalny zasięg plamy światła o konkretnym natężeniu
- **„0,9/1,8"** – dwie odległości granicy plamy świetlnej od przedłużenia osi wzdłużnej pojazdu o danym natężeniu w danej odległości od jego przodu; granice te występują po jednej stronie (z reguły prawej) przedłużenia osi wzdłużnej pojazdu
- **„–"** – brak pomiaru lub występowania granicy plamy świetlnej o konkretnej wartości natężenia oświetlenia, w konkretnej odległości od przodu pojazdu.

Graficznie wyniki pomiarów przedstawiono w formie diagramów przyjmujących postać I i IV ćwiartki kartezjańskiego układu współrzędnych. W oryginalnej dokumentacji z przebiegu badań na diagramach tych naniesiono odpowiadające konkretnym pomiarom punkty w układzie *x y*, przy czym *x* oznacza odległość od przodu pojazdu, natomiast y oznacza odległość od przedłużenia jego osi wzdłużnej na lewo lub na prawo ze znakiem –.

Z uwagi na znacznie rozbudowaną formę oryginalnej dokumentacji na potrzeby niniejszego artykułu graficzną jej formę ograniczono do zestawień diagramów bez naniesionych i wskazanych wyżej punktów (ryc. 4–5), których współrzędne można odczytać z tab. 1–3.



Ryc. 1. Schemat miejsca i sposobu przeprowadzania pomiarów
Fig. 1. *Location and manner of measurement taking*
Źródło (ryc. 1–6): autorzy

Badania świateł mijana samochodu marki Skoda Fabia

Skoda Fabia

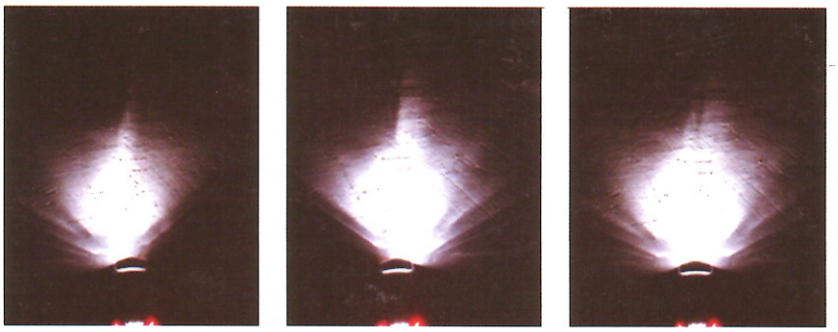
Rok produkcji:
2002;
Przebieg:
około 30 000 km;

Reflektory:
wielopowierzchniowe z gładkimi kloszami

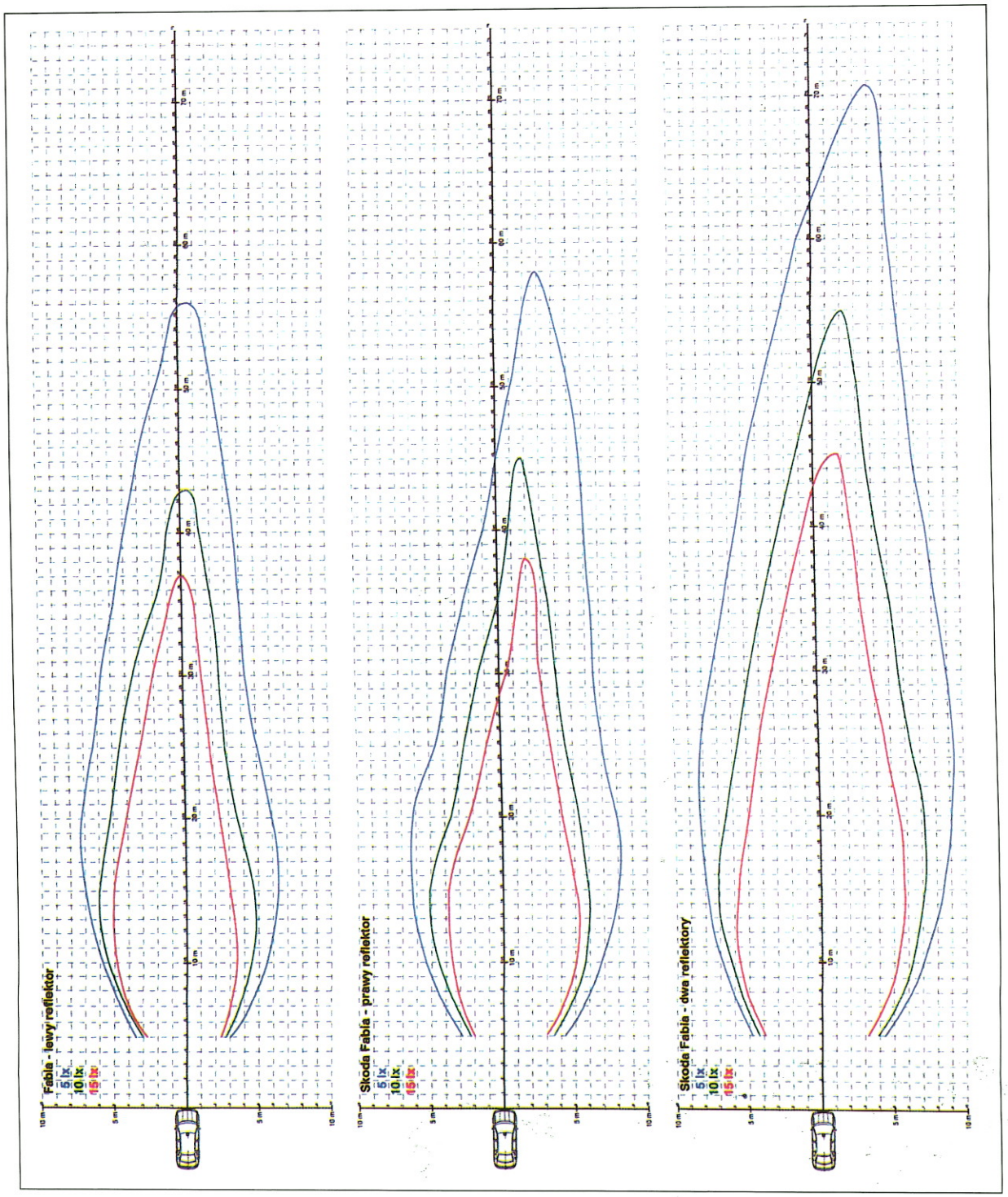
Źródła świateł mijania:
żarówki typu H7;
o mocy 55 watów;
okres eksploatacji około 9 miesięcy;

Oś wzdłużna reflektorów:
usytuowana na wysokości około 0,7 m.

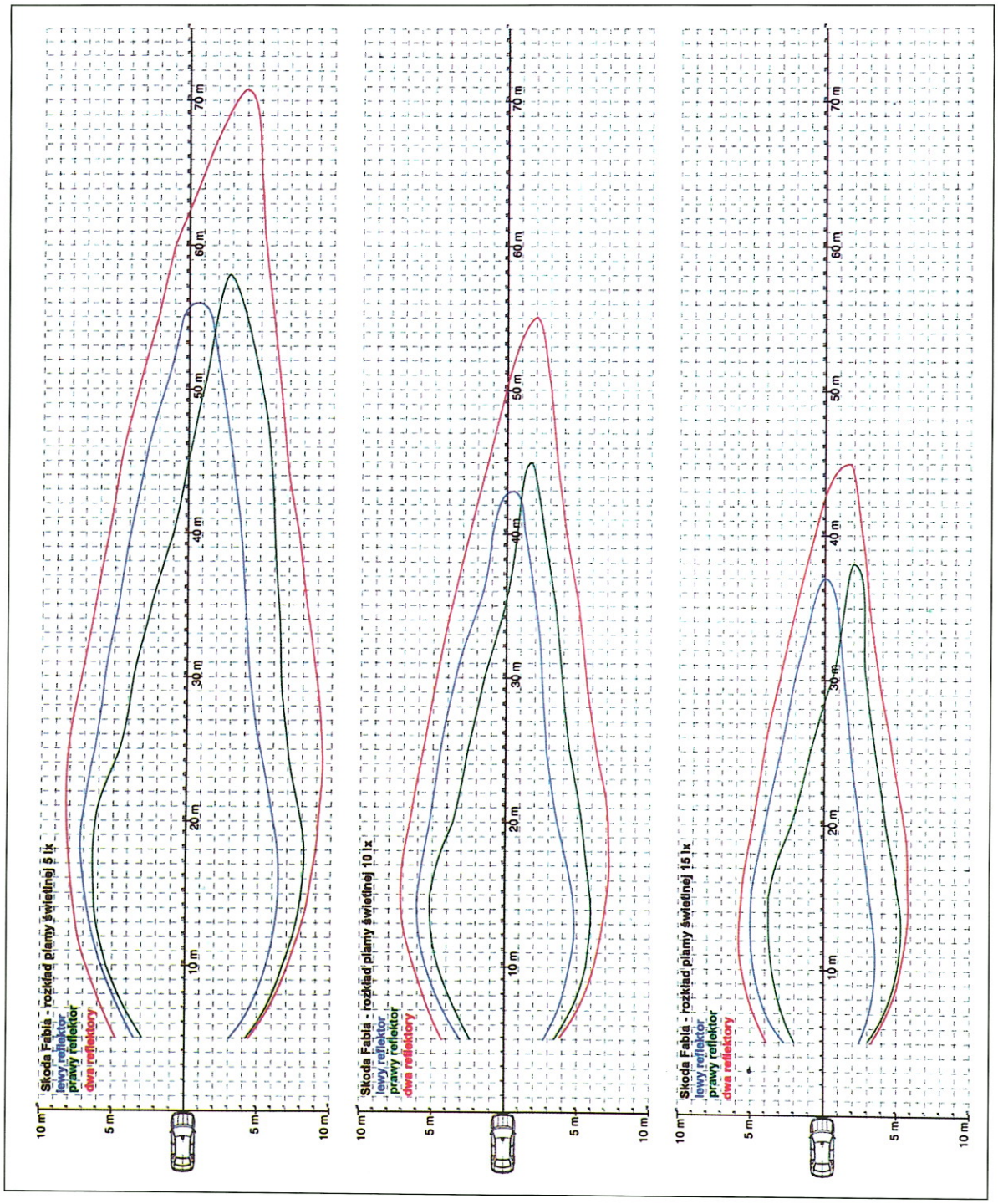
Ryc. 2. Charakterystyka techniczna samochodu marki Skoda Fabia
Fig. 2. *Technical parameters of Skoda Fabia*



Ryc. 3. Rozkład plam świetlnych samochodu marki Skoda Fabia – ujęcie z góry i z tyłu pojazdu (od lewej: lewego reflektora, prawego reflektora i dwóch reflektorów)
Fig. 3. *Distribution of light patches generated by Skoda Fabia – photographs taken from the top and rear of the vehicle (from left to right: left reflector, right reflector, both reflectors)*



Ryc. 4. Rozkład granic plam świetlnych o natężeniu 5, 10, 15 lx świateł mijania samochodu marki Skoda Fabia w zależności od świecącego reflektora (od góry: lewy reflektor, prawy reflektor, dwa reflektory)
Fig. 4. *Distribution of light patch limits (5, 10, 15 lx intensity) of Skoda Fabia dipped headlights depending on the reflector (from top: left reflector, right reflector, both reflectors)*



Rys. 5. Rozkład granic plam świetlnych świateł mijania lewego, prawego i dwóch reflektorów samochodu marki Skoda Fabia w zależności od natężenia oświetlenia (od góry: plama świetlna 5 lx, plama świetlna 10 lx, plama świetlna 15 lx)

Fig. 5. *Distribution of light patch limits of left, right and both Skoda Fabia reflectors depending on light intensity (from top: 5, 10, 15 lx)*

Tabela 1

Wyniki pomiarów rozkładu granic plam świetlnych o natężeniu 5, 10, 15 lx świateł mijania lewego reflektora samochodu marki Skoda Fabia

Results of measurements of light patch limits distribution (5, 10, 15 lx intensity) of Skoda Fabia left reflector dipped headlights

Lp.	5 lx	10 lx	15 lx	Odległość od przodu pojazdu [m]	15 lx	10 lx	5 lx
	Odległość granicy natężenia oświetlenia od przedłużenia osi wzdłużnej pojazdu (z lewej jej strony) [m]				Odległość granicy natężenia oświetlenia od przedłużenia osi wzdłużnej pojazdu (z prawej jej strony) [m]		
13	-	-	-	56	-	-	^0,6
12	0,5	-	-	55	-	-	1,5
11	1,7	-	-	50	-	-	2,3
10	3,0	-	-	45	-	-	3,1
9	-	-	-	43	-	^0,5	-
8	4,0	1,0	^0,0	40	^0,0	1,3	3,6
7	4,8	1,9	0,9	35	0,9	2,1	4,0
6	5,7	3,5	2,1	30	1,3	2,5	4,3
5	6,4	4,5	3,0	25	1,8	2,9	5,1
4	7,3	5,2	4,1	20	2,4	3,6	6,0
3	7,0	6,0	5,0	15	3,1	4,7	6,4
2	5,8	5,4	4,8	10	3,5	4,5	5,5
1	3,5	3,0	2,7	5	2,4	2,7	3,0

Źródło (tab. 1–4): opracowanie własne

Tabela 2

Wyniki pomiarów rozkładu granic plam świetlnych o natężeniu 5, 10, 15 lx świateł mijania prawego reflektora samochodu marki Skoda Fabia

Results of measurements of light patch limits distribution (5, 10, 15 lx intensity) of Skoda Fabia right reflector dipped headlights

Lp.	5 lx	10 lx	15 lx	Odległość od przodu pojazdu [m]	15 lx	10 lx	5 lx
	Odległość granicy natężenia oświetlenia od przedłużenia osi wzdłużnej pojazdu (z lewej jej strony) [m]				Odległość granicy natężenia oświetlenia od przedłużenia osi wzdłużnej pojazdu (z prawej jej strony) [m]		
13	-	-	-	58	-	-	^2,8
12	-	-	-	55	-	-	1,9/4,0
11	-	-	-	50	-	-	1,0/5,1
10	0,0	-	-	45	-	^1,8	5,8
9	1,0	-	-	40	-	0,8/2,7	6,0
8	-	-	-	38	^1,9	-	-
7	2,5	0,0	-	35	1,3/2,7	3,5	6,3
6	3,7	1,4	-	30	0,5/2,8	4,0	6,5
5	4,6	2,5	1,0	25	3,4	4,5	7,0
4	6,2	3,5	2,3	20	4,2	5,4	7,9
3	6,3	5,1	3,8	15	5,0	6,0	8,0
2	5,4	4,5	3,5	10	5,0	5,7	6,7
1	2,9	2,3	2,0	5	3,0	3,5	4,2

Tabela 3

Wyniki pomiarów rozkładu granic plam świetlnych o natężeniu 5, 10, 15 lx świateł mijania obu reflektorów samochodu marki Skoda Fabia

Results of measurements of light patch limits distribution (5, 10, 15 lx intensity) of Skoda Fabia both reflectors dipped headlights

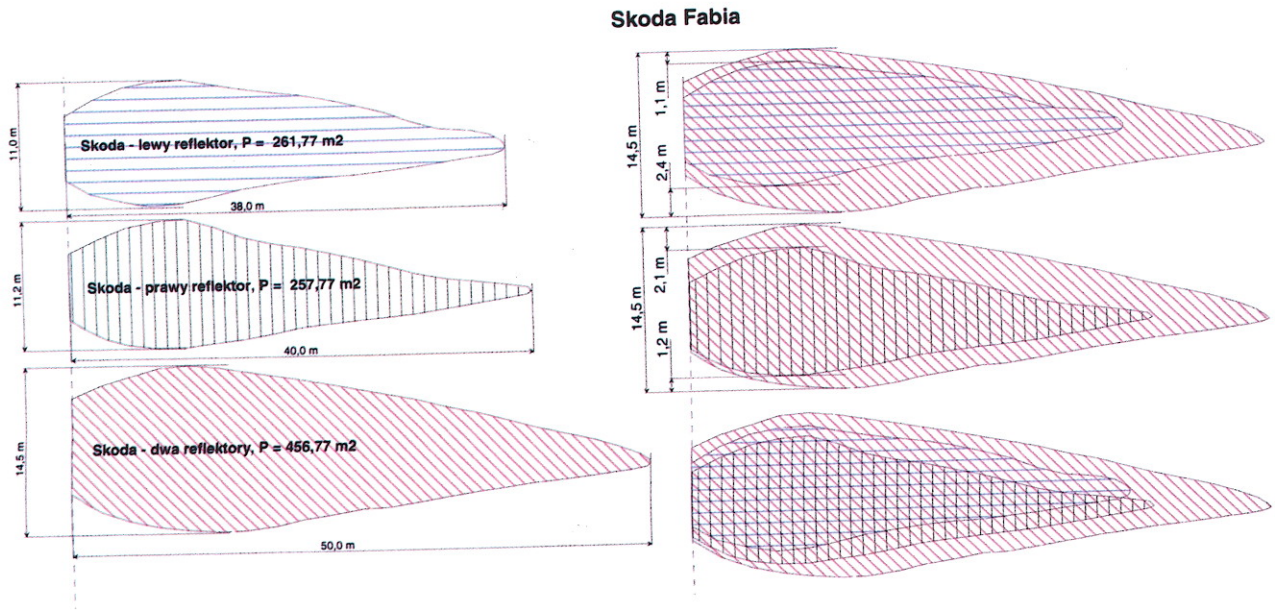
Lp.	Odległość granicy natężenia oświetlenia od przedłużenia osi wzdłużnej pojazdu (z lewej jej strony) [m]			Odległość od przodu pojazdu [m]	Odległość granicy natężenia oświetlenia od przedłużenia osi wzdłużnej pojazdu (z prawej jej strony) [m]		
	5 lx	10 lx	15 lx		15 lx	10 lx	5 lx
14	-	-	-	70	-	-	^3,8
13	-	-	-	65	-	-	0,9/4,9
12	1,1	-	-	60	-	-	5,3
11	2,2	-	-	55	-	^2,1	5,8
10	3,5	0,0	-	50	-	3,1	6,3
9	4,7	1,3		45	^1,7	3,6	6,8
8	5,5	2,5	0,7	40	2,6	4,2	7,6
7	6,4	3,7	1,9	35	3,1	5,1	8,2
6	7,3	4,7	3,0	30	3,8	5,6	8,9
5	8,2	5,6	4,1	25	4,7	6,3	9,3
4	8,3	6,5	4,8	20	5,5	7,2	9,0
3	7,9	7,1	5,6	15	5,9	7,1	8,4
2	6,9	6,2	5,6	10	5,3	6,2	7,0
1	4,8	4,3	3,9	5	3,3	3,8	4,3

Omówienie wyników badań

Z danych literaturowych[1] wynika, że w warunkach ograniczonej widoczności, szczególnie w nocy, kierujący samochodem ma możliwość zauważenia nieoświetlonej przeszkody na obszarze, w którym występuje natężenie oświetlenia nie mniejsze niż 10 lx. Uwzględniając powyższe, omówienie wyników pomiarów dla samochodu marki Skoda Fabia ograniczono do granic obszaru oświetlenia o natężeniu 10 lx[2].

Przeprowadzone pomiary rozkładu natężenia oświetlenia samochodu marki Skoda Fabia (10 lx) wykazały, że:

- zasięg plamy oświetlenia obszaru o natężeniu 10 lx wynosił:
  - dla lewego reflektora – 43,0 m
  - dla prawego reflektora – 45,0 m
  - dla dwóch reflektorów – 55,0 m
- obszar najszerszej plamy występował w odległości około 10–16 m przed przodem pojazdu i wynosił odpowiednio:
  - dla lewego reflektora – 11,0 m
  - dla prawego reflektora – 11,2 m
  - dla dwóch reflektorów – 14,5 m
- w odległości powyżej 20 m od przodu pojazdu plamy ulegały zwężeniom z jednoczesnym narastaniem asymetryczności ich rozkładu (z przewagą na prawą stronę)
- zewnętrzna granica plamy świetlnej tylko jednego reflektora sięgała dalej w tę stronę, po której znajdował się działający reflektor, niż granica występująca po tej samej stronie, ale reflektora znajdującego się po przeciwnej stronie; np. lewa granica plamy oświetlenia tylko lewego reflektora występowała dalej od przedłużenia osi wzdłużnej pojazdu niż lewa granica oświetlenia tylko prawego reflektora
- zewnętrzna granica plamy świetlnej konkretnego reflektora nie stanowi zewnętrznej granicy plamy świetlnej dwóch reflektorów; np. lewa granica plamy świetlnej dwóch reflektorów występuje w dalszej odległości od przedłużenia osi wzdłużnej pojazdów niż lewa granica plamy świetlnej tylko lewego reflektora – podobnie po prawej stronie pojazdu, tj. prawa granica plamy świetlnej dwóch reflektorów występuje w dalszej odległości od przedłużenia osi wzdłużnej pojazdów niż prawa granica plamy świetlnej tylko prawego reflektora
- plama świetlna prawego reflektora sięgała dalej niż plama świetlna lewego reflektora, ale zasięg plamy prawego reflektora nie był jednocześnie zasięgiem plamy świetlnej obu reflektorów; zasięg wzdłużny plamy świetlnej obu reflektorów był większy niż tylko prawego reflektora.



Ryc. 6. Kompleksowe zestawienie plam świetlnych o natężeniu 10 lx z analizą wzajemnych relacji lewego, prawego i dwóch reflektorów samochodu marki Skoda Fabia

Fig. 6. *Collation of light patches of 10 lx intensity with the analysis of correlation between Skoda Fabia left, right and both reflectors*

Wnioski końcowe

Przeprowadzone badania umożliwiły określenie granic plam świetlnych świateł mijania samochodu marki Skoda Fabia o natężeniach 5, 10 i 15 lx. Wnioski z przeprowadzonych badań oparto na rozkładzie palmy świetlnej o natężeniu 10 lx, najistotniejszej dla technicznej rekonstrukcji przebiegu wypadków drogowych zaistniałych w warunkach ograniczonej widoczności (związanej z cyklem dobowym, pora dzienna – pora nocna). Dane z prezentacji graficznej (ryc. 6) przedstawiono również w formie tabelarycznej w ujęciu strukturalnym (procentowym).

Uwaga: w obu zestawieniach (graficznym i strukturalnym) podane wymiary rozkładu dotyczą plam świetlnych mierzonych od 5 m przed samochodem. Stąd też długości plam w tym zestawieniu są krótsze o 5 m od zasięgu tych samych plam wynikających z wcześniej przedstawionych tabel i prezentacji graficznych. Powyższe wynikało z występowania wyraźnie nierównomiernych kształtów plam świetlnych bezpośrednio przed samochodem, modelowanych poszczególnymi płaszczyznami odbłyśników reflektorów.

Niesprawność jednego z reflektorów powoduje zmniejszenie zasięgu i szerokości plamy świetlnej w stosunku do plamy dwóch sprawnych reflektorów. Szczególnie jest to widoczne w przypadku niesprawności prawego reflektora. Znacznej redukcji ulega również pole powierzchni oświetlonej.

Tabela 4

Kompleksowe zestawienie wpływu niesprawności świateł mijania samochodu marki Skoda Fabia na rozkład plamy świetlnej o natężeniu oświetlenia 10 lx

The influence of working deficiency of Skoda Fabia dipped headlights on the distribution of light patch of 10 lx intensity

Pojazd marka/ /model	Zmniejszenie zasięgu plamy świetlnej wskutek awarii reflektora [%]		Zmniejszenie szerokości plamy świetlnej wskutek awarii reflektora [%]				Zmniejszenie pola powierzchni plamy świetlnej wskutek awarii reflektora [%]	
			lewego		prawego			
	lewego	prawego	z lewej strony pojazdu	z prawej strony pojazdu	z lewej strony pojazdu	z prawej strony pojazdu	lewego	prawego
Skoda Fabia	20,0	24,0	22,7		24,0		43,6	42,6
			14,5	8,2	7,5	16,5		

W toku przeprowadzonych badań uzyskano rozkład plamy świetlnej pojazdu, który w zakresie parametrów poddawanych ocenie (zasięg, szerokość, pole powierzchni) i kształtu różni się od znanego z literatury tzw. uśrednionego rozkładu plamy świetlnej świateł mijania. Stanowi to przesłankę wskazującą na potrzebę indywidualnego podejścia do każdego pojazdu uczestniczącego w zdarzeniu, w którym problem widoczności przeszkód w światłach pojazdu jest istotny dla oceny zachowania jego uczestników.

PRZYPISY

[1] W. Kończykowski: Odtwarzanie i analiza przebiegu wypadku drogowego, Info-Ekspert Sp. z o.o., Warszawa–Paryż 1993, s. 162.

[2] Jak wskazano we wstępie oryginał wyników badań zawiera również szczegółowe dane dotyczące plam świetlnych świateł mijania samochodów marki Volkswagen Transporter oraz Ford Focus, które przedstawiono w „Problemach Kryminalistyki" 277/2012.

BIBLIOGRAFIA

1. Banach M.: Podstawy techniki oświetlenia, PWN, Warszawa 1982.

2. Kończykowski W.: Odtwarzanie i analiza przebiegu wypadku drogowego, Info-Ekspert Sp. z o.o., Warszawa–Paryż 1993.

3. Materiały firmowe „Hella" – Technika oświetleniowa.

Streszczenie

Awaria układu oświetleniowego pojazdu przejawiająca się brakiem światła mijania jednego z jego reflektorów znacząco wpływa na rozkład plamy świetlnej. Badania samochodu marki Skoda Fabia wykazały, że plama świetlna o natężeniu 10 lx, tj. taka, w której występuje możliwość zauważenia ciemnej nieoświetlonej przeszkody (np. pieszego), może ulegać znacznemu zredukowaniu: w zakresie zasięgu o około 20% w przypadku awarii lewego reflektora i około 24% w przypadku awarii prawego reflektora; w zakresie szerokości o około 23% w przypadku awarii lewego reflektora i około 24% w przypadku awarii prawego reflektora; w zakresie pola powierzchni o około 44% w przypadku awarii lewego reflektora i około 43% w przypadku awarii prawego reflektora. Jednocześnie badania wykazały różnice pomiędzy rozkładem plamy świetlnej świateł mijania badanego pojazdu i rozkładem tzw. uśrednionej plamy świetlnej świateł mijania. Stanowi to przesłankę wskazującą na konieczność indywidualnego podejścia do każdego pojazdu uczestniczącego w zdarzeniu drogowym, w którym problem widoczności przeszkód w światłach pojazdu jest istotny dla oceny zachowania jego uczestników.

Słowa kluczowe: *wypadki drogowe, światła mijania, rozkład plam świetlnych, awaria układu oświetleniowego pojazdu.*

Summary

The failure of vehicle lighting system, in particular no dipped headlight in one of vehicle reflectors, significantly affects the distribution of light patch. Examination of Skoda Fabia has demonstrated that light of 10 lx intensity, ie. the one enabling dark unlit objects (such as pedestrians) to be seen, may be significantly reduced of 20% in case of breakdown of left reflector and approx. 24% in case of breakdown of right reflector; in width range of nearly 23% in case of breakdown of left reflector and about 24% in case of breakdown of right reflector; in area range – of nearly 44% in case of – breakdown of left reflector and 43% – in case of breakdown of right reflector. Furthermore, the examinations have indicated differences in the distribution of dipped headlight light patches and the distribution of the so-called averaged dipped headlight light patch. This constitutes grounds for applying individual approach towards each vehicle involved in a traffic accident where the problem of visibility of objects is essential in evaluating incident circumstances.

Keywords: *road accidents, dipped headlights, distribution of light patches, breakdown of vehicle lighting system*