

**prof. dr hab. inż. Antoni SZYDŁO**  
**mgr inż. Robert WARDEGA**  
Politechnika Wrocławska

## **STRUKTURA RUCHU SAMOCHODÓW CIĘŻAROWYCH NA WYBRANYCH DROGACH W POLSCE**

### **1. Wprowadzenie**

Obecnie w Polsce, przy wymiarowaniu konstrukcji nawierzchni drogowych, uwzględnia się tylko trzy grupy pojazdów – samochody ciężarowe bez przyczep, samochody ciężarowe z przyczepami oraz autobusy [10, 11, 12]. Jako wyjściowe, przyjmuje się obciążenie ruchem uzyskane na podstawie generalnego pomiaru ruchu, przeprowadzonego przez GDDKiA (aktualnie podstawą są pomiary przeprowadzane w 2005 r.) na drogach krajowych. Jednak takie podejście daje tylko przybliżony obraz występujących rzeczywistych obciążeń w danym przekroju drogi, gdyż sylwetki pojazdów sklasyfikowane w jednej grupie charakteryzują się różnymi konfiguracjami osi (w grupie samochodów ciężarowych z przyczepami znajdują się razem samochody ciężarowe 2-osiove z przyczepą 2-osiową oraz ciągniki siodłowe 3-osiove z naczepą 3-osiową o kołach Super-Single), różnymi występującymi rozkładami obciążeń przypadającymi na osie oraz różnymi rodzajami ogumienia stosowanymi na poszczególnych osiach. Podejście takie, nie pozwala na określenie rzeczywistych obciążeń i może prowadzić częstokroć do skrócenia okresu eksploatacji nawierzchni na wskutek występowania większych obciążeń niż zakładano na etapie projektowania.

Niniejszy artykuł ma na celu przybliżenie istniejących tendencji w rozwoju konstrukcji pojazdów ciężarowych (przede wszystkim ich struktury osi i opon), występujących dopuszczalnych naciskach osi i masach całkowitych na wybranych drogach w Polsce.

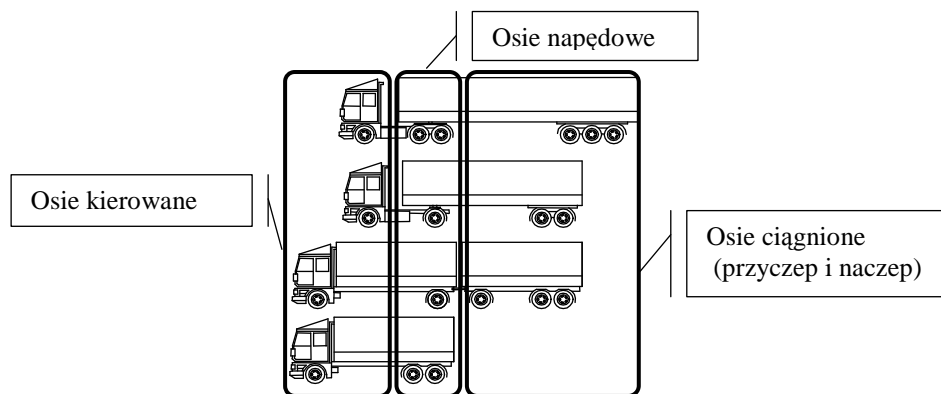
### **2. Struktura osi i opon pojazdów ciężarowych**

Różnorodność występujących pojazdów ciężarowych, jest spowodowana głównie zmianami w konstrukcjach pojazdów ciężarowych oraz zmieniającymi się wobec nich wymaganiami i oczekiwaniami. Wśród występujących pojazdów ciężarowych można wyróżnić samochody ciężarowe (pojazdy pojedyncze), zespoły pojazdów (samochód ciężarowy + przyczepa) oraz pojazdy członowe (ciągniki siodłowe z naczepami). Wszystkie te pojazdy charakteryzują się różnymi konfiguracjami osi oraz innym ogumieniem

W układzie jezdnym pojazdu ciężarowego, przeważnie występuje większa liczba osi od dwóch. Powodowane jest to koniecznością zapewnienia odpowiedniej nośności podwozia pojazdu. Można praktycznie rozróżnić trzy główne grupy osi w pojazdach ciężkich:

- oś kierowana o kołach pojedynczych,
- osie napędowe (pojedyncze o kołach pojedynczych, pojedyncze o kołach pojedynczych Super Single Drive, pojedyncze o kołach podwójnych, podwójne o kołach bliźniaczych),
- osie ciągnięte – osie przyczep i naczep (pojedyncze o kołach pojedynczych, pojedyncze o kołach bliźniaczych, podwójne o kołach pojedynczych, podwójne o kołach bliźniaczych, potrójne o kołach pojedynczych Super Single).

Jako **oś pojedynczą** należy tutaj rozumieć oś oddaloną od osi sąsiedniej o więcej niż 1,80 m, jako **oś wielokrotną** - zespół osi złożonych z dwu lub trzech osi zwanych „osiami składowymi”, których rozstaw nie przekracza 1,80 m, a **oś składową** - oś wchodzącą w skład osi wielokrotnej, oddaloną od sąsiedniej osi o mniej niż 1,80 m.



Rys. 1. Układ osi w przykładowych pojazdach ciężarowych.

Praktycznie każdą sylwetkę pojazdu można opisać poprzez podanie odpowiedniej konfiguracji osi. Oś kierowana o kołach pojedynczych występuje w prawie każdym pojeździe. Oś napędowa jest osią pojedynczą lub też podwójną zlokalizowaną w pojeździe samochodowym lub ciągniku siodłowym jako oś druga i trzecia pojazdu (wynika to z konstrukcji pojazdów i lokalizacji mostu napędowego). Bardzo rzadko w pojazdach ciężkich występują dodatkowe osie napędowe – ich obecność jest pożądana tylko w przypadku pojazdów przeznaczonych do jazdy w ciężkich warunkach terenowych. Osie w przyczepach i naczepach są osiami ciągniętymi pojedynczymi, podwójnymi lub też potrójnymi, a ich liczba jest uzależniona od konstrukcji pojazdu i jego wymaganej nośności.

Na każdą z wymienionych powyżej osi (rys.1) stosuje się innego rodzaju ogumienie – producenci opon odstąpili już praktycznie od unifikacji ogumienia przeznaczonego do pojazdów ciężkich – nie ma już „opon do wszystkiego”. Rozróżnia się opony z przeznaczeniem na oś napędową, prowadząca (kierowaną), opony do naczep i przyczep, opony do autobusów (przede wszystkim komunikacji miejskiej).

Coraz powszechniej stosowane są opony typu „Super Single” (można również stosować polskie określenie – opona pojedyncza szeroka), gdyż zapewniają mniejsze opory toczenia i mniejszą wagę, a co za tym idzie mniejsze zużycie paliwa. Niestety, jak wskazują badania, mniejsze opory toczenia wywołane mniejszą powierzchnią styku z nawierzchnią (typowa szerokość takiej opony wynosi 385mm, ale są też opony o szerokości 455mm), są przyczyną bardziej szkodliwego oddziaływania takich opon na nawierzchnie.



Rys. 2. Opona typu „Super Single” i dwie opony bliźniacze (materiały firmy Michelin).

Na rys. 2 przedstawiono oponę pojedynczą szeroką o rozmiarze 455/45 R 22,5 i dwie równoważne opony bliźniacze o wymiarach 275/70 R 22,5 każda. Masa opony „Super Single” wynosi 280 kg, a dwóch opon bliźniaczych 368 kg. Daje to oszczędności na masie wynoszące 88 kg tylko na jednym zestawie opon.

Ostatnio, oprócz opon typu „Super Single” stosowanych przede wszystkim w naczepach ciągników siodłowych, producenci wprowadzają w transporcie dalekobieżnym opony typu „Super Single Drive” przeznaczone na oś napędową o szerokości 495mm (rys. 3).



Rys. 3. Opony na oś napędową – opona tradycyjna „bliźniacza” i opona typu „super single drive” (materiały firmy GoodYear).

### 3. Dopuszczalne naciski osi i masy całkowite pojazdów w Polsce i UE

Aktualnie obowiązujące w Polsce rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych pojazdów [8] (wraz z późniejszymi zmianami) wdraża postanowienia dyrektywy Unii Europejskiej [3] dotyczące maksymalnych wymiarów poszczególnych pojazdów kołowych w ruchu krajowym i ponadgranicznym na obszarze Wspólnoty oraz maksymalnych ciężarów w ruchu ponadgranicznym.

W rozporządzeniu tym masa pojazdu pojedynczego dwuosiowego określona jest na poziomie 18 t, pojazdu trójosiowego 25 t (26 t w przypadku, gdy oś napędowa jest osią o kołach bliźniaczych i zawieszeniu pneumatycznym lub równoważnym, lub w przypadku, gdy oś napędowa jest osią o kołach bliźniaczych i nacisk każdej z tych osi nie przekracza 93,2 kN), a pojazdu czterosiowego z dwoma osiami kierowanymi 32 t (gdy oś napędowa jest osią o kołach bliźniaczych i zawieszeniu pneumatycznym lub równoważnym, lub w przypadku, gdy oś napędowa jest osią o kołach bliźniaczych i nacisk każdej z tych osi nie przekracza 93,2 kN).

W przypadku zespołów pojazdów wprowadzono wymagania dotyczące masy całkowitej takiego zespołu oraz przyczepy będącej pojazdem składowym tego zespołu. Dopuszczalna masa całkowita zespołu pojazdów mającego cztery osie (dwuosiowy pojazd i dwuosiowa przyczepa) nie może przekraczać 36 t. Jednocześnie masa całkowita przyczepy dwuosiowej nie może być większa niż 18 t. Zespół pojazdów o pięciu lub sześciu osiach (dwuosiowy pojazd i trójosiowa przyczepa, trójosiowy pojazd i dwuosiowa przyczepa i trójosiowy pojazd z trójosiową przyczepą) nie może przekraczać masy 40 t, przy jednoczesnym ograniczeniu masy przyczepy dwuosiowej do 18t, lub trójosiowej do 24 t. Odrębne określenie dopuszczalnej masy przyczepy powoduje zmniejszenie dopuszczalnej masy pojazdu samochodowego w zespole nawet do 16 t i to przy trzech osiach pojazdu.

W stosunku do pojazdów członowych (ciągnik siodłowy wraz z naczepą), ustanowiono odrębne wymagania, w których masę pojazdu członowego czterosiowego określono na poziomie 36 t (38 t w przypadku, gdy odległość pomiędzy osiami naczepy przekracza 1,8 m i gdy oś napędowa jest osią o kołach bliźniaczych i zawieszeniu pneumatycznym lub równo-

ważnym). Dla pojazdów członowych pięcio i sześćoosiowych dopuszczalną masę całkowitą ustanowiono na poziomie 40 t (za wyjątkiem pojazdów przewożących 40-stopowy kontener ISO w transporcie kombinowanym, gdzie masa nie może przekraczać – 44 t). W rozporządzeniu tym nie określono wymagań względem zespołów pojazdów trzy lub czteroosiowych o jednoosiowej naczepie. Jednak masa ich nie powinna być większa jak analogicznych zespołów pojazdów, czyli 26 t oraz 36 t. Dopuszczalną masę całkowitą trzyosiowych autobusów przegubowych ustalono na poziomie 28 t, a autobusów dwuosiowych (np. autobusy dalekobieżne – turystyczne) na poziomie 18 t.

Ten sam akt prawny [8] reguluje dopuszczalne naciski osi pojazdów. W rozporządzeniu tym, naciski osi podano w tonach, dlatego też zostały one przeliczone na kN. Nacisk osi pojedynczej, nie może przekraczać 98,1 kN w przypadku osi nienapędowej, lub 112,8 kN dla osi napędowych. Nacisk osi podwójnej napędowej przy odległości pomiędzy osiami składowymi mniejszej od 1m nie może być większy od 112,8 kN – taka oś jest traktowana jako oś pojedyncza. W przypadku rozstawu osi składowych wynoszącego od 1 m do 1,3 m dopuszczalny nacisk osi podwójnej może wynosić 157,0 kN, a dla rozstawu z zakresu od 1,3 m do 1,8 m dopuszczalny nacisk osi podwójnej napędowej wzrasta do 176,6 kN lub 186,4 kN w przypadku osi napędowej wyposażonej w koła bliźniacze i zawieszeniu pneumatycznym lub równoważnym, lub w przypadku, gdy oś napędowa jest osią o kołach bliźniaczych i nacisk każdej z tych osi nie przekracza 93,2 kN. Dopuszczalny nacisk osi podwójnej nienapędowej (oś występująca w naczepach i przyczepach) uzależniono także od rozstawu pomiędzy osiami składowymi. I tak dla rozstawu mniejszego od 1 m nacisk nie może przekraczać 107,9 kN, dla rozstawu z przedziału od 1 m do 1,3 m nacisk nie może być większy od 156,7 kN, dla rozstawu większego od 1,3 m a mniejszego od 1,8 m nie może przekraczać 176,6 kN, a w przypadku rozstawu większego od 1,8 m sumaryczny nacisk nie może być większy od 196,2 kN. Nacisk osi potrójnej nienapędowej nie może przekraczać z kolei 206 kN dla rozstawu pomiędzy osiami mniejszego lub równego 1,3 m, lub też 235,4 kN rozstaw wynoszący od 1,3 m do 1,4 m.

Podobnie jak w Polsce, praktycznie w każdym kraju europejskim, obowiązują ograniczenia w dopuszczalnej masie całkowitej pojazdów i ich naciskach osi i są regulowane odpowiednimi przepisami lokalnymi. W większości krajów, wartości te są bardzo zbliżone do obowiązujących w Polsce. Wyjątek stanowi Francja, gdzie dopuszczalny nacisk osi pojedynczej, zarówno swobodnej jak i napędowej wynosi 130 kN, Włochy, gdzie nacisk ten ustalono na poziomie 120 kN oraz Belgia, Luxemburg i Portugalia, w których dopuszczalne naciski osi pojedynczych napędowych wynoszą 120 kN. Podobnie ma się sytuacja z masami całkowitymi pojazdów, gdyż tylko kilka krajów europejskich dopuszcza większe masy całkowite pojazdów niż Polska (m.in. Finlandia, Holandia i Macedonia). Dopuszczalna masa całkowita pojazdów poruszających się po drogach Finlandii jest uzależniona od całkowitej liczby osi pojazdu. I tak, masa całkowita zespołu pojazdów 5-osiowego nie może przekraczać 44 t., 6-osiowego 53 t., 7-osiowego 60 t., pojazdu członowego 5-osiowego 42 t., a 6-osiowego 48 t.. Są to jednak wartości obowiązujące tylko w ruchu wewnętrznym, a nie dotyczą one ruchu ponadgranicznego w Unii Europejskiej.

Państwa będące członkami UE, zobowiązane są na mocy traktatu akcesyjnego do dostosowania swoich dróg leżących w ciągu dróg międzynarodowych i wybranych dróg krajowych do wymagań sprecyzowanych w Dyrektywie Rady UE nr 96/53/EC [3]. Wymagania tej dyrektywy pokrywają się praktycznie z przepisami Polskimi, gdyż obowiązujące w Polsce Rozporządzenie [7, 8] zostało wprowadzone z uwagi na konieczność dostosowania polskiego prawa do wymagań UE (poprzednio dopuszczalne były znacznie mniejsze naciski osi – pierwotnie 80 kN, a następnie 100 kN, ale większe masy całkowite pojazdów wieloosiowych wynoszące 42 t [4, 5, 6]). Jedyna różnica dotyczy pojazdów przewożących 40-stopowy kontener ISO w transporcie kombinowanym. W Polsce, taki ładunek może przewozić tylko pojazd

członowy sześćoosiowy, a jego masa całkowita nie może przekraczać 44 t. W Unii Europejskiej kontenery ISO w transporcie kombinowanym mogą być przewożone zarówno przez pojazdy sześćoosiowe, jak i pięćoosiowe. Jednak przy pięciu osiach (np. dwuosiowy pojazd silnikowy i trzyosiowa naczepa) i przy masie rzędu 44 t., taka konfiguracja może prowadzić do przeciążenia osi pojazdu i niekorzystnego rozkładu obciążeń na poszczególne osie.

#### **4. Struktura rodzajowa pojazdów oraz występujące naciski osi**

W Zakładzie Dróg i Lotnisk Politechniki Wrocławskiej od 2000 r. prowadzone są obserwacje obciążeń nawierzchni pojazdami. Korzysta się tutaj z danych udostępnianych przez GDDKiA oraz Inspekcję Transportu Drogowego.

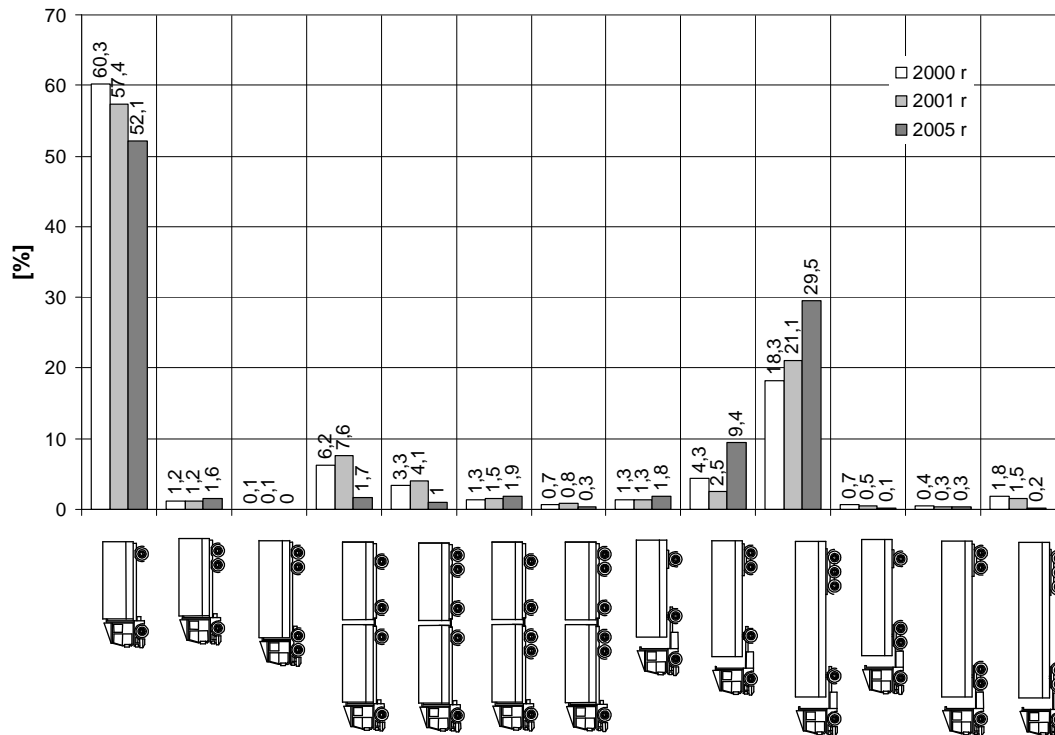
Z analizy wyników pomiarów na drogach nr 11, 2, 8, 35, 46, A4 w latach 2000 i 2001 w grupie samochodów ciężarowych bez przyczep dominowały samochody ciężarowe dwuosiowe, które stanowiły od 60,3 % (2000 r.) do 57,4 % (2001 r.) ogólnej liczby pojazdów przejeżdżających przez dany przekrój drogi (rys. 4). Sumaryczny udział pojazdów trójosiowych i czteroosiowych w latach 2000 i 2001 wynosił 1,2 %.

W grupie samochodów ciężarowych z przyczepami widoczna była przewaga samochodów dwuosiowych z przyczepami dwuosiowymi. W 2000 r. stanowiły one 6,2 % pojazdów poruszających się po drodze nr 11 (m. Byczyna), a w 2001 r. już 7,6 %. Pozostałe sylwetki w grupie samochodów ciężarowych z przyczepami stanowiły od 0,7 % (w 2000 r.), aż do 4,1 % (w 2001 r.) (rys. 4).

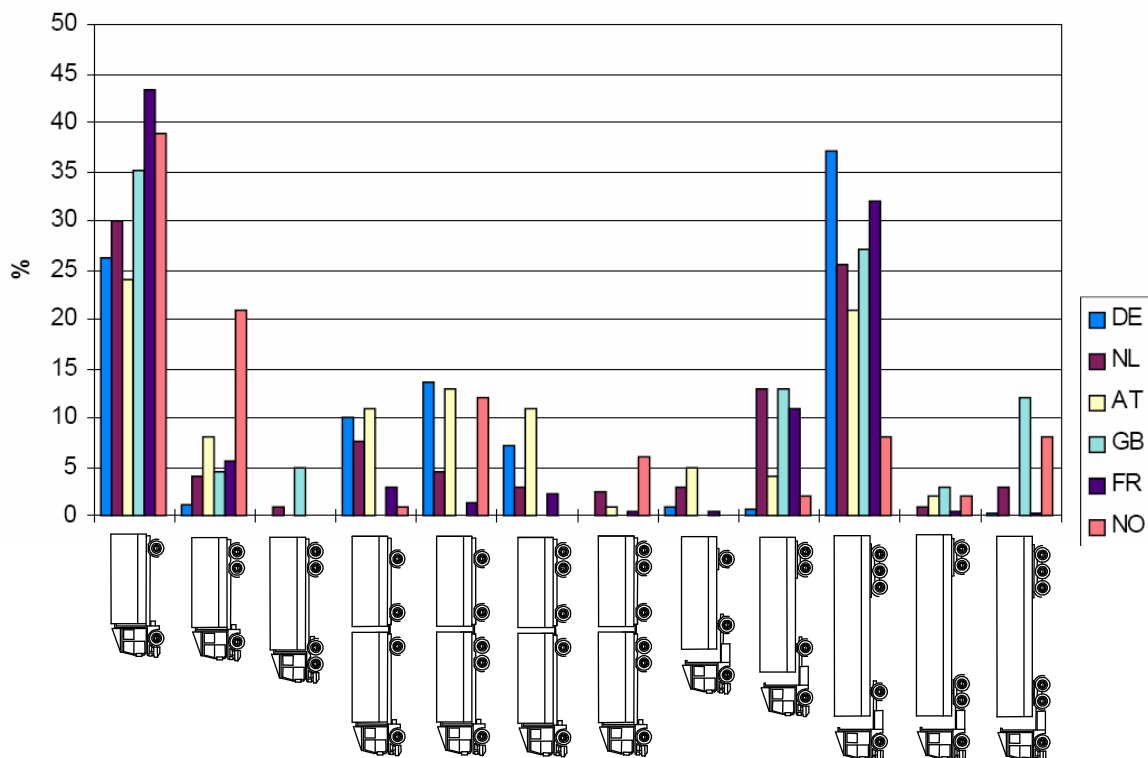
W trzeciej grupie pojazdów (pojazdy członowe), dominowały ciągniki siodłowe dwuosiowe z trójosiową naczepą. W 2000 r. ich udział w ruchu wynosił 18,3 %, a w 2001 r. już 21,1 %. Udział ciągników siodłowych dwuosiowych z dwuosiową naczepą w 2000 r. wynosił 4,3%, a w 2001 r. zmniejszył się do 2,5 % (rys. 4).

W grudniu 2005 roku, w strumieniu pojazdów ciężkich dominowały przede wszystkim dwie sylwetki: pojazdy dwuosiowe (udział w wysokości 52,1 %) i pięćoosiowe pojazdy członowe (dwuosiowy ciągnik siodłowy z trzyosiową naczepą, udział w wysokości aż 29,5 %). Trzecią znaczącą grupą pojazdów są również pojazdy członowe, ale czteroosiowe (dwuosiowy ciągnik siodłowy z dwuosiową naczepą). Stanowią one ponad 91,2% pojazdów ciężkich występujących na drodze krajowej nr 11. Z klasyfikacji wykluczono pojazdy osobowe i dostawcze o masie mniejszej niż 2t, z uwagi na ich znikomy wpływ na konstrukcję nawierzchni.

Prawie identyczną strukturę rodzajową pojazdów ciężarowych obserwuje się w innych krajach europejskich ([1], rys. 5). Największe różnice w strukturze rodzajowej widoczne są w Norwegii, gdzie obserwuje się ponad 20 % udział samochodów trójosiowych, a stosunkowo nieliczna jest reprezentacja ciągników siodłowych pięćoosiowych, gdyż udział tych pojazdów w strumieniu ruchu wynosi jedynie ok. 7,5%. Bardzo dobrze strukturę rodzajową pojazdów w Polsce odzwierciedla struktura rodzajowa pojazdów występująca we Francji.



Rys. 4. Struktura rodzajowa pojazdów ciężarowych, m. Byczyna, lata 2000 i 2001 oraz grudzień 2005r.



Rys. 5. Występowanie pojazdów wg typów w różnych krajach europejskich [1]:  
 DE – Niemcy, NL – Holandia, AT – Austria, GB – Wielka Brytania,  
 FR – Francja, NO - Norwegia.

Poniżej zestawiono maksymalne naciski osi pojazdów ciężarowych zarejestrowane w latach 1997 i 2001 w trakcie pomiarów restrykcyjnych na wybranych drogach krajowych w Polsce (droga nr 11, 3, 8, 35, 46, A-4) oraz w miesiącu grudniu 2005 roku na drodze nr 11 w miejscowości Buczyna.

W przypadku pojazdów pojedynczych, maksymalny zarejestrowany nacisk osi pojedynczej pojazdu wyniósł na drodze nr 11 w miesiącu grudniu 2005 roku 145 kN (dopuszczalny nacisk 100 kN), a osi składowej osi podwójnej 123 kN (dopuszczalny nacisk wynosi 80 kN). Naciski osi zarejestrowane w latach 1997 – 2001 na innych drogach krajowych niewiele przekraczają wartości uzyskane w grudniu 2005 roku (np. na osi pojedynczej pojazdu maksymalny rozpoznany nacisk wyniósł 153 kN). Są to nadal jednak przekroczenia o ponad 40%.

Jeszcze większe przekroczenia zaobserwowano w miesiącu grudniu 2005 r. W przypadku zespołów pojazdów, gdzie maksymalny zarejestrowany nacisk osi pojedynczej wynosił 185 kN (przekroczenie o 85%), a składowej osi podwójnej 146 kN (przekroczenie o ponad 80%).

Jednak największe przekroczenia dopuszczalnych nacisków występują dopiero w pojazdach członowych. Jest to wynikiem tego, iż są to pojazdy wykorzystywane głównie w transporcie dalekobieżnym, a przewoźnicy dążąc do maksymalizacji swoich zysków nadmiernie obciążają takie pojazdy. W tej grupie pojazdów, w grudniu 2005 r., nacisk na oś pojedynczą wyniósł aż 197 kN (przekroczenie o prawie 100%!), składowej osi podwójnej 138 kN (przekroczenie o ponad 70%), a składowej osi potrójnej 128 kN. W latach 1997 – 2001 sytuacja kształtowała się podobnie, w ciągniku siodłowym pięcioosiowym maksymalny zarejestrowany nacisk na pojedynczą oś napędową wyniósł 180 kN, a na oś składową w osi potrójnej 135 kN.

## 5. Podsumowanie

Ciągłe zmiany zachodzące w strukturze rodzajowej pojazdów oraz stale występujące przeciążenia nacisków osi utrudniają prawidłową ocenę występujących obciążeń i przyczyniają się do skrócenia wymaganego okresu eksploatacji nawierzchni drogowych. Jedynie ciągły monitoring występujących obciążeń, który zapewniają praktycznie tylko systemy WIM (Weigh In Motion), umożliwia poprawną ocenę występujących obciążeń nawierzchni dróg przez przejeżdżające pojazdy.

## Literatura

- [1] „COST 334, Effects of Wide Single Tyres and Dual Tyres, Final Report of the Action”, 2001 r.
- [2] „Conception et dimensionnement des structures de chaussée”. Guide Technique. SETRA, LCPC, Paris, 1994 r.
- [3] Dyrektywa Rady UE nr 96/53/EC W sprawie określenia maksymalnych wymiarów poszczególnych pojazdów kołowych w ruchu krajowym i ponadgranicznym na obszarze Wspólnoty oraz określenia maksymalnych ciężarów w ruchu ponadgranicznym.
- [4] Dz.U. RP. Nr 43, poz. 430, z dnia 14 maja 1999 r. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.

- [5] Dz.U. RP. Nr 44, poz. 432, z dnia 15 maja 1999 r. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 1 kwietnia 1999 r. w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia.
- [6] Dz.U. RP. Nr 32, poz.262, z dnia 26 lutego 2003 r. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia.
- [7] Dz.U. RP. Nr 34, poz. 300, z dnia 4 marca 2004 r. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 lutego 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia.
- [8] Dz.U. RP Nr 103, poz. 1085, z dnia 1 maja 2004 r. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 30 kwietnia 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia.
- [9] Dz.U. RP. Nr 169, poz. 1773, z dnia 30 lipca 2004 r. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 lipca 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia.
- [10] „Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych”. GDDP, Warszawa 1997 r.
- [11] „Katalog typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych”. GDDP, Warszawa 2001 r.
- [12] "Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych". GDDP, IB-DiM, Warszawa 2001 r.