

Joanna Ścieszko, Żaneta Papiernik

Katedra Geografii Fizycznej
Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki

Artykuł wpłynął do redakcji 13.11.2013; po recenzjach zaakceptowany 19.12.2013

WPŁYW WARUNKÓW ATMOSFERYCZNYCH NA ZDARZENIA DROGOWE NA PRZYKŁADZIE WOJEWÓDZTWA ŁÓDZKIEGO

THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON TRAFFIC INCIDENTS IN THE EXAMPLE OF ŁÓDŹ VOIVODESHIP

W niniejszym artykule zaprezentowano wpływ zjawisk atmosferycznych na zdarzenia drogowe w województwie łódzkim w latach 2007–2011. Dane, które posłużyły do analizy pochodzą ze strony internetowej www.ncdc.noaa.gov i odnoszą się do stacji Łódź-Lublinek, gdyż jest ona uznawana za najbardziej reprezentatywną dla całego województwa. Dane dotyczące liczby wypadków i kolizji pochodzą z bazy Komendy Powiatowej Policji w Zgierzu. Analiza ukazała, że w badanym pięcioleciu niesprzyjające warunki meteorologiczne odpowiadały za niewielki procent wypadków i kolizji. Wysoka liczba zdarzeń drogowych wystąpiła w dniach ze znaczną zmianą średniego dobowego ciśnienia atmosferycznego oraz kiedy pojawiły się opady deszczu i deszczu ze śniegiem, przede wszystkim po dłuższym okresie bezopadowym. Wszystkie minima wystąpiły w dzień wolny od pracy, a więc sprzyjało im niewielkie natężenie ruchu drogowego. Trudno jest jednoznacznie stwierdzić, które z elementów biometeorologicznych będą bezwzględnie odpowiadać za wzrost liczby zdarzeń drogowych, ponieważ do wypadków i kolizji dochodzi na skutek złożoności wielu procesów. Jest to także zmienność natężenia ruchu drogowego, stan techniczny pojazdu, nadmierna prędkość, nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu i inne.

Słowa kluczowe: wypadki, kolizje, zdarzenia drogowe, metoda nakładania epok

1. WPROWADZENIE

Wypadkowość i kolizyjność drogowa zależy od wielu czynników, jednym z nich są niesprzyjające warunki atmosferyczne. Ten niekorzystny wpływ na jazdę samochodem związany jest przede wszystkim z ograniczeniem widzialności oraz zmniejszeniem przyczepności nawierzchni przez gołoledź, opady, mgłę czy zamieć śnieżną (Baranowska, Gurba 1979). J. Andrey i in. (2001) twierdzą, że warunki atmosferyczne odpowiadają za wzrost liczby zdarzeń o około 50–100%. Obok tak oczywistych przyczyn znajdują się czynniki meteorologiczne charakteryzujące się dużą zmiennością w czasie lub przyjmujące skrajne wartości (Baranowska 1979). W takich sytuacjach wiele osób odczuwa nieprzyjemne dolegliwości, które zaburzają umiejętną ocenę pozornie niezbyt niebezpiecznej sytuacji drogowej (Mączyński 1968).

Celem opracowania było sprawdzenie, czy istnieje zależność liczby zdarzeń drogowych w województwie łódzkim w latach 2007–2011 od niektórych elementów pogody.

2. MATERIAŁ I METODA

Dane, które posłużyły do niniejszej analizy pochodzą ze strony internetowej www.ncdc.noaa.gov i odnoszą się do stacji Łódź-Lublinek, gdyż jest ona uznawana za najbardziej reprezentatywną dla całego województwa. Niestety w latach 2007–2011 nie rejestrowano takich elementów jak usłonecznienie, czy zachmurzenie, dlatego opracowanie zostało ograniczone do przebiegu ciśnienia atmosferycznego, warunków termicznych, anemometrycznych oraz opadów atmosferycznych. Dane te poddano dokładniejszej analizie, policzono m.in. średnie dobowe wartości, przebiegi miesięczne, sezonowe, roczne, pięcioletnie oraz wartości maksymalne, minimalne i średnie w poszczególnych miesiącach, czy też porach roku.

Informacje o liczbie wypadków, kolizji i zdarzeń drogowych, które miały miejsce w latach 2007–2011 w województwie łódzkim pochodzą z bazy danych Komendy Powiatowej Policji w Zgierzu. Dane te początkowo zostały przenalizowane pod kątem czysto statystycznym, a więc jak wygląda ich przebieg tygodniowy, miesięczny, roczny w poszczególnych porach roku, ale także w czasie charakterystycznych dni, które mogą sprzyjać zwiększonemu ruchowi drogowemu, jak zbliżające się święta Bożego Narodzenia, czy weekendy majowe.

Do dokładniejszych badań musiały zostać wyodrębnione dni z ekstremalnie wysoką liczbą wypadków i kolizji oraz takie, w których było ich wyjątkowo mało. Dla każdego miesiąca została policzona średnia miesięczna liczba zdarzeń i odchylenie standardowe. Do analizy zostały wzięte pod uwagę te dni, w których wypadkowość i kolizyjność była wyższa od średniej miesięcznej „+”

półtora odchylenia standardowego, bądź niższa od średniej miesięcznej „–” półtora odchylenia standardowego. Po ich wyodrębnieniu zastosowano test *chi-kwadrat* (χ^2). Zadaniem było określenie, czy dane warunki atmosferyczne wpływały na zwiększenie bądź zmniejszenie liczby zdarzeń drogowych. Analizie tej poddano takie elementy meteorologiczne jak ciśnienie atmosferyczne, temperatura powietrza, wiatr, opady, pokrywa śnieżna oraz mgły i burze.

Kolejną zastosowaną metodą była tzw. metoda nakładania epok. Wybrano dni zerowe (repery), a więc takie, w których doszło do zmiany pogody. Za dzień bodźcowy uznano dzień bez opadu atmosferycznego (przy założeniu, że dnia poprzedniego występował i był wyższy niż 5,00 mm), dzień z pojawieniem się opadu wyższego niż 5,00 mm (pod warunkiem, że dnia poprzedniego nie występował), dzień ze zmianą średniego dobowego ciśnienia atmosferycznego z dnia na dzień o wartość ≥ 8 hPa (wzrost lub spadek), dzień, w którym pojawiły się opady śniegu (przy założeniu, że poprzedniego dnia go nie było) oraz dzień, w którym stopniała pokrywa śnieżna (dnia poprzedniego występowała, a kolejnego już nie). Tą metodą analizowano łącznie całe pięciolecie. Oprócz dnia zerowego dołączono wartości dotyczące 5 dni poprzedzających oraz 5 dni po dniu uznanym za bodźcowy w celu lepszego zobrazowania tego, jak zmienia się liczba zdarzeń drogowych w zależności od zmienności wybranych elementów meteorologicznych. Te 11-dniowe okresy zostały na siebie „nałożone” i dla każdego z nich policzone średnie. W ten sposób uzyskano wykresy z przebiegiem wypadkowości i kolizyjności w odniesieniu do warunków pogodowych.

Zdarzenia drogowe zostały także zbadane z drugiej strony. Dokonano także analizy warunków pogodowych w dniach z największą i najmniejszą liczbą wypadków i kolizji (po dwa przypadki).

3. METEOROLOGICZNE I POZAMETEOROLOGICZNE PRZYCZYNY ZDARZEŃ DROGOWYCH

Podczas opadów deszczu prawdopodobieństwo wystąpienia kolizji wzrasta o około 50 do 100%. Te znaczne różnice wynikają z tego, czy ma to miejsce na terenach miejskich bądź wiejskich oraz czy warunki pogodowe mają zasięg lokalny, czy też oddziałują na większym obszarze. Opady śniegu znacznie częściej wpływają na powstawanie zdarzeń drogowych, jednak te są znacznie mniej poważne i ginie w nich mniej ludzi, co prawdopodobnie jest wywołane ograniczoną prędkością kierujących. J. Andrey i in. (2001) uważają, że do najbardziej niebezpiecznych należy zamarzający deszcz, deszcz ze śniegiem, pierwszy opad w sezonie, obniżająca widzialność mżawka oraz śnieżyce. Od momentu pojawienia się opadu liczba zdarzeń gwałtownie wzrasta, natomiast gdy tylko przestanie padać kolizyjność i wypadkowość wraca do normy, nawet jeśli nawierzchnia jezdni nadal jest mokra. Niektóre badania wykazały

pozytywny efekt wystąpienia deszczu na drodze. Keay i Simmond's (2006 za: Karlaftis i in. 2010) udowodnili, że wysokie wartości opadu skutkują obniżeniem natężenia ruchu drogowego zarówno w ciągu dnia, jak i nocy oraz zimą i wiosną. Jednak z drugiej strony uważają, iż może to zachęcać kierowców do szybszej jazdy, co z kolei wiąże się ze zwiększeniem ryzyka wystąpienia wypadku bądź kolizji.

Sam opad śniegu nie jest tak niebezpieczny jak jego dłuższe zaleganie na drodze ze względu na zmniejszenie siły tarcia, która ma decydującą rolę podczas hamowania. Badania prowadzone w 2001 r. przez Salt Institute ukazują, iż droga zabezpieczona solą zmniejsza liczbę wypadków i kolizji o około 30% (Andrey i in. 2001).

Oprócz zwiększenia śliskości dróg przy opadzie śniegu mamy również do czynienia z ograniczeniem widzialności. Śnieg może się gromadzić na szybie, w miejscach, do których wycieraczki samochodowe nie dosięgają, a także na znakach drogowych i bocznych stronach jezdni. Pokryte nim reflektory są mniej widoczne, a zaparkowane na poboczach auta są mniej zauważalne dla uczestników ruchu drogowego. Po stopnieniu pewnej ilości śniegu, problem z ograniczeniem widoczności nadal istnieje, ponieważ podczas odśnieżania dróg śnieg jest zrzucany na pobocza jezdni, co nadal utrudnia zauważenie ewentualnej przeszkody. Dość powszechnym problemem mającym miejsce w czasie zimy jest również wewnętrzne zamglenie szyb, spowodowane stykaniem się ciepłego powietrza wewnątrz pojazdu z zimnym powietrzem z zewnątrz (Edwards 1999).

Wiatr może mieć znaczący wpływ na to jak kierujący prowadzą samochód. Do najbardziej niebezpiecznych należą jego silne, jednostronne podmuchy, w wyniku których może dojść do zepchnięcia pojazdu z jezdni. Groźną sytuację wywołują także połamane w wyniku intensywnego wiatru gałęzie lub całe drzewa, które mogą spaść przed samochodem bądź na nie, zmuszając do nagłej reakcji (Edwards 1994).

Wyższa temperatura powietrza ma wpływ na zmniejszenie liczby dziennych, tygodniowych i miesięcznych wypadków drogowych (Scott 1986; Brijs i in. 2008 za: Karlaftis i in. 2010). Znaczne odchylenia od średnich dziennych i miesięcznych temperatur znajdują odzwierciedlenie we wzroście liczby wypadków. Stwierdzono, że skrajne temperatury (zarówno te bardzo niskie zimą i bardzo wysokie latem) wpływają na podwyższenie liczby wypadków. Jednak z drugiej strony, gdy rośnie miesięczna liczba dni z temperaturą poniżej zera, liczba wypadków obniża się, prawdopodobnie ze względu na świadomość kierujących o możliwym zagrożeniu (Hermans i in. 2006; Stipdonk 2008 za: Karlaftis i in. 2010).

Opisane powyżej warunki atmosferyczne niewątpliwie mają swe odzwierciedlenie w bezpieczeństwie w ruchu drogowym, jednak udowodniony został także fakt niekorzystnego wpływu czynników meteorologicznych charakteryzujących się dużą zmiennością w czasie lub przyjmujących skrajne wartości. W takim wypadku stają się one bodźcami, które negatywnie oddziałują na nasz układ

nerwowy i obniżają sprawność psychofizyczną, a co za tym idzie zwiększają prawdopodobieństwo spowodowania zagrożenia na drodze. Zazwyczaj zjawiska atmosferyczne w postaci mgieł, opadów występują równocześnie z niekorzystnymi bodźcami, co dodatkowo zwiększa możliwość wystąpienia wypadku bądź kolizji (Baranowska 1979). Polskie statystyki policyjne ukazują, że w czasie korzystnych warunków atmosferycznych dochodzi aż do 67% wypadków, a w dniach bezopadowych, lecz pochmurnych do 14,1%. Podczas niesprzyjających warunków takich jak mgły, opady czy oślepiające słońce dochodzi jedynie do około 18,4% (Kozłowska-Szczęsna i in. 2004).

Nie mniej ważnym zagadnieniem jest czas reakcji prostej. Jest to okres, który musi upłynąć od momentu pojawienia się niebezpieczeństwa do chwili kiedy kierowca rozpocznie reagowanie na któryś z mechanizmów sterowania pojazdem (Guzek i in. 2011). B. Mączyński (1968) pisze, iż czas ten skraca się o około 4–6% przy słonecznej pogodzie wyżowej oraz gdy w powietrzu występują określone fale elektromagnetyczne. Jego wydłużenie obserwujemy przede wszystkim przy niekorzystnej pogodzie niżowej. Zmiany czasu reakcji prostej wykazują pewien cykl w skali roku – najdłuższy jest w marcu, a najkrótszy w sierpniu. W okresach, w których występowały dłuższe okresy z wydłużonym czasem reakcji obserwowano wzrost nie tylko liczby zdarzeń drogowych, ale i wypadków przy pracy (Mączyński 1968). Do podobnych wniosków doszedł B. Leszczyński (1979), który badał m.in. wpływ ciśnienia atmosferycznego na wypadkowość przy pracy. Przy jego skrajnych wartościach, zarówno maksymalnych, jak i minimalnych zaobserwował wzrost wypadków w porównaniu do wartości średnich, natomiast niskie ciśnienie odznaczyło się najwyższą wypadkowością.

Około 40% osób odczuwa nieprzyjemne dolegliwości związane z pewnymi niekorzystnymi meteorotropowo sytuacjami pogodowymi. Są to na przykład bóle głowy, zaburzenia snu, zmęczenie, znużenie, a także nasilenie schorzeń sercowych, stawów i mięśni. Objawy te nawet u zawodowych kierowców z dużym doświadczeniem mogą doprowadzać do zdarzeń drogowych. Z autopsji wiedzą, że w pewnych dniach jeździ się lepiej, a w niektórych gorzej, jednak lekceważenie takiego stanu jest dość niebezpieczne. Groźne sytuacje występują również wtedy, gdy zmęczeniu lub przeziębieniu towarzyszy stres pogodowy – łączne oddziaływanie tych czynników może zaburzyć umiejętną ocenę pozornie niezbyt niebezpiecznej sytuacji drogowej (Mączyński 1968).

B. Mączyński (1968) pisze, iż około 5–10% zdarzeń drogowych wywołanych było wpływem pogody na zachowanie się ludzi. Analizował niżowe sytuacje pogodowe, które obejmowały obszar wielkości połowy Europy – w takich okolicznościach dochodziło do gwałtownego wzrostu wypadkowości. Inne badania udowodniły podobną zależność. Analizowano przejścia takiego niżu nad dużymi miastami europejskimi. Początkowo obserwowano wzrost wypadków, a później wraz z oddalaniem się niżu ich spadek. Część naukowców pokusiła się także o analizę w oparciu o sześć występujących typów pogody. Udowodnili

oni, iż w czasie panowania pogody o niekorzystnym oddziaływaniu na organizm człowieka wypadkowość gwałtownie wzrastała, a podczas pogody korzystnej dla nas zdecydowanie malała (Mączyński 1968).

Wszystkie wypadki i kolizje wynikają z faktu uczestniczenia w ruchu drogowym zarówno kierujących samochodami, jak i pieszych, jednak ich przyczyny nie są tak jednoznaczne. Bardzo często za zdarzeniem drogowym stoi również stan techniczny pojazdu, jak na przykład jego konstrukcja czy konserwacja oraz warunki na drogach – czynniki mogą dotyczyć zarówno oznakowania czy oświetlenia, jak i stanu nawierzchni. Kolejną przyczyną jest także sposób zachowania się ludzi w razie wystąpienia zagrożenia – ich doświadczenie, zdolności psychofizyczne czy wyszkolenie podczas kursu. Według statystyk prowadzonych przez Światową Organizację Zdrowia to właśnie czynnik ludzki odpowiada za około 80% zdarzeń drogowych (Mączyński 1968).

Analiza zachowań kierowcy w układzie człowiek–samochód–droga obejmuje wiele czynników takich jak technika budowy dróg, ich konserwacja, funkcjonalność, a także zagadnienia związane z wydolnością kierowcy. Technicy i ekonomiści uważają, iż najkorzystniejsza jest budowa dróg biegnących w linii prostej, jednak z drugiej strony może być to niebezpieczne, ponieważ monotonna, niezmiennąca się droga doprowadza do spadku koncentracji i uwagi kierowcy. Obecnie coraz częściej budowane są niewielkie wzniesienia czy zakręty, aby prowadzący auto zmuszony był do częstszej zmiany biegów, a przez to do skupienia się na jeździe (Skłodowski 2002).

Według T. Tomaszewskiego (1978) organizm człowieka traktowany jest jako samosterujący się układ energetyczny i regulujący. Z zachowaniami tego typu mamy do czynienia podczas prowadzenia samochodu. Aspekt energetyczny to stan naszego wysiłku psychicznego i fizycznego, wypoczynku i zmęczenia. Gdy jesteśmy przemęczeni nasze umiejętności szybkiego reagowania mogą być upośledzone. Układ regulujący przebiega w trzech procesach: jako orientacja i odbieranie informacji, dzięki którym odnajdujemy się w danej sytuacji na drodze, jako etap podejmowania decyzji oraz ostatni czyli manipulacja – to tzw. ruchy robocze, które wykonujemy podczas zamierzonej czynności.

Do jednych z najbardziej powszechnych przyczyn nieprawidłowej reakcji człowieka należy uczucie znużenia charakteryzujące się pogorszeniem sprawności ośrodkowego układu nerwowego. Często obserwuje się również zmęczenie, które ogranicza nasze reakcje ruchowe lub przemęczenie będące stanem nasilonego zmęczenia. W takich przypadkach zdolność prowadzenia samochodu, a co za tym idzie umiejętność reagowania na sytuacje zagrażające naszemu życiu jest znacznie upośledzona, co bezpośrednio prowadzi do kolizji bądź wypadku. Podobna zależność dotyczy osób ze złym samopoczuciem, bez względu na to jaka jest jego przyczyna. Filiżanka kawy czy krótka drzemka pomogą jedynie na chwilę. Jeśli takie osoby siadają za kierownicą stanowią poważne zagrożenie drogowe nie tylko dla siebie, ale i innych uczestników ruchu. Sprawcy wypadków w stanie znużenia czy zmęczenia wykazują

zachowania za kierownicą podobne do osób starszych – jadą bliżej środka jezdni i popełniają podobne błędy. W obu tych przypadkach przyczyną jest pogorszenie parametrów wydolności psychofizycznej (Jaegermann, Nasiłowski 1975).

Płynne, sprawne i bezpieczne prowadzenie auta determinowane jest tym, jak kierowca odbiera informacje i czy umie podejmować odpowiednie decyzje co do dalszego zachowania na drodze. Działania te mają bardzo duże znaczenie, bowiem niewłaściwe uruchomienie lub unieruchomienie mechanizmów samochodu mogą doprowadzić do niebezpiecznego umiejscowienia na drodze. Taka sytuacja zależna jest nie tylko od samego organizmu kierującego i jego właściwości, ale także od sprawności technicznej pojazdu czy niesprzyjającej sytuacji drogowej (Skłodowski 2002).

Według A. Lewickiego (1969), oprócz szeregu procesów umysłowych, duże znaczenie odgrywają także procesy motywacyjne oraz różne możliwości organizmu na reagowanie w chwili zagrożenia. Zachowania te funkcjonują jako całość, a więc procesy regulacyjne i doświadczenie u każdego z kierowców będą inne. Przy prowadzeniu samochodu autor zaobserwował dwie fazy – przygotowania i realizacji. Początkowa polega na zaplanowaniu działania, jak na przykład wybór odpowiedniej trasy czy sprawdzenie ilości paliwa. Druga – faza realizacji to przystąpienie do czynności, którą często komplikują operacje pomocnicze jak obserwacja sytuacji w lusterkach bocznych czy manewry wymijania i inne. Ogół tych działań ma charakter celowy, lecz mogą one zostać utrudnione niesprzyjającymi warunkami drogowymi. Co więcej, wyniki badań zachowań kierowców są ciężkie do odniesienia ich do ogółu społeczeństwa ze względu na odmienne zdolności przystosowawcze każdego z nas.

Kolejną, nie mniej trudną do właściwej oceny przyczyną zdarzeń drogowych są stany chorobowe. W polskich warunkach drogowych osoby chore i starsze stanowią najbardziej liczną grupę ofiar i bardzo często doprowadzają do niebezpiecznych sytuacji. Najgroźniejsze w ruchu drogowym są zawały serca, które mogą doprowadzać do nagłej utraty przytomności za kierownicą, a ich nieprzewidywalność powoduje, że są tym bardziej niebezpieczne. Kolejną chorobą, jednak sporadycznie wywołującą w naszym kraju wypadki, jest padaczka. Niewielki odsetek wypadków spowodowanych przez tę chorobę zawdzięczamy wykluczeniem osób na nią chorych z możliwości kierowania samochodem. Niebezpieczne sytuacje drogowe dotyczą także cukrzyków – nagły spadek cukru w ich krwi (hipoglikemia) prowadzi do utraty przytomności. Zaburzenia wegetatywnego układu nerwowego prowadzą do tak zwanych lekkich stanów hipoglikemicznych, które odpowiadają za nagłe utraty przytomności (stwierdzono, że dotyczy to około 10% dorosłych Polaków). Objawy, które powinny być ostrzeżeniem dla kierowcy to uczucie zmęczenia i potliwość. Podobne badania przeprowadzono także w odniesieniu do osób przewlekle chorych i kalekich. Okazało się, iż takie osoby znacznie rzadziej doprowadzają do niebezpiecznych sytuacji na drogach i jeżdżą ostrożniej, prawdopodobnie

dlatego, że starają się jeździć przy mniejszym natężeniu ruchu i bardziej dbają o wypoczynek. Groźne dla bezpieczeństwa na drogach są osoby z zaburzeniami psychicznymi, szczególnie alkoholicy, którzy wykazują zmiany charakterologiczne (Jaegermann, Nasiłowski 1975).

W statystyce policyjnej czynniki powodujące kolizje i wypadki, a nieposiadające związku z pogodą dzieli się na trzy kategorie: z winy kierowcy, z winy pieszego oraz na inne przyczyny. Pierwsza z nich zawiera takie powody jak: nadmierna prędkość, nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu, niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami oraz niewłaściwe przejeżdżanie przy przejściach dla pieszych. Wypadki i kolizje wywołane z winy pieszego związane są przede wszystkim z niewłaściwym ich przechodzeniem przez jezdnię, na przykład w miejscach niedozwolonych, na czerwonym świetle czy też w wyniku bezpośredniego wejścia pod pojazd (wychodzenie zza auta, przeszkody w sposób utrudniający zauważenie go). Trzecia kategoria przyczyn kolizji i wypadków powodowana jest przez znajdujące się na drodze obiekty i zwierzęta (dochodzi wtedy do nieudanej próby ominięcia), niewłaściwy stan jezdni (konsekwencją są najczęściej kolizje) i zaślabnięcie kierowcy (ten czynnik zazwyczaj doprowadza do zderzeń czołowych). W skali roku około jeden czy dwa wypadki wywołane są chęcią popełnienia samobójstwa poprzez wjechanie autem osobowym pod tira lub doprowadzenie do zderzenia czołowego.

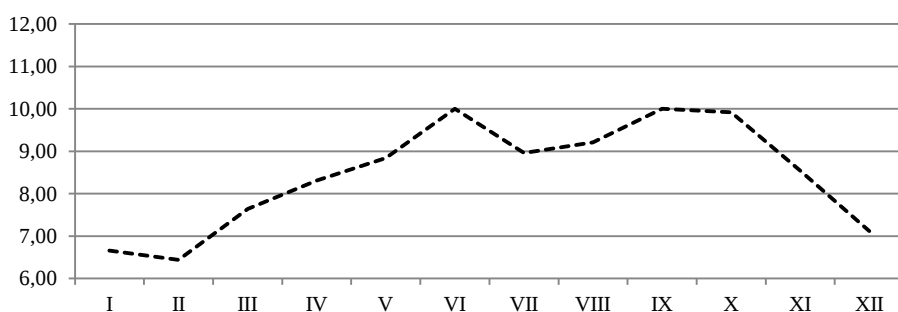
Odrebnym przypadkiem są zdarzenia drogowe powodowane przez kierowców będących pod wpływem alkoholu czy innych środków odurzających. Obecnie policja podejmuje szereg działań zmierzających do zmniejszenia liczby nietrzeźwych kierowców (głównie poprzez wzmoczenie kontroli stanu trzeźwości kierujących pojazdami).

W ciągu doby najwięcej kolizji i wypadków notuje się w czasie II zmiany pracy policjantów (w godz. 14:00–22:00), spowodowane jest to dużym natężeniem ruchu o tej porze dnia, nieco mniej na I zmianie (godz. 6:00–14:00), a najmniej przy III zmianie (godz. 22:00–6:00). Przyczyna wzmożonych przejazdów dotyczy także długich weekendów oraz tego, że z roku na rok obserwuje się coraz więcej pojazdów.

Wzrost wypadkowości notuje się również w piątki, soboty i poniedziałki. Pomimo tego, iż niedziele są dniami, kiedy w związku z licznymi powrotami z weekendowych wypoczynków ruch jest dość duży notuje się najmniej wypadków. Spowodowane jest to tym, że ze względu na wzmożone zagęszczenie pojazdów dochodzi do znaczącego uspokojenia sytuacji drogowej, ludzie jeżdżą ostrożniej, spokojniej, ponieważ przewidują możliwość zagrożenia (Nowakowski, Rajchel 2006).

4. PRZEBIEG ROCZNY I TYGODNIOWY ZDARZEŃ DROGOWYCH W WOJEWÓDZTWIE ŁÓDZKIM W LATACH 2007–2011

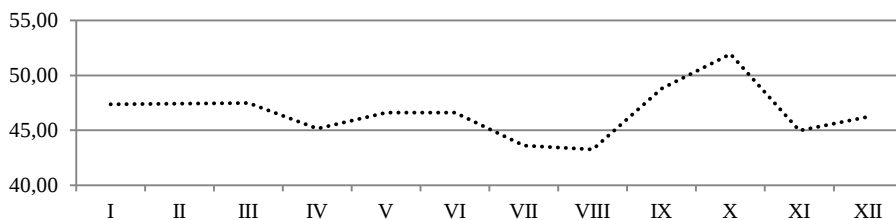
W badanym wieloleciu doszło do 15 482 wypadków oraz 85 112 kolizji, co dało łącznie 100 594 zdarzeń drogowych, a więc średnio 8 wypadków i 47 kolizji w ciągu doby. W całym pięcioleciu średnia dobowo liczba wypadków była najniższa w styczniu, lutym i grudniu, a więc w chłodnych miesiącach (rys. 1). Od marca wartości systematycznie wzrastały, natomiast w czerwcu, wrześniu i październiku osiągnęły maksimum.



Rys. 1. Średnia dobowo liczba wypadków w poszczególnych miesiącach w województwie łódzkim w latach 2007–2011

Fig. 1. Average daily number of car accidents in individual months in Łódź Voivodeship in 2007–2011

W przypadku kolizji sytuacja prezentuje się odwrotnie – chłodne miesiące charakteryzowało podwyższenie wartości, natomiast miesiące letnie zmniejszenie liczby kolizji (rys. 2). Można tu dostrzec pewną zależność – kolizyjność malała na rzecz wypadkowości. Prawdopodobnie działa się tak dlatego, że niesprzyjające warunki drogowe występujące w chłodnej porze roku to głównie gwałtowne zmiany nawierzchni jezdni, które mogły powodować utrudnienia w hamowaniu, a to przyczyniało się do zwiększenia liczby kolizji. Z kolei w ciepłej porze roku, oprócz opadów deszczu czy niekorzystnych dla nas międzydobowych zmian ciśnienia, można spodziewać się na przykład tego, że przy słonecznej, ciepłej pogodzie kierowcy jeżdżą szybciej, nie widząc potencjalnego zagrożenia, a takie sytuacje doprowadzają do dużo poważniejszych zdarzeń na drogach, a więc do wypadków.



Rys. 2. Średnia dobowa liczba kolizji w poszczególnych miesiącach w województwie łódzkim w latach 2007–2011

Fig. 2. Average daily number of collisions in individual months in Łódź Voivodeship in 2007–2011

Najbardziej niebezpieczną dla kierowców porą roku była jesień – doszło wtedy do największej liczby wypadków i kolizji (tab. 1) prawdopodobnie z powodu niesprzyjających warunków atmosferycznych, które z jednej strony źle wpływają na nasze samopoczucie, a z drugiej pogarszają stan nawierzchni jezdni. Do nieco mniejszej, jednak nadal wysokiej liczby wypadków doszło także latem. Przyczyną mogły być pozornie korzystne warunki atmosferyczne, w czasie których kierowcy jeżdżą znacznie szybciej i zarazem bardziej niebezpiecznie. Drugie maksimum kolizji wystąpiło wiosną, a ich przyczynę mogła stanowić niesprzyjająca pogoda, na przykład w postaci roztopów śniegu czy opadów atmosferycznych.

Tab. 1

Średnia dobowa liczba wypadków i kolizji w poszczególnych porach roku w województwie łódzkim w latach 2007–2011

Average daily number of car accidents and collisions in individual seasons in Łódź Voivodeship in 2007–2011

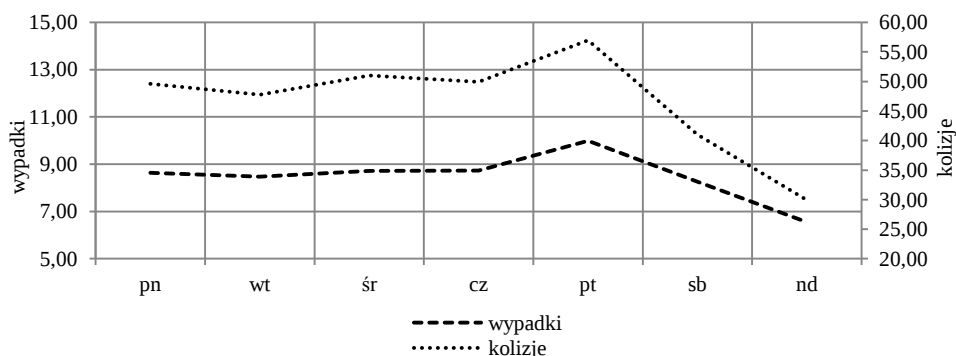
Pora roku	Wypadki			Kolizje		
	liczba	średnia	udział procentowy	liczba	średnia	udział procentowy
Zima	3 043	507,17	19,66	21 191	3 531,83	24,90
Wiosna	3 801	760,20	24,55	21 356	4 271,20	25,09
Lato	4 317	863,40	27,88	20 452	4 090,40	24,03
Jesień	4 321	864,20	27,91	22 113	4 422,60	25,98
Razem	15 482	3 870,50	–	85 112	21 278,00	–

Przebieg liczby zdarzeń drogowych wykazuje cykl tygodniowy (rys. 3). Najwyższe wartości przypadły na piątek, co spowodowane było wzmożonym ruchem drogowym – rozpoczęły się weekendowe wyjazdy bądź powroty z pracy, czasem także z dalszych obszarów. Niedziele charakteryzuje zmniejszone natężenie ruchu, dzięki czemu prawdopodobieństwo wystąpienia

zdarzenia drogowego również było mniejsze, choć z tego samego względu może dochodzić do poważnych wypadków – spowodowane jest to obniżeniem czujności kierowców, jeżdżą oni znacznie szybciej, a niedostosowanie prędkości do warunków panujących na drodze jest jedną z najczęstszych przyczyn wywołujących wypadki i kolizje. Od poniedziałku do czwartku wartości wykazywały pewne wahania, jednak trudno jest jednoznacznie stwierdzić jaka była tego przyczyna. Niewątpliwie odpowiadał za to zwiększony ruch drogowy, choć mógł on także wystąpić jako niekorzystny zbieg okoliczności wraz z niesprzyjającymi warunkami atmosferycznymi.

Niemniej ważnym zagadnieniem jest problem zwiększenia wypadkowości i kolizyjności w czasie charakterystycznych dni w roku, takich jak święta czy długie weekendy. Ze względu na to, że są to dni wolne od pracy można spodziewać się zwiększonych przejazdów, a wzmożony ruch drogowy jest jednym z ważniejszych powodów wywołujących wypadki i kolizje.

W badanym pięcioleciu w święto dochodziło do spadku liczby zdarzeń, co związane było ze zmniejszonym ruchem drogowym. Niebezpieczne są dni poprzedzające je, szczególnie okres przed Bożym Narodzeniem, Sylwestrem czy weekendem majowym, kiedy sytuacja na drodze jest dość nerwowa. Obserwujemy większe niż zazwyczaj natężenie ruchu wywołane przygotowaniem do świąt. Kierujący w natłoku obowiązków jeżdżą szybciej i mniej ostrożnie, a takie okoliczności sprzyjają powstawaniu niebezpiecznych sytuacji na drogach.



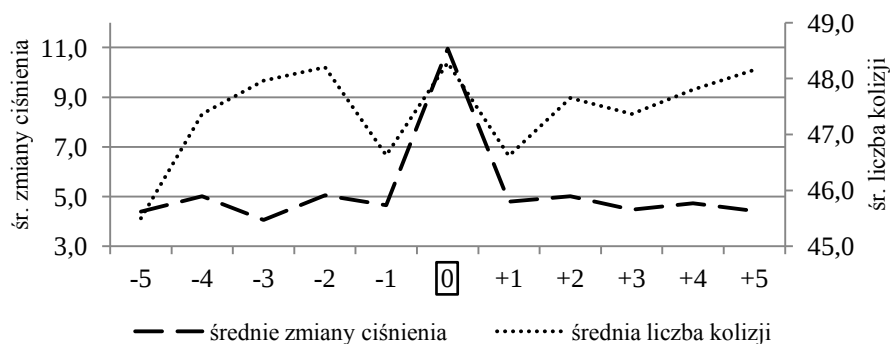
Rys. 3. Średnia dobowa liczba wypadków i kolizji w poszczególnych dniach tygodnia w województwie łódzkim w latach 2007–2011

Fig. 3. Average daily number of car accidents and collisions in individual days of the week in Łódź Voivodeship in 2007–2011

5. WPŁYW WARUNKÓW ATMOSFERYCZNYCH NA ZDARZENIA DROGOWE W WOJEWÓDZTWIE ŁÓDZKIM W LATACH 2007–2011

Wynik testu *chi-kwadrat* nie wykazał związku między znacznymi wahaniami średniego dobowego ciśnienia atmosferycznego (≥ 8 hPa) a liczbą zdarzeń drogowych. W całym pięcioleciu nawet przy niewielkich zmianach ciśnienia w ciągu doby (≤ 5 hPa) notowano wyjątkowo dużą liczbę zdarzeń drogowych. Na tej podstawie można stwierdzić, że istotne zmiany ciśnienia mogą wpływać na zwiększenie liczby wypadków i kolizji w niewielkiej liczbie przypadków, jednak są dni, w których pomimo braku tego czynnika liczba zdarzeń nadal jest wysoka, a więc wywołana innymi przyczynami.

Aby dokładniej zobrazować wpływ zmian ciśnienia atmosferycznego na wypadkowość i kolizyjność zastosowano wcześniej wspomnianą metodę nakładania epok. W tym celu zostały wybrane dni z gorszą i lepszą pogodą niż w dniu poprzednim, w tym przypadku były to wzrosty i spadki średniego dobowego ciśnienia atmosferycznego z dnia na dzień o wartość ≥ 8 hPa. Analiza ta ukazała, że przy tak znacznych wahanich wzrasta liczba kolizji (rys. 4), prawdopodobnie na skutek tego, że zmienność ciśnienia atmosferycznego jest jednym z najważniejszych czynników odpowiadających za silne bóle głowy, migreny czy zaburzenia ciśnienia krwi, a takie dolegliwości mogą przekładać się na zachowania kierowców.



-5, -4, -3, -2, -1: dni poprzedzające dzień ze zmianą śr. dobowego ciśnienia atmosferycznego;
 0: dzień ze zmianą śr. dobowego ciśnienia atmosferycznego;
 +1, +2, +3, +4, +5: dni po zmianie śr. dobowego ciśnienia atmosferycznego;

Rys. 4. Średnia liczba kolizji w dniu, w którym notowano międzydobową zmianę średniego dobowego ciśnienia atmosferycznego o wartość ≥ 8 hPa oraz w dniach sąsiednich w województwie łódzkim w latach 2007–2011

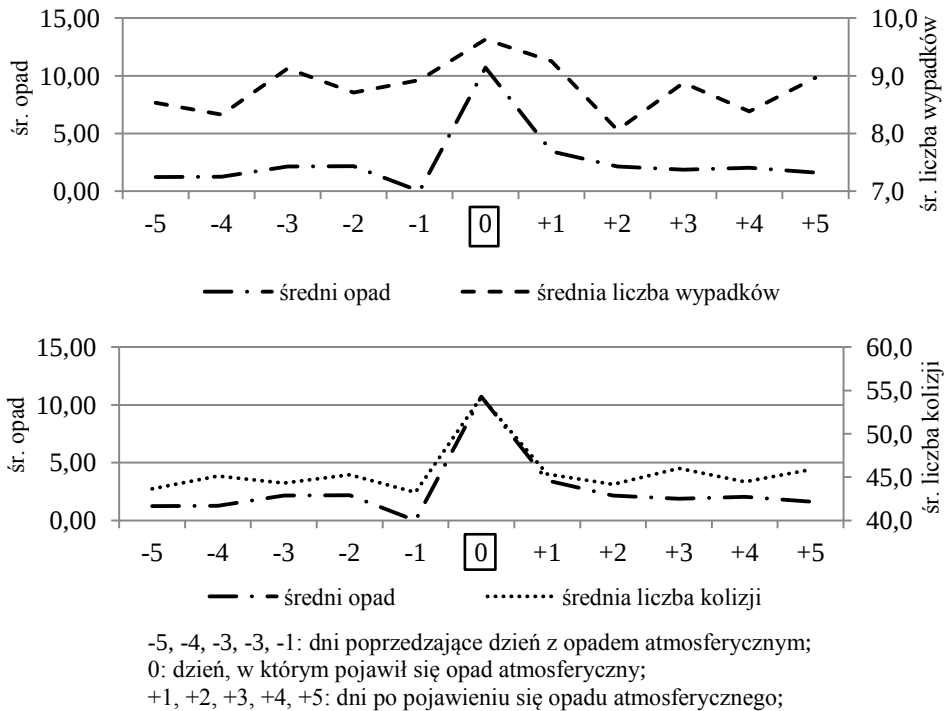
Fig. 4. Average number of collisions on days with inter-daily change of average daily atmospheric pressure by ≥ 8 hPa and on neighboring days in Łódź Voivodeship in 2007–2011

W badanym okresie było aż 79 dni, w których wystąpił opad atmosferyczny i doszło do gwałtownego wzrostu liczby wypadków oraz 90 dni, w których przy takich warunkach gwałtownie podwyższyła się liczba kolizji. Wykonany test *chi-kwadrat* potwierdził zależność zwiększenia liczby zdarzeń drogowych od tego czynnika atmosferycznego. Przyczyną mogła być gwałtowna zmiana stanu nawierzchni jezdni oraz ograniczenie widzialności. Oprócz samego faktu wystąpienia opadu ważna jest jego intensywność. W niewielkiej liczbie przypadków doszło do zwiększenia wypadkowości i kolizyjności przy opadach ulewnych ($> 10,00$ mm).

W badanym pięcioleciu zaobserwowano 20 i 15 dni z pokrywą śnieżną oraz 15 i 13 dni z pokrywą śnieżną wyższą od średniej miesięcznej i bardzo dużą liczbą wypadków/kolizji. Jednak test *chi-kwadrat* wskazał, że liczba wypadków rośnie w dniach, w których nie ma śniegu. Z jednej strony może być to spowodowane tym, że w skali roku notujemy zdecydowanie wyższą liczbę dni bez śniegu niż tych ze śniegiem. Z drugiej strony przy ładnej pogodzie (a więc tutaj w dni bez pokrywy śnieżnej), kierowcy jeżdżą pewniej i mniej odpowiedzialnie, co może skutkować podwyższeniem liczby zdarzeń drogowych.

Metoda nakładania epok potwierdziła związek pomiędzy opadami atmosferycznymi a wzrostem wypadkowości i kolizyjności. Warunkiem koniecznym do wyboru dnia zerowego (repera) był fakt wystąpienia opadu wyższego niż 5,00 mm oraz jego brak w dniu poprzedzającym. W dniu, w którym pojawiły się opady obserwujemy gwałtowny wzrost liczby zdarzeń, choć w przypadku kolizji jest on bardziej wyraźny (rys. 5).

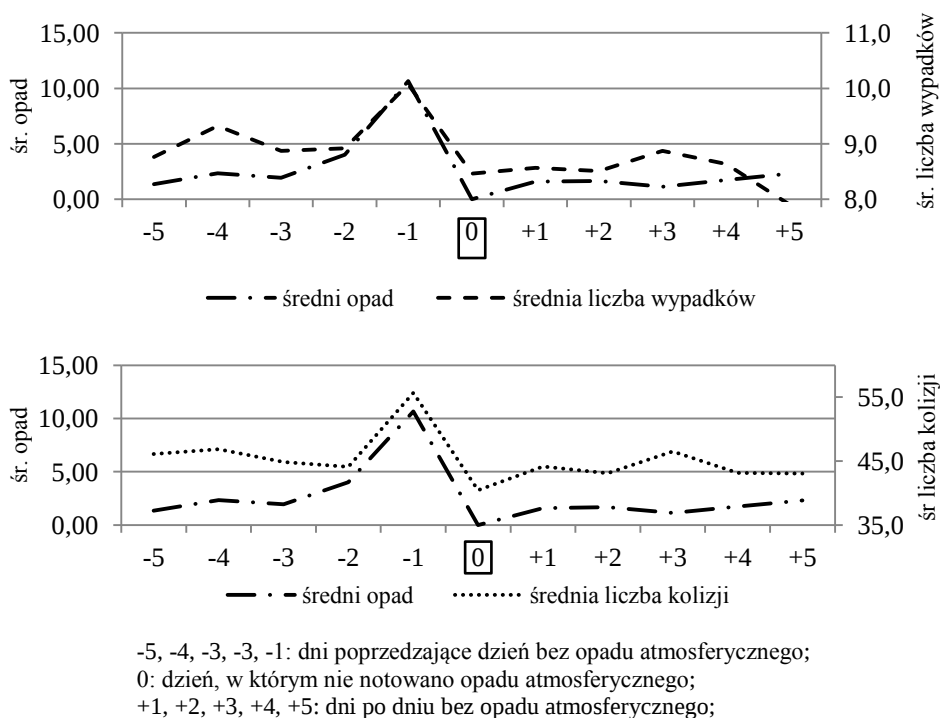
Kolejną zależność można zaobserwować w dniu z poprawą pogody. Dni zerowe zostały wyodrębnione na podstawie braku opadów atmosferycznych, jednak pod warunkiem, że poprzedniego dnia one występowały. Wykres liczby wypadków i kolizji wygląda podobnie (rys. 6). W dniu poprzedzającym, kiedy wzrastała średnia dobowo wysokość opadów, wypadkowość i kolizyjność również wzrastała. Natomiast w dniu bezopadowym liczba zdarzeń gwałtownie malała. Do analizy tej wzięto pod uwagę poprawę pogody w postaci braku opadów, ponieważ często zdarza się, że w takich sytuacjach ludzie jeżdżą mniej ostrożnie, ponieważ potencjalne zagrożenie zniknęło, jednak w badanym pięcioleciu zauważono, że brak zagrożenia w postaci opadów spowodował spadek liczby zdarzeń drogowych.



Rys. 5. Średnia liczba wypadków i kolizji w dniu, w którym wystąpił opad atmosferyczny [mm], przy założeniu, że w dniu poprzedzającym go nie było w województwie łódzkim w latach 2007–2011

Fig. 5. Average number of car accidents and collisions on days with precipitation [mm], assuming no precipitation on the day before in Łódź Voivodeship in 2007–2011

Silne wiatry i mgły wpływają na niewielką liczbę zdarzeń, lecz mogą zwiększać prawdopodobieństwo wypadku bądź kolizji zarówno wtedy, gdy występują osobno, jak i w połączeniu z opadami (Andrey i in. 2001). Po napotkaniu mgły bardzo często kierujący pojazdami nie dostosowują prędkości do zmniejszonej widzialności na drodze. Jest to bardzo ważny czynnik, szczególnie jeśli chodzi o autostrady, gdzie kierowcy nie zwalniają z obawy przed tym, że inny samochód najedzie na nich z tyłu (White, Jeffrey 1980; Musk 1982 za: Edwards 1999). W latach 2007–2011 w województwie łódzkim zanotowano łącznie 17 dni z mgłą i wyjątkowo dużą liczbą zdarzeń drogowych. Wynik testu *chi-kwadrat* nie potwierdza związku między tym czynnikiem atmosferycznym a wypadkowością i kolizyjnością, jednak może być to spowodowane tym, że w skali roku występuje zdecydowanie mniej dni z mgłami. W związku z tym liczba dni bez mgły i dużą liczbą zdarzeń będzie większa.



Rys. 6. Średnia liczba wypadków i kolizji w dniu, w którym nastąpiła poprawa pogody (w dniu 0 nie notowano już opadów atmosferycznych [mm]) w województwie łódzkim w latach 2007–2011

Fig. 6. Average number of car accidents and collisions on days with improved weather (without precipitation [mm] on the 0 day) in Łódź Voivodeship in 2007–2011

6. PODSUMOWANIE

Analiza minimów i maksimów wypadków i kolizji ukazała, że nie zawsze z pozoru niekorzystne warunki atmosferyczne będą sprzyjały zwiększeniu liczby zdarzeń. W badanym pięcioleciu pomimo wystąpienia pewnych elementów meteorologicznych odznaczających się dużą bodźcowością zdarzało się, że nie notowano wzrostu wypadków i kolizji. Podsumowując wykonane badania od strony wyjątkowo dużej liczby zdarzeń i panujących warunków pogodowych można stwierdzić, że najczęściej odpowiadają za to znaczne międzydobowe wahania średniego dobowego ciśnienia atmosferycznego, opady deszczu i deszczu ze śniegiem, przede wszystkim występujące po dłuższym okresie bezopadowym. Co ciekawe, wyjątkowo duża liczba zdarzeń drogowych nigdy nie miała miejsca w weekend, a więc można by powiedzieć, że zwiększeniu

wypadkowości i kolizyjności sprzyja duży ruch drogowy, który ma miejsce w ciągu tygodnia. W przypadku minimów wspólną ich cechą było występowanie na ogół nieuciążliwych warunków pogodowych, choć czasem pomimo niekorzystnej pogody dochodziło do zmniejszenia liczby zdarzeń. Jednak można to wytłumaczyć niewielkim ruchem drogowym, ponieważ wszystkie badane minima wystąpiły w niedzielę, bądź inne dni wolne od pracy, jak na przykład Poniedziałek Wielkanocny czy podczas Świąt Bożego Narodzenia.

Jak zostało to niejednokrotnie wspomniane, trudno jest jednoznacznie stwierdzić, które z opisywanych elementów biometeorologicznych zawsze będą wpływały na zwiększenie liczby zdarzeń drogowych. Do wypadków i kolizji dochodzi na skutek złożoności wielu procesów, czasem trudnych do określenia. Obok niekorzystnych zjawisk atmosferycznych trzeba mieć na uwadze czynnik ludzki, a więc także rozkojarzenie, zmęczenie, brawurę oraz to czy kierowca był pod wpływem alkoholu i/lub innych używek itp.

Wypadki i kolizje powodowane są szeregiem czynników, natomiast meteorotropowe sytuacje pogodowe odpowiadają za ich niewielki procent. Badania prowadzone pod koniec lat 60. XX w. w ośrodku poznańskim ukazały, że główną przyczyną zdarzeń były niekorzystne warunki atmosferyczne (Bogucki 1971; Sempach 1971; Mączyński 1976; Oździński 1976). Dawniej, kiedy ruch drogowy był zdecydowanie mniejszy, ten niezależny od człowieka determinant miał bardzo duże znaczenie. W dzisiejszych czasach i przy dzisiejszym, bardzo dużym natężeniu ruchu drogowego, czynnik ten jest poniekąd drugorzędny. Producenci samochodów starają się wyjść naprzeciw trudnym warunkom atmosferycznym produkując takie udogodnienia jak ABS, opony zimowe czy inne elementy ułatwiające prowadzenie auta na przykład w czasie intensywnych opadów śniegu. W takim przypadku jedną z przyczyn, na którą nie mamy wpływu są znaczne zmiany międzydobowego ciśnienia atmosferycznego, podczas których meteoropaci będą się czuć osłabieni, a przez to mogą powodować niebezpieczne sytuacje na drodze. Z drugiej strony analiza została nieco ograniczona ze względu na niedostępność danych o pozostałych czynnikach meteorologicznych takich jak usłonecznienie, czy przejścia frontów atmosferycznych. Co więcej, nie można stwierdzić, które ze zdarzeń było spowodowane nadmierną prędkością, czy nie doszło do niego na przykład z winy pieszego – ze statystyk policyjnych wynika, że są to najczęstsze przyczyny.

Oprócz wspomnianych czynników przez ostatnie kilkadziesiąt lat zmieniła się także kultura jazdy kierowców. Bardzo często możemy obserwować nieodpowiednie zachowania w stosunku do pozostałych uczestników ruchu drogowego, jak na przykład wyprzedzanie w miejscach niedozwolonych i w niebezpieczny sposób kierowców jadących przepisowo lub tych jadących wolniej. Te niewłaściwe zachowania to także trąbienie na pieszych idących poboczem lub po pasach, nieodpowiednie odnoszenie się do rowerzystów poruszających się ulicami – wymuszanie pierwszeństwa czy zajeżdżanie drogi. Z drugiej strony również piesi nie przestrzegają zasad poruszania się w ruchu

drogowym. Wchodzą na pasy na czerwonym świetle, przebiegają przez jezdnię bądź przechodzą przez nią w miejscach niedozwolonych. Bardzo często w takich sytuacjach, szczególnie gdy ma to miejsce w pochmurny dzień, piesi ubrani w ciemne kolory stają się dla kierowców niewidoczni, co dodatkowo przyczynia się do zwiększenia zagrożenia na drodze.

Nierozważne zachowania pieszych to także nagłe wchodzenie na jezdnię pod rozpędzony samochód ciężarowy z załadunkiem. Taki pojazd ma znacznie dłuższą drogę hamowania, co przy śliskiej nawierzchni, na przykład podczas opadów deszczu jest wyjątkowo niebezpieczne.

Bardzo często zachowania uczestników ruchu drogowego zmieniają się w zależności od punktu widzenia. Zazwyczaj kierowcy uważają, że pieszy widzi samochód i nie wejdzie niespodziewanie na jezdnię, natomiast piesi myślą, że prowadzący pojazd również ich widzi i zacznie wcześniej hamować skoro zaczynają zbliżać się do jezdni.

Wypadkowość i kolizyjność drogowa jest bardzo skomplikowanym procesem. Tak naprawdę, aby poznać przyczynę jakiegoś zdarzenia należałoby przyjrzeć mu się o wiele dokładniej. Powinien zostać zbadany stan techniczny pojazdu. Kolejno, należałoby ocenić samopoczucie kierowcy i ewentualnych ofiar czy uczestników zdarzenia, a jest to bardzo trudne, o ile w ogóle możliwe do ustalenia. Analiza musiałaby zawierać taką informację, ponieważ od tego jak reaguje każda z osób biorących udział w wypadku zależy dalszy bieg wydarzeń. Niemniej ważnym czynnikiem jest natężenie ruchu. Z jednej strony jego wzmożenie może doprowadzać do stresujących sytuacji na drodze, a w związku z tym do kolizji, choć na skutek tego kierowcy widzą, że istnieje zagrożenie, a dzięki temu jeżdżą ostrożniej. Z drugiej strony, gdy natężenie ruchu jest małe, zmniejsza się prawdopodobieństwo zdarzenia, jednak to zachęca kierowców do szybszej jazdy, czasem również do łamania przepisów ruchu drogowego i przejeżdżania na czerwonym świetle.

Nie bez znaczenia są także umiejętności kierowców nabyte podczas kursu na prawo jazdy. Część kierowców bardzo szybko po zdaniu egzaminu będzie czuła się pewnie za kierownicą, z kolei inni nawet wiele lat później będą jeździć niepewnie, a to jest również ważne przy sprawnym reagowaniu na zagrożenia pojawiające się na drodze. Ostatecznie analizie należałoby także poddać warunki atmosferyczne, które w połączeniu z opisanymi czynnikami mogą doprowadzać do wypadków i kolizji. Ich niekorzystny wpływ z jednej strony może przejawiać się w postaci opadów śniegu czy deszczu i nagłych zmian ciśnienia. Natomiast z drugiej strony przy nagłej poprawie pogody (długo było zimno, deszczowo i pochmurnie, a nagle pogoda zmieniła się na słoneczną, ciepłą i bezchmurną) ludziom polepsza się samopoczucie, czują się pewniej, przez co jeżdżą mniej ostrożnie.

Można stwarzać warunki, które będą zmniejszały prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia na przykład poprzez ustawianie radarów. Jednak na skutek niejednokrotnie wspomnianej już wielorakości przyczyn, wypadkowość

i kolizyjność nadal będzie jednym z ważniejszych problemów, z którymi musi się zmagać współczesna policja. Najważniejszą rzeczą, która należy do kierujących to odpowiedzialna jazda, rozsądek i w miarę możliwości przewidywanie tego co może się wydarzyć, ponieważ na niesprzyjające warunki atmosferyczne niestety nie mamy wpływu, a one mogą (choć nie muszą) przyczyniać się do wysokiej wypadkowości i kolizyjności na drodze.

LITERATURA

- Andrey J., Mills B., Vandermolen J., 2001, *Weather Information and Road Safety*, Institute for Catastrophic Loss Reduction. Paper Series, 15, ss. 36.
- Baranowska M., 1979, *Biometeorologiczna osłona ruchu drogowego*, „Przegląd Geofizyczny”, 1, Warszawa, s. 65–68.
- Baranowska M., Gurba A., 1979, *Wyniki badań zależności wypadków drogowych od warunków meteorologicznych i próby praktycznego uzyskania tych wyników*, „Problemy Uzdrowiskowe”, 9/10, 143/144, s. 89–97.
- Bogucki J., 1971, *Wpływ frontów pogodowych na sezonowy rytm wypadków drogowych*, Monografie, Podręczniki, Skrypty AWF w Poznaniu, Monografie, 36, s. 129–133.
- Dubaniewicz H., Nurek T., Zawadzka A., 1988, *Biometeorologia turystyki*, AWF, Gdańsk, ss. 178.
- Edwards J., 1994, *Wind-related road accidents in England and Wales 1980–1990*, “Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics”, 52, s. 293–303.
- Edwards J., 1999, *The temporal distribution of road accidents in adverse weather*, “Meteorological Applications”, 6, s. 59–68.
- Guzek M., Jurecki R., Łozia Z., Pieniążek W., Stańczyk T., Zdanowicz P., 2011, *Czasy reakcji kierowców. Środowiska badań, metodologia i przykładowe wyniki*, „Logistyka”, 4, s. 301–312.
- Jaegermann K., Nasiłowski W., 1975, *Wypadkowość drogowa. Przyczyny biologiczne, medyczno-prawne, rekonstrukcje*, PZWL, Warszawa, ss. 155.
- Karlaftis M., Yannis G., 2010, *Weather Effects on Daily Traffic Accidents and Fatalities: A Time Series Count Data Approach*, Department of Transportation Planning and Engineering, Athens, ss. 17.
- Kozłowska-Szczęsna T., Krawczyk B., Kuchcik M., 2004, *Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka*, Polska Akademia Nauk, Warszawa, Monografie, 4, ss. 194.
- Leszczyński B., 1979, *Wypadkowość podczas pracy w świetle badań biometeorologicznych*, „Problemy Uzdrowiskowe”, 9/10, 143/144, s. 101–103.
- Lewicki A., 1969, *Niektóre problemy teorii zachowania* [w:] Lewicki A. (red.), Maruszewski M., Paryzek L., Przetacznikowa H., Sęk H., Susułowska M., Waligóra B., *Psychologia kliniczna*. PWN, Warszawa, s. 21–39.
- Mączyński B., 1968, *Czy pogoda wpływa na wypadki drogowe?*, „Problemy”, 11, s. 677–680.
- Mączyński B., 1976, *Wypadki drogowe podczas niedziel i świąt a warunki pogody*, Monografie, Podręczniki, Skrypty AWF w Poznaniu, Monografie, 58, s. 523–527.

- Nowakowski Z., Rajchel K., 2006, *Wypadki drogowe i ich skutki w Polsce (wybrane problemy)*, Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, z. 7, s. 111–120.
- Oździński J., 1976, *Wpływ pogody i warunków jazdy na samopoczucie kierowców transportu samochodowego*, Monografie, Podręczniki, Skrypty AWF w Poznaniu, Monografie, 58, s. 481–486.
- Sempach J., 1971, *Porównawcza analiza rytmu dobowego wypadków drogowych na terenie miasta Poznania i województwa poznańskiego*, Monografie, Podręczniki, Skrypty AWF w Poznaniu, Monografie, 36, s. 135–139.
- Skłodowski H., 2002, *Psychologia kierowcy samochodowego*, Adam Marszałek, Toruń, ss. 155.
- Ścieszek J., 2013, *Wpływ warunków atmosferycznych na zdarzenia drogowe w województwie łódzkim w latach 2007–2011*, Maszynopis pracy magisterskiej napisanej w Katedrze Geografii Fizycznej pod kierunkiem dr Żanety Papiernik, Łódź, ss. 137.
- Tomaszewski T., 1978, *Podstawowe formy organizacji i regulacji zachowania* [w:] Ekel J., Fraczek A., Jankowski K., Kofta M., Koziński J., Kurcz I., Matuszewski M., Mika S., Reykowski J., Tomaszewski T. (red.), *Psychologia*, PWN, Warszawa, s. 491–533.

SUMMARY

This article presents the influence of weather conditions on traffic incidents in the Łódź Voivodeship in 2007–2011. Data used for this analysis come from the website www.ncdc.noaa.gov and refer to the meteorological station Łódź-Lublinek, because it is the most representative for the Łódź Voivodeship. Data on the number of car accidents and collisions come from the database of the Police Station in Zgierz. The analysis showed that in this five-year period adverse weather conditions were responsible for a small percentage of car accidents and collisions. A high number of traffic incidents occurred on days with significant change in the average daily pressure, as well as when sleet and rain occurred, especially after a long time without precipitation. All minima occurred on non-working days, and were associated with little traffic. It is difficult to determine which biometeorological elements are absolutely responsible for the increase in the number of traffic incidents, because car accidents and collisions are caused by complexity of many processes. The causes also include changes in traffic intensity, technical condition of the vehicle, speeding, failure to give right of way and others.

Keywords: car accidents, collisions, traffic incidents, superposed epoch method