



MALWINA
SPŁAWIŃSKA

Politechnika Krakowska
msplawinska@interia.pl

Ocena szacowania średniego dobowego ruchu (SDR) wykorzystującego wskaźniki przeliczeniowe

Średni dobowy ruch w roku jest jednym z podstawowych parametrów opisujących ruch drogowy. Ma on kluczowe znaczenie w analizach eksploatacyjnych, studialnych oraz projektowych. Jego dokładne i wiarygodne wyznaczenie możliwe jest jedynie na podstawie danych pochodzących z ciągłych automatycznych pomiarów ruchu. Jednakże z większości odcinków drogowych nie ma takich danych, więc wielkości te muszą być wyznaczone z wykorzystaniem wyrwykowych pomiarów krótkookresowych. Oczywiście jest, że natężenie ruchu zmienia się w zależności od godziny w dobie, dnia w tygodniu, czy miesiąca w roku. Dlatego też, dane pochodzące z krótkich pomiarów muszą być przetworzone z uwzględnieniem tych zmienności. W Polsce w opracowaniach Ruch Drogowy [1], [2] zamieszczane są, co pięć lat, wskaźniki przeliczeniowe sezonowych i tygodniowych wahań ruchu, odnoszące się do natężeń dobowych całej sieci dróg krajowych o określonym charakterze ruchu (gospodarczy, turystyczny, rekreacyjny). Na ich podstawie można wykonywać uproszczone przeliczenia natężeń dobowych na SDR. Jednak takie transponowanie wyników pomiarów krótkotrwałych obarczone może być dużym ryzykiem popełnienia błędu, związanym ze zróżnicowaniem wahań natężenia ruchu na różnych odcinkach dróg krajowych, ze zmianą wielkości wskaźników przeliczeniowych w kolejnych latach oraz z czynnikami losowymi. W opracowaniach [1], [2] podaje się 19 niezależnych od siebie wskaźników przeliczeniowych (7 dla dni tygodnia i 12 dla miesięcy). W literaturze zagranicznej można spotkać inne podejście do wyznaczania wskaźników przeliczeniowych. W USA wskaźniki zmienności tygodniowej można wyznaczać dla każdego dnia tygodnia – 7 wskaźników, jak również mniejszą ich liczbę, przy różnym stopniu agregacji dni o podobnych wielkościach natężeń dobowych; 5 wskaźników – poniedziałek, wtorek – czwartek, piątek, sobota i niedziela; 4 wskaźniki – poniedziałek, wtorek – czwartek, piątek i sobota – niedziela oraz 2 wskaźniki – dni robocze (poniedziałek – piątek) i weekend (sobota – niedziela). Można traktować je osobno albo łączyć z miesiącami, wówczas otrzymuje się odpowiednio: 84, 60, 48 lub 24 wskaźniki. W niektórych przypadkach można stosować tylko wskaźniki zmienności tygodniowej albo tylko zmienności sezonowej. Istnieją także nowe metody, umożliwiające dokładniejsze wyznaczanie SDR m.in.: Analiza Wariancji (ANOVA), Sztuczne Sieci Neuronowe (ANN), Szeregi Czasowe (TS), modele hybrydowe (FBFN, ARIMA-MLANN, GA-TDNN) [3], [4]. Trudno jednak znaleźć w literaturze porównania tych metod i wnioski z nich wynikające.

Celem artykułu jest przedstawienie oraz próba weryfikacji sposobu szacowania średniego dobowego ruchu w roku, przy wykorzystaniu metody wskaźnikowej bazującej na 19,

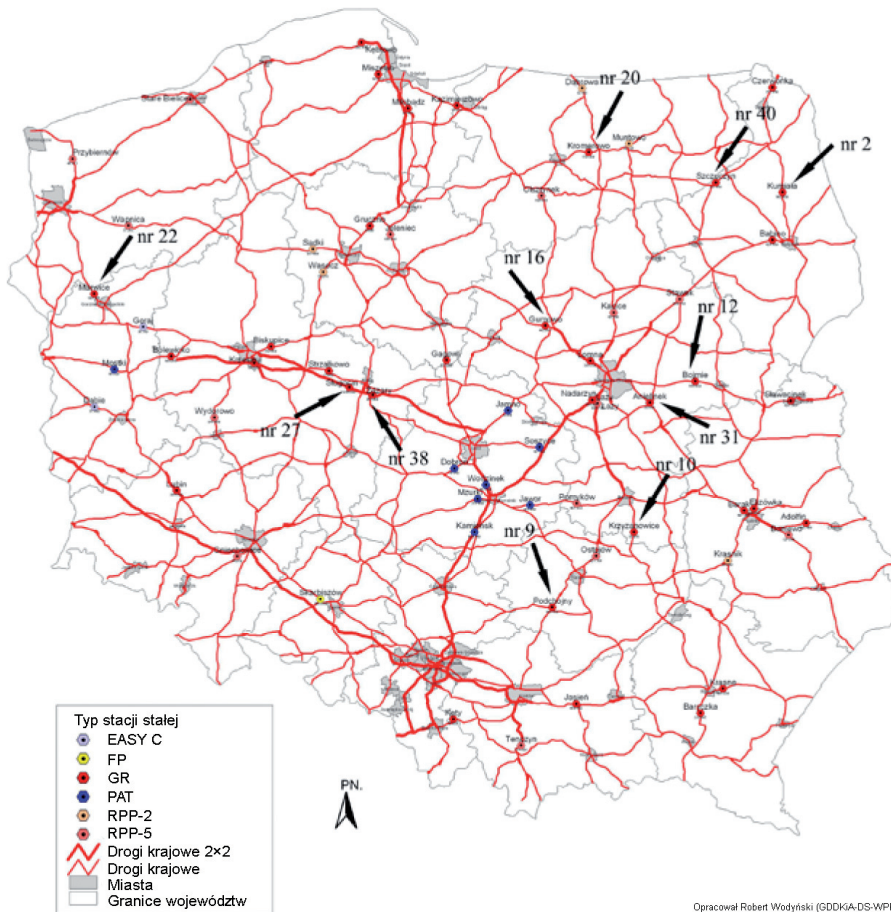
24, 48, 60 i 84 wskaźnikach, z wykorzystaniem natężeń z 2008 r. Ponadto, w opracowaniu dokonano próby określenia zmienności wskaźników w okresie kolejnych pięciu lat (2004–2008).

Baza danych

Na sieci dróg krajowych zlokalizowanych jest około 62 stacji ciągłego pomiaru ruchu [5] (rys.1). Zainstalowane na nich urządzenia typu: Golden River, PAT, Fisher-Porter, EasyCO-UNT, RPP-2 oraz RPP-5 umożliwiają ciągłą automatyczną rejestrację ruchu drogowego w przedziałach, co jedną godzinę przez cały rok. Uzyskane z nich dane wykorzystuje się do określenia m.in.: sezonowych i tygodniowych wahań ruchu dobowego, wyznaczenia miarodajnego godzinowego natężenia ruchu, a także do oceny SDR obliczonego na podstawie pomiarów wyrwykowych (np. GPR). Należy zwrócić uwagę, że w wytycznych nie ma opracowanych typowych dobowych profili zmienności ruchu. Są one niezbędne nie tylko do celów planistycznych, projektowych i eksploatacyjnych, ale także do planowania krótkotrwałych pomiarów i transponowania ich wyników na natężenia dobowe.

Analiza bazy danych wykazała, że nie we wszystkich stacjach pomiar przeprowadzany jest w sposób ciągły (awaria sprzętu pomiarowego, remont odcinka drogi, na którym zlokalizowana jest stacja lub przepełnienie pamięci rejestratorów). Dodatkowo dane pochodzące szczególnie z rejestratorów starszej generacji są trudne do dalszej analizy (zapis na taśmach papierowych lub magnetycznych). Z drugiej jednak strony można zauważyć, że co roku powstają nowe stacje oraz że na istniejących sukcesywnie wprowadza się nowe, lepsze rejestratory. W ten sposób z każdym rokiem zwiększa się i przede wszystkim polepsza jakość baz danych.

Do analiz wykorzystano dane pochodzące ze stacji Golden River w roku 2008. Na terenie całego kraju zlokalizowane są 34 takie stacje. Spośród nich wstępnie wyselekcjonowano 11 stacji o numerach 2, 9, 10, 12, 16, 20, 22, 27, 31, 38 i 40 (lokalizacje wskazane na rysunku 1), zawierających kompletne dane z pełnych 366 dni pomiarowych. Ponieważ analizy dotyczą dróg o typowym gospodarczym charakterze ruchu zdecydowano się odrzucić stację nr 22 (ze względu na turystyczny charakter ruchu) oraz stacje zlokalizowane na odcinku autostrady A2 nr 27 i 38 (specyficzna zmienność sezonowa i tygodniowa [7]). W celu określenia zmienności wskaźników sezonowych i tygodniowych wahań ruchu w kolejnych latach, zestawiono je dla 3 stacji nr 10, 20 i 31 w latach 2004–2008 (tylko tam dostępna była wystarczająca ilość danych z 5 lat). Przekrój na wszystkich analizowanych odcinkach drogowych jest jednakowy – jedna dwukierunkowa jezdnia z dwoma pasami ruchu.



Rys. 1. Lokalizacja stacji do automatycznego pomiaru ruchu na sieci dróg krajowych w roku 2008 [6]

Wyznaczanie rzeczywistej wartości SDR

Na podstawie danych pochodzących z ciągłego pomiaru ruchu istnieją różne alternatywne sposoby obliczania średniego dobowego ruchu w roku. Na rysunku 2 zestawiono wyniki obliczeń SDR według dwóch podstawowych metod tj.:

- wprost z definicji SDR, jako średnia z natężeń dobowych z wszystkich dni w roku:

$$SDR = \frac{\sum_{i=1}^{i=365} N_i^d}{365} \text{ [P/dobę]} \quad (1)$$

gdzie:

SDR – średni dobowy ruch pojazdów samochodowych,

N_i^d – natężenie dobowe i -tego dnia,

$i=366$ – w roku przestępnym, wówczas mianownik wynosi 366.

- w sposób pośredni, tzw. średnia ze średnich wg metody AASHTO [8], wyznaczając najpierw SDR_{ij} z poszczególnych dni tygodnia z każdego miesiąca, następnie SDR_i z poszczególnych dni tygodnia z 12 miesięcy i w efekcie końcowym z 7 dni tygodnia uzyskuje się SDR.

$$SDR = \frac{1}{7} \sum_{i=1}^7 \left[\frac{1}{12} \sum_{j=1}^{12} \left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n N_{ijk}^d \right) \right] \text{ [P/dobę]} \quad (2)$$

gdzie:

SDR – średni dobowy ruch pojazdów samochodowych,

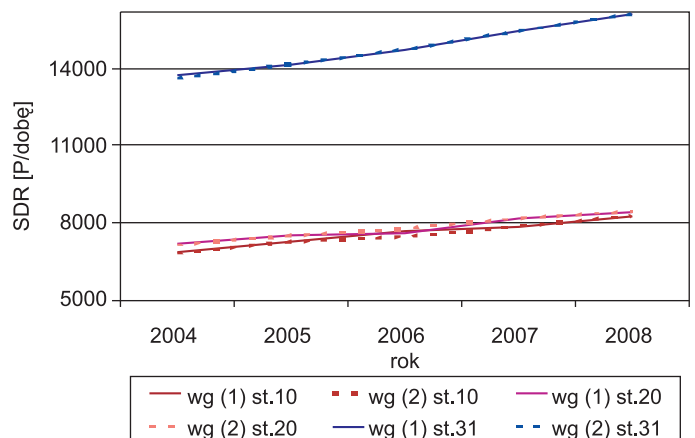
- i – dzień tygodnia, j – miesiąc w roku, k – kolejny dzień w miesiącu (np. drugi poniedziałek w styczniu),
- N_{ijk}^d – k -te natężenie dobowe i -tego dnia w miesiącu j ,
- n – liczba i -tych dni w miesiącu.

Pomimo tego, że z matematycznego punktu widzenia wzory (1, 2) nie są tożsame (nierówna liczba i -tych dni w roku), to przy komplecie danych dają zbliżone wyniki – różnica mniejsza od 1%.

Znaczące rozbieżności pojawiają się dopiero, gdy nie ma ciągłości danych – w szczególności, gdy brakujące godziny lub dni są nierównomiernie rozłożone w roku i w miesiącach. W takiej sytuacji wg (1) sumuje się dostępne natężenia dobowe i dzieli przez ich liczbę. Jednak nawet przy założeniu, że w każdym miesiącu, każdy dzień tygodnia ma swojego reprezentanta, mogą zmienić się wagi poszczególnych dni (np. będą dostępne dane z 52 sobót i niedziel i po 46 z pozostałych dni tygodnia) i w konsekwencji wg (1) można niedoszacować lub przeszacować SDR. Sposób (2) pozwala na bardziej wiarygodne oszacowanie SDR. Przy takim podejściu można uniknąć jego oszacowania z przewagą jakiegoś dnia lub miesiąca oraz można uzyskać dodatkowe informacje dotyczące zmienności natężeń ruchu w poszczególnych dniach tygodnia w skali miesiąca i roku.

Ponieważ w praktyce na skutek różnych czynników (awaria sprzętu, zła obsługa rejestratorów, remont odcinka itp.) nie uzyskuje się kompletu danych, przeważnie SDR wyznacza się wg (2).

Jak przedstawiono na rysunku 2, SDR wyliczony wprost z definicji oraz według metody AASHTO daje niemalże takie same wyniki, a różnice można uznać za nieistotne. Widoczne niewielkie rozbieżności wynikają z braku kompletu danych w przypadku stacji 10 i 20 w 2006 r. i stacji 31 w 2004 r.



Rys. 2. Porównanie SDR obliczonego wprost z definicji (1) oraz według metody AASHTO (2)

W związku z tym za rzeczywisty SDR i tym samym za punkt odniesienia w dalszych analizach uznano ten wyliczony wprost z definicji (1).

Szacowanie wartości SDR przy wykorzystaniu wskaźników przeliczeniowych

W zamieszczonych poniżej analizach przedstawiono 6 sposobów szacowania średniego dobowego ruchu. SDR obliczany jest według wzoru (3), przy czym poszczególne wskaźniki przeliczeniowe wskazane w punktach od 1 do 5 są średnią ze wskaźników uzyskanych dla każdej z ośmiu stacji pomiarowych w 2008 r. W sposobie 6 przyjęto wskaźniki z opracowania Ruch Drogowy 2005 [2].

$$SDR_{szacowany} = 24h \text{ natężenie/odpowiednie wskaźniki przeliczeniowe} \quad (3)$$

W sposobie 1 i 6 wskaźniki zmienności sezonowej i tygodniowej są niezależne od siebie, wyznaczone w taki sam sposób, ale przy wykorzystaniu różnych danych (w 1 dane pochodzą z ośmiu stacji pomiaru ciągłego z 2008 r., natomiast w 6 wyznaczone są z danych pochodzących z całej sieci dróg objętych GPR w 2005 r.). W pozostałych sposobach występują różne kombinacje wskaźników zmienności sezonowej i tygodniowej.

W poszczególnych sposobach przyjęto następującą liczbę odpowiednio zdefiniowanych wskaźników:

1. **19 wskaźników** – 7 dla dni tygodnia i 12 dla miesięcy:

$$W_i = \frac{SDR_{dnia}}{SDR}, W_j = \frac{SDR_{miesiaca}}{SDR} \quad (4,5)$$

gdzie:

- W_i – wskaźnik danego dnia tygodnia wyraża udział w średnim dobowym ruchu w roku średniego dobowego natężenia danego dnia tygodnia (np. poniedziałku),
- W_j – wskaźnik danego miesiąca wyraża udział w średnim dobowym ruchu w roku średniego dobowego natężenia danego miesiąca (np. stycznia),
- SDR_{dnia} – średni dobowy ruch w roku dla danego dnia (np. poniedziałku),
- $SDR_{miesiaca}$ – średni dobowy ruch w danym miesiącu.

2. **24 wskaźniki** – jeden miesięczny dla dni roboczych tygodnia od poniedziałku do piątku (po-pt) i jeden miesięczny dla weekendu (s-n). Po 2 wskaźniki w każdym miesiącu co daje w sumie 24 wskaźniki w roku:

$$W_{po-pt,j} = \frac{SDR_{po-pt,j}}{SDR}, W_{s-n,j} = \frac{SDR_{s-n,j}}{SDR} \quad (6, 7)$$

gdzie:

- $W_{po-pt,j}$ – wyraża udział w SDR średniego dobowego natężenia w dniach od poniedziałku do piątku w miesiącu j ,
- $W_{s-n,j}$ – wyraża udział w SDR średniego dobowego natężenia w soboty i niedziele w miesiącu j ,
- $SDR_{po-pt,j}$ – średni dobowy ruch dla dni od poniedziałku – piątku w miesiącu j ,
- $SDR_{s-n,j}$ – średni dobowy ruch dla soboty i niedzieli w miesiącu j .

3. **48 wskaźników** – 4 miesięczne wskaźniki dla dni tygodnia tj. dla poniedziałku (po), dla dni od wtorku do czwartku (w-c) dla piątku (pt) oraz dla soboty i niedzieli (s-n). Po 4 wskaźniki w każdym miesiącu co daje w sumie 48 wskaźników w roku:

$$W_{po,j} = \frac{SDR_{po,j}}{SDR}, W_{w-c,j} = \frac{SDR_{w-c,j}}{SDR} \quad (8,11)$$

$$W_{pt,j} = \frac{SDR_{pt,j}}{SDR}, W_{s-n,j} = \frac{SDR_{s-n,j}}{SDR}$$

gdzie:

- $W_{po,j}$ – wyraża udział w SDR średniego dobowego natężenia z poniedziałku w miesiącu j ,
- $W_{w-c,j}$ – wyraża udział w SDR średniego dobowego natężenia z dni od wtorku do czwartku w miesiącu j ,
- $W_{pt,j}$ – wyraża udział w SDR średniego dobowego natężenia dla piątku w miesiącu j ,
- $SDR_{po,j}$ – średni dobowy ruch dla poniedziałku w miesiącu j ,
- $SDR_{w-c,j}$ – średni dobowy ruch dla dni od wtorku do czwartku w miesiącu j ,
- $SDR_{pt,j}$ – średni dobowy ruch dla piątku w miesiącu j .

4. **60 wskaźników** – 5 miesięcznych wskaźników dla dni tygodnia tj. dla poniedziałku, dla dni od wtorku do czwartku, piątku, soboty i niedzieli. Po 5 wskaźników w każdym miesiącu, co daje w sumie 60 wskaźników w roku – wyznaczanych analogicznie jak wcześniej.

5. **84 wskaźniki** – 7 miesięcznych wskaźników dla każdego z dni tygodnia. Po 7 wskaźników w każdym miesiącu, co daje w sumie 84 wskaźniki w roku – wyznaczanych analogicznie jak wcześniej.

6. **19 wskaźników** przyjętych z opracowania Ruch Drogowy 2005 [2] (opracowanie RD2005).

W celu określenia dokładności szacowania SDR w poszczególnych przypadkach wyliczono średni bezwzględny błąd procentowy dla: natężeń z wszystkich dni w roku (MAPE) oraz natężeń dobowych z wykluczeniem dni ustawowo wolnych od pracy lub bezpośrednio z nimi związanych (MAPEbdw). Dodatkowo dla natężeń dobowych z pominięciem dni ustawowo wolnych od pracy lub bezpośrednio z nimi związanych wyznaczono procentowy udział bezwzględnego błęd procentowego większego od 10% ($|e_{st}^{\%}| > 10\%$).

$$MAPE_s = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left| \left(\frac{SDR_s - SDR_{st}^{szacowany}}{SDR_s} \right) \times 100 \right| \quad (12)$$

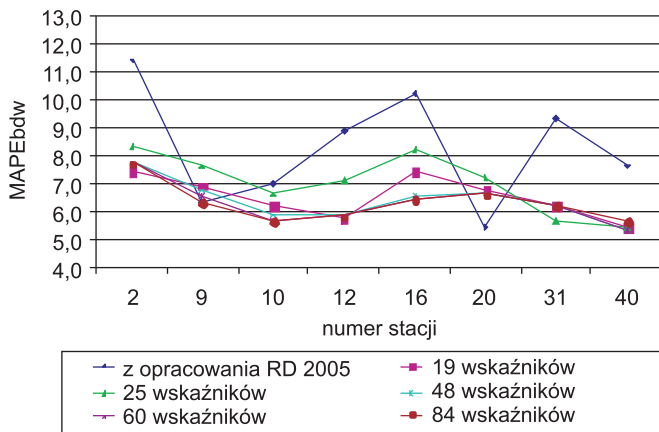
$$|e_{st}^{\%}| = \left| \left(\frac{SDR_s - SDR_{st}^{szacowany}}{SDR_s} \right) \times 100 \right| \quad (13)$$

gdzie:

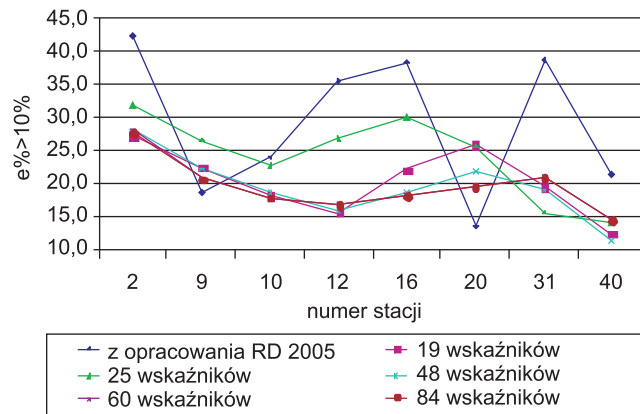
s – numer stanowiska, t – dzień w roku.

Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono uzyskane wyniki w każdym z ośmiu analizowanych odcinków, a w tabeli 1 zestawiono średnie wyniki.

Jak wynika z powyższego zestawienia najmniejszą dokładność uzyskuje się podczas szacowania SDR według wskaźników zamieszczonych w opracowaniu Ruch Drogowy [2]. Średni bezwzględny błąd procentowy szacowanego SDR dla zbioru



Rys. 3. MAPEbdw dla kolejnych stacji i różnych metod



Rys. 4. $e\% > 10\%$ dla kolejnych stacji i różnych metod

Tabela 1. Średnia dokładność szacowania SDR uzyskanego różnymi sposobami

Dokładność szacowania	Według opracowania RD2005	Dla 19 wskaźników	Dla 24 wskaźników	Dla 48 wskaźników	Dla 60 wskaźników	Dla 84 wskaźników
MAPE	9,2%	7,3%	7,8%	7,1%	7,0%	7,0%
MAPEbdw	8,3%	6,5%	7,0%	6,3%	6,3%	6,3%
$e\% > 10\%$	29,1%	20,5%	24,3%	19,6%	19,3%	19,7%

Objaśnienia:

(MAPE) – średni bezwzględny błąd procentowy dla natężeń ze wszystkich dni w roku
(MAPEbdw) – średni bezwzględny błąd procentowy dla natężeń dobowych z wykluczeniem dni ustawowo wolnych od pracy lub bezpośrednio z nimi związanych
($e\% > 10\%$) – procentowy udział bezwzględnego błędu procentowego większego od 10% dla natężeń dobowych z pominięciem dni ustawowo wolnych od pracy lub bezpośrednio z nimi związanych

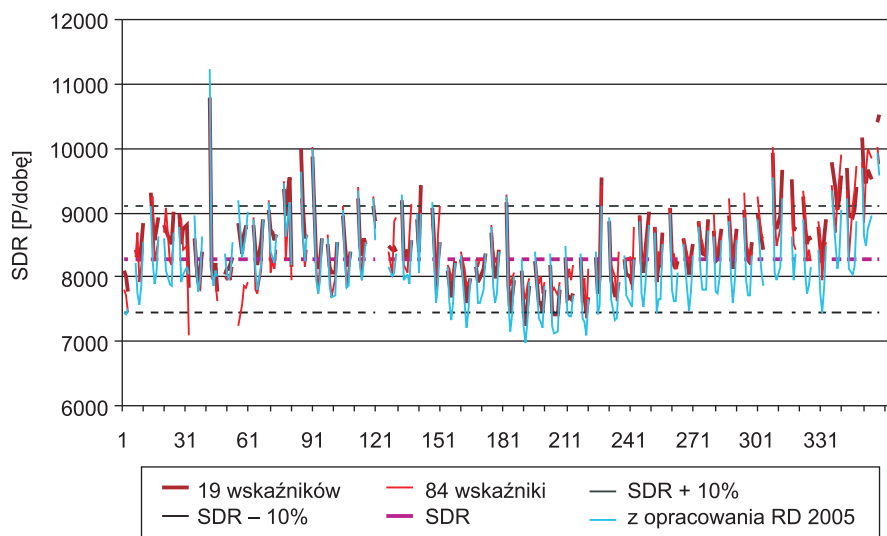
ru dni z roku, z wyłączeniem dni ustawowo wolnych lub bezpośrednio z nimi związanych, wynosi 8,3% z tym, że w ponad 29% bezwzględny błąd procentowy przekracza 10%. Wynikać to może z różnych przyczyn m.in. z faktu, iż w opracowaniu RD2005 wskaźniki przeliczeniowe wyznaczone są dla całej sieci dróg krajowych, a do tego w 2005 r., natomiast w analizach był rozpatrywany rok 2008. Ponadto obserwuje się zgodnie z oczekiwaniami poprawę dokładności szacowania SDR przy zwiększonej liczbie wskaźników. Jednak, przy 60 wskaźnikach następuje poprawa zaledwie 0,8% w stosunku do 24 wskaźników, co nie potwierdza danych literaturowych [3] gdzie wykazano ponad 5% poprawę.

Na rysunku 5 przedstawiono dla stanowiska nr 10 szacowane SDR na podstawie natężeń z każdego dnia roboczego w roku trzema sposobami (z uwzględnieniem 19 i 84 wskaźników oraz wskaźników z opracowania RD2005). Pozioma środkowa linia odpowiada rzeczywistej wielkości SDR, natomiast dwie kolejne odpowiednio wielkości SDR-10% i SDR+10%. Na wykresie zaznaczono miesiące kwiecień-maj oraz wrzesień-październik, jako zalecane okresy wykonywania pomiarów ruchu [9].

Jak obrazuje to rysunek 5, dokładność szacowania zmienia się w ciągu roku. Potwierdza się, że najlepszą dokładność sz-

cowania SDR uzyskuje się w miesiącach kwiecień, maj, wrzesień, październik oraz dodatkowo w czerwcu. Średni bezwzględny błąd procentowy dni roboczych w miesiącach IV-V i IX-X wynosi odpowiednio dla poszczególnych sposobów obliczeniowych: 5,2% według opracowania RD2005; 3,4% dla 19 wskaźników i 4,1% dla 84 wskaźników. Zastanawiające jest, że dokładność szacowania SDR zmniejsza się przy większej liczbie wskaźników przeliczeniowych. Może to wynikać z tego, że w tym okresie dominującą jest jedna ze zmienności (sezonowa lub tygodniowa) i należałoby tylko ją uwzględnić w obliczeniach. W tym

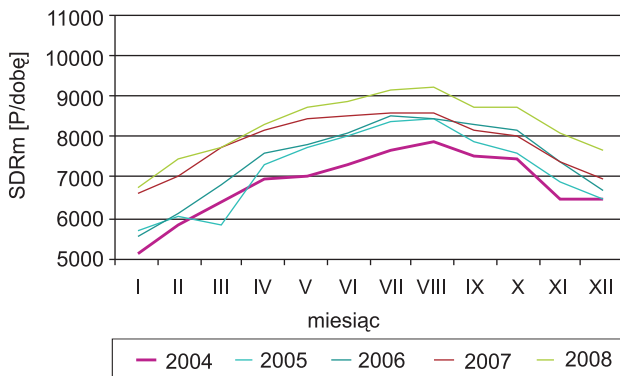
przypadku połączenie dwóch zmienności nie daje oczekiwanych efektów. Należy również zwrócić uwagę, że pomimo stosunkowo niskiego średniego w roku błędu MAPE rozbieżności między rzeczywistym SDR i szacowanym w poszczególnych dniach są dużo większe i w zależności od sposobu obliczeniowego zawierają się od -12,9 do +10,3% dla metody według opracowania RD2005, od -11,5 do 4,5% dla 19 wskaźników i od -13,5 do 7,6% dla 84 wskaźników.



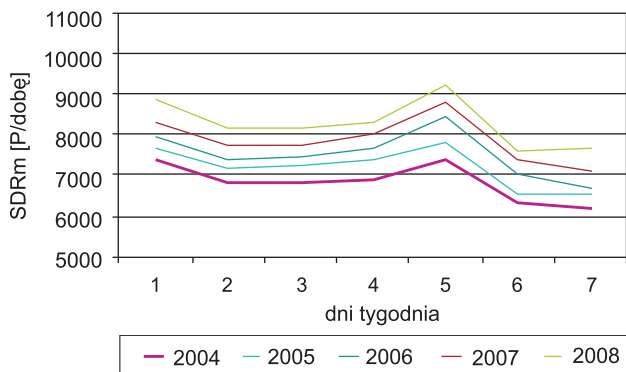
Rys. 5. Szacowana wielkość SDR różnymi sposobami dla stanowiska nr 10 w roku 2008

Zmienność sezonowych i tygodniowych wahań ruchu w kolejnych latach

W celu zidentyfikowania zmienności tygodniowych i sezonowych wahań ruchu w kolejnych latach analizie poddano dane pochodzące z trzech stacji pomiarowych tj. numer 10, 20 i 31 w okresie pięciu lat (2004 – 2008). Ponieważ wyniki są zbieżne dla wszystkich stacji rezultaty przedstawiono na przykładzie stacji nr 10 (rys. 6 i 7). SDRm oznacza średni dobowy ruch w kolejnych miesiącach natomiast SDRd średni dobowy ruch w kolejnych dniach tygodnia w okresie roku.



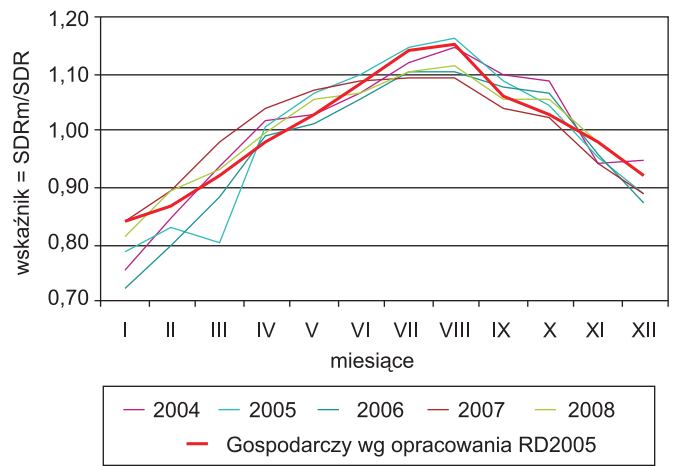
Rys. 6. SDRm w kolejnych latach dla stacji 10



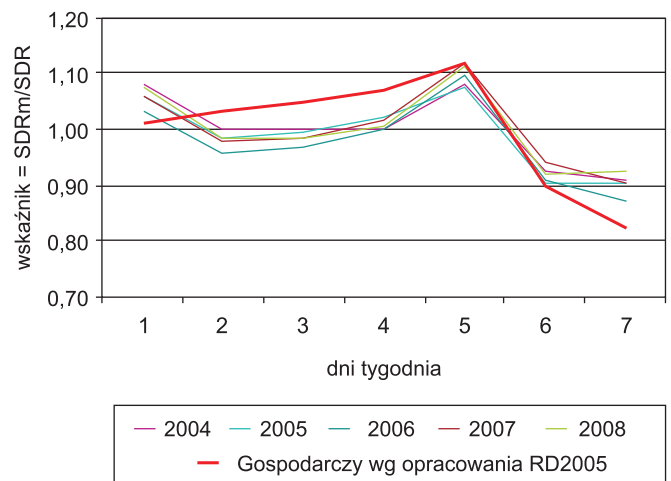
Rys. 7. SDRd w kolejnych latach dla stacji 10

Z wykresów przedstawionych na rysunkach 6 i 7 wynika, że pomimo corocznego wzrostu wielkości natężenia ruchu, kształty profili zmienności sezonowej i tygodniowej nie zmieniają się znacząco w kolejnych latach. Odstępstwo w marcu 2005 r. może wynikać z braku kompletu danych w tym miesiącu. Na rysunkach 8 i 9 przedstawiono wskaźniki zmienności sezonowej i tygodniowej dla stacji nr 10 oraz dla dróg o gospodarczym charakterze ruchu podane w opracowaniu Ruch Drogowy 2005 [2].

Można zauważyć, że profile względnych miesięcznych natężeń ruchu w kolejnych latach różnią się od siebie. Jednak w zalecanych okresach pomiaru ruchu (IV-V i IX-X) oraz we wszystkich roboczych dniach tygodnia odchylenia od trendu profili nie przekraczają 0,03 (ok. 3%). Zastanawiające jest, że profil zmienności tygodniowej reprezentujący drogi krajowe o gospodarczym charakterze ruchu różni się aż tak od tych sporządzonych dla stacji 10. Na podstawie powyższego można sądzić, że na



Rys. 8. Sezonowe wahania ruchu dobowego



Rys. 9. Tygodniowe wahania ruchu dobowego

pogorszenie dokładności szacowania SDR przy pomocy wskaźników pochodzących z opracowania RD2005 (tab. 1.) tylko w nieznacznym stopniu może wpływać ich zmienność w kolejnych latach. Bardziej znaczącym wydaje się rozrzut profili zmienności sezonowej i tygodniowej ruchu względem przeciętnych profili wyznaczonych dla dróg krajowych o gospodarczym charakterze ruchu. Oczywistym jest, że nie można wyciągać ostatecznych wniosków na podstawie tak małej próby, jednakże otrzymane wyniki dają pewien pogląd na problem i wskazują na potrzebę dalszych analiz w tym zakresie.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonej analizy szacowania SDR przy wykorzystaniu wskaźników przeliczeniowych z 2008 r. potwierdza się, że wraz ze zwiększaniem ich ilości rośnie dokładność oszacowania. Z drugiej jednak strony poprawa dokładności średnio o 0,3% przy zastosowaniu 60 wskaźników w stosunku do 19 jest bardzo mała, co nie potwierdza danych literaturowych [3]. Dodatkowo w zalecany okresie wykonywania pomiarów (na przykładzie stacji nr 10) uzyskano większą dokładność przy wykorzystaniu 19 niż 84 wskaźników. Wydaje się zatem, że nie ma uzasadnienia do wprowadzania większej ilości wskaźników przeliczeniowych, niż jest to stoso-

wane obecnie [2]. Większe różnice odnotowano przy porównaniu dokładności szacowania SDR przy wykorzystaniu 19 wskaźników wyznaczonych na podstawie danych z ośmiu stacji pomiaru ciągłego w 2008 r., ze wskaźnikami podanymi w opracowaniu RD2005 dla całego kraju obowiązującymi w latach 2005–2010. W tym przypadku średni bezwzględny błąd procentowy dla dni w roku z pominięciem dni ustawowo wolnych od pracy lub bezpośrednio z nimi związanych wzrósł z 6,5 do 8,3%. Należy zauważyć, że w przypadku jednej ze stacji (nr 2) błąd ten wzrósł o 4%. W celu określenia przyczyn takiego pogorszenia dokładności szacowania SDR przeanalizowano zmienność sezonową i tygodniową wskaźników wahań ruchu na przestrzeni pięciu lat (2004–2008). Okazuje się, że wprawdzie średnia wielkość miesięcznego i tygodniowego dobowego ruchu w roku rośnie w kolejnych latach, ale kształt profili znacząco się nie zmienia (rys. 8 i 9). Średnie odchylenie od średniej dla danych pochodzących ze stanowisk 10, 20 i 31, w przypadku zmienności tygodniowej wynosi 1,3% (dla wtorku 0,9%) natomiast dla zmienności sezonowej 2,2% (dla maja 1,1%). Zatem zmienność wskaźników w okresie pięciu lat nie powinna wpływać znacząco na pogorszenie dokładności szacowania SDR. Należy zatem zwrócić większą uwagę na zalecane, typowe profile zmienności ruchu. Jak wskazują przeprowadzone analizy opublikowane w pracy [7], profile sezonowych i tygodniowych wahań ruchu różnią się w obrębie dróg zamiejskich o gospodarczym charakterze ruchu od profilu przeciętnego dla kraju. Wynika to ze zbyt ogólnego podziału sieci dróg krajowych, z których w 2005 r. aż 88% należało do dróg o gospodarczym charakterze ruchu. Pomimo tego, że średnie różnice pomiędzy rzeczywistą wielkością SDR a szacowaną przy wykorzystaniu wskaźników nie są stosunkowo duże, jednak w konkretnych dniach nierzadko przekraczają 30%. Należy poszukiwać lepszego podziału sieci dróg nie tylko ze względu na zmienność natężenia ruchu, ale także z uwzględnieniem cech dróg i ich otoczenia (funkcja, dostęp-

ność, zagospodarowanie i aktywność otoczenia drogi). Taki podział pozwoliłby na opracowanie profili zmienności rocznej i tygodniowej ruchu lepiej reprezentujących zmienność ruchu na drodze i tym samym wpłynęłoby na zmniejszenie błędu szacowania SDR na poszczególnych odcinkach drogowych. Warto również rozważyć zastosowanie bardziej zaawansowanych technik szacowania SDR np. przy wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych. Według danych literaturowych [3] w ten sposób można zwiększyć dokładność szacowania o 5% w stosunku do tradycyjnej metody wykorzystującej 24 wskaźniki. Przedstawione w artykule wyniki wskazują na konieczność prowadzenia dalszych analiz w zakresie szacowania SDR.

Bibliografia

- [1] Ruch drogowy 2000. Biuro Projektowo-Badawcze Dróg i Mostów Transprojekt – Warszawa Sp. z o.o.
- [2] Ruch drogowy 2005. Biuro Projektowo-Badawcze Dróg i Mostów , Transprojekt – Warszawa Sp. z o.o.
- [3] Jin Li, Xu Chengying, Fricker Jon D.: Comparison of Annual Average Daily Traffic Estimates: Traditional Factor, Statistical, Artificial Neural Network, and Fuzzy Basis Neural Network Approach. TRB 2008 Annual Meeting CD – ROM, Washington, 2008
- [4] Olma A., *Określenie współczynników przeliczeniowych do szacowania natężeń ruchu drogowego w obszarach miejskich*. Praca doktorska, Politechnika Śląska, Gliwice 2005
- [5] Zbieranie, archiwizacja i analizy danych ze stacji ciągłych pomiarów ruchu w roku 2008. Etap III. Analiza roczna i edycja wyników pomiarów prowadzonych w stacjach GR i PAT w roku 2008. Transprojekt – Warszawa Sp. z o.o., Warszawa 2009
- [6] Mapa: Lokalizacja stacji do automatycznego pomiaru ruchu na sieci dróg krajowych stan na 2008 rok. Opracowano w departamencie studiów GDDKiA
- [7] Sptawińska M.: *Pomiary, wyznaczenie i prognozowanie Średniego Dobowego Ruchu w roku (SDR) na drogach krajowych*, „Drogownictwo”, 03/2009 s. 87-93
- [8] AASHTO Guidelines for Traffic Data Programs, American Association of State Highway and Transportation Officials, 1992
- [9] Wytyczne projektowania skrzyżowań drogowych. Część I – skrzyżowania zwykle i skanalizowane. GDDKiA, Warszawa 2001 ■



ANDRZEJ STAŃCZYK

Warbud S.A.
stanczyk.andrzej@neostrada.pl

Malarska „dokumentacja” mostów Paryża w paryskim muzeum Carnavalet

Szybkim, dokładnym i niekłopotliwym sposobem utrwalania kształtów oraz konstrukcyjnych rozwiązań mostów, ich stanu i związanych z nimi zdarzeń, jest dziś fotografia.

Kiedy w szwajcarskiej Lucernie spłonął w 1993 r. zabytkowy Kapellbrücke – drewniany, zadaszony most z XIV wieku, nie tylko odbudowano go na podstawie zdjęć w krótkim czasie, ale też odtworzono pierwotny wystrój, zawieszając na jętkach jego dachu fotograficzne reprodukcje kilkudziesięciu obrazów, które znajdowały się tam przed pożarem. Gdyby nie dokumentacja fotograficzna – pochłonięte przez żywioł przepałyby bezpowrotnie; odtworzone w ten sposób dają wyobrażenie oryginałów. Podobnie było z mostem kamiennym w Mostarze, zniszczonym podczas walk w latach 1992–1998



Fot. 1. Domy na moście Notre-Dame