

ARKADIUSZ ZIELINKIEWICZ\*

## ZAGROŻENIE WYPADKAMI DROGOWYMI W ZALEŻNOŚCI OD PORY DOBY

### RISK OF ROAD CRASHES IN DEPENDENCE OF NATURAL DAY TIME

#### Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki analiz statystycznych zagrożeń wypadkami drogowymi w nocy. Szczególną uwagę zwrócono na specyfikę ruchu nocnego oraz skalę zagrożenia z uwzględnieniem natężeń ruchu w poszczególnych godzinach doby. Porównano wskaźniki ciężkości wypadków w różnych warunkach oświetlenia, określono wpływ kolejnych miesięcy w roku na ryzyko wypadków drogowych oraz przedstawiono strukturę typów wypadków w nocy.

*Słowa kluczowe: ruch nocny, oświetlenie, wypadek drogowy, skala zagrożenia*

#### Abstract

This paper summarizes the statistical analyses of menaces of road crashes at nighttime. The special attention was paid to aspects of traffic at night and the scale of risk with taking traffic in successive hours of day into consideration. Severity coefficients of crashes in different lighting conditions were compared, the influence of successive months of the year on crash risk was specified and the structure of crash types at nighttime was introduced.

*Keywords: traffic at night, lighting, road crash, rate of risk*

---

\* Mgr inż. A. Zielinkiewicz, doktorant, Instytut Inżynierii Drogowej i Kolejowej, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Krakowska.

## 1. Wstęp

Warunki oświetlenia drogi są jednym z istotnych czynników towarzyszących występowaniu wypadków drogowych. Ruch drogowy w nocy cechuje się zupełnie inną specyfiką niż przy świetle dziennym, co znalazło odzwierciedlenie w analizach statystycznych danych z kart wypadkowych, wypełnianych przez policjantów na miejscu zdarzenia oraz w analizach pomiarów natężenia ruchu.

W pracy wykonano najpierw wstępną analizę zagrożenia wypadkami w nocy w kolejnych godzinach doby, bez uwzględnienia godzin wschodu i zachodu słońca oraz sztucznego oświetlenia, z podziałem na odcinki dróg krajowych przechodzące przez miejscowości (obszar zabudowany) oraz zamiejskich (obszar niezabudowany). Następnie z uwzględnieniem zmiennych godzin wschodu i zachodu słońca porównano wskaźniki ciężkości wypadków w różnych porach doby z rozgraniczeniem na wpływ oświetlenia przyrodzonoego podczas nocy. Oceniono również skalę zagrożenia wypadkowego w nocy w poszczególnych miesiącach w roku. Analizy obejmują także strukturę typów wypadków w różnych okresach doby.

## 2. Specyfika ruchu nocnego

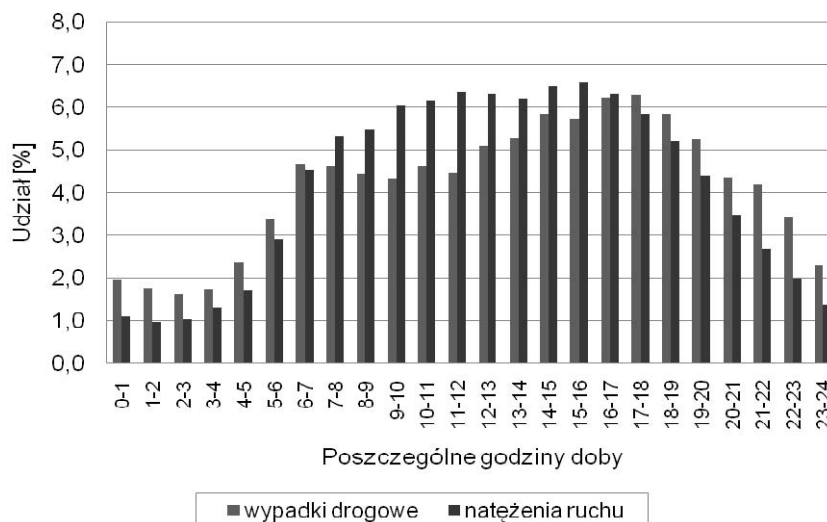
Pewnym odniesieniem i dobrym wstępem do analiz polskich danych mogą być statystyki wypadkowe w nocy z różnych krajów świata oraz szczególne aspekty ruchu nocnego przedstawione w [1]. Zgodnie z tą pracą okres nocy charakteryzuje się m.in.:

- większym niż w ciągu dnia udziałem wypadków śmiertelnych w ogólnej liczbie wypadków (m.in. w USA i Japonii 45–55% wypadków śmiertelnych występuje w nocy, a skalę wypadków śmiertelnych w tym okresie doby, z uwzględnieniem liczby przejechanych kilometrów, oceniono jako 3–4-krotnie wyższą niż w ciągu dnia),
- większą częstością wypadków z udziałem pieszych (nawet na przejściach z sygnalizacją świetlną), wypadków pojedynczych pojazdów, zderzeń czołowych oraz bocznych pojazdów; podobny jak w ciągu dnia jest udział zderzeń tylnych pojazdów,
- zjawiskiem olśnienia, trudnościami z oszacowaniem odległości do pojazdu nadjeżdżającego z przeciwka oraz niezachowywaniem bezpiecznych odstępów pomiędzy pojazdami,
- mniejszą odległością widoczności; przy prędkości 70 km/h w ok. 90% przypadków droga hamowania (wraz z reakcją kierowcy) jest dłuższa od odległości widzenia na drodze nieoświetlonej,
- dłuższym czasem reakcji kierowcy; najmniejszy czas reakcji w nocy wynosi 0,6 s, natomiast w dzień 0,2 s (kierowca o wysokiej sprawności psychomotorycznej, skoncentrowany na prowadzeniu pojazdu).

Z powyższego wynika, że poziom zagrożeń bezpieczeństwa ruchu drogowego (BRD) w nocy jest wyższy niż podczas dnia.

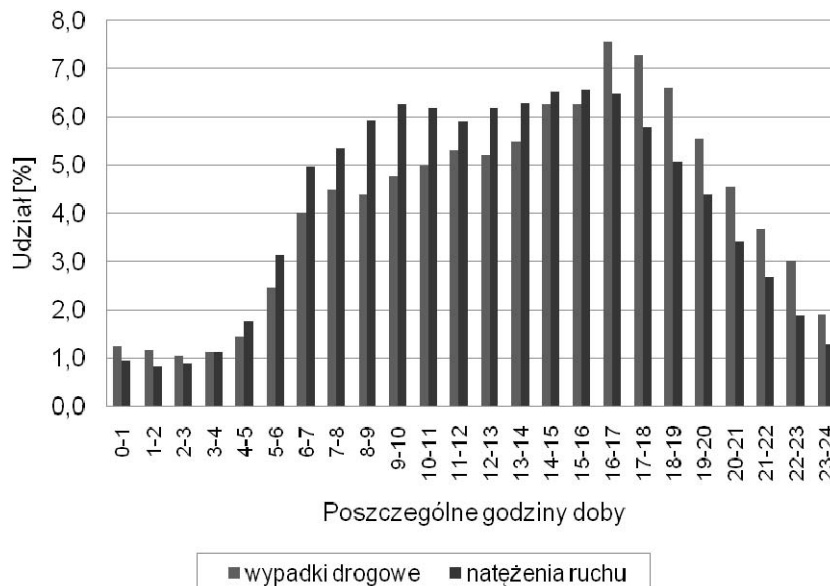
### 3. Wstępne oszacowanie skali porównawczej pomiędzy zagrożeniem wypadkami w ciągu dnia i nocy

Wstępne oszacowanie różnic pomiędzy zagrożeniem wypadkami w ciągu dnia i nocy wymagało sporządzenia rozkładów udziału wypadków w kolejnych godzinach doby (udział liczby wypadków w danej godzinie odniesiony do sumy wypadków w dobie) z nałożeniem na obraz zmienności ruchu dobowego uzyskany z badań empirycznych odpowiednio dla odcinków dróg zamiejskich oraz przejść przez miejscowości (rys. 1 i 2). Obraz zmienności ruchu wyznaczono na podstawie całodobowych badań ruchu z użyciem rejestratora pneumatycznego wykonywanych na 219 2-pasowych 2-kierunkowych odcinkach dróg krajowych w Polsce w latach 2002–2009. W sposób losowy wybrano reprezentatywną próbę 60 odcinków (30 odcinków dróg zamiejskich oraz 30 przejść przez miejscowości) o różnych szerokościach przekroju poprzecznego, różnych typach poboczy oraz szerokim zakresie natężeń ruchu (dla przejść przez miejscowości wahało się ono od 2273 do 23 633 P/dobę, dla odcinków dróg zamiejskich od 1917 do 17 896 P/dobę). Dla każdego z tych odcinków uwzględniono natężenia ruchu oddzielnie dla obu pasów ruchu. Pomiary były wykonywane w różnych porach roku przy suchej nawierzchni. Dla uwzględnienia wszystkich poligonów z tą samą wagą niezależną od natężenia ruchu, dla każdego z nich sporządzano wykres udziału natężenia pojazdów w kolejnych godzinach do natężenia całodobowego i tak uzyskane dane uśredniano. Dane o wypadkach za lata 2005–2009 uzyskano z kart wypadkowych wypełnianych przez policjantów na miejscu zdarzenia. Udział liczby wypadków w poszczególnych godzinach doby w stosunku do całkowitej liczby wypadków jest wartością uśrednioną z 5 lat analizy.



Rys. 1. Względny udział wypadków drogowych oraz natężeń ruchu w ciągu doby na zamiejskich odcinkach dróg krajowych

Fig. 1. Relative rate of road crashes and traffic volumes during natural day on rural segments of national roads



Rys. 2. Względny udział wypadków drogowych oraz natężeń ruchu w ciągu doby na odcinkach przejść dróg krajowych przez miejscowości

Fig. 2. Relative rate of road crashes and traffic volumes during natural day on segments of national roads crossing through small towns

Na omówionym etapie analiz nie wykorzystano jeszcze znajomości godzin wschodu i zachodu słońca. Można jednak przyjąć, że godziny 21.00–4.00 są nocnymi, a godziny 7.00–15.00 dziennymi w każdej porze roku. Zagrożenie wypadkami w nocy w stosunku do tej godziny w ciągu dnia, która cechuje się najmniejszym zagrożeniem wypadkowym, jest nawet 2,61 razy większe dla dróg zamiejskich oraz 2,15 razy dla odcinków przejść przez miejscowości. Średnie zagrożenie wypadkami w godzinach określonych jako nocne przez cały rok jest odpowiednio 2,05 (drogi zamiejskie) oraz 1,59 (przejścia przez miejscowości) razy większe niż w godzinach określonych jakoienne.

Wykresy na rys. 1 i 2 pokazują, że większe zagrożenie wypadkowe w nocy niż podczas dnia, dla dróg zamiejskich, wynika głównie z większej swobody jazdy oraz skłonności do rozwijania przez kierowców wysokich prędkości wobec niskich natężeń ruchu, pomimo ograniczeń widoczności, mniejszego czasu reakcji, znużenia, zjawiska olśnienia oraz trudności z oszacowaniem odległości do pojazdu jadącego z przeciwnika. Dodatkową wiedzę w tym zakresie może przynieść poznanie struktury typów wypadków w różnych okresach doby, co opisano w jednym z kolejnych rozdziałów.

#### 4. Oszacowanie ryzyka wypadkowego w różnych porach doby na podstawie wskaźników wypadkowych

Karty wypadkowe wypełniane przez policjantów na miejscu zdarzenia dają możliwość jednoznacznej identyfikacji warunków oświetlenia towarzyszących wypadkowi. We wzorze karty wprowadzono podział na: „światło dzienne”, „zmierzch, świt”, „noc – droga oświetlona”, „noc – droga niedostatecznie oświetlona” oraz „noc – droga nieoświetlona”. Podczas analiz danych zawartych na kartach wypadkowych informacja o warunkach oświetlenia została również sprawdzona na podstawie znajomości godziny wypadku i jej korelacji z godzinami wschodu i zachodu słońca. W ten sposób wyeliminowano nieprawidłowe zapisy w kartach wypadkowych i w przypadku niezgodności przyjmowano warunki oświetlenia zgodne z godziną wypadku. Po zsumowaniu liczby wypadków oraz ich ofiar zespolono ze sobą grupy: „noc – droga niedostatecznie oświetlona” oraz „noc – droga nieoświetlona” ze względu na niewielką bądź zerową liczbę wypadków zakwalifikowanych do pierwszej z nich. W tabelach 1 i 2 przedstawiono łączną liczbę wypadków oraz ich ofiar w latach 2005–2009 na drogach zamiejskich oraz przejściach przez miejscowości. Znajomość tych danych posłużyła do obliczenia średnich wskaźników ciężkości wypadków w przyjętych okresach doby.

Tabela 1

##### Łączne dane wypadkowe oraz średnie wskaźniki ciężkości wypadków za lata 2005–2009 w różnych okresach doby na odcinkach zamiejskich dróg krajowych

| Oświetlenie               | Wypadki | Ranni  | Zabici | Ofiary | [l. ran./<br>100 wyp.] | [l. zab./<br>100 wyp.] | [l. ofiar/<br>100 wyp.] |
|---------------------------|---------|--------|--------|--------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Światło dzienne           | 17 181  | 26 972 | 3157   | 30 129 | 157,0                  | 18,4                   | 175,4                   |
| Zmierzch, świt            | 2491    | 3484   | 706    | 4190   | 139,9                  | 28,3                   | 168,2                   |
| Noc – droga oświetlona    | 1435    | 1981   | 360    | 2341   | 138,0                  | 25,1                   | 163,1                   |
| Noc – droga nieoświetlona | 7510    | 9652   | 2569   | 12 221 | 128,5                  | 34,2                   | 162,7                   |

Tabela 2

##### Łączne dane wypadkowe oraz średnie wskaźniki wypadków za lata 2005–2009 w różnych okresach doby na odcinkach przejść dróg krajowych przez miejscowości

| Oświetlenie               | Wypadki | Ranni  | Zabici | Ofiary | [l. ran./<br>100 wyp.] | [l. zab./<br>100 wyp.] | [l. ofiar/<br>100 wyp.] |
|---------------------------|---------|--------|--------|--------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Światło dzienne           | 12 114  | 15 948 | 1087   | 17 035 | 131,6                  | 9,0                    | 140,6                   |
| Zmierzch, świt            | 1737    | 2167   | 281    | 2448   | 124,8                  | 16,2                   | 140,9                   |
| Noc – droga oświetlona    | 3688    | 4548   | 624    | 5172   | 123,3                  | 16,9                   | 140,2                   |
| Noc – droga nieoświetlona | 1888    | 2229   | 505    | 2734   | 118,1                  | 26,7                   | 144,8                   |

Statystyki wskazują wyraźnie na większe prawdopodobieństwo wystąpienia wypadku śmiertelnego w nocy niż w ciągu dnia. Wzrasta ono dodatkowo przy braku oświetlenia bądź niedostatecznym oświetleniu drogi. W nocy na drodze nieoświetlonej prawdopodobieństwo, że dany wypadek będzie śmiertelny, jest większe prawie 2-krotnie na odcinkach dróg zamiejskich i ok. 3-krotnie na przejściach przez miejscowości niż przy świetle dziennym. Poruszanie się po drogach zamiejskich wiąże się z większym ryzykiem wypadku śmiertelnego w stosunku do przejść przez miejscowości. Drogi w terenie niezabudowanym charakteryzują się także wyraźnie większym wskaźnikiem liczby ofiar przypadających na jeden wypadek. Takie statystyki mogą wynikać przede wszystkim z większej prędkości pojazdów poza terenem zabudowanym, co powoduje również obrażenia pasażerów.

Proporcja pomiędzy liczbą wypadków przy świetle dziennym a o zmroku/świcie jest podobna dla obu analizowanych grup odcinków. Wyraźna jest natomiast różnica pomiędzy liczbą wypadków w nocy na drodze oświetlonej i nieoświetlonej. Wynika to z faktu, iż obszary niezabudowane są praktycznie nieoświetlone, a w miejscowościach coraz częściej są wprowadzane oświetlenia dróg. Liczba wypadków wraz z dużą wartością wskaźnika ciężkości tych wypadków wskazuje na powagę problemu zagrożenia wypadkami na drogach zamiejskich, choć z drugiej strony błędnym i zbyt daleko idącym wnioskiem byłoby stwierdzenie, że jedynie oświetlenie wpływa dodatnio na bezpieczeństwo ruchu na przejściach przez miejscowości. Analiza szczegółowa typów wypadków w poszczególnych okresach doby pozwoli na lepsze poznanie efektywności wprowadzania sztucznego oświetlenia.

Wstępnie oszacowana w poprzednim rozdziale skala zagrożenia wypadkami w godzinach nocnych jest potęgowana 2–3 razy wyższą w tym okresie doby liczbą ofiar śmiertelnych przypadających na 100 wypadków.

## 5. Określenie zagrożenia wypadkowego w poszczególnych miesiącach roku

Miesiącami, w których jest najwięcej wypadków przy świetle dziennym są maj, czerwiec, lipiec i sierpień (tab. 3 i 4), kiedy światło dzienne w ciągu doby jest najdłuższe. Natomiast w październiku, listopadzie, grudniu i styczniu najwięcej wypadków ma miejsce w nocy na drodze oświetlonej i nieoświetlonej. Najwięcej wypadków o zmierzchu/świcie zdarza się w listopadzie i grudniu. Łącznie na te 2 miesiące przypada niemalże 1/3 wypadków o zmroku/świcie, zarówno na drogach zamiejskich, jak i na przejściach przez miejscowości.

Postanowiono zbadać, czy na powyższe statystyki ma wpływ jedynie różna w poszczególnych miesiącach długość nocy. Na podstawie znanych godzin wschodu i zachodu słońca zestawiono średnią długość okresu nocy i światła dziennego w ciągu doby. Okresy przejściowe pomiędzy dniem i nocą (zmerch i świt) mają różną długość, zależną głównie od warunków atmosferycznych. Badania autora i zespołu, wykonane jesienią z użyciem luksomierza, wskazały, że w dobrych warunkach atmosferycznych zmerch (określony jako spadek wskazania przyrządu z 1000 do 0 lx) ma długość od 49 do 62 minut. W okresie zimowym zmerch i świt są dłuższe niż latem. Stacje meteorologiczne podające kompleksową prognozę pogody [4] określają oprócz długości dnia również czas trwania całkowitego oświetlenia. W czerwcu i lipcu różnica pomiędzy tymi dwoma wartościami była minimalna i wynosiła 42–51 minut, w listopadzie i grudniu była natomiast największa i wyniosła 79–88 minut. Różnica ta obejmuje część świtu i zmerchu. Odnosząc te dane do

pomiarów własnych natężenia oświetlenia, możemy przyjąć dla uproszczenia, że we wskazanej różnicy znajduje się połowa długości świtu i połowa zmierzchu. Załóżmy zatem, że w czerwcu i lipcu zarówno zmierzch, jak i świt trwa 46 minut, a w listopadzie i grudniu 83 minuty (połowy przedziałów). Wartości dla pozostałych miesięcy uzyskano przez interpolację. Takie przyjęcie nie uwzględnia zmiennych każdego dnia warunków atmosferycznych, ale jest dobrym przybliżeniem w skali całego miesiąca. Otrzymane w ten sposób udziały okresów nocy, światła dziennego oraz świtu/zmierzchu zestawiono w tab. 5.

Tabela 3

**Bezwzględna i względna liczba wypadków drogowych w poszczególnych miesiącach na zamiejskich odcinkach dróg krajowych (lata 2005–2009)**

| Miesiąc     | Światło dzienne |      | Zmierzch, świt |       | Noc – droga oświetlona |      | Noc – droga nieoświetlona |       |
|-------------|-----------------|------|----------------|-------|------------------------|------|---------------------------|-------|
|             | liczba          | [%]  | liczba         | [%]   | liczba                 | [%]  | liczba                    | [%]   |
| Styczeń     | 917             | 5,3  | 279            | 11,2  | 168                    | 11,7 | 858                       | 11,3  |
| Luty        | 900             | 5,2  | 168            | 6,8   | 102                    | 7,0  | 573                       | 7,7   |
| Marzec      | 1165            | 6,8  | 161            | 6,4   | 126                    | 8,6  | 536                       | 7,2   |
| Kwiecień    | 1431            | 8,3  | 117            | 4,7   | 78                     | 5,4  | 481                       | 6,4   |
| Maj         | 1729            | 10,1 | 114            | 4,6   | 69                     | 4,8  | 394                       | 5,3   |
| Czerwiec    | 1922            | 11,2 | 112            | 4,5   | 66                     | 4,7  | 382                       | 5,1   |
| Lipiec      | 2328            | 13,6 | 141            | 5,6   | 92                     | 6,7  | 421                       | 5,6   |
| Sierpień    | 1924            | 11,2 | 156            | 6,3   | 98                     | 6,8  | 605                       | 8,1   |
| Wrzesień    | 1593            | 9,3  | 220            | 8,8   | 132                    | 9,2  | 606                       | 8,0   |
| Październik | 1412            | 8,2  | 300            | 12,0  | 174                    | 11,9 | 859                       | 11,4  |
| Listopad    | 934             | 5,4  | 355            | 14,3  | 150                    | 10,5 | 823                       | 11,0  |
| Grudzień    | 926             | 5,4  | 368            | 14,8  | 180                    | 12,5 | 972                       | 12,9  |
| Razem       | 17 181          | 100  | 2491           | 100,0 | 1435                   | 100  | 7510                      | 100,0 |

Tabela 4

**Bezwzględna i względna liczba wypadków drogowych w poszczególnych miesiącach na odcinkach przejść dróg krajowych przez miejscowości (lata 2005–2009)**

| Miesiąc     | Światło dzienne |       | Zmierzch, świt |       | Noc – droga oświetlona |       | Noc – droga nieoświetlona |       |
|-------------|-----------------|-------|----------------|-------|------------------------|-------|---------------------------|-------|
|             | liczba          | [%]   | liczba         | [%]   | liczba                 | [%]   | liczba                    | [%]   |
| Styczeń     | 590             | 4,9   | 207            | 11,9  | 425                    | 11,5  | 212                       | 11,2  |
| Luty        | 623             | 5,1   | 128            | 7,4   | 293                    | 7,9   | 150                       | 7,9   |
| Marzec      | 878             | 7,2   | 117            | 6,7   | 262                    | 7,1   | 140                       | 7,4   |
| Kwiecień    | 1099            | 9,1   | 67             | 3,9   | 203                    | 5,5   | 99                        | 5,2   |
| Maj         | 1271            | 10,5  | 61             | 3,5   | 164                    | 4,4   | 103                       | 5,5   |
| Czerwiec    | 1344            | 11,1  | 46             | 2,6   | 140                    | 3,8   | 83                        | 4,4   |
| Lipiec      | 1447            | 11,9  | 81             | 4,7   | 189                    | 5,1   | 121                       | 6,4   |
| Sierpień    | 1350            | 11,1  | 97             | 5,6   | 224                    | 6,1   | 129                       | 6,8   |
| Wrzesień    | 1178            | 9,7   | 128            | 7,4   | 253                    | 6,9   | 176                       | 9,3   |
| Październik | 1057            | 8,7   | 239            | 13,8  | 429                    | 11,6  | 200                       | 10,6  |
| Listopad    | 648             | 5,3   | 288            | 16,6  | 545                    | 14,8  | 222                       | 11,8  |
| Grudzień    | 629             | 5,2   | 278            | 16,0  | 561                    | 15,2  | 253                       | 13,4  |
| Razem       | 12 114          | 100,0 | 1737           | 100,0 | 3688                   | 100,0 | 1888                      | 100,0 |

**Udział poszczególnych okresów doby w kolejnych miesiącach roku**

| Miesiąc     | Światło dzienne |      | Zmierzch, świt |      | Noc          |      |
|-------------|-----------------|------|----------------|------|--------------|------|
|             | liczba minut    | [%]  | liczba minut   | [%]  | liczba minut | [%]  |
| Styczeń     | 439             | 5,5  | 154            | 9,9  | 847          | 11,0 |
| Luty        | 531             | 6,6  | 141            | 9,1  | 768          | 10,0 |
| Marzec      | 645             | 8,0  | 129            | 8,3  | 666          | 8,7  |
| Kwiecień    | 764             | 9,5  | 117            | 7,5  | 559          | 7,3  |
| Maj         | 870             | 10,8 | 104            | 6,7  | 466          | 6,1  |
| Czerwiec    | 931             | 11,6 | 92             | 5,9  | 417          | 5,4  |
| Lipiec      | 909             | 11,3 | 92             | 5,9  | 439          | 5,7  |
| Sierpień    | 814             | 10,1 | 111            | 7,1  | 515          | 6,7  |
| Wrzesień    | 697             | 8,7  | 129            | 8,3  | 614          | 8,0  |
| Październik | 575             | 7,1  | 148            | 9,5  | 717          | 9,3  |
| Listopad    | 465             | 5,8  | 166            | 10,7 | 809          | 10,5 |
| Grudzień    | 408             | 5,1  | 166            | 10,7 | 866          | 11,3 |
| Razem       | 8047            | 100  | 1548           | 100  | 7685         | 100  |

Liczba wypadków świetle dziennym (tab. 3 i 4) w poszczególnych miesiącach jest rozłożona bardzo podobnie do średniego czasu trwania światła dziennego. Dla okresów zmierzchu/świtu oraz nocy można z kolei zaobserwować większy udział wypadków w miesiącach jesienno-zimowych (wrzesień, październik, listopad, grudzień, styczeń) w stosunku do udziału okresu nocy w tych miesiącach. Wyżej wymienione miesiące można zatem uznać za najbardziej niebezpieczne w ograniczonych warunkach widoczności w przeciwieństwie do miesięcy od lutego do sierpnia. Po części może być to spowodowane faktem, iż po zachodzie słońca przez kilka godzin występują jeszcze duże natężenia ruchu aż do godzin 19–21, co deformuje typową charakterystykę ruchu nocnego. Efekt ten jest minimalizowany w miesiącach, w których obowiązuje czas letni. Wówczas zachód słońca zbiega się ze spadkiem aktywności kierowców (liczby podróży).

Dodatkowym czynnikiem potęgującym zagrożenie w miesiącach zimowych jest natężenie ruchu. Na podstawie danych z Generalnego Pomiaru Ruchu 2005 [5] średnie dobowe natężenie na drogach krajowych w Polsce wynosiło 9427 P/dobę w miesiącach letnich (lipiec, sierpień) oraz 6974 P/dobę w miesiącach zimowych (od grudnia do marca). Wobec tego przy mniejszej o 26% liczbie pojazdów na drogach liczba wypadków podczas zimy nie spada przy świetle dziennym, natomiast w nocy oraz o zmroku/świcie dochodzi do większej liczby wypadków niż w innych porach roku.

Do większej skali zagrożenia wypadkiem drogowym w nocy oraz większego wskaźnika ciężkości wypadków należy zatem dodać szczególny wzrost ryzyka wypadkowego w miesiącach zimowych.

## 6. Struktura typów wypadków w różnych okresach doby

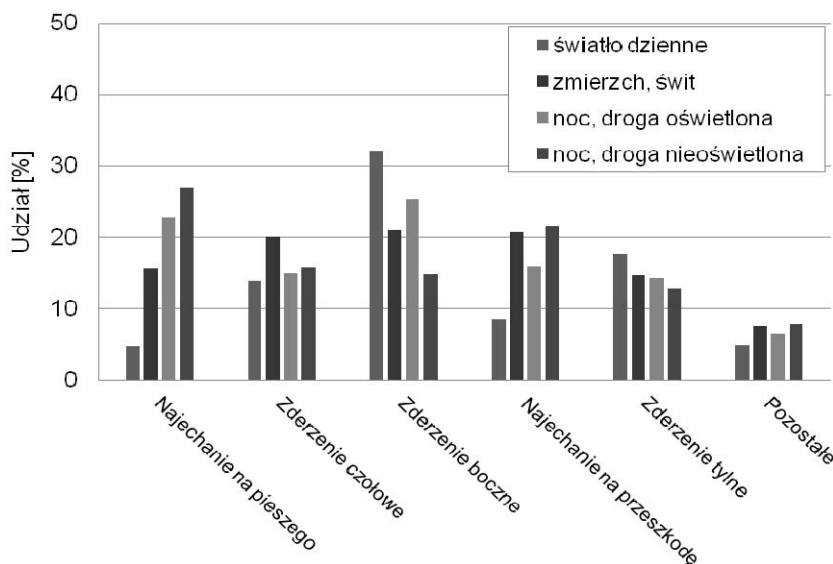
Na drogach zamiejskich w nocy przy braku oświetlenia występuje szczególnie duże zagrożenie najechania na pieszego oraz najechania na przeszkodę (łącznie ok. połowa wy-



padków). Wiąże się to z gorszą widocznością pieszych, dłuższą drogą hamowania przy większej prędkości poza obszarem zabudowanym oraz nieświadomością pieszych o gorszej ich dostrzegalności przez kierowców. Częstość najechania na przeszkodę może być skutkiem nieświadomości kierowców o zagrożeniach w nocy, mniejszej widoczności przeszkód, oślnienia oraz zmęczenia. Mniejszy jest udział również zderzeń tylnych i bocznych pojazdów oraz porównywalny do innych okresów doby udział zderzeń czołowych pojazdów.

Oświetlenie poprawia nieznacznie wskaźnik najechania na pieszego oraz na przeszkodę, ale zdecydowanie większa jest liczba zderzeń bocznych pojazdów.

O zmierzchu i świcie szczególnie duże, w stosunku do innych pór doby, jest zagrożenie zderzeniem czołowym. Zmiana warunków oświetlenia może stanowić dla kierowców pewien problem z adaptacją wzroku, co objawia się trudnością dostrzegania pojazdów nadjeżdżających z przeciwnego kierunku ruchu i szczególnie uciążliwym działaniem zjawiska oślnienia.

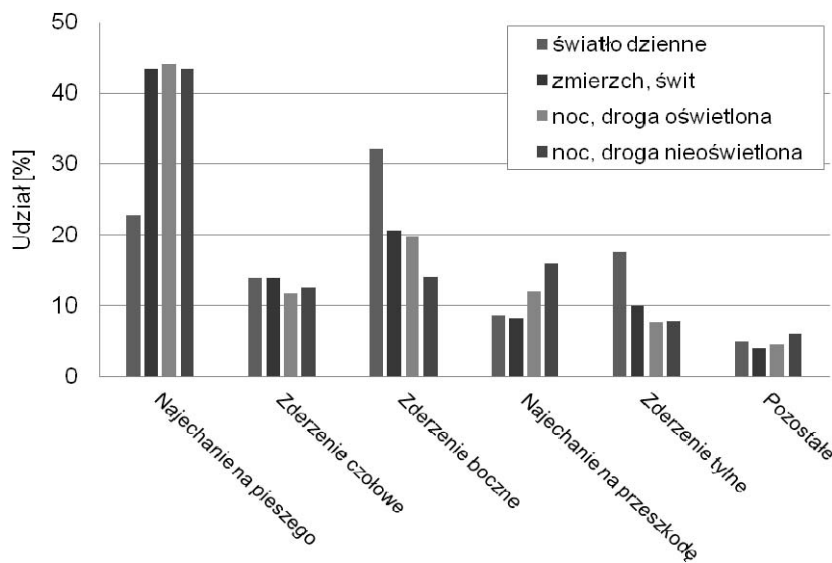


Rys. 3. Struktura typów wypadków w różnych porach doby na odcinkach zamiejskich dróg krajowych

Fig. 3. The structure of crash types in different lighting conditions during the natural day on rural segments of national roads

Ponad 40% wypadków na przejściach przez miejscowości w nocy (niezależnie od oświetlenia) oraz o zmierzchu/świcie stanowią najechania na pieszych. Ruch pieszy w miejscowościach jest większy niż poza zabudową, a ich dostrzegalność mała. Konieczne są działania w celu poprawy infrastruktury dla pieszych oraz akcje zachęcające ich do noszenia elementów odblaskowych i uświadamiające skalę zagrożenia wypadkiem drogowym w nocy.

Podobnie jak dla dróg zamiejskich, tak i na przejściach przez miejscowości zderzenia boczne pojazdów częściej występują na drodze oświetlonej oraz o zmierzchu lub świcie niż przy braku oświetlenia. Z kolei na drogach nieoświetlonych większe jest zagrożenie najechaniem na przeszkodę.



Rys. 4. Struktura typów wypadków w różnych porach doby na odcinkach przejść dróg krajowych przez miejscowości

Fig. 4. The structure of crash types in different lighting conditions during the natural day on segments of national roads crossing through small towns

## 7. Wnioski

W przedziale dobowym noc niesie za sobą wiele zagrożeń w ruchu drogowym i charakteryzuje się inną specyfiką ruchu niż dzień. Przeprowadzone wstępne analizy ryzyka wypadkowego w nocy oraz o zmierzchu i świcie doprowadziły do następujących wniosków:

- skala zagrożenia wypadkami drogowymi w godzinach określonych jako nocne przez cały rok jest 2,05 (drogi zamiejskie) oraz 1,59 (przejścia przez miejscowości) razy większa niż w godzinach określonych jako dzienne;
- poza większą częstością występowania wypadków drogowych w nocy większe są również ich wskaźniki ciężkości; prawdopodobieństwo, że dany wypadek będzie śmiertelny w nocy na drodze nieoświetlonej jest ponad 2-krotnie (drogi zamiejskie) oraz 3-krotnie (przejścia przez miejscowości) większe niż w ciągu dnia; obecność oświetlenia zmniejsza wskaźnik ciężkości wypadków w stosunku do sytuacji bez oświetlenia;

- szczególnie niebezpieczne są miesiące zimowe, kiedy więcej jest wypadków w nocy (niezależnie od sztucznego oświetlenia) oraz o zmroku/świcie w stosunku do udziału długości tych okresów w ciągu doby;
- w nocy na drodze nieoświetlonej dochodzi do częstych przypadków najechania na pieszych oraz na przeszkody; prawie połowę wypadków na przejściach przez miejscowości w nocy (niezależnie od oświetlenia) oraz o zmierzchu/świcie stanowią najechania na pieszego; zmierzch i świt na drogach zamiejskich charakteryzują się dużym odsetkiem zderzeń czołowych pojazdów.

Statystyki wypadków w Polsce, podobnie jak w innych krajach wskazują na specyficzne warunki ruchu w nocy i wynikające z nich szczególne ryzyko.

Podsumowując (rozkład natężeń, wskaźniki ciężkości, wpływ miesiąca), ryzyko wypadku śmiertelnego w nocy na drodze nieoświetlonej w miesiącach zimowych jest ponad 5 razy większe na przejściach przez miejscowości i ponad 4 razy na drogach zamiejskich niż w ciągu dnia. Jako największe zagrożenie oszacowano kolizje z ruchem pieszym na przejściach przez miejscowości. Wypadki z udziałem pieszych charakteryzują się największym wskaźnikiem ciężkości ze względu na brak osłony przed skutkami wypadku. W pewnym stopniu tłumaczy to wysoki wskaźnik ciężkości (liczba zabitych/100 wypadków) i ogólna liczba wypadków w nocy.

Spostrzeżenia te nie są pełne, gdyż nie uwzględniono w szczegółowy sposób charakterystyk natężenia ruchu i ich zmienności. Takie badania będą podjęte w przyszłości, podobnie jak badania wpływu geometrii dróg na wskaźniki wypadkowe szacowane dla nocy. W tym przypadku przydatne mogą się okazać analizy z wykorzystaniem metody uogólnionej regresji liniowej oraz teorii Bayesa.

#### Literatura

- [1] Fors C., Lundkvist S.-O., *Night-time traffic in urban areas*, VTI rapport 650A, 2009.
- [2] G a c a S., *Badania wpływu prędkości pojazdów i jej wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego*, Zeszyty Naukowe Politechniki Krakowskiej, z. 75, Kraków 2002.
- [3] Montella A., *Safety evaluation of curve delineation improvements an empirical Bayes observational before-after study*, Journal of the Transportation Research Board, Nr 09-0097, TRB, National Research Council, 2009.
- [4] Weather Underground (<http://polish.wunderground.com>).
- [5] Transprojekt Warszawa, *Generalny pomiar ruchu 2005 – synteza wyników*, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2006.