

Stan drogi jako ważny czynnik bezpieczeństwa ruchu



TOMASZ RADZIKOWSKI

Zarząd Dróg Wojewódzkich w Olsztynie

tomasz.radzikowski@zdw.olsztyn.pl



JAN ZIELIŃSKI

Heller Consult sp. z o.o.

jan.zielinski@heller-consult.pl



MAREK SKAKUJ

HELLER Ingenieurgesellschaft mbH

marek.skakuj@heller-ig.com

Zapewnienie bezpieczeństwa na drodze na poziomie zgodnym z oczekiwaniami i aspiracjami użytkowników dróg oraz społeczności regionu jest jednym z najważniejszych zadań Zarządu Dróg Wojewódzkich w Olsztynie oraz władz województwa warmińsko-mazurskiego. Z corocznego raportu Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego [1] wynika, że w roku 2016 wydarzyło się w Polsce 440 286 wypadków i kolizji drogowych, w których zginęło 3 026 osób, a 40 766 zostało rannych, z czego 12 109 ciężko. Łączne koszty tych wypadków szacuje się na ok. 50 mld zł, co stanowiło prawie 3 proc. PKB. Analizując sytuację na drogach w województwie warmińsko-mazurskim na przestrzeni lat obserwuje się tendencję spadkową, jeżeli chodzi o liczbę wypadków i kolizji, a także liczbę ofiar śmiertelnych [2]. Mimo wszystko ostatnie lata nie były już tak optymistyczne. W roku 2016 wskaźniki te znacząco wzrosły by ponownie, jak wynika z wstępnych analizy, w 2017 spaść (rys. 1).

Zgodnie z warmińsko-mazurską strategią bezpieczeństwa ruchu drogowego [3] głównym celem, tak jak w Narodowym Programie Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego [4], jest zmniejszenie liczby zabi-

tych o 50% w stosunku do roku 2010, tj. do 84 zabitych na wszystkich drogach w województwie. Strategia również zakłada zmniejszenie liczby ofiar ciężko rannych o 40% w stosunku do roku 2010, tj. do 437 ofiar ciężko rannych (rys. 2). W przypadku dróg wojewódzkich zakłada się, że liczba zabitych nie powinna w roku 2020, przekraczać 12 a ciężko rannych 65.

Jest wiele czynników wpływających na zaistnienie wypadku drogowego. Na pierwsze miejsce zdecydowanie wysuwa się człowiek. To właśnie zachowanie się poszczególnych grup użytkowników dróg wpływa na powstawanie wypadków drogowych. Istotnym czynnikiem wpływającym na powstawanie wypadków jest również stan techniczny drogi, geometria oraz jej otoczenie. Na kolejnych pozycjach można wymieniać warunki pogodowe czy też stan techniczny pojazdu.

W latach 2014–2016 najliczniejszą grupą zdarzeń drogowych na drogach wojewódzkich Warmii-Mazur były najechania na drzewa (rys. 3). Uwzględniając dużą śmiertelność takich wypadków, wskazuje to bez wątpienia na znaczący problem, wymagający od zarządcy drogi wnikliwej analizy oraz planu działania na odcinkach koncentracji tego rodzaju zdarzeń.

Losowy charakter występowania wypadków drogowych znacząco utrudnia skuteczną realizację zadań stojących przed zarządcami dróg. Podejmowane wysiłki na rzecz poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego nie mogą być przez to działaniami szybkimi i jednorazowymi. Konieczne jest opracowanie strategii, długoterminowego planu zawierającego działania umożliwiające systematyczną poprawę bezpieczeństwa na drogach.

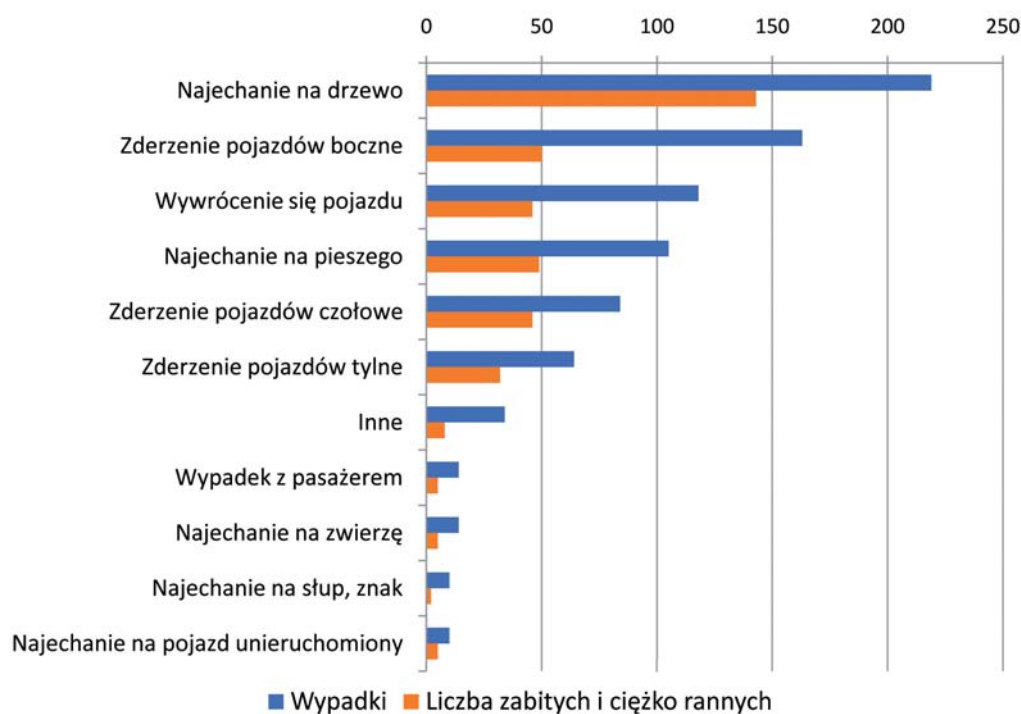
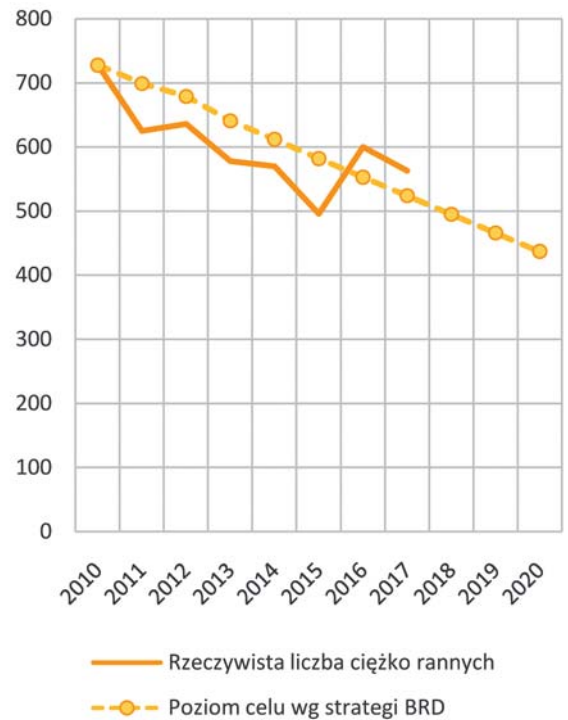
Analiza wpływu wszystkich wcześniej wymienionych czynników na powstawanie wypadków drogowych jest niezwykle czasochłonna i wymaga wielu wiarygodnych źródeł informacji. Doświadczenie pokazuje, że stosowane obecnie metody wykrywania miejsc potencjalnie niebezpiecznych, które opierają się wyłącznie na statystykach wypadków drogowych, wymagają dużej próby zdarzeń obserwowanych w perspektywie wieloletniej. Co więcej, wskaźniki wypadkowości charakteryzują się powolną reakcją na zaistniałe zmiany (jak np. przebudowa drogi, instalacja urządzeń BRD, itd.), co sprawia, że wskaźniki wypadkowości mogą zostać wykorzystane do oceny efektywności stosowanych rozwiązań poprawy BRD jedynie w bardzo ograniczonym zakresie.

Z tych powodów zarządy dróg na całym świecie poszukują efektywnych i pragmatycznych rozwiązań, które na podstawie dostępnych informacji umożliwią relatywnie szybką identyfikację punktów i odcinków potencjalnie niebezpiecz-



Rys. 1. Liczba wypadków na drogach wojewódzkich Warmii-Mazur na przestrzeni lat

Rys. 2. Liczba zabitych i ciężko rannych na drogach w województwie warmińsko-mazurskim względem celów zakładanych w strategii BRD, na przestrzeni lat



Rys. 3. Rodzaje zdarzeń drogowych na drogach wojewódzkich w województwie, liczba zabitych i ciężko rannych w latach 2014÷2016

nych. Takie modele są często upraszczane przez skupienie się na jednym wybranym czynniku ryzyka, przy założeniu, że pozostałe czynniki pozostają na pewnym ustalonym poziomie, a zatem nie wpływają na prawdopodobieństwo wystąpienia incydentów drogowych [5].

Zarząd Dróg Wojewódzkich w Olsztynie postanowił przy planowaniu działań poprawy BRD, skorzystać ze sprawdzonej metody identyfikacji odcinków potencjalnie niebez-

piecznych [6, 5]. W toku prac dokonano kilku kluczowych rozszerzeń m.in. o uwzględnienie w modelu czynnika związanego z występowaniem drzew w pasie drogowym, z rozróżnieniem ich położenia w skrajni drogowej, jak również uwzględnienie szerokości jezdni.

Odcinki potencjalnie niebezpieczne

Do wyznaczenia odcinków potencjalnie niebezpiecznych wykorzystano funkcję predykcji stopnia bezpieczeństwa ruchu drogowego, dostosowaną do warunków ruchu panujących na sieci dróg wojewódzkich województwa warmińsko-mazurskiego. Funkcja predykcji bazuje na modelu opracowanym na Uniwersytecie Virginia Tech [6].

Dodatkowo w analizie uwzględnia się informacje o zabiegach utrzymaniowych, remontach i przebudowach odcinków dróg w celu prawidłowej interpretacji otrzymywanych wyników oraz właściwej kalibracji modelu.

Wynikiem części analitycznej jest funkcja stopnia bezpieczeństwa ruchu drogowego SPF, która określa stopień bezpieczeństwa na danym odcinku drogi w zależności od parametrów wejściowych.

Zmienne niezależne modelu

Autorzy przeanalizowali oddziaływanie szeregu czynników potencjalnie wpływających na liczbę zdarzeń drogowych na sieci dróg wojewódzkich, obejmującej około 1 800 km dróg. Wzięto pod uwagę parametry związane z natężeniem ruchu, stanem technicznym nawierzchni jezdni, lokalizacją skrzyżowań, geometrycznym ukształtowaniem dróg, występowaniem alei drzew w przekroju drogi i w skrajni drogi, przechodzeniem drogi przez obszar ze zwartą zabudową. Wszystkie zgromadzone dane przypisywano do 50-metrowych odcinków analitycznych.

Dane o natężeniu pozyskano z Generalnego Pomiaru Ruchu (GPR) z 2015 roku przeprowadzonego na sieci dróg wojewódzkich [7]. W analizie posłużono się Średnim Dobowym Ruchem Rocznym (SDRR) wyznaczanym w przypadku tzw. odcinków jednorodnych. Sieć dróg wojewódzkich województwa warmińsko-mazurskiego została podzielona na 170 odcinków jednorodnych.

Wpływ stanu nawierzchni jezdni na kolizje i wypadki zbadano analizując szorstkość nawierzchni drogowej oraz nierówności podłużne drogi [8]. Parametrem określającym szorstkość jest współczynnik tarcia między kołem a nawierzchnią. Wskaźnik nierówności podłużnej bazuje na symulacji pomiaru nierówności za pomocą planografu, gdzie nierówność określana jest, jako średnia wartość prześwitu między łatą czterometrową a nawierzchnią drogi. W toku analizy zebranych danych nie wykazano korelacji nierówności podłużnej z liczbą zdarzeń drogowych, dlatego parametr ten nie został uwzględniony w modelu określającym stopień bezpieczeństwa odcinka drogi. Dane o stanie nawierzchni pochodzą z kampanii diagnostycznej zrealizowanej w latach 2015 i 2016 i są wyznaczone dla 50-metrowych odcinków diagnostycznych.

Kolejnym czynnikiem uwzględnionym w analizie było występowanie skrzyżowań dróg wojewódzkich z innymi drogami. Skrzyżowania podzielono na dwie grupy. Pierwszą grupę stanowiły skrzyżowania pomiędzy drogami wojewódzkimi, druga grupa objęła pozostałe skrzyżowania dróg wojewódzkich z drogami niższych kategorii. Podział skrzyżowań na dwie grupy był konieczny, ponieważ liczba zdarzeń drogowych była lepiej skorelowana z występowaniem skrzyżowań dróg wojewódzkich z drogami wojewódzkimi. Informacje o występowaniu skrzyżowań przejęto z danych ewidencyjnych będących w posiadaniu Zarządu Dróg Wojewódzkich w Olsztynie.

Pod uwagę została wzięta także geometria drogi, reprezentowana przez parametr określający średnią krzywiznę łuków poziomych. Dodatkowo przeanalizowano wpływ pochylenia podłużnego i poprzecznego drogi. Ze względu na brak statystycznie istotnej korelacji pochylenia podłużnego na liczbę wypadków, parametr ten nie został ostatecznie wykorzystany w modelu. Krzywizna łuków poziomych oraz pochylenie poprzeczne zostały wykorzystane w modelu. Wartości tych parametrów przejęto z danych diagnostycznych.

Istotnym czynnikiem mającym wpływ na występowanie wypadków jest przebieg drogi przez obszar ze zwartą zabudową. Zgodnie z oczekiwaniem w takich przypadkach

obserwowano istotny statystycznie wzrost liczby wypadków. Dane o przebiegach dróg przez obszary zabudowane przejęto z danych pobranych z zasobu *OpenStreetMap*.

Specyfika dróg w województwie warmińsko-mazurskim związana jest występowaniem alei drzew w bezpośredniej bliskości drogi. Za aleję drzew uznano minimum 10 drzew oddalonych od siebie o nie więcej niż 20 metrów. W przypadku każdego 50-metrowego odcinka analitycznego określono występowanie alei drzew po obydwu stronach jezdni. Parametr związany z występowaniem alei drzew jest określony udział długości odcinka analitycznego, na której występuje aleja drzew do długości całego odcinka analitycznego. Analogicznie określono parametr wskazujący, czy występująca aleja drzew znajduje się w skrajni drogi (w odległości < 50 cm od krawędzi jezdni).

Występowanie alei drzew określono na podstawie fotorejestracji jedynie w przypadku Rejonu Dróg Wojewódzkich w Kętrzynie, tj. dla 563 km dróg.

W tabeli 1 zestawiono parametry, dla których wykazano istotną korelację z występowaniem zdarzeń drogowych. Parametry te zostały uwzględnione w opracowanym modelu.

Tabela 1. Przyjęte parametry wejściowe modelu

Nazwa parametru	Symbol	Opis	Źródło
SDRR	NR	Średni dobowy ruch roczny	GPR 2015
Liczba skrzyżowań z drogami wojewódzkimi	SW		Ewidencja
Liczba skrzyżowań z drogami powiatowymi i gminnymi	SI		Ewidencja
Współczynnik tarcia	WT	Współczynnik tarcia między kołem pojazdu, a nawierzchnią	Ocena stanu
Średnia krzywizna	KD	Uśredniona dla 50 metrowych odcinków	Ocena stanu
Pochylenie poprzeczne	NP	Średnie pochylenie poprzeczne dla 50 metrowego odcinka	Ocena stanu
Udział obszaru ze zwartą zabudową	UZ		<i>OpenStreetMap</i>
Udział alei drzew	AD	Udział długości alei w długości odcinka	Określone ze zdjęć wykonanych w ramach diagnostyki
Udział alei drzew w skrajni	AS	Udział długości alei w skrajni w długości odcinka	Określone ze zdjęć wykonanych w ramach diagnostyki
Liczba zdarzeń drogowych	LZ	Dane z lat 2014-2016	SEWIK

Opis modelu

W pracy zastosowano ujemną dwumianową regresję (*negative binomial regression*), będącą uogólnieniem regresji Poissona na przypadki, w których odchylenie standardowe liczby wypadków nie jest równe wartości oczekiwanej liczby wypadków, tak jak jest to obserwowane empirycznie. Regresja ta jest szeroko stosowana do przewidywania liczby zdarzeń drogowych [5]. W modelu tym stopień bezpieczeństwa opisany jest funkcją:

$$SPF = e^{\alpha} e^{\sum_i \beta_i X_i} \quad (1)$$

w którym:

SPF – przewidywany stopień bezpieczeństwa na danym odcinku analitycznym,

α – współczynnik modelu wyznaczony w procesie kalibracji,

β_i – współczynnik wyznaczony w procesie kalibracji modelu odpowiadający i -temu parametrowi wejściowemu,

X_i – wartość i -tego parametru wejściowego.

Do wyznaczenia stałych modelu zastosowano metodę minimalizującą miarę różnicy między wartościami zwracanymi przez model a faktycznie zaobserwowaną liczbą zdarzeń drogowych na 50-metrowych odcinkach analitycznych. Przyjęte wartości parametrów wejściowych są nieujemne. W przypadku przyjętej funkcji SPF ewentualne ujemne wartości współczynników β_i świadczą, że wraz ze wzrostem i -tego parametru spada ryzyko wystąpienia wypadku.

Weryfikacja modelu

Opracowany model identyfikacji odcinków potencjalnie niebezpiecznych poddano weryfikacji poprzez porównanie występowania zdarzeń drogowych na odcinkach analitycznych. Przeprowadzono weryfikację całej sieci dróg wojewódzkich w województwie warmińsko-mazurskim.

Do weryfikacji modelu wykorzystano dane o zdarzeniach drogowych pochodzące z lat 2014–2016. Dane o kolizjach i wypadkach drogowych gromadzone są przez komendy policji w centralnej bazie danych SEWIK. Zarząd Dróg Wojewódzkich w Olsztynie pozyskuje od lat informacje o kolizjach i wypadkach drogowych z tej bazy. W roku 2015 Zarząd Dróg Wojewódzkich w Olsztynie wdrożył narzędzie *eWypadki* umożliwiające sprawne i efektywne zarządzanie informacjami o zdarzeniach drogowych. Aplikacja *eWypadki* umożliwia edycję, weryfikację oraz modyfikację informacji o zdarzeniach drogowych [9]. Korzystając z narzędzia, pracownicy Zespołu ds. Inżynierii Ruchu dokonują weryfikacji informacji lokalizacyjnych i na podstawie dostępnych danych (współrzędne GPS, szkic lokalizacyjny na karcie zdarzenia, nazwy ulic i numery posesji) wskazują na najbardziej prawdopodobną lokalizację zdarzenia. Dzięki temu, centralna baza danych *eWypadki* zawiera precyzyjne informacje o lokalizacji zdarzeń drogowych. Zawarte w bazie danych informacje prezentowane są w postaci tabelarycznej i kartograficznej [10].

W procesie weryfikacji wartości współczynników modelu

zbadano wpływ długości odcinka analitycznego na dokładność modelu. Przy zastosowaniu odcinków analitycznych dłuższych niż 50 m liczba zdarzeń drogowych wykazywała słabszą korelację z parametrami modelu. Wynika to z lokalnych czynników, które przyczyniają się do występowania wypadków.

W wyniku przeprowadzonej analizy danych wejściowych, wykazano najmocniejszą zależność pomiędzy liczbą zdarzeń a natężeniem ruchu, współczynnik korelacji Pearsona w przypadku tych parametrów jest równy 0,27. Istotny wpływ na liczbę wypadków ma także gęstość skrzyżowań. Większe ryzyko wystąpienia wypadku ma miejsce na skrzyżowaniach pomiędzy drogami wojewódzkimi (wartość współczynnika korelacji wynosi 0,16) w stosunku do pozostałych skrzyżowań (współczynnik korelacji 0,14). Na obszarach ze zwartą zabudową współczynnik korelacji Pearsona jest równy 0,14. Istotny statystycznie jest także wpływ stanu nawierzchni drogowej. Jak potwierdzono w analizie, wraz ze wzrostem szorstkości nawierzchni maleje ryzyko wystąpienia wypadku (współczynnik korelacji wyniósł -0,13).

W przypadku parametrów określających obecność alej drzew zaobserwowano zmniejszą liczbę zdarzeń drogowych, a gdy aleje drzew znajdują się w skrajni, spadek liczby zdarzeń jest jeszcze bardziej wyraźny. Efekt ten jest najprawdopodobniej związany z ograniczeniem prędkości przez kierujących, co jest spowodowane optycznym zmniejszeniem szerokości przekroju drogi. Ponadto należy podkreślić fakt, iż o ile liczba samych zdarzeń na odcinkach z alejami drzew jest mniejsza to ich skutki są znacznie poważniejsze, co można zaobserwować w liczbie zabitych i ciężko rannych.

W celu zminimalizowania błędów wynikających z losowości opisywanego zjawiska, do ostatecznego wyboru odcinków potencjalnie niebezpiecznych zastosowano statystykę Bayesowską. Wykonano to poprzez określenie wskaźnika (oznaczonego jako EB , *Empirical Bayes*) będącego średnią ważoną współczynnika SPF z liczbą wypadków w analizowanym okresie. Wyrażenie dla i -tego odcinka pozwalające obliczyć współczynnik opisane jest formułami (2) i (3).

$$W_i = \frac{1}{1 + SPF_i \alpha} \quad (2)$$

$$SPF_{EB_i} = W_i SPF_i + (1 - W_i) SPF_i \quad (3)$$

Wyznaczanie odcinków potencjalnie niebezpiecznych

Tak opracowaną funkcję wykorzystano do określenia wartości SPF_{EB} dla każdego 50-metrowego odcinka analitycznego. Uzyskane wyniki zestawiono na mapie z lokalizacjami występowania zdarzeń drogowych zaczerpniętych z bazy danych *eWypadki*.

Praca nad planowanymi działaniami poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego na podstawie krótkich odcinków 50-metrowych jest nieefektywna. Dlatego niezbędne jest zagregowanie odcinków analitycznych do dłuższych odcinków. Agregacji podlegały jedynie odcinki analityczne, na których wartość funkcji SPF przekroczyła ustalony poziom krytyczny ($SPF_{EB}=0,5$). Za krytyczne uznano od-

ciniki analityczne, na których stopień bezpieczeństwa będzie się kształtował na poziomie przynajmniej 0,5 zdarzenia drogowego na odcinek analityczny. Ten warunek spełnia 5% wszystkich odcinków. Otrzymane na analizowanej sieci wartości SPF_{EB} znajdują się w przedziale od 0,02 do 26,6; przy medianie wartości równej 0,13. Dodatkowymi parametrami wykorzystywanymi do agregacji były [10]:

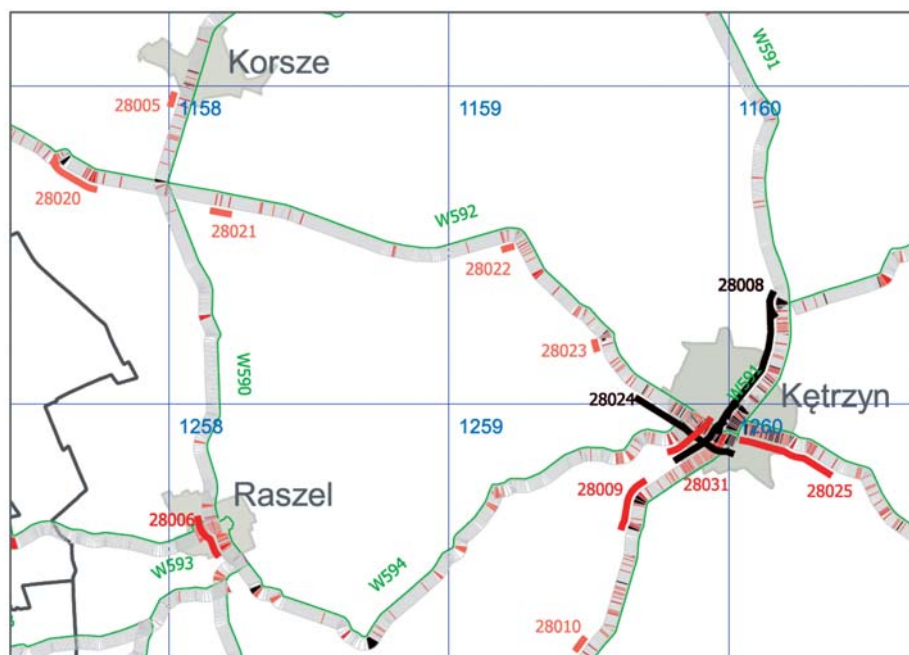
- Minimalna długość zagregowanego odcinka. Parametr ten określa, jaka jest minimalna długość wynikowego odcinka potencjalnie niebezpiecznego. Długość ta wynika z pragmatycznych przesłanek związanych z implementacją planowanych działań poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego. Minimalną długość zagregowanego odcinka określono na poziomie 200 metrów.
- Udział odcinków analitycznych, na których wartość funkcji SPF nie przekroczyła wartości krytycznej, mogących znajdować się wewnątrz zagregowanego odcinka potencjalnie niebezpiecznego. Udział został zdefiniowany na poziomie 70%.

Do agregacji zastosowano autorski algorytm łączenia odcinków AAB (niem. *Automatische Abschnittsbildung*). Metoda ta znalazła szerokie zastosowanie w agregacji odcinków w złym stanie technicznym i wyznaczaniu odcinków, na których niezbędne jest wykonanie zabiegów utrzymaniowych [11, 12]. Zaletą metody AAB jest jej przejrzystość i łatwość adaptacji do wymagań wynikających z zastosowania. Stosując metodę AAB, użytkownik może dostosowywać przyjęte parametry łączenia odcinków, tak aby dobierać liczbę odcinków potencjalnie niebezpiecznych do możliwości budżetowych i organizacyjnych.

Wynikiem działania metody AAB jest lista odcinków potencjalnie niebezpiecznych. W przypadku każdego odcinka potencjalnie niebezpiecznego wyznaczone zostały wskaźniki związane z bezpieczeństwem ruchu takie jak: charakterystyka zdarzeń drogowych, stan techniczny nawierzchni drogi czy informacja o natężeniu ruchu. Dodatkowo odcinki potencjalnie niebezpieczne zostały uszeregowane. Kryterium sortowania stanowiła mediana SPF . Fundusze przeznaczane na poprawę BRD, którymi dysponują zarządy dróg są ograniczone. A zatem implementacja działań poprawiających bezpieczeństwo ruchu na wszystkich odcinkach potencjalnie niebezpiecznych jest niemożliwa. Celem sortowania jest więc uszeregowanie odcinków od odcinka, który charakteryzuje się największym potencjalnym ryzykiem.

Wyniki pilotażowej implementacji w Zarządzie Dróg Wojewódzkich w Olsztynie

Na przestrzeni ostatnich lat Zarząd Dróg Wojewódzkich w Olsztynie systematycznie realizuje działania mające na



Rys. 4. Fragment mapy odcinków potencjalnie niebezpiecznych w rejonie miasta Kętrzyn

celu poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego (jak np. budowa wysp zwalniających ruch, budowa peronów autobusowych). Dążąc do realizacji celów postawionych przez Zarząd Województwa, zarządca dróg wojewódzkich chętnie sięga do nowych, innowacyjnych pomysłów. Istotnym czynnikiem ryzyka na drogach wojewódzkich jest występowanie drzew w niewielkiej odległości od jezdni. Aby zminimalizować ryzyko z tym związane, Zarząd Dróg Wojewódzkich w Olsztynie przeprowadził szeroko zakrojoną akcję informacyjną połączoną z ustawieniem na zagrożonych odcinkach dróg tablic informujących o ryzyku i prędkości zalecanej.

Kontynuacją tych działań jest zbadanie możliwości wykorzystania w pracy operacyjnej algorytmu do automatycznego wyznaczania odcinków potencjalnie niebezpiecznych. Sprawdzenia dokonano na obszarze pilotażowym obejmującym Rejon Dróg Wojewódzkich w Kętrzynie. Docelowo wyniki algorytmu identyfikacji odcinków potencjalnie niebezpiecznych będą mogły zostać wykorzystane do opracowania długofalowej strategii rozwoju sieci drogowej województwa warmińsko-mazurskiego [3] przy uwzględnieniu działań poprawy bezpieczeństwa ruchu.

Uszeregowane odcinki potencjalnie niebezpieczne zostały udokumentowane w postaci tabeli oraz zwizualizowane na mapie (rys. 4).

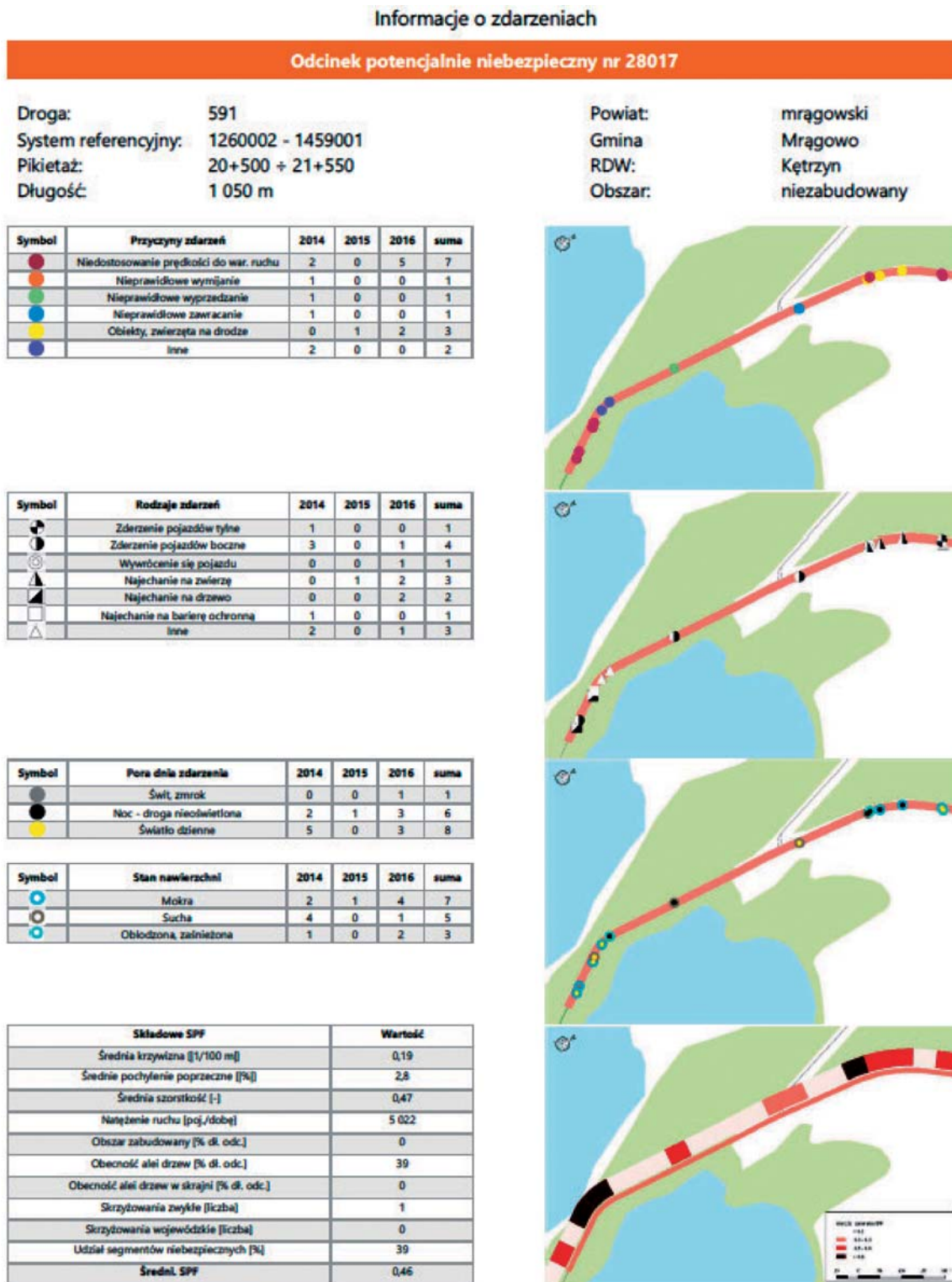
Dodatkowo do każdego odcinka potencjalnie niebezpiecznego przygotowane zostały karty informacyjne dokumentujące istotne aspekty ryzyka związanego z drogą i ich potencjalny wpływ na bezpieczeństwo ruchu drogowego. W przypadku najbardziej potencjalnie niebezpiecznych odcinków przeprowadzona została dodatkowa analiza inżynierska i ocena potencjału związanego z możliwościami poprawy stanu bezpieczeństwa ruchu drogowego. Wynikiem tej analizy są konkretne działania i wskazówki dla zarządu dróg, które mogą poprawić stan bezpieczeństwa ruchu na danym odcinku drogi.

Karta informacyjna składa się z czterech tematycznych arkuszy. Na pierwszym arkuszu (rys. 5) zaprezentowane zostało podsumowanie kolizji i wypadków, które miały miejsce na analizowanym odcinku, łącznie z uwzględnieniem ich skutków i przebiegu oraz obliczonych wartości SPF.

Na drugim arkuszu (rys. 6) przedstawiony został roz-

kład wartości parametrów wejściowych modelu na odcinku. Zwizualizowane zostały informacje o stanie nawierzchni jak również jej geometria, występowanie skrzyżowań oraz alei drzew.

Na trzecim arkuszu (rys. 7) przedstawiono dane o natężeniu ruchu i strukturze rodzajowej ruchu na odcinku.

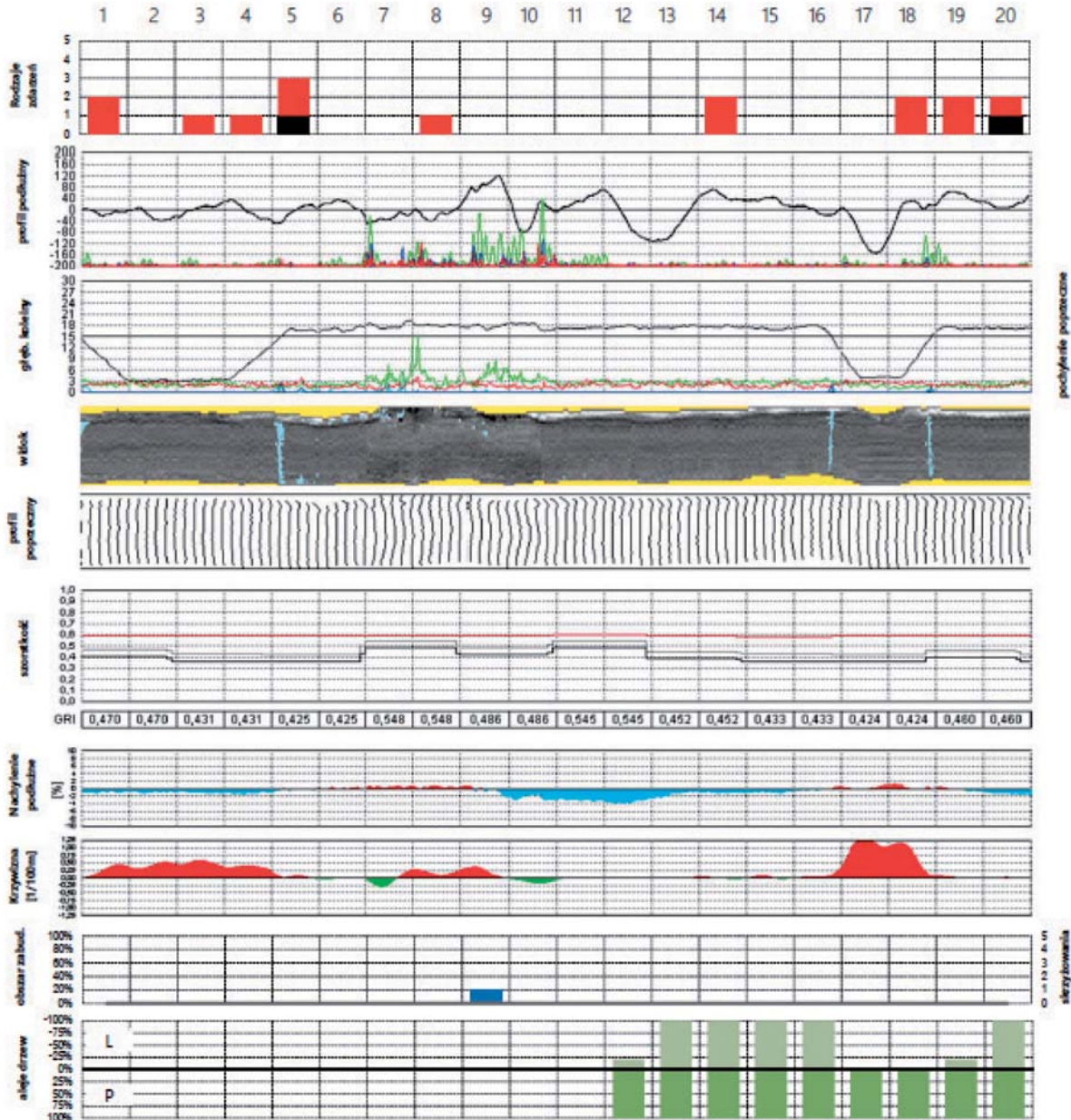


Rys. 5 Karta odcinka niebezpiecznego – część pierwsza, liczba wypadków

Stan nawierzchni i składowe SPF

Odcinek potencjalnie niebezpieczny nr 28017

Droga:	591	Powiat:	mragowski
System referencyjny:	1260002 - 1459001	Gmina:	Mragowo
Pikietaż:	20+500 + 21+550	RDW:	Kętrzyn
Długość:	1 050 m	Obszar:	niezabudowany



Rys. 6. Karta odcinka niebezpiecznego – część druga, parametry SPF

Znajomość natężenia ruchu jest podstawową informacją przy ocenie ryzyka wystąpienia zdarzenia drogowego oraz jego ewentualnych skutków. Parametr SDRR wykazuje największą korelację ze stopniem bezpieczeństwa SPF.

Na ostatnim arkuszu (rys. 8) prezentowany jest szczegółowy opis odcinka niebezpiecznego wraz ze zdjęciami charakterystycznych punktów odcinka oraz możliwymi środkami poprawiającymi bezpieczeństwo ruchu.

Wyniki

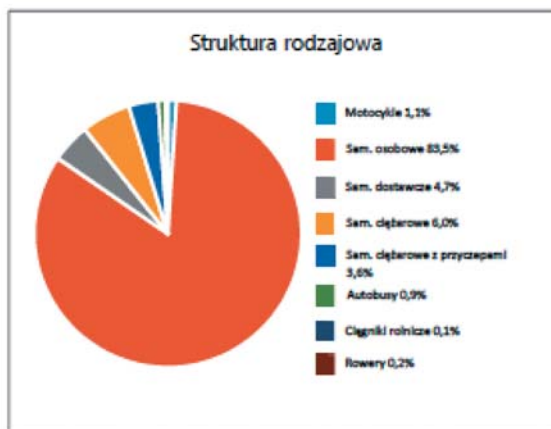
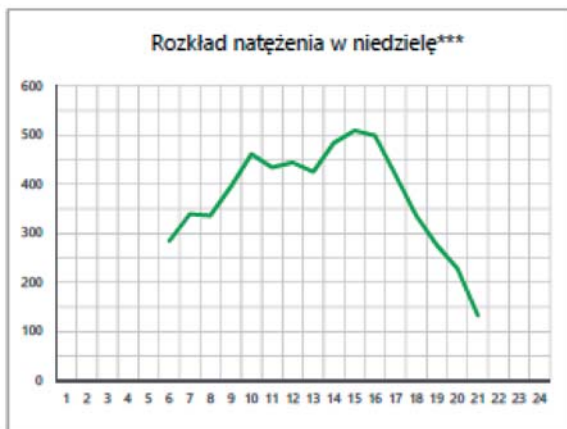
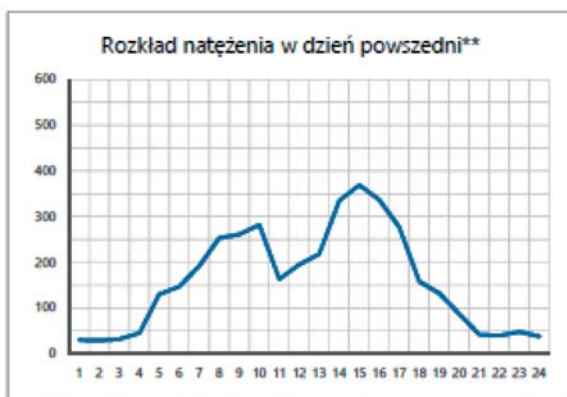
W pilotażowym wdrożeniu dla Rejonu Dróg Wojewódzkich w Kętrzynie przy zastosowaniu opisanych powyżej parametrów agregacji odcinków analitycznych, otrzymano 43 odcinki potencjalnie niebezpieczne. Ich długość 46,5 km stanowi 8,25% długości sieci drogowej w tym Rejonie, wynoszącej 563 km. Średnia długość odcinka wyniosła około 1 100 me-

Natężenie i struktura ruchu

Odcinek potencjalnie niebezpieczny nr 28017

Droga:	591	Powiat:	mragowski
System referencyjny:	1260002 - 1459001	Gmina:	Mragowo
Pikietaż:	20+500 ÷ 21+550	RDW:	Kętrzyn
Długość:	1 050 m	Obszar:	niezabudowany

	2010	2011*	2012*	2013*	2014*	2015	2016*
SDR [poj./dobę]	4 557	4 785	4 861	4 929	5 092	5 022	5 168
Ruch ciężki [%]	14,9	-	-	-	-	10,6	-
Maksymalne natężenie w godzinie [poj.]	356	-	-	-	-	369	-



- * Oszacowanie na podstawie wskaźników zmian PKB
 ** Na podstawie GPR 2015 – wartość z dnia: 14-10-2015
 *** Na podstawie GPR 2015 – średnia z dni: 19-07-2015 i 13-12-2015

Rys. 7. Karta odcinka niebezpiecznego – część trzecia, natężenia ruchu

trów, przy odchyleniu standardowym długości około 1 300 m, co świadczy o dużym zróżnicowaniu długości odcinków. Zaobserwowano, że dłuższe odcinki znajdują się na odcinkach dróg w miastach i na odcinkach dojazdowych do miast.

Na odcinkach uznanych za potencjalnie niebezpieczne miało miejsce 37,9% wszystkich zdarzeń drogowych na terenie rejonu. Realizacja działań poprawiających bezpieczeństwo ruchu drogowego na wyznaczonych odcinkach może

przyczynić się do redukcji zdarzeń drogowych potencjalnie aż o 40%.

Podsumowanie

Przedstawiona metoda identyfikacji odcinków potencjalnie niebezpiecznych jest narzędziem pozwalającym zarząd-

Zalecenia

Odcinek potencjalnie niebezpieczny nr 28017

Droga: 591
System referencyjny: 1260002 - 1459001
Pikietaż: 20+500 + 21+550
Długość: 1 050 m

Powiat: mragowski
Gmina: Mragowo
RDW: Kętrzyn
Obszar: niezabudowany



Skutki zdarzeń	2014	2015	2016	Suma
Zdarzenia drogowe	7	1	7	15
Wypadki	0	0	2	2
Ranni	0	0	2	2
Ciężko ranni	0	0	1	1
Ofiary śmiertelne	0	0	0	0



Odcinek poddany remontowi w 2014 roku. Po zakończeniu prac odnotowano wzrost liczby poszkodowanych. Przyczyną większości zdarzeń z 2016 roku było niedostawanie prędkości do warunków ruchu. Analizowany fragment DW 591 charakteryzuje się dwoma ostrymi łukami i zlokalizowaną pomiędzy nimi długą prostą. Na prostoliniowym fragmencie znajduje się skrzyżowanie z drogą podporządkowaną. Widoczność na łuku południowym jest ograniczona przez drzewa rosnące w niewielkiej odległości od jezdni. Długi odcinek prosty sprzyja rozwijaniu dużych prędkości przy jednoczesnym braku zapewnienia odpowiedniej widoczności i możliwości oceny sytuacji przed lub za wzniesieniem. Dodatkowo istnieje ryzyko ograniczenia widoczności dla pojazdów włączających się do ruchu z drogi podporządkowanej.

Rys. 8. Karta odcinka niebezpiecznego – część czwarta, wizja lokalna

com dróg skutecznie typować odcinki dróg, na których celowe jest podjęcie niezbędnych działań zmierzających do poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego. Wykorzystany model uwzględnia najważniejsze czynniki sprzyjające występowaniu zdarzeń drogowych i pozwala w sposób obiektywny analizować poziom bezpieczeństwa na poszczególnych odcinkach dróg. Opracowane wzorce wizualizacji pozwalają w sposób wielostronny i wieloaspektowy prezentować

istotne dla zarządców informacje związane z zapewnieniem bezpieczeństwa na drogach. Narzędzie to może być szczególnie przydatne w negocjacjach z władzami samorządowymi, które są odpowiedzialne za utrzymanie infrastruktury transportowej.

Proponowane podejście opiera się na analizie danych statystycznych i korzysta z modelu matematycznego, co sprawia, że proces podejmowania decyzji jest obiektywny

i przejrzysty. Ponadto należy zaznaczyć, że model wykorzystuje dane, które są dostępne w Zarządach Dróg i nie wymagają dodatkowych nakładów na ich pozyskanie. Prezentowane podejście może być w łatwy sposób zaadoptowane do stosowania na sieci dróg o specyficznych uwarunkowaniach, poprzez wprowadzenie dodatkowych parametrów modelu.

Bibliografia

- [1] Krajowa Rada Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, „Stan bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz działania realizowane w tym zakresie w 2016 r.”, Warszawa, 2017.
- [2] T. Radzikowski, „Realizacja Strategii ZDW w zakresie bezpieczeństwa ruchu”, III Warmińsko-Mazurskie Forum Drogowe, Olsztyn, 2016.
- [3] Sekretariat Warmińsko-Mazurskiej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego w Olsztynie, „Warmińsko-Mazurska Strategia Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego na lata 2014–2020”.
- [4] Krajowa Rada Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, „Narodowy Program Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego 2013–2020”, 2013.
- [5] R. Srinivasan i K. Bauer, „Safety Performance Function Development Guide: Developing Jurisdiction-Specific SPFs (FHWA-SA-14-005)”, Federal Highway Administration, Washington, D.C., 2013.
- [6] R. McCarthy, G. Flintsch, E. de León Izeppi i K. Samer, „Establishing a Method for Identifying and Managing High Crash Locations”, World Conference on Pavement and Asset Management, Baveno, 2017.
- [7] Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, „Metoda przeprowadzenia Generalnego Pomiaru Ruchu w roku 2015”, Warszawa, 2014.
- [8] Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, „Diagnostyka Stanu Nawierzchni”, Warszawa, 2012.
- [9] A. Ciołkosz-Styk, T. Radzikowski i M. Skakuj, „Application of road safety indicators of road maintenance planning. Warmia and Mazury case study”, World Conference on Pavement and Asset Management, Baveno, 2017.
- [10] „Zdarzenia drogowe w województwie warmińsko-mazurskim”, [Online]. Available: <http://www.zdw.olsztyn.pl/serwis-dla-kierowcow/bezpieczenstwo-ruchu-drogowego/zdarzenia-drogowe.html>. [Data uzyskania dostępu: 15 5 2018].
- [11] S. Heller, A. Śliwińska i D. Dusiński, „Ocena stanu nawierzchni dróg, Analiza odcinków utrzymaniowych – Dokumentacja metody i wyniki analiz”, 2012.
- [12] W. Zettl, „Coordinated maintenance and Building programme (KEB) for federal and state roads”, *Journal of the Bavarian Building Authority: Maintenance management for Bavarian roads*, 2011.
- [13] S. Bonnière i P. Villotte, „Diagnostic du réseau routier départemental de la Mayenne, Auscultation, évaluation de l'état et programmation de l'entretien”, *RGRA*, tom 920, 2014.

SPIS ARTYKUŁÓW

zamieszczonych w „Drogownictwie” w 2018 roku

AUTOR / TYTUŁ ARTYKUŁU	STR NR	AUTOR / TYTUŁ ARTYKUŁU	STR NR
Tomasz E. Burghardt, Anton Pashkevich, Mario Fiolic: Podwyższona trwałość i wysoka odbłaskowość poziomego oznakowania dróg – doświadczenia ze Szwajcarii i z Chorwacji	196 6	Andrzej Jarominiak: Metody konwencjonalne i nieniszczące rozpoznawania nieznanymi fundamentów mostów	47 2
Mateusz Ciołek: Zastosowanie wybranych metod inteligencji obliczeniowej do wspomaganie projektowania składu mieszanki gruntowo-spoiwowej	169 5	Robert Jurczak, Stanisław Majer, Bartosz Budziński: Projektowanie i ocena nośności dolnych warstw konstrukcji i ulepszonych podłoża	311 10
Filip Danielczyk: Warszawski węzeł lotniczy 2018–2030 ...	253 7-8	Sławomir Karaś, Michał Jukowski: Mosty zespolone na dźwigarach INP	13 1
Marek Danowski, Maciej Radzikowski: Aktualizacja niemieckich wytycznych dotyczących szczelin w nawierzchniach betonowych	183 6	Adam Kaszyński: Urządzenia dylatacyjne podstawowym problemem utrzymaniowym mostów zarządzanych przez GDDKiA	123 4
Marek Danowski: Utrzymanie nawierzchni betonowych na terenie Saksonii-Anhalt RFN	267 9	Piotr Kaźmierczak, Joanna Wachnicka: Analiza wyników badań eksploatacyjnych punktowych elementów odbłaskowych	380 12
Krzysztof Gasz: Drogowskazy tablicowe na autostradach ..	97 3	Karol Kempski: Koncepcja połączenia ul. Tunelowej z ul. Wspólną w Katowicach	208 6
Marcin Grygierek, Jerzy Sękowski, Aleksandra Siódmok: Ulepszanie gruntów spoistych metodą katalityczno-fizyczną. Badania terenowe	39 2	Karol Łomecki: Zarządzanie drogami powiatowymi a bezpieczeństwo użytkowników	385 12
Justyna Grzesik: Poziome oznakowanie jezdni i sposoby jego regeneracja	299 10	Marek Mistewicz: Pierwsi naczelnicy Wydziału Mostowego Departamentu Dróg Kołowych	24 1
Konrad Jabłoński: Historia nawierzchni autostrady A4 na odcinku Wrocław – Strzelce Opolskie. Część 1 – Przygotowanie inwestycji	75 3	Marek Mistewicz: Inżynier Stanisław Hofman-Kalinowski (biografia)	56 2
Konrad Jabłoński: Historia nawierzchni autostrady A4 na odcinku Wrocław – Strzelce Opolskie. Część 2 – Realizacja inwestycji	111 4	Karol Nowakowski: Wpływ dodatku THPP na wybrane właściwości fizyko-mechaniczne mieszanki SMA8	234 7-8
Konrad Jabłoński: Historia nawierzchni autostrady A4 na odcinku Wrocław – Strzelce Opolskie. Część 3 – Ocena stanu nawierzchni	222 7-8	Sylwia Olko, Tomasz Powęzka, Wiktor Wlazły: Wpływ obwodnic małych miast na lokalną gospodarkę	201 6
Konrad Jabłoński: Historia nawierzchni autostrady A4 na odcinku Wrocław–Strzelce Opolskie. Część 4 – Co zdecydowało o powodzeniu?	324 10	Edward Partyka: 700-letni Lublin i jego drogi	134 4
		Jan Paszkowski, Małgorzata Stec, Joanna Tobiasz: Zachowania komunikacyjne w Niepołomickiej Strefie Inwestycyjnej	258 7-8

AUTOR / TYTUŁ ARTYKUŁU	STR	NR	AUTOR / TYTUŁ ARTYKUŁU	STR	NR
Małgorzata Pawelec-Buras: Trudne doświadczenia inwestora i projektantów w uzyskiwaniu decyzji środowiskowych	335	11	Dariusz Wróbel: Wpływ rozbudowy drogi wojewódzkiej 786 na odcinku Kielce – Łopuszno na poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego	351	11
Sylvia Pogodzińska: Doświadczenia zagraniczne w stosowaniu poziomego oznakowania dróg do zarządzania prędkością	175	5	Małgorzata Wutke: Charakterystyka technologii georadarowej i możliwe kierunki jej doskonalenia	276	9
Arkadiusz Polecki: Zagadnienia dotyczące współczynnika tarcia nawierzchni jezdni – głos w dyskusji	85	3	Witold Zapaśnik: Nowa generacja nawierzchni betonowych (NGCS). Część I. Specyfikacje techniczne IGGA	3	1
Arkadiusz Polecki: Niskie właściwości przeciwpółslizgowe nawierzchni – co można zrobić aby nie wymieniać warstwy ścieralnej?	118	4	Witold Zapaśnik: Nowa generacja nawierzchni betonowych (NGCS). Część II. Doświadczenia niemieckie i amerykańskie z odcinków z zastosowania technologii frezowania (szlifowania) i rowkowania (nacinania) nawierzchni betonowych – przykłady amerykańskie	247	7-8
Maciej Radzikowski: Stan techniczny nawierzchni dróg krajowych na koniec 2017 roku	147	5	Witold Zapaśnik: Nowa generacja nawierzchni betonowych (NGCS) – część III. Doświadczenia niemieckie i amerykańskie z odcinków z zastosowania technologii frezowania (szlifowania) i rowkowania (nacinania) nawierzchni betonowych – przykłady niemieckie	316	10
Tomasz Radzikowski, Jan Zieliński, Marek Skakuj: Stan drogi jako ważny czynnik bezpieczeństwa ruchu	392	12	Z DZIAŁALNOŚCI SITK		
Artur Ryś, Kazimierz Jamroz: Przekrój drogi „2 minus 1” – ocena możliwości zastosowania na drogach samorządowych w Polsce	371	12	Informacja techniczna z wizyty na budowie tunelu S7 Luboń Mały (oprac. Tadeusz Suwara)	69	2
Jakub Salach, Piotr Wałas: Inteligentny system wizyjny sterowania sygnalizacją świetlną na wlotach skrzyżowań ..	288	9	Wnioski z LX Technicznych Dni Drogowych (Zakopane 8–10 listopada 2017 r.) (oprac. Marek Rolla)	IV s.okł.	5
Stefan Sarna: Analiza zmian natężeń ruchu drogowego w obszarach dużych aglomeracji	160	5	NOWE KSIĄŻKI		
Paweł Sikorski: Wymiarowanie płyt żelbetowych nawierzchni lotniskowych klasycznie zbrojonych	241	7-8	Recenzja książki: Wojciech Radomski, Andrzej Kasprzak: Poszerzanie mostów (oprac. Adam Kaszyński)	89	3
Marek Skowron: Nietypowe mostki	30	1	Z ŻAŁOBNEJ KARTY		
Malwina Splawińska: Analiza wybranych charakterystyk ruchu na drogach szybkiego ruchu	61	2	Z żałobnej karty: Wspomnienie o Profesorze Marku Łagodzie (oprac. Sławomir Karaś)	107	3
Malwina Splawińska, Piotr Buczek: Wpływ zmienności dobowej natężeń ruchu na autostradach i drogach ekspresowych na poziom hałasu drogowego	345	11	Z żałobnej karty: Wspomnienie – Mgr inż. Eugeniusz Mróz (oprac. Maria Mleczo-Król)	II s.okł.	4
Andrzej Stańczyk: Most Plewny w Lucernie	33	1	Z żałobnej karty: Profesor dr hab. inż. Tadeusz Basiewicz (oprac. Bogdan Kublin)	174	5
Andrzej Stańczyk: Mosty na Sri Lance w rejonie tsunami ..	102	3	Z żałobnej karty: Wspomnienie o dr. inż. Ksawerym Krasowskim (oprac. Andrzej Gołaszewski)	362	11
Andrzej Stańczyk: O przewodzie „Chudych Wojtków” nad „Grubą Kaśką”	138	4	INNE		
Andrzej Stańczyk: Most Ganter na drodze do przełęczy Simplońskiej w Alpach	III s.okł.	6	Komunikat konferencyjny NOVDROG’19	IV s.okł.	11
Andrzej Stańczyk: Most Diabła przez rzekę Reuss w Szwajcarii	264	7-8	XII Konferencja Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego GAMBIT 2018 (opr. K. Jamroz, J. Żukowska)	367	12
Andrzej Stańczyk: Most przez dolinę rzeki Salgina we wschodniej Szwajcarii	294	9	Adam Simkowski: List Czytelnika	364	11
Andrzej Stańczyk: Prawdopodobna przyczyna zniszczenia wiaduktu „Polcevero” w ciągu autostrady A10 w Genewi	296	9	Recenzenci artykułów nadesłanych do miesięcznika „Drogownictwo” w 2018 roku	II s. okł.	12
Andrzej Stańczyk: Most Konstytucji nad Canal Grande w Wenecji	360	11	Wskazówki dla Autorów publikacji w miesięczniku „Drogownictwo”	II s.okł.	1
Marzena Suchocka: Przebudowa alei lipowej z zastosowaniem rozwiązań pozwalających na ochronę starodrzewu – studium przypadku	8	1	Wskazówki dla Autorów publikacji w miesięczniku „Drogownictwo”	II s.okł.	5
Marzena Suchocka, Agnieszka Kosiba: Analiza możliwości wykonania nasadzeń zastępczych i kompensacyjnych drzew w pasach drogowych na przykładzie wybranych ulic	92	3	Wskazówki dla Autorów publikacji w miesięczniku „Drogownictwo”	II s.okł.	6
Marzena Suchocka, Martyna Magdziak: Problematyka utrzymania nawierzchni wodoprzepuszczalnej w klimacie chłodnym	216	7-8	Wskazówki dla Autorów publikacji w miesięczniku „Drogownictwo”	II s.okł.	9
Marzena Suchocka, Martyna Magdziak: Nawierzchnie wodoprzepuszczalne jako element wspomagający zrównoważony rozwój – ekorozwój na terenach zurbanizowanych	281	9	Wskazówki dla Autorów publikacji w miesięczniku „Drogownictwo”	II s.okł.	11
Paweł Szczepankiewicz: Weryfikacja modelu obliczeniowego stanu konstrukcji nawierzchni drogowej bazującego na sprężystych warstwach skończonych wykorzystanego w programie MWS Pavement Design	191	6	Zasady recenzowania artykułów	IV s.okł.	1
			Zasady recenzowania artykułów	III s.okł.	11