

## **Zmiany wzrostu wskaźnika nasycenia samochodami osobowymi**

---

Wskaźnik nasycenia samochodami osobowymi (NSO) jest wyrażany liczbą samochodów osobowych przypadających na 1 tys. mieszkańców. Wskaźnik ten jest ważną miarą rozwoju transportu drogowego i rozwoju cywilizacyjnego społeczeństw. Celem artykułu jest przedstawienie prognozy wskaźnika NSO w Polsce do roku 2025 oraz zasygnalizowanie skutków globalnego rozwoju transportu drogowego na środowisko naturalne i zdrowie człowieka.

Prognozy dokonano na podstawie kryterium porównawczego z krajami o dominujących wskaźnikach NSO. W opracowaniu wykorzystano dane zawarte w rocznikach GUS. Metoda badawcza oparta jest na paradygmacie ewolucyjnego rozwoju motoryzacji.

Wzrost wskaźnika NSO jest ściśle związany ze wzrostem mobilności społeczeństw oraz towarzyszącym mu rozwojem przewozów pasażerskich i motoryzacji indywidualnej. Źródłem tego zjawiska jest prowadzenie przez ludzi coraz intensywniejszej działalności mającej na celu zaspokojenie potrzeb natury biologicznej, społecznej i kulturowej, podejmowanej (coraz częściej) w miejscach oddalonych od stałego lub okresowego miejsca pobytu. Zwiększanie poziomu stopy życiowej i wzrost ruchliwości ludzi są same w sobie ważnymi czynnikami sprawczymi zmian w standardach kulturowych i konsumpcyjnych, co w istotny sposób wpływa na rozwój społeczeństw. Wskaźnik NSO jest jednym z istotniejszych wskaźników tego rozwoju.

Przeglądając w rocznikach statystycznych GUS wskaźniki NSO dla różnych krajów można zauważyć olbrzymie zróżnicowanie. Pojawiają się też naturalne pytania: czy istnieją granice wzrostu wskaźnika NSO w skali globalnej, w krajach europejskich, a w szczególności w Polsce? Jeśli tak, to gdzie one są? Jakie są ich graniczne poziomy? W jakim tempie będziemy się do nich zbliżali? Jakie będą skutki rozwoju cywilizacyjnego? Jednym z możliwych sposobów udzielenia odpowiedzi na postawione pytania jest konstrukcja matematycznego modelu opisującego zjawisko konwergencji wskaźników NSO w Polsce i w krajach wysoko rozwiniętych. W konstrukcji tego modelu przyjęto określone założenia, m.in. spodziewamy się ewolucyjnych zmian rozwoju cywilizacyjnego społeczeństwa. Oznacza to, że wskaźnik NSO w Polsce zbliża się do granicznego nasycenia, z malejącą stopą podlegającą losowym zaburzeniom. Graniczny poziom nasycenia wskaźnika NSO jest wyznaczony metodą porównawczą na podstawie danych statystycznych dotyczących wybranych krajów Unii Europejskiej (UE).

## KRÓTKA HISTORIA ROZWOJU MOTORYZACJI

Człowiek od zawsze dążył do maksymalnego ułatwiania sobie życia. Jednym ze sposobów jest przemieszczanie się i transport. Umożliwienie sprawnego i szybkiego przemieszczania się oraz transportu towarów było od początku wielkim wyzwaniem dla konstruktorów. Na początku ludzie udomowili zwierzęta i zmusili je do dźwigania. Kolejnym krokiem było wynalezienie koła, co pozwoliło na przenoszenie większych obciążeń na różnego rodzaju wozach i wózkach. Siłą pociągową bywały konie, osły, woły, a często nawet sami ludzie. Na szczęście postęp cywilizacyjny wymuszał poszukiwania coraz wydajniejszych sposobów transportu.

Pierwszym teoretykiem, który próbował skonstruować pojazd samobieżny był najsłynniejszy chyba człowiek renesansu, Włoch Leonardo da Vinci. W 1495 r. zaprojektował on pojazd poruszający się dzięki sprężynie. Podobnie jak wiele innych projektów mistrza Leonarda, ten również nie został wykorzystany w jego czasach. Pierwszym udokumentowanym pojazdem samobieżnym był parowy ciągnik artyleryjski skonstruowany w 1769 r. przez francuskiego inżyniera wojskowego Nicolasa Josepha Cugnot (Rostocki, 1981).

Przełomem w historii motoryzacji było zbudowanie w Anglii lokomotywy drogowej. Wynalazek ten pokazano po raz pierwszy w 1804 r., a konstruktorem był Richard Trevithick. W 1873 r. francuski inżynier Amade Bolle zbudował pojazd wyposażony w ogumione koła, piórowe resory oraz najnowocześniejszą odmianę silnika parowego. Konstrukcja Bolle'ego mimo masy ponad pięciu ton, poruszała się ze średnią prędkością 42 km/h. Napędzane parą pojazdy nie miały jednak przyszłości ze względów praktycznych i bezpieczeństwa.

Niezależnie od prac nad udoskonalaniem silnika parowego poszukiwano też innych źródeł napędu dla pojazdów samobieżnych. W 1835 r. Amerykanin Thomas Davenport zbudował pierwszy pojazd napędzany silnikiem elektrycznym, a w 1860 r. Francuz Etienne Lenoir skonstruował dwusuwowy silnik spalinowy. W dwa lata później inny Francuz, Alphonse Beau de Rohas, opracował założenia konstrukcyjne silnika czterosuwowego, a prototyp takiego silnika wykonał wiedeńczyk Siegfried Marcus. Osadził on czterosuwowy silnik na kołach i tym samym skonstruował pierwszy samochód o napędzie spalinowym.

Doskonalsze wersje pojazdu Marcusa powstały dwadzieścia lat później w warsztatach niemieckich pionierów motoryzacji — Gottlieba Daimlera i Carla Benza. Obaj konstruktorzy konkurowali ze sobą, co niewątpliwie miało pozytywny wpływ na szybkość i jakość ich pracy. W 1885 r. Daimler zbudował motocykl, w tym samym roku Benz skonstruował trójkołowy pojazd napędzany czterosuwowym silnikiem spalinowym i opatentował go rok później. W odpowiedzi, w 1886 r. Daimler pokazał światu samochód zbudowany w swoim zakładzie. Był on, podobnie jak pojazd Benza, napędzany spalinowym silnikiem czterosuwowym, tyle że miał cztery, a nie trzy koła. To właśnie auto Daimlera stało się wzorem do naśladowania dla kolejnych konstruktorów.

Za początek rozwoju współczesnej motoryzacji przyjęto rok 1885. W kolejnych latach nie próbowano już wprowadzać rewolucyjnych zmian, postawiono raczej na ewolucję samochodu Daimlera i stopniowe udoskonalanie istniejących rozwiązań konstrukcyjnych. W 1888 r. Irlandczyk John Dunlop wynalazł pneumatyczne ogumienie, w 1891 r. wynaleziono napęd na przednie koła, w 1892 r. Daimler wspólnie z Maybachem opracowali konstrukcję dwucylindrowego silnika rzędowego. W 1897 r. Diesel pokazał światu silnik wysokoprężny. W 1905 r. pojawił się pierwszy zadaszony samochód. Wszystkie te ulepszenia poprawiały cechy samochodów i komfort jazdy. Kiedy jeszcze w 1913 r. Henry Ford zastosował po raz pierwszy linię produkcyjną do masowej produkcji samochodów było już pewne, że samochód jest o krok od zawojowania świata oraz to, iż w krótkim czasie z artykułu wybitnie luksusowego stanie się dobrem ogólnodostępnym. Więcej na temat historii rozwoju motoryzacji można dowiedzieć się ze wspomnianej książki Rostockiego.

Od czasu seryjnej produkcji samochodów budowano drogi i ulice dostosowane do przemieszczających się pojazdów. Lata po drugiej wojnie światowej to okres gwałtownego rozwoju motoryzacji i infrastruktury komunikacyjnej. W 1950 r. na całym świecie jeździło 50 mln pojazdów, a w 1970 r. już 250 mln. W 1986 r. liczba ta podwoiła się. W ostatnich dekadach transport drogowy przeżywa dynamiczny rozwój. W 2010 r. liczba wszystkich będących w użyciu pojazdów na świecie (samochodów, autobusów i ciężarówek, ale bez jednośladów) przekroczyła miliard, w tym 800 mln to samochody osobowe.

### *DANE STATYSTYCZNE*

Rozkład liczby pojazdów na świecie jest ekstremalnie nierówny. Największe nasycenie samochodami występuje na rynkach amerykańskim i europejskim. W samej UE, gdzie mieszka nieco ponad 500 mln mieszkańców, zarejestrowanych jest ponad 280 mln pojazdów, w tym niemal 87% stanowią samochody osobowe. Kraje uprzemysłowione to zaledwie 20% populacji świata, ale jednocześnie jest tam 80% pojazdów produkowanych na całym globie.

Odmierna sytuacja jest w krajach rozwijających się. Startują one z niskiego poziomu wskaźnika zmotoryzowania i obecnie w wielu krajach wskaźnik ten dynamicznie rośnie. Posłużę się prognozą MFW, w której zastosowano prostą zależność — przewidywany przyrost zamożności społeczeństw przełożono na wzrost ilości kupowanych samochodów. Okazuje się, że progiem rocznych dochodów na osobę pozwalającym na zakup samochodu jest 5 tys. dolarów. Biedni ludzie w miarę wzrostu dochodów najpierw zaspokajają podstawowe potrzeby, ale później zaczynają kupować samochody — liczba ich na 1000 osób rośnie, aż ustabilizuje się na pewnym poziomie dla określonej społeczności. Zjawisko zmiany liczby samochodów osobowych na 1000 osób w zależności od dochodu można zobrazować krzywą Gompertza, która ostatecznie spłaszcza się w punkcie nasycenia. Jednakże jeśli populacja ludzi będzie się powiększać, to całkowita liczba samochodów będzie nadal rosła.

Według MFW dochód statystycznego Chińczyka w 2010 r. wyniósł 4283 dolary. Ze swoim 13,8 mln przyrostem pojazdów w 2009 r. oraz 16,8 mln w 2010 r. (+27,5%) Chińczycy (ponad 1,3 mld ludzi) rozpoczęli największą ekspansję samochodową. Należy oczekiwać, że całkowita liczba pojazdów w Państwie Środka w 2012 r. przekroczy 100 mln i wskaźnik zmotoryzowania pokona wartość 75 (jeden pojazd na trzynastu mieszkańców). Jednak prawdziwy wzrost jest jeszcze przed nimi. Według prognozy MFW w 2030 r. ilość samochodów w Chinach przewyższy tę w Stanach Zjednoczonych. Oprócz Chin największy potencjał wzrostu wskaźnika zmotoryzowania tkwi w takich państwach, jak: Brazylia, Indie, Indonezja, Nigeria, Pakistan, Rosja i Ukraina. Jeśli globalne tempo rozwoju gospodarczego utrzyma się, to można oczekiwać, że w 2030 r. na świecie będzie użytkowanych ponad 2 mld pojazdów.

Przyjrzyjmy się, jak wygląda ekspansja samochodów w Polsce. Na podstawie danych GUS, w Polsce w 1970 r. było zarejestrowanych 786 tys. pojazdów (bez jednośladów i ciągników rolniczych), w tym 479 tys. stanowiły samochody osobowe. W 1995 r. samochodów osobowych było już w naszym kraju ponad 7,5 mln. Ten ponad 15-krotny wzrost liczby samochodów osobowych zawdzięczamy głównie masowej produkcji Fiata 126P, a w latach 90. ub. wieku wzrostowi importu i niskiemu poziomowi kasacji starych samochodów. Mimo to wskaźnik NSO w Polsce przed wstąpieniem do UE znacznie odbiegał od wskaźników NSO notowanych w krajach „starej Unii”. Widać to na podstawie danych Eurostatu zebranych w tabl. 1.

**TABL. 1. WSKAŹNIKI NSO DLA WYBRANYCH KRAJÓW UE**

| L a t a    | Austria | Francja | Hiszpania | Niemcy | Polska | Włochy | UE-27 |
|------------|---------|---------|-----------|--------|--------|--------|-------|
| 1991 ..... | 402     | 408     | 322       | 393    | 160    | 503    | 334   |
| 1992 ..... | 416     | 410     | 336       | 437    | 170    | 518    | 348   |
| 1993 ..... | 427     | 414     | 343       | 479    | 176    | 522    | 360   |
| 1994 ..... | 439     | 421     | 350       | 489    | 186    | 522    | 368   |
| 1995 ..... | 452     | 423     | 361       | 496    | 195    | 533    | 375   |
| 1996 ..... | 464     | 428     | 374       | 501    | 209    | 536    | 384   |
| 1997 ..... | 475     | 437     | 387       | 504    | 221    | 541    | 388   |
| 1998 ..... | 488     | 447     | 405       | 508    | 230    | 555    | 401   |
| 1999 ..... | 502     | 457     | 423       | 516    | 240    | 563    | 412   |
| 2000 ..... | 512     | 463     | 436       | 533    | 258    | 572    | 423   |
| 2001 ..... | 521     | 471     | 448       | 540    | 275    | 584    | 437   |
| 2002 ..... | 494     | 475     | 457       | 542    | 288    | 591    | 444   |
| 2003 ..... | 500     | 478     | 449       | 545    | 294    | .      | 446   |
| 2004 ..... | 505     | 480     | 461       | 550    | 314    | 587    | 448   |
| 2005 ..... | 507     | 480     | 471       | 559    | 323    | 593    | 450   |
| 2006 ..... | 509     | 483     | 481       | 565    | 351    | 601    | 455   |
| 2007 ..... | 513     | 482     | 489       | 500    | 383    | 603    | 463   |
| 2008 ..... | 515     | .       | 489       | 503    | 422    | .      | 470   |
| 2009 ..... | 522     | .       | 480       | 509    | 433    | 606    | 473   |

Ź r ó d ł o: opracowanie własne na podstawie danych Eurostatu.

Na zróżnicowanie poziomu wskaźnika NSO składa się wiele różnorodnych czynników, w tym: położenie geograficzne i wielkość kraju, gęstość zaludnienia i jej struktura demograficzna, polityka państwa w zakresie transportu, udział alternatywnych form transportu, uwarunkowania kulturowe i inne.

W 1991 r. w Polsce na jeden samochód osobowy przypadało 6,26 osoby, podczas gdy w większości krajów zachodnich ta liczba wahała się w przedziale 2—3 (Niemcy — 2,58; Włochy — 2,27). Dane te pokazują dystans dzielący nas od najlepiej rozwiniętych krajów.

W tablicy 2 zestawiono dane dotyczące liczby samochodów osobowych zarejestrowanych w Polsce w latach 1998—2011 oraz względnych przyrostów łańcuchowych liczby samochodów i wskaźnika NSO, jako mierników dynamiki tempa zmian wyrażonych procentowo. Definicje tych mierników podali m.in. J. Józwiak i J. Podgórski (2012).

**TABL. 2. LICZBA SAMOCHODÓW OSOBOWYCH W POLSCE  
W 2011 R. ORAZ JEJ DYNAMIKA**

| L a t a    | Liczba<br>samochodów<br>w tys. szt. | Dynamika zmian       |                  |
|------------|-------------------------------------|----------------------|------------------|
|            |                                     | liczby<br>samochodów | wskaźnika<br>NSO |
|            |                                     | rok poprzedni=100    |                  |
| 1998 ..... | 8891                                | —                    | —                |
| 1999 ..... | 9283                                | 4,4                  | 4,3              |
| 2000 ..... | 9991                                | 7,6                  | 7,5              |
| 2001 ..... | 10503                               | 5,1                  | 6,6              |
| 2002 ..... | 11029                               | 5,0                  | 4,7              |
| 2003 ..... | 11244                               | 1,9                  | 2,1              |
| 2004 ..... | 11975                               | 6,5                  | 6,8              |
| 2005 ..... | 12339                               | 3,0                  | 2,9              |
| 2006 ..... | 13384                               | 8,5                  | 8,7              |
| 2007 ..... | 14589                               | 9,0                  | 9,1              |
| 2008 ..... | 16080                               | 10,2                 | 10,2             |
| 2009 ..... | 16495                               | 2,6                  | 2,6              |
| 2010 ..... | 17240                               | 4,5                  | 4,2              |
| 2011 ..... | 18125                               | 5,1                  | 5,1              |

Ź r ó d ł o: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Po wejściu do UE Polska przeżywa boom motoryzacyjny. Pięć miesięcy przed akcesją w Polsce było zarejestrowanych 11244 tys. samochodów osobowych, a na koniec 2011 r. już 18125 tys., czyli o 62% więcej. W porównaniu do 2010 r. było to o 5,1% więcej samochodów osobowych. Jeszcze w latach 90. ub. wieku najwięksi optymiści nie odważyli się zakładać tak dynamicznego przyrostu liczby samochodów osobowych. Obecnie Polska ma jeden z największych parków samochodowych w UE.

Mimo systematycznego przyrostu liczby pojazdów w Polsce, wskaźnik NSO jest nadal poniżej średniej unijnej. W 2009 r. dla 27 krajów UE wskaźnik ten

wynosił 473, a dla Polski — 433. Według danych GUS na świecie w 2010 r. poziom 600 wskaźnika NSO przekroczyły jedynie Luksemburg i Włochy, natomiast poziom 500 przekroczyły: Austria, Cypr, Finlandia, Kanada, Litwa, Malta, Niemcy, Portugalia i Słowenia.

Zainteresowanie budzi poziom wskaźnika NSO dla potentatów produkcji samochodów. Według danych w 2010 r. w Stanach Zjednoczonych wskaźnik NSO wynosił ok. 450, a w Japonii nieco ponad 300, przy czym już wiele lat wcześniej wskaźniki NSO dla tych krajów były zdecydowanie wyższe. Podobnie w Niemczech najwyższy wskaźnik NSO, wynoszący 565, osiągnięto już w 2006 r., po czym rok później poziom ten spadł do wartości 500, odnotowanej już 10 lat wcześniej.

Zjawiska gwałtownych spadków wskaźnika NSO w różnych krajach są warte osobnego zbadania. Przyczyny mogą być różne. Wystarczy zmienić definicję samochodu osobowego, jak się dzieje teraz w Polsce. Od 1 stycznia 2013 r. w ustawach w zakresie PIT i CIT zmienia się definicja samochodu osobowego. W Polsce zarówno na potrzeby podatku dochodowego od osób fizycznych, jak i prawnych, przez samochód osobowy należy rozumieć pojazd samochodowy o dopuszczalnej masie całkowitej nieprzekraczającej 3,5 tony, konstrukcyjnie przeznaczony do przewozu nie więcej niż 9 osób łącznie z kierowcą (z wyjątkiem pojazdów spełniających szczegółowe wymagania). W Stanach Zjednoczonych już w latach 90. ub. wieku wskaźnik NSO wynosił ponad 700. Przyczyną tak wysokiego wskaźnika NSO było wliczanie do kategorii samochodów osobowych również minivanów, samochodów terenowych, furgonów, pojazdów sportowych i pick-upów. Dopiero kilka lat temu wyłączono te typy aut z kategorii aut osobowych.

### *KONCEPCJA EWOLUCYJNEGO PROGNOZOWANIA WSKAŹNIKA NSO*

Wraz ze zmianami ustrojowymi lat 90. ub. wieku, w Polsce pojawiły się nowe wyzwania dotyczące wieloletnich prognoz w różnych dziedzinach gospodarczych, w tym również rozwoju motoryzacji. Centralne planowanie nakazowe ustąpiło miejsca realnej gospodarce i różne podmioty samodzielnie zaczęły podejmować rozmaite działania.

W latach 90. ub. wieku Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Oponiarskiego Stomil Poznań prowadził m.in. badania związane z zagospodarowaniem odpadów gumowych, w tym zużytych opon samochodowych. Brałem udział w tych badaniach, dokonując wieloletnich prognoz dla Polski ilości samochodów osobowych i ciężarowych oraz autobusów. Na podstawie tych prognoz oszacowano łączną masę opon, jakie zostaną zużyte w określonym czasie. Prognozy zostały wówczas dokonane do 2020 r. według danych GUS z lat 1991—1995. Okres transformacji ustrojowej w Polsce — zmieniający mechanizmy współpracy międzynarodowej — nie dawał większych szans szeregom czasowym w prognozowaniu przyszłości. W tamtych latach, ze względu na jakościowe zmiany systemu

gospodarczego, wszelkie prognozy długoterminowe dla Polski były wielkim wyzwaniem. W tej sytuacji do prognozy wskaźnika NSO przyjęto analityczną metodę porównawczą. Podstawą jej jest oszacowanie różnicy lat, jaka dzieli wskaźniki NSO dla Polski od wskaźników NSO w takich krajach europejskich, jak: Austria, Francja, Hiszpania, Niemcy i Włochy. W latach 1991—1995 wartości wskaźnika NSO dla Polski mieściły się między 160 a 195, natomiast wymienione kraje ten zakres wskaźnika osiągnęły 20—30 lat wcześniej. Dlatego w 1996 r. przyjęto arbitralnie różnicę 27 lat, gdyż wskaźnik NSO dla Polski miał do odrobienia tyle lat w stosunku do Niemiec. Małe kraje europejskie, jak np. Luksemburg, oraz kraje wyspiarskie, jak W. Brytania, pominięto w analizie ze względu na ich wyraźną odmienność.

Następnie przyjęto założenie o konwergencji naszego społeczeństwa do społeczeństw krajów Europy Zachodniej (w szczególności zbieżności struktur wiekowych, dochodowych i wykształcenia społeczeństwa polskiego). Jednym z efektów tej konwergencji jest zbliżanie się polskiego wskaźnika NSO do wartości granicznej ustalonej dla krajów Europy Zachodniej. Rozsądnie było wówczas przyjąć takie scenariusze rozwoju Polski, przy których wskaźnik NSO dla Polski w 2020 r. osiągnie wartość graniczną z przedziału 400—500.

Stosując podejście segmentowe, koncepcja prognozowania wskaźnika NSO ograniczona została do klasy modeli parabolicznych postaci  $W(x|a,b,c) = ax^2 + bx + c$ , gdzie  $a$ ,  $b$  i  $c$  są współczynnikami paraboli,  $x$  jest czasem wyrażonym w latach dla  $0 \leq x \leq 25$ , przy czym rzeczywisty rok  $t = x + 1995$ , gdyż w 1996 r. zainteresowani byliśmy okresem  $1995 \leq t \leq 2020$ .

W przyjętym modelu rok traktowany jest jako zmienna zagregowana, niosąca w sobie pełną informację o badanym wskaźniku. W analitycznym wyznaczaniu współczynników paraboli wykorzystana została wówczas wartość wskaźnika NSO dla Polski z roku 1995, podana w tabl. 1. Stąd wartość początkowa łuku paraboli  $w_0 = 195$ . Następnie arbitralnie przyjęto różne scenariusze rozwoju gospodarczego Polski. W jednym z takich scenariuszy rozwoju jako wartość graniczną wskaźnika NSO w 2025 r. przyjęto 450. W porównaniu do takich krajów, jak Francja, Niemcy czy Włochy scenariusz ten wydawał się wówczas bardzo rozsądny.

Z perspektywy minionych 15 lat okazało się, że wyznaczony wtedy model w pierwszym okresie kilku lat nieco przeszacował wskaźnik NSO, a następnie po 2006 r. nie doszacował go. Dzisiaj przyczyny tego niedoszacowania są znane — wstąpienie Polski do UE w 2004 r., pogłębienie integracji gospodarczej z wysoko rozwiniętymi państwami Unii oraz dobra światowa koniunktura gospodarcza do 2008 r. Była to druga, po 1989 r., tak poważna jakościowa zmiana uwarunkowań gospodarczych w Polsce. W latach 2006—2008 objawiło się to ponownym zwiększeniem dynamiki przyrostu wskaźnika motoryzacji (na koniec 2008 r. poziom NSO to 422). Trzy lata wcześniej wskaźnik ten wynosił zaledwie 323. Te 30% wzrostu w ciągu 3 lat było największym wzrostem wskaźnika NSO

w Polsce. Ta dynamika wzrostu ma związek z dobrą koniunkturą gospodarczą w tym okresie, której nie przewidziano w 1996 r. Przyjęty wtedy wskaźnik NSO 450 na rok 2020 został osiągnięty w Polsce 10 lat wcześniej i wyniósł dokładnie 451.

Można powiedzieć, że być może dzięki wejściu Polski do UE nadrobiliśmy 10 lat, co nie zostało przewidziane w 1995 r. Wskaźnik NSO jest jednak bardzo zróżnicowany w kraju i tak np. w 2010 r. w województwach mazowieckim i wielkopolskim przekroczył już wartość 500, a w województwach podkarpackim i podlaskim wyniósł poniżej 400. Rok później już wszystkie województwa miały wskaźnik NSO powyżej 400, a kolejnym województwem, którego wskaźnik NSO przekroczył wartość 500 było woj. opolskie.

### *EWOLUCYJNE PROGNOZOWANIE WSKAŹNIKA NSO DLA POLSKI*

Według danych GUS w Polsce w 2011 r. na tysiąc mieszkańców przypadały 474 samochody osobowe, podczas gdy w 2010 r. — 451. Polski wskaźnik NSO z 2011 r. został osiągnięty 18 lat wcześniej w Niemczech, w Austrii — 14 lat, we Francji — 10 lat i w Hiszpanii 6 lat wcześniej. Włosi byli zmotoryzowani na tym poziomie wskaźnika już w latach 80. ub. wieku.

Mimo różnic w najbardziej rozwiniętych krajach europejskich poziom wskaźnika NSO stabilizuje się między wartościami 500 a 550. Dlatego dla Polski rozważamy dwa scenariusze rozwoju *A* i *B*. W wariancie *A* przyjmujemy jako wartość graniczną, do której podąża wskaźnik NSO liczbę 550, natomiast w wariancie *B* wartość 525. W bogatych społeczeństwach, silnie starzejących się, można oczekiwać, że wskaźnik NSO ustabilizuje się na poziomie 600. Przyjmując Niemcy za wzorzec rozwoju motoryzacji w Europie można zauważyć, że w latach 1996—2011 skróciliśmy dystans z 27 do 18 lat. Zakładając arbitralnie, że tempo zbliżania się do wzorca utrzyma się, pozostaje nam jeszcze ok. 12 lat do osiągnięcia granicznej wartości wskaźnika NSO.

Prognozy wskaźnika NSO dla Polski na lata 2012—2025 otrzymamy stosując ponownie analityczną metodę porównawczą. Wyznaczamy modele paraboliczne z wartością początkową  $w_0 = 474$  w roku 2011 i wartościami granicznymi 550 oraz 525 w roku 2023 dla dwóch scenariuszy rozwoju wskaźnika NSO. Ogólne równanie paraboli ma postać:  $W(x|a,b,c) = ax^2 + bx + c$ , gdzie  $a$ ,  $b$  i  $c$  są szukanymi współczynnikami paraboli,  $x$  jest czasem wyrażonym w latach dla  $1 \leq x \leq 14$ , przy czym rzeczywisty rok  $t = x + 2011$ , gdyż obecnie zainteresowani jesteśmy okresem  $2012 \leq t \leq 2025$ . Współczynniki parabol dla rozważanych wariantów otrzymamy rozwiązując układy równań (1):

$$A: \begin{cases} W(0) = 474 \\ W(12) = 550 \\ W'(12) = 0 \end{cases} \quad B: \begin{cases} W(0) = 474 \\ W(12) = 525 \\ W'(12) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Stąd wartości współczynników dla wariantu *A* wynoszą:  $a = -\frac{19}{36}$ ,  $b = \frac{38}{3}$ ,  $c = 474$  i paraboliczny model ewolucji wskaźnika NSO przyjmuje postać (2):

$$A: W(x) = -\frac{19}{36}x^2 + \frac{38}{3}x + 474 \quad \text{dla } x = 1, 2, \dots, 14 \quad (2)$$

Z kolei dla wariantu *B* otrzymujemy model ewolucji postaci (3):

$$B: W(x) = -\frac{51}{144}x^2 + \frac{51}{6}x + 474 \quad \text{dla } x = 1, 2, \dots, 14 \quad (3)$$

Na podstawie wyznaczonych modeli obliczono prognozy wskaźnika NSO dla Polski na lata 2012—2025 dla dwóch wariantów. Wyniki obliczeń prognoz zaokrąglone do liczb całkowitych zestawiono w tabl. 3.

Warto dodać, że w największym stopniu o ewolucji wskaźnika NSO w Polsce zdecydują: stan gospodarki, sytuacja na rynku pracy, kursy walut, ceny paliw, polityka transportowa, a także ogólnie mówiąc wszystko to, co jest związane z naszymi drogami. Nie bez znaczenia jest również szybkość dostosowywania się Polski do wymogów europejskiego systemu prawnego.

**TABL. 3. DWA WARIANTY PROGNOZ WSKAŹNIKA NSO DLA POLSKI**  
w tys. szt.

| L a t a    | <i>A</i> | <i>B</i> |
|------------|----------|----------|
| 2012 ..... | 486      | 482      |
| 2013 ..... | 497      | 490      |
| 2014 ..... | 507      | 496      |
| 2015 ..... | 516      | 502      |
| 2016 ..... | 524      | 507      |
| 2017 ..... | 531      | 512      |
| 2018 ..... | 537      | 516      |
| 2019 ..... | 542      | 519      |
| 2020 ..... | 545      | 522      |
| 2021 ..... | 548      | 524      |
| 2022 ..... | 549      | 525      |
| 2023 ..... | 550      | 525      |
| 2024 ..... | 549      | 525      |
| 2025 ..... | 548      | 524      |

Ź r ó ł o: obliczenia własne.

Mimo że Polska szybko zbliża się do wartości granicznej wskaźnika NSO, to pod względem zakupu nowych samochodów Polacy wypadają znacznie poniżej średniej unijnej. W UE współczynnik sprzedaży nowych samochodów osobowych na 1 tys. mieszkańców wynosi 30 sztuk, w Polsce 7. Taka dysproporcja

wynika z różnicy w zamożności i braku rozwiązań legislacyjnych promujących zakup nowych samochodów, np. uzależniających opodatkowanie samochodów od parametrów ekologicznych lub dopłat do zakupu nowych samochodów.

Kryzys, który dotknął gospodarkę światową nie ominął także rynku samochodowego. Może on mieć wpływ na zniekształcenie prognoz wskaźnika NSO. Międzynarodowa Organizacja Producentów Samochodów (*International Organization of Motor Vehicle Manufacturers*) na swojej stronie internetowej podaje dane o produkcji samochodów. Spośród 49 producentów samochodów w 2009 r., aż 44 odnotowało spadek produkcji. Produkcję samochodów zmniejszyli tacy giganci, jak Niemcy o 14% i Stany Zjednoczone o 34%. Tylko 5 państw odnotowało wzrost produkcji, wśród których prym wiodły Chiny i Indie.

### NEGATYWNE NASTĘPSTWA ROZWOJU MOTORYZACJI

Pomimo rosnącego zaangażowania państw w zakresie źródeł odnawialnych, gospodarka światowa staje się coraz bardziej zależna od ropy. Jednym z głównych powodów tego zjawiska jest powszechny rozwój motoryzacji. Negatywne skutki transportu odczuwa zarówno środowisko przyrodnicze, jak i społeczeństwo. Transport drogowy znacząco przyczynia się do degradacji środowiska naturalnego i stanowi poważne zagrożenie dla zdrowia, a nawet życia człowieka (Merkisz, 2000). Coraz bardziej doświadczamy, że motoryzacja jest źródłem uciążliwości i problemów istotnych szczególnie w skali lokalnej, zwłaszcza w dużych aglomeracjach miejskich. Z jednej strony samochód jest wygodny dla każdego posiadacza z osobna, ale z drugiej jest katastrofalny dla społeczeństwa.

Transport drogowy zużywa głównie produkty ropopochodne. Efektywność spalania paliw jest bardzo niska. Średnia emisja CO<sub>2</sub> na jeden kilometr przejechany przez samochód osobowy wynosi ok. 160 g (dane dla UE), w przypadku samochodu terenowego może to być nawet 0,5 kg (Filipowicz, 2011). Jeśli rocznie przejeżdżamy samochodem 20 tys. km, to wyrzucamy do atmosfery 3 tony CO<sub>2</sub>. Zbudowanie, serwisowanie i złomowanie samochodu to emisja między 15—30 ton CO<sub>2</sub>. Wskutek spalania paliw w silnikach pojazdów oprócz CO<sub>2</sub> do powietrza trafiają: tlenek węgla, tlenki azotu, węglowodory oraz cząstki stałe i metale ciężkie. Według danych GUS, w skali Polski transport samochodowy odpowiedzialny jest za ponad 28% całkowitej emisji tlenków azotu, przeszło 27% emisji tlenku węgla oraz powyżej 15% zanieczyszczeń pyłowych. W niektórych krajach udział transportu samochodowego w ogólnej emisji zanieczyszczeń do atmosfery dochodzi do 50% i więcej.

Emisja zanieczyszczeń przez pojazdy mechaniczne jest przyczyną wielu problemów wynikających z następujących faktów:

- jest ona rozproszona, a więc trudna do opanowania,
- zanieczyszczenia emitowane są bezpośrednio do strefy przebywania istot żywych,

- spaliny mogą być w sprzyjających warunkach źródłem szczególnie niebezpiecznego smogu fotochemicznego.

Postrzeganie negatywnych skutków rozwoju cywilizacyjnego jest warunkiem koniecznym w planowaniu odpowiednich działań społeczeństw, zarówno w skali lokalnej jak i globalnej. W UE realizowany jest program *Europejskiej Polityki Transportowej*, a w Polsce program *Polityki Transportowej Państwa* na lata 2006—2025.

Podjęmowane obecnie działania redukujące negatywne skutki kładą nacisk na:

- rozwój systemów monitorowania jakości środowiska;
- stosowanie urządzeń i budowli ograniczających narażenie na hałas i zanieczyszczenia;
- wprowadzanie preferencji (podatkowych, prawnych, administracyjnych) dla pojazdów zasilanych alternatywnymi źródłami energii;
- wyłączenie z eksploatacji pojazdów niespełniających wymogów bezpieczeństwa i/lub ochrony środowiska;
- wyprowadzanie ruchu ciężkiego z obszarów najgęściej zaludnionych i jego koncentrację na obwodnicach i miejskich trasach średnicowych;
- ograniczenie ruchu pojazdów indywidualnych w centrach miast, wprowadzając strefy ruchu uspokojonego, opłaty za wjazd do centrum, opłaty za parkowanie;
- rozwój systemów zarządzania ruchem oraz sprawną i punktualną komunikacją publiczną połączoną z parkingami typu P+R (*Park and Ride*);
- zwiększanie udziału kolei i transportu wodnego w podziale zadań przewozowych oraz rozwijanie transportu inter- i multimodalnego;
- rozwój Europejskiej Sieci Transportowej (TEN-T);
- badania i rozwijanie ekologicznych technologii konstrukcji silników i środków transportu;
- ograniczanie zużycia zasobów naturalnych i zmniejszanie emisji zanieczyszczeń powietrza w całym cyklu życia elementów infrastruktury transportowej.

Problem rozwoju motoryzacji i wynikających z tego zagrożeń w skali kontynentalnej i globalnej jest problemem ponadnarodowym. Szacowanie zagrożeń na poziomie globalnym jest niezbędnym krokiem w podejmowaniu odpowiednich działań przez międzynarodowe organizacje i instytucje w celu zapobiegania lub ograniczania negatywnych skutków rozwoju motoryzacji. Działania takie są prowadzone w ramach UE (*First...*, 2009).

W Polsce w 2009 r. na pięć nowo zarejestrowanych aut zaledwie jedno było nowe. Dlatego problemy starzejącego się parku samochodowego w Polsce należy rozwiązywać już teraz. Uzasadnienie jest oczywiste. Wycofywane z eksploatacji samochody stanowią duże zagrożenie dla środowiska, zawierają bowiem oprócz metali (w tym metali ciężkich) również inne niebezpieczne substancje, jak: oleje, płyny chłodnicze, akumulatory, zużyte opony, szkło i tworzywa sztuczne.

## Podsumowanie

W artykule dokonano prognozy wskaźnika NSO w Polsce do roku 2025 na podstawie kryterium porównawczego z wybranymi krajami UE. Z uzasadnionych względów szczególną rolę w porównaniach odegrał niemiecki wskaźnik NSO. Podsumowując można powiedzieć, że Polska w ciągu najbliższych 10—15 lat osiągnie poziom granicznego nasycenia samochodami osobowymi, przy czym graniczna wartość wskaźnika NSO będzie się mieścić w przedziale 525—550. Podobnie będzie wyglądała średnia w UE. Prognozy dokonano dla dwóch wariantów na podstawie parabolicznego modelu przy dwóch paradygmatach — ewolucyjnego rozwoju motoryzacji w Polsce i szybkiej konwergencji gospodarczej Polski z krajami UE.

Wskaźnik NSO jest miernikiem ilościowym i przeprowadzona w tej pracy analiza dotyczy wyłącznie zmian ilościowych. W opracowaniu pominięto jakościowe zmiany pojazdów, które są nie mniej ważne.

---

**dr Karol Andrzejczak** — *Politechnika Poznańska*

## LITERATURA

- Filipowicz J. (2011), *Rozwój motoryzacji a ekologia*, Logistyka nr 3  
*First Intermediate Report: Ex post evaluation of cohesion policy programme 2000—2006, work package transport* (2009), European Commission  
Jóźwiak J., Podgórski J. (2012), *Statystyka od podstaw*, PWE, Warszawa  
Merkisz J. (2000), *Zanieczyszczenie środowiska przez transport samochodowy*, Politechnika Poznańska  
Rostocki A. M. (1981), *Historia starych samochodów*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa

## SUMMARY

*The article presents statistics from the CSO studies illustrating the dynamic growth in the number of cars. A personal car saturation (NSO) index was calculated in Poland and selected EU countries in 1998—2011. NSO rate forecasts was made in Poland by 2025 on the basis of comparison with selected countries of the European Union. The forecasts were made for two variants on the basis of parabolic model with two paradigms: evolutionary development of the automotive industry in Poland and a rapid economic convergence with the EU. NSO ratio is a measure of volume, therefore, the analysis applies only to quantitative changes. In the studies was discussed the impact of the development of road transport on the environment and human health.*

## РЕЗЮМЕ

*Статья представляет статистические данные из разработок ЦСУ изображающие динамический рост числа автомобилей. Был вычислен показатель насыщения автомобилями (NSO) в Польше и избранных странах ЕС в 1998—2011 гг. Был разработан прогноз показателя NSO в Польше до 2025 года на основе сравнительного критерия с избранными странами Европейского союза. Прогноз был проведен для двух вариантов на основе параболической модели при двух парадигмах: эволюционного развития автомобильной промышленности в Польше и быстрой экономической конвергенции Польши со странами ЕС.*

*Показатель NSO является количественным измерителем, поэтому проведенный анализ касается исключительно количественных изменений. В конце данной статьи обсуждается влияние развития автомобильного транспорта на окружающую среду и здоровье человека.*