

Article citation info:

Stryjek K, Motrycz G, Świczko-Żurek B, Wróbel T. Investigations on the dynamics of motor vehicle driving in nighttime conditions. The Archives of Automotive Engineering – Archiwum Motoryzacji. 2016; 73(3): 103-118, <http://dx.doi.org/10.14669/AM.VOL73.ART7>

BADANIA DYNAMIKI JAZDY KIEROWCY W WARUNKACH NOCNYCH

KRZYSZTOF STRYJEK¹, GRZEGORZ MOTRYCZ², BEATA
ŚWICZKO-ŻUREK³, TOMASZ WRÓBEL⁴

POLSAD

Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii
Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny
Przemysłowy Instytut Motoryzacji

Streszczenie

Niniejszy artykuł opisuje badania dynamiki jazdy w warunkach nocnych. Poza porównaniem wpływu na osiągnięte wyniki klasycznych systemów oświetlenia drogi, w niniejszej publikacji przedstawiono zalety nowych systemów wspomagających kierowcę, takich jak kamery termiczne. Systemy tego typu coraz częściej montowane są w zaawansowanych pojazdach i w sposób rzeczywisty zwiększają bezpieczeństwo jazdy.

Słowa kluczowe: nocne widzenie, pojazd, stres, światła mijania, bezpieczeństwo

¹ POLSAD ul Holenderska 14, 99-300 Kutno, krzysztof.stryjek@polsad.net.pl

² Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii, ul. Kozielska 4, 01-163 Warszawa, gmotrycz@wihe.waw.pl

³ Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, beazurek@pg.gda.pl

⁴ Przemysłowy Instytut Motoryzacji, ul. Jagiellońska 55, 03-301 Warszawa,

1. Wstęp

Rodzaj, rozkład oraz natężenie światła emitowanego przez reflektory pojazdów samochodowych ma zasadniczy wpływ na bezpieczeństwo jazdy [1], [2]. Producenci pojazdów samochodowych oraz reflektorów od wielu lat rozwijają swoje produkty w taki sposób, aby zapewnić jak najlepszą widoczność podczas jazdy w warunkach nocnych. Ograniczone oświetlenie ma także wpływ na skuteczność i stres związany z kierowaniem pojazdem, szczególnie podczas dynamicznej jazdy z dużą prędkością. Kierowca, który porusza się po drodze niedostatecznie oświetlonej, nie ma pewności co do jej przebiegu oraz potencjalnych przeszkód jakie mogą na niej występować. Kierujący narażony jest na funkcjonowanie w ciągłym stresie, co negatywnie wpływa na jego koncentrację, wywołując dodatkowe zmęczenie. Sytuacja taka ma miejsce szczególnie w przypadku kierowców pojazdów uprzywilejowanych (straż pożarna, karetka pogotowia), którzy bardzo często podejmują interwencję w warunkach nocnych. Od zapewnienia kierowcy prawidłowych warunków jazdy pojazdem uprzywilejowanym w warunkach nocnych zależy często nie tylko czas dotarcia na miejsce zdarzenia, ale również bezpieczeństwo załogi, podczas poruszania się po drodze.

Autorzy niniejszego artykułu pragną zwrócić uwagę czytelników nie tylko na potencjalne zagrożenia wynikające z jazdy w warunkach nocnych, ale także dokonać przeglądu obecnie wprowadzanych rozwiązań technicznych wspomagających kierowcę - urządzeń termooptycznych i noktowizyjnych. Obecnie ta część techniki, zarezerwowana dotychczas jedynie dla rozwiązań wojskowych, coraz częściej znajduje zastosowanie w samochodach osobowych.

Opisane w artykule wyniki testów w warunkach różnego natężenia oświetlenia drogi, mogą zostać wykorzystane również do szkolenia kierowców pojazdów uprzywilejowanych, poruszających się z dużymi prędkościami w warunkach nocnych. Pomiary wykonano przy użyciu technik pomiarowych typu GPS wraz z wbudowanymi modułami żyroskopowymi i czujnikami przyspieszenia, które pozwoliły na pełną analizę dynamiki pojazdu oraz zdefiniowanie wpływu określonych warunków środowiskowych na zachowanie kierowcy.

2. Obiekt badań

Obiektem badań był samochód osobowy Renault Clio 2.0 16v z silnikiem F4R 730, o pojemności skokowej 1998 cm³ i mocy maksymalnej 169 KM. Maksymalny moment obrotowy 200 Nm pojazd uzyskiwał przy 5400 obr/min.

Pojazd wyposażono w standardowe reflektory światła mijania i drogowych oraz w specjalną zabudowę, umożliwiającą montaż czterech dodatkowych reflektorów drogowych (rys. 1). Zastosowano w nich żarówki o mocy 100W każda. Jest to rozwiązanie dopuszczone jedynie do użytkowania podczas zawodów sportowych (rajdy samochodowe), jednak dodatkowe oświetlenie tego typu stosuje się także często w pojazdach specjalnych, np. straży pożarnej.



a/reflektory sportowe

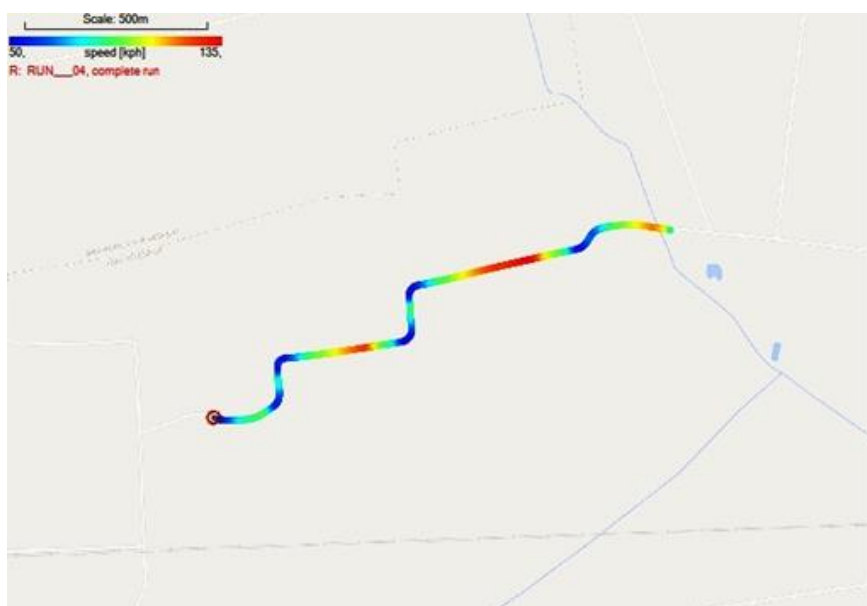
b/reflektory seryjne

Rys. 1. Ilość punktów świetlnych (fot. Krzysztof Stryjek)

Fig. 1. Number of lights a/sport lights, b/ serial lights (fig. Krzysztof Stryjek)

1. Badania dynamiki jazdy kierowcy w zależności od warunków oświetlenia

W celu określenia wpływu natężenia oświetlenia na dynamikę oraz skuteczność jazdy, wykonano rozpoznawcze badania przejazdu wytyczonego odcinka drogi, przy różnych rodzajach oświetlenia. Kierowca miał za zadanie jak najszybsze pokonanie wytyczonego odcinka drogi (ok. 1500 m) w zależności od widoczności przy danym typie oświetlenia. Badania wykonano na drodze wyłączonej z ruchu. Przybliżone wartości prędkości z jakimi poruszał się pojazd wyposażony w reflektory sportowe przedstawiono na rysunku nr 2.



Rys. 2 Przykład prędkość pojazdu z jaką pokonano tor pomiarowy (rys. Krzysztof Stryjek)

Fig. 2. Example vehicle speed at which overcomes the measurement chain (Fig. Krzysztof Stryjek)

Pomiary wykonano przy użyciu urządzenia pomiarowego wykorzystującego system pozycjonowania GPS firmy Race – Technology LTD przedstawionego na rys. 3. Urządzenie wyposażone było dodatkowo w moduł żyroskopu i czujników przyspieszeń. Dedykowane oprogramowanie umożliwiło późniejszą szeroką analizę zarejestrowanych danych.



Rys. 3. GPS Race-Technology LTD zamontowany w pojeździe (rys. Krzysztof Stryjek).
Fig. 3. GPS Race-Technology LTD fitted to the vehicle (Fig. Krzysztof Stryjek).

W celu ilościowego określenia różnic w oświetleniu drogi dla poszczególnych przypadków, wykonano pomiar natężenia oświetlenia drogi przed samochodem. Pomiaru dokonywano na wysokości około 80 cm nad ziemią, utrzymując głowicę pomiarową zwróconą w kierunku osi wzdłużnej pojazdu. Wyniki przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Porównanie natężenia oświetlenia przed pojazdem.
Table 1. Comparison of brightness ahead of the vehicle.

Odległość od samochodu [m]	Światła mijania [lx]	Światła drogowe [lx]	Światła sportowe [lx]
10	50	660	1750
25	25	115	421
50	4	35	108
100	-	2	37

3. Analiza wyników badań

Analizując wyniki zawarte w tabeli nr 1 można zauważyć, że natężenie światła emitowane przez poszczególne rodzaje oświetlenia zasadniczo się różni. Światła drogowe zapewniają w przybliżeniu porównywalne oświetlenie na dwukrotnie dalszym dystansie niż światła mijania. Światła sportowe pozwalają dodatkowo dwukrotnie zwiększyć dystans oświetlonego fragmentu jezdni w stosunku do światel drogowych. Różnice wizualne w oświetleniu drogi przedstawiono na rys 3. Na rys. 4 przedstawiono porównanie zasięgu danego typu światel, kolejno dla światel sportowych, drogowych i mijania, przy widoku z boku oświetlanej drogi.



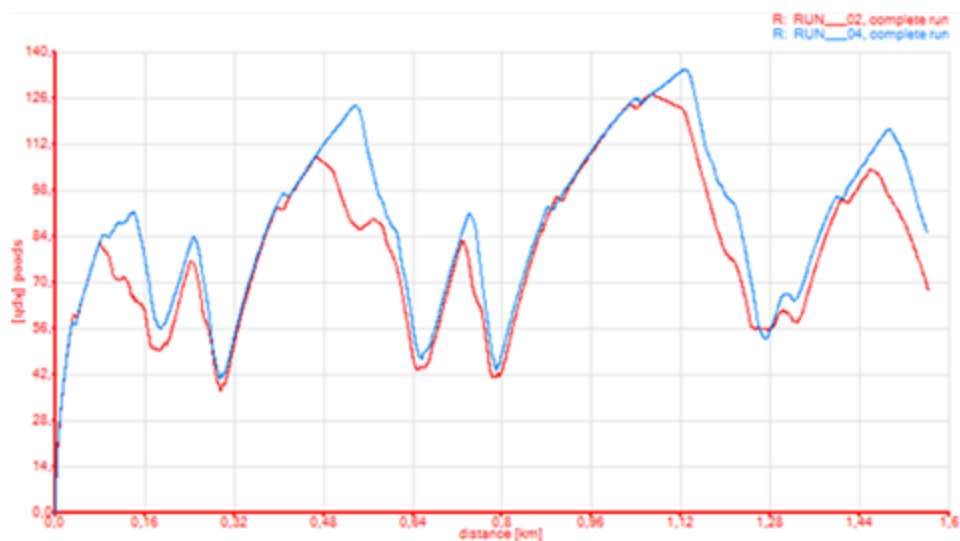
Rys. 4. Porównanie oświetlenia drogi dla światel mijania i sportowych (rys. Krzysztof Stryjek)
Fig. 4 Comparison of road illumination for the low beam and sport lights (Fig. Krzysztof Stryjek)



Rys. 5. Porównanie zasięgu światła. Od góry : światła sportowe, drogowe i mijania (fot. Krzysztof Stryjek)

Fig. 5. Comparison of lights range. From the top: light sports, brights and low beam (fig. Krzysztof Stryjek)

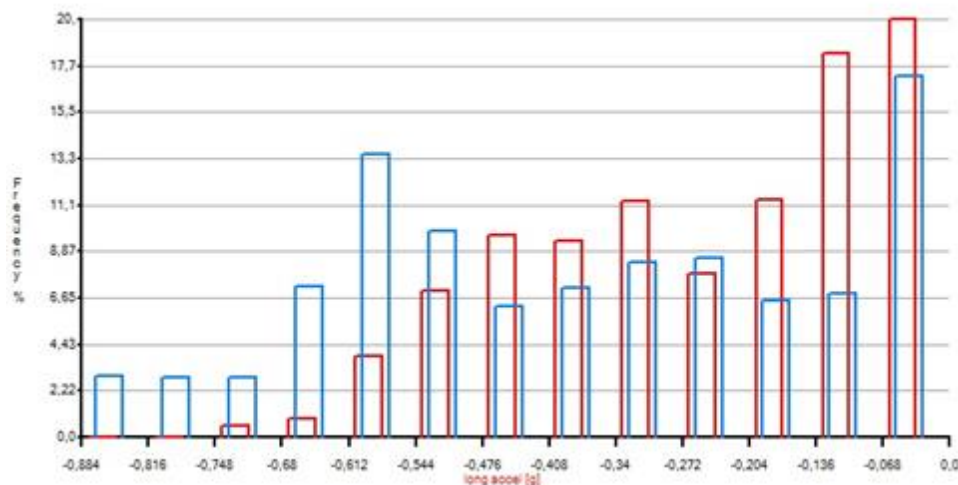
Podczas pokonania odcinka pomiarowego toru rejestrowano prędkość i przyspieszenie działające na pojazd. Dla przejazdu z włączonymi światłami seryjnymi i sportowymi przykładowe wyniki przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Charakterystyka prędkości osiągniętych podczas próby drogowej – kolor niebieski przejazd przy oświetleniu sportowym, czerwonym światła seryjne (rys. Krzysztof Stryjek)

Fig. 6. Characteristics of speeds achieved during the road test - blue line - ride with sports lighting, red line - serial (Fig. Krzysztof Stryjek)

Można zauważyć, że dodatkowe oświetlenie drogi pozwala kierowcy na lepszą ocenę bezpieczeństwa i wykorzystanie większych zakresów prędkości. Na rysunku nr 5 charakterystyczne są obszary, np. pomiędzy 480 a 640 metrem odcinka badawczego, gdzie kierowca był w stanie poruszać się z wyższymi prędkościami. W przypadku poruszania się w warunkach oświetlenia o gorszych parametrach, kierowca wyraźnie ograniczał prędkość i miał kłopoty z dobraniem odpowiednich punktów hamowania – najczęściej hamował zbyt wcześnie i w sposób niejednolity.



Rys. 7. Statystyka osiągniętych przez pojazd opóźnień podczas próby badawczej – kolor niebieski przejazd przy oświetleniu sportowym, czerwonym światła seryjne. (rys. Krzysztof Stryjek)
 Fig. 7. Statistic of the range achieved by a vehicle delays in the survey sample - blue – sport light , red -serial. (Fig. Krzysztof Stryjek)

Zgodnie z zasadami szkoleń dla kierowców pojazdów sportowych, kierowca powinien uzyskiwać podczas hamowania pełne, jednostajne opóźnienia, o wartości dla nawierzchni asfaltowych ok. ok 8-11 m/s^2 . Analizując statystykę na rys. 6 przejazdu przy ograniczonym oświetleniu można zauważyć, że w dużym zakresie czasu kierowca używał hamulca w sposób niepowtarzalny. Spowodowane to było ograniczeniem widoczności, a przez to kierowca nie mógł rozpoznać prawidłowo punktów hamowania. Pojazd poruszał się zatem z ograniczoną dynamiką, a kierowca ograniczał prędkość pojazdu wyczekując na moment zauważenia zmiany przebiegu drogi (np. zakrętu). Z wykresu wynika także, że pojazd poruszający się tylko ze standardowymi światłami drogowymi hamował nie tylko zbyt szybko przed zbliżającymi się zakrętami, ale także generował zbyt słabe opóźnienie aniżeli wynikałoby to z przyczepności nawierzchni i realnej oceny sytuacji np. w warunkach normalnych (oświetlenie dzienne).

Przedstawiona na rys. 7 statystyka używania przez kierowcę hamulca z daną intensywnością ma zastosowanie w ocenie jazdy kierowców sportowych. Przy prawidłowych reakcjach, kierowca powinien hamować zawsze w sposób umożliwiający wygenerowanie jednolitego, maksymalnego opóźnienia. Im w większym stopniu na charakterystyce pojawiają się pośrednie wartości opóźnienia, świadczy to o braku pewności w prowadzeniu pojazdu. Wykonane pomiary można odnieść także do kierowania pojazdami uprzywilejowanymi w warunkach nocnych. Brak dostatecznie dobrego oświetlenia drogi powodować będzie nie tylko zmniejszenie dynamiki jazdy, ale również zwiększenie zagrożenia dla załogi z uwagi na nieprecyzyjne i niepowtarzalne zachowanie kierującego.

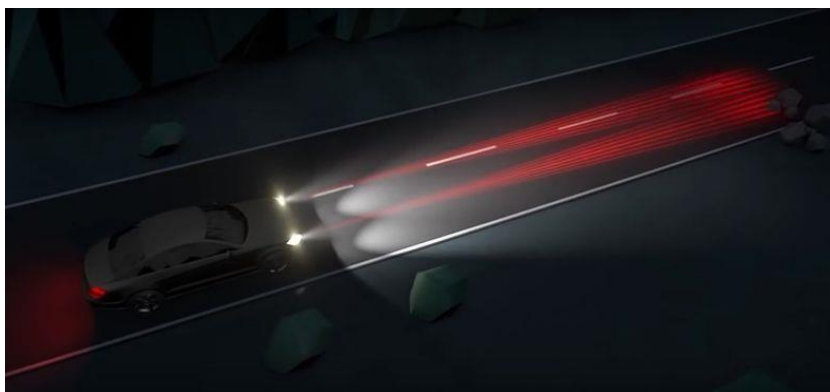
4. Systemy wspomagające jazdę w warunkach nocnych

System wspomagający jazdę w warunkach nocnych, po raz pierwszy przedstawiony został w 2000 r. w modelu Cadillac Deville. Obecnie w modelach osobowych klasy premium standardem jest stosowanie systemów noktowizyjnych, wspomagające jazdę w trudnych warunkach. Pojazdy wyposażone są w dodatkowe kamery termowizyjne i dodatkowe oprogramowanie analizujące uzyskiwany obraz. Na dodatkowym monitorze, kierowca ma nie tylko podgląd na obraz z kamery nocnej, ale także system rozpoznaje potencjalnie niebezpieczne sytuacje np. po zauważeniu sylwetki człowieka, ostrzegając kierującego poprzez wyświetlenie dodatkowych ostrzeżeń graficznych (rys.9).

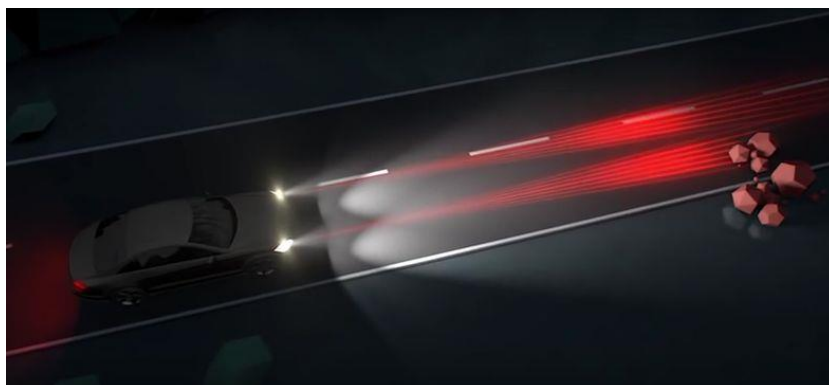
Zasada działania systemu Night vision opiera się na wykorzystaniu kamery termowizyjnej do rejestracji przestrzeni przed pojazdem i wyświetlaniu sylwetek zwierząt, pieszych na wyświetlaczu w zestawie wskaźników lub bezpośrednio na szybie. System night vision w zależności od sposobu działania możemy podzielić na:

- aktywny,
- pasywny.

System aktywny wykorzystuje źródło światła podczerwonego umieszczone z przodu (zazwyczaj w zderzaku lub grillu) do oświetlenia drogi przed pojazdem i rejestracji światła odbitego. Wykorzystywane są osobne reflektory podczerwieni, które oświetlają drogę przed samochodem na dystansie do 150 m. Światło emitowane odbija się od obiektów, dzięki czemu generowany jest kontrast termiczny między obiektami a tłem rejestrowanym przez kamerę podczerwieni.



a/



b/



c/

Rys. 8. Schemat dziania aktywnego systemu night view/vision (źródło Mercedes Benz).
Fig. 8. Schematic of the active system, night view / vision (źródło Mercedes Benz).

W systemie pasywnym zamontowana kamera termowizyjna (podczerwieni) rejestruje promieniowanie ciepłe emitowane przez obiekty fizyczne (człowieka, zwierzę) w przedziale temperatur spotykanych w warunkach jazdy.



Rys. 9. Przykład sygnalizowania rozpoznawania zwierząt i ludzi przez system noktowizji w pojazdach firmy BMW (rys. www.bmw.pl)

Fig. 9. Example of signaling recognition of animals and humans by night vision systems in vehicles BMW (Fig. www.bmw.pl)

Każdy z zaprezentowanych systemów posiada zarówno zalety jak i wady.

System aktywny:

zalety: wyższa rozdzielczość obrazu, lepszy obraz obiektów nieożywionych, działa lepiej w cieplejszych warunkach, mniejszy czujnik może być montowany na lusterku wstecznym.

wady: nie działa we mgle lub deszczu, niższy kontrast dla zwierząt, krótszy zasięg 150-200 metrów

System pasywny:

zalety: większy zasięg około 300 metrów, wyższy kontrast dla obiektów żywych

wady: mniejsza rozdzielczość obrazu, działa słabo w cieplejszych warunkach pogodowych, większy sensor

Do badań został wykorzystany pojazd BMW serii X5 wyposażony w system Night Vision [7]. W systemie BMW Night Vision kamera termowizyjna wykrywa ludzi oraz zwierzęta znajdujące się przed pojazdem dużo wcześniej zanim staną się one widoczne dla ludzkiego oka w świetle reflektorów. Obraz wykryty jest przesyłany przez system do centralnego wyświetlacza w samochodzie. Kamera termowizyjna obejmuje pas o szerokości kilkudziesięciu metrów z boku pojazdu i odcinek kilkuset metrów przed samochodem. System BMW Night Vision oferuje dla kierowcy szczególne korzyści podczas jazdy po drodze zaciemnionej i niedoświetlonej.



Rys. 10. Rozmieszczenie kamery termowizyjnej w pojeździe (rys. Grzegorz Motrycz).
Fig. 10. Arrangement of the infrared camera in the vehicle (fig. Grzegorz Motrycz).

System ten jest automatycznie aktywowany po zapadnięciu zmroku przy każdym uruchomieniu silnika. System można również włączyć ręcznie na monitorze centralnym. Obszar ostrzegania dla systemu rozpoznawania osób składa się z dwóch stref:

- strefy centralnej (strefa obejmuje obszar bezpośrednio przed samochodem);
- strefy rozszerzonej (strefa obejmuje obszar z prawej i lewej strony samochodu).

W przypadku rozpoznawania zwierząt system nie rozróżnia strefy, centralnej czy też rozszerzonej. Zasięg oraz wymiary strefy są dopasowane do stylu kierowania samochodem. Dzięki umieszczeniu w przedniej części kamerom, system ten pozwala na wykrycie

i wskazanie obecności pieszego bądź zwierzęcy w pobliżu drogi. System działa dwuetapowo. W pierwszej chwili, na ekranie monitora pojawia się zaznaczona sylwetka wykrytego obiektu. Ma to miejsce w odległości już kilkuset metrów od potencjalnego pieszego. Wprawdzie brak wyraźnych konturów nie pozwala na pełną identyfikację czy kierowca ma do czynienia z pieszym czy zwierzęciem, jednak zostaje on wstępnie ostrzeżony o potencjalnym zagrożeniu.

W drugim etapie system automatycznie rozpoznaje sylwetkę i dodatkowo na ekranie wyświetlacza pojawia się komunikat ze znakiem ostrzegawczym (rys 11).



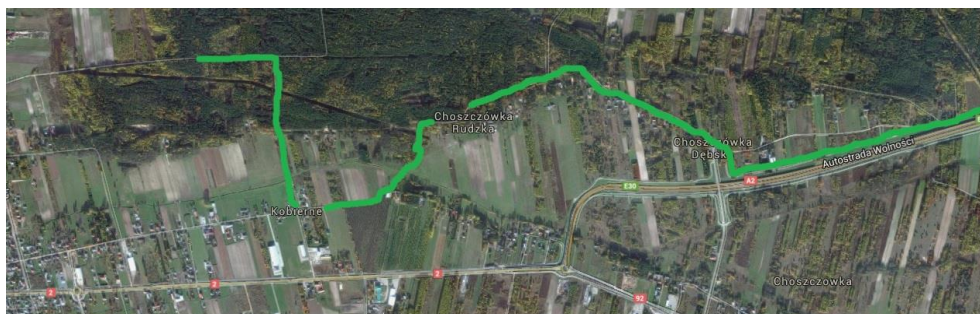
Rys. 11. Widok rozpoznanych pieszych w systemie Night Vision BMW (rys BMW Polska)
Fig. 11. View of diagnosed pedestrians in the BMW Night Vision system (Fig BMW Poland)

6. Badania w warunkach nocnych

Sprawdzenie działania systemu wykonano na nieuczęszczanej drodze w warunkach pełnego zaciemnienia (rys 12, 13). Trasa badawcza została tak dobrana aby zapewnić bezpieczeństwo osób postronnych i samego zespołu badawczego.



Rys. 14 Przygotowanie pojazdu do badań systemu noktowizji, warunki badawcze (pojazd użyczony przez firmę BMW Polska)
Fig. 14 Preparing the vehicle for testing night vision system, research conditions (vehicle lent by BMW Poland)



Rys. 15. Miejsce przeprowadzenia eksperymentu (źródło <https://www.google.pl/maps>).

Fig. 15. Place an experiment (<https://www.google.pl/maps>).

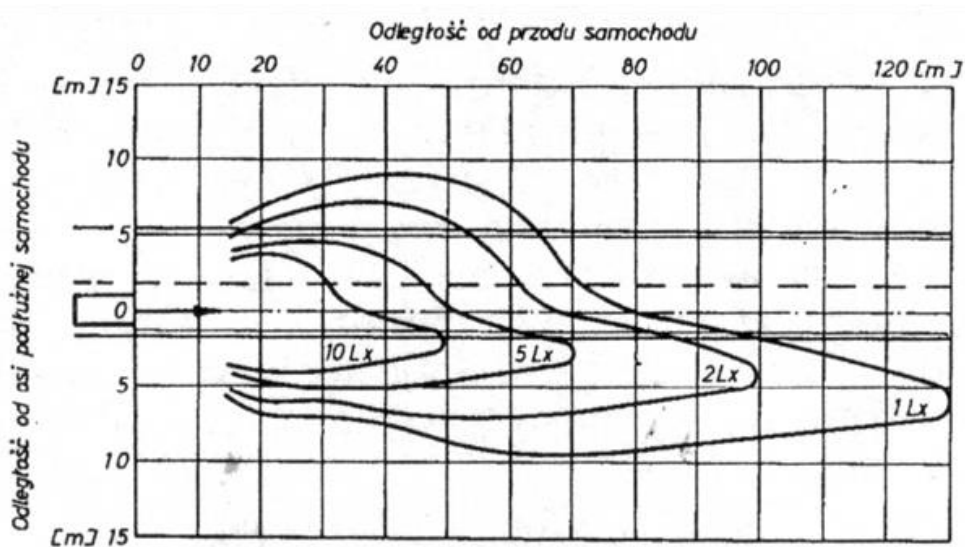
W pojeździe zamontowano system GPS rejestrujący parametry związane z dynamiką pojazdu (prędkość, przyspieszenie, pozycję na drodze). W przypadku zauważenia pieszego przez kierowcę, kierowca zaznaczał to zdarzenie poprzez naciśnięcie znacznika. W celu utrudnienia zadania kierowcy, pieszy nie miał na sobie elementów odblaskowych i był ubrany w ciemną odzież przedstawioną na rys. 14. Badania przeprowadzono w jedną z jesiennych nocy na terenie Polski, przy oświetleniu księżyca ok 1-5 lx.



Rys. 16. Rodzaj ubrania pieszego użyte podczas badań.

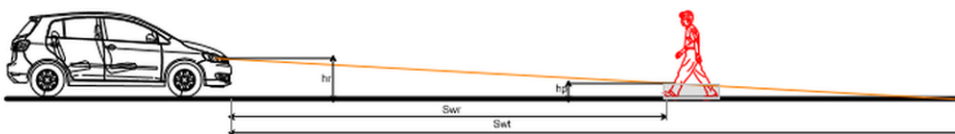
Fig. 16. Clothes pedestrian used during testing.

Należy pamiętać, iż do oka kierującego dochodzi sygnał świetlny odbity od przeszkody a nie padający na nią. Z literatury można określić niezbędną wysokość oświetlenia niekontrastowej przeszkody na około 0.25 m. Wynika to z rozkładu natężenia oświetlenia na różnej wysokości nad jezdnią rys. 17.



Rys. 17. Natężenie oświetlenia jezdni autonomicznymi światłami samochodu [5]
 Fig. 17. The intensity of illumination of the road autonomous headlights [5]

Tym samym w warunkach jazdy nocnej przeszkoda staje się dostrzegalna, gdy znajdzie się w zasięgu opadającego strumienia światła, który oświetlił ją na wysokość nie mniejszą niż około 0,25 m od poziomu nawierzchni jezdni.



Rys. 18. Rozkład natężenia oświetlenia przeszkody na różnej wysokości nad jezdnią [6]
 Fig. 18. The intensity of illumination of the object on different heights [6]

Aby zasięg strumienia światła mijania objął część przeszkody o wysokości h_p metrów, musi znaleźć się ona w odległości s_{wr} od przodu samochodu wynoszącej przy uwzględnieniu przeciętnie stosowanych położenia osi reflektora w stosunku do poziomu jezdni [1].

$$s_{wr} = s_{wt} \frac{h_r - h_p}{h_r} \quad (1)$$

gdzie:

- h_r jest wysokością położenia osi reflektorów nad jezdnią;
- h_p minimalna wysokość oświetlenia przeszkody;
- s_{wt} odległości od przodu samochodu do przeszkody w chwili, gdy znalazła się ona na linii granicznej pola o natężeniu 10lx

Droga, jaką dysponuje kierowca dla wykonania manewrów obronnych wynosi (2):

$$s_s = s_{wr} \cdot \frac{v_s}{v_s + v_{pr}} \quad (2)$$

gdzie: w przypadku ruchu przeszkody ku samochodowi stosuje się w mianowniku znak "plus", zaś w przypadku ruchu przeszkody w kierunku od samochodu znak "minus".

Przy torze ruchu przeszkody prostopadłym do kierunku ruchu samochodu jest $v_{pr} = 0$ a więc

$$s_s = s_{wr} \quad (3)$$

Pomiary dokonywano podczas gdy pieszy poruszał się poboczem wzdłuż drogi w kierunku nadjeżdżającego samochodu jak i w przeciwnym. Podczas próby pojazd poruszał się z prędkością 80 km/h. Wyniki przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Wykrycie pieszego przez system pojazdu.

Table 2. Pedestrian detection of the vehicle system

Lp.	Odległość wykrycia od samochodu [m]	Kierunek poruszania się pieszego w stosunku do pojazdu
1	254	przeciwny
2	302	zgodny
3	321	przeciwny
4	220	zgodny
5	280	przeciwny
6	315	zgodny
7	269	przeciwny
8	310	zgodny
9	277	przeciwny
10	287	zgodny

Wyniki przeprowadzonych badań w warunkach rzeczywistych potwierdziły dane techniczne producentów. Wykrycie pieszego przez system termowizyjny następowało już na dystansie ok 300m. Dodatkowym atutem systemu jest cecha braku wpływu na skuteczność systemu rodzaju ubrania pieszego (np. brak elementów odblaskowych). Skuteczne wykrycie pieszego przez system na dystansie kilkuset metrów daje kierowcy odpowiedni czas na reakcję nawet w przypadku poruszania się z wysokimi prędkościami. Aby uzyskać tego typu rozpoznanie pieszego przy użyciu klasycznych systemów oświetlenia, potrzebna byłaby wysoka moc świetlna, co wiązałoby się ryzykiem częstego z osłepienia także innych uczestników drogi.

7. Wnioski

Wpływ warunków oświetlenia na bezpieczeństwo jazdy jest zagadnieniem szeroko opisywanym w literaturze. Autorzy artykułu spojrzeli na tematykę w nieco odmienny sposób i zrealizowali badania rozpoznawcze wpływu oświetlenia na dynamikę jazdy w warunkach nocnych. Jak wykazały badania, oświetlenie ma zasadniczy wpływ nie tylko na samą dynamikę, ale również na dokładność i precyzję prowadzenia pojazdu, co bezpośrednio przekłada się na bezpieczeństwo jazdy. Badania rozpoznawcze przedstawione w artykule i ich wyniki mogą być pomocne w szczególności dla kierowców pojazdów cywilnych uprzywilejowanych, m.in. kierowców karet pogotowia lub straży pożarnej, realizujących bardzo często swoje zadania także w warunkach nocnych.

Wstępne wyniki przeprowadzonych badań systemów termowizyjnych stosowanych w pojazdach osobowych w warunkach rzeczywistych potwierdziły dane techniczne producentów. Wykrycie pieszego przez system termowizyjny następowało już na dystansie kilkuset metrów, niezależnie rodzaju ubrania pieszego. System daje więc kierującemu odpowiedni czas na reakcję nawet w przypadku poruszania się z wysokimi prędkościami i w sposób realny znacząco zwiększa bezpieczeństwo jazdy w warunkach nocnych.

Literatura

- [1] Lewandowski P, Fokt K. Wpływ niesprawności świateł mijania pojazdu na rozkład plamy świetlnej na przykładzie samochodu osobowego marki Skoda Fabia. Problemy Kryminalistyki nr 282/2013
- [2] Błaszczak J. Wpływ całodobowego oświetlenia pojazdów na bezpieczeństwo ruchu drogowego. Zeszyty naukowe wyższej szkoły zarządzania ochroną pracy w Katowicach nr 1(6)/2010
- [3] Chun-Che W, Shih-Shih H, Li-chen F, Pei-Yung H. Driver assistance system for lane detection and vehicle recognition with night vision. Conference paper september 2005
- [4] [cited 2016 Jun 20] Available from: <http://autokult.pl/25854,systemy-bezpieczenstwa-i-wspomagania-jazdy-kiedy-i-jak-dzialaj-oraz-czy-warto-im-zaufac>
- [5] Materiały szkoleniowe dla uczestników studiów podyplomowych. „diagnostyka, mechatronika, rzeczoznawstwo samochodowe i ubezpieczenia” opis i rekonstrukcja wypadków drogowych warszawa 2006 r
- [6] Aleksandrowicz P. Problemy widoczności nieoświetlonych przeszkód w ruchu drogowym część I logistyka 3/2015 r
- [7] Materiały firmy bmw – dokumentacja pojazdu