

## **Prognozowanie ruchu na drogach krajowych**

**Jerzy Kukielka**

*Katedra Dróg i Mostów, Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Lubelska,  
e-mail: jerzy.kukielka@pollub.pl*

**Streszczenie:** Celem tej pracy jest analiza obciążeń nawierzchni drogowych ruchem oraz jego prognozy, głównie w aspekcie projektowania przebudowy dróg lub wzmocnienia nawierzchni. W obecnej chwili metoda modelowa jest metodą, która daje największe możliwości prognozowania ruchu pojazdów. Przygotowanie cyfrowego modelu sieci drogowej oraz ruchu pojazdów, który na niej się odbywa pozwala na wyeliminowanie wielu wad dotychczasowych metod prognozowania. Dla dokładnego prognozowania ruchu pojazdów ciężkich metodą modelową niezbędne jest zbudowanie jak najlepszej bazy wiedzy o ruchu występującym na istniejącej sieci drogowej w szczególności w oparciu o jak największą liczbę punktów umożliwiających zarówno klasyfikację jak i preselekcję wagową klasy np. WIM-P.

**Słowa kluczowe:** prognozowanie ruchu, sieć drogowa, projektowanie przebudowy, stan nawierzchni, bezpieczeństwo ruchu.

### **1. Wstęp**

Znany jest od około 35 lat podział sieci drogowej na trzy układy funkcjonalne:

- Międzyregionalny,
- Regionalny,
- Lokalny.

Głównymi funkcjami dróg międzyregionalnych są:

- tranzyt międzynarodowy,
- łączenie stolicy z miastami wojewódzkimi,
- łączenie miast wojewódzkich z analogicznymi centrami za granicą.

Źródłem i celem ruchu są często węzły sieci dróg zamiejskich w przeciwieństwie do miast, gdzie są one rozproszone. Ruch dopływający do węzła może być docelowym lub tranzytowym, rozdzielającym się na kierunki wylotowe.

W latach 1975-81 prowadzone były przez Centralne Biuro Projektowo-Badawcze Dróg i Mostów obszerne badania ankietowe (w związku z zamiarem projektowania autostrady A1), opracowano wytyczne obliczania prognozy metodą wskaźników ruchu (1980) oraz prognozę ruchu do 2010 roku, opracowaną w 1992 roku i później do 2015 roku.

Nagłe zmniejszenie nakładów na drogi na początku transformacji ustrojowej, przedłużające się do okresu przedakcesyjnego do UE, gdy uzyskiwano pierwsze pożyczki z różnych źródeł zewnętrznych, przyczyniło się także do ograniczenia prac studialnych i projektowych oraz niezbędnej aktualizacji planów zagospodarowania

przestrzennego gmin a zwłaszcza dużych i średnich miast, które nie są wykonywane także obecnie z innych powodów. Od 1987 do 1991 roku wystąpił blisko 5-krotny spadek rzeczowy na drogi krajowe i jeszcze większy na sieci dróg wojewódzkich, powiatowych i gminnych pomimo nadal wzrastającego natężenia ruchu [5].

Dwa upalne lata oraz udział tirów w ruchu drogowym w połowie lat 90-tych XX wieku były przyczyną skoleinownia nawierzchni polskich dróg, które budowano wcześniej dla lżejszych pojazdów. Wraz ze wzrostem obciążeń nawierzchni samochodami ciężarowymi wzrastało także gwałtownie, zwłaszcza w XXI wieku, natężenie ruchu pojazdów osobowych. Wystąpiły też duże zmiany struktury i natężeń ruchu, ograniczające częściowo przydatność wcześniejszych prognoz.

Przystosowanie dróg istniejących do ruchu zmieniało się wolniej, a gdy rozpoczęto budowę autostrad i dróg ekspresowych z wykorzystaniem funduszy unijnych, zwrócono także uwagę na nie pokrywanie się głównych ciągów ruchu samochodów osobowych z ruchem tranzytowym ciężkich pojazdów.

Analiza cyklicznego (co 5 lat) Generalnego Pomiaru Ruchu (GPR) w 2010 roku potwierdza znaczący wzrost ruchu samochodów osobowych na przejściach dróg krajowych przejeżdżających np. przez Lublin, około 36000 poj./dobę w stronę Świdnika, 19000÷24000 poj./dobę na odcinku Kurów-Lublin, 19000÷23000 poj./dobę na odcinku Lubartów-Lublin, 14000÷15000 poj./dobę na odcinku Lublin-Kraśnik. Pomiedzy 2005 i 2010 rokiem występował duży wzrost ruchu na drodze nr 19 (od 17% w Kraśniku do 55% w Lubartowie), zmienny na drodze nr 12 dla samochodów osobowych (od 18 % w Dorohusku do 40% w Piaskach) i na drodze nr 17 (od około 1% w Tomaszowie do 33% w Piaskach).

Ruch pojazdów ciężkich był największy w 2010 r. na wspólnym odcinku drogi nr 17 i 12 pomiędzy Kurowem i Piaskami (około 3500 poj./dobę), na drodze nr 19 pomiędzy Kockiem i Kraśnikiem od 1800 do 2200 poj./dobę oraz Piaskami i Chełmem ok. 1600 poj./dobę.[11,12]

## 2. Cele prognozowania ruchu

Dla planowania i projektowania przebudowy dróg niezbędna jest prognoza ruchu samochodów ciężarowych i autobusów, co najmniej dla środka okresu eksploatacji wzmocnionej nawierzchni tj. w 10-tym roku od przekazania do ruchu, w 15-tym roku dla wymiarowania przekroju poprzecznego i projektowania skrzyżowań.

Miernikiem jakości ruchu na drogach jest poziom swobody ruchu (PSR), który dotyczyć może stanu istniejącego lub po przewidywanym jego wzroście. **Do miar warunków ruchu należą też: procent czasu jazdy w kolumnie, średnia prędkość podróży i gęstość ruchu.** Zarządzanie siecią dróg wymaga więc prognozowania zmian warunków ruchu, planowania przebudowy i nowych odcinków dróg w tym obejmąć i obwodnic.

Dla projektowania nowych tras wylotowych z dużych miast, dróg ekspresowych i przejść granicznych przyjmuje się horyzont czasowy ponad 20 lat i ustala się prognozę metodą modelowania ruchu (np. metodą Fratara, Vomberga i jego nową wersją w oparciu o liczby zarejestrowanych pojazdów w parach rozpatrywanych węzłów). Więżba ruchu przydatna jest głównie dla planowania przestrzennego i opracowań studialnych, które nie są przedmiotem tego opracowania.

### 3. Dotychczasowe metody prognozowania ruchu w celu projektowania przebudowy i utrzymania dróg

Uproszczone metody prognozowania ruchu uzależnione były od przewidywanego wzrostu motoryzacji i innych czynników, uwzględnianych od 1983 r. [2] albo metodą ekstrapolacji ruchu na podstawie GPR z wielu wcześniejszych lat. Tylko wyjątkowo posługiwano się metodą wykorzystującą prognozy rozwoju gospodarstwa według GUS lub badaniami ankietowymi.

#### 3.1. Metoda wskaźników wzrostu ruchu

Metoda wskaźników była najpowszechniej stosowaną w Polsce. W normatywie technicznym projektowania dróg publicznych (NTP-DP-22) przyjmowano zróżnicowane wskaźniki wzrostu w zależności od klas technicznych, później (1982 r.) zalecano wzór:

$$W = \frac{a}{x^b} + c \quad (1)$$

gdzie:  $x$  – średniodobowy ruch w roku wyjściowym (w roku ostatniego pomiaru generalnego),  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – parametry uwzględniające strukturę ruchu, zagospodarowanie terenu (rolnicze, umiarkowane, intensywne) oraz rodzaj drogi (międzyregionalna, regionalna).

Wytyczne obliczania prognozy z 1983 r. i późniejsze wskaźniki wzrostu (według „Transprojektu”) uwzględniały [2]:

- prognozowaną liczbę każdego z pojazdów,
- średnioroczne ilości przejeżdżanych kilometrów drogi,
- zagospodarowanie terenu,
- funkcję drogi,
- wzrost ruchu w poprzednich latach,
- natężenie ruchu w ostatnim GPR.

W 1992 r. opracowano w „Transprojekcie” prognozę ruchu na drogach zamiejsczych do 2010 r. a dla np. „Euroregionu Bug” prognozę w latach 1995÷2020 (metodą ekstrapolacji). Metoda wskaźników nie była zalecana dla odległych horyzontów czasowych oraz dla niestabilizowanych zmian zagospodarowania przestrzennego.

#### 3.2. Metoda ekstrapolacji

Generalne pomiary ruchu wykonywane od 1965 roku umożliwiły po 1980 roku ekstrapolację ruchu pomierzonego w poprzednich latach na dalsze „metodą trendów”. Początkowo zakładano wzrost liniowy a następnie na podstawie wyników pomiarów także możliwość zastosowania modelu parabolicznego, wykładniczego, wielomianu stopnia drugiego lub trzeciego, potęgowego i innych. Ekstrapolacja wymaga znajomości natężeń ruchu z wielu poprzednich przedziałów czasowych.

W każdym punkcie pomiarowym wpisywano linię regresji np.  $y = m \cdot x + b$ , obliczano współczynniki ( $m$ ) i ( $b$ ) oraz współczynnik korelacji  $R$ . Punkty o stabilnym wzroście nazywano normalnymi (2391 punktów), w których  $R > 0,70$  a wzrost ruchu w 5 kolejnych latach był w przedziale od 1,0 do 2,0 dla Średnio Dobowego

Ruchu (SDR). Punkty nie spełniające warunków podanych wcześniej (2021 punktów) nazywano punktami o ekstremalnej dynamice. Prognozę obliczoną dla pierwszej grupy punktów przyjęto dla wszystkich punktów na sieci dróg krajowych [4].

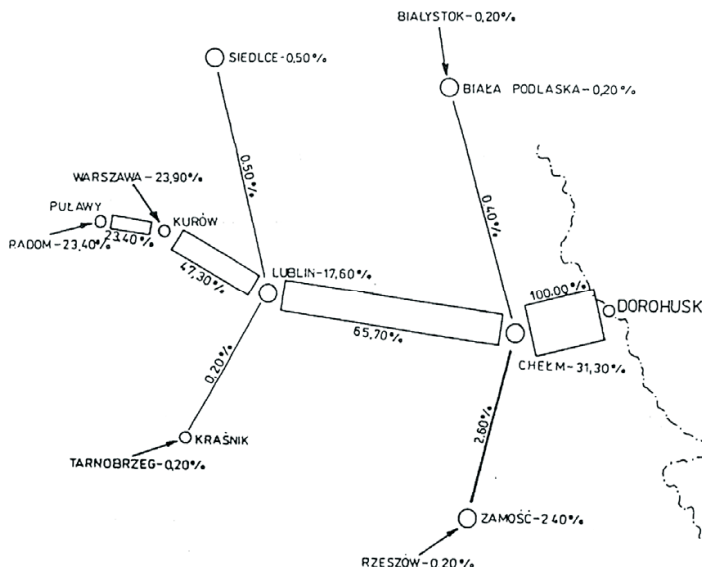
### 3.3. Metoda wskaźników wzrostu PKB

Metoda wzrostu PKB opracowana na okres 2008 r. ÷ 2040 r. wykorzystuje jednolite dla podregionów Polski wskaźniki wzrostu Produktu Krajowego Brutto w cenach stałych, które mogą być wykorzystywane do celów planistycznych i projektowych. Przyjęto, że średnie wskaźniki wzrostu 66 regionów np. w 2012 roku wynoszą od 1,7% do 2,7% (średni 2,1%), a w 2040 roku od 1,7% do 2,8% (średni 2,1%). W tablicy załącznika 3 w/w prognozy przyjęto wskaźniki wzrostu dla Polski 2,5% w roku 2012 oraz 1,7% w roku 2040, które według GDDKiA mogą być wykorzystywane tylko do analizy opłacalności niektórych projektów.

Do opracowania wskaźników wzrostu wykorzystano m.in. prognozę rozwoju sektorów energetycznego i transportowego UE do 2030 roku opublikowaną przez Komisję Europejską w 2003 roku. Uwzględniono też wpływ programu „Rozwój Polski Wschodniej” i prognozy demograficzne na przyjęte wskaźniki wzrostu PKB (1,9% w 2012 r. i 2,0% w 2040 r. dla regionu lubelskiego). Założono, że wskaźniki wzrostu PKB będą wykorzystywane do prognozowania ruchu, analiz ekonomicznych i finansowych. [10]

### 3.4. Przykłady wyników badań ankietowych na przejściach granicznych

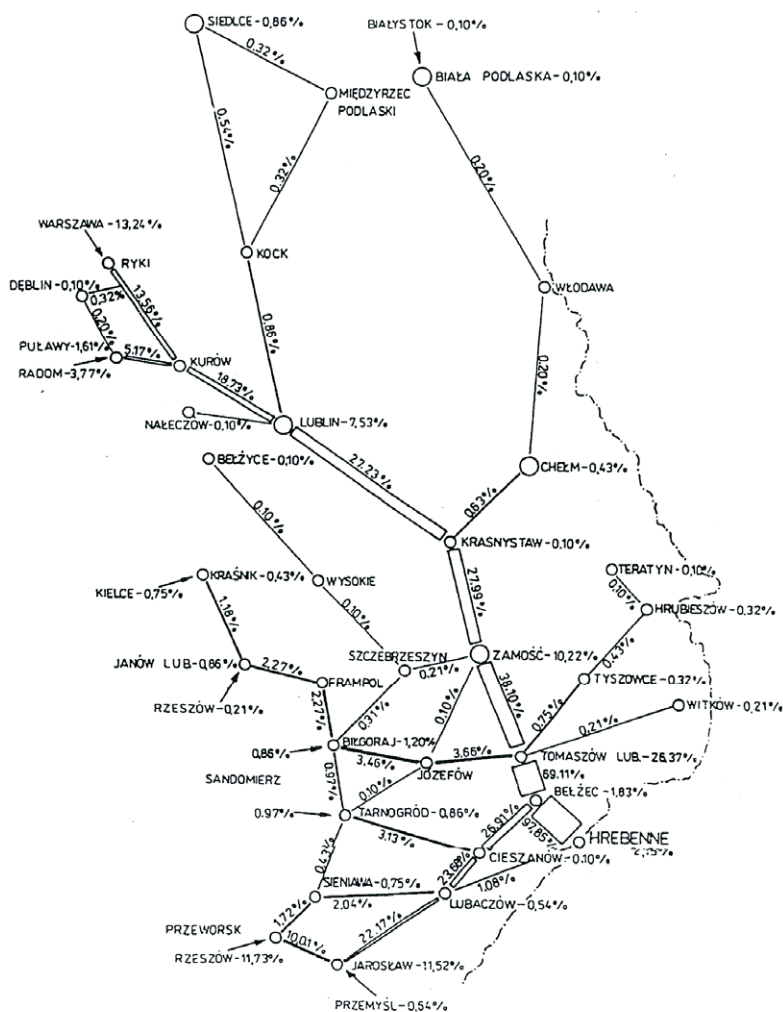
Różnice w ruchu osobowym na przejściu w Dorohusku i Hrebennem zauważalne są przez porównanie rozkładu ruchu na rysunkach 1 i 2. [3]



Rys. 1. Rozkład ruchu osobowego na sieci drogowej do przejścia granicznego w Dorohusku na podstawie badań ankietowych [3].

Fig. 1. Distribution of traffic on the road network at the border crossing in Dorohusk based on survey [3].

Ruch osobowy do przejścia granicznego w Dorohusku korzystał prawie wyłącznie z drogi nr 12 i części wspólnej drogi nr 12 i nr 17, a przed Kurowem w ok. 24% z drogi nr 17 i 23% z drogi nr 12.



Rys. 2. Rozkład ruchu osobowego na sieci drogowej do przejścia granicznego w Hrebennem na podstawie badań ankietowych [3].

Fig. 2. Distribution of traffic on the road network at the border crossing in Hrebennie based on survey [3].

Ruch w Hrebennem był typowym ruchem przygranicznym, przy czym pomiędzy Jarosławiem i Bełżcem drogą równoległą do granicy stanowił on ok. 25% ruchu na przejściu granicznym. Bliskość Lwowa do przejścia w Hrebennem i przygraniczny charakter ruchu może być powodem jego wzrostu pomiędzy 2005 i 2010 rokiem. W Dorohusku natomiast wzrastał wyłącznie ruch samochodów ciężarowych. Badania ankietowe w Hrebennem wykonane były w 1996 roku w celu opracowania „Diagnozy stanu sieci drogowej w polskiej części Euroregionu Bug na tle ruchu drogowego”.

### 3.5. Analiza zgodności prognozy ruchu z 1997 roku ze stanem faktycznym w 2005 i 2010 roku

Prognoza średniodobowego ruchu pojazdów do 2020 r. opracowana została dla odcinków dróg krajowych województwa lubelskiego w związku z projektem badawczym Euroregion Bug. Ruch w 1995 r. przyjęto na podstawie danych z GPR i następnie ustalono prognozę natężenia w 2005 i 2020 roku. Bezpośrednio można porównać prognozy i faktyczny ruch w 2005 r. i 2010 r.

Na podstawie danych z GPR w 1995 r. i z wcześniejszych lat opracowana została jedna z pierwszych prognoz, opublikowana w 1997 r. a jej wyniki podano w tabeli 1 [9].

Tabela 1. Prognozowany ruch w latach 2005 – 2020 [9].

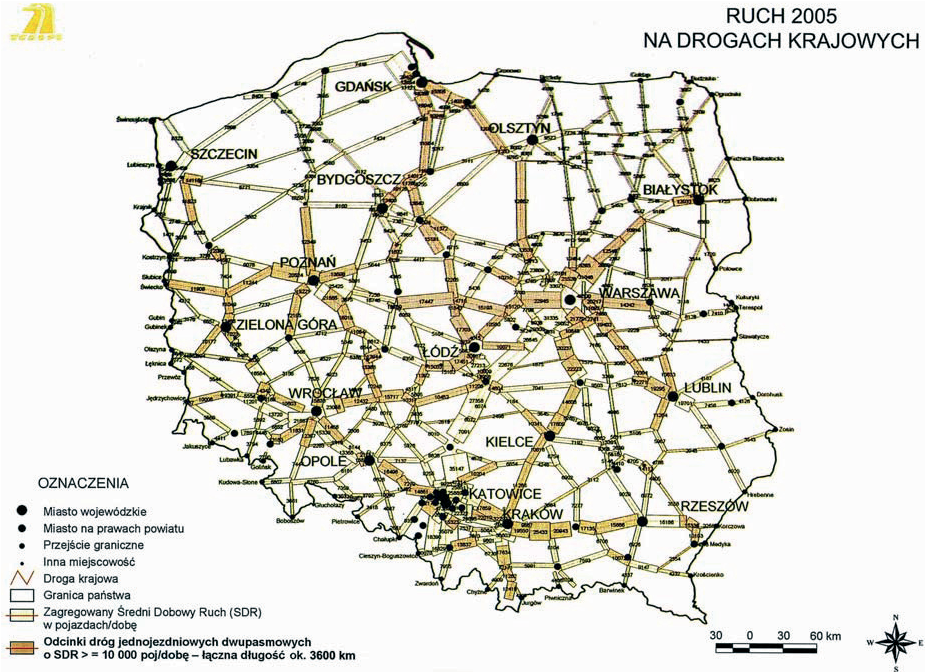
Table 1. Forecasting of traffic in years 2005 – 2020 [9].

Numer drogi	Odcinek drogi	Średni dobowy ruch pojazdów samochodowych (poj./dobę) w latach		
		1995	2005	2020
17	Kurów – Lublin	11 500	18 000	27 800
	Lublin – Kalinówka	16 700	26 400	36 900
	Kalinówka - Piaski	11 000	18 500	27 300
	Piaski – Krasnystaw	4 300	7 500	11 500
	Krasnystaw – Zamość	5 000	9 100	13 800
	Zamość – Wólka Łabuńska	7 000	12 800	18 100
	Wólka Łabuńska – Tomaszów Lubelski	3 800	7 700	11 300
	Tomaszów Lubelski (przejście)	14 700	24 200	32 700
	Tomaszów Lubelski – Bełżec	5 500	12 500	19 700
82	Bełżec – granica państwa	4 000	9 200	15 600
	Piaski – Biskupice	4 900	9 200	14 300
	Biskupice – Marynin	3 600	7 200	11 000
	Marynin – Chełm	4 200	8 500	13 600
9	Chełm – granica państwa	2 800	6 500	11 200
	Łoniów – Nagnajów	5 200	8 600	12 800
19	Nagnajów – Nowa dęba	4 200	7 400	11 200
	Niemce – Lublin	8 400	12 300	16 800
	Lublin – Kraśnik	6 500	9 900	14 000
	Kraśnik – Janów Lubelski	4 500	6 500	9 800
	Janów Lubelski – Nisko	2 900	4 300	6 500
44	Nisko – Jezowe	2 700	4 000	6 000
	Puławy – Końskowola	6 600	10 600	15 100
74	Końskowola – Kurów	5 200	8 400	12 100
	Maruszów – Annapol	3 700	6 000	8 600
83	Annapol – Kraśnik	4 300	7 000	10 100
	Sawin – Chełm	2 100	3 200	4 400
	Chełm – Rejowiec	2 300	3 600	5 400
84	Rejowiec – Krasnystaw	3 300	5 100	6 800
	Tarnobrzeg – Stalowa Wola	2 500	3 800	6 400
86	Stalowa Wola – Nisko	9 000	12 100	16 000
	Janów Lubelski – Frampol	1 300	1 800	2 400

Następne prognozy nie wykraczają poza 10-letni horyzont czasowy i zamierzano korygować je przy wykorzystaniu ostatnich wyników GPR. Porównując prognozę podaną na rysunku 3 [4] z ruchem pomierzonym w 2005 roku można



zauważyć, że np. na odcinku drogi nr 19 Lublin – Kraśnik prognozowano 11 200 poj./dobę a stwierdzono w trzech punktach: 11 875, 11 011 i 11 181 (zgodność była wystarczająca). Na odcinku Lubartów – Lublin podano na rysunku zagregowany SDR – 10 800 poj./dobę a w czterech punktach pomiarowych stwierdzono: 14 039, 13 531, 14 390 i 16 176 poj./dobę (zagregowana prognoza była zaniżona). [11]



Rys. 3. Prognoza ruchu na zamiejsczej sieci dróg krajowych w roku 2005 opracowana metodą badania trendów wzrostu ruchu [4].

Fig. 3. Traffic forecast on the national roads network outside cities in 2005, developed by research of trends in traffic growth [4].

Można zauważyć, że na poziomie regionalnym korzystniejsza jest prezentacja wyników pomiaru na wykresach, jak podanych w przykładzie na rysunku 5 i porównanie prognoz z pomierzonym ruchem tylko w punktach pomiaru.

SDR 2010 w Kalinówce (pomiędzy Lublinem i Świdnikiem) wynosił np. 35 790 poj./dobę a prognozowano 24 200 poj./dobę [8,12]. Potwierdza się więc przypuszczenie o małej przydatności prognoz uproszczonych na odcinkach dróg wylotowych z dużych miast, zwłaszcza gdy w ich pobliżu znajdują się mniejsze ośrodki generujące ruch.

Wskaźnik wzrostu SDR w latach wyniósł 1,31 i był zgodny z prognozowanym. Okresem bazowym dla prognozy w 2010 r. były pomiary w latach 1990-2000. Na podstawie analizy prognoz do 2015 r. zauważono malejącą tendencję wskaźników wzrostu SDR:

- 1,31 pomiędzy 1995 i 2000 r.
- 1,24 pomiędzy 2000 i 2005 r.
- 1,19 pomiędzy 2005 i 2010 r.
- 1,16 pomiędzy 2010 i 2015 r.

W kolejnej prognozie do 2020 roku skorygowano wskaźniki wzrostu SDR wyodrębniając drogi międzynarodowe od pozostałych dróg krajowych [4]. Wskaźniki do 2020 r. nie różnią się znacząco dla wymienionych dróg i wynoszą od 1,2 do 1,9 w okresach 5-letnich.

Dla dróg międzynarodowych prognozowano SDR jako średni w Kraju na 16 940 poj./dobę w 2010 r. i 24 040 poj./dobę w 2020 r. i mogą stanowić odniesienie dla dróg na Lubelszczyźnie. Założenie do prognozy struktury ruchu określone zostały w odniesieniu do 2000 r. z wyjątkiem samochodów osobowych jak w Tabeli 2. [4]

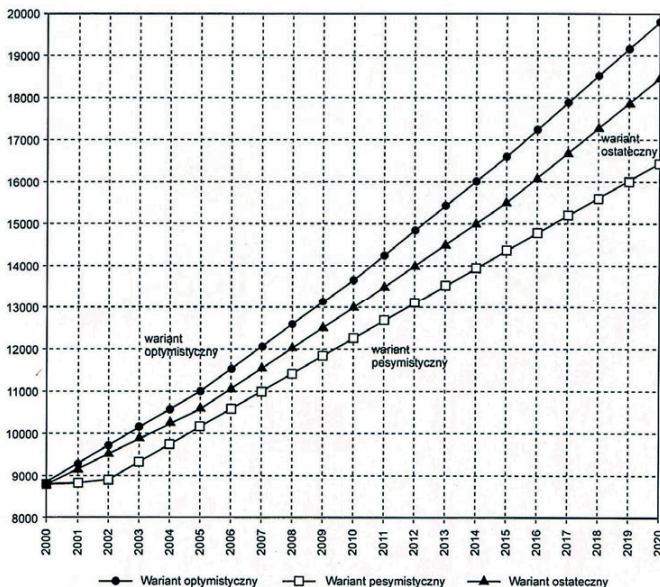
Tabela 2. Prognozowany wzrost ruchu pojazdów [4].

Table 2. Forecast of the traffic growth. [4].

Lata	2000	2005	2010	2015	2020
Motocykle	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Samochody dostawcze	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80
Samochody ciężarowe bez przyczep	1,00	1,14	1,28	1,41	1,55
Samochody ciężarowe z przyczepami	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
Autobusy	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ciągniki rolnicze	1,00	0,66	0,44	0,29	0,15

Motocykle i autobusy pozostawać będą na stałym poziomie pomiędzy 2000 i 2020 rokiem. Najszybciej wzrastać będzie udział w ruchu samochodów ciężarowych z przyczepami, które mają największy wpływ na nawierzchnię drogową.

W prognozie ruchu do 2020 r. wprowadzono wskaźniki korekcyjne w związku z otwarciem granic z krajami UE i przewidywanym wzrostem PKB. Prognozę optymistyczną podano na rysunku 4 [4] a jako ostateczną w latach 2005, 2010 i 2015 przyjęto średnią arytmetyczną z wariantu optymistycznego i pesymistycznego.



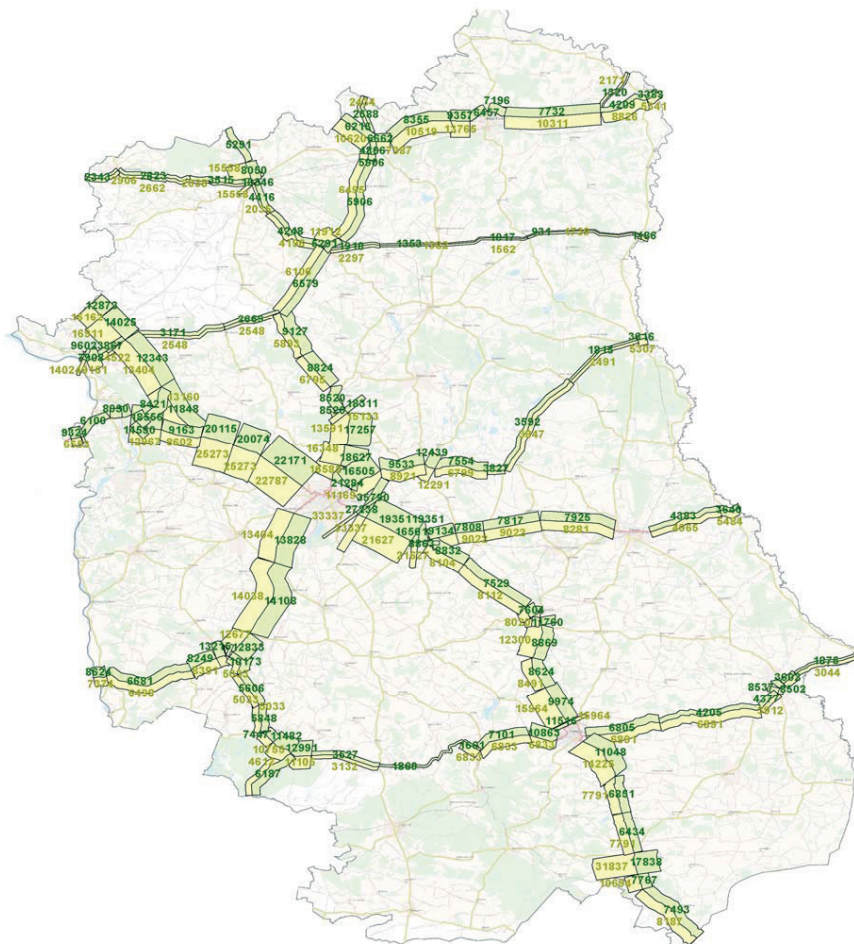
Rys. 4. Prognoza ruchu w latach 2000-2020 na zamiejsczej sieci dróg krajowych dla punktów normalnych [4].

Fig. 4. Traffic forecast in 2000-2020 on the national roads network outside cities for normal points [4].



Dla wszystkich dróg krajowych w Polsce podano prognozy ruchu na czterech odrębnych rysunkach [4], z których można wyodrębnić analizowaną sieć np. w województwie lubelskim. Określono także zakres stosowania prognozy SDR. Przyjęto, że gdy SDR na drodze jednojezdniowej przekracza 10-15 tysięcy poj./dobę to jest on prognozowanym ruchem na kierunku drogi.

W czasie generalnych pomiarów ruchu po 1965 r. występował nierównomierny rozwój motoryzacji i rozwój gospodarczy a także budowano nowe połączenia w sieci drogowej. Intensywny wzrost ruchu wystąpił zwłaszcza w ostatnim dziesięcioleciu. Są więc powody ograniczonej możliwości wykorzystania wyników z GPR. Na drogach prowadzących do przejść z Ukrainą wystąpiły np. przypadki zmniejszenia ruchu samochodów osobowych pomiędzy 2005 i 2010 rokiem i duże różnice wzrostu na poszczególnych odcinkach dróg międzyregionalnych Lubelszczyzny.



Rys. 5. Porównanie wielkości ruchu pojazdów ogółem wg danych z Generalnego Pomiaru Ruchu z 2010 r. (kolor zielony) oraz danych z prognozy opracowanej przez Transprojekt Warszawa na podstawie GPR z 1995 roku dla roku 2010 [6].

Fig. 5. Comparison of total traffic according to data from the General Traffic Measurement from 2010 (green) and the forecast data developed by Warsaw Transprojekt based on GTM in 1995 for the year 2010 [6].

W roku 2006 GDDKiA opracowała zagregowane do poziomu krajowego wskaźniki wzrostu odnoszące się do roku 2005, w którym wykonany został generalny pomiar ruchu (tabela 3). Możemy zaobserwować duże zmiany w stosunku do wcześniej przyjętych wartości i obecnie interesujący nas wskaźnik przypadający np. na rok 2015 w przypadku samochodów ciężarowych z przyczepami jest większy i wynosi 1,81 (wcześniejszy 1,75), natomiast dla samochodów ciężarowych bez przyczep mniejszy 1,202 (wcześniejszy 1,41). Można zatem stwierdzić, że podczas ustalania przewidywanego ruchu tą metodą należy zgodnie z założeniami przyjmować krótkie okresy prognozy (maksymalnie do 10 lat).

Tabela 3. Prognozowany wzrost ruchu pojazdów w stosunku do poziomu z 2005 r. według GDDKiA.

Table 3. Forecast increase in traffic in comparison to 2005 according to GDDKiA.

Lata	2010	2015	2020	2025	2030
Samochody osobowe	1,250	1,515	1,816	2,112	2,424
Samochody dostawcze	1,098	1,189	1,283	1,378	1,471
Samochody ciężarowe bez przyczep	1,104	1,202	1,203	1,405	1,506
Samochody ciężarowe z przyczepami	1,393	1,811	2,320	2,873	3,427
Autobusy	1,029	1,054	1,079	1,103	1,125
PKB	1,32	1,68	2,10	2,60	3,16

## 4. Ocena warunków ruchu na istniejących drogach krajowych

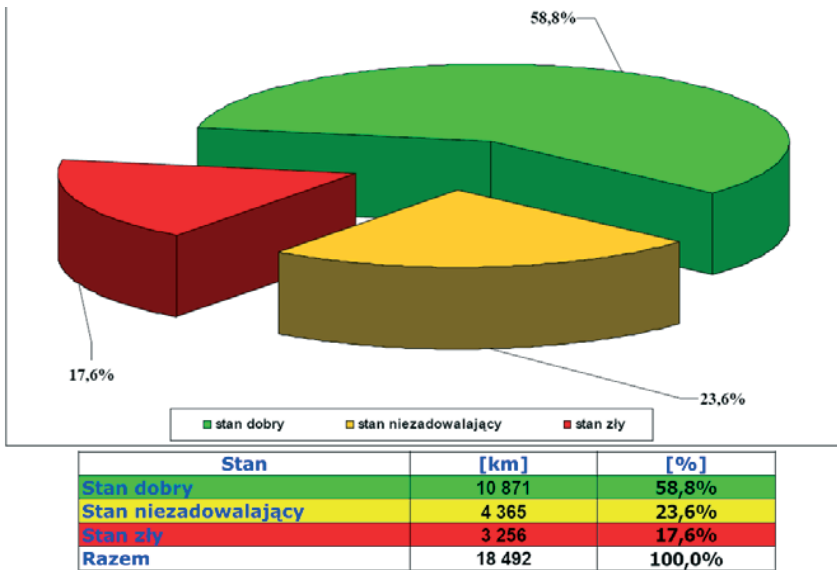
Prognoza ruchu jak również jego obecny stan są ważnym powodem planowania i projektowania przebudowy. Ważnymi czynnikami są także stan nawierzchni i bezpieczeństwo ruchu, które są przedmiotem odrębnych analiz prowadzonych przez GDDKiA.

### 4.1. Ocena nawierzchni dróg krajowych w 2011 roku

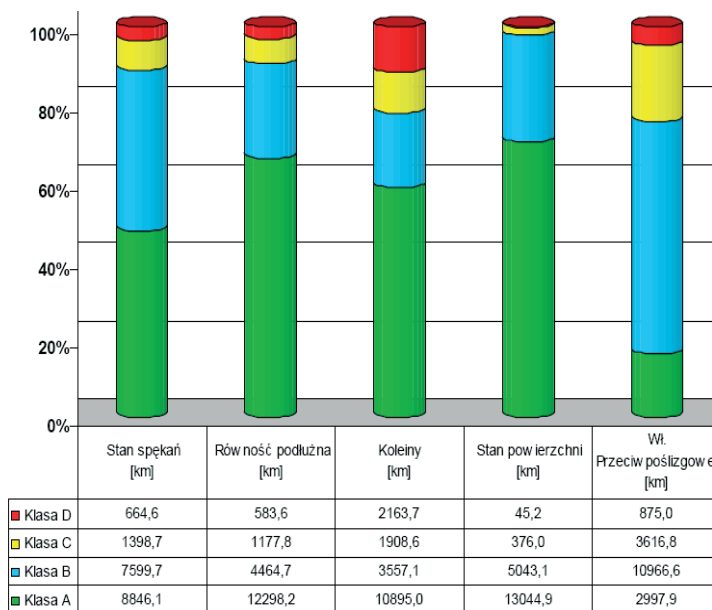
Na rysunku 6 zestawiono wyniki oceny stanu nawierzchni wszystkich dróg krajowych w km i % natomiast rysunek 7 przedstawia szczegółową charakterystykę spękań, równości podłużnej, kolein, stanu powierzchni i szorstkości (A – stan dobry, do D – stan zły) wg [7]. Zauważalna jest duża poprawa stanu nawierzchni w porównaniu do 1995 r., gdy rozpoczęto przebudowy i wzmocnienia a zwłaszcza likwidację i naprawę kolein.

Z raportu [7] wynika, że wskaźnik natychmiastowych potrzeb remontowych (d) w zależności od województwa zmienia się od  $d=0,08$  do  $d=0,25$  i w porównaniu do roku 2004 wartość maksymalna zmalała blisko dwukrotnie ( $d=0,48$ ). Wartość średnia dla Kraju utrzymuje tendencje spadkową z  $d=0,25$  w roku 2004 do  $d=0,17$  w 2011.

O planowanych nakładach na przebudowę dróg nie zawsze decydują tylko opisy, tablice i wykresy. Obraz może być niekiedy czynnikiem decydującym, gdy decyzje zależą np. od polityków. Na początku lat 90-tych XX w. prezentowano w Polsce obrazy video z dróg i ulic francuskich. Zapoczątkowane przykłady filmowania dróg i ulic w Polsce zasługują na rozszerzenie, gdyż będą użyteczne także dla zajmujących się utrzymaniem dróg w przyszłości.



Rys. 6. Ogólny stan nawierzchni dróg [7].  
 Fig. 6. General condition of the road surface [7].

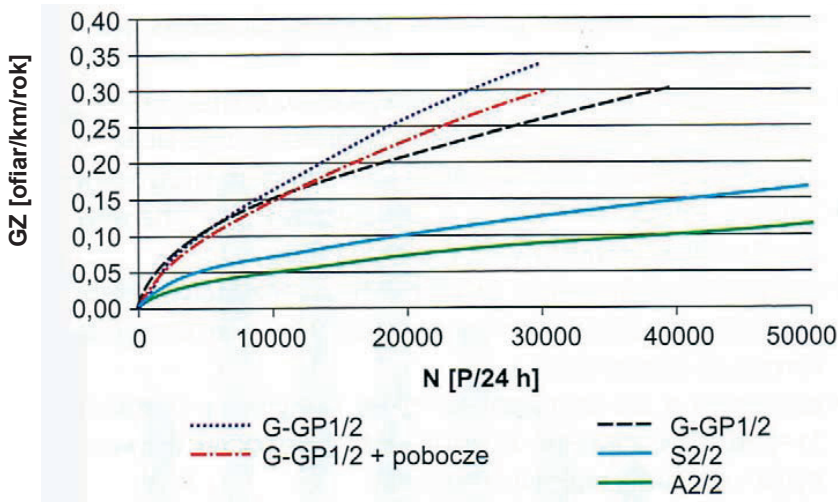


Rys. 7. Ocena stanu parametrów techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni sieci dróg krajowych [7].  
 Fig. 7. Assessment of the technical and operational parameters of the national road network surfaces [7].

### 4.2. Stan bezpieczeństwa na drogach

Polska wyróżnia się niekorzystnie w UE ilością wypadków śmiertelnych na drogach. W 2010 r. zginęło 3907 osób, a w 2011 nastąpiło zahamowanie tenden-

cji spadkowej i wzrost do 4150 osób. Przykładowy wpływ natężenia ruchu i typu drogi na gęstość wypadków przedstawiono na rysunku 8 [1]. Województwo lubelskie wyróżniało się niekorzystnie w Polsce i tylko częściowo można to tłumaczyć brakiem dróg ekspresowych, strukturą ruchu i innymi obiektywnymi czynnikami. Gambit lubelski, w którego realizacji wiele zadań należało do dróg krajowych, będzie zapewne kontynuowany. Przewidywane wyposażenie homologowanych pojazdów po 2015 r. do korzystania z eCall – europejskiego systemu powiadamiania ratunkowego, zwiększenie ilości videoradarów przy drogach i wykorzystanie inteligentnych systemów transportowych, w tym np. dla zwiększenia bezpieczeństwa dzieci dowożonych do szkół to tylko niektóre, wybrane przykłady przewidywanych działań.



(poziom zabudowy PZ 0%, średni udział pojazdów ciężarowych UC)

Rys. 8. Wpływ natężenia ruchu i typu drogi na gęstość wypadków na drogach krajowych [1]

Fig. 8. The influence of the traffic density of the road type on accidents on the national roads [1]

Szybkiemu wzrostowi udziału samochodów ciężarowych w ruchu drogowym towarzyszy wzrost gęstości wypadków w zależności od klasy drogi. Z rysunku 8 wynika, że na drogach klasy G-GP1/2 (jednojezdniowych dwupasowych dla każdego kierunku) występuje największy przyrost GZ ofiar/km/rok, natomiast najmniejszy dla autostrad A2/2 (dwujezdniowych dwupasowych).

### 4.3. Prognozowanie ruchu i możliwości jego oceny metoda modelową

Budowa autostrad i dróg ekspresowych może być powodem przejścia przez nie części ruchu z przyległej sieci dróg, a nowym problemem jest rezygnacja kierowców z płatnych odcinków dróg w związku ze wzrostem kosztów paliwa. Prognozowanie ruchu dotychczasowymi metodami wymagałoby wprowadzenia korekt lub opracowania całkowicie nowego postępowania. W obecnej chwili, z uwagi na powszechną dostępność komputerów o dużych mocach obliczeniowych rozwiązaniem może być **metoda modelowa** z wykorzystaniem programu komputerowego EMMA lub innych. Metoda ta daje największe możliwości prognozowania ruchu pojazdów. Modelowanie komputerowe jest obecnie powszechnie stosowane w wielu dziedzi-

nach życia, w których jest istotne prognozowanie przyszłego stanu opisywanego układu np. prognozowanie pogody ([www.icm.edu.pl](http://www.icm.edu.pl)), jak również przy odtwarzaniu zdarzeń przeszłych np. wypadków drogowych (oprogramowanie PC Crash).

W 2009 roku na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej opracował komputerowy model ruchu bazujący na oprogramowaniu Visum firmy PTV i danych z Generalnego Pomiaru Ruchu z 2005 r. W ramach modelu na podstawie inwentaryzacji istniejącej sieci dróg krajowych i wojewódzkich, badań ruchu oraz określonych zachowań komunikacyjnych użytkowników dróg został stworzony numeryczny model dla sieci drogowej. Model ten był kształtowany w oparciu o posiadane dane dotyczące spodziewanych obciążeń ruchem pojazdów, które wynikały z charakterystyk rejonów komunikacyjnych wewnętrznych (powiaty) i zewnętrznych (przejścia graniczne) oraz uzupełniany o kolejne składniki tj. modele podróży krajowych i międzynarodowych, generację ruchu osobowego i ciężarowego oraz rozkłady przestrzenne ruchu.

Przygotowanie cyfrowego modelu sieci drogowej oraz ruchu pojazdów, który na niej się odbywa pozwala na wyeliminowanie wielu wad dotychczasowych metod prognozowania. Przede wszystkim możliwe jest ominięcie podstawowego ograniczenia tj. wymagania niezmienności warunków zewnętrznych generujących ruch. Metoda modelowa pozwala również na łatwe prognozowanie ruchu w przypadku zmian sieci drogowej, co do tej pory nie było możliwe bez wykonania nowego opracowania. Rozkład ruchu na dotychczasowe i nowe połączenie drogowe odbywa się poprzez określenie parametrów technicznych tych połączeń oraz ich atrakcyjności z punktu widzenia zachowań komunikacyjnych kierowców – obciążenia ruchem w punktach początku i końca nowego połączenia są już znane z dotychczasowego modelu. Pozostaje dość szybkie przeliczenie nowych wyników wielkości ruchu na poszczególnych odcinkach.

Metoda ta nie jest jednak pozbawiona wad. Podstawową wadą wydaje się być trudność dokładnej kalibracji modelu ruchu. Brak jest wystarczającej wiedzy o istniejącym ruchu pojazdów, zachowaniach komunikacyjnych osób kierujących pojazdami, źródłach i celach ruchu oraz o perspektywach rozwoju (zmian) sieci drogowej. Problemem jest również trudność w określeniu zmian warunków zewnętrznych (politycznych i gospodarczych), które w szczególności zaznaczają się w rejonach przygranicznych strefy Shengen, gdzie zlokalizowana jest np. omawiana sieć dróg woj. Lubelskiego [6].

## Literatura

- [1] Budzyński M., Kustra W., *Analiza zagrożeń na jednorodnych odcinkach dróg*, Drogownictwo 4/2012.
- [2] *Wytyczne obliczania prognozy ruchu samochodowego na drogach zamiejskich metodą wskaźników wzrostu ruchu*, Praca zbiorowa, CBPBDiM Warszawa 1983.
- [3] Chałabis J., *Diagnoza stanu sieci drogowej polskiej części „Euroregionu Bug” na tle ruchu drogowego*, Tom 5, Lublin 1997 r. Kuryłowicz W., Więch P., *Prognoza ruchu na zamiejskiej sieci dróg krajowych na lata 2000 – 2020*, Drogownictwo 5/2002.
- [4] Kuryłowicz W., Więch P., *Prognoza ruchu dla zamiejskich sieci dróg krajowych na lata 2000-2020*, Drogownictwo 5/2002

- [5] Rawski W., Pochylski R., *Problemy utrzymania i rozbudowy dróg w Euroregionie Bug*. Międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna „Drogowe przejścia graniczne w Euroregionie Bug”, Lublin 1997.
- [6] *Sieć dróg administrowanych przez GDDKiA Oddział w Lublinie wg stanu na 31.12.2010 r.*, Raport, Lublin 2011, Opracowanie mgr inż. P. Ziemińskiego.
- [7] *Raport o stanie technicznym sieci dróg krajowych na koniec 2011 roku*, Opracowanie Wydziału Systemów Diagnostyki Sieci Drogowej – Departament Studiów. Warszawa 2012.
- [8] Kruszyna M., *Propozycje metody prognozy wzrostu ruchu na sieci autostrad i dróg ekspresowych w Polsce*, Drogownictwo 1/2005.
- [9] Opoczyński K., *Obecny i prognozowany do 2020 roku ruch drogowy na sieci dróg w Euroregionie Bug*, Materiały konferencyjne „Drogowe przejścia graniczne w Euroregionie Bug”, Lublin 1997.
- [10] <http://www.gddkia.gov.pl/pl/992/zalozenia-do-prognoz-ruchu>
- [11] [http://www.gddkia.gov.pl/pl/991/gpr-2005/0.1.2.2\\_SDR\\_wpkt\\_pomiarowych\\_w\\_2005\\_roku.pdf](http://www.gddkia.gov.pl/pl/991/gpr-2005/0.1.2.2_SDR_wpkt_pomiarowych_w_2005_roku.pdf)
- [12] [http://www.gddkia.gov.pl/pl/987/gpr-2010/0.1.1.4\\_SDR\\_wpkt\\_pomiarowych\\_w\\_2010\\_roku.pdf](http://www.gddkia.gov.pl/pl/987/gpr-2010/0.1.1.4_SDR_wpkt_pomiarowych_w_2010_roku.pdf)

## Traffic forecasting on national roads

Jerzy Kukielka

*Chair of Roads and Bridges, Faculty of Civil Engineering and Architecture,  
Lublin University of Technology, e-mail: jerzy.kukielka@pollub.pl*

**Abstract:** The purpose of this paper is the analysis of traffic load on road pavement and its forecasting, in aspect of designing the reconstruction of roads and pavement strengthening. At present modeling method is a method that offers highest level of traffic load forecasting. Preparation of the digital model of road network and traffic load, which take place on it, allows to eliminate many drawbacks of existing methods of forecasting. For accurate predictions of heavy vehicles by model it is necessary to build the best possible knowledge base of traffic load which is present on the existing road network in particularly based on the largest number of measure spots to both classification and pre-selection of weight classes such as WIM-P.

**Keywords:** traffic forecasting, road network, design the reconstruction, road surface conditions, traffic safety.