

Paweł Lewandowski

Wpływ niesprawności świateł mijania pojazdu na rozkład plamy świetlnej

Wstęp

Transport jest jednym z głównych sektorów gospodarki. Jego struktura organizacyjna jak również techniczne rozwiązania mają bezpośredni wpływ na kształtowanie relacji gospodarczych przejawiających się w przepływie towarów, usług i ludzi. Dlatego też, z uwagi na znaczenie transportu w życiu gospodarczym, zasadna jest dbałość o jego bezpieczeństwo. Może się ona przejawiać m.in. badaniem i wykazywaniem ujemnych skutków określonych zjawisk, zachowań i sytuacji występujących w ruchu drogowym. Jednym z nich jest poruszanie się pojazdów z uszkodzonymi światłami (przede wszystkim mijania). Sytuacja taka dość często występuje równolegle z zachowaniem kierujących polegającym na akceptowaniu określonego stanu technicznego pojazdu w dłuższym okresie od powstania awarii układu oświetleniowego, co w warunkach ograniczonej widoczności związanej z cyklem dobowym (zapadanie ciemności) nabiera istotnego znaczenia. Zagrożenia w takiej sytuacji wynikają zarówno z pogorszenia możliwości postrzegania przeszkód przez kierujących tymi pojazdami, jak i w ograniczeniu możliwości postrzegania tychże pojazdów przez innych uczestników ruchu drogowego. Wydają się one być powszechnie znane, dlatego tym bardziej dziwi fakt obecności takiego „zjawiska” na drogach. Niewykluczone, że wynika to z błędnego przekonania uczestników ruchu drogowego o stosunkowo niewielkim wpływie takiej niesprawności na możliwość postrzegania przeszkód, którymi jak wskazuje praktyka w opiniowaniu z zakresu technicznej rekonstrukcji przebiegu zdarzenia drogowego, z reguły są nieoświetleni piesi. Zatem zagrożenia te dotyczą okoliczności, które z jednej strony decydują o powstaniu konkretnego zdarzenia drogowego, z drugiej zaś dotyczą zagadnień, których znajomość jest niezbędna dla dokonania oceny zachowania jego uczestników. Powyższe zadecydowało o podjęciu badań własnych dotyczących wpływu niesprawności świateł mijania pojazdu na rozkład plamy świetlnej, których założenia, przebieg i szczegółowe wyniki (dla dwóch z trzech badanych pojazdów) przedstawiono w niniejszej artykule, poprzedzając je podstawami teoretycznymi z zakresu techniki oświetleniowej i układów reflektorowych badanych pojazdów.

Podstawy teoretyczne z zakresu techniki oświetleniowej

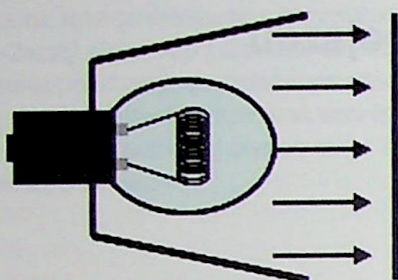
Światło jest to część promieniowania widma elektromagnetycznego, która ma zdolność pobudzania narządu wzroku do widzenia. Przez widzenie w tym kontekście należy rozumieć zdolność obserwatora do oceny zmian w otaczającym go środowisku, dokonywanej wskutek wchodzącego do oka promieniowania (zmiany te dotyczą wrażenia światła, kontrastu, kształtu, barwy). Zdolność tę ma promieniowanie o długości fali od 380 do 780 nm lub częstotliwości od $7,89 \cdot 10^{14}$ do $3,85 \cdot 10^{14}$ Hz.

Z punktu widzenia techniki oświetleniowej najważniejszym promieniowaniem jest światło. Źródłem światła są emiterzy temperatury, które wytwarzają go z wykorzystaniem zjawiska energii cieplnej. Oznacza to, że im wyższa temperatura źródła światła, tym wyższy jest wytwarzany przez nie strumień świetlny.

Do oceny zjawiska promieniowania, w tym przede wszystkim światła, wprowadzono pewne wielkości (terminy) charakteryzujące je zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym. Wielkości te są niezbędne przy tworzeniu oświetlenia pojazdów, które samo w sobie podlega ścisłej kontroli w zakresie spełniania jego podstawowych celów (możliwie najwięcej widzieć i być widzianym, przy jednoczesnym zminimalizowaniu negatywnego wpływu na możliwości obserwacyjne odbiorcy). Do podstawowych parametrów, tzw. fotometrycznych charakteryzujących światło, należą m.in.:

- strumień świetlny (całoprzestrzenny) – jednostka lumen (lm);
- światłość kierunkowa – jednostka kandela (cd);
- natężenie źródła światła, tzw. luminancja – jednostka nit (nt);
- natężenie oświetlenia – jednostka lux [$lx = cd \cdot sr \cdot m^{-2}$], którego definicja jest następująca: iloraz strumienia świetlnego padającego na elementarne pole powierzchni, zawierające dany punkt, przez to pole (stosunek wytwarzanego strumienia światła do oświetlanej powierzchni). Oznacza to, że natężenie oświetlenia wynosi 1 lx, gdy strumień świetlny o wartości 1 lm pada równomiernie na powierzchnię 1 m². Natężenie oświetlenia jest jedyną wielkością światła, która nie

charakteryzuje samego źródła światła, lecz jasność oświetlenia powierzchni (ryc. 1).

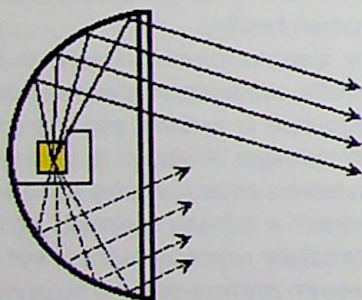


Ryc. 1. Schemat ilustrujący termin natężenie oświetlenia
Fig. 1. Light intensity scheme
Źródło (ryc. 1–15): autor

Układy reflektorowe badanych pojazdów

Układ reflektorowy paraboloidalny/ wieloparaboloidalny²

Jest to najbardziej tradycyjna i zarazem najstarsza technika stosowana w reflektorach do rozprowadzania strumienia światła. W dzisiejszych rozwiązaniach konstrukcyjnych tego typu układy praktycznie nie występują, a ich zastosowanie ogranicza się jedynie do wielkich lamp dalekosiężnych i reflektorów z żarówkami H4.



Ryc. 2. Rozkład strumienia światła w reflektorze paraboloidalnym
Fig. 2. Light distribution in parabolic reflector

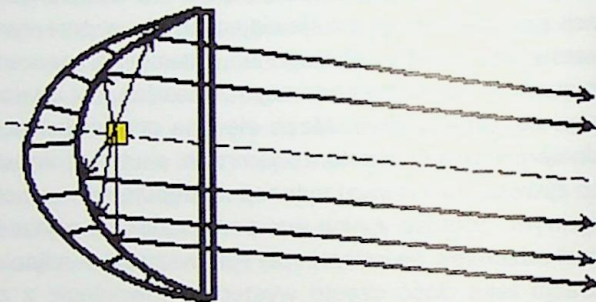
Reflektory paraboloidalne charakteryzują się następującymi cechami (ryc. 2):

- na potrzeby światła mijania wykorzystywana jest górna część odbłyśnika;
- światło padające na dolną część odbłyśnika jest eliminowane przez nieprzepuszczalną osłonkę;
- usytuowanie źródła światła w reflektorze jest tak ustalone, by skierowane w górę światło było odbijane przez odbłyśnik przez oś optyczną w dół, tj. na drogę;
- szyby lampy zawierają dwie różne formy elementów optycznych zapewniających typowy rozkład światła: pionowe cylindryczne profile – dla poziomego rozkładu światła; pryzmatyczne profile na wysokości osi optycznej – rozkładają światło w ten sposób, że więcej świa-

ła jest rzucań na najważniejsze miejsca oświetlanej powierzchni drogi.

W reflektorach paraboloidalnych stopień wykorzystania wytworzonego światła kształtuje się na poziomie około 27%.

Odmianą reflektora paraboloidalnego jest reflektor wieloparaboloidalny. Odbłyśnik w takim reflektorze jest ukształtowany swobodnie, z dwu lub więcej paraboloid o tym samym ognisku. W reflektorze wieloparaboloidalnym do kształtowania strumienia światła możliwe jest wykorzystanie całej powierzchni odbłyśnikowej. Poszczególne paraboloidy precyzyjnie kształtują strumień światła, co pozwoliło wyeliminować przysłony charakterystyczne dla reflektora paraboloidalnego. Rozwiązanie wieloparaboloidalne pozwoliło lepiej doświetlić pobocza przy jednoczesnym zwiększeniu zasięgu reflektora (ryc. 3).

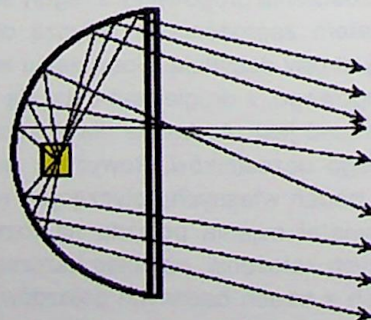


Ryc. 3. Rozkład strumienia światła w reflektorze wieloparaboloidalnym
Fig. 3. Light distribution in multiparabolic reflector

Z uwagi na budowę reflektora wieloparaboloidalnego, możliwe jest stosowanie w nich wyłącznie żarówek jednolśnkowych, stąd w pojazdach z tego typu reflektorami oddzielnie występuje światło mijania i drogowe. Nie zmienia to faktu, że najczęściej są one umieszczone w jednej obudowie.

Układ reflektorowy wielopowierzchniowy (FF – Free Form – ang., Frei Fläsche – niem.)

W tego rodzaju reflektorach każda z elementarnych części lustra (powierzchni) odpowiada za oświetlenie konkretnego obszaru jezdni (ryc. 4).



Ryc. 4. Przykładowy rozkład strumienia światła w reflektorze wielopowierzchniowym (FF)
Fig. 4. Exemplary light distribution in FF (Free-Form) reflector

Reflektory wielopowierzchniowe charakteryzują się następującymi cechami:

- specjalny kształt, który umożliwia wykorzystanie niemalże całej powierzchni odbłyśnika do wytworzenia światła mijania;
- poszczególne powierzchnie segmentów (powierzchnie swobodnych pól) są ustawione w ten sposób, że całe światło kierowane jest w dół, tj. na drogę;
- specjalne uformowanie segmentów odbłyśnika umożliwia wymagane odchylenie i rozproszenie światła. Granica światła i cienia jest realizowana przez poziomo występujące segmenty odbłyśnika. Modelowanie strumienia światła przez odbłyśnik umożliwia zastosowanie idealnie gładkich szyb reflektora.

Obecnie w większości reflektorów pojazdów światła mijania tworzy system swobodnych pól, tj. wielopowierzchniowych. W tego typu reflektorach stosuje się żarówki halogenowe H4. System swobodnych pól umożliwił skonstruowanie oddzielnych źródeł światła, tj. reflektora mijania, światła drogowego, także reflektora przeciwmgłowego dalekosięznego, z zastosowaniem żarówek typu H1, H3, H7. Stopień wykorzystania wytworzonego światła w takich reflektorach kształtuje się na poziomie około 45%.

Cel badań

Przeprowadzone badania miały na celu określenie wpływu niesprawności światła mijania poszczególnych pojazdów na rozkład natężenia oświetlenia w odniesieniu do ich sprawnych układów oświetleniowych.

Założenia, warunki, przedmiot i środki badań

Uwzględniając specyfikę zjawiska, w ramach przeprowadzonych badań określono:

- granice rozkładu natężenia oświetlenia na obszarze nawierzchni asfaltowej, oświetlonej światłem mijania wyłącznie lewego reflektora każdego z pojazdów;
- granice rozkładu natężenia oświetlenia na obszarze nawierzchni asfaltowej wyłącznie prawego reflektora każdego z pojazdów;
- granice rozkładu natężenia oświetlenia na obszarze nawierzchni asfaltowej, oświetlonej światłami mijania obu reflektorów jednocześnie każdego z pojazdów;
- wpływ niesprawności światła mijania pojazdów (z uwzględnieniem niesprawności każdego z reflektorów z osobna) na ograniczenie natężenia oświetlenia sprawnego układu oświetleniowego (sprawne dwa reflektory).

Badania przeprowadzono w sierpniu 2008 r. w porze nocnej, na terenie lotniska wojskowego w Radomiu. Do badań wykorzystano płaski obszar o wymiarach około 40 x 80 m, o nawierzchni asfaltowej w stanie dobrym. Badania przeprowadzono przy pogodzie z niewielkim zachmurzeniem, bez opadów atmosferycznych i mgły, przy słabym wietrze i temperaturze powietrza około +20°C. W trakcie badań nawierzchnia asfaltowa była sucha, czysta i gładka.

Badaniom poddano światła mijania m.in. pojazdów marki Volkswagen Transporter i Ford Focus, których charakterystyki techniczne (również reflektorów) przedstawiono na rycinach 5 i 6.

Volkswagen Transporter

Rok produkcji:
1993;

Przebieg:
około 113 000 km;

Reflektory:
paraboloidalne, z ryflowanymi kloszami;

Źródła światła mijania:
żarówki typu H4;
o mocy 55/60 watów;
okres eksploatacji około 2 lata;

Oś wzdluzna reflektorów:
usytuowana na wysokości około 0,86 m.



Ryc. 5. Charakterystyka techniczna samochodu marki Volkswagen Transporter
Fig. 5. Technical parameters of Volkswagen Transporter

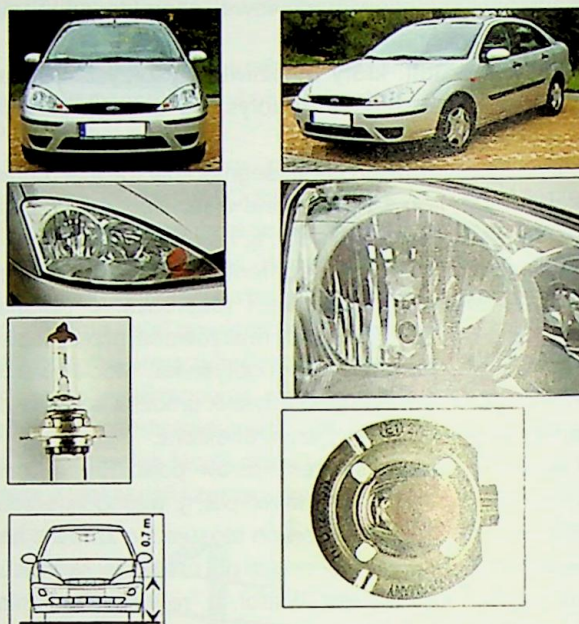
Ford Focus

Rok produkcji:
2002;

Przebieg:
około 80 000 km;

Reflektory:
wielopowierzchniowe z gładkimi kloszami
Źródła światła mijania:
żarówki typu H7;
o mocy 55 watów;
okres eksploatacji około 3 miesięcy;

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



Ryc. 6. Charakterystyka techniczna samochodu marki Ford Focus
Fig. 6. Technical parameters of Ford Focus

Pomiary wykonano luksomierzem cyfrowym firmy SONOPAN, typ L-100 z głowicą fotometryczną model GL-100. Luksomierz ten ma świadectwo typu nadane przez Główny Urząd Miar, w czasie wykonywania pomiarów miał aktualne świadectwo wzorcowania wydane przez Obwodowy Urząd Miar w Białymstoku.

Dokumentację fotograficzną badań wykonano aparatem cyfrowym marki Olympus model E3 z obiektywem firmy Zuiko Digital o ogniskowej $14 \div 54$ i jasności obiektywu $2,8 \div 3,5$.

W celu wykonania dokumentacji fotograficznej z góry (nad plamami światła) wykorzystano wóz strażacki marki IVECO ze specjalistycznym wyposażeniem, tj. z drabiną i tzw. koszem.

Przebieg badań

Przed przystąpieniem do badań pojazdy poddano przeglądowi technicznemu w zakresie regulacji światła i ciśnienia powietrza w kołach.

Pomiarów rozkładu natężenia plam świetlnych światła mijania pojazdów dokonano dla lewego i prawego reflektora z osobna oraz dla obu reflektorów jednocześnie, dla trzech wartości natężenia oświetlenia plam świetlnych, tj. 5, 10, 15 lx. Aby wyeliminować ryzyko zmiany napięcia w instalacjach elektrycznych pojazdów (miałoby to bezpośrednie przełożenie na natężenie oświetlenia), pomiarów dokonywano przy włączonych silnikach samochodów, pracujących na biegu jałowym.

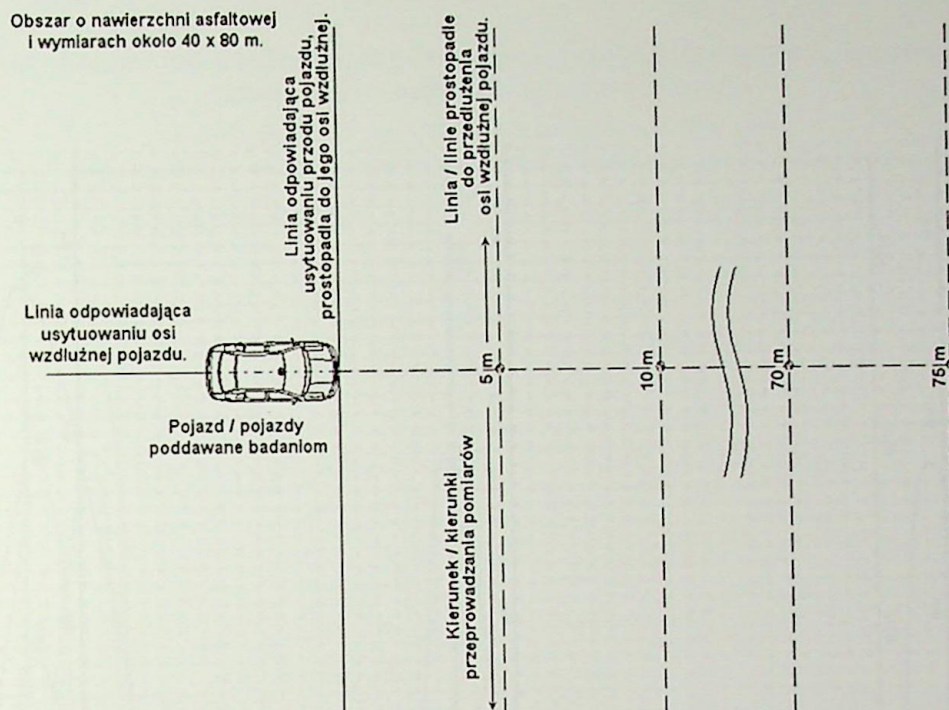
W trakcie pomiarów luksomierz pracował w trybie ciągłym. Ze względów technicznych głowicę miernika umiesz-

czono około 5 cm nad powierzchnią asfaltową i zwrócono w kierunku światła 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 rycinie 7.

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

- 0,9 – odległość granicy oświetlenia o danym natężeniu od przedłużenia osi wzdłużnej pojazdu i w danej odległości od jego przodu;
- ^0,9 – odległość granicy oświetlenia o danym natężeniu od przedłużenia osi wzdłużnej pojazdu 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 o danym natężeniu od przedłużenia osi wzdłużnej pojazdu 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.



Ryc. 7. Schemat miejsca i sposobu przeprowadzania pomiarów
Fig. 7. Location and manner of conducting measurements

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 $-$.

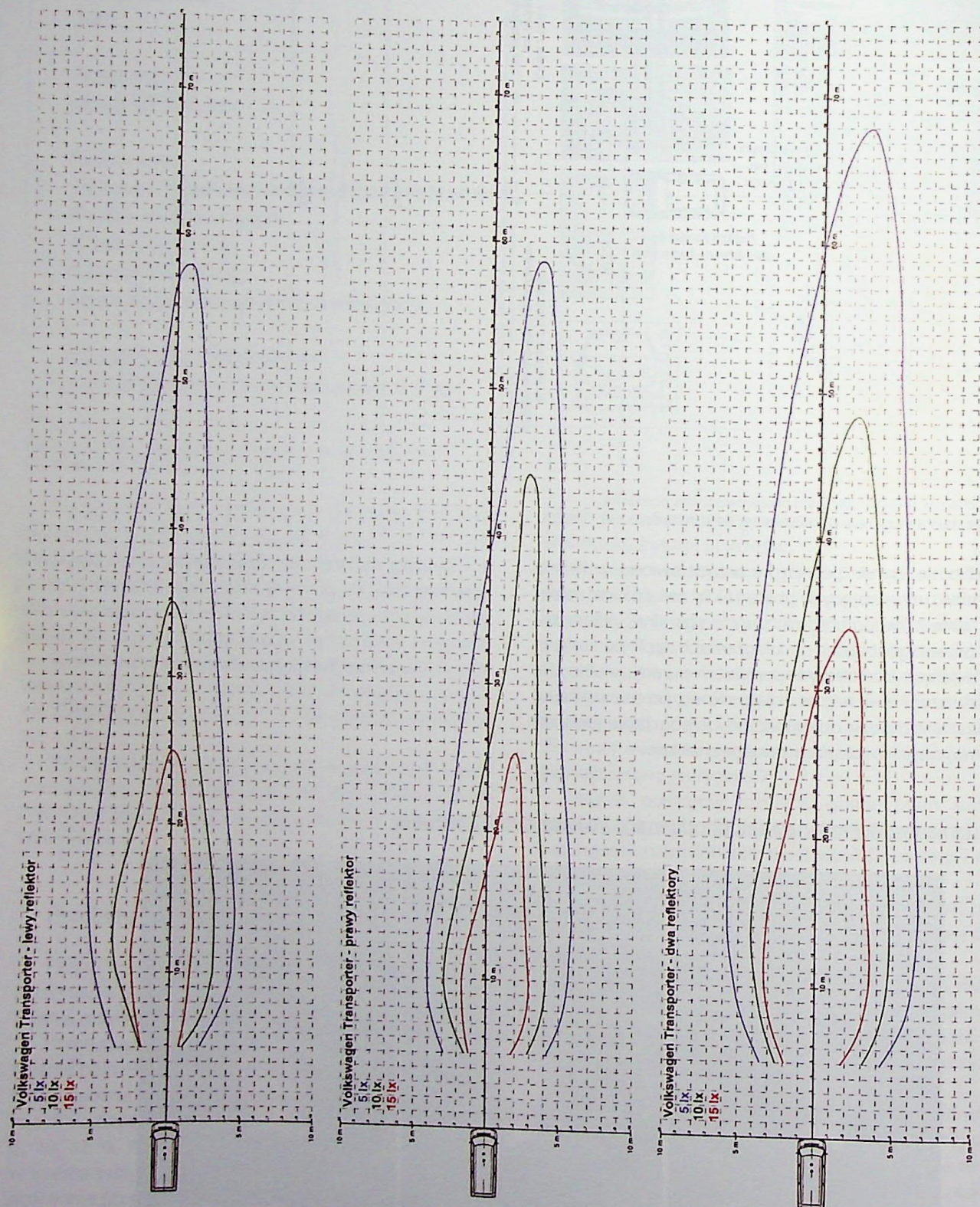
Z uwagi na znacznie rozbudowaną formę oryginalnej dokumentacji, na potrzeby niniejszego artykułu graficzną jej formę ograniczono do zestawień diagramów bez naniesionych i wskazanych wyżej punktów (ryc. 9, 10, 12, 13), których współrzędne można odczytać z tabel 1–6.

Badania świateł mijana samochodu marki Volkswagen Transporter

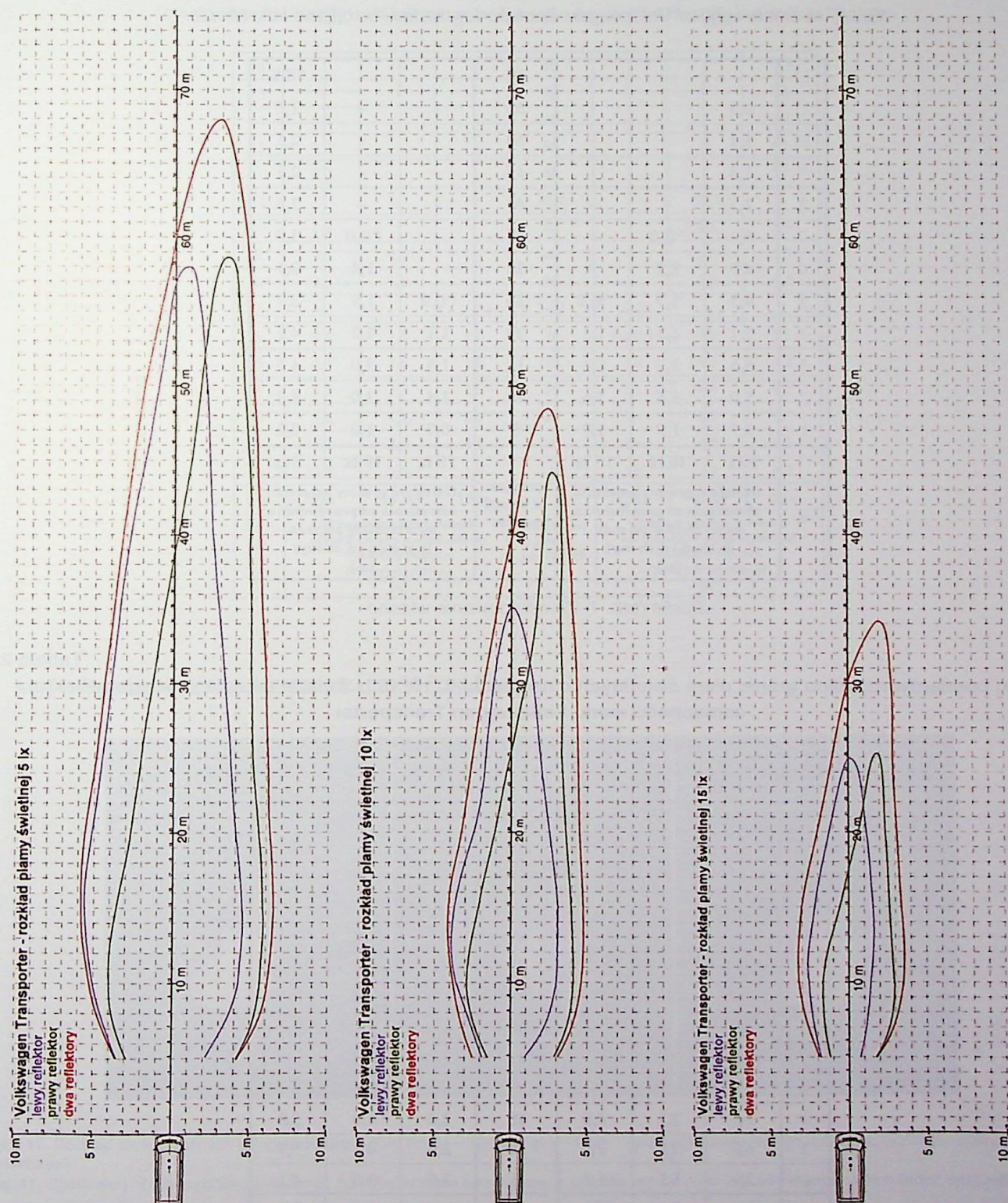


Ryc. 8. Rozkład plam świetlnych samochodu marki Volkswagen Transporter – ujęcie z góry i z tyłu pojazdu (od lewej: lewego reflektora, prawego reflektora i dwóch reflektorów)

Fig. 8. Distribution of light patches produced by Volkswagen Transporter – photographs taken from the top and rear of the vehicle (from left to right: left reflector, right reflector, both reflectors)



Ryc. 9. Rozkład granic plam świetlnych o natężeniu 5, 10, 15 lx światel mijania samochodu marki Volkswagen Transporter, w zależności od świecącego reflektora (od góry: lewy reflektor, prawy reflektor, dwa reflektory)
 Fig. 9. Distribution of limits of light patches (dipped headlights) of 5, 10, 15 lx intensity produced by Volkswagen Transporter, depending on light-emitting reflector (from top: left reflector, right reflector, both reflectors)



Ryc. 10. Rozkład granic plam świetlnych mijania mijania lewego, prawego i dwóch reflektorów samochodu marki Volkswagen Transporter, w zależności od natężenia oświetlenia (od góry: plama świetlna 5 lx, plama świetlna 10 lx, plama świetlna 15 lx)
 Fig. 10. Distribution of limits of light patches (dipped headlights) of left, right and both Volkswagen Transporter reflectors, depending on light intensity (from top: 5 lx light patch, 10 lx light patch, 15 lx light patch)

Tabela 1.

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

*Results of measurements of light patch limits distribution
(5, 10, 15 lx intensity) of Volkswagen Transporter dipped headlights left reflector*

12	-	-	-	58	-	-	^0,8
11	0,3	-	-	55	-	-	1,7
10	1,1	-	-	50	-	-	2,1
9	1,8	-	-	45	-	-	2,3
8	2,7	-	-	40	-	-	2,5
7	3,4	^0,0	-	35	-	^0,0	3,0
6	3,9	1,2	-	30	-	1,4	3,4
5	4,5	1,7	^0,0	25	^0,0	1,9	3,7
4	5,1	2,5	1,3	20	1,1	2,5	4,1
3	5,5	3,7	2,2	15	1,5	3,0	4,5
2	5,0	3,6	2,6	10	1,4	3,0	4,3
1	3,5	1,9	1,8	5	0,7	1,0	2,2
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]		

Źródło (tab. 1–7): opracowanie własne

Tabela 2.

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

*Results of measurements of light patch limits distribution
(5, 10, 15 lx intensity) of Volkswagen Transporter dipped headlights right reflector*

13	-	-	-	58,7	-	-	^3,3
12	-	-	-	55	-	-	2,3/4,2
11	-	-	-	50	-	-	1,6/4,5
10	-	-	-	45	-	-	1,1/4,8
9	-	-	-	44	-	^2,7	-
8	-	-	-	40	-	2,1/3,3	0,3/4,9
7	0,6	-	-	35	-	1,7/3,3	5,0
6	1,1	-	-	30	-	1,0/3,4	5,0
5	2,1	0,0	-	25	^1,8	0,0/3,4	5,1
4	2,7	1,1	-	20	0,6/2,4	3,6	5,5
3	3,6	2,1	0,6	15	2,6	4,0	5,8
2	4,0	2,9	1,6	10	2,9	4,2	5,7
1	2,9	1,5	1,2	5	1,7	3,0	4,1
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]		

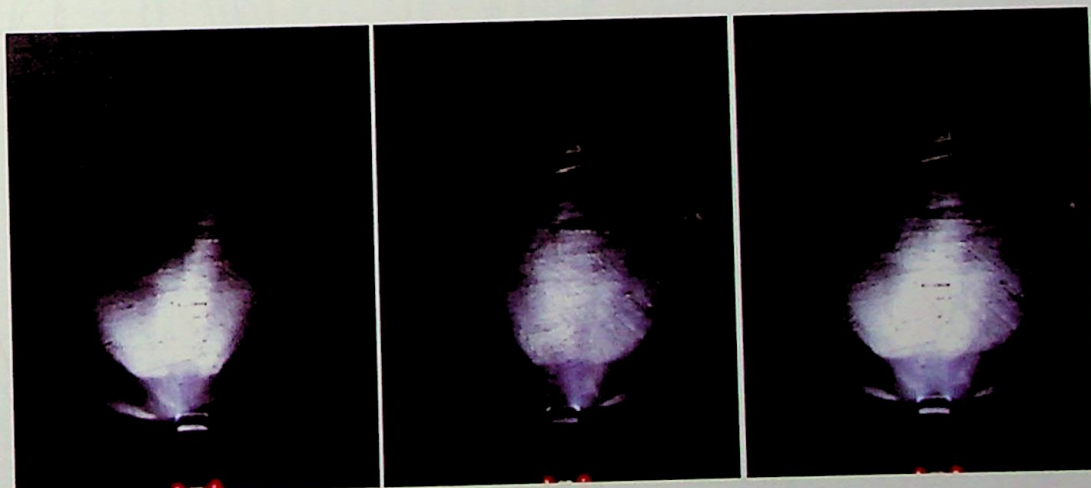
Tabela 3.

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

*Results of measurements of light patch limits distribution
(5, 10, 15 lx intensity) of Volkswagen Transporter dipped headlights both reflectors*

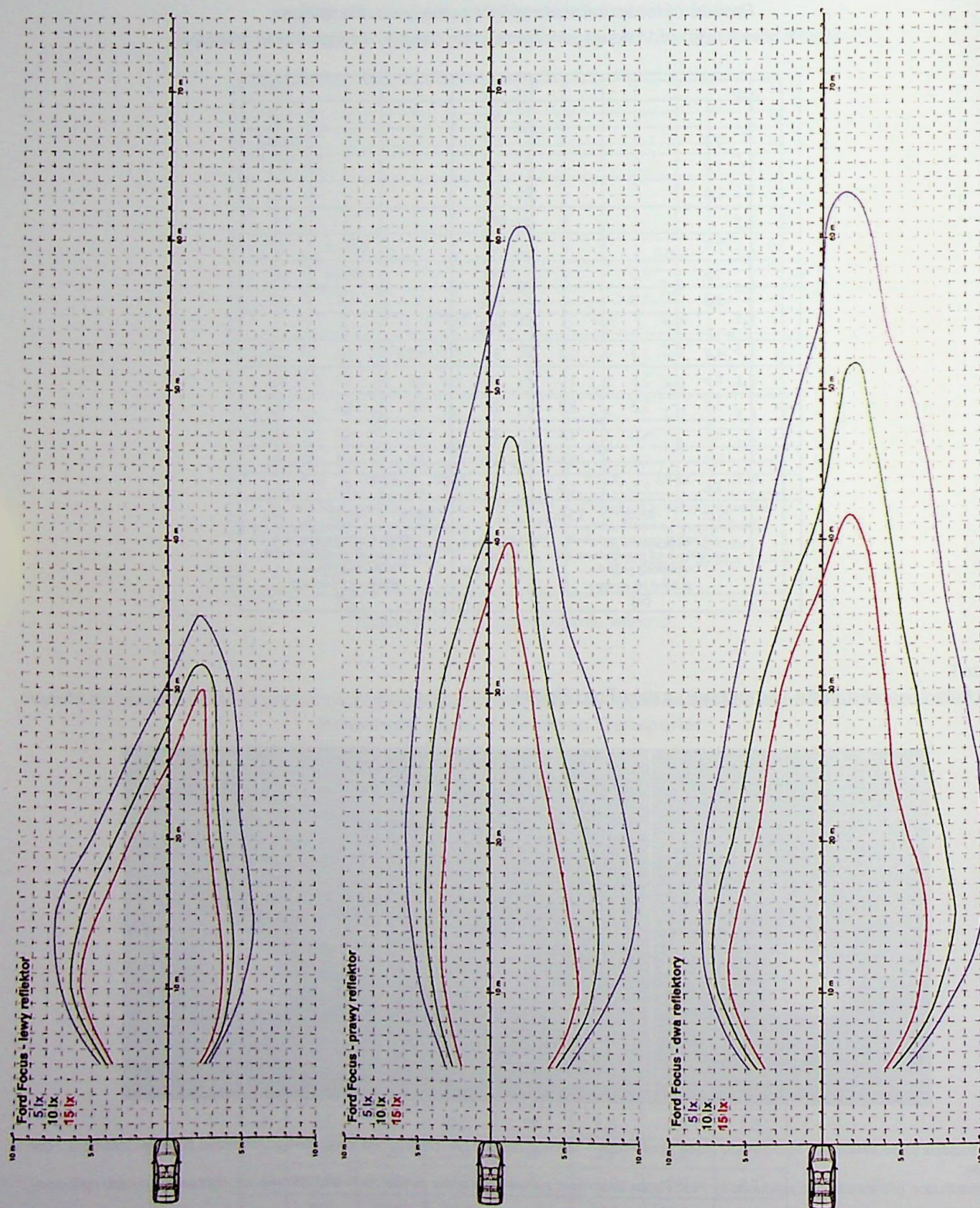
16	-	-	-	68	-	-	^2,9
15	-	-	-	65	-	-	3,9
14	0,0	-	-	60	-	-	0,0/4,6
13	1,0	-	-	55	-	-	4,9
12	2,0	-	-	50	-	-	5,0
11	-	-	-	48,4	-	^2,3	-
10	2,7	-	-	45	-	0,8/3,1	5,3
9	3,3	0,0	-	40	-	0,0/3,6	5,5
8	3,8	1,0	-	35	-	4,0	5,7
7	-	-	-	34,2	^2,0	-	-
6	4,4	1,9	0,0	30	0,0/2,8	4,2	5,9
5	4,9	2,6	1,0	25	2,9	4,3	6,1
4	5,6	3,3	2,0	20	3,1	4,4	6,2
3	5,8	4,2	3,0	15	3,4	4,7	6,5
2	5,3	3,9	3,2	10	3,6	4,5	6,1
1	3,6	2,5	1,9	5	1,8	3,0	4,2
L.p.	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]		

Badania świateł mijania samochodu marki Ford Focus

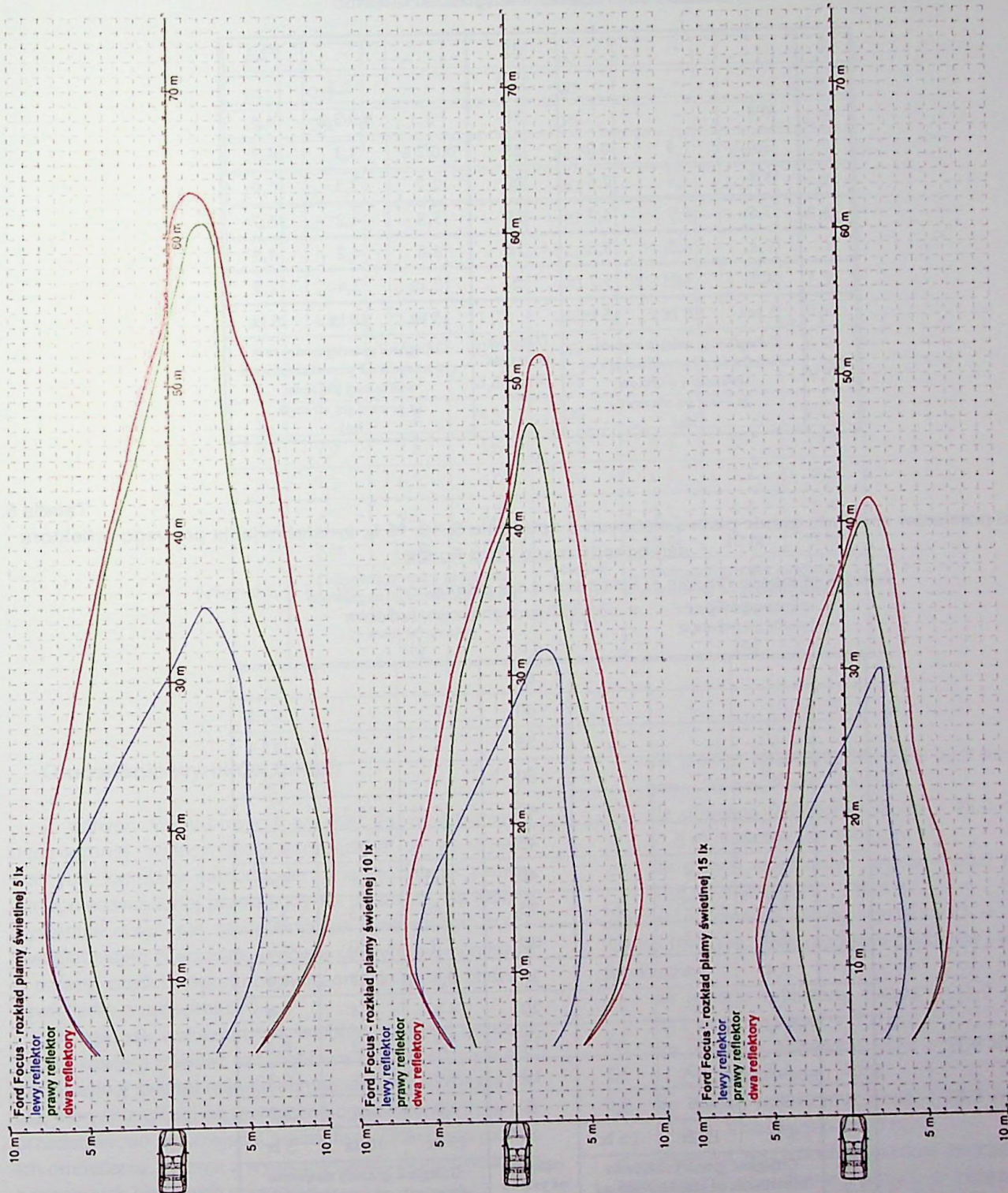


Ryc. 11. Rozkład plam świetlnych samochodu marki Ford Focus – ujęcie z góry i z tyłu pojazdu (od lewej: lewego reflektora, prawego reflektora i dwóch reflektorów)

Fig. 11. Distribution of light patches produced by Ford Focus taken from top and rear of the vehicle (from left: left reflector, right reflector, both reflectors)



Ryc. 12. Rozkład granic plam świetlnych o natężeniu 5, 10, 15 lx światel mijania samochodu marki Ford Focus w zależności od świecącego reflektora (od góry: lewy reflektor, prawy reflektor, dwa reflektory)
 Fig. 12. Distribution of limits of light patches (dipped headlights) of 5, 10, 15 lx intensity produced by Ford Focus, depending on light-emitting reflector (from top: left reflector, right reflector, both reflectors)



Ryc. 13. Rozkład granic plam świetlnych światel mijania lewego, prawego i dwóch reflektorów samochodu marki Ford Focus, w zależności od natężenia oświetlenia (od góry: plama świetlna 5 lx, plama świetlna 10 lx, plama świetlna 15 lx)
 Fig. 13. Distribution of limits of light patches (Ford Focus dipped headlights) of left, right and both reflectors, depending on light intensity (from top: light patch of 5 lx, 10 lx, 15 lx intensity)

Tabela 4.

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

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

8	-	-	-	35	-	-	^2,1
7	-	-	-	31,7	-	^2,2	-
6	0,4	-	-	30	^2,3	0,9/3,2	4,4
5	3,0	1,3	0,0	25	0,0/2,6	3,3	4,7
4	5,3	3,7	2,6	20	2,7	3,5	5,0
3	7,6	5,9	4,7	15	3,3	4,2	5,7
2	7,2	6,5	5,8	10	3,6	4,2	4,9
1	4,5	4,1	3,7	5	2,1	2,4	2,7
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]		

Tabela 5.

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

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

14	-	-	-	61	-	-	^2,1
13	-	-	-	60	-	-	1,3/2,8
12	0,0	-	-	55	-	-	0,0/3,1
11	1,0	-	-	50	-	-	3,2
10	-	-	-	47	-	^1,3	-
9	2,1	-	-	45	-	0,7/2,1	3,6
8	3,5	0,4	-	40	^1,3	2,8	4,4
7	4,5	2,0	0,5	35	1,9	3,3	5,2
6	5,0	3,3	2,0	30	2,8	4,0	6,9
5	5,4	4,0	2,6	25	3,5	5,1	8,4
4	5,7	4,3	3,0	20	4,4	6,4	9,4
3	5,5	4,4	3,3	15	5,3	7,2	9,8
2	4,7	3,9	3,1	10	6,0	6,9	8,2
1	3,1	2,6	2,0	5	4,0	4,4	5,3
L.p.	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]		

Tabela 6.

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

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

15	-	-	-	63	-	-	^1,5
14	0,0	-	-	60	-	-	0,0/3,1
13	0,2	-	-	55	-	-	3,8
12	-	-	-	51,8	-	^2,0	-
11	1,5	-	-	50	-	1,2/2,7	5,5
10	2,7	-	-	45	-	3,6	6,6
9	-	-	-	41,6	^1,8	-	-
8	3,9	0,8	-	40	0,9/2,6	4,3	7,3
7	4,8	2,6	1,0	35	3,5	5,0	7,9
6	5,8	4,0	2,7	30	4,0	5,9	9,0
5	6,6	5,0	3,6	25	4,4	6,7	9,8
4	7,6	5,8	4,3	20	5,4	7,7	10,1
3	7,9	7,0	5,6	15	6,6	8,4	10,2
2	7,3	6,7	6,0	10	6,1	7,3	8,5
1	4,7	4,2	3,7	5	4,1	4,6	5,4
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]		

Omówienie wyników badań

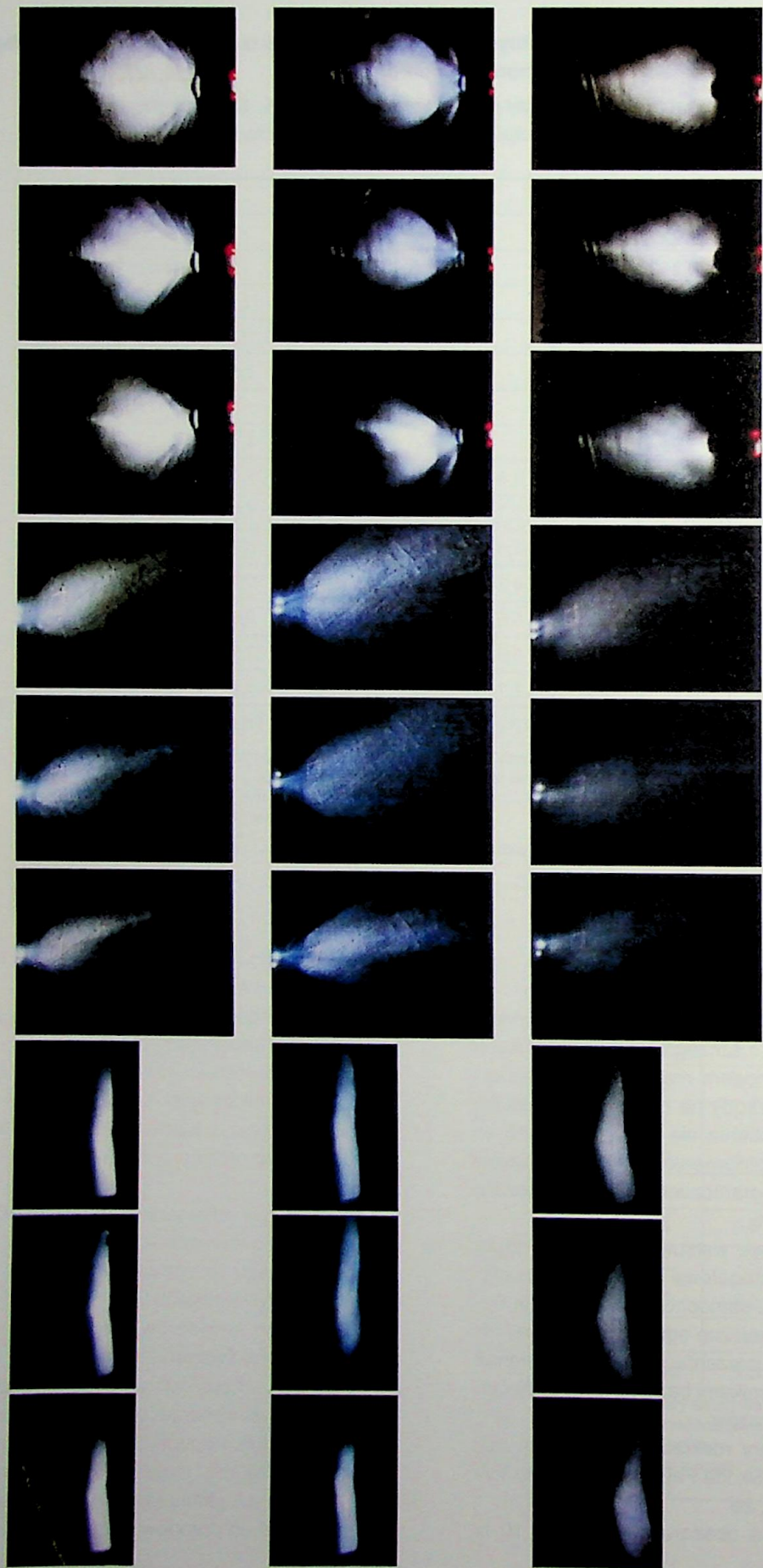
Z danych literaturowych⁴ wynika, że w warunkach ograniczonej widoczności, szczególnie w warunkach nocnych, kierujący samochodem ma możliwość zauważenia nieoświetlonej przeszkody na obszarze, na którym występuje natężenie oświetlenia nie mniejsze niż 10 lx. Uwzględniając powyższe, omówienie wyników pomiarów w dalszej części artykułu ograniczono do granic obszaru oświetlenia o natężeniu 10 lx.

Uwaga: jak wskazano we wstępie, oryginał wyników badań zawiera również szczegółowe dane dotyczące plamy świetlnej świateł mijania samochodu marki Skoda Fabia, których z uwagi na techniczne ograniczenia druku nie przedstawiono w niniejszej prezentacji. Dokonano jednak ich omówienia, łącznie z wynikami badań plam świetlnych pozostałych badanych pojazdów.

Przeprowadzone pomiary rozkładu natężenia oświetlenia samochodów (10 lx): Skoda Fabia, Ford Focus i VW Transporter wykazały m.in., że:

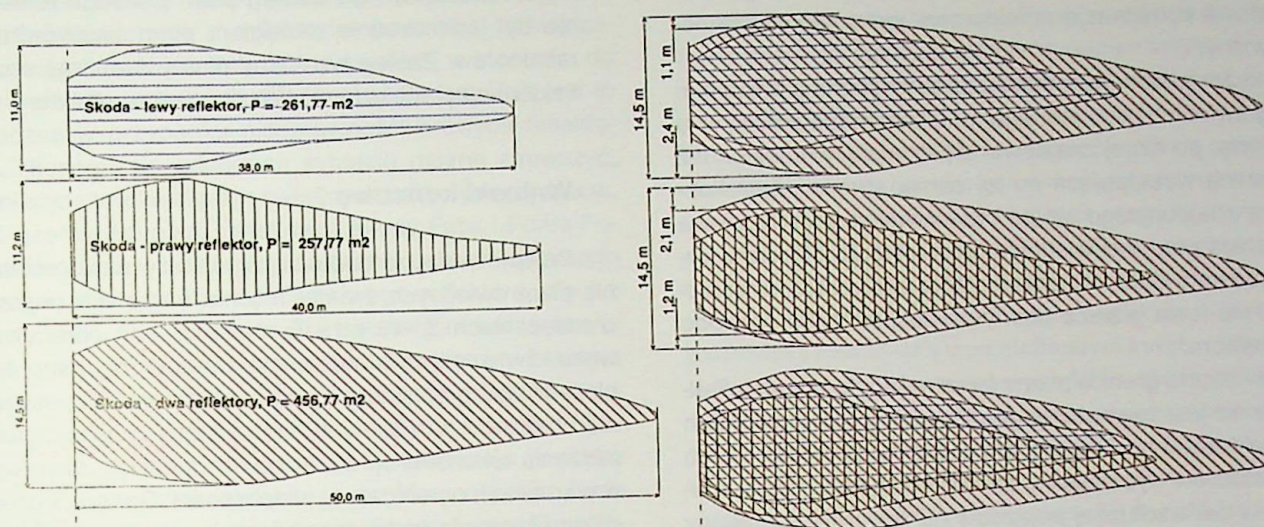
- zasięg plamy oświetlenia obszaru o natężeniu 10 lx wyniósł:

- dla lewego reflektora: Skoda – 43,0 m, Volkswagen – 35,0 m, Ford – 31,7 m
- dla prawego reflektora: Skoda – 45,0 m, Ford – 51,8 m, Volkswagen – 44,0 m
- dla dwóch reflektorów: Skoda – 55,0 m, Ford – 51,8 m, Volkswagen – 48,4 m;
- obszar najszerzej plamy występował w odległości około 10–20 m przed przodami pojazdów i wynosił odpowiednio:
 - dla lewego reflektora: Skoda – 11,0 m, Ford – 10,9 m, Volkswagen – 7,0 m
 - dla prawego reflektora: Ford – 11,8 m, Skoda – 11,2 m, Volkswagen – 7,0
 - dla dwóch reflektorów: Ford – 15,5 m, Skoda – 14,5 m, Volkswagen – 9,0 m;
- w przypadku wszystkich pojazdów poddanych badaniom plamy oświetlenia obszaru o natężeniu 10 lx w odległościach, na których osiągały największe szerokości (10–20 m), rozkładały się równomiernie, tj. mniej więcej na tej samej szerokości, i w odległościach powyżej 20 m od przodów pojazdów plamy te ulegały zwężeniu;

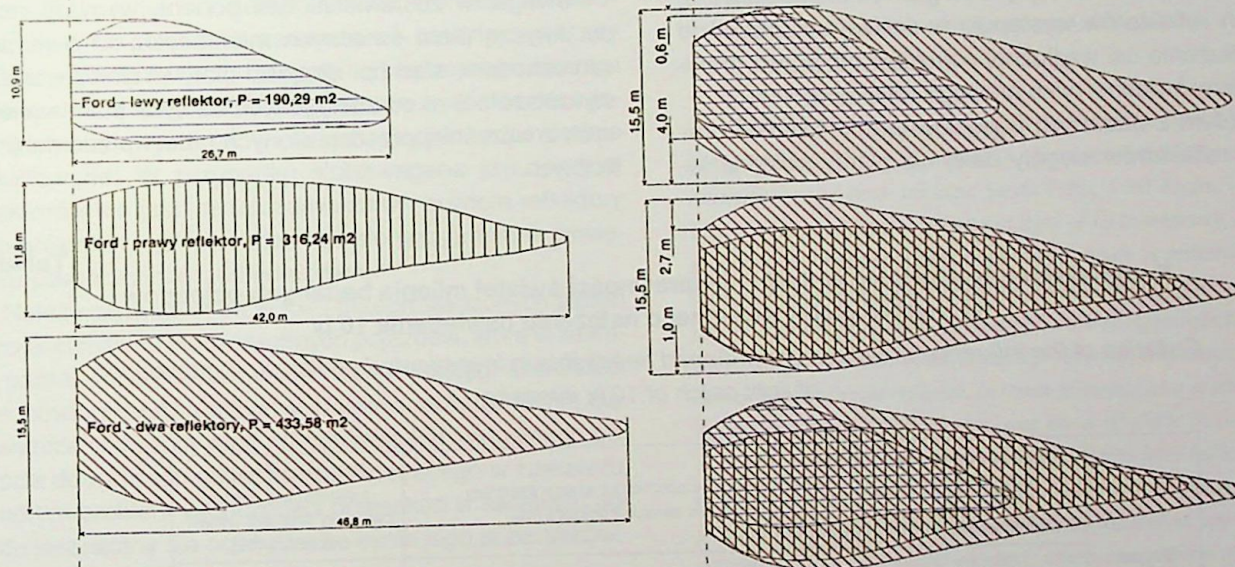


Ryc. 14. Zestawienie rozkładu plam świetlnych światel mijania samochodów marki (od góry): Skoda Fabia, Ford Focus, Volkswagen Transporter z podziałem na ekspozycje (od lewej: ujęcie z pozycji kierującego, ujęcie z góry i przodu pojazdu, ujęcie z góry i z tyłu pojazdu) oraz w ich ramach na sprawne reflektory (od lewej: lewy reflektor, prawy reflektor, dwa reflektory)
Fig. 14. Compilation of distribution of light patches (from top: dipped headlights of Skoda Fabia, Ford Focus, Volkswagen Transporter) depending on the exposure (from left: taken from driver's seat, from top and front of vehicle, from top and rear of vehicle) and depending on proper operation of reflectors (from left: left reflector, right reflector, both reflectors)

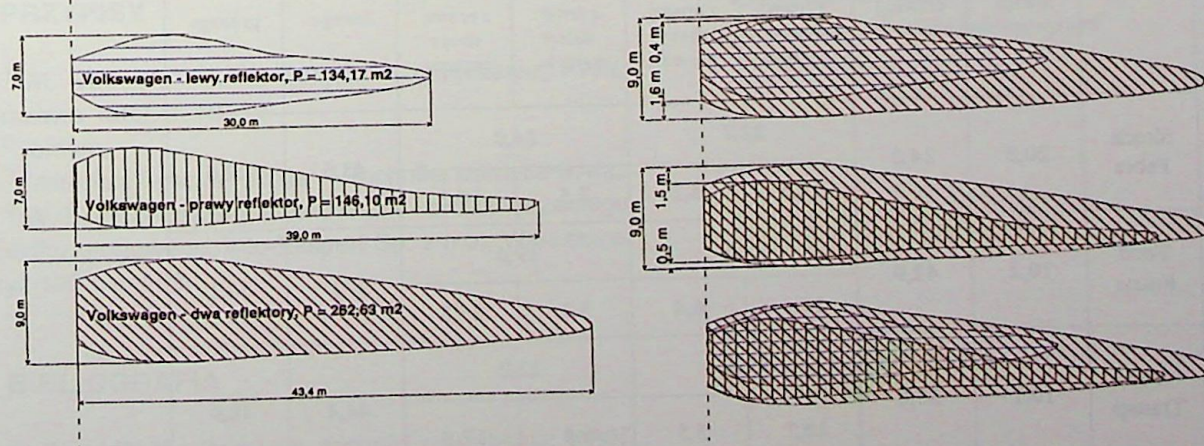
Skoda Fabia



Ford Focus



Volkswagen Transporter



Ryc. 15. Kompleksowe zestawienie plam świetlnych o natężeniu 10 lx obrazujące wzajemne relacje plam świetlnych lewego, prawego i dwóch reflektorów każdego z badanych pojazdów

Fig. 15. Collation of light patches of 10 lx intensity demonstrating dependancies between light patches of left, right and both reflectors of each investigated vehicle

- rozkład granic plam oświetlonego obszaru z podziałem na kombinacje reflektorowe jest z reguły asymetryczny;
- w każdym badanym pojeździe 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 plamy oświetlenia tylko prawego reflektora;
- zewnętrzna granica plamy świetlnej konkretnego reflektora nie jest zewnętrzną granicą 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 samochodów, tj. prawa granica plamy świetlnej dwóch reflektorów występuje w dalszej odległości od przedłużenia osi wzdłużnej pojazdów niż prawa granica plamy świetlnej tylko prawego reflektora;
- w każdym z badanych pojazdów plamy świetlne prawych reflektorów sięgały dalej niż plamy świetlne le-

wych reflektorów, ale zasięg plam prawego reflektora nie był jednocześnie zasięgiem plam świetlnych obu reflektorów. Zasięg wzdłużny plamy świetlnej obu reflektorów był większy niż tylko prawego reflektora.

Wnioski końcowe

Przeprowadzone badania, umożliwiły określenie granic plam świetlnych światła mijania badanych pojazdów o natężeniach 5, 10 i 15 lx. Na potrzeby opracowania wniosków z przeprowadzonych badań dokonano kompleksowego graficznego zestawienia rozkładu oświetlenia obszaru o natężeniu 10 lx, najistotniejszego z punktu widzenia rekonstrukcji wypadków drogowych zaistniałych w warunkach ograniczonej widoczności. Dane z prezentacji graficznej przedstawiono również w formie tabelarycznej w ujęciu strukturalnym (procentowym).

Uwaga: w zestawieniu tym podane wymiary rozkładu dotyczą plam świetlnych mierzonych od 5 m przed samochodem, stąd np. długości plam w tym zestawieniu są krótsze o 5 m od zasięgu tych samych plam wynikających z wcześniej przedstawionych tabel i prezentacji graficznych.

Kompleksowe zestawienie wpływu niesprawności światła mijania badanych pojazdów na rozkład plamy świetlnej o natężeniu oświetlenia 10 lx
Collation of the influence of deficiency of dipped headlights in investigated vehicles on distribution of light patch of 10 lx intensity

Tabela 7.

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		lewego	prawego
			z lewej strony pojazdu	z prawej strony pojazdu	z lewej strony pojazdu	z prawej strony pojazdu		
Skoda Fabia	20,0	24,0	22,7		24,0		43,6	42,6
			14,5	8,2	7,5	16,5		
Ford Focus	10,2	42,9	23,8		29,6		27,0	56,1
			17,4	6,4	3,8	25,8		
VW Transp	10,1	30,8	22,2		22,2		44,4	48,9
			16,7	5,5	4,4	17,8		

Niezależnie od marki badanego pojazdu niesprawność któregośkolwiek z reflektorów powoduje zmniejszenie zasięgu i powierzchni plamy świetlnej w stosunku do plamy dwóch sprawnych reflektorów. Szczególnie jest to widoczne w przypadku niesprawności prawych reflektorów. Nieznacznie odmienną sytuację można zauważyć, oceniając szerokość plam świetlnych badanych pojazdów. Tzn. szerokości plam świetlnych Skody Fabii i Forda Focusa ulegają znacznemu ograniczeniu, także w większym zakresie w przypadku awarii prawego reflektora, ale już w przypadku Volkswagena Transportera redukcja szerokości plamy świetlnej występuje w takim samym zakresie zarówno przy awarii prawego, jak i lewego reflektora.

Oceniając badania trzech pojazdów, z których Volkswagen był najstarszym, zauważa się tendencję, iż plamy świetlne nowocześniejszych pojazdów wyposażonych w reflektory wielopowierzchniowe (Skoda Fabia, Ford Focus) są szersze od plam świetlnych Volkswagena wyposażonego w reflektory paraboloidalne. Ponadto w nowocześniejszych pojazdach zauważa się bardziej wyrazisty podział reflektorów przy oświetlaniu konkretnego obszaru powierzchni. Plamy świetlne uzyskane z reflektorów wielopowierzchniowych są w dużym stopniu odpowiednio kształtowane. W przypadku Volkswagena tzw. podział reflektorów nie jest już tak zauważalny, bowiem reflektory tego pojazdu niejako uzupełniają się wzajemnie w oświetleniu powierzchni przed pojazdem.

Należy zauważyć, że w toku przeprowadzonych badań uzyskano rozkład plam świetlnych pojazdów, które w zakresie parametrów poddawanych ocenie (zasięg, szerokość, pole powierzchni), a także w zakresie kształtu różnią się. Powyższe wskazuje więc 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 **M. Banach:** Podstawy techniki oświetlenia, PWN, Warszawa 1982, s. 18–19.

² Ibidem.

³ Materiały firmowe „Hella” – Technika oświetleniowa.

⁴ **W. Kończykowski:** Odtwarzanie i analiza przebiegu wypadku drogowego, Info-Ekspert Sp. z o.o., Warszawa-Paryż 1993, s. 162.

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.

Streszczenie

Awaria układu oświetleniowego pojazdu przejawiająca się brakiem światła mijania jednego z jego reflektorów znacząco wpływa na rozkład plamy świetlnej. Badania trzech pojazdów marki: Skoda Fabia, Ford Focus, Volkswagen Transporter wykazały, że plama świetlna o natężeniu 10 lx, tj. taka w której występuje możliwość zauważenia ciemniej oświetlonej przeszkody (np. pieszego), może ulegać znacznemu zredukowaniu: w zakresie zasięgu o około 10–20% w przypadku awarii lewego reflektora i około 24–43% w przypadku awarii prawego reflektora; w zakresie szerokości o około 22–23% w przypadku awarii lewego reflektora i około 22–30% w przypadku awarii prawego reflektora; w zakresie pola powierzchni o około 27–44% w przypadku awarii lewego reflektora i około 43–56% w przypadku awarii prawego reflektora. Jednocześnie badania wykazały wzajemne różnice w rozkładzie analizowanych analogicznych plam świetlnych pojazdów. Taki stan rzeczy wskazuje więc na potrzebę 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

Vehicle lighting system failure, in particular no dipped headlight in one of vehicle reflectors, significantly affects the distribution of light. The investigations of three vehicles: Skoda Fabia, Ford Focus, Volkswagen Transporter have demonstrated that light of 10 lx intensity, i.e. the one providing for noticing a dark unlit objects (such as pedestrian) may be significantly reduced: approximately 10–20% in case of failure of left reflector, and about 24–43% in case of failure of right reflector, in about 22–23% width in case of failure of left reflector, and about 22–30% in case of failure of right reflector, in terms of surface area of about 27–44% in case of failure of left reflector, and about 43–56% in case of failure of right reflector. Furthermore, the examinations have indicated mutual differences in the distribution of corresponding light patches in investigated vehicles. This indicates the need for an individual approach to each vehicle involved in a traffic accident, where the problem of visibility of objects is essential for assessing incident circumstances.

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