



POLITECHNIKA GDAŃSKA
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Zakład Budowy Dróg

ul. G. Narutowicza 11
80-952 GDAŃSK

Tel: (0-58) 347 13 47
Fax: (0-58) 347 10 97

**OPRACOWANIE ZALECEŃ DO OBLICZANIA WSPÓŁCZYNNIKÓW
RÓWNOWAŻNOŚCI OBCIĄŻENIA OSI DO PROJEKTOWANIA
NAWIERZCHNI PODATNYCH I PÓLSZTYWNYCH**

RAPORT Z DRUGIEGO ETAPU BADAŃ

Opracowano na zlecenie:

Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad
Warszawa, ul. Żelazna 59
Umowa Nr WILiŚ/108/002/2005

Opracowali:

Prof. dr hab. inż. Józef Judycki – autor kierujący

Mgr inż. Agata Grajewska

Technik Michał Wróbel

Kierownik Zakładu Budowy Dróg – Prof. dr hab. inż. Józef Judycki

Gdańsk, wrzesień 2006

STRESZCZENIE	5
1. WPROWADZENIE	10
1.1 Podstawa opracowania	10
1.2 Wstęp	10
1.3 Cel opracowania	10
1.4 Zakres opracowania	10
2. WSPÓŁCZYNNIKI RÓWNOWAŻNOŚCI OBCIĄŻENIA OSI PODWÓJNYCH I POTRÓJNYCH APROKSYMOWANE NA PODSTAWIE FUNKCJI	11
2.1 Wstęp	11
2.2 Dane wyjściowe	12
2.3 Dobór funkcji	14
2.4 Liczba obciążeń odpowiadająca przejściom osi wielokrotnych	15
2.5 Wyniki analizy	17
2.6 Porównanie współczynników równoważności obciążenia osi	28
3. AGRESYWNOSĆ SYLWETEK SAMOCHODOWYCH W POLSCE	29
3.1 Wstęp	29
3.2 Teoria i wzory obliczeniowe	29
3.2.1 Pojęcie agresywności pojazdu	29
3.2.2 Pojęcie współczynnika równoważności obciążenia osi	29
3.2.3 Metoda obliczeń według AASHTO	30
3.2.4 Prawo czwartej potęgi	31
3.2.5 Francuska metoda określania współczynników równoważności obciążenia osi	32
3.3 Dane do obliczeń	32
3.3.1 Analiza ruchu drogowego na podstawie Generalnego Pomiaru Ruchu	32
3.3.2 Analiza ruchu drogowego na podstawie wyników ważenia pojazdów	34
3.4 Schemat obliczeniowy	37
3.5 Sylwetki pojazdów	39
3.6 Podział sylwetek pojazdów na przedziały grup wagowych	40
3.7 Współczynniki równoważności obciążeń na podstawie wyników ważenia pojazdów na stacji w Żaluskach	43
3.7.1 Współczynniki równoważności w określonych przedziałach obciążeń	43
3.7.2 Współczynniki równoważności obciążeń dla całej sylwetki	47
3.7.4 Współczynniki równoważności obciążeń – druga metoda obliczeń	50
3.7.5 Współczynniki równoważności obciążeń dla całej sylwetki – metoda druga	51
3.7.6. Współczynniki równoważności obciążeń dla pojazdów bez przyczep oraz z przyczepami lub naczepami	55
3.7.7 Porównanie obu sposobów obliczeń	56
3.8 Porównanie wyników analizy ze współczynnikami do projektowania zawartymi w katalogu	57

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI.....	61
SPIS LITERATURY	64
 ZALECENIA DOTYCZĄCE OKREŚLANIA WSPÓŁCZYNNIKÓW RÓWNOWAŻNOŚCI OBCIĄŻENIA OSI DLA NAWIERZCHNI PODATNYCH I PÓLSZTYWNYCH	
1. Wstęp.....	66
2. Zasada obliczeń.....	66
3. Definicja współczynnika równoważności obciążenia osi	67
4. Współczynniki równoważności obciążenia osi ze względu na różnorodne formy zniszczenia nawierzchni	68
5. Parametry uwzględniane przy określaniu współczynników równoważności obciążenia osi	69
6. Tablice współczynników równoważności obciążenia osi.....	70
7. Uwagi końcowe.....	80
 ZAŁĄCZNIKI (spis).....	
1. Aproksymacja funkcją logarytmiczną rzędu drugiego (funkcja nr 2) o postaci: $\log(F_j)=a*\log^2(x/100)+b*\log(x/100)+c$, dla nawierzchni podatnej	83
2. Aproksymacja funkcją logarytmiczną rzędu trzeciego (funkcja nr 4) o postaci:	85
$\log(F_j)=a*\log^3(x/100)+b*\log^2(x/100)+c*\log(x/100)+d$, dla nawierzchni półsztywnej.....	85
3. Zestawienie wyników ważenia pojazdów na stacji kontroli w miejscowości Załuski w roku 2004.....	87
4. Podział poszczególnych sylwetek pojazdów przedziałami grup wagowych	99
5. Współczynniki równoważności obciążenia	103

STRESZCZENIE

OPRACOWANIE ZALECEŃ DO OBLICZANIA WSPÓŁCZYNNIKÓW RÓWNOWAŻNOŚCI OBCIĄŻENIA OSI DO PROJEKTOWANIA NAWIERZCHNI PODATNYCH I PÓLSZTYWNYCH

ETAPY I i II

STRESZCZENIE

Niniejsza praca została wykonana na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad w Warszawie Nr WILiŚ/108/002/2005. Stanowi ona sprawozdanie z dwóch etapów badań z okresu lat 2005 i 2006.

ETAP I BADAŃ (2005 r)

Zgodnie z umową Etap I badań obejmował trzy następujące zagadnienia, które stanowią trzy części raportu przekazanego do Zleceniodawcy w grudniu 2005 r.

- Część 1 - Studia literatury dotyczące współczynników równoważności obciążenia osi w różnych krajach.
- Część 2 - Analiza obliczeniowa współczynników równoważności obciążenia osi pojedynczych.
- Część 3 – Analiza obliczeniowa współczynników równoważności obciążenia osi wielokrotnych (podwójnych i potrójnych).

Część 1 - Studia literatury dotyczące współczynników równoważności obciążenia osi w różnych krajach

Studia literatury miały na celu określenie, w jaki sposób wyznaczane są współczynniki równoważności obciążenia osi w różnych krajach i porównanie tych sposobów ze sposobem stosowanym w Polsce. Zebrano materiały z najnowszych publikacji na ten temat. Przedstawiono przegląd różnych metod obliczania współczynników, a w tym: metodę AASHTO, kanadyjską, stanu Kentucky z USA i metodę z RPA. Szczegółowo przedstawiono czynniki, jakie mają wpływ na współczynniki równoważności obciążenia osi, a mianowicie: typ osi (pojedyncze i wielokrotne), rodzaj opon (pojedyncze i podwójne), ciśnienie w oponach oraz kryteria oceny stanu nawierzchni. Przedstawiono także kilka sposobów klasyfikacji ruchu drogowego do potrzeb projektowania dróg. Opisano katalogi niemiecki, francuski i krótko, dla porównania, polski. Przedstawiono metody analizy ruchu: Shella, Instytutu Asfaltowego z USA i Uniwersytetu w Nottingham. Na zakończenie porównano trzy metody klasyfikacji ruchu według katalogów: polskiego, niemieckiego i francuskiego. W studiach literatury wykorzystano 22 pozycje bibliograficzne, w językach angielskim, francuskim, niemieckim i polskim.

Część 2 - Analiza obliczeniowa współczynników równoważności obciążenia osi pojedynczych

W Części 2 opracowano tabele współczynników równoważności obciążenia osi pojedynczych, z uwzględnieniem następujących czynników:

- wielkości obciążenia osi pojedynczej od 20 do 160 kN (co 10 kN),
- dwóch typów opon: pojedynczych i podwójnych,
- różnych ciśnień w oponach: 650 kPa, 850 kPa i 1000 kPa,
- dwóch typów nawierzchni: podatnych i półsztywnych,
- trzech kategorii ruchu: KR1, KR3 i KR6,
- trzech kryteriów zmęzeniowych: spękań warstw asfaltowych, deformacji strukturalnych i spękań podbudów związanych cementem.

W Części 2 wykorzystano wyniki obliczeń wykonanych według metod mechanistycznych na zlecenie GDDKiA w latach 2002 i 2003. Wyniki poddano obróbce matematycznej. Wytypowano cztery funkcje matematyczne do aproksymacji wyników i wybrano funkcje o najmniejszym błędzie aproksymacji. Najlepiej dopasowane funkcje wykorzystano do opracowania tablic współczynników równoważności obciążenia osi pojedynczych, które podano jako wynik badań w opracowaniu.

Dodatkowo przeanalizowano zgodność współczynników równoważności obciążenia osi obliczonych dla nawierzchni podatnych ze współczynnikami obliczonymi dla nawierzchni półsztywnych w drugim etapie ich pracy (po spękaniach zmęzeniowych podbudów związanych cementem). Stwierdzono, że z możliwym do akceptacji błędem współczynniki określone dla nawierzchni podatnych mogą być stosowane do nawierzchni półsztywnych w drugim etapie ich pracy. To stwierdzenie ma duże znaczenie praktyczne, pozwala ono bowiem znacznie uprościć analizę. Liczbę współczynników równoważności osi można ograniczyć z pięciu do trzech. Są to współczynniki ze względu na: spękania warstw asfaltowych, deformacje strukturalne i spękania podbudów związanych cementem.

Część 3 – Analiza obliczeniowa współczynników równoważności obciążenia osi wielokrotnych (podwójnych i potrójnych)

Część 3 przedstawia obliczenia współczynników równoważności osi wielokrotnych (podwójnych i potrójnych). W oparciu o studia literatury przyjęto do obliczeń metodę podaną przez Yang Huangą w pracy „Pavement Analysis and Design”. Metoda ta oparta jest o analizę odkształceń występujących na spodzie warstw asfaltowych konstrukcji nawierzchni. Odkształcenia te są wywoływane przez dwie lub trzy sąsiednie osie. Do obliczenia odkształceń wykorzystano teorię wielowarstwowej półprzestrzeni sprężystej i program BISAR, opracowany przez firmę Shell. Stosowano też program PADS z Republiki Południowej Afryki. Na wstępie przeprowadzono analizę linii wpływowych odkształceń w dolnych

warstwach nawierzchni, które dobrze wyjaśniają mechanizm pracy nawierzchni poddanej obciążeniom przez zespół osi.

Obliczenia współczynników wykonano dla:

- nawierzchni podatnych,
- podbudów różnych typów (kruszywo łamane stabilizowane mechanicznie, kruszywo naturalne stabilizowane mechanicznie, beton asfaltowy, piasek otaczany asfaltem),
- trzech typów konstrukcji nawierzchni (KR1, KR3 i KR6),
- osi podwójnych,
- osi potrójnych,
- różnych obciążeń każdej osi składowej osi podwójnych (55 kN, 80 kN, 90 kN, 100 kN),
- różnych obciążeń każdej osi składowej osi potrójnych (60 kN, 70 kN, 80 kN),
- różnych odległości osi składowych osi podwójnych (od 0,8 m do 1,8 m co 0,2 m),
- różnych odległości osi składowych osi potrójnych (1,0 m, 1,2 m, 1,3 m, 1,35 m).

Obliczenia wykonano przy założeniu kryterium zmęczeniowego dla warstw asfaltowych podanego przez Instytut Asfaltowy. Obliczenia były bardzo obszerne i pracochłonne.

Wyniki obliczeń według metody Huanga porównano z metodą AASHTO. Otrzymano wyniki różniące się z metodą AASHTO, przy czym różnice były większe dla cieńszych nawierzchni, a mniejsze dla grubszych nawierzchni.

Podano wnioski i zalecenia wynikające z obliczeń.

Część 3 pracy uzupełnia bardzo obszerny załącznik z podanymi wynikami szczegółowymi.

ETAP II BADAŃ (2006 r)

Zgodnie z umową Etap II badań obejmował następujące zagadnienia, których szczegółowy opis zawarty jest w poszczególnych rozdziałach w niniejszym opracowaniu:

Rozdział 1 – jest wprowadzeniem do zagadnienia.

Rozdział 2 – zawiera określenie współczynników równoważności obciążenia osi wielokrotnych (podwójnych i potrójnych) dla całego spektrum obciążeń, jakie mogą występować w praktyce. Współczynniki te określono na podstawie wzorów matematycznych wyprowadzonych w I etapie pracy, w części 2. W Etapie I pracy

wyprowadzono wzory najlepiej opisujące wyniki obliczeń dla osi pojedynczych, w postaci dwóch funkcji matematycznych. Obecnie w II etapie pracy te same wzory, po ich odpowiedniej modyfikacji, zastosowano dla osi podwójnych i potrójnych. Na podstawie tych wzorów obliczono współczynniki. Jako wynik końcowy podano tabelaryczne zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi podwójnych oraz potrójnych do projektowania nawierzchni. W skład tego zestawienia wchodzi współczynniki dla trzech kryteriów zniszczenia nawierzchni: kryterium spękań warstw asfaltowych, kryterium deformacji podłoża gruntowego oraz kryterium spękań warstw podbudowy związanej cementem. Wyniki te, wraz z wynikami podanymi w Etapie I pracy, wykorzystano do opracowania: „Zaleceń do obliczania współczynników równoważności obciążeń osi do projektowania nawierzchni podatnych i półsztywnych”.

Rozdział 3 – zawiera porównanie agresywności poszczególnych sylwetek pojazdów ciężarowych, jakie spotkać można na naszych drogach pod względem ich agresywności dla nawierzchni, uwzględniając liczbę ich występowania. Na podstawie zebranych danych z ważenia pojazdów obliczono nowe współczynniki przeliczeniowe różnych sylwetek pojazdów (samochody ciężarowe bez przyczep, samochody ciężarowe przyczepami lub z naczepami) na oś standardową 100 kN. Obliczone współczynniki porównano ze współczynnikami znajdującymi się w polskim „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych”. Do obliczeń współczynników wykorzystano metody:

- AASHTO,
- czwartej potęgi,
- francuską,
- aproksymowanej funkcji matematycznej,

Obliczenia oparto o dane ze stacji ważenia pojazdów. Porównano współczynniki uzyskane przy użyciu tych kilku metod.

Rozdział 4 – zawiera wnioski końcowe z przeprowadzonych analiz.

Załącznikiem do niniejszego opracowania są syntetyczne „Zalecenia do obliczania współczynników równoważności obciążeń osi do projektowania nawierzchni podatnych i półsztywnych”. Podano w nich tabelaryczne zestawienia współczynników dla następujących zmiennych parametrów:

- a) typ konstrukcji nawierzchni:
 - nawierzchnie dla ruchu lekkiego KR1 i KR2
 - nawierzchnie dla ruchu średniego KR3 i KR4
 - nawierzchnie dla ruchu ciężkiego i bardzo ciężkiego KR5 i KR6
- b) rodzaj osi:
 - pojedyncza
 - podwójna
 - potrójna
- c) rodzaj kół:
 - pojedyncze
 - podwójne

- d) obciążenie osi w kN,
- e) ciśnienie w oponach:
 - 650 kPa
 - 850 kPa
 - 1000 kPa
- f) kryterium zmęczeniowe
 - trwałość zmęczeniowa ze względu na spękania warstw asfaltowych
 - trwałość zmęczeniowa ze względu na deformacje strukturalne
 - trwałość zmęczeniowa podbudów związanych cementem

1. WPROWADZENIE

1.1 Podstawa opracowania

Niniejszy raport opracowano na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad w Warszawie, zgodnie z umową Nr WILiŚ/108/002/2005. Stanowi on sprawozdanie z końcowego II Etapu badań z okresu 2006 r.

1.2 Wstęp

Rosnące wymagania stawiane projektantom w celu uzyskania jak najlepszych parametrów nawierzchni, wymagają ciągłego udoskonalania metod projektowych. Znaczącym parametrem wpływającym na dobór konstrukcji jest wielkość ruchu oraz jego struktura. Obciążenie ruchem determinuje rodzaj oraz grubość zastosowanej konstrukcji a jego prawidłowa predykcja zapewnia odpowiednią jej trwałość. W wielu metodach wymiarowania wprowadza się pojęcia osi obliczeniowej oraz współczynnika równoważności (agresywności) osi. Jest to temat trudny, ale niezmiernie istotny i nie ulega wątpliwości, że warto podjąć wysiłek w celu prawidłowego oszacowania wielkości współczynników, niezbędnych na etapie projektowania.

1.3 Cel opracowania

Celem końcowego II Etapu raportu jest tabelaryczne i numeryczne opracowanie wartości współczynników równoważności obciążenia osi pojedynczych i wielokrotnych do projektowania nawierzchni, uwzględniające analizę konstrukcji nawierzchni oraz wyniki ważenia pojazdów samochodowych w Polsce, a w rezultacie opracowanie zaleceń do obliczania współczynników równoważności obciążenia osi do projektowania nawierzchni podatnych i półsztywnych.

1.4 Zakres opracowania

Rozdział 1 – jest wprowadzeniem do tematu

Rozdział 2 – celem rozdziału drugiego jest określenie współczynników równoważności obciążenia osi wielokrotnych (podwójnych i potrójnych) dla całego spektrum obciążeń, jakie mogą występować w praktyce.

Do obliczeń współczynników wykorzystano dwie funkcje matematyczne (logarytmiczne), wyznaczone w Etapie I badań, na podstawie dostępnych obliczeń mechanistycznych. Jako wynik końcowy podano tabelaryczne zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi podwójnych oraz potrójnych do projektowania nawierzchni. W skład tego zestawienia wchodzi współczynniki dla trzech kryteriów zniszczenia nawierzchni: kryterium spękań warstw asfaltowych, kryterium deformacji podłoża gruntowego oraz kryterium spękań warstw podbudowy związanej cementem.

Rozdział 3 – w rozdziale trzecim porównano poszczególne sylwetki pojazdów, jakie spotkać można na naszych drogach pod względem ich agresywności dla nawierzchni, uwzględniając liczbę ich występowania. Na podstawie zebranych danych z ważenia pojazdów obliczono nowe współczynniki równoważności obciążenia do projektowania i porównano je ze współczynnikami znajdującymi się w polskim katalogu. Przygotowano w tym celu specjalne formuły numeryczne. Do obliczeń współczynników wykorzystano metody:

- AASHTO,
- czwartej potęgi,
- francuską,
- aproksymowanej funkcji matematycznej,

Porównano współczynniki uzyskane przy użyciu tych kilku metod.

Rozdział 4 – zawiera wnioski końcowe z przeprowadzonych analiz

Załącznikiem do niniejszego opracowania są syntetyczne „Zalecenia do obliczania współczynników równoważności obciążeń osi do projektowania nawierzchni podatnych i półsztywnych”.

2. WSPÓŁCZYNNIKI RÓWNOWAŻNOŚCI OBCIĄŻENIA OSI PODWÓJNYCH I POTRÓJNYCH APROKSYMOWANE NA PODSTAWIE FUNKCJI

2.1 Wstęp

Rozdział ten jest kontynuacją zagadnienia omawianego w raporcie z pierwszego etapu badań. W pierwszym etapie pracy (Etap I, październik 2005, część 2) wyznaczono nowe, aproksymowane współczynniki równoważności obciążenia osi pojedynczych do projektowania nawierzchni, wykorzystując w tym celu wybrane funkcje matematyczne.

W etapie drugim (Etap II, wrzesień 2006) wykorzystano dwa wybrane spośród czterech analizowanych wcześniej wzorów funkcji i obliczono współczynniki równoważności obciążenia osi podwójnych i potrójnych. Jako wynik analizy podano ich tabelaryczne zestawienie. W zestawieniu tym zawarto współczynniki równoważności obciążenia osi podwójnych i potrójnych dla trzech kryteriów zniszczenia nawierzchni: kryterium spękań warstw asfaltowych, kryterium deformacji podłoża, oraz kryterium spękań warstw podbudowy związanej cementem. Rozróżniono je także dla kategorii ruchu KR1, KR3, KR6, dla ciśnienia w oponach 650, 850 i 1000 kPa, dla opon pojedynczych oraz bliźniaczych. Przyjęto założenie udowodnione we wcześniejszym opracowaniu [3], że do obliczeń nawierzchni półsztywnych w drugim etapie ich pracy (to jest po spękaniu podbudowy związanej cementem) należy przyjmować ten sam współczynnik równoważności obciążenia osi jak dla nawierzchni podatnej.

2.2 Dane wyjściowe

Do wyznaczenia wszystkich wzorów funkcji matematycznych, określających zależność obciążenie – współczynnik równoważności obciążenia osi wykorzystano współczynniki z obliczeń wykonanych w 2002 i w 2003 r., w ramach prac zleconych z GDDKiA [1,2]. Obliczenia wykonane zostały w Zakładzie Budowy Dróg, na Politechnice Gdańskiej. W ramach tych prac wykonano obliczenia współczynników równoważności obciążenia osi pojedynczych dla dwóch typów nawierzchni: podatnych i półsztywnych, dla kategorii ruchu KR1, KR3, KR6 i dla ciśnienia w oponach 650, 850 oraz 1000 kPa. Uwzględniono obciążenie nawierzchni oponą pojedynczą i podwójną. W obliczeniach ciężar osi był zmienny od 20 kN do 160 kN, ze skokiem co 20 kN. Przyjęto dodatkowo wartość obciążenia 115 kN, poza przyjętym skokiem co 20 kN. Współczynniki określano przy użyciu metod mechanistycznych. W metodach tych wykorzystano najczęściej w Polsce stosowane kryteria zmęczeniowe definiujące trwałość warstw konstrukcyjnych nawierzchni. Były to kryteria Instytutu Asfaltowego z USA w odniesieniu do warstw asfaltowych i podłoża gruntowego oraz kryteria Dempsey'a dla warstw związanych cementem. Wartości wyjściowe współczynników równoważności obciążenia osi przedstawiono w tablicach: 1, 2, 3. Przyjęto następujące oznaczenia:

$F_{j_{asf}}$ – współczynnik równoważności obciążenia osi ze względu na spękania warstw asfaltowych,

$F_{j_{gr}}$ – współczynnik równoważności obciążenia osi ze względu na deformacje strukturalne podłoża,

$F_{j_{cem. I}}$ – współczynnik równoważności obciążenia osi ze względu na spękania podbudowy związanej cementem w pierwszym etapie pracy nawierzchni półsztywnej.

Tablice 1,2,3. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi pojedynczych, przyjętych do dalszej analizy, określonych w oparciu o metody mechanistyczne

Konstrukcja: KR1 - współczynniki równoważności osi 100 kN						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.
20	0,0394	0,0013	7,5674E-10	0,0180	0,0008	3,4446E-10
40	0,1836	0,0253	3,2663E-07	0,0996	0,0127	6,2413E-08
60	0,4060	0,1340	7,5238E-05	0,2442	0,0611	6,6918E-06
80	0,6845	0,4212	1,0575E-02	0,4393	0,1777	4,7603E-04
100	1,0000	1,0000	1,0000E+00	0,6740	0,3979	2,5688E-02
115	1,2546	1,6967	2,4155E+01	0,8748	0,6544	4,5139E-01
120	1,3438	1,9897	6,7840E+01	0,9463	0,7530	1,0904E+00
140	1,7020	3,5090	3,4717E+03	1,2638	1,2666	3,5703E+01
160	2,0695	5,6732	1,4211E+05	1,6158	1,9728	1,0168E+03
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.
20	0,0492	0,0014	8,4141E-10	0,0212	0,0008	3,9384E-10
40	0,2517	0,0273	4,7212E-07	0,1273	0,0145	9,1227E-08
60	0,5862	0,1491	1,5329E-04	0,3291	0,0723	1,2858E-05
80	1,0197	0,4824	3,2024E-02	0,6150	0,2184	1,2679E-03
100	1,5273	1,1746	4,6544E+00	0,9709	0,5014	9,2487E-02
115	1,9487	2,0303	1,5672E+02	1,2800	0,8381	2,0148E+00
120	2,0956	2,3931	4,7858E+02	1,3851	0,9730	5,3515E+00
140	2,7056	4,3148	3,9361E+04	1,8388	1,6688	2,3819E+02
160	3,3470	7,1119	2,4489E+06	2,4231	2,7278	1,1528E+04
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.
20	0,0554	0,0014	8,8723E-10	0,0232	0,0009	4,2348E-10
40	0,2994	0,0283	5,6761E-07	0,1454	0,0156	1,1215E-07
60	0,7197	0,1573	2,2344E-04	0,3875	0,0792	1,8690E-05
80	1,2776	0,5168	5,8356E-02	0,7401	0,2434	2,1911E-03
100	1,9456	1,2756	1,0752E+01	1,1916	0,5681	1,9431E-01
115	2,5037	2,2255	4,4014E+02	1,5886	0,9627	5,0609E+00
120	2,7017	2,6330	1,4615E+03	1,7248	1,1180	1,3822E+01
140	3,5272	4,7985	1,5027E+05	2,3196	1,9445	7,4798E+02
160	4,4032	8,0077	1,2709E+07	2,9850	3,1399	3,7225E+04

Konstrukcja: KR3 - współczynniki równoważności osi 100 kN						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.
20	0,0157	0,0010	1,3112E-05	0,0097	0,0008	6,8467E-06
40	0,1081	0,0202	2,7623E-04	0,0676	0,0145	6,2931E-05
60	0,3040	0,1159	4,9085E-03	0,1976	0,0784	4,8003E-04
80	0,6039	0,3932	7,5019E-02	0,4079	0,2532	3,1670E-03
100	1,0000	1,0000	1,0000E+00	0,7052	0,6187	1,9003E-02
115	1,3547	1,7807	6,4338E+00	0,9892	1,0827	6,9963E-02
120	1,4834	2,1208	1,1822E+01	1,0884	1,2695	1,0457E-01
140	2,0483	3,9746	1,2501E+02	1,5509	2,3030	5,2923E-01
160	2,6829	6,8004	1,1988E+03	2,1022	3,8351	2,5330E+00
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.
20	0,0172	0,0010	1,3445E-05	0,0108	0,0008	7,2722E-06
40	0,1267	0,0210	3,0204E-04	0,0785	0,0155	7,3371E-05
60	0,3742	0,1220	5,9178E-03	0,2360	0,0855	6,1539E-04
80	0,7709	0,4195	1,0226E-01	0,5012	0,2825	4,5522E-03
90	1,3146	1,0827	1,5717E+00	0,8816	0,7019	3,0286E-02
100	1,8147	1,9475	1,1401E+01	1,2494	1,2406	1,2090E-01
110	1,9953	2,3262	2,1785E+01	1,3816	1,4620	1,8634E-01
115	2,8067	4,4169	2,7386E+02	1,9953	2,6873	1,0515E+00
120	3,7414	7,6508	3,1486E+03	2,7845	4,6022	6,0507E+00
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.
20	0,0180	0,0010	1,3596E-05	0,0114	0,0008	7,5241E-06
40	0,1375	0,0213	3,1583E-04	0,0850	0,0161	8,0226E-05
60	0,4173	0,1249	6,5069E-03	0,2607	0,0899	7,1349E-04
80	0,8789	0,4335	1,1990E-01	0,5608	0,2988	5,6122E-03
100	1,5265	1,1252	1,9869E+00	0,9989	0,7502	3,9924E-02
115	2,1265	2,0380	1,5369E+01	1,4272	1,3364	1,8806E-01
120	2,3475	2,4391	3,0114E+01	1,5804	1,5772	2,6267E-01
140	3,3416	4,6569	4,1508E+02	2,3020	2,9197	1,5805E+00
160	4,5036	8,1173	5,2767E+03	3,1856	4,9803	9,2479E+00

Konstrukcja: KR6 - współczynniki równoważności osi 100 kN						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.
20	0,0082	0,0009	8,0717E-04	0,0067	0,0007	6,1094E-04
40	0,0701	0,0186	5,2632E-03	0,0561	0,0152	2,6638E-03
60	0,2346	0,1099	3,2114E-02	0,1863	0,0864	1,0370E-02
80	0,5370	0,3830	1,8428E-01	0,4247	0,2913	3,7026E-02
100	1,0000	1,0000	1,0000E+00	0,7953	0,7398	1,2467E-01
115	1,4618	1,8153	3,4240E+00	1,1747	1,3305	3,0285E-01
120	1,6384	2,1721	5,1464E+00	1,3128	1,5728	3,9811E-01
140	2,4600	4,1757	2,5117E+01	1,9865	2,9511	1,2090E+00
160	3,4713	7,3057	1,1723E+02	2,8299	5,0633	3,5505E+00
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.
20	0,0085	0,0009	8,1418E-04	0,0071	0,0008	6,2948E-04
40	0,0747	0,0190	5,4425E-03	0,0604	0,0159	2,8964E-03
60	0,2564	0,1132	3,4531E-02	0,2044	0,0914	1,1957E-02
80	0,6004	0,3979	2,0835E-01	0,4760	0,3123	4,5775E-02
90	1,1422	1,0489	1,1989E+00	0,9040	0,8014	1,6435E-01
100	1,6934	1,9154	4,3287E+00	1,3475	1,4500	4,1862E-01
110	1,9068	2,3002	6,6159E+00	1,5126	1,7244	5,6117E-01
115	2,9118	4,4533	3,5012E+01	2,3132	3,2654	1,8171E+00
120	4,1719	7,8683	1,7769E+02	3,3696	5,7097	5,9835E+00
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.
20	0,0086	0,0009	8,1760E-04	0,0072	0,0008	6,3991E-04
40	0,0770	0,0192	5,5344E-03	0,0627	0,0162	3,0287E-03
60	0,2682	0,1149	3,5707E-02	0,2147	0,0941	1,2965E-02
80	0,6357	0,4063	2,2155E-01	0,5051	0,3235	5,1468E-02
100	1,2227	1,0740	1,3146E+00	0,9680	0,8367	1,9269E-01
115	1,8271	1,9729	4,8806E+00	1,4538	1,5247	5,0895E-01
120	2,0621	2,3664	7,5223E+00	1,6330	1,8098	6,8607E-01
140	3,1795	4,5861	4,1394E+01	2,5153	3,4409	2,3166E+00
160	4,5944	8,1620	2,2029E+02	3,6523	6,0076	7,6707E+00

2.3 Dobór funkcji

Wszystkie funkcje brane pod uwagę zebrano w tablicy 4. Przyjęto następujące oznaczenia:

F_j – współczynnik równoważności obciążenia osi,
 a, b, c, d – współczynniki liczbowe,
 x – obciążenie osi [kN].

Tablica 4. Zestawienie rodzajów funkcji

Nr funkcji	Postać funkcji	Nazwa funkcji
1	$F_j = a \cdot x^b$	potęgowa
2	$\log(F_j) = a \cdot \log^2(x) + b \cdot \log(x) + c$	logarytmiczna drugiego rzędu
3	$F_j = ax^3 + bx^2 + cx + d$	wielomianowa
4	$\log(F_j) = a \cdot \log^3(x) + b \cdot \log^2(x) + c \cdot \log(x) + d$	logarytmiczna trzeciego rzędu

Jak udowodniono [3], funkcja która najlepiej opisuje wyniki analitycznych obliczeń współczynników równoważności obciążeń osi to funkcja logarytmiczna drugiego albo trzeciego rzędu. W Etapie I do obliczeń współczynników równoważności obciążenia osi pojedynczych dla kryterium spękań warstw asfaltowych oraz dla kryterium deformacji podłoża gruntowego wykorzystano funkcję logarytmiczną drugiego rzędu o postaci:

$$\log(F_j) = a \cdot \log^2(x) + b \cdot \log(x) + c \quad (2)$$

Do obliczeń współczynników równoważności obciążenia osi dla kryterium spękań podbudów związanych cementem wykorzystano funkcję logarytmiczną trzeciego rzędu o postaci:

$$\log(F_j) = a \cdot \log^3(x) + b \cdot \log^2(x) + c \cdot \log(x) + d \quad (4)$$

Funkcje te wybrano po porównaniu uzyskanych błędów aproksymacji. W przypadku funkcji nr 2 średni uzyskany błąd względny pomiędzy współczynnikami wyznaczonymi na podstawie metod mechanistycznych a współczynnikami aproksymowanymi na podstawie wzoru funkcji jest mniejszy niż 1%. W przypadku funkcji nr 4, błąd względny dla kryterium spękań warstwy związanej cementem waha się od 0,2% do 3,39%.

Trzeba zaznaczyć, że przyjęto tu taką samą numerację funkcji jak w opracowaniu z pierwszego etapu prac.

Aby funkcje te można było wykorzystać do obliczeń współczynników równoważności obciążeń osi wielokrotnych należało je przetransformować do następujących postaci:

$$\log(F_j) = a \cdot \log^2(x/100) + b \cdot \log(x/100) + c \quad (2')$$

$$\log(F_j) = a \cdot \log^3(x/100) + b \cdot \log^2(x/100) + c \cdot \log(x/100) + d \quad (4')$$

Jak widać powyżej, w mianowniku za każdym razem występuje ta sama wartość, równa 100 kN. Ta wartość to obciążenie standardowej osi równoważnej, jakie obecnie spotkać można w Polsce.

Przy transformacji zmianie uległy współczynniki liczbowe a, b, c, d. Nowe współczynniki pokazano w załączniku do opracowania. Różnią się one od siebie ze względu na:

- o przyjęte kryterium zniszczenia nawierzchni – kryterium spękań warstw asfaltowych, kryterium deformacji podłoża, kryterium spękań podbudowy związanej cementem,
- o ciśnienie w oponie – q = 650 kPa, 850 kPa oraz 1000 kPa,
- o typ opon – opony pojedyncze, opony podwójne,
- o kategorię ruchu – KR1, KR3, KR6.

2.4 Liczba obciążeń odpowiadająca przejściom osi wielokrotnych

Każde przejście osi wielokrotnej należy sklasyfikować jako pojedyncze obciążenie. Analizując dostępne wyniki obliczeń współczynników równoważności obciążeń osi przy użyciu amerykańskiej metody AASHTO (tablica 5) można zauważyć, że istnieje takie obciążenie osi wielokrotnej (podwójnej, potrójnej), dla którego wielkość współczynnika równoważności obciążenia osi równa się jeden. Takie obciążenie osi wielokrotnej równoważne jest obciążeniu pojedynczej osi porównawczej.

Według [4], przy osi standardowej 100 kN współczynnik równoważności obciążenia osi przyjmuje wartość równą 1 dla:

- osi podwójnej dla Q = 184,13 kN,
- osi potrójnej dla Q = 263,36 kN.

Dokładnie to są to wartości określone dla nawierzchni podatnej o podbudowie z kruszywa łamanego, przy liczbie strukturalnej SN = 5,15 (kategoria ruchu KR4) i pt = 2,5.

Tablica 5. Wyniki obliczeń współczynników równoważności obciążenia osi wg wzorów AASHTO dla polskiej konstrukcji nawierzchni z katalogu z 1997 r (podbudowa z kruszywa łamanego, KR4, SN = 5,15, $p_t=2,5$) [4]

Naciski osi [kN]	Typ osi		
	pojedyncza	podwójna	potrójna
	Współczynniki Fj dla obciążenia równoważnej osi standardowej 100 kN		
20	0,0014		
30	0,0069		
40	0,0230		
50	0,0592	0,0045	
60	0,1276	0,0095	0,0022
70	0,2422	0,0180	0,0041
80	0,4168	0,0316	0,0071
90	0,6650	0,0521	0,0114
95	0,8208	0,0655	0,0143
100	1,0000	0,0814	0,0177
105	1,2044	0,1000	0,0217
110	1,4361	0,1217	0,0264
115	1,6971	0,1468	0,0319
120	1,9899	0,1755	0,0381
130	2,6819	0,2452	0,0535
140	3,5375	0,3331	0,0732
150	4,5869	0,4417	0,0980
160	5,8658	0,5733	0,1288
170	7,4152	0,7303	0,1664
175	8,3057	0,8189	0,1879
180	9,2817	0,9147	0,2115
185	10,3498	1,0180	0,2372
190	11,5170	1,1290	0,2652
200	14,1787	1,3755	0,3282
210	17,3299	1,6567	0,4014
220	21,0397	1,9753	0,4857
230		2,3344	0,5819
240		2,7371	0,6909
250		3,1873	0,8134
260		3,6891	0,9503
270		4,2470	1,1023
280		4,8660	1,2703
290		5,5515	1,4551
300		6,3095	1,6576
310		7,1462	1,8786
320		8,0686	2,1192
330			2,3804
340			2,6631
350			2,9687
360			3,2983

Do dalszych analiz wartości te zaokrąglono. Przyjęto, że obciążenie osi podwójnej równoważne obciążeniu osi pojedynczej 100 kN, zarówno dla nawierzchni podatnej jak i półsztywnej wynosi **Q = 184 kN**. Natomiast obciążenie osi potrójnej, równoważne obciążeniu osi pojedynczej 100 kN, zarówno dla nawierzchni podatnej jak i półsztywnej wynosi **Q = 263 kN**. Wartości te przyjęto zarówno dla kategorii ruchu KR1, KR3 jak i KR6.

Dodać można, że wpływ liczby strukturalnej (grubość konstrukcji nawierzchni) na wartość współczynnika równoważności obciążenia osi oczywiście istnieje natomiast jak pokazują analizy [1,4] nie jest on nadmiernie duży.

2.5 Wyniki analizy

Do wyprowadzonych wzorów dwóch funkcji logarytmicznych (2') i (4') w miejsce 100 kN podstawiono obciążenie osi podwójnej, równoważne obciążeniu osi pojedynczej równe $Q = 184$ kN oraz obciążenie osi potrójnej, równoważne obciążeniu osi pojedynczej równe $Q = 263$ kN. Wzory przyjęły następującą postać:

- osie podwójne:
 - o nawierzchnia podatna:

$$\log(F_j) = a \cdot \log^2(x/184) + b \cdot \log(x/184) + c \quad (2'')$$

- o kryterium spękań warstw związanych cementem:

$$\log(F_j) = a \cdot \log^3(x/184) + b \cdot \log^2(x/184) + c \cdot \log(x/184) + d \quad (4'')$$

- osie potrójne:
 - o nawierzchnia podatna:

$$\log(F_j) = a \cdot \log^2(x/263) + b \cdot \log(x/263) + c \quad (2''')$$

- o kryterium spękań warstw związanych cementem:

$$\log(F_j) = a \cdot \log^3(x/263) + b \cdot \log^2(x/263) + c \cdot \log(x/263) + d \quad (4''')$$

gdzie:

F_j – współczynnik równoważności obciążenia osi wielokrotnej,

a, b, c, d – współczynniki liczbowe (załącznik),

x – obciążenie osi [kN].

Jako wynik końcowy do projektowania nawierzchni przygotowano tabelaryczne zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi wielokrotnych: podwójnych (tablice: 9,10,11) i potrójnych (tablice: 12,13,14), aproksymowanych na podstawie przedstawionych funkcji logarytmicznych. W przypadku nawierzchni podatnych wykorzystano funkcję logarytmiczną rzędu drugiego, w przypadku nawierzchni półsztywnych funkcję logarytmiczną rzędu trzeciego. W

skład zestawienia wchodzi współczynniki dla trzech kryteriów zniszczenia nawierzchni: kryterium spękań warstw asfaltowych, kryterium deformacji podłoża, oraz kryterium spękań warstw podbudowy związanej cementem. Rozróżniono je dla kategorii ruchu KR1, KR3, KR6, dla ciśnienia w oponach 650, 850 i 1000 kPa, dla opon pojedynczych oraz bliźniaczych. Ciężar osi był zmienny od 20 kN do 320 kN, ze skokiem co 20 kN dla osi podwójnych oraz od 60 kN do 360 kN, ze skokiem co 20 kN dla osi potrójnych. Przyjęto dodatkowo wartość obciążenia równą 115 kN. Dodatkowo w tablicach: 6,7,8 pokazano współczynniki równoważności obciążenia osi pojedynczych do projektowania nawierzchni, aproksymowane na podstawie funkcji matematycznych, wyznaczone w pierwszym etapie pracy (Etap I, październik 2005, część 2).

Oznaczenia:

$F_{j_{asf}}$ – współczynnik równoważności obciążenia osi ze względu na spękania warstw asfaltowych

$F_{j_{gr}}$ – współczynnik równoważności obciążenia osi ze względu na deformacje strukturalne podłoża

$F_{j_{cem. I}}$ – współczynnik równoważności obciążenia osi ze względu na spękania podbudowy związanej cementem w pierwszym etapie pracy nawierzchni półsztywnej

Tablica 6. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi pojedynczych, określonych w oparciu o wybrane wzory funkcji (KR1).

Konstrukcja: KR1 - współczynniki równoważności osi 100 kN						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.
20	0,0394	0,0013	7,5695E-10	0,0180	0,0008	3,4453E-10
30	0,0994	0,0077	1,7150E-08	0,0500	0,0041	5,0832E-09
40	0,1830	0,0257	3,2604E-07	0,0987	0,0129	6,2453E-08
50	0,2866	0,0643	5,3132E-06	0,1632	0,0306	6,7777E-07
60	0,4066	0,1344	7,5392E-05	0,2423	0,0612	6,6262E-06
70	0,5403	0,2481	9,4495E-04	0,3347	0,1087	5,9045E-05
80	0,6852	0,4190	1,0597E-02	0,4392	0,1773	4,8392E-04
90	0,8394	0,6618	1,0754E-01	0,5545	0,2714	3,6756E-03
100	1,0000	1,0000	1,0000E+00	0,6798	0,3952	2,6045E-02
110	1,1693	1,4252	8,5194E+00	0,8139	0,5530	1,7316E-01
115	1,2553	1,6858	2,4205E+01	0,8840	0,6460	4,3665E-01
120	1,3425	1,9786	6,7555E+01	0,9561	0,7490	1,0857E+00
130	1,5198	2,6693	5,0033E+02	1,1056	0,9874	6,4481E+00
140	1,7005	3,5148	3,4801E+03	1,2616	1,2722	3,6420E+01
150	1,8839	4,5329	2,2843E+04	1,4237	1,6074	1,9632E+02
160	2,0692	5,7417	1,4211E+05	1,5911	1,9968	1,0131E+03
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.
20	0,0493	0,0014	8,4159E-10	0,0212	0,0008	3,9146E-10
30	0,1311	0,0081	2,1632E-08	0,0621	0,0046	6,8859E-09
40	0,2506	0,0277	4,7157E-07	0,1271	0,0146	9,4204E-08
50	0,4036	0,0705	9,0258E-06	0,2160	0,0355	1,1399E-06
60	0,5856	0,1495	1,5338E-04	0,3277	0,0724	1,2599E-05
70	0,7927	0,2802	2,3350E-03	0,4606	0,1308	1,2878E-04
80	1,0214	0,4801	3,2121E-02	0,6133	0,2171	1,2260E-03
90	1,2687	0,7684	4,0252E-01	0,7843	0,3376	1,0928E-02
100	1,5319	1,1661	4,6291E+00	0,9721	0,4989	9,1610E-02
110	1,8088	1,6957	4,9188E+01	1,1754	0,7081	7,2515E-01
115	1,9517	2,0173	1,5595E+02	1,2824	0,8328	1,9991E+00
120	2,0974	2,3810	4,8584E+02	1,3929	0,9721	5,4397E+00
130	2,3960	3,2469	4,4848E+03	1,6235	1,2980	3,8799E+01
140	2,7031	4,3195	3,8879E+04	1,8661	1,6930	2,6392E+02
150	3,0175	5,6258	3,1790E+05	2,1197	2,1643	1,7169E+03
160	3,3379	7,1939	2,4612E+06	2,3834	2,7192	1,0709E+04
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I.
20	0,0555	0,0014	8,8648E-10	0,0231	0,0009	4,2301E-10
30	0,1525	0,0083	2,4425E-08	0,0698	0,0048	7,6003E-09
40	0,2982	0,0287	5,7039E-07	0,1462	0,0158	1,1293E-07
50	0,4885	0,0737	1,1869E-05	0,2524	0,0387	1,5097E-06
60	0,7186	0,1577	2,2232E-04	0,3877	0,0796	1,8497E-05
70	0,9839	0,2980	3,7706E-03	0,5506	0,1451	2,0925E-04
80	1,2801	0,5143	5,8240E-02	0,7395	0,2425	2,1969E-03
90	1,6034	0,8290	8,2416E-01	0,9527	0,3797	2,1506E-02
100	1,9506	1,2667	1,0748E+01	1,1886	0,5648	1,9716E-01
110	2,3186	1,8539	1,2988E+02	1,4454	0,8062	1,6996E+00
115	2,5096	2,2125	4,3947E+02	1,5812	0,9507	4,8825E+00
120	2,7048	2,6192	1,4618E+03	1,7217	1,1126	1,3831E+01
130	3,1070	3,5930	1,5396E+04	2,0160	1,4931	1,0663E+02
140	3,5231	4,8072	1,5241E+05	2,3270	1,9567	7,8133E+02
150	3,9512	6,2953	1,4235E+06	2,6533	2,5126	5,4580E+03
160	4,3898	8,0924	1,2590E+07	2,9940	3,1702	3,6449E+04

Tablica 7. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi pojedynczych, określonych w oparciu o wybrane wzory funkcji (KR3).

Konstrukcja: KR3 - współczynniki równoważności osi 100 kN						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.l.	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.l.
20	0,0157	0,0010	1,3099E-05	0,0097	0,0008	6,8404E-06
30	0,0500	0,0058	6,2782E-05	0,0309	0,0043	2,1788E-05
40	0,1085	0,0204	2,7789E-04	0,0679	0,0146	6,3333E-05
50	0,1930	0,0534	1,1839E-03	0,1230	0,0371	1,7633E-04
60	0,3038	0,1162	4,8763E-03	0,1975	0,0786	4,7524E-04
70	0,4406	0,2233	1,9413E-02	0,2924	0,1474	1,2444E-03
80	0,6026	0,3917	7,4702E-02	0,4082	0,2528	3,1716E-03
90	0,7890	0,6413	2,7799E-01	0,5454	0,4053	7,8801E-03
100	1,0000	1,0000	1,0000E+00	0,7041	0,6165	1,9114E-02
110	1,2305	1,4759	3,4972E+00	0,8845	0,8987	4,5319E-02
115	1,3545	1,7733	6,4618E+00	0,9829	1,0707	6,9219E-02
120	1,4836	2,1134	1,1853E+01	1,0866	1,2654	1,0517E-01
130	1,7567	2,9367	3,9049E+01	1,3103	1,7307	2,3917E-01
140	2,0489	3,9780	1,2522E+02	1,5554	2,3093	5,3360E-01
150	2,3591	5,2719	3,9135E+02	1,8219	3,0170	1,1691E+00
160	2,6863	6,8551	1,1936E+03	2,1094	3,8698	2,5180E+00
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.l.	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.l.
20	0,0172	0,0010	1,3420E-05	0,0108	0,0008	7,2505E-06
30	0,0570	0,0060	6,7053E-05	0,0351	0,0046	2,4681E-05
40	0,1276	0,0211	3,0548E-04	0,0786	0,0156	7,4602E-05
50	0,2327	0,0557	1,3518E-03	0,1448	0,0400	2,1585E-04
60	0,3741	0,1223	5,8464E-03	0,2359	0,0857	6,0731E-04
70	0,5527	0,2368	2,4672E-02	0,3538	0,1624	1,6684E-03
80	0,7685	0,4185	1,0140E-01	0,4999	0,2814	4,4808E-03
90	1,0212	0,6901	4,0538E-01	0,6752	0,4557	1,1775E-02
100	1,3102	1,0775	1,5761E+00	0,8805	0,6996	3,0293E-02
110	1,6347	1,6100	5,9605E+00	1,1166	1,0290	7,6360E-02
115	1,8099	1,9407	1,1474E+01	1,2463	1,2311	1,2034E-01
120	1,9937	2,3201	2,1938E+01	1,3838	1,4612	1,8873E-01
130	2,3863	3,2436	7,8646E+01	1,6825	2,0147	4,5774E-01
140	2,8114	4,4194	2,7484E+02	2,0129	2,7093	1,0903E+00
150	3,2680	5,8897	9,3724E+02	2,3753	3,5661	2,5524E+00
160	3,7549	7,6999	3,1216E+03	2,7697	4,6072	5,8770E+00

Tablica 8. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi pojedynczych, określonych w oparciu o wybrane wzory funkcji (KR6).

Konstrukcja: KR6 - współczynniki równoważności osi 100 kN						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.l.	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.l.
20	0,0082	0,0009	8,0591E-04	0,0067	0,0007	6,1042E-04
30	0,0294	0,0053	2,1361E-03	0,0237	0,0044	1,3196E-03
40	0,0709	0,0187	5,3135E-03	0,0565	0,0153	2,6785E-03
50	0,1380	0,0498	1,3047E-02	0,1095	0,0399	5,2990E-03
60	0,2351	0,1101	3,1789E-02	0,1864	0,0866	1,0293E-02
70	0,3662	0,2147	7,6723E-02	0,2904	0,1661	1,9668E-02
80	0,5346	0,3820	1,8305E-01	0,4244	0,2910	3,6995E-02
90	0,7430	0,6339	4,3107E-01	0,5912	0,4761	6,8542E-02
100	1,0000	1,0000	1,0000E+00	0,7930	0,7382	1,2515E-01
110	1,2898	1,4967	2,2916E+00	1,0319	1,0957	2,2534E-01
115	1,4552	1,8093	3,4483E+00	1,1660	1,3167	3,0084E-01
120	1,6323	2,1690	5,1702E+00	1,3100	1,5695	4,0033E-01
130	2,0232	3,0489	1,1498E+01	1,6291	2,1818	7,0220E-01
140	2,4640	4,1759	2,5212E+01	1,9906	2,9571	1,2168E+00
150	2,9559	5,5934	5,4525E+01	2,3962	3,9213	2,0843E+00
160	3,5002	7,3482	1,1635E+02	2,8472	5,1024	3,5311E+00
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.l.	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.l.
20	0,0084	0,0009	8,1238E-04	0,0070	0,0008	6,2811E-04
30	0,0309	0,0053	2,1971E-03	0,0251	0,0045	1,4109E-03
40	0,0755	0,0191	5,5166E-03	0,0607	0,0159	2,9317E-03
50	0,1489	0,0510	1,3721E-02	0,1189	0,0418	5,9379E-03
60	0,2570	0,1133	3,4045E-02	0,2045	0,0914	1,1842E-02
70	0,4052	0,2222	8,4095E-02	0,3218	0,1767	2,3304E-02
80	0,5982	0,3973	2,0618E-01	0,4747	0,3117	4,5263E-02
90	0,8403	0,6625	5,0062E-01	0,6669	0,5134	8,6779E-02
100	1,1355	1,0454	1,2018E+00	0,9017	0,8009	1,6424E-01
110	1,4875	1,5781	2,8498E+00	1,1824	1,1960	3,0695E-01
115	1,6858	1,9116	4,3675E+00	1,3408	1,4414	4,1768E-01
120	1,8995	2,2965	6,6715E+00	1,5118	1,7229	5,6662E-01
130	2,3747	3,2409	1,5415E+01	1,8928	2,4081	1,0335E+00
140	2,9158	4,4561	3,5153E+01	2,3279	3,2808	1,8634E+00
150	3,5255	5,9909	7,9128E+01	2,8197	4,3725	3,3226E+00
160	4,2062	7,8986	1,7585E+02	3,3704	5,7170	5,8612E+00
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.l.	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.l.
20	0,0086	0,0009	8,1560E-04	0,0072	0,0008	6,3916E-04
30	0,0316	0,0054	2,2273E-03	0,0259	0,0046	1,4423E-03
40	0,0778	0,0193	5,6162E-03	0,0631	0,0163	3,0502E-03
50	0,1546	0,0516	1,4055E-02	0,1244	0,0429	6,3104E-03
60	0,2688	0,1151	3,5195E-02	0,2152	0,0943	1,2863E-02
70	0,4264	0,2262	8,7969E-02	0,3403	0,1827	2,5862E-02
80	0,6334	0,4054	2,1873E-01	0,5042	0,3234	5,1280E-02
90	0,8949	0,6775	5,3955E-01	0,7112	0,5341	1,0028E-01
100	1,2159	1,0714	1,3178E+00	0,9652	0,8354	1,9339E-01
110	1,6011	1,6205	3,1827E+00	1,2700	1,2506	3,6796E-01
115	1,8191	1,9650	4,9243E+00	1,4426	1,5089	5,0503E-01
120	2,0547	2,3628	7,5956E+00	1,6291	1,8057	6,9092E-01
130	2,5808	3,3407	1,7904E+01	2,0459	2,5295	1,2809E+00
140	3,1833	4,6013	4,1676E+01	2,5234	3,4536	2,3456E+00
150	3,8657	6,1965	9,5798E+01	3,0647	4,6120	4,2449E+00
160	4,6313	8,1829	2,1748E+02	3,6728	6,0418	7,5955E+00

Tablica 9. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi podwójnych, określonych w oparciu o wybrane wzory funkcji (KR1).

Konstrukcja: KR1 - współczynniki równoważności obc. osi podwójnej						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności obciążenia osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0086	0,0001	3,3787E-11	0,0034	0,0001	1,8343E-11
40	0,0480	0,0019	1,3215E-09	0,0224	0,0011	5,6124E-10
60	0,1191	0,0109	3,7565E-08	0,0611	0,0057	9,9160E-09
80	0,2170	0,0363	8,7517E-07	0,1194	0,0178	1,4497E-07
100	0,3369	0,0902	1,7109E-05	0,1959	0,0421	1,8486E-06
115	0,4389	0,1582	1,4344E-04	0,2642	0,0713	1,1544E-05
120	0,4748	0,1874	2,8615E-04	0,2889	0,0836	2,0972E-05
140	0,6273	0,3444	4,1671E-03	0,3969	0,1477	2,1448E-04
160	0,7916	0,5794	5,3656E-02	0,5183	0,2398	1,9982E-03
180	0,9654	0,9118	6,1894E-01	0,6517	0,3655	1,7111E-02
200	1,1470	1,3622	6,4683E+00	0,7959	0,5303	1,3571E-01
220	1,3349	1,9519	6,1830E+01	0,9498	0,7396	1,0036E+00
240	1,5276	2,7027	5,4504E+02	1,1122	0,9988	6,9593E+00
260	1,7243	3,6374	4,4623E+03	1,2825	1,3130	4,5487E+01
280	1,9240	4,7788	3,4140E+04	1,4596	1,6873	2,8148E+02
300	2,1259	6,1503	2,4538E+05	1,6430	2,1267	1,6557E+03
320	2,3295	7,7753	1,6648E+06	1,8320	2,6361	9,2895E+03
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0098	0,0001	2,9111E-11	0,0037	0,0001	1,1549E-11
40	0,0607	0,0020	1,5047E-09	0,0266	0,0012	6,6637E-10
60	0,1588	0,0116	4,8992E-08	0,0767	0,0064	1,3839E-08
80	0,3003	0,0393	1,3352E-06	0,1554	0,0204	2,2683E-07
100	0,4794	0,0995	3,1369E-05	0,2618	0,0493	3,2732E-06
115	0,6352	0,1767	3,0600E-04	0,3589	0,0847	2,2686E-05
120	0,6908	0,2102	6,4336E-04	0,3944	0,0998	4,2762E-05
140	0,9295	0,3925	1,1649E-02	0,5513	0,1796	5,1177E-04
160	1,1916	0,6701	1,8823E-01	0,7304	0,2969	5,6534E-03
180	1,4734	1,0692	2,7411E+00	0,9299	0,4600	5,7994E-02
200	1,7719	1,6183	3,6294E+01	1,1480	0,6779	5,5538E-01
220	2,0846	2,3476	4,4043E+02	1,3832	0,9594	4,9887E+00
240	2,4091	3,2890	4,9326E+03	1,6338	1,3137	4,2212E+01
260	2,7437	4,4760	5,1304E+04	1,8986	1,7500	3,3778E+02
280	3,0867	5,9435	4,9828E+05	2,1762	2,2776	2,5651E+03
300	3,4365	7,7274	4,5414E+06	2,4656	2,9058	1,8545E+04
320	3,7921	9,8650	3,9012E+07	2,7657	3,6439	1,2803E+05
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0105	0,0001	2,5317E-11	0,0038	0,0001	1,5267E-11
40	0,0688	0,0020	1,6084E-09	0,0292	0,0012	7,1633E-10
60	0,1860	0,0120	5,6253E-08	0,0869	0,0068	1,5559E-08
80	0,3596	0,0409	1,6598E-06	0,1797	0,0221	2,8126E-07
100	0,5839	0,1045	4,2971E-05	0,3077	0,0539	4,5338E-06
115	0,7818	0,1868	4,5529E-04	0,4259	0,0934	3,4170E-05
120	0,8529	0,2227	9,8548E-04	0,4693	0,1102	6,6216E-05
140	1,1607	0,4192	2,0170E-02	0,6626	0,2001	8,8299E-04
160	1,5024	0,7214	3,7123E-01	0,8854	0,3333	1,0818E-02
180	1,8733	1,1598	6,1909E+00	1,1355	0,5200	1,2245E-01
200	2,2695	1,7679	9,4226E+01	1,4108	0,7712	1,2876E+00
220	2,6877	2,5819	1,3176E+03	1,7093	1,0978	1,2641E+01
240	3,1248	3,6405	1,7031E+04	2,0292	1,5115	1,1640E+02
260	3,5783	4,9850	2,0463E+05	2,3687	2,0238	1,0095E+03
280	4,0457	6,6584	2,2967E+06	2,7262	2,6466	8,2781E+03
300	4,5252	8,7061	2,4190E+07	3,1003	3,3919	6,4411E+04
320	5,0149	11,1752	2,4006E+08	3,4896	4,2717	4,7705E+05

Tablica 10. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi podwójnych, określonych w oparciu o wybrane wzory funkcji (KR3).

Konstrukcja: KR3 - współczynniki równoważności obc. osi podwójnej						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności obciążenia osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0024	0,0001	2,1343E-06	0,0016	0,0000	1,6606E-06
40	0,0200	0,0014	1,7407E-05	0,0124	0,0011	8,4732E-06
60	0,0628	0,0084	9,2971E-05	0,0389	0,0062	2,8940E-05
80	0,1349	0,0293	4,6186E-04	0,0850	0,0207	9,0796E-05
100	0,2380	0,0763	2,2000E-03	0,1530	0,0524	2,7236E-04
115	0,3356	0,1382	6,9101E-03	0,2193	0,0929	6,0612E-04
120	0,3720	0,1656	1,0069E-02	0,2444	0,1105	7,8800E-04
140	0,5362	0,3173	4,4266E-02	0,3604	0,2065	2,2061E-03
160	0,7297	0,5555	1,8701E-01	0,5014	0,3532	5,9892E-03
180	0,9511	0,9076	7,6001E-01	0,6678	0,5649	1,5796E-02
200	1,1991	1,4048	2,9760E+00	0,8598	0,8574	4,0543E-02
220	1,4722	2,0820	1,1247E+01	1,0774	1,2476	1,0144E-01
240	1,7690	2,9772	4,1101E+01	1,3205	1,7534	2,4776E-01
260	2,0884	4,1317	1,4549E+02	1,5890	2,3940	5,9168E-01
280	2,4288	5,5902	4,9972E+02	1,8826	3,1895	1,3833E+00
300	2,7891	7,4002	1,6682E+03	2,2011	4,1608	3,1699E+00
320	3,1682	9,6126	5,4204E+03	2,5442	5,3297	7,1285E+00
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0025	0,0001	1,8129E-06	0,0017	0,0001	1,4079E-06
40	0,0221	0,0014	1,8034E-05	0,0138	0,0011	9,1328E-06
60	0,0722	0,0086	1,0001E-04	0,0444	0,0065	3,3145E-05
80	0,1601	0,0304	5,1380E-04	0,0989	0,0222	1,0835E-04
100	0,2897	0,0798	2,5625E-03	0,1812	0,0567	3,3948E-04
115	0,4153	0,1457	8,3996E-03	0,2628	0,1016	7,8356E-04
120	0,4626	0,1749	1,2432E-02	0,2940	0,1212	1,0319E-03
140	0,6796	0,3380	5,8512E-02	0,4393	0,2290	3,0522E-03
160	0,9404	0,5965	2,6667E-01	0,6187	0,3960	8,7949E-03
180	1,2443	0,9821	1,1760E+00	0,8333	0,6399	2,4711E-02
200	1,5903	1,5312	5,0189E+00	1,0840	0,9806	6,7762E-02
220	1,9774	2,2851	2,0741E+01	1,3715	1,4400	1,8152E-01
240	2,4041	3,2891	8,3086E+01	1,6962	2,0418	4,7552E-01
260	2,8692	4,5935	3,2298E+02	2,0584	2,8114	1,2194E+00
280	3,3713	6,2527	1,2198E+03	2,4583	3,7759	3,0640E+00
300	3,9089	8,3256	4,4817E+03	2,8961	4,9641	7,5513E+00
320	4,4809	10,8753	1,6037E+04	3,3718	6,4064	1,8270E+01
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0025	0,0001	1,6340E-06	0,0017	0,0001	1,5187E-06
40	0,0232	0,0014	1,8347E-05	0,0146	0,0012	9,4676E-06
60	0,0776	0,0087	1,0382E-04	0,0479	0,0067	3,5141E-05
80	0,1750	0,0309	5,4214E-04	0,1080	0,0231	1,1901E-04
100	0,3211	0,0816	2,7666E-03	0,1997	0,0594	3,8733E-04
115	0,4648	0,1494	9,2691E-03	0,2913	0,1069	9,1980E-04
120	0,5194	0,1795	1,3830E-02	0,3265	0,1277	1,2227E-03
140	0,7715	0,3485	6,7469E-02	0,4911	0,2426	3,7513E-03
160	1,0782	0,6176	3,2017E-01	0,6957	0,4213	1,1195E-02
180	1,4396	1,0210	1,4753E+00	0,9418	0,6835	3,2523E-02
200	1,8554	1,5982	6,5966E+00	1,2308	1,0515	9,2070E-02
220	2,3247	2,3940	2,8620E+01	1,5636	1,5494	2,5425E-01
240	2,8467	3,4585	1,2055E+02	1,9410	2,2040	6,8568E-01
260	3,4203	4,8468	4,9332E+02	2,3636	3,0439	1,8079E+00
280	4,0443	6,6196	1,9631E+03	2,8318	4,0999	4,6654E+00
300	4,7174	8,8426	7,6043E+03	3,3460	5,4047	1,1796E+01
320	5,4384	11,5866	2,8702E+04	3,9064	6,9928	2,9250E+01

Tablica 11. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi podwójnych, określonych w oparciu o wybrane wzory funkcji (KR6).

Konstrukcja: KR6 - współczynniki równoważności obc. osi podwójnej						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności obciążenia osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0011	0,0001	2,2111E-04	0,0009	0,0000	2,2978E-04
40	0,0107	0,0013	9,6603E-04	0,0087	0,0011	7,0447E-04
60	0,0381	0,0076	2,7158E-03	0,0305	0,0063	1,5928E-03
80	0,0911	0,0270	7,2690E-03	0,0725	0,0219	3,4038E-03
100	0,1763	0,0716	1,9236E-02	0,1398	0,0569	7,0871E-03
115	0,2646	0,1314	3,9660E-02	0,2097	0,1029	1,2120E-02
120	0,2991	0,1580	5,0407E-02	0,2370	0,1232	1,4459E-02
140	0,4641	0,3077	1,3045E-01	0,3682	0,2358	2,8945E-02
160	0,6752	0,5468	3,3263E-01	0,5368	0,4125	5,6902E-02
180	0,9357	0,9064	8,3454E-01	0,7460	0,6737	1,0993E-01
200	1,2487	1,4224	2,0586E+00	0,9986	1,0430	2,0886E-01
220	1,6165	2,1357	4,9920E+00	1,2971	1,5462	3,9056E-01
240	2,0413	3,0924	1,1901E+01	1,6439	2,2120	7,1937E-01
260	2,5252	4,3434	2,7902E+01	2,0410	3,0715	1,3062E+00
280	3,0697	5,9445	6,4363E+01	2,4903	4,1586	2,3395E+00
300	3,6764	7,9568	1,4615E+02	2,9937	5,5094	4,1368E+00
320	4,3465	10,4462	3,2685E+02	3,5527	7,1623	7,2259E+00
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0011	0,0001	1,9959E-04	0,0010	0,0000	2,0810E-04
40	0,0111	0,0013	9,7975E-04	0,0092	0,0011	7,3184E-04
60	0,0401	0,0077	2,8002E-03	0,0325	0,0065	1,7141E-03
80	0,0974	0,0275	7,5761E-03	0,0781	0,0229	3,7551E-03
100	0,1913	0,0734	2,0377E-02	0,1525	0,0598	8,0299E-03
115	0,2901	0,1354	4,2704E-02	0,2307	0,1089	1,4043E-02
120	0,3290	0,1630	5,4610E-02	0,2615	0,1306	1,6886E-02
140	0,5170	0,3193	1,4531E-01	0,4104	0,2519	3,4961E-02
160	0,7612	0,5706	3,8261E-01	0,6040	0,4439	7,1279E-02
180	1,0667	0,9510	9,9449E-01	0,8469	0,7300	1,4312E-01
200	1,4383	1,5003	2,5481E+00	1,1431	1,1375	2,8310E-01
220	1,8803	2,2641	6,4310E+00	1,4964	1,6969	5,5183E-01
240	2,3968	3,2942	1,5982E+01	1,9106	2,4419	1,0605E+00
260	2,9914	4,6484	3,9106E+01	2,3888	3,4101	2,0106E+00
280	3,6673	6,3907	9,4231E+01	2,9343	4,6420	3,7621E+00
300	4,4279	8,5912	2,2367E+02	3,5501	6,1818	6,9517E+00
320	5,2757	11,3266	5,2319E+02	4,2388	8,0767	1,2692E+01
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0011	0,0001	1,8924E-04	0,0010	0,0001	2,2118E-04
40	0,0113	0,0013	9,8665E-04	0,0094	0,0011	7,4390E-04
60	0,0411	0,0078	2,8419E-03	0,0336	0,0067	1,7591E-03
80	0,1007	0,0279	7,7271E-03	0,0814	0,0234	3,9352E-03
100	0,1993	0,0745	2,0949E-02	0,1600	0,0615	8,6154E-03
115	0,3039	0,1377	4,4267E-02	0,2431	0,1123	1,5337E-02
120	0,3452	0,1659	5,6787E-02	0,2759	0,1349	1,8550E-02
140	0,5462	0,3257	1,5328E-01	0,4352	0,2610	3,9295E-02
160	0,8092	0,5832	4,1031E-01	0,6434	0,4614	8,1883E-02
180	1,1408	0,9738	1,0863E+00	0,9058	0,7611	1,6786E-01
200	1,5471	1,5388	2,8388E+00	1,2273	1,1891	3,3860E-01
220	2,0335	2,3260	7,3156E+00	1,6123	1,7783	6,7243E-01
240	2,6054	3,3892	1,8579E+01	2,0653	2,5653	1,3154E+00
260	3,2677	4,7892	4,6488E+01	2,5903	3,5906	2,5360E+00
280	4,0249	6,5930	1,1461E+02	3,1912	4,8984	4,8219E+00
300	4,8814	8,8744	2,7844E+02	3,8715	6,5368	9,0472E+00
320	5,8413	11,7140	6,6679E+02	4,6347	8,5576	1,6761E+01

Tablica 12. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi potrójnych, określonych w oparciu o wybrane wzory funkcji (KR1).

Konstrukcja: KR1 - współczynniki równoważności obc. osi potrójnej						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności obciążenia osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0537	0,0024	1,8583E-09	0,0253	0,0013	7,5475E-10
80	0,1024	0,0081	1,9463E-08	0,0517	0,0043	5,6622E-09
100	0,1648	0,0208	1,8447E-07	0,0878	0,0105	3,8443E-08
115	0,2195	0,0372	9,3835E-07	0,1209	0,0182	1,5386E-07
120	0,2391	0,0443	1,5964E-06	0,1331	0,0215	2,4223E-07
140	0,3237	0,0830	1,2704E-05	0,1872	0,0389	1,4315E-06
160	0,4173	0,1420	9,3575E-05	0,2495	0,0644	7,9838E-06
180	0,5186	0,2269	6,4200E-04	0,3195	0,1000	4,2226E-05
200	0,6267	0,3437	4,1259E-03	0,3965	0,1474	2,1263E-04
220	0,7405	0,4985	2,4966E-02	0,4801	0,2085	1,0230E-03
240	0,8593	0,6981	1,4289E-01	0,5697	0,2852	4,7166E-03
260	0,9824	0,9492	7,7678E-01	0,6650	0,3794	2,0901E-02
280	1,1092	1,2591	4,0255E+00	0,7655	0,4930	8,9236E-02
300	1,2392	1,6349	1,9953E+01	0,8708	0,6279	3,6793E-01
320	1,3719	2,0842	9,4872E+01	0,9806	0,7858	1,4681E+00
340	1,5069	2,6145	4,3388E+02	1,0946	0,9687	5,6792E+00
360	1,6439	3,2335	1,9132E+03	1,2123	1,1782	2,1338E+01
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0683	0,0025	2,1454E-09	0,0303	0,0015	9,1699E-10
80	0,1354	0,0086	2,4678E-08	0,0643	0,0048	7,7084E-09
100	0,2242	0,0223	2,5918E-07	0,1124	0,0119	5,6811E-08
115	0,3040	0,0403	1,4372E-06	0,1575	0,0209	2,4138E-07
120	0,3329	0,0481	2,5208E-06	0,1743	0,0248	3,8791E-07
140	0,4594	0,0914	2,2833E-05	0,2497	0,0454	2,5007E-06
160	0,6020	0,1583	1,9340E-04	0,3380	0,0763	1,5347E-05
180	0,7589	0,2558	1,5379E-03	0,4385	0,1201	9,0069E-05
200	0,9286	0,3916	1,1524E-02	0,5506	0,1793	5,0704E-04
220	1,1097	0,5740	8,1676E-02	0,6737	0,2567	2,7447E-03
240	1,3009	0,8118	5,4936E-01	0,8069	0,3554	1,4316E-02
260	1,5011	1,1145	3,5180E+00	0,9498	0,4782	7,2095E-02
280	1,7094	1,4919	2,1512E+01	1,1018	0,6282	3,5112E-01
300	1,9249	1,9543	1,2595E+02	1,2622	0,8085	1,6566E+00
320	2,1467	2,5126	7,0789E+02	1,4306	1,0221	7,5825E+00
340	2,3741	3,1777	3,8278E+03	1,6064	1,2722	3,3720E+01
360	2,6065	3,9612	1,9956E+04	1,7892	1,5620	1,4588E+02
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0777	0,0025	2,3119E-09	0,0334	0,0015	9,8505E-10
80	0,1577	0,0089	2,7939E-08	0,0724	0,0051	8,5315E-09
100	0,2658	0,0231	3,0891E-07	0,1287	0,0128	6,6864E-08
115	0,3642	0,0419	1,7902E-06	0,1823	0,0226	3,0003E-07
120	0,4001	0,0502	3,1900E-06	0,2023	0,0268	4,9141E-07
140	0,5588	0,0958	3,0944E-05	0,2930	0,0496	3,4242E-06
160	0,7395	0,1671	2,8278E-04	0,4003	0,0840	2,2727E-05
180	0,9404	0,2717	2,4405E-03	0,5234	0,1330	1,4408E-04
200	1,1595	0,4183	1,9944E-02	0,6618	0,1997	8,7448E-04
220	1,3951	0,6165	1,5472E-01	0,8146	0,2876	5,0918E-03
240	1,6458	0,8767	1,1425E+00	0,9811	0,4001	2,8499E-02
260	1,9099	1,2097	8,0503E+00	1,1606	0,5410	1,5361E-01
280	2,1863	1,6274	5,4261E+01	1,3523	0,7138	7,9888E-01
300	2,4737	2,1421	3,5065E+02	1,5555	0,9225	4,0153E+00
320	2,7711	2,7668	2,1772E+03	1,7697	1,1709	1,9537E+01
340	3,0775	3,5150	1,3016E+04	1,9942	1,4630	9,2163E+01
360	3,3920	4,4008	7,5055E+04	2,2283	1,8027	4,2212E+02

Tablica 13. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi potrójnych, określonych w oparciu o wybrane wzory funkcji (KR3).

Konstrukcja: KR3 - współczynniki równoważności obc. osi potrójnej						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności obciążenia osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0230	0,0017	2,0677E-05	0,0142	0,0013	9,6364E-06
80	0,0519	0,0062	6,6879E-05	0,0321	0,0046	2,2810E-05
100	0,0949	0,0164	2,0778E-04	0,0592	0,0118	5,1494E-05
115	0,1369	0,0300	4,7881E-04	0,0863	0,0212	9,3142E-05
120	0,1528	0,0360	6,3084E-04	0,0966	0,0254	1,1318E-04
140	0,2260	0,0698	1,8777E-03	0,1449	0,0481	2,4374E-04
160	0,3143	0,1233	5,4809E-03	0,2047	0,0832	5,1564E-04
180	0,4176	0,2031	1,5687E-02	0,2762	0,1345	1,0729E-03
200	0,5356	0,3166	4,4021E-02	0,3599	0,2061	2,1976E-03
220	0,6679	0,4723	1,2115E-01	0,4558	0,3024	4,4340E-03
240	0,8140	0,6794	3,2707E-01	0,5641	0,4283	8,8182E-03
260	0,9736	0,9481	8,6667E-01	0,6849	0,5890	1,7296E-02
280	1,1461	1,2892	2,2552E+00	0,8183	0,7900	3,3481E-02
300	1,3310	1,7148	5,7666E+00	0,9641	1,0370	6,3992E-02
320	1,5279	2,2373	1,4498E+01	1,1225	1,3360	1,2084E-01
340	1,7364	2,8703	3,5860E+01	1,2934	1,6935	2,2554E-01
360	1,9558	3,6279	8,7318E+01	1,4767	2,1158	4,1632E-01
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0256	0,0018	2,1541E-05	0,0159	0,0014	1,0478E-05
80	0,0593	0,0064	7,1511E-05	0,0365	0,0048	2,5887E-05
100	0,1110	0,0169	2,2700E-04	0,0683	0,0126	6,0212E-05
115	0,1626	0,0311	5,3315E-04	0,1005	0,0227	1,1126E-04
120	0,1824	0,0374	7,0745E-04	0,1129	0,0272	1,3617E-04
140	0,2744	0,0730	2,1755E-03	0,1714	0,0520	3,0237E-04
160	0,3876	0,1298	6,6012E-03	0,2447	0,0908	6,6147E-04
180	0,5224	0,2150	1,9745E-02	0,3336	0,1480	1,4273E-03
200	0,6787	0,3373	5,8172E-02	0,4387	0,2285	3,0398E-03
220	0,8564	0,5060	1,6870E-01	0,5604	0,3379	6,3915E-03
240	1,0554	0,7318	4,8142E-01	0,6993	0,4822	1,3272E-02
260	1,2754	1,0266	1,3519E+00	0,8556	0,6678	2,7226E-02
280	1,5159	1,4032	3,7357E+00	1,0296	0,9017	5,5192E-02
300	1,7766	1,8755	1,0161E+01	1,2215	1,1914	1,1060E-01
320	2,0571	2,4587	2,7212E+01	1,4316	1,5448	2,1917E-01
340	2,3568	3,1689	7,1778E+01	1,6598	1,9702	4,2963E-01
360	2,6754	4,0232	1,8656E+02	1,9065	2,4763	8,3339E-01
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0269	0,0018	2,1987E-05	0,0169	0,0014	1,0872E-05
80	0,0634	0,0064	7,4022E-05	0,0392	0,0050	2,7277E-05
100	0,1203	0,0172	2,3742E-04	0,0741	0,0130	6,4926E-05
115	0,1777	0,0316	5,6279E-04	0,1097	0,0237	1,2230E-04
120	0,1999	0,0381	7,4941E-04	0,1235	0,0284	1,5068E-04
140	0,3038	0,0745	2,3424E-03	0,1887	0,0545	3,4364E-04
160	0,4331	0,1329	7,2499E-03	0,2710	0,0955	7,7202E-04
180	0,5885	0,2210	2,2189E-02	0,3713	0,1562	1,7100E-03
200	0,7704	0,3477	6,7067E-02	0,4904	0,2420	3,7355E-03
220	0,9791	0,5232	1,9998E-01	0,6291	0,3590	8,0506E-03
240	1,2146	0,7590	5,8791E-01	0,7880	0,5138	1,7122E-02
260	1,4768	1,0677	1,7033E+00	0,9674	0,7136	3,5944E-02
280	1,7656	1,4634	4,8623E+00	1,1679	0,9661	7,4511E-02
300	2,0807	1,9612	1,3677E+01	1,3898	1,2797	1,5258E-01
320	2,4219	2,5778	3,7912E+01	1,6333	1,6632	3,0875E-01
340	2,7887	3,3307	1,0358E+02	1,8987	2,1260	6,1763E-01
360	3,1808	4,2391	2,7903E+02	2,1862	2,6779	1,2219E+00

Tablica 14. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi potrójnych, określonych w oparciu o wybrane wzory funkcji (KR6).

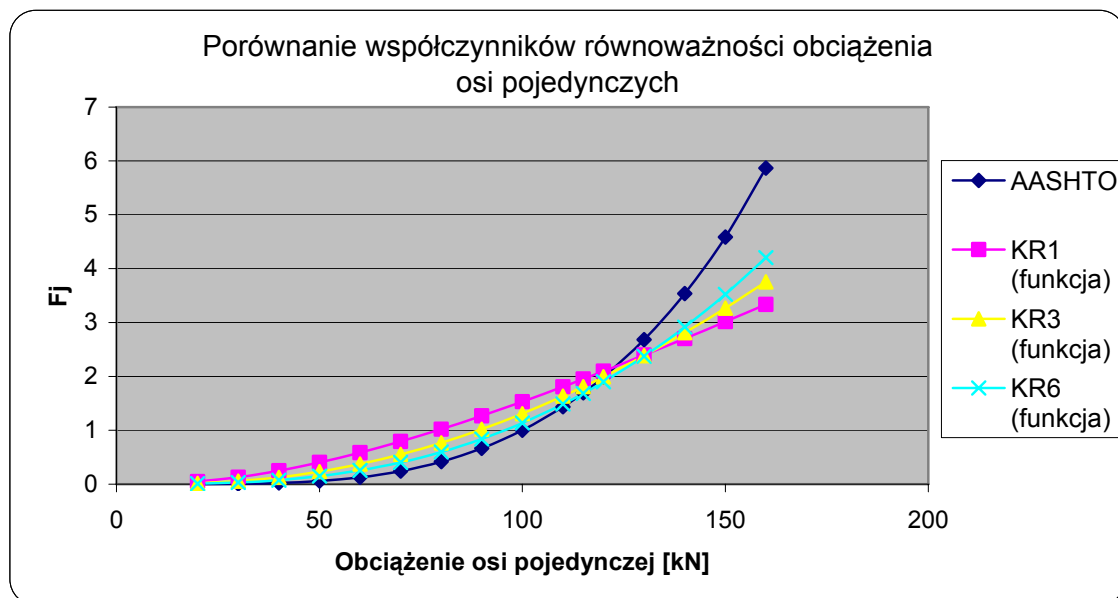
Konstrukcja: KR6 - współczynniki równoważności obc. osi potrójnej						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności obciążenia osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0125	0,0016	1,0765E-03	0,0102	0,0013	7,6761E-04
80	0,0307	0,0056	2,2204E-03	0,0247	0,0047	1,3603E-03
100	0,0608	0,0150	4,4441E-03	0,0486	0,0123	2,3344E-03
115	0,0927	0,0277	7,4329E-03	0,0737	0,0225	3,4621E-03
120	0,1052	0,0334	8,8174E-03	0,0836	0,0270	3,9419E-03
140	0,1659	0,0654	1,7414E-02	0,1316	0,0521	6,5796E-03
160	0,2448	0,1169	3,4233E-02	0,1940	0,0918	1,0873E-02
180	0,3434	0,1947	6,6924E-02	0,2722	0,1510	1,7798E-02
200	0,4634	0,3070	1,2998E-01	0,3677	0,2353	2,8869E-02
220	0,6059	0,4629	2,5063E-01	0,4814	0,3508	4,6414E-02
240	0,7721	0,6727	4,7951E-01	0,6145	0,5044	7,3979E-02
260	0,9632	0,9481	9,0999E-01	0,7681	0,7038	1,1693E-01
280	1,1800	1,3017	1,7127E+00	0,9431	0,9571	1,8331E-01
300	1,4235	1,7476	3,1964E+00	1,1403	1,2732	2,8514E-01
320	1,6943	2,3007	5,9158E+00	1,3605	1,6616	4,4018E-01
340	1,9933	2,9775	1,0858E+01	1,6046	2,1324	6,7455E-01
360	2,3211	3,7955	1,9767E+01	1,8732	2,6963	1,0264E+00
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0129	0,0016	1,0950E-03	0,0107	0,0014	8,0145E-04
80	0,0322	0,0057	2,2847E-03	0,0262	0,0048	1,4560E-03
100	0,0646	0,0152	4,6048E-03	0,0520	0,0128	2,5437E-03
115	0,0991	0,0282	7,7493E-03	0,0795	0,0234	3,8216E-03
120	0,1128	0,0341	9,2148E-03	0,0903	0,0282	4,3706E-03
140	0,1798	0,0670	1,8411E-02	0,1434	0,0547	7,4332E-03
160	0,2678	0,1203	3,6728E-02	0,2131	0,0970	1,2538E-02
180	0,3793	0,2013	7,3068E-02	0,3013	0,1605	2,0987E-02
200	0,5162	0,3186	1,4478E-01	0,4097	0,2513	3,4865E-02
220	0,6806	0,4822	2,8537E-01	0,5401	0,3767	5,7486E-02
240	0,8744	0,7035	5,5913E-01	0,6939	0,5443	9,4074E-02
260	1,0991	0,9953	1,0882E+00	0,8727	0,7631	1,5281E-01
280	1,3563	1,3716	2,1031E+00	1,0777	1,0425	2,4640E-01
300	1,6477	1,8479	4,0345E+00	1,3104	1,3930	3,9446E-01
320	1,9745	2,4413	7,6819E+00	1,5719	1,8257	6,2704E-01
340	2,3382	3,1702	1,4516E+01	1,8635	2,3527	9,8993E-01
360	2,7398	4,0544	2,7223E+01	2,1863	2,9868	1,5524E+00
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0132	0,0016	1,1043E-03	0,0109	0,0014	8,1453E-04
80	0,0330	0,0057	2,3166E-03	0,0271	0,0049	1,4892E-03
100	0,0665	0,0154	4,6837E-03	0,0540	0,0131	2,6362E-03
115	0,1025	0,0286	7,9048E-03	0,0828	0,0240	4,0070E-03
120	0,1168	0,0345	9,4106E-03	0,0943	0,0289	4,6011E-03
140	0,1871	0,0680	1,8909E-02	0,1503	0,0563	7,9557E-03
160	0,2802	0,1223	3,8003E-02	0,2243	0,1000	1,3644E-02
180	0,3988	0,2050	7,6282E-02	0,3184	0,1659	2,3215E-02
200	0,5453	0,3249	1,5270E-01	0,4345	0,2604	3,9184E-02
220	0,7222	0,4925	3,0444E-01	0,5746	0,3912	6,5608E-02
240	0,9318	0,7196	6,0387E-01	0,7404	0,5665	1,0897E-01
260	1,1762	1,0193	1,1908E+00	0,9337	0,7957	1,7956E-01
280	1,4573	1,4063	2,3333E+00	1,1562	1,0892	2,9355E-01
300	1,7772	1,8969	4,5408E+00	1,4094	1,4580	4,7622E-01
320	2,1376	2,5088	8,7749E+00	1,6947	1,9142	7,6676E-01
340	2,5403	3,2611	1,6836E+01	2,0138	2,4709	1,2255E+00
360	2,9870	4,1749	3,2067E+01	2,3678	3,1420	1,9449E+00

2.6 Porównanie współczynników równoważności obciążenia osi

Porównano współczynniki równoważności obciążenia osi pojedynczej, obliczone według metody AASHTO, ze współczynnikami aproksymowanymi na podstawie funkcji matematycznej.

Dokładnie współczynniki wg wzorów AASHTO (tablica 5) dla polskiej konstrukcji nawierzchni podatnej z katalogu z 1997 roku (podbudowa z kruszywa łamanego, KR4) porównano ze współczynnikami równoważności obciążenia osi ze względu na spękania warstw asfaltowych (tablice: 6,7,8) dla trzech kategorii ruchu (KR1, KR3, KR6). Przyjęto występowanie kół pojedynczych i ciśnienia równego $q=850$ kPa. Wynik zobrazowano na poniższym wykresie.

Rysunek 1. Porównanie współczynników równoważności obciążenia wg wzorów AASHTO i aproksymowanych na podstawie funkcji logarytmicznej (dla kryterium spękań warstw asfaltowych).



Linie zobrazowane na wykresie mają podobny kształt, nie pokrywają się jednak do końca. W przedziale obciążeń osi od 20 do 120 kN współczynniki liczone obiema metodami są bardzo zbliżone. Dodatkowo według metody AASHTO są to osie mniej agresywne dla nawierzchni niż według metody funkcji matematycznej. Większe rozbieżności występują przy obciążeniach osi powyżej 120 kN. W tym zakresie obciążeń, metoda AASHTO podaje wyższe współczynniki równoważności obciążeń osi.

3. AGRESYWNOSC SYLWETEK SAMOCHODOWYCH W POLSCE

3.1 Wstęp

Rozdział ten zawiera szeroką analizę dostępnych wyników ważenia pojazdów samochodowych w Polsce. Dodatkowo w rozdziale tym, w celach porządkowych opisano teorię, którą wykorzystano w celu przeprowadzenia wyżej wymienionej analizy. Teoria ta była opisana szczegółowo we wcześniejszych fazach opracowania.

3.2 Teoria i wzory obliczeniowe

3.2.1 Pojęcie agresywności pojazdu

Agresywność pojazdu jest sumą agresywności poszczególnych jego osi. Miara agresywności jednej osi jest współczynnik równoważności jej obciążenia w odniesieniu do osi porównawczej (najczęściej standartowej).

Wynika z tego, że aby określić jak bardzo sylwetka poruszająca się po drodze będzie agresywna dla nawierzchni, konieczna jest wiedza o faktycznym, istniejącym obciążeniu na każdą poszczególną oś składową pojazdu. Dodatkowo ważenie poszczególnych osi powinno odbywać się w ruchu.

3.2.2 Pojęcie współczynnika równoważności obciążenia osi

Najprościej określając, współczynnik równoważności obciążenia osi jest miarą agresywności jej oddziaływania na nawierzchnie drogowe.

Z definicji współczynnik równoważności obciążenia osi F_j , to stosunek niszczącego wpływu na nawierzchnię pojedynczego przejścia rozpatrywanej osi, do niszczącego wpływu pojedynczego przejścia wybranej standartowej osi porównawczej [5,6]. Niszczący wpływ pojedynczego przejścia dowolnej osi na nawierzchnię określany jest jako jednostkowa szkoda zmęczeniowa.

$$F_j = \frac{dj}{ds} \quad (5)$$

gdzie:

F_j – współczynnik równoważności obciążenia osi,

dj – jednostkowa szkoda zmęczeniowa, spowodowana przejściem osi rzeczywistej,

ds – jednostkowa szkoda zmęczeniowa, spowodowana przejściem osi standartowej.

3.2.3 Metoda obliczeń według AASHTO

Metoda AASHTO podaje dość skomplikowane wzory empiryczne, które umożliwiają obliczenie współczynnika równoważności obciążenia osi zarówno dla nawierzchni podatnej jak i sztywnej.

$$F_j = \frac{W_{t18}}{W_{tx}} \quad (6)$$

- Postać wzorów dla nawierzchni podatnych

$$\log\left(\frac{W_{tx}}{W_{t18}}\right) = 4.79 \times \log(18+1) - 4.79 \times \log(L_x + L_2) + 4.33 \times \log(L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}} \quad (7)$$

$$G_t = \log\left(\frac{4.2 - p_t}{4.2 - 1.5}\right) \quad (8)$$

$$\beta_x = 0.40 + \frac{0.081(L_x + L_2)^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19} L_2^{3.23}} \quad (9)$$

Dla nawierzchni sztywnych obowiązuje ten sam wzór, różni się tylko współczynnikami. Ponadto liczba strukturalna nawierzchni została zastąpiona grubością płyty betonowej. Współczynniki liczbowe są wynikiem obserwacji w czasie trwania testu AASHTO.

- Postać wzorów dla nawierzchni sztywnej

$$\log\left(\frac{W_{tx}}{W_{t18}}\right) = 4.62 \times \log(18+1) - 4.62 \times \log(L_x + L_2) + 3.28 \times \log(L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}} \quad (10)$$

$$G_t = \log\left(\frac{4.5 - p_t}{4.5 - 1.5}\right) \quad (11)$$

$$\beta_x = 1.00 + \frac{3.63(L_x + L_2)^{5.20}}{(D + 1)^{8.46} L_2^{3.52}} \quad (12)$$

gdzie:

W_{tx} – liczba przejazdów osi o obciążeniu x w okresie t ,

W_{t18} – liczba przejazdów osi 18-kip (80 kN) w tym samym okresie t ,

L_x – określa obciążenie pojedynczej osi lub ich zestawu, w kip-ach,

L_2 – kod osi:

$L_2 = 1$ – dla osi pojedynczych,

$L_2 = 2$ – dla osi tandemowych,

$L_2 = 3$ – dla osi potrójnych,
SN – liczba strukturalna nawierzchni, która jest funkcją grubości, modułów sprężystości każdej warstwy oraz warunków gruntowo – wodnych w podłożu,
D – grubość płyty betonowej,
 p_t – zdolność użytkowa nawierzchni PSI po czasie t , przyjmuje się $p_t=2$ lub $p_t=2,5$, gdyż przy taka wartość PSI oznacza konieczność naprawy nawierzchni,
 G_t – funkcja p_t ,
 β_x – funkcja konstrukcji nawierzchni i obciążenia,
 β_{18} – jest wartością β_x kiedy L_x jest równe 18 i L_2 jest równe 1.

3.2.4 Prawo czwartej potęgi

Jedną z upraszczających wzory AASHTO modyfikacji jest tak zwany „wzór czwartej potęgi”.

$$F_j = \left(\frac{Q_j}{Q_s} \right)^4 \quad (13)$$

gdzie:

F_j – współczynnik równoważności obciążenia osi,

Q_j - obciążenie dowolnej osi,

Q_s - obciążenie standardowej osi równoważnej.

„Wzór czwartej potęgi” przyjmuje postać:

- dla osi pojedynczej:

$$F_j = \left(\frac{Q_j}{100} \right)^4 \quad (13')$$

- dla osi podwójnej:

$$F_j = \left(\frac{Q_j}{184} \right)^4 \quad (13'')$$

- dla osi potrójnej:

$$F_j = \left(\frac{Q_j}{263} \right)^4 \quad (13''')$$

3.2.5 Francuska metoda określania współczynników równoważności obciążenia osi

W wytycznych francuskich do projektowania nawierzchni z 1994 r., w załączniku 5 [7], podano następujący wzór na współczynnik równoważności obciążenia osi:

$$A = K \left(\frac{P}{P_0} \right)^m \quad (14)$$

gdzie:

A – współczynnik agresywności osi, albo inaczej współczynnik równoważności obciążenia osi F_j ,

K – współczynnik uwzględniający typ osi (oś pojedyncza, podwójna, potrójna) oraz typ nawierzchni,

P – ciężar osi pojedynczej lub 1/2 ciężaru osi podwójnej lub 1/3 ciężaru osi potrójnej,

m - wykładnik zależny od typu nawierzchni

Wartości liczbowe występujące we wzorze (14) podano w tablicy 15.

Należy zwrócić uwagę na to, że dla osi podwójnych i potrójnych przyjmuje się P, jako ciężar jednej osi składowej. Błędem jest wstawianie do wzoru (14) całego ciężaru osi wielokrotnej.

Tablica 15. Współczynniki m i K w zależności od typu nawierzchni i osi pojazdu

Typ nawierzchni	m	K		
		Oś pojedyncza	Oś podwójna	Oś potrójna
Podatna	5	1	0,75	1,1
Półsztywna	12	1	12	113
Betonowa z płyt	12	1	12	113
Betonowa ciąгла zbrojona	12	1	Brak danych	Brak danych

3.3 Dane do obliczeń

3.3.1 Analiza ruchu drogowego na podstawie Generalnego Pomiaru Ruchu

Ruch drogowy jest zjawiskiem niezwykle złożonym, różnorodnym i zmiennym. Podstawową bazą danych o ruchu drogowym jest Generalny Pomiar Ruchu. GPR odbywa się co 5 lat i dostarcza informacji o wielkości i strukturze ruchu drogowego na drogach krajowych w Polsce. Ostatnie pomiary miały miejsce w 2005 roku. Celem GPR jest między innymi określenie:

- średniego dobowego ruchu pojazdów samochodowych dla wszystkich odcinków dróg krajowych,

- struktury rodzajowej ruchu, procentowego udziału poszczególnych sylwetek pojazdów w całym potoku,
- wzrostu ruchu w poszczególnych latach,
- charakteru ruchu.

Wszystkie pojazdy podzielono na 8 kategorii. Są to:

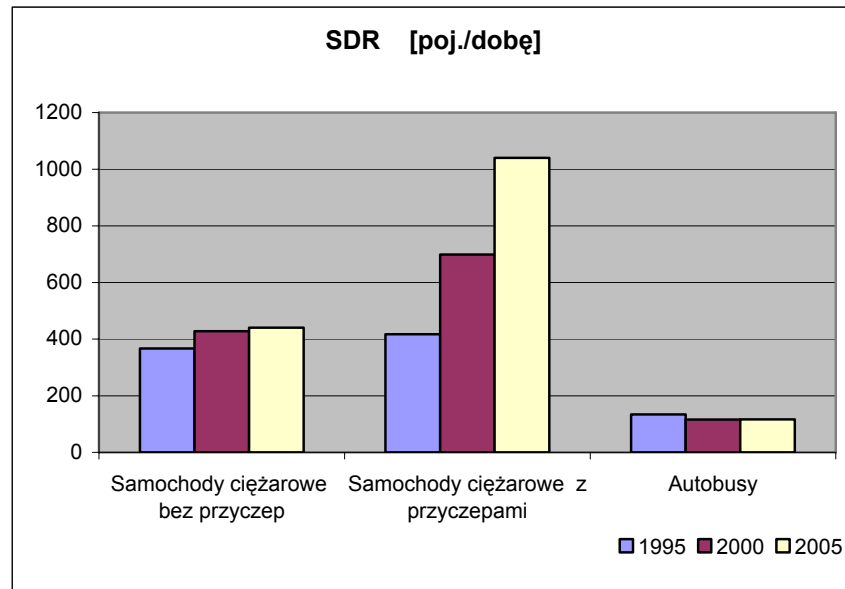
- motocykle,
- samochody osobowe i mikrobusy,
- lekkie samochody ciężarowe (dostawcze),
- samochody ciężarowe bez przyczep, samochody specjalne oraz ciągniki siodłowe bez naczep,
- samochody ciężarowe z przyczepą oraz ciągniki siodłowe z naczepami,
- autobusy,
- ciągniki rolnicze,
- rowery.

Dane, jakie są dostępne z GPR są niezwykle istotne. W tablicy 16 pokazano jak zmieniał się procentowy udział poszczególnych kategorii pojazdów w latach 1995 – 2005. Ogółem liczba pojazdów na naszych drogach zdecydowanie zwiększyła się. Dla nas, przy próbie określenia wartości współczynników równoważności obciążeń osi do projektowania nawierzchni najważniejszą informacją wydaje się być fakt, że wskaźnik wzrostu ilości pojazdów ciężarowych z przyczepami (w porównaniu do samochodów ciężarowych bez przyczep i autobusów) był zdecydowanie największy.

Tablica 16. Generalny pomiar ruchu – synteza wyników (Transprojekt Warszawa)

Kategorie pojazdów	Procentowy udział poszczególnych kategorii pojazdów w latach						Wskaźnik wzrostu	
	1995		2000		2005		1995-2000 [%]	2000-2005 [%]
	SDR [poj./dobę]	SDR [%]	SDR [poj./dobę]	SDR [%]	SDR [poj./dobę]	SDR [%]		
Motocykle	29	0,5	15	0,2	19	0,2	0, 52	1, 27
Samochody osobowe	3811	71,2	4931	70,3	5792	70,3	1, 29	1, 17
Lekkie samochody ciężarowe (dostawcze)	562	10,5	801	11,4	822	10,0	1, 43	1, 03
Samochody ciężarowe bez przyczep	367	6,9	428	6,1	440	5,3	1, 17	1, 03
Samochody ciężarowe z przyczepami	417	7,8	699	10	1040	12,6	1, 68	1, 49
Autobusy	134	2,5	116	1,7	117	1,4	0, 87	1, 01
Ciągniki rolnicze	30	0,6	19	0,3	14	0,2	0, 63	0, 74
Ogółem	5350	100	7009	100	8244	100	1, 31	1, 18

Rysunek 2. Wzrost poszczególnych grup pojazdów w latach 1995-2005, na podstawie Generalnego Pomiaru Ruchu



Mimo iż istotne, dane z GPR są jednak niewystarczające do oszacowania wpływu poszczególnych sylwetek pojazdów na nawierzchnie drogowe. Dotyczą one tylko liczby poszczególnych typów pojazdów. Zarówno autobusy, samochody ciężarowe z przyczepami jak i bez przyczep mogą posiadać różne konfiguracje osi składowych. Wiedza o ich układzie, oraz występujących naciskach przy określaniu agresywności pojazdów jest sprawą kluczową.

3.3.2 Analiza ruchu drogowego na podstawie wyników ważenia pojazdów

Właściwe oszacowanie wielkości występujących obciążeń jest zasadniczą sprawą przy projektowaniu nawierzchni oraz ocenie kosztów jej późniejszego utrzymania. W ruchu drogowym występują różne pojazdy, o bardzo zróżnicowanych obciążeniach, o różnych konfiguracjach osi i o zróżnicowanym obciążeniu osi. Występują opony pojedyncze, podwójne. Opony pojedyncze dzielimy na zwykłe i „super single”. Rozróżniamy minimum dwa główne rodzaje zawieszenia – mechaniczne i pneumatyczne.

Okazuje się, że zebranie danych rzeczywistych z ważeń pojazdów, które byłyby odpowiednie do obliczeń współczynników równoważności obciążeń jest sprawą niezwykle trudną.

W Polsce istnieje sześć stałych stacji kontroli pojazdów. Ich lokalizację pokazano na mapie oraz w tablicy 17.

Rysunek 3. Lokalizacja punktów kontroli pojazdów



Tablica 17. Lokalizacja punktów kontroli pojazdów

Lp.	Lokalizacja	Miejscowość	Nr drogi	Kilometraż
1	Kraków	Wola Dębińska	4	483 + 100
2	Łódź	Kaszewy	2	472 + 400
3	Opole	Byczyna	11	105 + 000
4	Poznań	Siedlec	2	210 + 000
5	Warszawa	Niepiekła/Załuski	7	295 + 500
		Adamowice	8	36 + 500

Stacje te zarządzane są przez Inspekcję Transportu Drogowego, której celem jest między innymi przeciwdziałanie degradacji dróg. Parametry podlegające kontroli na stacji to:

- sylwetka pojazdu
- liczba osi pojazdu
- naciski na poszczególne osie
- masa całkowita

Z informacji uzyskanych przez inspektorów ITD. wynika, że na stację w celu dokładnego zważenia, kierowane są tylko te pojazdy, które przez wagę preselekcyjną określone zostały jako przeciążone. Ponieważ dane z protokołów dotyczą tylko tych pojazdów skontrolowanych przez ITD, które były w jakimś zakresie nienormatywne¹, nie mogą stanowić wyjścia do opracowania wiarygodnych współczynników równoważności obciążeń osi do projektowania nawierzchni.

W przypadku wag preselekcyjnych, istniejące oprogramowanie uniemożliwia wykorzystanie danych z przeprowadzonych na nich ważeń do opracowania zaleceń do obliczania współczynników równoważności obciążenia. Dane z wag preselekcyjnych, umieszczonych na dojazdach do stacji właściwych opracowywane są tylko w sposób statystyczny. Jedyną informacją, jaką uzyskujemy na wyświetlaczu podczas ważenia odnośnie nacisków to informacja o wielkości przeciążenia i wskazanie parametru, który został przekroczony. Wyjątkiem jest waga selekcyjna (DAW 100) przy dojeździe do stacji kontroli Byczyna. Dane o wszystkich naciskach na poszczególne osie przejeżdżających pojazdów zbierane są tam co 24 godziny, od grudnia 2005 roku. Niestety, w pewnym momencie doszło do uszkodzenia podzespołów wagi z jednej strony osi i uzyskanych danych również nie da się wykorzystać do wiarygodnych obliczeń (nie spełniają normy COST 323 B10). Z uzyskanych informacji wiadomo, że waga została już naprawiona i czeka na ponowną kalibrację. Bezpośrednio przed zakończeniem tego opracowania (sierpień 2006) waga w Byczynie nie była skalibrowana.

Podejmowane były również próby uzyskania interesujących nas informacji od firm, zajmujących się przewozem ładunków na terenie kraju i poza nim. Zwracaliśmy się z prośbą do kilkudziesięciu przewoźników o udostępnienie nam informacji takich jak:

- sylwetka pojazdu (ilość osi, rodzaj zawieszenia, masa własna pojazdu),
- ilość wyjazdów danego pojazdu w ciągu roku,
- rzeczywista masa przewożonego ładunku.

Nasze działania były bezskuteczne. Jedyną firmą, która odpowiedziała na nasz apel i nawiązała współpracę było Przedsiębiorstwo Państwowej Komunikacji Samochodowej w Gdyni. Uzyskanych w ten sposób cennych informacji nie udało się niestety wykorzystać, ze względu na zbyt małą ich próbę.

Dlatego, biorąc pod uwagę wszystkie powyższe sprawy, do dalszych analiz wykorzystano dane z wagi stacjonarnej, ze stacji kontroli pojazdów w Żałuskach (oznaczonej na rys.3 jako „Niepiekła”) [8]. Zebrano dane od sierpnia 2002 r. do października 2004 r. Na stacji w Żałuskach zważono w tym czasie 601 pojazdów,

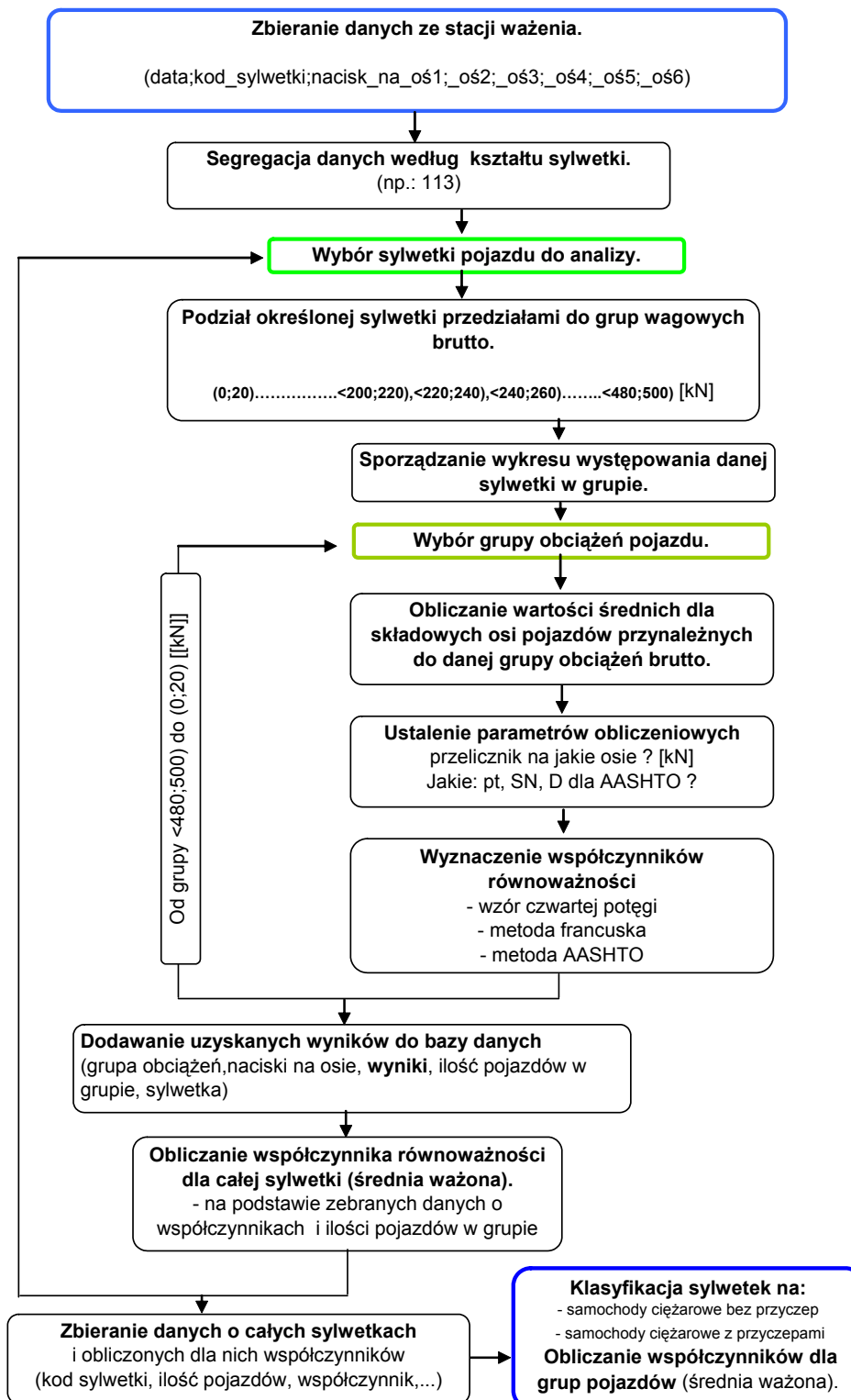
¹ **pojazd nienormatywny** – pojazd lub zespół pojazdów, którego naciski osi wraz z ładunkiem lub bez niego są większe od dopuszczalnych, przewidzianych dla danej drogi w przepisach niniejszej ustawy, albo którego wymiary i masa wraz z ładunkiem lub bez niego są większe od dopuszczalnych, przewidzianych w przepisach o ruchu drogowym, z wyłączeniem autobusów w zakresie nacisków osi. (Dz. U. z 2004 r. Nr 204, poz. 2086, z późn. zm. art. 4 pkt. 25).

z czego 146 było przeciążonych. Z tym, że w 2002 i 2003 roku zważono tylko 6 z 601 pojazdów. Dane te pokazano w załączniku 3 tego opracowania. Jak wynika z [8] na tej właśnie stacji w 2004 roku często dochodziło do uszkodzeń wagi preselekcyjnej, dlatego w niewielkim tylko stopniu wykorzystywano ją do wyłapywania z potoku ruchu pojazdów przeciążonych. Można w takim razie przyjąć założenie, że próba pojazdów zważonych na stacji w Załuskach będzie odpowiednia do dalszych analiz dotyczących współczynników równoważności obciążenia do projektowania nawierzchni.

3.4 Schemat obliczeniowy

Na rysunku 4 widoczny jest schemat, który zastosowano przy obliczaniu współczynników równoważności obciążeń do projektowania nawierzchni (metoda 1). Każdy z etapów pracy omówiony będzie dokładniej w dalszej części opracowania. Etapem końcowym jest obliczenie współczynników równoważności obciążeń dla pojazdów ciężarowych bez przyczep oraz z przyczepami i naczepami w celu porównania ich ze współczynnikami znajdującymi się w katalogu z 1997 roku. Wszystkie obliczenia w tym rozdziale wykonane zostały na podstawie wyników ważenia pojazdów ze stacji kontroli w Załuskach (załącznik 3).

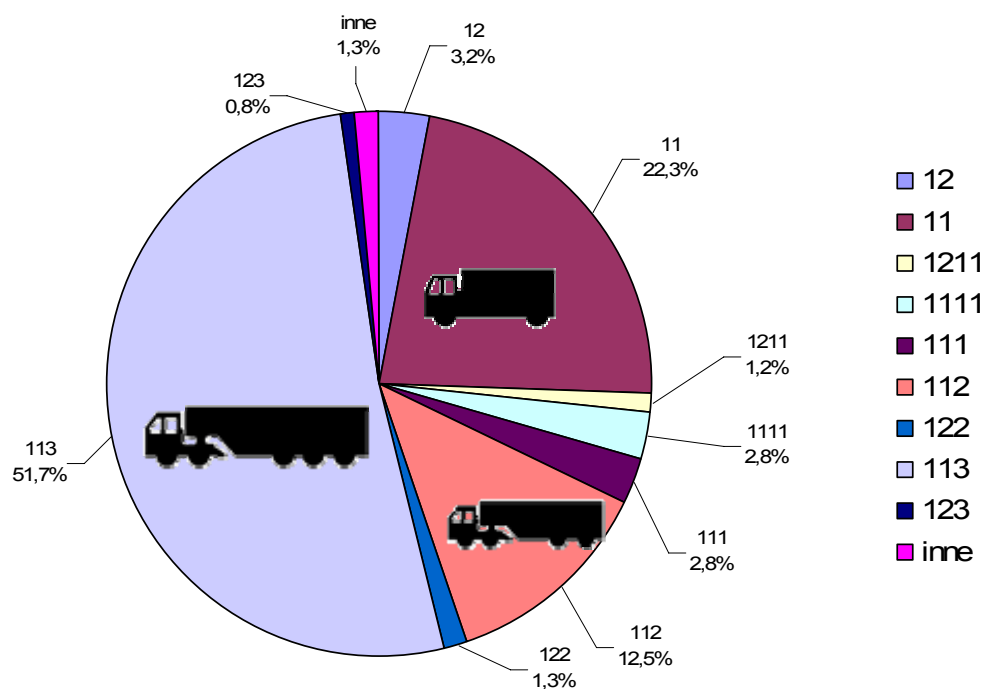
Rysunek 4. Schemat obliczeń numerycznych



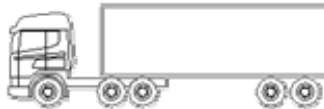
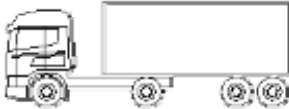
3.5 Sylwetki pojazdów

Dane, jakie zebrano ze stacji ważenia w Żaluskach pokazano w załączniku 3 tego opracowania. Oprócz daty pomiaru i kodu sylwetki, w tabeli widnieją ciężary przypadające na poszczególne osie pojedyncze lub składowe osi wielokrotnych. W dalszym etapie posegregowano wszystkie pojazdy według kodów sylwetek. Wszystkie sylwetki pojazdów, jakie występowały w 2004 roku na stacji w Żaluskach znajdują się w tablicy 18. Okazuje się, że sylwetki pojazdów ciężarowych najbardziej popularne na polskich drogach, to sylwetki o kodzie **113**, **11** i **112** (rysunek 5). Wynika to zarówno z danych na podstawie ważenia pojazdów jak i z obserwacji własnych. Udział sylwetki o kodzie 113 wśród 601 zważonych pojazdów to wartość 51,7 %, sylwetki o kodzie 11 – 22,3 %, sylwetki o kodzie 112 – 12,5 %. Pozostałe sylwetki spotyka się zdecydowanie rzadziej. Ich łączny udział w całym potoku samochodów ciężarowych nie przekracza 14 %. Wartości te należy wziąć pod uwagę przy określaniu współczynników równoważności obciążenia osi do projektowania.

Rysunek 5. Udział poszczególnych sylwetek pojazdów, wśród wszystkich zważonych pojazdów ciężarowych.



Tablica 18. Schematy sylwetek pojazdów

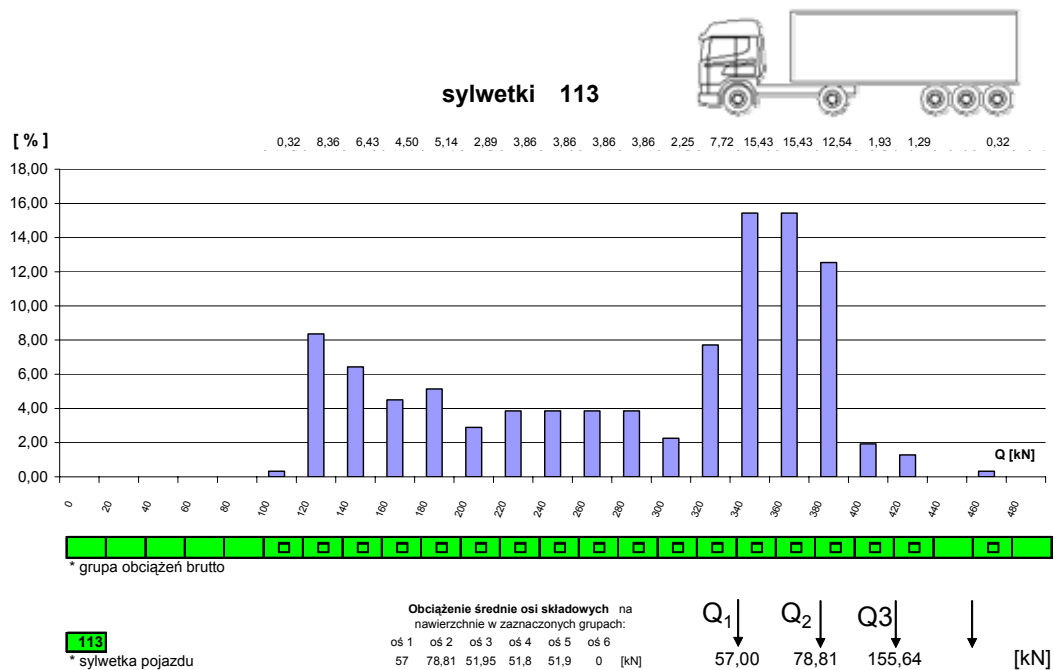
KOD	SYLWETKA POJAZDU	KOD	SYLWETKA POJAZDU
11		123	
12		122	
111		1211	
113		112	
1112		1111	

3.6 Podział sylwetek pojazdów na przedziały grup wagowych.

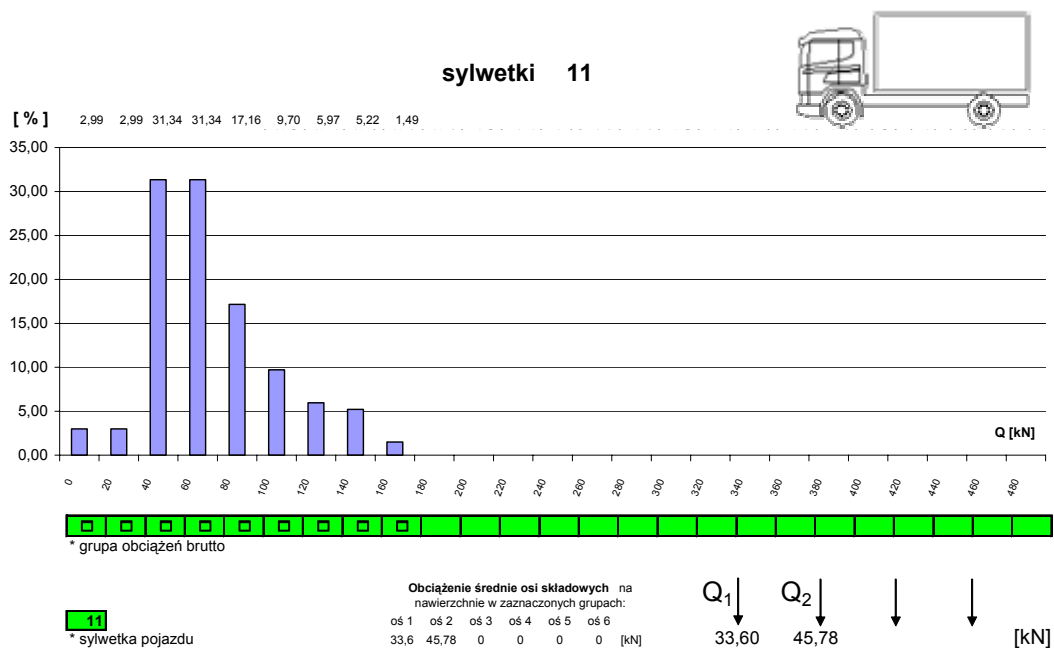
W obrębie każdej sylwetki podzielono pojazdy na grupy według ich całkowitych nacisków. Procentowy udział pojazdów o danym nacisku (skok 20 kN) wśród wszystkich pojazdów o takim samym kodzie sylwetki, zobrazowano na wykresie. Jeden wykres – jedna sylwetka pojazdu. Poniżej (rysunek: 6,7,8) znajdują się wykresy dla sylwetek najczęściej spotykanych na drogach, czyli 113,112 i 11. Wykresy dla pozostałych sylwetek znajdują się w załączniku 4. Dodatkowo na oddzielnym wykresie (rysunek 9) zebrano wszystkie pojazdy łącznie.

Q_1, Q_2, Q_3 i Q_4 – widoczne na rysunkach to średnie naciski dla osi składowych: pojedynczych lub wielokrotnych (w zależności od kodu sylwetki) dla wszystkich pojazdów o danym kodzie sylwetki.

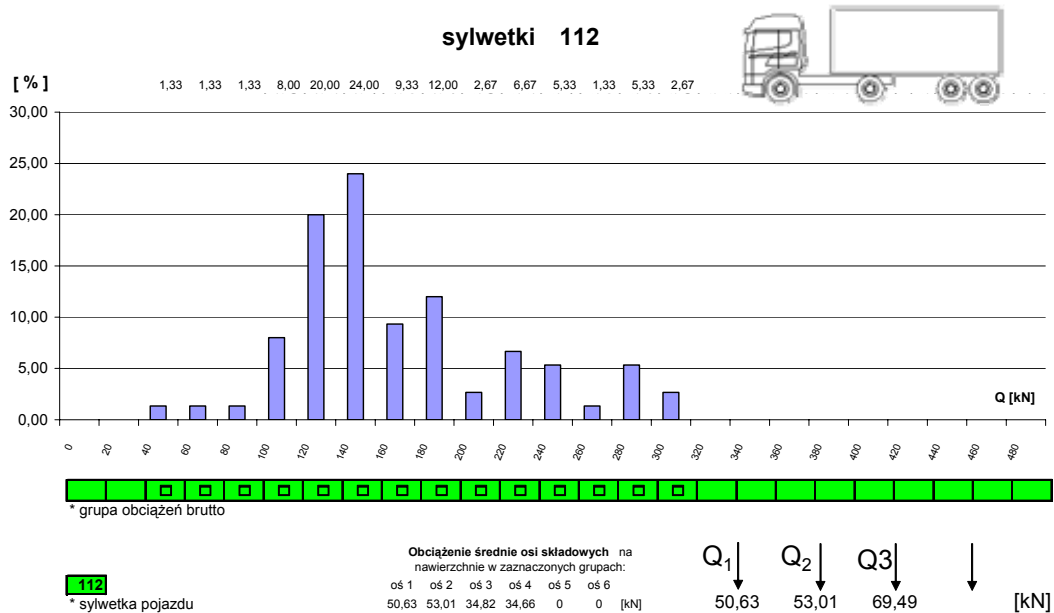
Rysunek 6. Podział pojazdów o sylwetce 113 na przedziały grup wagowych.



Rysunek 7. Podział pojazdów o sylwetce 11 na przedziały grup wagowych.



Rysunek 8. Podział pojazdów o sylwetce 112 na przedziały grup wagowych.



Rysunek 9. Podział wszystkich sylwetek łącznie na przedziały grup wagowych.



3.7 Współczynniki równoważności obciążeń na podstawie wyników ważenia pojazdów na stacji w Załuskach.

W tym podpunkcie pokazano wyniki obliczeń współczynników równoważności obciążeń na podstawie danych z ważenia pojazdów na stacji w Załuskach. Rozróżniono dwa sposoby uzyskania wyniku końcowego. Wynik końcowy to współczynniki równoważności dla dwóch grup pojazdów: pojazdów bez przyczep oraz pojazdów z przyczepami i naczepami. Sposoby te opisano i porównano.

3.7.1 Współczynniki równoważności w określonych przedziałach obciążeń

Jak opisano w punkcie 3.6 pracy, w pierwszym kroku, w obrębie każdej sylwetki, podzielono pojazdy na grupy według ich całkowitych nacisków. Ustalono tym razem średnie naciski na poszczególne osie składowe, nie dla wszystkich pojazdów o danym kodzie sylwetki łącznie (rysunek: 6,7,8), ale dla pojazdów w jednej grupie wagowej. W dalszym kroku na tej podstawie obliczono średnie współczynniki równoważności obciążeń (agresywności) pojazdów o danym kodzie sylwetki, w danej grupie wagowej.

Współczynniki te obliczono według:

- wzoru czwartej potęgi – nawierzchnia podatna,
- metody francuskiej – nawierzchnia podatna,
- metody francuskiej – nawierzchnia półsztywna i sztywna,
- wzorów AASHTO – nawierzchnia podatna,
- wzorów AASHTO – nawierzchnia sztywna.

Wyniki obliczeń według wyżej wymienionych metod zebrano w tablicy 19. Na rysunku 10 porównano współczynniki określone we wszystkich przedziałach obciążeń dla sylwetki 113. Im cięższy pojazd 113, tym wyższy współczynnik jego równoważności. Zdecydowanie wyróżnia się linia według metody francuskiej dla nawierzchni sztywnej. Jej przebieg zdaje się potwierdzać, że pojazdy o dużych naciskach, bądź pojazdy przeciążone mają zdecydowanie niszczący wpływ na tego typu nawierzchnie.

Należy dodać, że uśrednienie nacisków na poszczególnych osiach składowych w obrębie grup wagowych sugeruje bardziej równomierne rozłożenie przewożonego ładunku na osie składowe. Bardziej równomiernie rozłożony ładunek - mniejsze prawdopodobieństwo przeciążenia poszczególnych osi samochodu.

Tablica 19. Współczynniki równoważności obciążeń, dla poszczególnych sylwetek, w przedziałach obciążeń

przedziały obciążeń [kN]	metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	Liczba pojazdów
--------------------------	------------------------	---	--	--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------

SYLWETKA 12

80 - 100	0,0544	0,0258	0,0002	0,0561	0,0505	1
100 - 120	0,0665	0,0311	0,0002	0,0680	0,0645	1
120 - 140	0,1056	0,0646	0,0075	0,1074	0,1041	1
140 - 160	0,1815	0,1401	0,0842	0,1885	0,1798	1
180 - 200	0,3939	0,2909	0,2924	0,4180	0,4020	6
200 - 220	0,5315	0,5297	1,8006	0,5656	0,5471	3
220 - 240	0,7930	0,8820	6,8462	0,8392	0,8387	4
240 - 260	0,9925	1,2357	16,4363	1,0429	1,0620	1
260 - 280	1,3585	1,2816	10,3240	1,3874	1,5463	1

SYLWETKA 11

0 - 20	0,0000		0,0000	0,0001	0,0001	4
20 - 40	0,0006	0,0001	0,0000	0,0006	0,0006	4
40 - 60	0,0089	0,0023	0,0000	0,0084	0,0077	31
60 - 80	0,0309	0,0113	0,0000	0,0303	0,0271	42
80 - 100	0,1076	0,0549	0,0006	0,1120	0,0996	23
100 - 120	0,2437	0,1580	0,0099	0,2595	0,2367	13
120 - 140	0,5521	0,4449	0,1243	0,5791	0,5514	8
140 - 160	0,7566	0,6324	0,2383	0,7891	0,7561	7
160 - 180	1,1717	1,0543	0,6175	1,2058	1,1742	2

SYLWETKA 1211

240 - 260	0,3408	0,2722	0,3211	0,3574	0,3354	2
280 - 300	0,4631	0,3492	0,3686	0,4882	0,4533	1
300 - 320	0,6811	0,5081	0,2840	0,7257	0,6727	1
320 - 340	0,9260	0,8977	4,4512	0,9850	0,9448	1
340 - 360	1,2153	0,9824	0,6695	1,2802	1,2355	1
360 - 380	1,5077	1,4297	5,3619	1,5930	1,5459	1

SYLWETKA 1111

40 - 60	0,0006	0,0001	0,0000	0,0007	0,0007	1
60 - 80	0,0054	0,0012	0,0000	0,0051	0,0048	1
80 - 100	0,0348	0,0132	0,0000	0,0344	0,0307	2
100 - 120	0,0739	0,0323	0,0001	0,0751	0,0666	1
140 - 160	0,0973	0,0417	0,0002	0,0982	0,0873	1
160 - 180	0,4093	0,3043	0,0520	0,4322	0,4058	4
200 - 220	0,4664	0,3129	0,0259	0,4966	0,4557	1
220 - 240	0,6596	0,4916	0,1123	0,6922	0,6497	2
240 - 260	1,1867	1,0523	0,7533	1,2095	1,1747	1
280 - 300	1,7602	1,7127	2,5263	1,7398	1,7195	1
320 - 340	2,6046	2,6137	4,2916	2,5739	2,5626	1
340 - 360	3,0086	2,9630	3,6370	3,0022	2,9818	1

SYLWETKA 111

20 - 40	0,0004	0,0000	0,0000	0,0005	0,0005	1
100 - 120	0,0645	0,0258	0,0001	0,0643	0,0572	2
120 - 140	0,1478	0,0740	0,0009	0,1531	0,1362	1
140 - 160	0,2123	0,1114	0,0014	0,2221	0,1974	3
180 - 200	0,5743	0,3970	0,0370	0,6131	0,5643	1
200 - 220	0,8605	0,6566	0,1160	0,9135	0,8576	1
220 - 240	1,6118	1,5874	2,2343	1,5937	1,5805	4
240 - 260	1,8047	1,7819	2,5832	1,7875	1,7724	3
260 - 280	3,3226	3,8004	13,0430	3,1177	3,2009	1

SYLWETKA 112

60 - 80	0,0056	0,0013	0,0000	0,0053	0,0050	1
80 - 100	0,0125	0,0033	0,0000	0,0116	0,0136	1
100 - 120	0,0643	0,0295	0,0002	0,0658	0,0590	6
120 - 140	0,0766	0,0336	0,0002	0,0776	0,0715	15
140 - 160	0,1114	0,0522	0,0003	0,1141	0,1052	18
160 - 180	0,1651	0,0841	0,0009	0,1716	0,1579	7
180 - 200	0,2147	0,1142	0,0022	0,2238	0,2076	9
200 - 220	0,4040	0,2680	0,0255	0,4269	0,4006	2
220 - 240	0,5179	0,3627	0,0491	0,5475	0,5161	5
240 - 260	0,7716	0,6044	0,1880	0,8061	0,7743	4
260 - 280	0,9894	0,8057	0,3363	1,0297	0,9952	1
280 - 300	1,2049	1,0135	1,0140	1,2549	1,2423	4
300 - 320	1,3412	1,1850	3,2193	1,3931	1,4223	2

SYLWETKA 122

100 - 120	0,0456	0,0206	0,0001	0,0465	0,0427	2
200 - 220	0,2004	0,1792	0,0944	0,2078	0,2015	1
220 - 240	0,3674	0,2885	0,1732	0,3897	0,3702	1
280 - 300	0,4994	0,3873	0,4787	0,5274	0,5090	3
300 - 320	0,5702	0,4793	0,9528	0,6033	0,5845	1

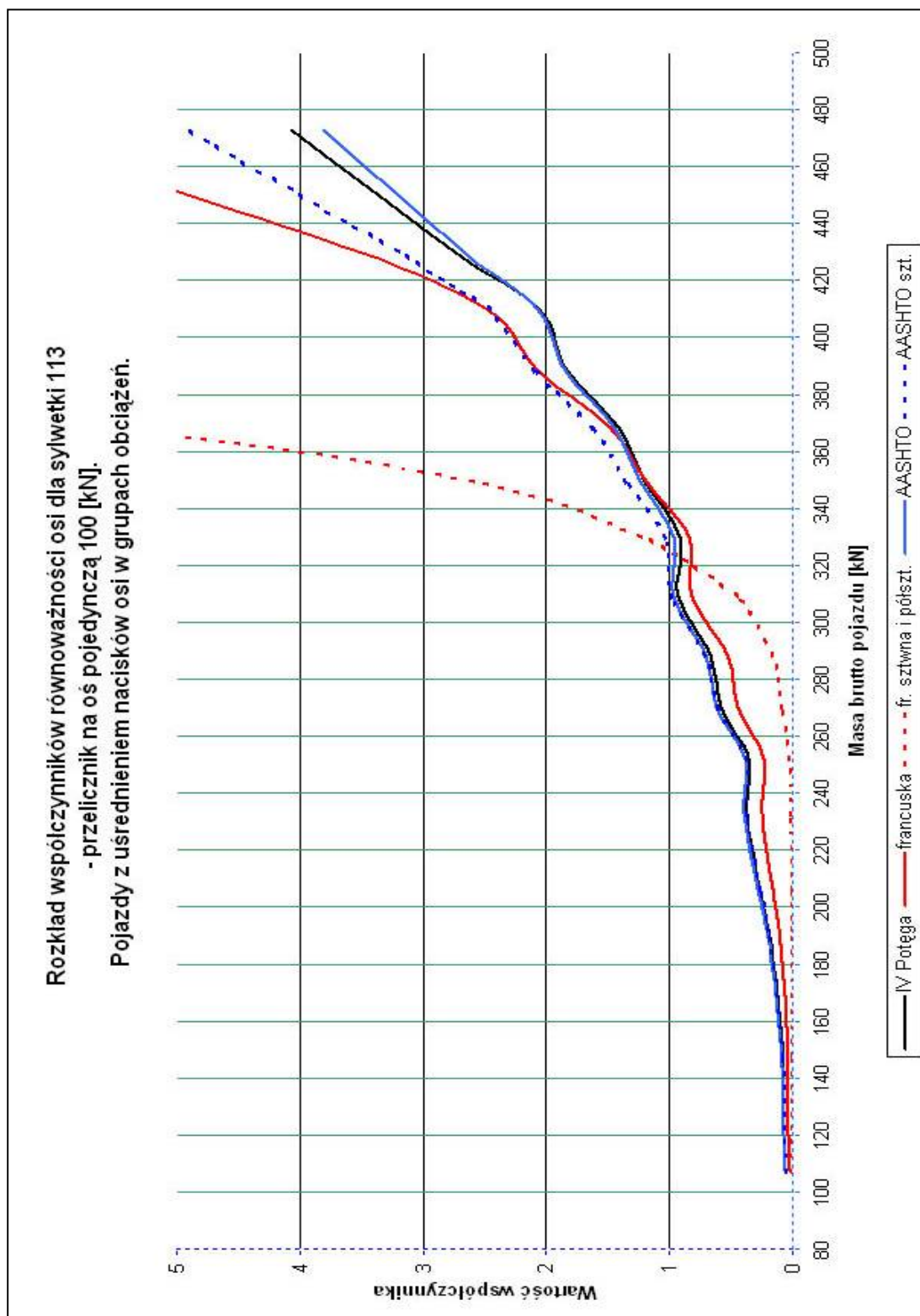
SYLWETKA 113

100 - 120	0,0580	0,0268	0,0002	0,0595	0,0532	1
120 - 140	0,0700	0,0321	0,0002	0,0715	0,0646	26
140 - 160	0,0792	0,0362	0,0002	0,0807	0,0735	20
160 - 180	0,1298	0,0649	0,0005	0,1344	0,1218	14
180 - 200	0,2040	0,1143	0,0021	0,2145	0,1958	16
200 - 220	0,2695	0,1634	0,0056	0,2854	0,2628	9
220 - 240	0,3730	0,2483	0,0171	0,3956	0,3721	12
240 - 260	0,3588	0,2412	0,0246	0,3784	0,3683	12
260 - 280	0,5834	0,4462	0,0891	0,6143	0,6007	12
280 - 300	0,6725	0,5384	0,1656	0,7068	0,7054	12
300 - 320	0,9309	0,8174	0,4562	0,9647	0,9798	7
320 - 340	0,9176	0,8434	1,2196	0,9611	1,0243	24
340 - 360	1,2041	1,1919	2,5871	1,2435	1,3473	48
360 - 380	1,4137	1,4820	5,6057	1,4530	1,6165	48
380 - 400	1,8343	2,0653	11,512	1,8450	2,0915	39
400 - 420	2,0580	2,4766	29,483	2,0723	2,4623	6
420 - 440	2,7429	3,5224	54,342	2,6708	3,2060	4
460 - 480	4,0671	6,5608	641,7109	3,8073	4,9064	1

SYLWETKA 123

200 - 220	0,1048	0,0592	0,0014	0,1058	0,1096	1
320 - 340	0,4922	1,2999	113,3749	0,5150	0,7010	1
380 - 400	0,7894	0,9159	5,7850	0,8344	0,9491	1
400 - 420	0,9063	0,9738	6,8809	0,9527	1,1624	2

Rysunek 10. Współczynniki równoważności obciążeń pojazdu, dla poszczególnych grup wagowych – kod sylwetki 113



3.7.2 Współczynniki równoważności obciążeń dla całej sylwetki

Obliczając średnią ze wszystkich współczynników równoważności obciążenia z tablicy 19 w obrębie każdej sylwetki (uwzględniając liczbę pojazdów w danej grupie obciążenia) uzyskano współczynniki dla całych sylwetek.

W celu porównania, w ten sam sposób obliczono również współczynniki równoważności obciążeń metodą funkcji matematycznej dla kryterium spękań warstw asfaltowych. Do obliczeń wykorzystano funkcję logarymiczną drugiego rzędu. Za pomocą funkcji obliczono współczynniki agresywności pojazdów ze względu na spękania warstw asfaltowych w nawierzchni podatnej, dla kategorii ruchu KR6. Założono możliwość występowania w oponach dwóch wielkości ciśnienia (650 kPa i 850 kPa). W latach 50-tych (Test drogowy AASHTO) poruszały się po drogach ciężarówki o średnim ciśnieniu w ogumieniu wynoszącym ok. 650 kPa. Dzisiaj koła najbardziej popularnej sylwetki samochodu ciężarowego włączane jest powietrze aż do chwili uzyskania wartości 850-900 kPa (zależnie od producenta opony). Powoduje to znaczne przyspieszenie procesu niszczenia dróg, a w rezultacie konieczność wykonywania częstszych remontów dla zapewnienia bezpiecznego przejazdu. Analizy wykonane w ramach tej pracy pozwalają nam stwierdzić, że zmiana jednego parametru, jakim jest ciśnienie (przy innym parametrach niezmiennych) z wartości 650 kPa do 850 kPa skraca czas pracy nawierzchni o ok. 11%.

Tablice: 20,21,22,23,24,25,26,27,28. Współczynniki równoważności obciążeń osi, dla poszczególnych sylwetek

Uwaga: Metoda funkcji matematycznej dotyczy kryterium spękań warstw asfaltowych, kategoria ruchu KR6



SYLWETKA 12

metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,5205	0,5074	3,2312	0,5480	0,5482	0,7311	0,8130



SYLWETKA 11

metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,1438	0,1041	0,0302	0,1496	0,1403	0,2334	0,2563

SYLWETKA 1211

metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,7821	0,6731	1,6825	0,8267	0,7890	1,1879	1,3136

SYLWETKA 1111

metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,7194	0,6445	0,6863	0,7284	0,7081	0,8876	0,9944

SYLWETKA 111

metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
1,0313	1,0005	1,7581	1,0194	1,0062	1,1556	1,3039

SYLWETKA 112

metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,2883	0,2032	0,1589	0,3000	0,2880	0,4753	0,5218

SYLWETKA 122

metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,3409	0,2687	0,3321	0,3595	0,3461	0,5848	0,6414

SYLWETKA 113

metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,9258	0,9449	6,1553	0,9475	1,0378	1,1493	1,2885

SYLWETKA 123

metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,6398	0,8445	26,5846	0,6721	0,8169	0,9176	1,0188

Wśród wszystkich współczynników dla nawierzchni podatnych wyróżnia się współczynnik według metody funkcji matematycznej. Metoda ta oparta o analizę mechanistyczną skutkuje większymi współczynnikami dla wszystkich sylwetek pojazdów niż pozostałe metody. W przypadku nawierzchni sztywnych, uwagę zwraca współczynnik według wzoru francuskiego. Współczynnik ten zmienia się w zakresie od wartości 0,0302 (sylwetka 11) do wartości 26,58 (sylwetka 123). Masa całkowita pojazdu o sylwetce 123 to wartość pomiędzy 20-42 tony. Masa całkowita pojazdu o sylwetce 11 nie przekracza 18 ton, natomiast największa grupa tych pojazdów mieści się w przedziale 6 – 10 ton. Potwierdza to fakt, że w przypadku częstego występowania pojazdów przeciążonych, zniszczenia nawierzchni sztywnych będą szybko rosły.

3.7.3 Współczynniki równoważności obciążeń dla pojazdów bez przyczep oraz z przyczepami lub naczepami

W celu porównania z katalogiem, wszystkie powyższe sylwetki podzielono na dwie grupy: pojazdy ciężarowe z przyczepami i pojazdy ciężarowe z przyczepami lub naczepami. Współczynniki równoważności dla tych dwóch grup pokazano w tablicach: 29 i 30.

Tablica 29. Współczynniki równoważności obciążeń, dla pojazdów ciężarowych bez przyczep.

Uwaga: Metoda funkcji matematycznej dotyczy kryterium spękań warstw asfaltowych, kategoria ruchu KR6

POJAZDY CIĘŻAROWE BEZ PRZYCZEP

metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,1906	0,1542	0,4277	0,1991	0,1909	0,2952	0,3255

Tablica 30. Współczynniki równoważności obciążeń, dla pojazdów ciężarowych z przyczepami lub naczepami.

Uwaga: Metoda funkcji matematycznej dotyczy kryterium spękań warstw asfaltowych, kategoria ruchu KR6

POJAZDY CIĘŻAROWE Z PRZYCZEPAMI LUB NACZEPAMI

metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,7971	0,7912	4,8071	0,8157	0,8770	1,0123	1,1326

3.7.4 Współczynniki równoważności obciążeń – druga metoda obliczeń

W tym przypadku w pierwszym kroku obliczono współczynniki równoważności nie dla grup obciążeń jak poprzednio, ale dla każdego z 601 pojazdów oddzielnie. Wszystkie wyniki znajdują się w załączniku 5. Współczynniki te obliczono według:

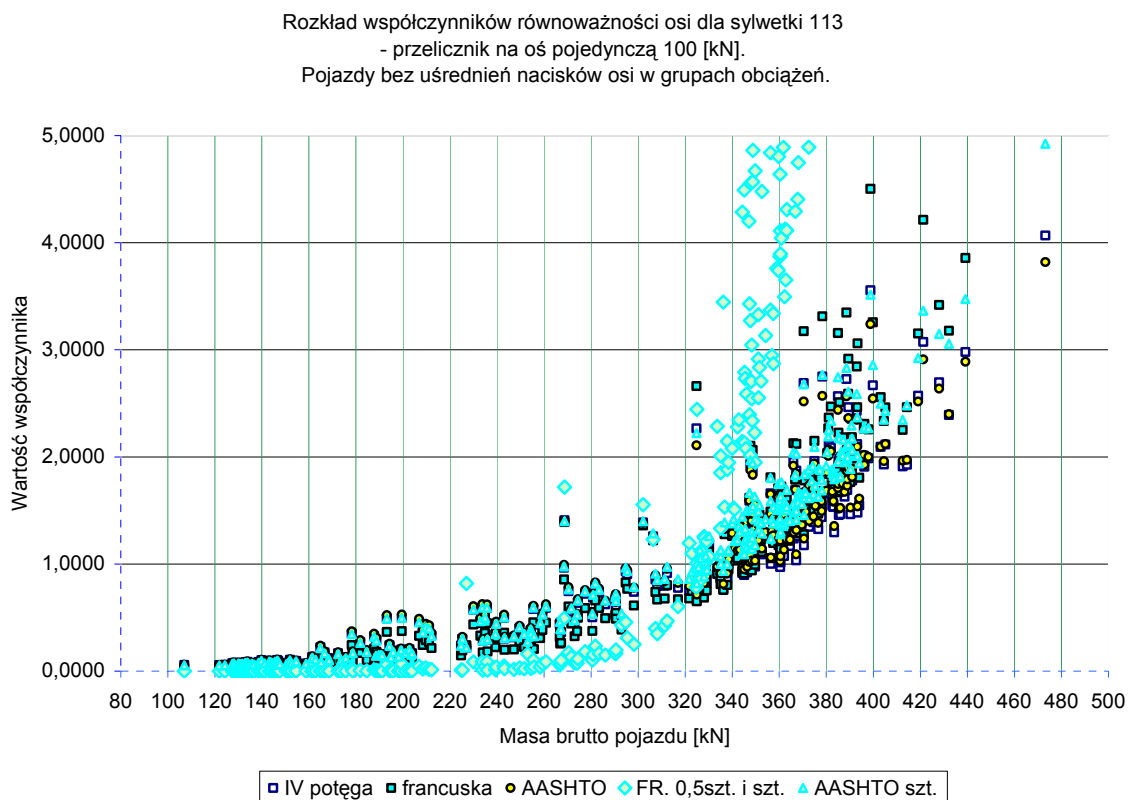
- wzoru czwartej potęgi – nawierzchnia podatna,
- metody francuskiej – nawierzchnia podatna,
- metody francuskiej – nawierzchnia półsztywna i sztywna,
- wzorów AASHTO – nawierzchnia podatna,
- wzorów AASHTO – nawierzchnia sztywna.

Na poniższym wykresie (rysunek 11) pokazano wszystkie pojedyncze współczynniki obciążeń dla pojazdów o przykładowej sylwetce (113), obliczone według wyżej wymienionych metod.

Dodatkowo, dla porównania również tym razem obliczono współczynniki równoważności obciążeń metodą funkcji matematycznej. Obliczono je dla każdego z pojazdów osobno. Do obliczeń wybrano funkcję logarymiczną drugiego rzędu dla kryterium spękań warstw asfaltowych. Za pomocą funkcji obliczono współczynniki agresywności pojazdów ze względu na spękania warstw asfaltowych w nawierzchni podatnej, dla kategorii ruchu KR6. Założono tak jak

poprzednio możliwość występowania w oponach dwóch wielkości ciśnienia (650 kPa i 850 kPa).

Rysunek 11. Współczynniki równoważności obciążeń dla wszystkich pojazdów o sylwetce 113.



3.7.5 Współczynniki równoważności obciążeń dla całej sylwetki – metoda druga.

Współczynnik równoważności obciążenia osi dla całej sylwetki według metody drugiej (tablice:31-39) to średnia arytmetyczna ze wszystkich współczynników równoważności obliczonych dla pojazdów o danym kodzie sylwetki.

Tablice: 31,32,33,34,35,36,37,38,39. Współczynniki równoważności obciążeń, dla poszczególnych sylwetek według metody drugiej.

Uwaga: Metoda funkcji matematycznej dotyczy kryterium spękań warstw asfaltowych, kategoria ruchu KR6.

SYLWETKA 12



metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,5649	0,5623	3,6993	0,5949	0,6008	0,7616	0,8494

SYLWETKA 11



metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,1584	0,1206	0,0662	0,1641	0,1550	0,2449	0,2698

SYLWETKA 1211



metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,7872	0,6770	1,6858	0,8350	0,7970	1,1943	1,3208

SYLWETKA 1111



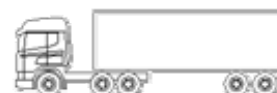
metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,7317	0,6593	0,7081	0,7420	0,7224	0,8965	1,0049

SYLWETKA 111

metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
1,0439	1,0191	1,8937	1,0330	1,0209	1,1622	1,3119

SYLWETKA 112

metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,3059	0,2249	0,2374	0,3176	0,3069	0,4875	0,5362

SYLWETKA 122

metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,3447	0,2742	0,3620	0,3647	0,3515	0,5875	0,6447

SYLWETKA 113

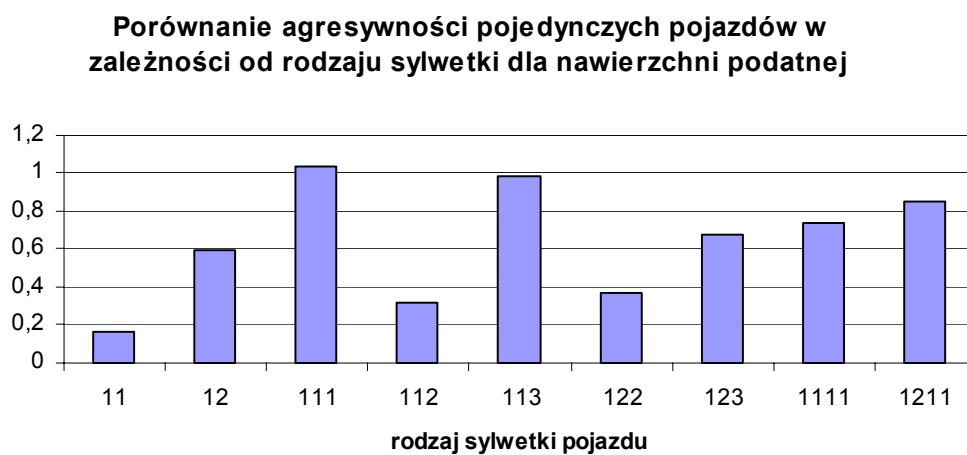
metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,9680	1,0201	8,6267	0,9851	1,0826	1,1697	1,3136

SYLWETKA 123

metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,6470	0,8606	27,4676	0,6814	0,8319	0,9221	1,0241

Współczynnik równoważności obciążeń jest miarą agresywności sylwetki dla nawierzchni drogowych. Porównano poszczególne sylwetki pod względem ich agresywności osobno dla nawierzchni podatnych, osobno dla nawierzchni sztywnych. Do porównania wykorzystano współczynniki obliczone na podstawie empirycznych wzorów AASHTO. W przypadku nawierzchni podatnych najbardziej agresywne są pojazdy o sylwetce 111, w przypadku nawierzchni sztywnych - 113.

Rysunek 12. Agresywność poszczególnych sylwetek dla nawierzchni podatnej wg AASHTO



Rysunek 13. Agresywność poszczególnych sylwetek dla nawierzchni sztywnej wg AASHTO



Zestawiono agresywność danej sylwetki z jej ilością wśród wszystkich zważonych pojazdów. Okazuje się, że sylwetka 113, ze względu na swoją liczebność ma w porównaniu z innymi pojazdami największy udział w zniszczeniach nawierzchni, spowodowanych ruchem ciężkich pojazdów.

Rysunek 14. Agresywność poszczególnych sylwetek dla nawierzchni podanej wg AASHTO z uwzględnieniem ich ilości na drodze.



3.7.6. Współczynniki równoważności obciążeń dla pojazdów bez przyczep oraz z przyczepami lub naczepami

Współczynniki równoważności obciążeń dla pojazdów ciężarowych bez przyczep oraz dla pojazdów ciężarowych z przyczepami lub naczepami według metody 2 (bez uśrednień w obrębie jednej grupy obciążeń) pokazano w tablicach: 40 i 41.

Tablica 40. Współczynniki równoważności obciążeń, dla pojazdów ciężarowych bez przyczep, według metody drugiej

Uwaga: Metoda funkcji matematycznej dotyczy kryterium spękań warstw asfaltowych, kategoria ruchu KR6

POJAZDY CIĘŻAROWE BEZ PRZYCZEP

metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,2089	0,1755	0,5174	0,2176	0,2103	0,3091	0,3418

Tablica 41. Współczynniki równoważności obciążeń, dla pojazdów ciężarowych z przyczepami lub naczepami, według metody drugiej

Uwaga: Metoda funkcji matematycznej dotyczy kryterium spełnień warstw asfaltowych, kategoria ruchu KR6

POJAZDY CIĘŻAROWE Z PRZYCZEPAMI LUB NACZEPAMI

metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
					650kPa	850kPa
0,8311	0,8498	6,5841	0,8466	0,9134	1,0296	1,1537

3.7.7 Porównanie obu sposobów obliczeń

W celu porównania współczynników równoważności obliczonych w różny sposób, przygotowano dwie poniższe tablice (42,43). Jak widać większe wartości współczynników uzyskaliśmy w przypadku gdy obliczenia wykonywane były oddzielnie dla każdego z 601 pojazdów (metoda 2).

Bardzo często zdarza się, że pomimo zachowania dopuszczalnej masy całkowitej nie jest zachowany dopuszczalny nacisk na którąś z osi pojazdów. Brak prawidłowego rozmieszczenia ładunków wpływa niekorzystnie na kinematykę ruchu (bezpieczeństwo), często wymusza na kierowcach dopompowywanie kół osi najbardziej obciążonych w celu ochrony ogumienia przed szybszym zniszczeniem, a co za tym idzie skraca czas pracy nawierzchni drogowych z uwagi na większy nacisk i większe ciśnienie w ogumieniu.

Wybrane metody obliczeń pozwalają w pewnym stopniu na wychwycenie różnicy między równomiernym załadunkiem a załadunkiem rzeczywistym (nierównomiernym). W przypadku uśrednień nacisków na poszczególne osie składowe w grupach obciążeń, współczynniki równoważności są niższe średnio kolejno o 10,5 % dla pojazdów ciężarowych bez przyczep oraz o 8,6 % dla pojazdów ciężarowych z przyczepami bądź naczepami. Uśredniając naciski na osie w grupach wagowych, powodujemy mniejsze prawdopodobieństwo wystąpienia zdecydowanie większego nacisku na jedną z osi, co można porównać do bardziej równomiernego rozłożenia przewożonego ładunku.

Tablice 42. Współczynniki równoważności obciążeń, dla pojazdów ciężarowych bez przyczep, porównanie obu metod.

Uwaga: Metoda funkcji matematycznej dotyczy kryterium spękań warstw asfaltowych, kategoria ruchu KR6

POJAZDY CIĘŻAROWE BEZ PRZYPZEP							
Sposób obliczeń	metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
						650kPa	850kPa
Uśrednienie w obrębie grup obciążeń	0,1906	0,1542	0,4277	0,1991	0,1909	0,2952	0,3255
Bez uśrednienia w obrębie grup obciążeń	0,2089	0,1755	0,5174	0,2176	0,2103	0,3091	0,3418

Różnica 10,5%

Tablice 43. Współczynniki równoważności obciążeń, dla pojazdów ciężarowych z przyczepami lub naczepami, porównanie obu metod.

Uwaga: Metoda funkcji matematycznej dotyczy kryterium spękań warstw asfaltowych, kategoria ruchu KR6

POJAZDY CIĘŻAROWE Z PRZYPZEPAMI LUB NACZEPAMI							
Sposób obliczeń	metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej	
						650kPa	850kPa
Uśrednienie w obrębie grup obciążeń	0,7971	0,7912	4,8071	0,8157	0,8770	1,0123	1,1326
Bez uśrednienia w obrębie grup obciążeń	0,8311	0,8498	6,5841	0,8466	0,9134	1,0296	1,1537

Różnica 8,6 %

3.8 Porównanie wyników analizy ze współczynnikami do projektowania zawartymi w katalogu

Porównano współczynniki uzyskane na podstawie wykonanej analizy ze współczynnikami do projektowania zaproponowanymi w „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych” z 1997 roku (tablice 44,45). W tablicach widoczne są współczynniki obliczone według:

- wzoru czwartej potęgi – nawierzchnia podatna,
- metody francuskiej – nawierzchnia podatna,
- metody francuskiej – nawierzchnia półsztywna i sztywna,
- wzorów AASHTO – nawierzchnia podatna,

- wzorów AASHTO – nawierzchnia sztywna,
- funkcji matematycznej.

Według funkcji matematycznej obliczono współczynniki dla trzech różnych kryteriów zniszczenia nawierzchni:

- kryterium spękań warstw asfaltowych – funkcja logarytmiczna drugiego rzędu **(2)**
- kryterium deformacji podłoża gruntowego – funkcja logarytmiczna drugiego rzędu **(2)**
- kryterium spękań warstwy związanej cementem – funkcja logarytmiczna trzeciego rzędu **(4)**

Za pomocą funkcji obliczono współczynniki agresywności pojazdów dla kategorii ruchu KR6. Założono możliwość występowania w oponach dwóch wielkości ciśnienia (650 kPa i 850 kPa).

Wśród wszystkich pojazdów zważonych w 2004 na stacji w Załuskach 74,4 % to pojazdy ciężarowe z przyczepami bądź naczepami. Wśród tej grupy pojazdów 17,67 % to pojazdy posiadające obciążenie powyżej 100 kN na minimum jedną z osi (pojedynczą lub składową osi wielokrotnej). Ilość pojazdów posiadających obciążenie powyżej 115 kN na jedną z osi wyniosła 3,13%. Warto zaznaczyć, że decydujący w prawie każdym przypadku okazywał się nacisk na drugą oś pojazdu.

Tablica 44. Współczynniki przeliczeniowe grup pojazdów na osie obliczeniowe

POJAZDY CIĘŻAROWE BEZ PRZYCZEP

Sposób obliczeń	metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej					
						- kryt. spękań warstw asfaltowych		- kryt. deformacji podłoża		- kryt. spękań podbudowy związanej cementem	
						650kPa	850kPa	650kPa	850kPa	650kPa	850kPa
Uśrednienie w obrębie grup obciążeń	0,1906	0,1542	0,4277	0,1991	0,1909	0,2952	0,3255	0,1716	0,1780	0,0856	0,0970
Bez uśrednienia w obrębie grup obciążeń	0,2089	0,1755	0,5174	0,2176	0,2103	0,3091	0,3418	0,1906	0,1980	0,1129	0,1308
Współczynnik przeliczeniowy na osie 100 kN. Nawierzchnie podatne i półsztywne, według katalogu (1997)	$r_1=0,109$										

Tablica 45. Współczynniki przeliczeniowe grup pojazdów na osie obliczeniowe

Sposób obliczeń	metoda czwartej potęgi	metoda francuska - nawierzchnia podatna	metoda francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	metoda AASHTO - nawierzchnia podatna	metoda AASHTO - nawierzchnia sztywna	metoda funkcji matematycznej					
						- kryt. spękań warstw asfaltowych		- kryt. deformacji podłoża		- kryt. spękań podbudowy związanej cementem	
						650kPa	850kPa	650kPa	850kPa	650kPa	850kPa
Uśrednienie w obrębie grup obciążeń	0,7971	0,7912	4,8071	0,8157	0,8770	1,0123	1,1326	0,7541	0,7869	0,5866	0,6981
Bez uśrednienia w obrębie grup obciążeń	0,8311	0,8498	6,5841	0,8466	0,9134	1,0296	1,1537	0,7919	0,8274	0,7362	0,8955

Współczynnik przeliczeniowy na osie 100 kN. Nawierzchnie podatne i półsztywne, według katalogu (1997)	$r_2 = 1,245^1$
	$r_2 = 1,950^2$

1) gdy udział pojazdów o obciążeniu osi 115 kN w grupie pojazdów ciężkich z przyczepami wynosi do 8%.

2) gdy udział pojazdów o obciążeniu osi 115 kN w grupie pojazdów ciężkich z przyczepami wynosi od 8 do 20%.

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Niniejsza praca stanowi wynik badań prowadzonych w ciągu dwóch lat, w 2005 i 2006 roku. Przeprowadzono studia zagadnienia i porównano sposoby analizy ruchu do projektowania nawierzchni w różnych krajach, w tym w Polsce.
2. Wykonano po raz pierwszy w kraju analizę mechanistyczną współczynników równoważności obciążenia osi wielokrotnych (podwójnych i potrójnych) według metody Huanga i jej modyfikacji.
3. Przeprowadzono obszerne obliczenia współczynników równoważności obciążenia osi pojedynczych dla następujących zmiennych parametrów:
 - g) typ konstrukcji nawierzchni:
 - nawierzchnie dla ruchu lekkiego KR1
 - nawierzchnie dla ruchu średniego KR3
 - nawierzchnie dla ruchu bardzo ciężkiego KR6
 - h) rodzaj osi:
 - pojedyncza
 - podwójna
 - potrójna
 - i) rodzaj kół:
 - pojedyncze
 - podwójne
 - j) obciążenie osi w kN
 - k) ciśnienie w oponach:
 - 650 kPa
 - 850 kPa
 - 1000 kPa
 - l) kryterium zmęczeniowe
 - trwałość zmęczeniowa ze względu na spękania warstw asfaltowych
 - trwałość zmęczeniowa ze względu na deformacje strukturalne
 - trwałość zmęczeniowa podbudów związanych cementem
4. Otrzymane wyniki aproksymowano funkcjami matematycznymi. Zastosowano funkcje logarytmiczne drugiego i trzeciego rzędu i otrzymano bardzo dobrą zgodność z wynikami wyjściowymi.
5. Stwierdzono, że przy projektowaniu nawierzchni podatnych konieczne jest stosowanie dwóch współczynników równoważności obciążenia osi, określonych dla dwóch kryteriów zmęczeniowych: ze względu na spękania zmęczeniowe warstw asfaltowych i deformacje strukturalne nawierzchni.

6. Wykazano, że w przy projektowaniu nawierzchni półsztywnych w I etapie ich pracy (przed spękaniem warstw związanych cementem) należy stosować inny współczynnik równoważności obciążenia osi niż dla nawierzchni podatnych. W II etapie pracy nawierzchni półsztywnych (po spękaniu warstw związanych cementem) można, z dobrym przybliżeniem stosować takie same współczynniki jak dla nawierzchni podatnych.
7. Wzory matematyczne otrzymane dla osi pojedynczych wykorzystano, po modyfikacji, do obliczenia współczynników dla osi wielokrotnych, podwójnych i potrójnych.
8. Opracowano, podane w Załączniku „Zalecenia dotyczące określania współczynników równoważności obciążenia osi dla nawierzchni podatnych i półsztywnych”. Współczynniki podane w tych Zaleceniach będą mogły być wykorzystane do dokładnego obliczenia ruchu projektowego, wtedy gdy znane będą dokładne dane o obciążeniu odcinka drogi. Instalacja automatycznych wag pomiarowych na polskich drogach dostarczyć może takich danych.
9. Na podstawie danych ze stacji ważenia pojazdów określono współczynniki przeliczeniowe dla różnych sylwetek pojazdów oraz dla dwóch grup pojazdów zawartych w „Katalogu” tj. dla pojazdów ciężarowych bez przyczep i dla pojazdów ciężarowych z przyczepami lub naczepami. Stwierdzono pewne rozbieżności z danymi zawartymi w „Katalogu”, chociaż wartości otrzymane z obliczeń były podobnego rzędu.
10. Operowano ograniczoną liczbą danych z ważenia ze stacji Załuski. Opracowano jednak dobry aparat matematyczny (funkcje matematyczne) z uwzględnieniem procedury przetwarzania danych (w Excelu), który umożliwi analizę danych z innych stacji i weryfikację współczynników przeliczeniowych.
11. W świetle wyników obliczeń oraz badań można zalecić rozważenie zmiany ciśnienia kontaktowego do projektowania nawierzchni z 650 kPa do 850 kPa. Stwierdzono, że pojazdy ciężarowe mają z reguły ciśnienie w ogumieniu większe od 650 kPa, co wpływa na wzrost agresywności ich oddziaływania na nawierzchnię.

12. Stwierdzono, że obciążenie osi składowych osi podwójnych i potrójnych nie jest równomierne, co wpływa na agresywność ruchu. Wynika to z rozmieszczenia ładunku i z działania systemu zawieszenia. Fakt ten wskazuje na konieczność analizy każdej, kolejnej osi pojazdu przy obliczaniu ruchu równoważnego.

Opracowali:

Prof. Józef Judycki

Mgr inż. Agata Grajewska

Techn. Michał Wróbel

SPIS LITERATURY

1. Judycki J., Urbański P. – „Analiza agresywności oddziaływania osi ciężkich pojazdów na nawierzchnie drogowe.” Politechnika Gdańska - opracowanie wykonane na zlecenie GDDKiA w Warszawie, grudzień 2002
2. Judycki J., Urbański P., Gajewski D. – „Analiza agresywności ciężkich pojazdów dopuszczonych do ruchu w Unii Europejskiej na polskie nawierzchni drogowe.” Politechnika Gdańska - opracowanie wykonane na zlecenie GDDKiA w Warszawie, grudzień 2003
3. Judycki J., Urbański P., Grajewska A., Antoniewicz Ł. – „Opracowanie zaleceń do obliczania współczynników równoważności obciążenia osi do projektowania nawierzchni podatnych i półsztywnych.” Politechnika Gdańska – Raport z pierwszego etapu badań, opracowanie wykonane na zlecenie GDDKiA w Warszawie, listopad 2005 r.
4. Judycki J. – „Podstawy określania współczynników równoważności obciążenia osi do projektowania nawierzchni drogowych.” Drogi i Mosty 2/2006
5. Huang Y. H. „Pavement Analysis and Design”, Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1993
6. Witczak M. W, Yoder E. J. “Principles of pavement design”, 2nd Edition, J. Wiley and Sons, New York, 1975
7. Conception et Dimensionnement des Structures de Chaussee, Guide Technique, 1994, SETRA, LCPC
8. Mechowski T. “ Weryfikacja wartości współczynników przeliczeniowych na osie 100 kN i 115 kN na podstawie analizy aktualnej wielkości i struktury ruchu drogowego”. IBDiM, Warszawa 2004

**ZALECENIA DOTYCZĄCE OKREŚLANIA WSPÓŁCZYNNIKÓW
RÓWNOWAŻNOŚCI OBCIĄŻENIA OSI DLA NAWIERZCHNI
PODATNYCH I PÓLSZTYWNYCH**

ZALECENIA DOTYCZĄCE OKREŚLANIA WSPÓŁCZYNNIKÓW RÓWNOWAŻNOŚCI OBCIĄŻENIA OSI DLA NAWIERZCHNI PODATNYCH I PÓLSZTYWNYCH

1. Wstęp

Celem opracowania niniejszych zaleceń jest uściślenie metody określania ruchu obliczeniowego do projektowania nawierzchni podatnych i półsztywnych, przez dokładniejsze zdefiniowanie współczynników równoważności obciążenia osi.

Niniejsze zalecenia powstały w wyniku analizy konstrukcji nawierzchni w oparciu o metody mechanistyczne. Do analizy przyjęto konstrukcje nawierzchni zawarte w „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych”, GDDP/IBDiM, Warszawa, 1997. Do obliczenia stanu naprężeń i odkształceń w konstrukcjach nawierzchni wykorzystano program BISAR. Parametry mechaniczne warstw przyjęto dla stosowanych w Polsce technologii robót nawierzchniowych. Trwałość zmęczeniową obliczono przy zastosowaniu kryteriów Instytutu Asfaltowego i Uniwersytetu w Illinois, USA (Dempsey’a). Przeprowadzono studia wpływu ciśnienia kontaktowego pomiędzy kołem a nawierzchnią.

2. Zasada obliczeń

Jako oś standardową przyjęto oś pojedynczą z kołami pojedynczymi o nacisku 100 kN, o ciśnieniu w oponach 650 kPa.²

Przeliczanie liczby wszystkich osi rzeczywistych o różnych ciężarach, jakie obciążają drogę w danym okresie czasu, na równoważną liczbę standardowych osi równoważnych odbywa się według wzoru:

$$N_s = \sum F_j \times N_j \quad (1)$$

gdzie:

- N_s – liczba osi standardowych 100 kN, odpowiadająca N_j osiom rzeczywistym,
- N_j – liczba osi rzeczywistych o określonym nacisku j-tym,
- F_j – współczynnik równoważności obciążenia osi,
- j – klasa obciążeń osi.

Równoważność osi oznacza, że N_s standardowych osi równoważnych powoduje takie samo destrukcyjne oddziaływanie na konstrukcję nawierzchni jak N_j osi rzeczywistych o określonym nacisku j-tym.

² Ciśnienie kontaktowe 650 kPa zostało przyjęte w zalecanej w Polsce metodzie mechanistycznej, stosowanej do projektowania konstrukcji nawierzchni. W rzeczywistości ciśnienia w oponach samochodów ciężarowych są większe, rzędu 850 kPa,

Ruch obliczeniowy może być przeliczany na jedną dobę, jako średnioroczny ruch dobowy SRD, albo na jeden rok eksploatacji nawierzchni, albo na założony całkowity projektowy okres eksploatacji nawierzchni (najczęściej 20 lat). Obliczenia wykonywane są na obliczeniowy pas ruchu, czyli najbardziej obciążony pas ruchu w przekroju poprzecznym jezdni.

3. Definicja współczynnika równoważności obciążenia osi

Poniżej podano dwie tożsame formy definicji współczynnika równoważności osi:

Pierwsza forma definicji. *Współczynnik równoważności obciążenia osi F_j jest to stosunek niszczącego oddziaływania, jaki na określoną nawierzchnię wywiera przejście rozpatrywanej osi rzeczywistej, do niszczącego wpływu, jaki na tę samą nawierzchnię wywiera przejście wybranej standardowej osi równoważnej.*

Niszczący wpływ na nawierzchnię pojedynczego przejścia osi pojazdu określany jest jako jednostkowa szkoda zmęczeniowa. Z definicji współczynnik równoważności obciążenia osi F_j będzie równy:

$$F_j = d_j / d_s \quad (2)$$

gdzie:

- d_s - jednostkowa szkoda zmęczeniowa w nawierzchni od pojedynczego przejścia osi standardowej,
- d_j - jednostkowa szkoda zmęczeniowa w nawierzchni od pojedynczego przejścia osi rozpatrywanej j-tej.

Druga forma definicji. *Współczynnik równoważności obciążenia osi F_j jest to stosunek całkowitej ilości obciążeń osi standardowych, jakie może przenieść nawierzchnia do jej zniszczenia do ilości osi rzeczywistych „j-tych”, jakie może przenieść ta sama nawierzchnia do jej zniszczenia.*

Stąd otrzymuje się inną, ale tożsamą, postać wzoru na współczynnik równoważności obciążenia osi:

$$F_j = N_{fs} / N_{fj} \quad (3)$$

gdzie:

- N_{fs} - całkowita liczba obciążeń osi standardowych, jaką może przenieść nawierzchnia do zniszczenia, czyli *trwałość zmęczeniowa nawierzchni wyrażona w osiach standardowych*,

- N_{fj} - całkowita liczba obciążeń osi rzeczywistej „j-tej”, jaką może przenieść nawierzchnia do zniszczenia, czyli *trwałość zmęczeniowa nawierzchni wyrażona w osiach rozpatrywanych j-tych*.

Związek pomiędzy tymi pojęciami jest następujący. W przypadku osi standardowej *jednostkowa szkoda zmęczeniowa* nawierzchni wynosi:

$$d_s = 1/N_{fs} \quad (4)$$

W przypadku osi rzeczywistej *jednostkowa szkoda zmęczeniowa* nawierzchni wynosi:

$$d_j = 1/N_{fj} \quad (5)$$

Powyższe definicje zostały wykorzystane do obliczenia współczynników równoważności osi, podanych w niniejszych Zaleceniach.

4. Współczynniki równoważności obciążenia osi ze względu na różnorodne formy zniszczenia nawierzchni

W metodach mechanistycznych przyjmuje się następujące formy zniszczenia nawierzchni podatnych i półsztywnych:

- a) spękania zmęczeniowe warstw asfaltowych,
- b) deformacje (koleiny) strukturalne nawierzchni asfaltowych,
- c) spękania zmęczeniowe podbudów związanych cementem w nawierzchniach półsztywnych.

Każdą z tych form zniszczenia nawierzchni rządzi inne prawo zmęczeniowe. W wyniku obliczeń według metod mechanistycznych dla identycznych danych wyjściowych (warunków gruntowo-wodnych, typu nawierzchni, rodzaju i grubości warstw, klimatu i warunków obciążenia) otrzymamy inne ilości obciążeń osi do wystąpienia krytycznej wartości określonej formy zniszczenia nawierzchni. Otrzymamy zbiór następujących wielkości trwałości zmęczeniowych:

- N_{f1} - trwałość zmęczeniowa ze względu na spękania warstw asfaltowych,
- N_{f2} - trwałość zmęczeniowa ze względu na deformacje strukturalne,
- N_{f3} - trwałość zmęczeniowa podbudów związanych cementem.

Procesy powstawania różnych form uszkodzeń odbywają się z różną prędkością. Ze względu na różną wrażliwość poszczególnych elementów strukturalnych nawierzchni na oddziaływanie obciążeń, trwałości zmęczeniowe N_{f1} , N_{f2} , N_{f3} są z reguły od siebie różne. W związku z tym, po uwzględnieniu definicji współczynnika równoważności obciążenia osi (3) otrzymamy trzy różne wartości współczynnika równoważności obciążenia osi, to znaczy:

- a) współczynnik równoważności osi ze względu na spękania warstw asfaltowych:

$$F_{j1} = N_{fs1} / N_{fj1} \quad (6)$$

- b) współczynnik równoważności obciążenia osi ze względu na deformacje strukturalne nawierzchni asfaltowych:

$$F_{j2} = N_{fs2} / N_{fj2} \quad (7)$$

- c) współczynnik równoważności obciążenia osi ze względu na spękania podbudów związanych cementem:

$$F_{j3} = N_{fs3} / N_{fj3} \quad (8)$$

Wartości trzech powyżej sformułowanych współczynników są z reguły od siebie różne

$$F_{j1} \neq F_{j2} \neq F_{j3} \quad (9)$$

Do projektowania nawierzchni podatnej należy użyć dwa pierwsze współczynniki, a do nawierzchni półsztywnej trzy współczynniki.

5. Parametry uwzględniane przy określaniu współczynników równoważności obciążenia osi

W niniejszych zaleceniach uwzględnione zostały następujące parametry;

- a) typ konstrukcji nawierzchni:
 - nawierzchnie dla ruchu lekkiego KR1 i KR2
 - nawierzchnie dla ruchu średniego KR3 i KR4
 - nawierzchnie dla ruchu ciężkiego i bardzo ciężkiego KR5 i KR6
- b) rodzaj osi:
 - pojedyncza
 - podwójna
 - potrójna
- c) rodzaj kół
 - pojedyncze
 - podwójne
- d) obciążenie osi w kN
- e) ciśnienie w oponach:
 - 650 kPa
 - 850 kPa
 - 1000 kPa
- f) kryterium zmęczeniowe
 - trwałość zmęczeniowa ze względu na spękania warstw asfaltowych
 - trwałość zmęczeniowa ze względu na deformacje strukturalne
 - trwałość zmęczeniowa podbudów związanych cementem

6. Tablice współczynników równoważności obciążenia osi

W załączonych tablicach podano wartości współczynników równoważności obciążenia osi, które wynikają z analizy mechanicznej konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych stosowanych w Polsce.

W tablicach przyjęto następujące oznaczenia:

$F_{\text{asf.}}$ - współczynnik równoważności osi ze względu na spękania warstw asfaltowych,

F_{gr} - współczynnik równoważności obciążenia osi ze względu na deformacje strukturalne nawierzchni asfaltowych,

$F_{\text{cem. I}}$ - współczynnik równoważności obciążenia osi ze względu na spękania podbudów związanych cementem.

Tablica 1. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi pojedynczych, dla ruchu lekkiego (KR1,KR2).

Konstrukcja: KR1,KR2 - współczynniki równoważności obc. osi pojedynczej						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności obciążenia osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0394	0,0013	7,5695E-10	0,0180	0,0008	3,4453E-10
30	0,0994	0,0077	1,7150E-08	0,0500	0,0041	5,0832E-09
40	0,1830	0,0257	3,2604E-07	0,0987	0,0129	6,2453E-08
50	0,2866	0,0643	5,3132E-06	0,1632	0,0306	6,7777E-07
60	0,4066	0,1344	7,5392E-05	0,2423	0,0612	6,6262E-06
70	0,5403	0,2481	9,4495E-04	0,3347	0,1087	5,9045E-05
80	0,6852	0,4190	1,0597E-02	0,4392	0,1773	4,8392E-04
90	0,8394	0,6618	1,0754E-01	0,5545	0,2714	3,6756E-03
100	1,0012	0,9918	9,9716E-01	0,6798	0,3952	2,6045E-02
110	1,1693	1,4252	8,5194E+00	0,8139	0,5530	1,7316E-01
115	1,2553	1,6858	2,4205E+01	0,8840	0,6460	4,3665E-01
120	1,3425	1,9786	6,7555E+01	0,9561	0,7490	1,0857E+00
130	1,5198	2,6693	5,0033E+02	1,1056	0,9874	6,4481E+00
140	1,7005	3,5148	3,4801E+03	1,2616	1,2722	3,6420E+01
150	1,8839	4,5329	2,2843E+04	1,4237	1,6074	1,9632E+02
160	2,0692	5,7417	1,4211E+05	1,5911	1,9968	1,0131E+03
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0493	0,0014	8,4159E-10	0,0212	0,0008	3,9146E-10
30	0,1311	0,0081	2,1632E-08	0,0621	0,0046	6,8859E-09
40	0,2506	0,0277	4,7157E-07	0,1271	0,0146	9,4204E-08
50	0,4036	0,0705	9,0258E-06	0,2160	0,0355	1,1399E-06
60	0,5856	0,1495	1,5338E-04	0,3277	0,0724	1,2599E-05
70	0,7927	0,2802	2,3350E-03	0,4606	0,1308	1,2878E-04
80	1,0214	0,4801	3,2121E-02	0,6133	0,2171	1,2260E-03
90	1,2687	0,7684	4,0252E-01	0,7843	0,3376	1,0928E-02
100	1,5319	1,1661	4,6291E+00	0,9721	0,4989	9,1610E-02
110	1,8088	1,6957	4,9188E+01	1,1754	0,7081	7,2515E-01
115	1,9517	2,0173	1,5595E+02	1,2824	0,8328	1,9991E+00
120	2,0974	2,3810	4,8584E+02	1,3929	0,9721	5,4397E+00
130	2,3960	3,2469	4,4848E+03	1,6235	1,2980	3,8799E+01
140	2,7031	4,3195	3,8879E+04	1,8661	1,6930	2,6392E+02
150	3,0175	5,6258	3,1790E+05	2,1197	2,1643	1,7169E+03
160	3,3379	7,1939	2,4612E+06	2,3834	2,7192	1,0709E+04
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0555	0,0014	8,8648E-10	0,0231	0,0009	4,2301E-10
30	0,1525	0,0083	2,4425E-08	0,0698	0,0048	7,6003E-09
40	0,2982	0,0287	5,7039E-07	0,1462	0,0158	1,1293E-07
50	0,4885	0,0737	1,1869E-05	0,2524	0,0387	1,5097E-06
60	0,7186	0,1577	2,2232E-04	0,3877	0,0796	1,8497E-05
70	0,9839	0,2980	3,7706E-03	0,5506	0,1451	2,0925E-04
80	1,2801	0,5143	5,8240E-02	0,7395	0,2425	2,1969E-03
90	1,6034	0,8290	8,2416E-01	0,9527	0,3797	2,1506E-02
100	1,9506	1,2667	1,0748E+01	1,1886	0,5648	1,9716E-01
110	2,3186	1,8539	1,2988E+02	1,4454	0,8062	1,6996E+00
115	2,5096	2,2125	4,3947E+02	1,5812	0,9507	4,8825E+00
120	2,7048	2,6192	1,4618E+03	1,7217	1,1126	1,3831E+01
130	3,1070	3,5930	1,5396E+04	2,0160	1,4931	1,0663E+02
140	3,5231	4,8072	1,5241E+05	2,3270	1,9567	7,8133E+02
150	3,9512	6,2953	1,4235E+06	2,6533	2,5126	5,4580E+03
160	4,3898	8,0924	1,2590E+07	2,9940	3,1702	3,6449E+04

Tablica 2. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi pojedynczych, dla ruchu średniego (KR3,KR4).

Konstrukcja: KR3,KR4 - współczynniki równoważności obc. osi pojedynczej						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności obciążenia osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0157	0,0010	1,3099E-05	0,0097	0,0008	6,8404E-06
30	0,0500	0,0058	6,2782E-05	0,0309	0,0043	2,1788E-05
40	0,1085	0,0204	2,7789E-04	0,0679	0,0146	6,3333E-05
50	0,1930	0,0534	1,1839E-03	0,1230	0,0371	1,7633E-04
60	0,3038	0,1162	4,8763E-03	0,1975	0,0786	4,7524E-04
70	0,4406	0,2233	1,9413E-02	0,2924	0,1474	1,2444E-03
80	0,6026	0,3917	7,4702E-02	0,4082	0,2528	3,1716E-03
90	0,7890	0,6413	2,7799E-01	0,5454	0,4053	7,8801E-03
100	0,9986	0,9943	1,0015E+00	0,7041	0,6165	1,9114E-02
110	1,2305	1,4759	3,4972E+00	0,8845	0,8987	4,5319E-02
115	1,3545	1,7733	6,4618E+00	0,9829	1,0707	6,9219E-02
120	1,4836	2,1134	1,1853E+01	1,0866	1,2654	1,0517E-01
130	1,7567	2,9367	3,9049E+01	1,3103	1,7307	2,3917E-01
140	2,0489	3,9780	1,2522E+02	1,5554	2,3093	5,3360E-01
150	2,3591	5,2719	3,9135E+02	1,8219	3,0170	1,1691E+00
160	2,6863	6,8551	1,1936E+03	2,1094	3,8698	2,5180E+00
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0172	0,0010	1,3420E-05	0,0108	0,0008	7,2505E-06
30	0,0570	0,0060	6,7053E-05	0,0351	0,0046	2,4681E-05
40	0,1276	0,0211	3,0548E-04	0,0786	0,0156	7,4602E-05
50	0,2327	0,0557	1,3518E-03	0,1448	0,0400	2,1585E-04
60	0,3741	0,1223	5,8464E-03	0,2359	0,0857	6,0731E-04
70	0,5527	0,2368	2,4672E-02	0,3538	0,1624	1,6684E-03
80	0,7685	0,4185	1,0140E-01	0,4999	0,2814	4,4808E-03
90	1,0212	0,6901	4,0538E-01	0,6752	0,4557	1,1775E-02
100	1,3102	1,0775	1,5761E+00	0,8805	0,6996	3,0293E-02
110	1,6347	1,6100	5,9605E+00	1,1166	1,0290	7,6360E-02
115	1,8099	1,9407	1,1474E+01	1,2463	1,2311	1,2034E-01
120	1,9937	2,3201	2,1938E+01	1,3838	1,4612	1,8873E-01
130	2,3863	3,2436	7,8646E+01	1,6825	2,0147	4,5774E-01
140	2,8114	4,4194	2,7484E+02	2,0129	2,7093	1,0903E+00
150	3,2680	5,8897	9,3724E+02	2,3753	3,5661	2,5524E+00
160	3,7549	7,6999	3,1216E+03	2,7697	4,6072	5,8770E+00
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0180	0,0010	1,3564E-05	0,0114	0,0008	7,5123E-06
30	0,0609	0,0060	6,9367E-05	0,0376	0,0047	2,5978E-05
40	0,1387	0,0214	3,2047E-04	0,0855	0,0162	8,0972E-05
50	0,2566	0,0568	1,4448E-03	0,1590	0,0418	2,4253E-04
60	0,4176	0,1252	6,4059E-03	0,2610	0,0901	7,0675E-04
70	0,6236	0,2435	2,7866E-02	0,3941	0,1715	2,0093E-03
80	0,8756	0,4322	1,1858E-01	0,5601	0,2986	5,5781E-03
90	1,1739	0,7154	4,9257E-01	0,7604	0,4854	1,5131E-02
100	1,5184	1,1211	1,9954E+00	0,9962	0,7479	4,0129E-02
110	1,9089	1,6812	7,8793E+00	1,2684	1,1038	1,0414E-01
115	2,1211	2,0300	1,5561E+01	1,4184	1,3228	1,6644E-01
120	2,3446	2,4311	3,0332E+01	1,5778	1,5724	2,6466E-01
130	2,8249	3,4100	1,1388E+02	1,9250	2,1745	6,5929E-01
140	3,3488	4,6612	4,1720E+02	2,3105	2,9324	1,6112E+00
150	3,9155	6,2312	1,4926E+03	2,7345	3,8699	3,8660E+00
160	4,5241	8,1708	5,2185E+03	3,1974	5,0123	9,1159E+00

Tablica 3. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi pojedynczych, dla ruchu ciężkiego i bardzo ciężkiego (KR5,KR6).

Konstrukcja: KR5,KR6 - współczynniki równoważności obc. osi pojedynczej						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności obciążenia osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0082	0,0009	8,0591E-04	0,0067	0,0007	6,1042E-04
30	0,0294	0,0053	2,1361E-03	0,0237	0,0044	1,3196E-03
40	0,0709	0,0187	5,3135E-03	0,0565	0,0153	2,6785E-03
50	0,1380	0,0498	1,3047E-02	0,1095	0,0399	5,2990E-03
60	0,2351	0,1101	3,1789E-02	0,1864	0,0866	1,0293E-02
70	0,3662	0,2147	7,6723E-02	0,2904	0,1661	1,9668E-02
80	0,5346	0,3820	1,8305E-01	0,4244	0,2910	3,6995E-02
90	0,7430	0,6339	4,3107E-01	0,5912	0,4761	6,8542E-02
100	0,9940	0,9958	1,0011E+00	0,7930	0,7382	1,2515E-01
110	1,2898	1,4967	2,2916E+00	1,0319	1,0957	2,2534E-01
115	1,4552	1,8093	3,4483E+00	1,1660	1,3167	3,0084E-01
120	1,6323	2,1690	5,1702E+00	1,3100	1,5695	4,0033E-01
130	2,0232	3,0489	1,1498E+01	1,6291	2,1818	7,0220E-01
140	2,4640	4,1759	2,5212E+01	1,9906	2,9571	1,2168E+00
150	2,9559	5,5934	5,4525E+01	2,3962	3,9213	2,0843E+00
160	3,5002	7,3482	1,1635E+02	2,8472	5,1024	3,5311E+00
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0084	0,0009	8,1238E-04	0,0070	0,0008	6,2809E-04
30	0,0309	0,0053	2,1971E-03	0,0251	0,0045	1,4109E-03
40	0,0755	0,0191	5,5166E-03	0,0607	0,0159	2,9316E-03
50	0,1489	0,0509	1,3721E-02	0,1189	0,0418	5,9377E-03
60	0,2570	0,1132	3,4045E-02	0,2045	0,0914	1,1842E-02
70	0,4052	0,2220	8,4095E-02	0,3218	0,1767	2,3303E-02
80	0,5982	0,3972	2,0618E-01	0,4747	0,3117	4,5261E-02
90	0,8403	0,6625	5,0062E-01	0,6669	0,5134	8,6775E-02
100	1,1355	1,0460	1,2018E+00	0,9017	0,8009	1,6424E-01
110	1,4875	1,5796	2,8498E+00	1,1824	1,1960	3,0694E-01
115	1,6858	1,9140	4,3675E+00	1,3408	1,4414	4,1766E-01
120	1,8995	2,2998	6,6715E+00	1,5118	1,7229	5,6659E-01
130	2,3747	3,2472	1,5415E+01	1,8928	2,4081	1,0335E+00
140	2,9158	4,4667	3,5153E+01	2,3279	3,2808	1,8633E+00
150	3,5255	6,0079	7,9128E+01	2,8197	4,3725	3,3224E+00
160	4,2062	7,9246	1,7585E+02	3,3704	5,7170	5,8609E+00
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0086	0,0009	8,1560E-04	0,0072	0,0008	6,3916E-04
30	0,0316	0,0054	2,2273E-03	0,0259	0,0046	1,4423E-03
40	0,0778	0,0193	5,6162E-03	0,0631	0,0163	3,0502E-03
50	0,1546	0,0516	1,4055E-02	0,1244	0,0429	6,3104E-03
60	0,2688	0,1151	3,5195E-02	0,2152	0,0943	1,2863E-02
70	0,4264	0,2262	8,7969E-02	0,3403	0,1827	2,5862E-02
80	0,6334	0,4054	2,1873E-01	0,5042	0,3234	5,1280E-02
90	0,8949	0,6775	5,3955E-01	0,7112	0,5341	1,0028E-01
100	1,2159	1,0714	1,3178E+00	0,9652	0,8354	1,9339E-01
110	1,6011	1,6205	3,1827E+00	1,2700	1,2506	3,6796E-01
115	1,8191	1,9650	4,9243E+00	1,4426	1,5089	5,0503E-01
120	2,0547	2,3628	7,5956E+00	1,6291	1,8057	6,9092E-01
130	2,5808	3,3407	1,7904E+01	2,0459	2,5295	1,2809E+00
140	3,1833	4,6013	4,1676E+01	2,5234	3,4536	2,3456E+00
150	3,8657	6,1965	9,5798E+01	3,0647	4,6120	4,2449E+00
160	4,6313	8,1829	2,1748E+02	3,6728	6,0418	7,5955E+00

Tablica 4. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi podwójnych, dla ruchu lekkiego (KR1,KR2).

Konstrukcja: KR1,KR2 - współczynniki równoważności obc. osi podwójnej						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności obciążenia osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0086	0,0001	3,3787E-11	0,0034	0,0001	1,8343E-11
40	0,0480	0,0019	1,3215E-09	0,0224	0,0011	5,6124E-10
60	0,1191	0,0109	3,7565E-08	0,0611	0,0057	9,9160E-09
80	0,2170	0,0363	8,7517E-07	0,1194	0,0178	1,4497E-07
100	0,3369	0,0902	1,7109E-05	0,1959	0,0421	1,8486E-06
115	0,4389	0,1582	1,4344E-04	0,2642	0,0713	1,1544E-05
120	0,4748	0,1874	2,8615E-04	0,2889	0,0836	2,0972E-05
140	0,6273	0,3444	4,1671E-03	0,3969	0,1477	2,1448E-04
160	0,7916	0,5794	5,3656E-02	0,5183	0,2398	1,9982E-03
180	0,9654	0,9118	6,1894E-01	0,6517	0,3655	1,7111E-02
200	1,1470	1,3622	6,4683E+00	0,7959	0,5303	1,3571E-01
220	1,3349	1,9519	6,1830E+01	0,9498	0,7396	1,0036E+00
240	1,5276	2,7027	5,4504E+02	1,1122	0,9988	6,9593E+00
260	1,7243	3,6374	4,4623E+03	1,2825	1,3130	4,5487E+01
280	1,9240	4,7788	3,4140E+04	1,4596	1,6873	2,8148E+02
300	2,1259	6,1503	2,4538E+05	1,6430	2,1267	1,6557E+03
320	2,3295	7,7753	1,6648E+06	1,8320	2,6361	9,2895E+03
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0098	0,0001	2,9111E-11	0,0037	0,0001	1,1549E-11
40	0,0607	0,0020	1,5047E-09	0,0266	0,0012	6,6637E-10
60	0,1588	0,0116	4,8992E-08	0,0767	0,0064	1,3839E-08
80	0,3003	0,0393	1,3352E-06	0,1554	0,0204	2,2683E-07
100	0,4794	0,0995	3,1369E-05	0,2618	0,0493	3,2732E-06
115	0,6352	0,1767	3,0600E-04	0,3589	0,0847	2,2686E-05
120	0,6908	0,2102	6,4336E-04	0,3944	0,0998	4,2762E-05
140	0,9295	0,3925	1,1649E-02	0,5513	0,1796	5,1177E-04
160	1,1916	0,6701	1,8823E-01	0,7304	0,2969	5,6534E-03
180	1,4734	1,0692	2,7411E+00	0,9299	0,4600	5,7994E-02
200	1,7719	1,6183	3,6294E+01	1,1480	0,6779	5,5538E-01
220	2,0846	2,3476	4,4043E+02	1,3832	0,9594	4,9887E+00
240	2,4091	3,2890	4,9326E+03	1,6338	1,3137	4,2212E+01
260	2,7437	4,4760	5,1304E+04	1,8986	1,7500	3,3778E+02
280	3,0867	5,9435	4,9828E+05	2,1762	2,2776	2,5651E+03
300	3,4365	7,7274	4,5414E+06	2,4656	2,9058	1,8545E+04
320	3,7921	9,8650	3,9012E+07	2,7657	3,6439	1,2803E+05
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0105	0,0001	2,5317E-11	0,0038	0,0001	1,5267E-11
40	0,0688	0,0020	1,6084E-09	0,0292	0,0012	7,1633E-10
60	0,1860	0,0120	5,6253E-08	0,0869	0,0068	1,5559E-08
80	0,3596	0,0409	1,6598E-06	0,1797	0,0221	2,8126E-07
100	0,5839	0,1045	4,2971E-05	0,3077	0,0539	4,5338E-06
115	0,7818	0,1868	4,5529E-04	0,4259	0,0934	3,4170E-05
120	0,8529	0,2227	9,8548E-04	0,4693	0,1102	6,6216E-05
140	1,1607	0,4192	2,0170E-02	0,6626	0,2001	8,8299E-04
160	1,5024	0,7214	3,7123E-01	0,8854	0,3333	1,0818E-02
180	1,8733	1,1598	6,1909E+00	1,1355	0,5200	1,2245E-01
200	2,2695	1,7679	9,4226E+01	1,4108	0,7712	1,2876E+00
220	2,6877	2,5819	1,3176E+03	1,7093	1,0978	1,2641E+01
240	3,1248	3,6405	1,7031E+04	2,0292	1,5115	1,1640E+02
260	3,5783	4,9850	2,0463E+05	2,3687	2,0238	1,0095E+03
280	4,0457	6,6584	2,2967E+06	2,7262	2,6466	8,2781E+03
300	4,5252	8,7061	2,4190E+07	3,1003	3,3919	6,4411E+04
320	5,0149	11,1752	2,4006E+08	3,4896	4,2717	4,7705E+05

Tablica 5. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi podwójnych, dla ruchu średniego (KR3,KR4).

Konstrukcja: KR3,KR4 - współczynniki równoważności obc. osi podwójnej						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności obciążenia osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0024	0,0001	2,1343E-06	0,0016	0,0000	1,6606E-06
40	0,0200	0,0014	1,7407E-05	0,0124	0,0011	8,4732E-06
60	0,0628	0,0084	9,2971E-05	0,0389	0,0062	2,8940E-05
80	0,1349	0,0293	4,6186E-04	0,0850	0,0207	9,0796E-05
100	0,2380	0,0763	2,2000E-03	0,1530	0,0524	2,7236E-04
115	0,3356	0,1382	6,9101E-03	0,2193	0,0929	6,0612E-04
120	0,3720	0,1656	1,0069E-02	0,2444	0,1105	7,8800E-04
140	0,5362	0,3173	4,4266E-02	0,3604	0,2065	2,2061E-03
160	0,7297	0,5555	1,8701E-01	0,5014	0,3532	5,9892E-03
180	0,9511	0,9076	7,6001E-01	0,6678	0,5649	1,5796E-02
200	1,1991	1,4048	2,9760E+00	0,8598	0,8574	4,0543E-02
220	1,4722	2,0820	1,1247E+01	1,0774	1,2476	1,0144E-01
240	1,7690	2,9772	4,1101E+01	1,3205	1,7534	2,4776E-01
260	2,0884	4,1317	1,4549E+02	1,5890	2,3940	5,9168E-01
280	2,4288	5,5902	4,9972E+02	1,8826	3,1895	1,3833E+00
300	2,7891	7,4002	1,6682E+03	2,2011	4,1608	3,1699E+00
320	3,1682	9,6126	5,4204E+03	2,5442	5,3297	7,1285E+00
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0025	0,0001	1,8129E-06	0,0017	0,0001	1,4079E-06
40	0,0221	0,0014	1,8034E-05	0,0138	0,0011	9,1328E-06
60	0,0722	0,0086	1,0001E-04	0,0444	0,0065	3,3145E-05
80	0,1601	0,0304	5,1380E-04	0,0989	0,0222	1,0835E-04
100	0,2897	0,0798	2,5625E-03	0,1812	0,0567	3,3948E-04
115	0,4153	0,1457	8,3996E-03	0,2628	0,1016	7,8356E-04
120	0,4626	0,1749	1,2432E-02	0,2940	0,1212	1,0319E-03
140	0,6796	0,3380	5,8512E-02	0,4393	0,2290	3,0522E-03
160	0,9404	0,5965	2,6667E-01	0,6187	0,3960	8,7949E-03
180	1,2443	0,9821	1,1760E+00	0,8333	0,6399	2,4711E-02
200	1,5903	1,5312	5,0189E+00	1,0840	0,9806	6,7762E-02
220	1,9774	2,2851	2,0741E+01	1,3715	1,4400	1,8152E-01
240	2,4041	3,2891	8,3086E+01	1,6962	2,0418	4,7552E-01
260	2,8692	4,5935	3,2298E+02	2,0584	2,8114	1,2194E+00
280	3,3713	6,2527	1,2198E+03	2,4583	3,7759	3,0640E+00
300	3,9089	8,3256	4,4817E+03	2,8961	4,9641	7,5513E+00
320	4,4809	10,8753	1,6037E+04	3,3718	6,4064	1,8270E+01
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0025	0,0001	1,6340E-06	0,0017	0,0001	1,5187E-06
40	0,0232	0,0014	1,8347E-05	0,0146	0,0012	9,4676E-06
60	0,0776	0,0087	1,0382E-04	0,0479	0,0067	3,5141E-05
80	0,1750	0,0309	5,4214E-04	0,1080	0,0231	1,1901E-04
100	0,3211	0,0816	2,7666E-03	0,1997	0,0594	3,8733E-04
115	0,4648	0,1494	9,2691E-03	0,2913	0,1069	9,1980E-04
120	0,5194	0,1795	1,3830E-02	0,3265	0,1277	1,2227E-03
140	0,7715	0,3485	6,7469E-02	0,4911	0,2426	3,7513E-03
160	1,0782	0,6176	3,2017E-01	0,6957	0,4213	1,1195E-02
180	1,4396	1,0210	1,4753E+00	0,9418	0,6835	3,2523E-02
200	1,8554	1,5982	6,5966E+00	1,2308	1,0515	9,2070E-02
220	2,3247	2,3940	2,8620E+01	1,5636	1,5494	2,5425E-01
240	2,8467	3,4585	1,2055E+02	1,9410	2,2040	6,8568E-01
260	3,4203	4,8468	4,9332E+02	2,3636	3,0439	1,8079E+00
280	4,0443	6,6196	1,9631E+03	2,8318	4,0999	4,6654E+00
300	4,7174	8,8426	7,6043E+03	3,3460	5,4047	1,1796E+01
320	5,4384	11,5866	2,8702E+04	3,9064	6,9928	2,9250E+01

Tablica 6. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi podwójnych, dla ruchu ciężkiego i bardzo ciężkiego (KR5,KR6).

Konstrukcja: KR5,KR6 - współczynniki równoważności obc. osi podwójnej						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności obciążenia osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0011	0,0001	2,2111E-04	0,0009	0,0000	2,2978E-04
40	0,0107	0,0013	9,6603E-04	0,0087	0,0011	7,0447E-04
60	0,0381	0,0076	2,7158E-03	0,0305	0,0063	1,5928E-03
80	0,0911	0,0270	7,2690E-03	0,0725	0,0219	3,4038E-03
100	0,1763	0,0716	1,9236E-02	0,1398	0,0569	7,0871E-03
115	0,2646	0,1314	3,9660E-02	0,2097	0,1029	1,2120E-02
120	0,2991	0,1580	5,0407E-02	0,2370	0,1232	1,4459E-02
140	0,4641	0,3077	1,3045E-01	0,3682	0,2358	2,8945E-02
160	0,6752	0,5468	3,3263E-01	0,5368	0,4125	5,6902E-02
180	0,9357	0,9064	8,3454E-01	0,7460	0,6737	1,0993E-01
200	1,2487	1,4224	2,0586E+00	0,9986	1,0430	2,0886E-01
220	1,6165	2,1357	4,9920E+00	1,2971	1,5462	3,9056E-01
240	2,0413	3,0924	1,1901E+01	1,6439	2,2120	7,1937E-01
260	2,5252	4,3434	2,7902E+01	2,0410	3,0715	1,3062E+00
280	3,0697	5,9445	6,4363E+01	2,4903	4,1586	2,3395E+00
300	3,6764	7,9568	1,4615E+02	2,9937	5,5094	4,1368E+00
320	4,3465	10,4462	3,2685E+02	3,5527	7,1623	7,2259E+00
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0011	0,0001	1,9959E-04	0,0010	0,0000	2,0810E-04
40	0,0111	0,0013	9,7975E-04	0,0092	0,0011	7,3184E-04
60	0,0401	0,0077	2,8002E-03	0,0325	0,0065	1,7141E-03
80	0,0974	0,0275	7,5761E-03	0,0781	0,0229	3,7551E-03
100	0,1913	0,0734	2,0377E-02	0,1525	0,0598	8,0299E-03
115	0,2901	0,1354	4,2704E-02	0,2307	0,1089	1,4043E-02
120	0,3290	0,1630	5,4610E-02	0,2615	0,1306	1,6886E-02
140	0,5170	0,3193	1,4531E-01	0,4104	0,2519	3,4961E-02
160	0,7612	0,5706	3,8261E-01	0,6040	0,4439	7,1279E-02
180	1,0667	0,9510	9,9449E-01	0,8469	0,7300	1,4312E-01
200	1,4383	1,5003	2,5481E+00	1,1431	1,1375	2,8310E-01
220	1,8803	2,2641	6,4310E+00	1,4964	1,6969	5,5183E-01
240	2,3968	3,2942	1,5982E+01	1,9106	2,4419	1,0605E+00
260	2,9914	4,6484	3,9106E+01	2,3888	3,4101	2,0106E+00
280	3,6673	6,3907	9,4231E+01	2,9343	4,6420	3,7621E+00
300	4,4279	8,5912	2,2367E+02	3,5501	6,1818	6,9517E+00
320	5,2757	11,3266	5,2319E+02	4,2388	8,0767	1,2692E+01
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
20	0,0011	0,0001	1,8924E-04	0,0010	0,0001	2,2118E-04
40	0,0113	0,0013	9,8665E-04	0,0094	0,0011	7,4390E-04
60	0,0411	0,0078	2,8419E-03	0,0336	0,0067	1,7591E-03
80	0,1007	0,0279	7,7271E-03	0,0814	0,0234	3,9352E-03
100	0,1993	0,0745	2,0949E-02	0,1600	0,0615	8,6154E-03
115	0,3039	0,1377	4,4267E-02	0,2431	0,1123	1,5337E-02
120	0,3452	0,1659	5,6787E-02	0,2759	0,1349	1,8550E-02
140	0,5462	0,3257	1,5328E-01	0,4352	0,2610	3,9295E-02
160	0,8092	0,5832	4,1031E-01	0,6434	0,4614	8,1883E-02
180	1,1408	0,9738	1,0863E+00	0,9058	0,7611	1,6786E-01
200	1,5471	1,5388	2,8388E+00	1,2273	1,1891	3,3860E-01
220	2,0335	2,3260	7,3156E+00	1,6123	1,7783	6,7243E-01
240	2,6054	3,3892	1,8579E+01	2,0653	2,5653	1,3154E+00
260	3,2677	4,7892	4,6488E+01	2,5903	3,5906	2,5360E+00
280	4,0249	6,5930	1,1461E+02	3,1912	4,8984	4,8219E+00
300	4,8814	8,8744	2,7844E+02	3,8715	6,5368	9,0472E+00
320	5,8413	11,7140	6,6679E+02	4,6347	8,5576	1,6761E+01

Tablica 7. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi potrójnych, dla ruchu lekkiego (KR1,KR2).

Konstrukcja: KR1,KR2 - współczynniki równoważności obc. osi potrójnej						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności obciążenia osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0537	0,0024	1,8583E-09	0,0253	0,0013	7,5475E-10
80	0,1024	0,0081	1,9463E-08	0,0517	0,0043	5,6622E-09
100	0,1648	0,0208	1,8447E-07	0,0878	0,0105	3,8443E-08
115	0,2195	0,0372	9,3835E-07	0,1209	0,0182	1,5386E-07
120	0,2391	0,0443	1,5964E-06	0,1331	0,0215	2,4223E-07
140	0,3237	0,0830	1,2704E-05	0,1872	0,0389	1,4315E-06
160	0,4173	0,1420	9,3575E-05	0,2495	0,0644	7,9838E-06
180	0,5186	0,2269	6,4200E-04	0,3195	0,1000	4,2226E-05
200	0,6267	0,3437	4,1259E-03	0,3965	0,1474	2,1263E-04
220	0,7405	0,4985	2,4966E-02	0,4801	0,2085	1,0230E-03
240	0,8593	0,6981	1,4289E-01	0,5697	0,2852	4,7166E-03
260	0,9824	0,9492	7,7678E-01	0,6650	0,3794	2,0901E-02
280	1,1092	1,2591	4,0255E+00	0,7655	0,4930	8,9236E-02
300	1,2392	1,6349	1,9953E+01	0,8708	0,6279	3,6793E-01
320	1,3719	2,0842	9,4872E+01	0,9806	0,7858	1,4681E+00
340	1,5069	2,6145	4,3388E+02	1,0946	0,9687	5,6792E+00
360	1,6439	3,2335	1,9132E+03	1,2123	1,1782	2,1338E+01
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0683	0,0025	2,1454E-09	0,0303	0,0015	9,1699E-10
80	0,1354	0,0086	2,4678E-08	0,0643	0,0048	7,7084E-09
100	0,2242	0,0223	2,5918E-07	0,1124	0,0119	5,6811E-08
115	0,3040	0,0403	1,4372E-06	0,1575	0,0209	2,4138E-07
120	0,3329	0,0481	2,5208E-06	0,1743	0,0248	3,8791E-07
140	0,4594	0,0914	2,2833E-05	0,2497	0,0454	2,5007E-06
160	0,6020	0,1583	1,9340E-04	0,3380	0,0763	1,5347E-05
180	0,7589	0,2558	1,5379E-03	0,4385	0,1201	9,0069E-05
200	0,9286	0,3916	1,1524E-02	0,5506	0,1793	5,0704E-04
220	1,1097	0,5740	8,1676E-02	0,6737	0,2567	2,7447E-03
240	1,3009	0,8118	5,4936E-01	0,8069	0,3554	1,4316E-02
260	1,5011	1,1145	3,5180E+00	0,9498	0,4782	7,2095E-02
280	1,7094	1,4919	2,1512E+01	1,1018	0,6282	3,5112E-01
300	1,9249	1,9543	1,2595E+02	1,2622	0,8085	1,6566E+00
320	2,1467	2,5126	7,0789E+02	1,4306	1,0221	7,5825E+00
340	2,3741	3,1777	3,8278E+03	1,6064	1,2722	3,3720E+01
360	2,6065	3,9612	1,9956E+04	1,7892	1,5620	1,4588E+02
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0777	0,0025	2,3119E-09	0,0334	0,0015	9,8505E-10
80	0,1577	0,0089	2,7939E-08	0,0724	0,0051	8,5315E-09
100	0,2658	0,0231	3,0891E-07	0,1287	0,0128	6,6864E-08
115	0,3642	0,0419	1,7902E-06	0,1823	0,0226	3,0003E-07
120	0,4001	0,0502	3,1900E-06	0,2023	0,0268	4,9141E-07
140	0,5588	0,0958	3,0944E-05	0,2930	0,0496	3,4242E-06
160	0,7395	0,1671	2,8278E-04	0,4003	0,0840	2,2727E-05
180	0,9404	0,2717	2,4405E-03	0,5234	0,1330	1,4408E-04
200	1,1595	0,4183	1,9944E-02	0,6618	0,1997	8,7448E-04
220	1,3951	0,6165	1,5472E-01	0,8146	0,2876	5,0918E-03
240	1,6458	0,8767	1,1425E+00	0,9811	0,4001	2,8499E-02
260	1,9099	1,2097	8,0503E+00	1,1606	0,5410	1,5361E-01
280	2,1863	1,6274	5,4261E+01	1,3523	0,7138	7,9888E-01
300	2,4737	2,1421	3,5065E+02	1,5555	0,9225	4,0153E+00
320	2,7711	2,7668	2,1772E+03	1,7697	1,1709	1,9537E+01
340	3,0775	3,5150	1,3016E+04	1,9942	1,4630	9,2163E+01
360	3,3920	4,4008	7,5055E+04	2,2283	1,8027	4,2212E+02

Tablica 8. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi potrójnych, dla ruchu średniego (KR3,KR4).

Konstrukcja: KR3,KR4 - współczynniki równoważności obc. osi potrójnej						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności obciążenia osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0230	0,0017	2,0677E-05	0,0142	0,0013	9,6364E-06
80	0,0519	0,0062	6,6879E-05	0,0321	0,0046	2,2810E-05
100	0,0949	0,0164	2,0778E-04	0,0592	0,0118	5,1494E-05
115	0,1369	0,0300	4,7881E-04	0,0863	0,0212	9,3142E-05
120	0,1528	0,0360	6,3084E-04	0,0966	0,0254	1,1318E-04
140	0,2260	0,0698	1,8777E-03	0,1449	0,0481	2,4374E-04
160	0,3143	0,1233	5,4809E-03	0,2047	0,0832	5,1564E-04
180	0,4176	0,2031	1,5687E-02	0,2762	0,1345	1,0729E-03
200	0,5356	0,3166	4,4021E-02	0,3599	0,2061	2,1976E-03
220	0,6679	0,4723	1,2115E-01	0,4558	0,3024	4,4340E-03
240	0,8140	0,6794	3,2707E-01	0,5641	0,4283	8,8182E-03
260	0,9736	0,9481	8,6667E-01	0,6849	0,5890	1,7296E-02
280	1,1461	1,2892	2,2552E+00	0,8183	0,7900	3,3481E-02
300	1,3310	1,7148	5,7666E+00	0,9641	1,0370	6,3992E-02
320	1,5279	2,2373	1,4498E+01	1,1225	1,3360	1,2084E-01
340	1,7364	2,8703	3,5860E+01	1,2934	1,6935	2,2554E-01
360	1,9558	3,6279	8,7318E+01	1,4767	2,1158	4,1632E-01
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0256	0,0018	2,1541E-05	0,0159	0,0014	1,0478E-05
80	0,0593	0,0064	7,1511E-05	0,0365	0,0048	2,5887E-05
100	0,1110	0,0169	2,2700E-04	0,0683	0,0126	6,0212E-05
115	0,1626	0,0311	5,3315E-04	0,1005	0,0227	1,1126E-04
120	0,1824	0,0374	7,0745E-04	0,1129	0,0272	1,3617E-04
140	0,2744	0,0730	2,1755E-03	0,1714	0,0520	3,0237E-04
160	0,3876	0,1298	6,6012E-03	0,2447	0,0908	6,6147E-04
180	0,5224	0,2150	1,9745E-02	0,3336	0,1480	1,4273E-03
200	0,6787	0,3373	5,8172E-02	0,4387	0,2285	3,0398E-03
220	0,8564	0,5060	1,6870E-01	0,5604	0,3379	6,3915E-03
240	1,0554	0,7318	4,8142E-01	0,6993	0,4822	1,3272E-02
260	1,2754	1,0266	1,3519E+00	0,8556	0,6678	2,7226E-02
280	1,5159	1,4032	3,7357E+00	1,0296	0,9017	5,5192E-02
300	1,7766	1,8755	1,0161E+01	1,2215	1,1914	1,1060E-01
320	2,0571	2,4587	2,7212E+01	1,4316	1,5448	2,1917E-01
340	2,3568	3,1689	7,1778E+01	1,6598	1,9702	4,2963E-01
360	2,6754	4,0232	1,8656E+02	1,9065	2,4763	8,3339E-01
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0269	0,0018	2,1987E-05	0,0169	0,0014	1,0872E-05
80	0,0634	0,0064	7,4022E-05	0,0392	0,0050	2,7277E-05
100	0,1203	0,0172	2,3742E-04	0,0741	0,0130	6,4926E-05
115	0,1777	0,0316	5,6279E-04	0,1097	0,0237	1,2230E-04
120	0,1999	0,0381	7,4941E-04	0,1235	0,0284	1,5068E-04
140	0,3038	0,0745	2,3424E-03	0,1887	0,0545	3,4364E-04
160	0,4331	0,1329	7,2499E-03	0,2710	0,0955	7,7202E-04
180	0,5885	0,2210	2,2189E-02	0,3713	0,1562	1,7100E-03
200	0,7704	0,3477	6,7067E-02	0,4904	0,2420	3,7355E-03
220	0,9791	0,5232	1,9998E-01	0,6291	0,3590	8,0506E-03
240	1,2146	0,7590	5,8791E-01	0,7880	0,5138	1,7122E-02
260	1,4768	1,0677	1,7033E+00	0,9674	0,7136	3,5944E-02
280	1,7656	1,4634	4,8623E+00	1,1679	0,9661	7,4511E-02
300	2,0807	1,9612	1,3677E+01	1,3898	1,2797	1,5258E-01
320	2,4219	2,5778	3,7912E+01	1,6333	1,6632	3,0875E-01
340	2,7887	3,3307	1,0358E+02	1,8987	2,1260	6,1763E-01
360	3,1808	4,2391	2,7903E+02	2,1862	2,6779	1,2219E+00

Tablica 9. Zestawienie współczynników równoważności obciążenia osi potrójnych, dla ruchu ciężkiego i bardzo ciężkiego (KR5,KR6).

Konstrukcja: KR5,KR6 - współczynniki równoważności obc. osi potrójnej						
Ciśnienie 650 kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności obciążenia osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0125	0,0016	1,0765E-03	0,0102	0,0013	7,6761E-04
80	0,0307	0,0056	2,2204E-03	0,0247	0,0047	1,3603E-03
100	0,0608	0,0150	4,4441E-03	0,0486	0,0123	2,3344E-03
115	0,0927	0,0277	7,4329E-03	0,0737	0,0225	3,4621E-03
120	0,1052	0,0334	8,8174E-03	0,0836	0,0270	3,9419E-03
140	0,1659	0,0654	1,7414E-02	0,1316	0,0521	6,5796E-03
160	0,2448	0,1169	3,4233E-02	0,1940	0,0918	1,0873E-02
180	0,3434	0,1947	6,6924E-02	0,2722	0,1510	1,7798E-02
200	0,4634	0,3070	1,2998E-01	0,3677	0,2353	2,8869E-02
220	0,6059	0,4629	2,5063E-01	0,4814	0,3508	4,6414E-02
240	0,7721	0,6727	4,7951E-01	0,6145	0,5044	7,3979E-02
260	0,9632	0,9481	9,0999E-01	0,7681	0,7038	1,1693E-01
280	1,1800	1,3017	1,7127E+00	0,9431	0,9571	1,8331E-01
300	1,4235	1,7476	3,1964E+00	1,1403	1,2732	2,8514E-01
320	1,6943	2,3007	5,9158E+00	1,3605	1,6616	4,4018E-01
340	1,9933	2,9775	1,0858E+01	1,6046	2,1324	6,7455E-01
360	2,3211	3,7955	1,9767E+01	1,8732	2,6963	1,0264E+00
Ciśnienie 850kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0129	0,0016	1,0950E-03	0,0107	0,0014	8,0145E-04
80	0,0322	0,0057	2,2847E-03	0,0262	0,0048	1,4560E-03
100	0,0646	0,0152	4,6048E-03	0,0520	0,0128	2,5437E-03
115	0,0991	0,0282	7,7493E-03	0,0795	0,0234	3,8216E-03
120	0,1128	0,0341	9,2148E-03	0,0903	0,0282	4,3706E-03
140	0,1798	0,0670	1,8411E-02	0,1434	0,0547	7,4332E-03
160	0,2678	0,1203	3,6728E-02	0,2131	0,0970	1,2538E-02
180	0,3793	0,2013	7,3068E-02	0,3013	0,1605	2,0987E-02
200	0,5162	0,3186	1,4478E-01	0,4097	0,2513	3,4865E-02
220	0,6806	0,4822	2,8537E-01	0,5401	0,3767	5,7486E-02
240	0,8744	0,7035	5,5913E-01	0,6939	0,5443	9,4074E-02
260	1,0991	0,9953	1,0882E+00	0,8727	0,7631	1,5281E-01
280	1,3563	1,3716	2,1031E+00	1,0777	1,0425	2,4640E-01
300	1,6477	1,8479	4,0345E+00	1,3104	1,3930	3,9446E-01
320	1,9745	2,4413	7,6819E+00	1,5719	1,8257	6,2704E-01
340	2,3382	3,1702	1,4516E+01	1,8635	2,3527	9,8993E-01
360	2,7398	4,0544	2,7223E+01	2,1863	2,9868	1,5524E+00
Ciśnienie 1000kPa						
Obciążenie osi [kN]	Współczynnik równoważności osi					
	Koła pojedyncze			Koła podwójne		
	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I	Fj asf.	Fj gr.	Fj cem.I
60	0,0132	0,0016	1,1043E-03	0,0109	0,0014	8,1453E-04
80	0,0330	0,0057	2,3166E-03	0,0271	0,0049	1,4892E-03
100	0,0665	0,0154	4,6837E-03	0,0540	0,0131	2,6362E-03
115	0,1025	0,0286	7,9048E-03	0,0828	0,0240	4,0070E-03
120	0,1168	0,0345	9,4106E-03	0,0943	0,0289	4,6011E-03
140	0,1871	0,0680	1,8909E-02	0,1503	0,0563	7,9557E-03
160	0,2802	0,1223	3,8003E-02	0,2243	0,1000	1,3644E-02
180	0,3988	0,2050	7,6282E-02	0,3184	0,1659	2,3215E-02
200	0,5453	0,3249	1,5270E-01	0,4345	0,2604	3,9184E-02
220	0,7222	0,4925	3,0444E-01	0,5746	0,3912	6,5608E-02
240	0,9318	0,7196	6,0387E-01	0,7404	0,5665	1,0897E-01
260	1,1762	1,0193	1,1908E+00	0,9337	0,7957	1,7956E-01
280	1,4573	1,4063	2,3333E+00	1,1562	1,0892	2,9355E-01
300	1,7772	1,8969	4,5408E+00	1,4094	1,4580	4,7622E-01
320	2,1376	2,5088	8,7749E+00	1,6947	1,9142	7,6676E-01
340	2,5403	3,2611	1,6836E+01	2,0138	2,4709	1,2255E+00
360	2,9870	4,1749	3,2067E+01	2,3678	3,1420	1,9449E+00

7. Uwagi końcowe

Podane wyżej współczynniki będą mogły być wykorzystane do dokładnego obliczenia ruchu projektowego, wtedy gdy znane będą dokładne dane o obciążeniu odcinka drogi. Instalacja automatycznych wag pomiarowych na polskich drogach dostarczy takich danych i do ich szczegółowej analizy będą mogły być wykorzystane dane zawarte w niniejszych Zaleceniach.

Jeżeli dokładne dane o ruchu nie są znane to może być wykorzystywana metoda obliczeń, podana w „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych” z 1997 r., oparta o trzy grupy pojazdów ciężarowych (samochody ciężarowe bez przyczep, samochody ciężarowe z przyczepami lub z naczepami, autobusy). Jednak obliczenia wykonane w oparciu o dokładne współczynniki równoważności osi podane w niniejszych zaleceniach i o dane z wagi pomiarowej wykazały, że współczynniki podane w Katalogu wymagają uściślenia.

Przy projektowaniu nawierzchni podatnych konieczne jest stosowanie dwóch współczynników równoważności obciążenia osi, określonych dla dwóch kryteriów zmęczeniowych: ze względu na spękania zmęczeniowe warstw asfaltowych i deformacje strukturalne nawierzchni.

Przy projektowaniu nawierzchni półsztywnych w I etapie ich pracy (przed spękaniem warstw związanych cementem) należy stosować inny współczynnik równoważności osi niż dla nawierzchni podatnych. W II etapie pracy nawierzchni półsztywnych (po spękaniu warstw związanych cementem) można stosować takie same współczynniki jak dla nawierzchni podatnych.

Do uściślenia współczynników przeliczeniowych dla trzech wymienionych grup pojazdów powinny być wykorzystane współczynniki równoważności obciążenia osi podane w niniejszych Zaleceniach i dane z pomiarów ciężarów pojazdów i ich osi z wag zainstalowanych na polskich drogach.

Opracowali:

Prof. dr hab. inż. Józef Judycki

Mgr inż. Agata Grajewska

ZAŁĄCZNIKI (spis)

- 1) Aproksymacja funkcją logarytmiczną rzędu drugiego (funkcja nr 2) o postaci: $\log(F_j) = a \cdot \log^2(x/100) + b \cdot \log(x/100) + c$, dla nawierzchni podatnej.
- 2) Aproksymacja funkcją logarytmiczną rzędu trzeciego (funkcja nr 4) o postaci: $\log(F_j) = a \cdot \log^3(x/100) + b \cdot \log^2(x/100) + c \cdot \log(x/100) + d$, dla nawierzchni półsztywnej.
- 3) Zestawienie wyników ważenia pojazdów na stacji kontroli w miejscowości Załuski w roku 2004.
- 4) Rozkład procentowy poszczególnych sylwetek pojazdów według ich ciężarów całkowitych.
- 5) Zestawienie współczynników równoważności obciążenia dla wszystkich pojazdów, metoda druga.

Przyjęte oznaczenia:

- $F_{\text{asf.}}$ – współczynnik równoważności obciążenia osi ze względu na spękania warstw asfaltowych
- $F_{\text{gr.}}$ – współczynnik równoważności obciążenia osi ze względu na deformacje strukturalne podłoża
- $F_{\text{cem. I}}$ – współczynnik równoważności obciążenia osi ze względu na spękania podbudowy związanej cementem w pierwszym etapie pracy nawierzchni półsztywnej

Załącznik nr 1

- 1. Aproksymacja funkcją logarytmiczną rzędu drugiego (funkcja nr 2) o postaci: $\log(F_i)=a*\log^2(x/100)+b*\log(x/100)+c$, dla nawierzchni podatnej**

Współczynniki liczbowe a, b i c, w zależności od przyjętego kryterium zniszczenia nawierzchni, ciśnienia w ogumieniu, kategorii ruchu oraz rodzaju opon

Tablice 1,2,3. Współczynniki liczbowe a,b,c w zależności od przyjętego kryterium zniszczenia nawierzchni, ciśnienia w ogumieniu, kategorii ruchu oraz rodzaju opon.

KR1		Koła pojedyncze		Koła podwójne	
		Fj asf.	Fj gr.	Fj asf.	Fj gr.
Ciśnienie 650 kPa	a	-0,5147415089	-0,4157501420	-0,4929637991	-0,4825267509
	b	1,6496996467	3,8209891387	1,9100351647	3,5451766491
	c	0,0005102403	-0,0035758141	-0,1676460963	-0,4031917094
Ciśnienie 850 kPa	a	-0,5290252395	-0,3509594231	-0,5179199066	-0,4041266298
	b	1,7651194739	3,9429957952	2,0139402381	3,6901624711
	c	0,1852248243	0,0667418001	-0,0123020336	-0,3019562513
Ciśnienie 1000 kPa	a	-0,5376337542	-0,3106142116	-0,5343908341	-0,3901848423
	b	1,8355848692	4,0091265347	2,0746830766	3,7501447506
	c	0,2901694962	0,1026750223	0,0750295074	-0,2481419538

KR3		Koła pojedyncze		Koła podwójne	
		Fj asf.	Fj gr.	Fj asf.	Fj gr.
Ciśnienie 650 kPa	a	-0,5261207473	-0,2209928040	-0,3610285763	-0,2894615987
	b	2,2127742582	4,1528956910	2,4081559245	3,9674931017
	c	-0,0005942828	-0,0024684170	-0,1523450084	-0,2100927954
Ciśnienie 850 kPa	a	-0,5006905599	-0,1790255649	-0,3292408849	-0,2345206364
	b	2,3424027271	4,2205915921	2,5054066554	4,0581705216
	c	0,1173254102	0,0324369366	-0,0552491816	-0,1551484350
Ciśnienie 1000 kPa	a	-0,4798238467	-0,1537729230	-0,3297118397	-0,2246300005
	b	2,4207525402	4,2573351687	2,5485224065	4,0933876205
	c	0,1813972942	0,0496618018	-0,0016717325	-0,1261456695

KR6		Koła pojedyncze		Koła podwójne	
		Fj asf.	Fj gr.	Fj asf.	Fj gr.
Ciśnienie 650 kPa	a	-0,3374794137	-0,1389049904	-0,2700491616	-0,1923954847
	b	2,7471507184	4,2807559787	2,7748881310	4,1526500197
	c	-0,0025947222	-0,0018213269	-0,1007391718	-0,1318484905
Ciśnienie 850 kPa	a	-0,2869625296	-0,1027853150	-0,2325103320	-0,1564132808
	b	2,8446321598	4,3294691833	2,8527459181	4,2136858483
	c	0,0552019460	0,0195274339	-0,0449297800	-0,0964146640
Ciśnienie 1000 kPa	a	-0,2570607927	-0,0973771650	-0,2219049525	-0,1446617195
	b	2,8978450276	4,3455532860	2,8885644781	4,2391866924
	c	0,0849093699	0,0299516939	-0,0153759345	-0,0781071191

Załącznik nr 2

2. **Aproksymacja funkcją logarytmiczną rzędu trzeciego (funkcja nr 4) o postaci:**
 $\log(F_i) = a \cdot \log^3(x/100) + b \cdot \log^2(x/100) + c \cdot \log(x/100) + d$, dla nawierzchni półsztywnej.

Współczynniki liczbowe a, b, c, d w zależności od ciśnienia w ogumieniu, kategorii ruchu oraz rodzaju opon

Tablice 4,5,6. Współczynniki liczbowe a,b,c,d w zależności od przyjętego ciśnienia w ogumieniu, kategorii ruchu oraz rodzaju opon.

KR1		Koła pojedyncze	Koła podwójne
		Fj cem. I	Fj cem. I
Ciśnienie 650 kPa	a	4,5073749311	4,8923799081
	b	15,7416046087	14,8392653001
	c	21,8481259036	19,2535568213
	d	-0,0012350442	-1,5842791428
Ciśnienie 850 kPa	a	5,9038987510	6,6827183256
	b	18,5512592366	17,5401793527
	c	24,0177260733	20,9688634518
	d	0,6654970584	-1,0380559220
Ciśnienie 1000 kPa	a	6,8745887826	6,5275081996
	b	20,3487721561	18,0692615351
	c	25,2909779577	21,8425633478
	d	1,0313188228	-0,7051863855

KR3		Koła pojedyncze	Koła podwójne
		Fj cem. I	Fj cem. I
Ciśnienie 650 kPa	a	4,1011725157	2,8534981563
	b	10,9809972495	7,4514978899
	c	12,6583021552	8,7447585961
	d	0,0006501658	-1,7186565796
Ciśnienie 850 kPa	a	4,9090446351	3,5006210748
	b	12,2820479821	8,4068624196
	c	13,4397002711	9,3463269889
	d	0,1975892472	-1,5186560534
Ciśnienie 1000 kPa	a	5,3797022012	3,4798444946
	b	13,0149151550	8,5992691752
	c	13,8619491486	9,6436329868
	d	0,3000241442	-1,3965414838

KR6		Koła pojedyncze	Koła podwójne
		Fj cem. I	Fj cem. I
Ciśnienie 650 kPa	a	3,3474463534	2,0865952079
	b	7,9584261001	5,2387133855
	c	8,3540421910	5,9497215360
	d	0,0004649479	-0,9025696802
Ciśnienie 850 kPa	a	3,7735087518	2,4688402462
	b	8,5916550845	5,8139251122
	c	8,6970844046	6,3161697907
	d	0,0798363062	-0,7845281405
Ciśnienie 1000 kPa	a	3,9990054007	2,4322538448
	b	8,9261235574	5,9212151290
	c	8,8754788544	6,4997223147
	d	0,1198433245	-0,7135590543

Załącznik nr 3

- 3. Zestawienie wyników ważenia pojazdów na stacji kontroli w miejscowości Załuski w roku 2004**

Tablica 7. Dane pomiarowe, zebrane ze stacji ważenia pojazdów.

Data	kod	NACISKI w [kN] OSI SKŁADOWYCH:					
		oś 1	oś 2	oś 3	oś 4	oś 5	oś 6
Zważono 601 pojazdów							
2002-08-27	123	54,54	80,14	68,57	68,37	65,72	65,53
2002-11-06	123	44,14	72,59	71,71	77,4	77,1	75,53
2003-04-13	113	54,54	100,16	64,55	64,55	62,29	0
2003-04-13	111	54,54	123,21	98,19	0	0	0
2003-04-13	1111	63,76	108	61,11	55,52	0	0
2003-04-14	113	60,13	103,39	69,74	68,76	68,76	0
2004-04-05	113	59,93	104,37	67,59	64,15	63,56	0
2004-04-05	113	59,54	125,86	77,99	95,54	114,18	0
2004-04-05	113	62,09	114,38	84,36	84,36	82,79	0
2004-04-05	113	63,37	107,22	67,78	72,98	75,92	0
2004-04-06	113	58,37	122,62	64,74	79,36	96,13	0
2004-04-06	122	68,18	79,95	49,93	49,54	51,5	0
2004-04-06	113	58,17	104,57	81,71	74,94	71,51	0
2004-04-05	111	61,11	103,2	84,56	0	0	0
2004-04-05	113	62,49	104,77	66,31	66,51	66,7	0
2004-04-05	113	62,09	98	72,39	72,39	73,18	0
2004-04-05	113	58,76	101,14	76,51	75,73	74,75	0
2004-04-06	113	62,78	116,44	71,31	71,71	70,73	0
2004-04-06	113	55,32	103,59	85,34	78,97	72,98	0
2004-04-06	113	54,15	81,32	76,51	75,14	74,94	0
2004-04-06	111	62,98	108,79	70,33	0	0	0
2004-04-06	113	64,74	117,23	84,75	86,32	86,13	0
2004-04-06	113	64,35	101,82	74,36	75,92	74,55	0
2004-04-06	113	60,52	93,39	74,94	70,73	74,94	0
2004-04-06	113	59,35	101,63	72,59	70,33	73,37	0
2004-04-06	113	42,67	89,36	71,31	68,76	71,12	0
2004-04-06	113	63,76	108,4	90,93	69,55	52,87	0
2004-04-06	12	65,33	72,79	42,87	0	0	0
2004-04-06	113	57,87	87,8	62,09	65,53	65,13	0
2004-04-07	113	62,49	112,42	57,97	59,35	55,52	0
2004-04-07	113	63,76	110,55	68,57	68,76	69,16	0
2004-04-07	113	66,11	100,55	52,68	54,34	75,14	0
2004-04-07	123	49,73	34,04	24,91	44,93	66,9	99,96
2004-04-07	113	64,35	100,35	68,37	54,54	63,96	0
2004-04-07	113	53,75	78,77	85,93	82,99	81,91	0
2004-04-07	113	49,54	120,17	47,87	52,09	55,13	0
2004-04-07	113	64,35	114,18	82,2	81,12	77,2	0
2004-04-07	12	38,25	79,75	77,79	0	0	0
2004-04-07	12	38,25	77,79	76,71	0	0	0
2004-04-07	113	62,68	103,79	74,16	73,37	72,39	0
2004-04-07	113	46,69	110,85	74,55	75,14	74,75	0
2004-04-07	113	64,74	104,77	59,54	59,15	59,15	0
2004-04-07	113	70,53	98	81,71	80,54	81,71	0
2004-04-07	12	79,75	77,99	43,45	0	0	0
2004-04-07	12	75,34	80,34	45,12	0	0	0
2004-04-07	122	64,74	80,73	49,93	55,32	57,29	0
2004-04-07	113	59,35	72,3	68,57	67,98	67,98	0

2004-04-07	113	65,33	101,43	72,39	71,51	74,36	0
2004-04-07	1211	45,71	75,92	60,92	74,94	86,13	0
2004-04-07	113	64,15	109,77	66,31	66,9	67,78	0
2004-04-07	113	58,76	117,62	72,1	71,12	69,74	0
2004-04-07	113	64,15	82,2	66,9	67,49	67,59	0
2004-04-07	1211	66,31	93,19	54,74	85,34	77,79	0
2004-04-08	113	62,78	106,43	70,33	70,33	70,53	0
2004-04-08	113	67,49	122,62	60,72	61,7	57,87	0
2004-04-08	12	72,3	93,78	54,34	0	0	0
2004-04-08	112	59,93	96,33	68,57	68,76	0	0
2004-04-07	113	54,34	85,15	48,75	98,19	106,83	0
2004-04-08	113	61,5	82,4	65,53	68,57	69,35	0
2004-04-08	113	56,89	87,8	67,49	70,33	70,14	0
2004-04-08	113	51,69	109,18	61,9	72,1	72,39	0
2004-04-08	11	39,33	105,94	0	0	0	0
2004-04-08	113	58,76	110,16	73,77	75,34	75,14	0
2004-04-08	113	66,31	104,57	33,25	32,66	31,88	0
2004-04-08	113	54,15	103,39	72,59	71,31	72,79	0
2004-04-08	113	57,97	102,02	72,79	71,71	72,39	0
2004-04-08	113	66,7	106,83	74,16	73,77	74,55	0
2004-04-08	113	62,68	95,35	68,57	68,76	67,78	0
2004-04-08	111	63,56	102,02	58,76	0	0	0
2004-04-08	111	62,68	100,74	60,13	0	0	0
2004-04-08	113	57,68	101,14	74,36	73,77	72,98	0
2004-04-08	113	60,13	91,62	78,38	78,18	77,59	0
2004-04-08	113	60,13	91,62	77,79	77,99	77,79	0
2004-04-08	113	61,9	96,43	71,51	70,73	70,73	0
2004-04-09	1211	68,57	92,01	51,69	71,51	51,69	0
2004-04-09	112	56,11	85,54	84,36	73,57	0	0
2004-04-09	112	57,68	84,95	82,99	74,16	0	0
2004-07-27	113	55,72	95,54	79,55	75,92	76,32	0
2004-08-06	12	54,74	97,61	61,31	0	0	0
2004-08-11	113	63,37	100,16	62,78	60,72	60,72	0
2004-08-11	113	63,56	112,03	69,35	68,96	67,1	0
2004-08-17	113	59,54	91,82	73,18	72,1	72,98	0
2004-08-23	113	58,37	104,37	64,74	66,31	67,1	0
2004-08-12	112	45,71	102,8	82,4	69,16	0	0
2004-08-23	113	64,94	97,21	68,96	67,59	69,16	0
2004-09-07	113	58,95	88,78	82,79	79,75	79,95	0
2004-09-08	113	57,29	101,23	49,54	49,14	49,14	0
2004-09-08	12	67,29	79,16	49,34	0	0	0
2004-09-10	113	62,68	83,77	74,75	75,14	74,16	0
2004-09-13	113	69,16	101,14	71,71	74,36	72,59	0
2004-09-13	113	57,68	99,96	67,59	68,37	66,9	0
2004-09-13	113	65,92	110,55	69,55	62,09	57,87	0
2004-09-13	113	60,33	89,36	75,53	77,59	73,77	0
2004-09-14	113	65,72	107,22	80,14	75,14	76,91	0
2004-09-21	113	65,13	105,16	97,21	70,53	51,3	0
2004-09-21	113	56,7	90,54	63,96	64,35	66,7	0
2004-09-21	113	56,89	111,83	60,52	60,13	59,35	0
2004-09-21	113	53,95	106,43	81,12	80,54	81,12	0
2004-09-22	113	60,92	97,02	89,17	85,15	82,01	0
2004-09-22	113	55,52	122,03	74,55	64,55	71,9	0
2004-09-23	113	63,96	104,57	73,37	74,94	71,9	0
2004-09-24	113	60,92	93,98	65,72	66,11	65,53	0
2004-09-23	113	66,11	90,93	62,68	67,98	69,74	0
2004-09-24	112	59,35	74,94	92,8	84,95	0	0
2004-09-28	1211	64,15	75,53	45,51	52,09	16,48	0
2004-09-29	113	53,56	98	66,31	66,9	66,31	0
2004-09-29	113	62,68	97,21	73,77	69,55	72,1	0

2004-10-04	113	50,52	79,36	73,18	72,39	70,92	0
2004-10-04	12	73,57	96,43	59,35	0	0	0
2004-10-05	113	65,92	93,78	70,92	76,12	71,31	0
2004-10-05	113	63,96	103,59	45,91	44,73	43,94	0
2004-10-05	11	75,53	82,01	0	0	0	0
2004-10-05	11	76,32	81,71	0	0	0	0
2004-10-07	113	58,37	96,43	75,92	76,51	75,34	0
2004-10-08	113	65,92	103,2	60,72	59,74	59,93	0
2004-10-08	113	66,31	109,97	72,98	71,9	69,55	0
2004-10-11	113	60,92	90,35	67,98	71,12	76,91	0
2004-10-13	113	58,95	69,94	77,4	80,93	79,95	0
2004-10-13	113	59,35	89,76	72,98	71,71	72,39	0
2004-10-18	122	56,7	77,99	49,93	50,71	50,32	0
2004-10-18	12	80,14	99,37	56,89	0	0	0
2004-10-18	12	80,34	102,61	57,68	0	0	0
2004-10-18	113	63,37	88,97	65,92	65,72	64,55	0
2002-08-27	113	59,54	101,82	83,58	82,4	77,1	0
2002-09-18	1112	60,72	117,42	69,35	61,31	54,74	0
2002-10-23	113	57,29	119,58	76,12	73,96	72,79	0
2002-10-23	112	54,34	95,94	69,35	71,71	0	0
2002-10-23	113	60,72	104,57	91,62	87,8	87,4	0
2003-04-14	11	69,16	100,74	0	0	0	0
2004-03-31	113	60,13	99,17	59,35	59,54	58,56	0
2001-05-22	11	23,05	109,57	0	0	0	0
2001-05-22	113	44,93	119,38	72,98	72,1	75,53	0
2001-05-22	113	71,51	131,45	65,13	65,72	64,94	0
2001-05-22	113	65,53	105,75	74,36	76,51	75,73	0
2001-01-10	12	74,36	93,19	93,19	0	0	0
2001-05-22	1111	65,72	109,18	95,54	86,81	0	0
2001-05-22	113	63,76	123,21	70,33	60,52	60,52	0
2001-05-28	111	63,17	112,42	64,35	0	0	0
2001-05-28	113	49,73	105,94	65,72	65,53	69,35	0
2004-04-05	1111	48,26	112,42	83,18	82,99	0	0
2004-04-05	113	64,74	104,37	68,37	67,59	67,49	0
2004-04-05	11	83,38	90,35	0	0	0	0
2001-05-28	113	58,95	101,23	66,9	67,98	68,18	0
2001-05-28	111	63,76	112,42	63,76	0	0	0
2001-05-28	113	57,97	100,16	65,53	66,9	65,72	0
2001-05-28	111	63,56	112,42	64,15	0	0	0
2002-08-27	113	63,56	91,62	79,36	79,95	79,55	0
2002-09-12	11	32,47	31,29	0	0	0	0
2003-06-07	111	10,69	11,28	10,69	0	0	0
2004-03-31	122	52,68	66,31	41,1	53,75	0	0
2004-03-31	11	29,03	29,92	0	0	0	0
2004-03-31	112	50,71	33,84	17,06	17,06	0	0
2004-03-31	11	5,49	3,04	0	0	0	0
2004-04-04	11	11,47	10,49	0	0	0	0
2004-04-04	113	55,13	60,52	47,08	46,89	46,1	0
2004-04-04	113	52,09	66,31	21,28	21,28	20,89	0
2004-04-05	113	55,13	88,97	61,11	60,72	60,72	0
2004-04-05	113	45,91	38,45	16,67	16,28	15,1	0
2004-04-05	113	52,09	75,73	37,47	37,27	37,08	0
2004-04-05	113	43,94	38,06	20,69	21,28	22,85	0
2004-04-05	113	46,49	30,9	14,61	14,61	15,3	0
2004-04-05	113	59,15	89,76	65,33	66,7	66,7	0
2004-04-05	1111	29,33	40,71	9,81	8,24	0	0
2004-04-05	113	60,13	87,8	45,51	44,93	43,45	0
2004-04-05	11	28,44	51,5	0	0	0	0
2004-04-05	11	30,7	60,33	0	0	0	0
2004-04-05	112	56,3	44,93	33,45	33,94	0	0

2004-04-05	112	52,28	40,31	25,31	24,72	0	0
2004-04-05	113	54,93	97,21	71,31	70,14	66,11	0
2001-05-16	113	60,13	100,35	73,57	76,71	74,16	0
2001-05-16	113	55,32	95,94	63,17	61,11	67,29	0
2001-01-10	12	64,84	-1,97	-1,97	0	0	0
2001-05-28	12	76,12	91,92	56,5	0	0	0
2001-05-28	113	59,35	72,39	76,51	77,59	74,55	0
2004-04-05	113	53,07	43,55	24,32	23,64	23,83	0
2004-04-05	112	44,73	64,15	21,09	21,48	0	0
2004-04-05	11	45,12	92,8	0	0	0	0
2004-04-05	1111	40,12	46,49	15,5	16,48	0	0
2004-04-05	11	26,68	29,72	0	0	0	0
2004-04-05	113	52,28	35,31	18,44	20,11	19,42	0
2004-04-05	11	54,74	87,8	0	0	0	0
2004-04-05	113	51,5	44,73	21,87	22,26	22,46	0
2004-04-05	112	48,36	44,34	9,9	44,73	0	0
2004-04-05	11	39,53	77,79	0	0	0	0
2004-04-05	12	49,14	29,03	26,29	0	0	0
2004-04-05	122	68,57	69,85	43,45	20,89	20,5	0
2004-04-05	11	39,53	67,49	0	0	0	0
2004-04-05	113	49,14	40,51	24,72	25,31	25,5	0
2004-04-05	111	54,74	77,79	79,75	0	0	0
2004-04-05	113	57,29	79,16	70,33	70,53	67,78	0
2004-04-05	113	63,37	97,8	65,33	65,72	65,33	0
2004-04-05	113	55,91	62,78	41,3	35,51	47,67	0
2004-04-05	113	49,14	31,88	16,87	16,87	15,89	0
2004-04-05	11	27,07	33,06	0	0	0	0
2004-04-05	113	50,32	31,49	16,48	16,67	16,67	0
2002-08-27	112	51,89	91,52	52,87	52,48	0	0
2002-08-27	11	58,56	41,3	0	0	0	0
2002-11-06	113	53,56	64,94	45,12	50,91	52,68	0
2002-12-12	113	65,53	94,17	68,57	67,78	66,7	0
2002-12-12	113	46,89	37,86	19,91	20,69	19,71	0
2002-12-12	113	52,28	82,4	40,9	40,31	39,53	0
2003-04-14	112	58,37	95,74	43,06	43,55	0	0
2003-04-14	112	48,75	40,12	25,7	29,03	0	0
2003-04-14	113	55,72	74,55	27,07	26,09	26,29	0
2004-04-05	11	48,06	51,69	0	0	0	0
2004-04-05	11	30,7	25,89	0	0	0	0
2004-04-05	11	23,64	32,07	0	0	0	0
2004-04-05	113	50,71	67,49	37,47	33,45	36,1	0
2004-04-05	11	25,11	26,87	0	0	0	0
2004-04-05	113	54,15	93,78	66,7	65,72	65,13	0
2004-04-06	113	60,92	92,41	57,97	57,87	57,09	0
2004-04-06	11	52,28	86,32	0	0	0	0
2004-04-06	113	58,37	83,77	47,08	45,71	45,91	0
2004-04-06	11	28,05	38,06	0	0	0	0
2004-04-06	113	45,51	80,34	49,73	48,75	47,28	0
2004-04-05	113	48,26	42,87	17,46	17,26	18,05	0
2004-04-05	112	53,75	42,87	22,07	21,68	0	0
2004-04-06	113	62,78	90,93	62,29	62,68	62,29	0
2004-04-06	113	60,72	94,76	69,94	70,14	70,53	0
2004-04-06	113	58,76	80,93	50,32	50,32	49,93	0
2004-04-06	113	57,87	95,74	68,76	68,18	71,12	0
2004-04-06	11	28,64	54,93	0	0	0	0
2004-04-06	113	53,36	57,48	30,31	30,7	30,9	0
2004-04-06	113	58,76	81,52	65,53	65,33	63,96	0
2004-04-06	113	56,89	70,73	49,14	49,34	46,89	0
2004-04-06	11	39,33	74,94	0	0	0	0
2004-04-06	11	22,26	27,07	0	0	0	0

2004-04-06	11	33,06	60,52	0	0	0	0
2004-04-06	113	47,08	40,31	21,87	20,11	21,87	0
2004-04-06	11	32,47	45,32	0	0	0	0
2004-04-06	113	57,87	82,4	68,76	70,33	70,33	0
2004-04-06	11	32,86	42,28	0	0	0	0
2004-04-06	112	55,32	65,72	50,71	50,71	0	0
2004-04-06	11	38,65	67,49	0	0	0	0
2004-04-06	113	50,12	64,15	26,87	27,07	26,09	0
2004-04-06	113	49,14	32,07	16,87	18,44	17,06	0
2004-04-06	11	45,12	56,5	0	0	0	0
2004-04-06	113	56,5	87,21	59,93	61,7	59,54	0
2004-04-06	11	27,86	27,07	0	0	0	0
2004-04-06	11	45,12	66,51	0	0	0	0
2004-04-06	113	51,3	51,69	29,33	29,33	29,52	0
2004-04-06	113	54,15	71,9	27,86	27,86	26,68	0
2004-04-06	113	47,67	33,64	18,05	17,46	18,05	0
2004-04-06	113	55,72	79,55	61,7	62,68	62,09	0
2004-04-06	1111	36,1	73,96	49,54	62,29	0	0
2004-04-06	113	61,7	94,17	37,86	37,27	37,47	0
2004-04-06	113	58,95	81,32	29,92	29,03	30,7	0
2004-04-06	11	54,93	73,96	0	0	0	0
2004-04-06	113	52,28	30,9	23,83	23,64	23,83	0
2004-04-06	112	57,87	60,72	36,1	35,7	0	0
2004-04-06	112	52,87	40,51	29,03	28,84	0	0
2004-04-06	12	48,06	17,46	15,89	0	0	0
2004-04-06	113	53,95	35,12	17,06	17,26	16,48	0
2004-04-06	11	38,45	38,25	0	0	0	0
2004-04-06	11	14,42	31,29	0	0	0	0
2004-04-06	11	23,64	48,95	0	0	0	0
2004-04-06	112	50,71	64,74	41,1	40,31	0	0
2004-04-06	113	58,56	82,01	44,93	44,14	44,73	0
2004-04-06	11	27,07	36,1	0	0	0	0
2004-04-06	11	30,5	53,95	0	0	0	0
2004-04-06	11	29,13	37,67	0	0	0	0
2004-04-06	11	26,87	24,52	0	0	0	0
2004-04-06	11	32,47	33,06	0	0	0	0
2004-04-06	112	48,26	39,92	21,68	21,28	0	0
2004-04-06	113	53,95	72,1	46,69	46,89	47,08	0
2004-04-06	113	47,08	35,51	17,85	18,05	18,24	0
2004-04-06	11	38,94	55,52	0	0	0	0
2004-04-06	11	24,03	17,85	0	0	0	0
2004-04-06	12	52,09	66,11	39,33	0	0	0
2004-04-06	113	59,74	94,37	67,59	66,31	66,11	0
2004-04-06	112	48,75	38,06	24,72	24,91	0	0
2004-04-06	112	46,1	39,14	26,09	25,11	0	0
2004-04-06	11	24,32	19,71	0	0	0	0
2004-04-06	113	49,54	35,12	19,22	18,63	18,63	0
2004-04-06	112	48,06	28,25	14,22	13,83	0	0
2004-04-06	11	19,71	23,05	0	0	0	0
2004-04-06	112	50,52	45,32	31,09	30,9	0	0
2004-04-06	11	43,06	47,28	0	0	0	0
2004-04-06	113	62,49	84,17	59,93	59,74	58,37	0
2004-04-06	113	61,5	84,75	59,54	59,93	59,93	0
2004-04-06	113	58,37	90,54	70,73	70,14	70,53	0
2004-04-06	11	38,94	82,99	0	0	0	0
2004-04-06	113	55,72	64,35	48,56	49,34	48,95	0
2004-04-07	113	53,56	97,8	62,98	61,7	63,96	0
2004-04-06	113	45,91	31,29	16,67	17,06	17,85	0
2004-04-06	11	24,23	37,67	0	0	0	0
2004-04-06	112	52,28	39,14	30,5	29,33	0	0

2004-04-06	113	59,15	94,96	62,09	67,78	67,1	0
2004-04-06	112	47,28	46,69	30,11	29,92	0	0
2004-04-06	113	53,07	78,38	41,69	43,06	43,06	0
2004-04-06	112	48,56	30,7	17,65	17,06	0	0
2004-04-06	113	59,15	87,21	61,31	63,56	66,7	0
2004-04-06	113	54,34	54,54	66,31	31,68	20,11	0
2004-04-07	11	34,53	36,68	0	0	0	0
2004-04-07	11	9,22	8,43	0	0	0	0
2004-04-07	113	49,34	44,14	27,07	26,68	26,48	0
2004-04-07	113	48,56	36,29	29,03	20,69	18,05	0
2004-04-07	123	63,17	84,56	54,15	69,55	73,18	53,07
2004-04-07	113	58,17	85,73	45,32	45,71	42,47	0
2004-04-07	112	51,11	46,3	44,53	44,34	0	0
2004-04-07	113	57,48	74,55	47,67	47,28	47,08	0
2004-04-07	11	43,06	52,09	0	0	0	0
2004-04-07	1111	31,49	69,16	40,9	38,25	0	0
2004-04-07	112	55,91	45,12	30,11	29,92	0	0
2004-04-07	11	27,27	39,92	0	0	0	0
2004-04-07	113	48,26	40,71	22,66	25,11	24,52	0
2004-04-07	1111	48,56	38,45	32,86	30,11	0	0
2004-04-07	113	49,14	38,06	18,83	18,83	19,52	0
2004-04-07	113	40,9	44,53	21,87	21,68	21,48	0
2004-04-07	11	27,66	28,64	0	0	0	0
2004-04-07	11	59,15	57,29	0	0	0	0
2004-04-07	11	32,07	64,55	0	0	0	0
2004-04-07	113	55,13	79,16	52,09	51,5	52,68	0
2004-04-07	113	54,93	47,67	29,52	29,13	28,44	0
2004-04-07	113	54,93	89,17	62,78	61,9	66,31	0
2004-04-07	113	47,08	36,49	11,08	20,11	32,86	0
2004-04-07	113	55,32	62,29	38,65	38,94	38,75	0
2004-04-07	113	53,07	50,91	31,49	33,06	35,31	0
2004-04-07	113	47,67	33,94	18,44	17,06	17,85	0
2004-04-07	113	61,11	95,74	69,16	66,51	67,98	0
2004-04-07	113	60,13	95,94	68,96	67,59	66,31	0
2004-04-07	1112	46,69	44,73	19,42	16,28	16,08	0
2004-04-07	113	58,37	80,93	40,71	40,51	40,31	0
2004-04-07	113	54,34	86,52	69,35	65,72	71,12	0
2004-04-07	11	38,06	33,84	0	0	0	0
2004-04-07	113	62,29	86,72	71,71	72,1	71,71	0
2004-04-07	1112	50,12	37,08	22,85	17,06	16,08	0
2004-04-07	11	30,9	64,74	0	0	0	0
2004-04-07	113	58,37	64,35	21,87	21,87	22,26	0
2004-04-07	111	31,09	29,03	51,11	0	0	0
2004-04-07	113	55,52	70,73	66,7	65,72	66,31	0
2004-04-07	113	64,35	93,19	66,7	65,92	66,7	0
2004-04-07	113	51,11	57,68	25,11	24,03	26,68	0
2004-04-07	111	67,59	74,16	50,12	0	0	0
2004-04-07	113	59,15	83,97	50,91	52,48	51,69	0
2004-04-07	11	25,31	45,91	0	0	0	0
2004-04-07	122	70,14	70,73	50,71	52,68	54,15	0
2004-04-07	113	55,32	80,93	69,74	69,55	68,76	0
2004-04-07	112	48,75	40,51	29,03	28,84	0	0
2004-04-07	11	23,25	22,26	0	0	0	0
2004-04-07	113	63,96	98,98	59,15	59,93	58,56	0
2004-04-07	113	46,69	32,07	15,1	15,1	15,3	0
2004-04-07	11	27,27	49,14	0	0	0	0
2004-04-07	11	26,29	45,12	0	0	0	0
2004-04-07	112	51,69	51,11	38,65	39,14	0	0
2004-04-07	11	28,44	47,87	0	0	0	0
2004-04-07	113	51,11	45,32	33,06	34,33	31,09	0

2004-04-07	112	51,3	67,29	31,09	30,9	0	0
2004-04-08	113	62,68	98,78	68,76	69,35	68,57	0
2004-04-08	113	62,78	85,93	40,9	40,51	40,31	0
2004-04-08	11	37,67	75,14	0	0	0	0
2004-04-08	11	28,64	33,25	0	0	0	0
2004-04-08	11	36,1	31,49	0	0	0	0
2004-04-08	113	59,93	97,8	77,2	75,73	77,1	0
2004-04-08	11	31,68	63,56	0	0	0	0
2004-04-08	113	57,09	56,3	44,93	36,29	30,11	0
2004-04-08	11	33,64	68,18	0	0	0	0
2004-04-08	112	46,1	49,54	44,14	44,14	0	0
2004-04-07	113	56,11	68,76	21,28	20,89	20,69	0
2004-04-07	112	24,91	20,11	6,67	10,88	0	0
2004-04-07	113	55,13	99,96	64,74	64,15	64,15	0
2004-04-07	113	52,68	49,93	28,84	28,84	28,25	0
2004-04-07	113	61,31	84,36	54,15	54,34	53,95	0
2004-04-07	113	51,69	37,47	22,66	21,48	21,28	0
2004-04-08	1211	50,32	72,3	40,31	48,75	39,92	0
2004-04-08	112	41,69	57,97	52,09	47,48	0	0
2004-04-08	112	55,52	57,48	24,91	27,27	0	0
2004-04-08	113	54,93	69,16	29,52	29,52	29,03	0
2004-04-08	113	62,98	87,4	63,96	66,11	64,74	0
2004-04-08	113	53,75	67,49	56,5	57,48	57,68	0
2004-04-08	11	35,12	74,55	0	0	0	0
2004-04-08	113	58,17	72,98	49,93	50,12	49,34	0
2004-04-08	113	63,56	87,99	69,16	69,16	70,53	0
2004-04-08	11	38,65	36,68	0	0	0	0
2004-04-08	113	48,06	25,7	11,28	11,08	10,88	0
2004-04-08	113	63,76	97,8	66,9	66,7	67,1	0
2004-04-08	11	27,46	28,64	0	0	0	0
2004-04-08	113	53,17	52,48	31,68	31,88	31,88	0
2004-04-08	113	62,49	97,41	69,74	69,74	69,74	0
2004-04-08	113	59,74	98,78	66,51	69,35	65,92	0
2004-04-08	113	64,94	89,56	47,48	47,08	46,3	0
2004-04-08	113	57,68	108	72,39	73,77	73,37	0
2004-04-08	113	59,74	80,34	72,1	72,1	72,1	0
2004-04-08	113	61,7	96,13	56,89	58,37	57,09	0
2004-04-08	113	62,49	91,52	65,92	65,72	65,53	0
2004-04-08	111	51,5	56,7	45,91	0	0	0
2004-04-08	111	51,69	56,5	46,69	0	0	0
2004-04-08	113	57,97	61,9	43,55	41,88	41,88	0
2004-04-08	1111	24,03	20,89	8,63	9,02	0	0
2004-04-08	11	24,91	25,89	0	0	0	0
2004-04-08	11	32,07	39,53	0	0	0	0
2004-04-08	112	50,52	36,88	24,03	24,32	0	0
2004-04-08	113	64,35	99,76	73,57	72,1	72,79	0
2004-04-08	11	32,07	39,53	0	0	0	0
2004-04-08	1111	57,29	97,61	63,17	33,06	0	0
2004-04-08	112	45,12	33,84	24,23	24,32	0	0
2004-04-08	113	53,07	36,29	27,46	25,31	26,48	0
2004-04-08	113	45,91	34,72	16,67	17,26	16,48	0
2004-04-08	12	81,71	69,35	35,7	0	0	0
2004-04-08	113	62,49	96,13	73,37	71,51	79,55	0
2004-04-08	11	30,31	24,52	0	0	0	0
2004-04-08	11	24,32	18,24	0	0	0	0
2004-04-08	11	35,12	34,33	0	0	0	0
2004-04-08	11	48,95	94,17	0	0	0	0
2004-04-08	112	55,52	43,45	28,25	28,05	0	0
2004-04-08	212	48,95	33,06	17,26	17,85	17,06	0
2004-04-08	113	57,29	77,79	76,12	73,77	75,53	0

2004-04-08	11	27,86	41,49	0	0	0	0
2004-04-08	112	52,28	40,31	27,27	27,46	0	0
2004-04-08	111	47,67	56,7	45,91	0	0	0
2004-04-08	113	61,7	81,52	63,17	62,68	60,13	0
2004-04-08	113	60,52	81,52	63,76	62,49	59,93	0
2004-04-08	113	58,56	84,95	61,5	61,5	62,49	0
2004-04-08	112	53,07	40,71	30,9	28,84	0	0
2004-04-08	113	61,9	95,54	68,57	68,76	67,78	0
2004-04-08	113	60,72	87,6	69,94	69,16	75,73	0
2004-04-08	112	49,54	46,89	34,92	34,53	0	0
2004-04-08	11	29,13	40,9	0	0	0	0
2004-04-08	11	11,67	10,1	0	0	0	0
2004-04-08	113	61,31	97,21	71,12	70,73	70,33	0
2004-04-08	113	45,12	32,66	17,46	17,46	16,67	0
2004-04-08	11	24,23	37,27	0	0	0	0
2004-04-08	11	32,07	47,08	0	0	0	0
2004-04-08	113	51,89	72,39	41,49	42,67	41,1	0
2004-04-08	113	64,15	99,57	75,14	75,14	74,94	0
2004-04-08	11	15,3	15,1	0	0	0	0
2004-04-08	112	53,36	35,51	24,32	25,31	0	0
2004-04-08	113	61,9	70,33	26,68	26,29	25,89	0
2004-04-08	113	53,95	54,34	19,52	19,42	19,42	0
2004-04-08	113	58,95	86,72	65,72	65,72	68,18	0
2004-04-08	113	61,7	99,76	70,33	71,31	70,73	0
2004-04-08	113	58,56	86,32	67,78	67,49	67,59	0
2004-04-08	11	32,86	62,78	0	0	0	0
2004-04-08	113	46,89	33,25	17,65	17,85	18,24	0
2004-04-08	113	52,09	37,08	19,22	19,22	19,42	0
2004-04-08	11	22,46	26,29	0	0	0	0
2004-04-08	11	28,44	33,64	0	0	0	0
2004-04-09	11	24,72	36,49	0	0	0	0
2004-04-09	11	36,1	28,64	0	0	0	0
2004-04-09	112	50,71	84,95	63,17	61,11	0	0
2004-04-08	11	25,7	31,09	0	0	0	0
2004-04-09	11	41,88	43,06	0	0	0	0
2004-04-09	1111	62,78	72,79	38,75	29,72	0	0
2004-04-09	11	40,71	70,73	0	0	0	0
2004-04-09	1112	47,08	37,86	22,26	22,07	21,28	0
2004-04-09	11	37,47	57,68	0	0	0	0
2004-04-09	1211	53,95	74,75	43,94	56,3	56,89	0
2004-04-09	112	48,36	98,59	38,06	40,51	0	0
2004-04-09	113	60,92	81,32	30,5	31,09	29,92	0
2004-04-09	113	51,11	86,13	66,51	64,74	65,13	0
2004-04-09	11	25,89	29,03	0	0	0	0
2004-04-09	112	64,74	73,37	62,68	47,87	0	0
2004-04-14	11	5,49	3,43	0	0	0	0
2004-04-14	122	45,71	24,03	13,04	12,45	12,26	0
2004-04-14	122	45,71	23,83	12,85	12,45	12,85	0
2004-06-02	11	7,06	4,02	0	0	0	0
2004-06-03	11	29,72	24,23	0	0	0	0
2004-06-03	113	48,26	35,7	15,69	15,69	15,5	0
2004-06-03	11	44,53	53,56	0	0	0	0
2004-06-03	123	51,11	41,49	22,07	33,84	33,84	33,94
2004-06-03	112	49,14	35,9	18,05	17,46	0	0
2004-04-09	112	25,5	24,03	26,87	21,87	0	0
2004-04-09	113	61,9	86,32	61,31	62,78	62,68	0
2004-04-09	1221	55,72	74,36	45,12	55,13	54,15	48,75
2004-04-09	113	58,95	92,21	73,18	74,16	74,16	0
2004-04-09	113	59,54	76,91	32,66	33,06	32,66	0
2004-04-14	11	27,07	32,47	0	0	0	0

2004-04-14	113	51,89	33,84	19,52	19,71	20,89	0
2004-04-14	1111	30,31	40,12	10,88	9,61	0	0
2004-07-12	11	31,88	35,7	0	0	0	0
2004-07-27	112	48,75	72,39	38,65	56,7	0	0
2004-07-27	113	59,74	91,62	65,92	66,31	64,74	0
2004-07-27	111	40,31	55,52	40,31	0	0	0
2004-07-27	113	60,33	81,71	49,14	49,14	50,12	0
2004-07-28	112	62,78	87,6	35,51	35,12	0	0
2004-07-28	1211	66,11	72,79	42,08	67,49	60,13	0
2004-08-02	113	49,34	32,27	15,89	16,28	17,26	0
2004-08-02	113	58,17	48,36	23,83	24,23	24,03	0
2004-08-02	112	49,14	27,66	14,22	14,22	0	0
2004-08-02	112	51,3	73,57	44,53	40,51	0	0
2004-08-02	1111	40,31	74,75	28,84	28,25	0	0
2004-08-05	1111	10,49	11,08	11,28	10,88	0	0
2004-07-12	11	21,28	25,89	0	0	0	0
2004-07-27	113	56,3	58,95	16,67	16,48	16,48	0
2004-07-28	1111	44,34	92,6	50,12	47,48	0	0
2004-07-28	113	54,54	79,75	22,46	22,07	20,69	0
2004-07-28	11	64,74	74,55	0	0	0	0
2004-08-06	113	54,93	68,96	43,45	43,45	43,55	0
2004-08-06	113	56,5	92,6	48,26	48,56	48,75	0
2004-08-06	112	55,91	67,49	51,69	51,89	0	0
2004-08-06	113	58,17	77,1	35,9	35,9	35,9	0
2004-08-06	112	52,68	64,55	38,75	38,25	0	0
2004-08-11	112	52,48	62,78	30,7	30,31	0	0
2004-08-11	112	58,37	67,59	52,48	48,06	0	0
2004-08-11	113	51,5	55,13	21,48	22,85	21,48	0
2004-08-12	112	34,53	43,75	23,83	24,91	0	0
2004-08-12	112	47,48	28,64	14,22	14,42	0	0
2004-08-12	11	27,86	38,25	0	0	0	0
2004-08-12	11	41,69	52,48	0	0	0	0
2004-08-17	113	62,29	79,36	65,92	65,53	64,74	0
2004-08-23	11	26,48	38,65	0	0	0	0
2004-08-23	11	26,68	18,63	0	0	0	0
2004-08-23	113	62,09	84,56	45,32	46,69	44,73	0
2004-08-23	113	60,33	84,17	55,52	56,3	54,93	0
2004-08-23	113	48,95	52,48	21,87	33,94	46,3	0
2004-08-23	113	64,74	96,13	62,98	63,17	62,78	0
2004-08-17	113	55,91	41,88	21,09	21,48	21,09	0
2004-08-17	112	55,32	46,3	27,27	27,27	0	0
2004-09-01	113	55,32	72,79	43,45	43,75	43,06	0
2004-09-01	113	51,69	46,89	25,11	25,5	26,48	0
2004-09-06	113	56,11	62,78	38,75	38,94	39,33	0
2004-09-07	112	51,11	39,53	25,89	25,7	0	0
2004-09-07	12	81,12	59,35	57,09	0	0	0
2004-09-07	113	60,52	81,32	31,68	31,29	30,9	0
2004-09-07	112	50,71	59,15	41,49	40,31	0	0
2004-09-08	113	48,26	33,94	11,67	11,67	25,7	0
2004-09-10	113	55,91	77,1	24,91	25,11	23,83	0
2004-09-01	11	43,45	61,7	0	0	0	0
2004-09-01	113	50,12	33,06	16,67	17,26	16,87	0
2004-09-06	112	47,28	33,45	24,32	25,11	0	0
2004-09-07	1111	39,92	89,76	20,69	23,44	0	0
2004-09-08	112	63,56	90,35	58,37	57,97	0	0
2004-09-13	112	52,09	39,14	23,83	24,03	0	0
2004-09-13	113	63,76	76,71	62,29	62,78	62,49	0
2004-09-13	11	24,91	38,94	0	0	0	0
2004-09-13	113	47,87	32,27	32,66	25,5	20,5	0
2004-09-13	113	60,52	81,91	58,17	58,37	57,97	0

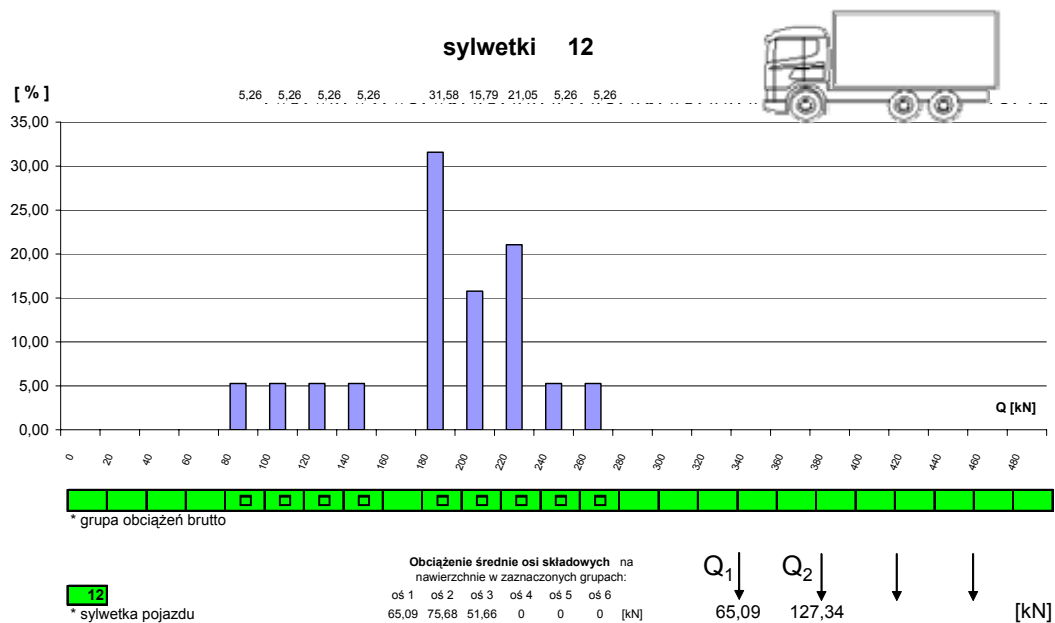
2004-09-14	11	25,89	34,72	0	0	0	0
2004-09-21	113	47,48	47,08	52,48	52,68	53,36	0
2004-09-21	113	48,56	36,49	16,87	16,08	17,85	0
2004-09-13	113	57,09	98,98	62,49	63,17	62,49	0
2004-09-13	113	62,09	89,95	64,55	64,55	64,74	0
2004-09-13	113	62,78	94,76	71,12	70,33	68,96	0
2004-09-14	11	24,32	35,9	0	0	0	0
2004-09-14	11	34,92	29,72	0	0	0	0
2004-09-14	11	58,95	77,99	0	0	0	0
2004-09-21	113	46,1	42,87	25,11	25,89	25,31	0
2004-09-21	113	56,7	80,34	49,73	49,93	49,34	0
2004-09-21	112	47,87	35,51	22,46	22,07	0	0
2004-09-21	11	41,88	54,54	0	0	0	0
2004-09-21	11	44,34	46,3	0	0	0	0
2004-09-21	12	48,75	53,95	32,66	0	0	0
2004-09-21	11	20,3	23,44	0	0	0	0
2004-09-22	113	59,15	89,36	60,52	60,92	58,76	0
2004-09-22	11	46,3	74,16	0	0	0	0
2004-09-22	112	51,11	45,71	30,11	31,49	0	0
2004-09-21	113	47,08	73,77	19,71	18,83	18,83	0
2004-09-21	11	41,69	66,11	0	0	0	0
2004-09-22	112	49,93	50,12	34,53	33,64	0	0
2004-09-22	113	42,67	35,12	25,11	19,71	20,89	0
2004-09-22	11	27,27	41,1	0	0	0	0
2004-09-22	11	32,27	62,09	0	0	0	0
2004-09-23	113	61,11	89,17	69,74	70,33	69,35	0
2004-09-23	112	48,36	41,49	24,32	24,52	0	0
2004-09-23	113	55,13	53,56	27,86	29,52	29,72	0
2004-09-24	11	31,68	41,49	0	0	0	0
2004-09-24	113	57,48	66,7	38,45	38,45	38,25	0
2004-09-24	113	53,36	38,65	19,71	20,11	20,11	0
2004-09-22	113	56,7	64,55	43,06	44,53	42,67	0
2004-09-22	113	53,07	50,32	28,84	29,52	28,84	0
2004-09-23	113	54,93	83,58	61,11	61,7	61,5	0
2004-09-24	1111	43,45	78,97	25,5	23,25	0	0
2004-09-24	11	27,27	31,68	0	0	0	0
2004-09-28	113	46,69	38,45	19,42	20,69	20,5	0
2004-09-28	11	28,05	48,56	0	0	0	0
2004-09-28	112	47,67	45,32	29,13	29,92	0	0
2004-09-28	11	39,33	50,91	0	0	0	0
2004-09-28	11	39,14	45,51	0	0	0	0
2004-09-29	113	50,91	30,7	15,5	15,69	15,3	0
2004-09-29	113	51,69	30,5	17,06	16,87	16,87	0
2004-10-04	113	50,52	36,1	17,26	17,26	17,46	0
2004-10-04	113	51,5	34,92	15,89	15,5	16,08	0
2004-10-05	113	48,26	50,32	31,09	31,49	33,45	0
2004-10-05	11	21,87	29,92	0	0	0	0
2004-10-05	112	50,91	30,9	20,5	23,44	0	0
2004-10-04	113	50,32	30,7	15,69	15,69	15,1	0
2004-10-04	113	60,92	89,17	53,75	54,15	54,34	0
2004-10-05	11	72,98	79,75	0	0	0	0
2004-10-07	113	53,95	35,31	19,22	19,22	18,83	0
2004-10-08	112	47,67	28,64	14,42	14,22	0	0
2004-10-08	113	57,87	75,92	33,45	33,06	32,66	0
2004-10-08	112	45,12	41,1	23,83	23,83	0	0
2004-10-11	113	56,3	64,15	44,34	44,34	45,32	0
2004-10-11	113	55,13	55,52	29,33	29,33	29,92	0
2004-10-11	112	49,73	40,12	24,23	23,44	0	0
2004-10-11	113	50,52	28,84	16,67	17,46	16,67	0
2004-10-11	113	55,72	79,16	19,52	19,71	19,03	0

2004-10-11	113	59,15	87,8	52,68	53,56	54,15	0
2004-10-11	112	52,28	55,13	30,7	29,92	0	0
2004-10-13	11	38,25	45,91	0	0	0	0
2004-10-08	113	50,12	48,36	33,06	32,66	33,94	0
2004-10-11	11	28,05	28,05	0	0	0	0
2004-10-11	11	28,84	28,64	0	0	0	0
2004-10-11	11	28,44	22,26	0	0	0	0
2004-10-11	113	50,32	32,47	15,3	16,28	15,69	0
2004-10-11	113	50,91	40,31	17,06	17,85	17,06	0
2004-10-13	11	13,24	16,48	0	0	0	0
2004-10-18	1112	66,7	84,75	73,57	57,09	64,35	0
2004-10-13	112	43,55	50,91	23,83	25,11	0	0
2004-10-13	11	59,54	89,17	0	0	0	0
2004-10-18	111	32,07	43,26	36,88	0	0	0

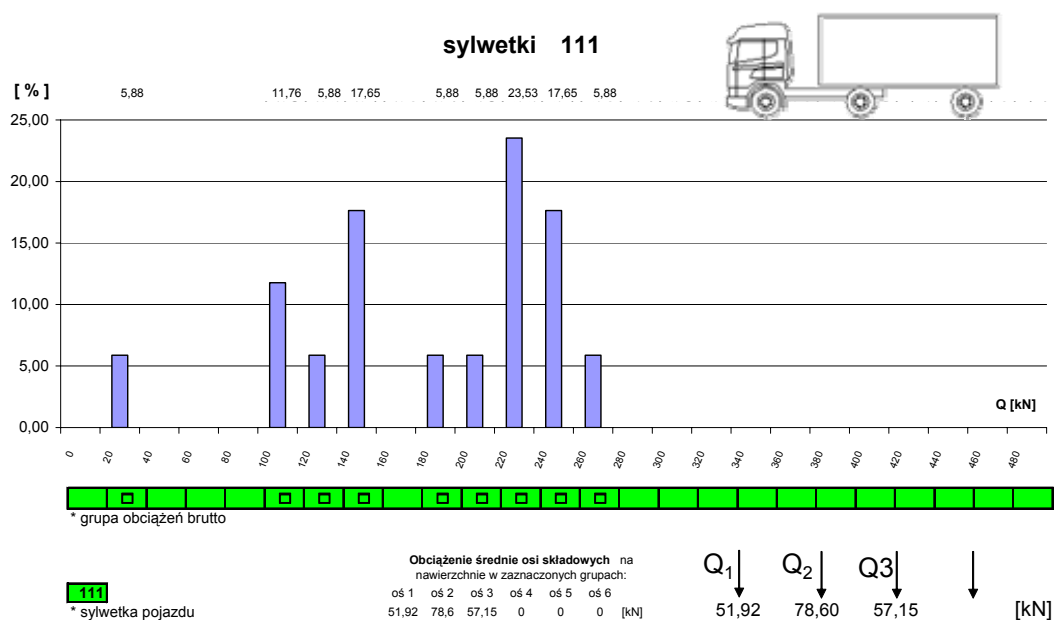
Załącznik nr 4

- 4. Podział poszczególnych sylwetek pojazdów przedziałami grup wagowych**

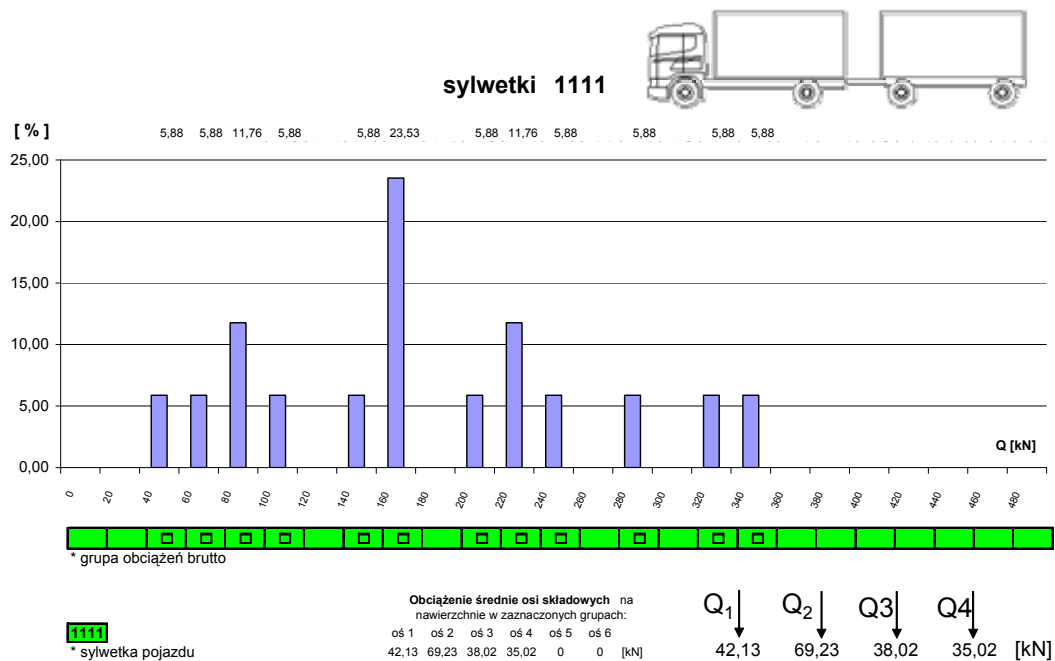
Rysunek 1. Podział pojazdów o sylwetce 12 na przedziały grup wagowych.



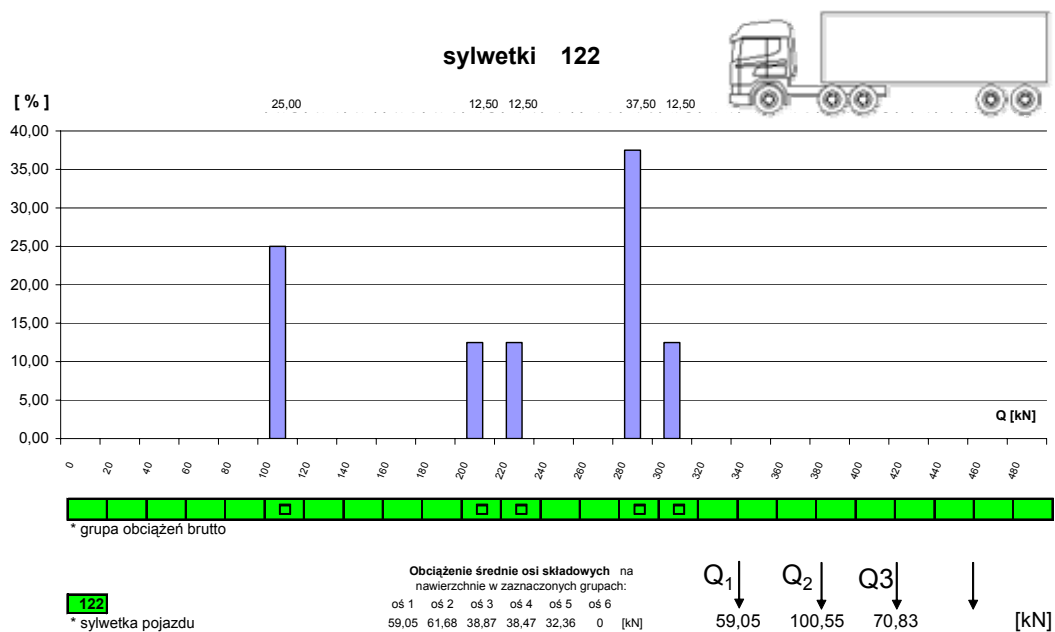
Rysunek 2. Podział pojazdów o sylwetce 111 na przedziały grup wagowych.



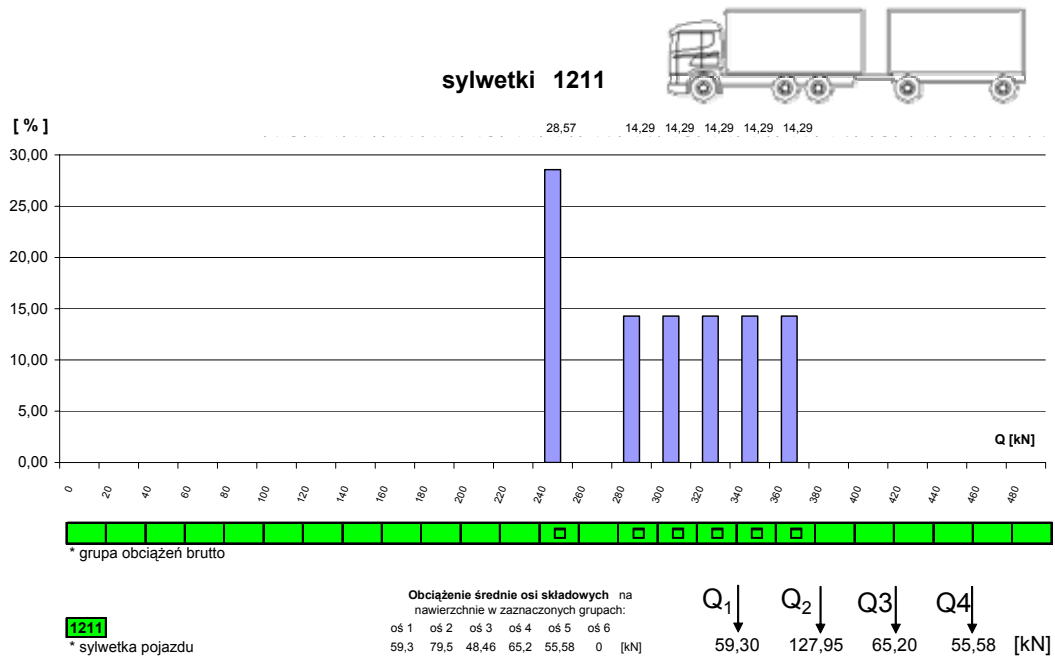
Rysunek 3. Podział pojazdów o sylwetce 1111 na przedziały grup wagowych.



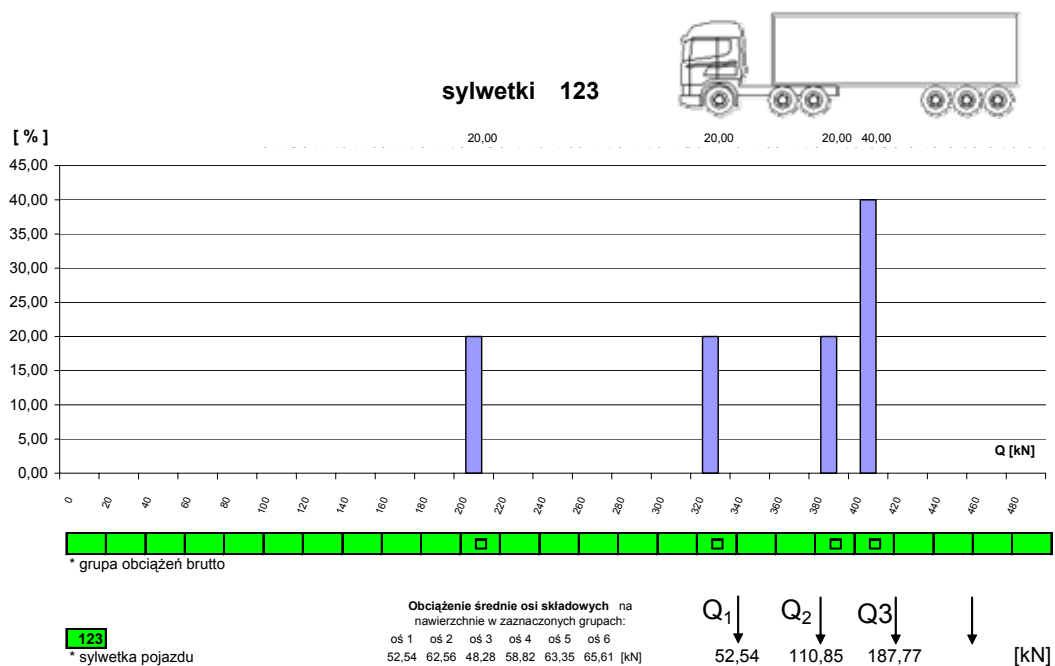
Rysunek 4. Podział pojazdów o sylwetce 122 na przedziały grup wagowych.



Rysunek 5. Podział pojazdów o sylwetce 1211 na przedziały grup wagowych.



Rysunek 6. Podział pojazdów o sylwetce 123 na przedziały grup wagowych.



Załącznik nr 5

5. Współczynniki równoważności obciążenia

Współczynniki równoważności obciążenia, liczone dla każdego z pojazdów oddzielnie. Porównanie kilku metod obliczeń.

Tablica 8. Współczynniki równoważności obciążenia dla każdego pojazdu oddzielnie.

**SAMOCHOBY CIĘŻAROWE BEZ PRZYCZEP
SYLWETKA 11**

dane					
1	39,33	105,94			
2	75,53	82,01			
3	76,32	81,71			
4	69,16	100,74			
5	23,05	109,57			
6	83,38	90,35			
7	32,47	31,29			
8	29,03	29,92			
9	5,49	3,04			
10	11,47	10,49			
11	28,44	51,50			
12	30,70	60,33			
13	45,12	92,80			
14	26,68	29,72			
15	54,74	87,80			
16	39,53	77,79			
17	39,53	67,49			
18	27,07	33,06			
19	58,56	41,30			
20	48,06	51,69			
21	30,70	25,89			
22	23,64	32,07			
23	25,11	26,87			
24	52,28	86,32			
25	28,05	38,06			
26	28,64	54,93			
27	39,33	74,94			
28	22,26	27,07			
29	33,06	60,52			
30	32,47	45,32			
31	32,86	42,28			
32	38,65	67,49			
33	45,12	56,50			
34	27,86	27,07			
35	45,12	66,51			
36	54,93	73,96			
37	38,45	38,25			
38	14,42	31,29			
39	23,64	48,95			
40	27,07	36,10			
41	30,50	53,95			
42	29,13	37,67			
43	26,87	24,52			
44	32,47	33,06			
45	38,94	55,52			
46	24,03	17,85			
47	24,32	19,71			
48	19,71	23,05			

zastosowana metoda obliczeń				
czwartej potęgi	francuska - nawierzchnia podatna	francuska - nawierzchnia półsztywna i sztywna	AASHTO - nawierzchnia podatna	AASHTO - nawierzchnia sztywna

wyniki				
1,2835	1,3439	1,9986	1,2540	1,2671
0,7778	0,6168	0,1270	0,8278	0,7831
0,7850	0,6232	0,1276	0,8356	0,7906
1,2587	1,1958	1,1045	1,2733	1,2549
1,4442	1,5799	2,9943	1,3894	1,4172
1,1497	1,0051	0,4088	1,2001	1,1621
0,0207	0,0066	0,0000	0,0199	0,0180
0,0151	0,0045	0,0000	0,0144	0,0131
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0003	0,0000	0,0000	0,0003	0,0003
0,0769	0,0381	0,0003	0,0800	0,0711
0,1414	0,0826	0,0023	0,1503	0,1352
0,7831	0,7069	0,4080	0,8039	0,7859
0,0129	0,0037	0,0000	0,0122	0,0112
0,6841	0,5709	0,2106	0,7150	0,6858
0,3906	0,2945	0,0491	0,4154	0,3899
0,2319	0,1497	0,0089	0,2477	0,2259
0,0173	0,0054	0,0000	0,0166	0,0150
0,1467	0,0809	0,0017	0,1548	0,1384
0,1247	0,0625	0,0005	0,1302	0,1153
0,0134	0,0039	0,0000	0,0127	0,0116
0,0137	0,0041	0,0000	0,0131	0,0119
0,0092	0,0024	0,0000	0,0087	0,0080
0,6299	0,5183	0,1716	0,6602	0,6314
0,0272	0,0097	0,0000	0,0267	0,0239
0,0978	0,0519	0,0008	0,1028	0,0917
0,3393	0,2458	0,0314	0,3620	0,3370
0,0078	0,0020	0,0000	0,0074	0,0068
0,1461	0,0851	0,0024	0,1552	0,1396
0,0533	0,0227	0,0001	0,0540	0,0479
0,0436	0,0173	0,0000	0,0436	0,0388
0,2298	0,1486	0,0089	0,2456	0,2240
0,1434	0,0763	0,0011	0,1507	0,1342
0,0114	0,0031	0,0000	0,0108	0,0099
0,2371	0,1488	0,0076	0,2531	0,2296
0,3903	0,2713	0,0275	0,4176	0,3849
0,0433	0,0166	0,0000	0,0430	0,0382
0,0100	0,0031	0,0000	0,0096	0,0087
0,0605	0,0288	0,0002	0,0626	0,0556
0,0224	0,0076	0,0000	0,0218	0,0195
0,0934	0,0483	0,0006	0,0977	0,0871
0,0273	0,0097	0,0000	0,0268	0,0240
0,0088	0,0023	0,0000	0,0083	0,0077
0,0231	0,0076	0,0000	0,0223	0,0201
0,1180	0,0617	0,0009	0,1236	0,1101
0,0043	0,0010	0,0000	0,0041	0,0039
0,0050	0,0011	0,0000	0,0047	0,0044
0,0043	0,0009	0,0000	0,0041	0,0038

49	43,06	47,28					0,0843	0,0384	0,0002	0,0865	0,0766
50	38,94	82,99					0,4973	0,4026	0,1067	0,5242	0,4998
51	24,23	37,67					0,0236	0,0084	0,0000	0,0232	0,0207
52	34,53	36,68					0,0323	0,0115	0,0000	0,0317	0,0283
53	9,22	8,43					0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002
54	43,06	52,09					0,1080	0,0532	0,0004	0,1122	0,0995
55	27,27	39,92					0,0309	0,0116	0,0000	0,0306	0,0273
56	27,66	28,64					0,0126	0,0035	0,0000	0,0119	0,0109
57	59,15	57,29					0,2301	0,1341	0,0031	0,2455	0,2198
58	32,07	64,55					0,1842	0,1155	0,0052	0,1969	0,1786
59	38,06	33,84					0,0341	0,0124	0,0000	0,0335	0,0299
60	30,90	64,74					0,1848	0,1165	0,0054	0,1977	0,1794
61	25,31	45,91					0,0485	0,0214	0,0001	0,0495	0,0439
62	23,25	22,26					0,0054	0,0012	0,0000	0,0051	0,0047
63	27,27	49,14					0,0638	0,0302	0,0002	0,0659	0,0585
64	26,29	45,12					0,0462	0,0200	0,0001	0,0469	0,0417
65	28,44	47,87					0,0591	0,0270	0,0001	0,0606	0,0538
66	37,67	75,14					0,3389	0,2471	0,0324	0,3616	0,3370
67	28,64	33,25					0,0190	0,0060	0,0000	0,0182	0,0165
68	36,10	31,49					0,0268	0,0092	0,0000	0,0261	0,0234
69	31,68	63,56					0,1733	0,1069	0,0043	0,1851	0,1675
70	33,64	68,18					0,2289	0,1516	0,0101	0,2451	0,2243
71	35,12	74,55					0,3241	0,2356	0,0295	0,3462	0,3224
72	38,65	36,68					0,0404	0,0153	0,0000	0,0400	0,0356
73	27,46	28,64					0,0124	0,0035	0,0000	0,0118	0,0108
74	24,91	25,89					0,0083	0,0021	0,0000	0,0079	0,0073
75	32,07	39,53					0,0350	0,0130	0,0000	0,0346	0,0308
76	32,07	39,53					0,0350	0,0130	0,0000	0,0346	0,0308
77	30,31	24,52					0,0121	0,0034	0,0000	0,0115	0,0105
78	24,32	18,24					0,0046	0,0011	0,0000	0,0044	0,0041
79	35,12	34,33					0,0291	0,0101	0,0000	0,0284	0,0254
80	48,95	94,17					0,8438	0,7687	0,4865	0,8633	0,8454
81	27,86	41,49					0,0357	0,0140	0,0000	0,0356	0,0317
82	29,13	40,90					0,0352	0,0135	0,0000	0,0350	0,0312
83	11,67	10,10					0,0003	0,0000	0,0000	0,0003	0,0003
84	24,23	37,27					0,0227	0,0080	0,0000	0,0223	0,0200
85	32,07	47,08					0,0597	0,0265	0,0001	0,0609	0,0540
86	15,30	15,10					0,0011	0,0002	0,0000	0,0011	0,0010
87	32,86	62,78					0,1670	0,1014	0,0038	0,1781	0,1609
88	22,46	26,29					0,0073	0,0018	0,0000	0,0069	0,0064
89	28,44	33,64					0,0193	0,0062	0,0000	0,0186	0,0168
90	24,72	36,49					0,0215	0,0074	0,0000	0,0210	0,0188
91	36,10	28,64					0,0237	0,0081	0,0000	0,0231	0,0207
92	25,70	31,09					0,0137	0,0040	0,0000	0,0131	0,0119
93	41,88	43,06					0,0651	0,0277	0,0001	0,0659	0,0584
94	40,71	70,73					0,2777	0,1882	0,0157	0,2969	0,2729
95	37,47	57,68					0,1304	0,0712	0,0014	0,1374	0,1228
96	25,89	29,03					0,0116	0,0032	0,0000	0,0110	0,0101
97	5,49	3,43					0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
98	7,06	4,02					0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001
99	29,72	24,23					0,0112	0,0032	0,0000	0,0107	0,0098
100	44,53	53,56					0,1216	0,0616	0,0006	0,1270	0,1127
101	27,07	32,47					0,0165	0,0051	0,0000	0,0158	0,0143
102	31,88	35,70					0,0266	0,0091	0,0000	0,0259	0,0232
103	21,28	25,89					0,0065	0,0016	0,0000	0,0062	0,0057
104	64,74	74,55					0,4845	0,3440	0,0349	0,5203	0,4806

105	27,86	38,25				
106	41,69	52,48				
107	26,48	38,65				
108	26,68	18,63				
109	43,45	61,70				
110	24,91	38,94				
111	25,89	34,72				
112	24,32	35,90				
113	34,92	29,72				
114	58,95	77,99				
115	41,88	54,54				
116	44,34	46,30				
117	20,30	23,44				
118	46,30	74,16				
119	41,69	66,11				
120	27,27	41,10				
121	32,27	62,09				
122	31,68	41,49				
123	27,27	31,68				
124	28,05	48,56				
125	39,33	50,91				
126	39,14	45,51				
127	21,87	29,92				
128	72,98	79,75				
129	38,25	45,91				
130	28,05	28,05				
131	28,84	28,64				
132	28,44	22,26				
133	13,24	16,48				
134	59,54	89,17				

współczynniki sylwetki 11

0,0274	0,0099	0,0000	0,0270	0,0241
0,1061	0,0524	0,0005	0,1102	0,0978
0,0272	0,0099	0,0000	0,0268	0,0240
0,0063	0,0016	0,0000	0,0059	0,0055
0,1806	0,1049	0,0031	0,1917	0,1722
0,0268	0,0099	0,0000	0,0265	0,0237
0,0190	0,0062	0,0000	0,0184	0,0166
0,0201	0,0068	0,0000	0,0196	0,0176
0,0227	0,0075	0,0000	0,0220	0,0197
0,4907	0,3597	0,0524	0,5239	0,4878
0,1192	0,0611	0,0007	0,1246	0,1108
0,0846	0,0384	0,0002	0,0867	0,0767
0,0047	0,0011	0,0000	0,0044	0,0042
0,3484	0,2456	0,0278	0,3719	0,3443
0,2212	0,1389	0,0070	0,2360	0,2143
0,0341	0,0132	0,0000	0,0339	0,0302
0,1595	0,0958	0,0033	0,1699	0,1533
0,0397	0,0155	0,0000	0,0395	0,0352
0,0156	0,0047	0,0000	0,0149	0,0135
0,0618	0,0287	0,0002	0,0636	0,0564
0,0911	0,0436	0,0003	0,0942	0,0835
0,0664	0,0287	0,0001	0,0674	0,0597
0,0103	0,0029	0,0000	0,0098	0,0090
0,6882	0,5296	0,0890	0,7352	0,6908
0,0658	0,0286	0,0001	0,0669	0,0593
0,0124	0,0035	0,0000	0,0117	0,0107
0,0136	0,0039	0,0000	0,0130	0,0118
0,0090	0,0024	0,0000	0,0085	0,0078
0,0010	0,0002	0,0000	0,0010	0,0010
0,7579	0,6386	0,2547	0,7912	0,7599
0,1584	0,1206	0,0662	0,1641	0,1550

SYLWETKA 12

dane

1	65,33	72,79	42,87			
2	38,25	79,75	77,79			
3	38,25	77,79	76,71			
4	79,75	77,99	43,45			
5	75,34	80,34	45,12			
6	72,30	93,78	54,34			
7	54,74	97,61	61,31			
8	67,29	79,16	49,34			
9	73,57	96,43	59,35			
10	80,14	99,37	56,89			
11	80,34	102,61	57,68			
12	74,36	93,19	93,19			
13	76,12	91,92	56,50			
14	49,14	29,03	26,29			
15	48,06	17,46	15,89			
16	52,09	66,11	39,33			
17	81,71	69,35	35,70			
18	81,12	59,35	57,09			
19	48,75	53,95	32,66			

współczynniki sylwetki 12

wyniki

0,3383	0,2831	0,2720	0,3599	0,3406
0,5588	0,4638	1,3835	0,5858	0,6180
0,5185	0,4210	1,0874	0,5448	0,5696
0,5943	0,5506	0,6744	0,6307	0,6063
0,5383	0,5078	0,9020	0,5740	0,5501
0,6932	0,7771	5,5811	0,7379	0,7315
0,6463	0,7787	9,0112	0,6789	0,7067
0,4429	0,3930	0,7376	0,4727	0,4530
0,8067	0,8961	7,8057	0,8552	0,8633
0,9326	1,1019	11,2076	0,9857	0,9943
0,9925	1,2357	16,4363	1,0463	1,0659
1,3585	1,2816	10,3240	1,3918	1,5520
0,7591	0,7909	4,4167	0,8071	0,8002
0,0665	0,0311	0,0002	0,0683	0,0647
0,0544	0,0258	0,0002	0,0563	0,0507
0,1815	0,1401	0,0842	0,1892	0,1804
0,5520	0,4889	0,2371	0,5826	0,5603
0,5934	0,4520	0,1185	0,6281	0,6040
0,1056	0,0646	0,0075	0,1078	0,1045
0,5649	0,5623	3,6993	0,5949	0,6008

współczynniki sylwetek pojazdów bez przyczep

0,2089	0,1755	0,5174	0,2176	0,2103
--------	--------	--------	--------	--------

SAMOCHODY CIĘŻAROWE Z PRZYCZEPAMI

SYLWETKA 111

dane

1	54,54	123,21	98,19			
2	61,11	103,20	84,56			
3	62,98	108,79	70,33			
4	63,56	102,02	58,76			
5	62,68	100,74	60,13			
6	63,17	112,42	64,35			
7	63,76	112,42	63,76			
8	63,56	112,42	64,15			
9	10,69	11,28	10,69			
10	54,74	77,79	79,75			
11	31,09	29,03	51,11			
12	67,59	74,16	50,12			
13	51,50	56,70	45,91			
14	51,69	56,50	46,69			
15	47,67	56,70	45,91			
16	40,31	55,52	40,31			
17	32,07	43,26	36,88			

współczynniki sylwetki 111

wyniki

3,3226	3,8004	13,0430	3,1271	3,2112
1,7850	1,6881	1,5957	1,8077	1,7796
1,8027	1,7950	2,7669	1,7843	1,7726
1,3657	1,2789	1,2773	1,3774	1,3524
1,3150	1,2129	1,0984	1,3326	1,3041
1,9280	2,0066	4,0840	1,8742	1,8799
1,9278	2,0064	4,0840	1,8740	1,8797
1,9298	2,0080	4,0842	1,8762	1,8818
0,0004	0,0000	0,0000	0,0005	0,0005
0,8605	0,6566	0,1160	0,9165	0,8606
0,0847	0,0398	0,0003	0,0872	0,0776
0,5743	0,3970	0,0370	0,6152	0,5663
0,2181	0,1152	0,0015	0,2293	0,2039
0,2208	0,1167	0,0015	0,2322	0,2064
0,1994	0,1036	0,0013	0,2089	0,1858
0,1478	0,0740	0,0009	0,1537	0,1367
0,0641	0,0254	0,0001	0,0640	0,0569
1,0439	1,0191	1,8937	1,0330	1,0209

SYLWETKA 112

dane

1	59,93	96,33	68,57	68,76		
2	56,11	85,54	84,36	73,57		
3	57,68	84,95	82,99	74,16		
4	45,71	102,80	82,40	69,16		
5	59,35	74,94	92,80	84,95		
6	54,34	95,94	69,35	71,71		
7	50,71	33,84	17,06	17,06		
8	56,30	44,93	33,45	33,94		
9	52,28	40,31	25,31	24,72		
10	44,73	64,15	21,09	21,48		
11	48,36	44,34	9,90	44,73		
12	51,89	91,52	52,87	52,48		
13	58,37	95,74	43,06	43,55		
14	48,75	40,12	25,70	29,03		
15	53,75	42,87	22,07	21,68		
16	55,32	65,72	50,71	50,71		
17	57,87	60,72	36,10	35,70		
18	52,87	40,51	29,03	28,84		
19	50,71	64,74	41,10	40,31		
20	48,26	39,92	21,68	21,28		
21	48,75	38,06	24,72	24,91		
22	46,10	39,14	26,09	25,11		
23	48,06	28,25	14,22	13,83		
24	50,52	45,32	31,09	30,90		
25	52,28	39,14	30,50	29,33		
26	47,28	46,69	30,11	29,92		
27	48,56	30,70	17,65	17,06		
28	51,11	46,30	44,53	44,34		
29	55,91	45,12	30,11	29,92		
30	48,75	40,51	29,03	28,84		
31	51,69	51,11	38,65	39,14		
32	51,30	67,29	31,09	30,90		
33	46,10	49,54	44,14	44,14		

wyniki

1,3004	1,1358	0,9043	1,3403	1,3222
1,1773	0,9957	2,0151	1,2374	1,2410
1,1636	0,9697	1,7555	1,2248	1,2249
1,6208	1,5716	2,7124	1,6352	1,6580
1,3104	1,1580	6,6232	1,3632	1,4473
1,2798	1,1227	0,9792	1,3188	1,3069
0,0804	0,0382	0,0003	0,0830	0,0747
0,1592	0,0814	0,0011	0,1656	0,1538
0,1066	0,0512	0,0004	0,1100	0,1009
0,2122	0,1272	0,0049	0,2256	0,2056
0,1011	0,0570	0,0010	0,1034	0,0956
0,8815	0,7405	0,3566	0,9110	0,8875
1,0054	0,8950	0,5957	1,0267	1,0087
0,0902	0,0403	0,0002	0,0919	0,0855
0,1204	0,0601	0,0006	0,1253	0,1134
0,3725	0,2247	0,0143	0,3951	0,3670
0,2713	0,1564	0,0040	0,2875	0,2649
0,1148	0,0553	0,0005	0,1184	0,1099
0,2801	0,1640	0,0062	0,2960	0,2748
0,0826	0,0370	0,0002	0,0844	0,0768
0,0828	0,0369	0,0002	0,0844	0,0779
0,0746	0,0317	0,0001	0,0754	0,0702
0,0603	0,0275	0,0002	0,0619	0,0554
0,1202	0,0563	0,0004	0,1235	0,1148
0,1094	0,0518	0,0004	0,1124	0,1049
0,1088	0,0495	0,0002	0,1113	0,1036
0,0658	0,0300	0,0002	0,0674	0,0609
0,1686	0,0821	0,0018	0,1735	0,1630
0,1505	0,0770	0,0010	0,1568	0,1446
0,0932	0,0415	0,0002	0,0948	0,0887
0,1716	0,0851	0,0010	0,1777	0,1654
0,2872	0,1778	0,0090	0,3055	0,2823
0,1584	0,0758	0,0016	0,1624	0,1530

34	24,91	20,11	6,67	10,88			0,0056	0,0013	0,0000	0,0053	0,0050
35	41,69	57,97	52,09	47,48			0,2289	0,1249	0,0078	0,2389	0,2239
36	55,52	57,48	24,91	27,27			0,2106	0,1173	0,0022	0,2230	0,2027
37	50,52	36,88	24,03	24,32			0,0884	0,0410	0,0003	0,0907	0,0834
38	45,12	33,84	24,23	24,32			0,0594	0,0244	0,0001	0,0597	0,0559
39	55,52	43,45	28,25	28,05			0,1394	0,0709	0,0009	0,1452	0,1335
40	52,28	40,31	27,27	27,46			0,1089	0,0520	0,0004	0,1123	0,1037
41	53,07	40,71	30,90	28,84			0,1179	0,0569	0,0005	0,1216	0,1130
42	49,54	46,89	34,92	34,53			0,1289	0,0601	0,0004	0,1321	0,1237
43	53,36	35,51	24,32	25,31			0,1023	0,0503	0,0005	0,1060	0,0974
44	50,71	84,95	63,17	61,11			0,7950	0,6153	0,2225	0,8369	0,8066
45	48,36	98,59	38,06	40,51			1,0327	0,9721	0,8438	1,0393	1,0340
46	64,74	73,37	62,68	47,87			0,5958	0,4178	0,0756	0,6362	0,5959
47	49,14	35,90	18,05	17,46			0,0763	0,0349	0,0002	0,0783	0,0705
48	25,50	24,03	26,87	21,87			0,0125	0,0033	0,0000	0,0117	0,0136
49	48,75	72,39	38,65	56,70			0,4032	0,2767	0,0343	0,4274	0,4009
50	62,78	87,60	35,51	35,12			0,7659	0,6216	0,2080	0,8024	0,7719
51	49,14	27,66	14,22	14,22			0,0647	0,0304	0,0002	0,0668	0,0598
52	51,30	73,57	44,53	40,51			0,4078	0,2724	0,0264	0,4327	0,4061
53	55,91	67,49	51,69	51,89			0,4056	0,2505	0,0188	0,4309	0,4008
54	52,68	64,55	38,75	38,25			0,2813	0,1653	0,0059	0,2978	0,2758
55	52,48	62,78	30,70	30,31			0,2433	0,1413	0,0042	0,2580	0,2369
56	58,37	67,59	52,48	48,06			0,4139	0,2579	0,0177	0,4403	0,4090
57	34,53	43,75	23,83	24,91			0,0558	0,0222	0,0001	0,0557	0,0525
58	47,48	28,64	14,22	14,42			0,0581	0,0261	0,0001	0,0595	0,0534
59	55,32	46,30	27,27	27,27			0,1473	0,0753	0,0009	0,1537	0,1407
60	51,11	39,53	25,89	25,70			0,0988	0,0462	0,0003	0,1016	0,0936
61	50,71	59,15	41,49	40,31			0,2276	0,1231	0,0027	0,2386	0,2212
62	47,28	33,45	24,32	25,11			0,0677	0,0292	0,0001	0,0686	0,0640
63	63,56	90,35	58,37	57,97			0,9894	0,8057	0,3363	1,0331	0,9986
64	52,09	39,14	23,83	24,03			0,1017	0,0487	0,0004	0,1050	0,0960
65	47,87	35,51	22,46	22,07			0,0718	0,0316	0,0001	0,0731	0,0671
66	51,11	45,71	30,11	31,49			0,1245	0,0590	0,0004	0,1281	0,1189
67	49,93	50,12	34,53	33,64			0,1441	0,0696	0,0006	0,1487	0,1383
68	48,36	41,49	24,32	24,52			0,0893	0,0400	0,0002	0,0912	0,0838
69	47,67	45,32	29,13	29,92			0,1044	0,0471	0,0002	0,1066	0,0993
70	50,91	30,90	20,50	23,44			0,0795	0,0378	0,0003	0,0821	0,0751
71	47,67	28,64	14,42	14,22			0,0590	0,0266	0,0001	0,0604	0,0542
72	45,12	41,10	23,83	23,83			0,0745	0,0316	0,0001	0,0753	0,0695
73	49,73	40,12	24,23	23,44			0,0916	0,0420	0,0002	0,0939	0,0860
74	52,28	55,13	30,70	29,92			0,1789	0,0938	0,0012	0,1875	0,1719
75	43,55	50,91	23,83	25,11			0,1082	0,0512	0,0004	0,1115	0,1018
współczynniki sylwetki 112							0,3059	0,2249	0,2374	0,3176	0,3069

SYLWETKA 113

dane						wyniki				
1	54,54	100,16	64,55	64,55	62,29	1,3753	1,4060	2,5883	1,3945	1,4980
2	60,13	103,39	69,74	68,76	68,76	1,6591	1,7796	5,5142	1,6739	1,8382
3	59,93	104,37	67,59	64,15	63,56	1,6197	1,7045	3,7402	1,6245	1,7471
4	59,54	125,86	77,99	95,54	114,18	4,0671	6,5608	641,7109	3,8189	4,9235
5	62,09	114,38	84,36	84,36	82,79	2,6966	3,4178	46,0938	2,6374	3,1476
6	63,37	107,22	67,78	72,98	75,92	1,9436	2,1818	10,0978	1,9421	2,1600
7	58,37	122,62	64,74	79,36	96,13	3,0729	4,2142	89,5897	2,9111	3,3647
8	58,17	104,57	81,71	74,94	71,51	1,8766	2,1833	17,2857	1,8901	2,1712
9	62,49	104,77	66,31	66,51	66,70	1,6886	1,7871	4,2922	1,6950	1,8314
10	62,09	98,00	72,39	72,39	73,18	1,5427	1,6644	8,1336	1,5853	1,7867
11	58,76	101,14	76,51	75,73	74,75	1,7205	1,9475	13,1536	1,7510	2,0150

12	62,78	116,44	71,31	71,71	70,73		2,4299	2,8441	12,0304	2,3456	2,5871
13	55,32	103,59	85,34	78,97	72,98		1,9078	2,3081	27,6162	1,9258	2,2724
14	54,15	81,32	76,51	75,14	74,94		1,0743	1,2140	11,8366	1,1327	1,3722
15	64,74	117,23	84,75	86,32	86,13		2,9790	3,8573	60,4292	2,8894	3,4740
16	64,35	101,82	74,36	75,92	74,55		1,7803	1,9855	11,9497	1,8122	2,0603
17	60,52	93,39	74,94	70,73	74,94		1,3899	1,5063	9,3044	1,4436	1,6528
18	59,35	101,63	72,59	70,33	73,37		1,6483	1,8027	8,0395	1,6741	1,8769
19	42,67	89,36	71,31	68,76	71,12		1,0866	1,1560	5,3675	1,1338	1,3002
20	63,76	108,40	90,93	69,55	52,87		1,9791	2,5104	40,2432	1,9686	2,1735
21	57,87	87,80	62,09	65,53	65,13		0,9949	0,9500	1,9491	1,0432	1,1294
22	62,49	112,42	57,97	59,35	55,52		1,9363	2,1020	4,5540	1,8770	1,9694
23	63,76	110,55	68,57	68,76	69,16		2,0389	2,2664	7,1727	2,0094	2,1912
24	66,11	100,55	52,68	54,34	75,14		1,4433	1,5143	4,8620	1,4669	1,5388
25	64,35	100,35	68,37	54,54	63,96		1,4404	1,4631	2,8346	1,4649	1,5493
26	53,75	78,77	85,93	82,99	81,91		1,2958	1,7021	40,7409	1,3533	1,7917
27	49,54	120,17	47,87	52,09	55,13		2,2665	2,6617	9,2196	2,1080	2,2212
28	64,35	114,18	82,20	81,12	77,20		2,5706	3,1518	29,9074	2,5170	2,9216
29	62,68	103,79	74,16	73,37	72,39		1,8037	2,0005	9,7831	1,8230	2,0486
30	46,69	110,85	74,55	75,14	74,75		2,0878	2,4694	13,8716	2,0509	2,3365
31	64,74	104,77	59,54	59,15	59,15		1,5896	1,6177	2,3935	1,5899	1,6639
32	70,53	98,00	81,71	80,54	81,71		1,9102	2,2525	29,2356	1,9647	2,3445
33	59,35	72,30	68,57	67,98	67,98		0,7631	0,7573	3,4446	0,8119	0,9356
34	65,33	101,43	72,39	71,51	74,36		1,7149	1,8670	8,7820	1,7476	1,9561
35	64,15	109,77	66,31	66,90	67,78		1,9623	2,1482	5,8527	1,9373	2,0943
36	58,76	117,62	72,10	71,12	69,74		2,4630	2,9171	12,6306	2,3615	2,6082
37	64,15	82,20	66,90	67,49	67,59		0,9738	0,9405	3,0446	1,0321	1,1419
38	62,78	106,43	70,33	70,33	70,53		1,8542	2,0336	7,1381	1,8554	2,0442
39	67,49	122,62	60,72	61,70	57,87		2,6890	3,1727	12,3502	2,5171	2,6767
40	54,34	85,15	48,75	98,19	106,83		1,4797	3,0599	340,6122	1,5380	2,0090
41	61,50	82,40	65,53	68,57	69,35		0,9622	0,9440	3,4288	1,0187	1,1361
42	56,89	87,80	67,49	70,33	70,14		1,0899	1,1114	4,4770	1,1434	1,2859
43	51,69	109,18	61,90	72,10	72,39		1,8716	2,1212	7,7969	1,8440	2,0286
44	58,76	110,16	73,77	75,34	75,14		2,1204	2,4631	13,5700	2,0957	2,3700
45	66,31	104,57	33,25	32,66	31,88		1,4082	1,3907	1,7173	1,4004	1,4004
46	54,15	103,39	72,59	71,31	72,79		1,6895	1,8773	8,3652	1,7033	1,9163
47	57,97	102,02	72,79	71,71	72,39		1,6587	1,8227	8,2022	1,6819	1,8898
48	66,70	106,83	74,16	73,77	74,55		2,0125	2,2638	11,6095	2,0185	2,2651
49	62,68	95,35	68,57	68,76	67,78		1,3509	1,3781	4,1139	1,3968	1,5329
50	57,68	101,14	74,36	73,77	72,98		1,6567	1,8403	9,8913	1,6848	1,9138
51	60,13	91,62	78,38	78,18	77,59		1,4636	1,6802	17,6981	1,5229	1,8182
52	60,13	91,62	77,79	77,99	77,79		1,4574	1,6682	17,1708	1,5166	1,8076
53	61,90	96,43	71,51	70,73	70,73		1,4415	1,5198	6,2131	1,4868	1,6601
54	55,72	95,54	79,55	75,92	76,32		1,5329	1,7624	16,3928	1,5809	1,8680
55	63,37	100,16	62,78	60,72	60,72		1,4084	1,3991	2,0148	1,4317	1,5095
56	63,56	112,03	69,35	68,96	67,10		2,1105	2,3661	7,5595	2,0678	2,2513
57	59,54	91,82	73,18	72,10	72,98		1,3108	1,4004	7,8361	1,3656	1,5603
58	58,37	104,37	64,74	66,31	67,10		1,6249	1,7220	4,0428	1,6296	1,7629
59	64,94	97,21	68,96	67,59	69,16		1,4451	1,4843	4,4050	1,4884	1,6287
60	58,95	88,78	82,79	79,75	79,95		1,4647	1,7647	27,1447	1,5265	1,8871
61	57,29	101,23	49,54	49,14	49,14		1,2576	1,2206	1,2288	1,2614	1,2860
62	62,68	83,77	74,75	75,14	74,16		1,1735	1,2762	10,3493	1,2382	1,4568
63	69,16	101,14	71,71	74,36	72,59		1,7530	1,8969	8,8956	1,7907	1,9984
64	57,68	99,96	67,59	68,37	66,90		1,4631	1,5288	4,1109	1,4896	1,6294
65	65,92	110,55	69,55	62,09	57,87		1,9520	2,1276	5,3167	1,9180	2,0395
66	60,33	89,36	75,53	77,59	73,77		1,3240	1,4698	12,4714	1,3849	1,6271
67	65,72	107,22	80,14	75,14	76,91		2,1157	2,4627	18,7456	2,1202	2,4320

68	65,13	105,16	97,21	70,53	51,30		1,8840	2,5892	84,0501	1,8978	2,1207
69	56,70	90,54	63,96	64,35	66,70		1,0776	1,0514	2,2801	1,1234	1,2202
70	56,89	111,83	60,52	60,13	59,35		1,8882	2,0654	4,5679	1,8320	1,9407
71	53,95	106,43	81,12	80,54	81,12		2,0940	2,5569	28,8815	2,0948	2,4965
72	60,92	97,02	89,17	85,15	82,01		1,9261	2,4641	56,1304	1,9715	2,4808
73	55,52	122,03	74,55	64,55	71,90		2,7268	3,3467	16,9835	2,5650	2,8310
74	63,96	104,57	73,37	74,94	71,90		1,8546	2,0626	10,1661	1,8709	2,0994
75	60,92	93,98	65,72	66,11	65,53		1,2349	1,2237	2,7070	1,2794	1,3856
76	66,11	90,93	62,68	67,98	69,74		1,2118	1,1955	3,3385	1,2672	1,3765
77	53,56	98,00	66,31	66,90	66,31		1,3359	1,3775	3,3268	1,3653	1,4914
78	62,68	97,21	73,77	69,55	72,10		1,4975	1,5985	7,3285	1,5421	1,7284
79	50,52	79,36	73,18	72,39	70,92		0,9209	0,9946	6,8976	0,9738	1,1569
80	65,92	93,78	70,92	76,12	71,31		1,4374	1,5311	8,5289	1,4945	1,6881
81	63,96	103,59	45,91	44,73	43,94		1,3874	1,3600	1,5546	1,3838	1,3986
82	58,37	96,43	75,92	76,51	75,34		1,5433	1,7344	13,1172	1,5901	1,8495
83	65,92	103,20	60,72	59,74	59,93		1,5444	1,5546	2,2259	1,5551	1,6296
84	66,31	109,97	72,98	71,90	69,55		2,0977	2,3546	9,3193	2,0782	2,2924
85	60,92	90,35	67,98	71,12	76,91		1,2592	1,3418	8,1317	1,3164	1,4965
86	58,95	69,94	77,40	80,93	79,95		1,0338	1,2853	21,8669	1,0890	1,4115
87	59,35	89,76	72,98	71,71	72,39		1,2374	1,3113	7,2844	1,2943	1,4804
88	63,37	88,97	65,92	65,72	64,55		1,0975	1,0547	2,3359	1,1508	1,2451
89	59,54	101,82	83,58	82,40	77,10		1,9302	2,3354	30,4321	1,9599	2,3474
90	57,29	119,58	76,12	73,96	72,79		2,6681	3,2561	18,3535	2,5445	2,8563
91	60,72	104,57	91,62	87,80	87,40		2,3910	3,1780	87,4097	2,3982	3,0560
92	60,13	99,17	59,35	59,54	58,56		1,3052	1,2769	1,5309	1,3270	1,3892
93	44,93	119,38	72,98	72,10	75,53		2,5669	3,1554	17,0833	2,4392	2,7441
94	71,51	131,45	65,13	65,72	64,94		3,5543	4,5025	28,6605	3,2395	3,5135
95	65,53	105,75	74,36	76,51	75,73		1,9861	2,2558	13,7592	1,9988	2,2681
96	63,76	123,21	70,33	60,52	60,52		2,7501	3,3127	14,4442	2,5701	2,7650
97	49,73	105,94	65,72	65,53	69,35		1,6592	1,8091	4,8393	1,6506	1,8029
98	64,74	104,37	68,37	67,59	67,49		1,7204	1,8257	4,8914	1,7326	1,8810
99	58,95	101,23	66,90	67,98	68,18		1,5262	1,6034	4,3088	1,5487	1,6913
100	57,97	100,16	65,53	66,90	65,72		1,4416	1,4887	3,3711	1,4657	1,5885
101	63,56	91,62	79,36	79,95	79,55		1,5482	1,8053	22,3703	1,6108	1,9405
102	55,13	60,52	47,08	46,89	46,10		0,3070	0,2054	0,0398	0,3227	0,3243
103	52,09	66,31	21,28	21,28	20,89		0,2703	0,1680	0,0076	0,2886	0,2632
104	55,13	88,97	61,11	60,72	60,72		0,9511	0,8837	1,1209	0,9927	1,0541
105	45,91	38,45	16,67	16,28	15,10		0,0674	0,0292	0,0001	0,0684	0,0617
106	52,09	75,73	37,47	37,27	37,08		0,4352	0,3112	0,0384	0,4612	0,4409
107	43,94	38,06	20,69	21,28	22,85		0,0620	0,0259	0,0001	0,0622	0,0574
108	46,49	30,90	14,61	14,61	15,30		0,0567	0,0248	0,0001	0,0577	0,0521
109	59,15	89,76	65,33	66,70	66,70		1,0975	1,0764	2,7107	1,1475	1,2543
110	60,13	87,80	45,51	44,93	43,45		0,7922	0,6590	0,2338	0,8271	0,8163
111	54,93	97,21	71,31	70,14	66,11		1,3720	1,4466	5,0562	1,4078	1,5629
112	60,13	100,35	73,57	76,71	74,16		1,6752	1,8722	11,7045	1,7095	1,9545
113	55,32	95,94	63,17	61,11	67,29		1,2224	1,2208	2,3455	1,2558	1,3508
114	59,35	72,39	76,51	77,59	74,55		0,9700	1,1234	13,2789	1,0265	1,2767
115	53,07	43,55	24,32	23,64	23,83		0,1208	0,0604	0,0006	0,1253	0,1142
116	52,28	35,31	18,44	20,11	19,42		0,0926	0,0454	0,0004	0,0959	0,0869
117	51,50	44,73	21,87	22,26	22,46		0,1145	0,0559	0,0004	0,1185	0,1074
118	49,14	40,51	24,72	25,31	25,50		0,0920	0,0429	0,0002	0,0939	0,0868
119	57,29	79,16	70,33	70,53	67,78		0,8965	0,9112	4,4913	0,9504	1,0916
120	63,37	97,80	65,33	65,72	65,33		1,3870	1,3936	2,8695	1,4233	1,5313
121	55,91	62,78	41,30	35,51	47,67		0,3032	0,1987	0,0235	0,3200	0,3092
122	49,14	31,88	16,87	16,87	15,89		0,0699	0,0324	0,0002	0,0718	0,0649
123	50,32	31,49	16,48	16,67	16,67		0,0752	0,0358	0,0003	0,0776	0,0701

124	53,56	64,94	45,12	50,91	52,68		0,3624	0,2624	0,1001	0,3824	0,3899
125	65,53	94,17	68,57	67,78	66,70		1,3261	1,3307	3,6521	1,3766	1,5006
126	46,89	37,86	19,91	20,69	19,71		0,0717	0,0315	0,0001	0,0728	0,0664
127	52,28	82,40	40,90	40,31	39,53		0,5801	0,4538	0,1046	0,6099	0,5937
128	55,72	74,55	27,07	26,09	26,29		0,4136	0,2883	0,0304	0,4413	0,4113
129	50,71	67,49	37,47	33,45	36,10		0,3010	0,1930	0,0109	0,3188	0,3011
130	54,15	93,78	66,70	65,72	65,13		1,1778	1,1809	2,7315	1,2177	1,3291
131	60,92	92,41	57,97	57,87	57,09		1,0539	0,9679	0,8480	1,0923	1,1331
132	58,37	83,77	47,08	45,71	45,91		0,6859	0,5501	0,1537	0,7212	0,7125
133	45,51	80,34	49,73	48,75	47,28		0,5539	0,4440	0,1327	0,5827	0,5869
134	48,26	42,87	17,46	17,26	18,05		0,0896	0,0412	0,0002	0,0920	0,0828
135	62,78	90,93	62,29	62,68	62,29		1,0960	1,0319	1,5099	1,1432	1,2134
136	60,72	94,76	69,94	70,14	70,53		1,3535	1,4094	5,3890	1,4012	1,5613
137	58,76	80,93	50,32	50,32	49,93		0,6556	0,5223	0,1673	0,6925	0,6935
138	57,87	95,74	68,76	68,18	71,12		1,3440	1,4006	4,8891	1,3861	1,5386
139	53,36	57,48	30,31	30,70	30,90		0,2051	0,1149	0,0021	0,2157	0,1993
140	58,76	81,52	65,53	65,33	63,96		0,8619	0,8116	2,0090	0,9126	1,0011
141	56,89	70,73	49,14	49,34	46,89		0,4484	0,3252	0,0755	0,4755	0,4742
142	47,08	40,31	21,87	20,11	21,87		0,0790	0,0352	0,0001	0,0804	0,0734
143	57,87	82,40	68,76	70,33	70,33		0,9752	0,9924	4,6713	1,0311	1,1759
144	50,12	64,15	26,87	27,07	26,09		0,2410	0,1447	0,0052	0,2558	0,2348
145	49,14	32,07	16,87	18,44	17,06		0,0705	0,0326	0,0002	0,0723	0,0655
146	56,50	87,21	59,93	61,70	59,54		0,9055	0,8277	1,0054	0,9488	1,0044
147	51,30	51,69	29,33	29,33	29,52		0,1533	0,0797	0,0008	0,1592	0,1473
148	54,15	71,90	27,86	27,86	26,68		0,3629	0,2439	0,0198	0,3872	0,3595
149	47,67	33,64	18,05	17,46	18,05		0,0662	0,0295	0,0001	0,0675	0,0612
150	55,72	79,55	61,70	62,68	62,09		0,7496	0,6786	1,1956	0,7941	0,8600
151	61,70	94,17	37,86	37,27	37,47		0,9649	0,8546	0,4921	0,9916	0,9763
152	58,95	81,32	29,92	29,03	30,70		0,5716	0,4347	0,0856	0,6055	0,5747
153	52,28	30,90	23,83	23,64	23,83		0,0892	0,0444	0,0004	0,0922	0,0850
154	53,95	35,12	17,06	17,26	16,48		0,1013	0,0515	0,0006	0,1057	0,0952
155	58,56	82,01	44,93	44,14	44,73		0,6369	0,4981	0,1153	0,6716	0,6585
156	53,95	72,10	46,69	46,89	47,08		0,4368	0,3153	0,0586	0,4626	0,4586
157	47,08	35,51	17,85	18,05	18,24		0,0668	0,0294	0,0001	0,0680	0,0617
158	59,74	94,37	67,59	66,31	66,11		1,2550	1,2597	3,1324	1,2986	1,4157
159	49,54	35,12	19,22	18,63	18,63		0,0776	0,0360	0,0002	0,0796	0,0722
160	62,49	84,17	59,93	59,74	58,37		0,8644	0,7610	0,7828	0,9123	0,9547
161	61,50	84,75	59,54	59,93	59,93		0,8755	0,7776	0,8496	0,9229	0,9692
162	58,37	90,54	70,73	70,14	70,53		1,2055	1,2496	5,3907	1,2588	1,4184
163	55,72	64,35	48,56	49,34	48,95		0,3651	0,2568	0,0703	0,3855	0,3902
164	53,56	97,80	62,98	61,70	63,96		1,2618	1,2639	2,0799	1,2877	1,3789
165	45,91	31,29	16,67	17,06	17,85		0,0555	0,0239	0,0001	0,0562	0,0512
166	59,15	94,96	62,09	67,78	67,10		1,2502	1,2531	2,9142	1,2908	1,3986
167	53,07	78,38	41,69	43,06	43,06		0,5125	0,3843	0,0666	0,5415	0,5278
168	59,15	87,21	61,31	63,56	66,70		0,9824	0,9315	1,8815	1,0315	1,1127
169	54,34	54,54	66,31	31,68	20,11		0,2163	0,2405	0,8181	0,2255	0,2184
170	49,34	44,14	27,07	26,68	26,48		0,1059	0,0505	0,0003	0,1084	0,1004
171	48,56	36,29	29,03	20,69	18,05		0,0774	0,0362	0,0002	0,0788	0,0725
172	58,17	85,73	45,32	45,71	42,47		0,7211	0,5879	0,1809	0,7553	0,7441
173	57,48	74,55	47,67	47,28	47,08		0,5031	0,3715	0,0738	0,5336	0,5275
174	48,26	40,71	22,66	25,11	24,52		0,0874	0,0401	0,0002	0,0891	0,0820
175	49,14	38,06	18,83	18,83	19,52		0,0815	0,0375	0,0002	0,0835	0,0757
176	40,90	44,53	21,87	21,68	21,48		0,0710	0,0305	0,0001	0,0717	0,0658
177	55,13	79,16	52,09	51,50	52,68		0,6097	0,4884	0,1974	0,6444	0,6543
178	54,93	47,67	29,52	29,13	28,44		0,1547	0,0814	0,0010	0,1610	0,1488
179	54,93	89,17	62,78	61,90	66,31		1,0014	0,9620	1,8513	1,0459	1,1301

180	47,08	36,49	11,08	20,11	32,86		0,0704	0,0342	0,0003	0,0714	0,0655
181	55,32	62,29	38,65	38,94	38,75		0,2825	0,1745	0,0082	0,2981	0,2842
182	53,07	50,91	31,49	33,06	35,31		0,1673	0,0901	0,0015	0,1736	0,1635
183	47,67	33,94	18,44	17,06	17,85		0,0666	0,0297	0,0001	0,0679	0,0616
184	61,11	95,74	69,16	66,51	67,98		1,3392	1,3665	3,8963	1,3822	1,5142
185	60,13	95,94	68,96	67,59	66,31		1,3319	1,3592	3,7611	1,3733	1,5033
186	58,37	80,93	40,71	40,51	40,31		0,5907	0,4509	0,0871	0,6240	0,6036
187	54,34	86,52	69,35	65,72	71,12		1,0253	1,0437	4,2009	1,0772	1,2128
188	62,29	86,72	71,71	72,10	71,71		1,1671	1,2157	6,5932	1,2282	1,4014
189	58,37	64,35	21,87	21,87	22,26		0,2915	0,1798	0,0066	0,3119	0,2838
190	55,52	70,73	66,70	65,72	66,31		0,6713	0,6509	2,4429	0,7136	0,8189
191	64,35	93,19	66,70	65,92	66,70		1,2556	1,2405	2,9472	1,3054	1,4149
192	51,11	57,68	25,11	24,03	26,68		0,1858	0,1022	0,0017	0,1958	0,1781
193	59,15	83,97	50,91	52,48	51,69		0,7405	0,6119	0,2494	0,7791	0,7860
194	55,32	80,93	69,74	69,55	68,76		0,9142	0,9285	4,2853	0,9674	1,1077
195	63,96	98,98	59,15	59,93	58,56		1,3353	1,2975	1,5225	1,3612	1,4208
196	46,69	32,07	15,10	15,10	15,30		0,0590	0,0258	0,0001	0,0600	0,0542
197	51,11	45,32	33,06	34,33	31,09		0,1301	0,0668	0,0010	0,1333	0,1270
198	62,68	98,78	68,76	69,35	68,57		1,4878	1,5495	4,7482	1,5243	1,6733
199	62,78	85,93	40,90	40,51	40,31		0,7465	0,6023	0,1726	0,7837	0,7625
200	59,93	97,80	77,20	75,73	77,10		1,6291	1,8473	14,8382	1,6735	1,9496
201	57,09	56,30	44,93	36,29	30,11		0,2388	0,1470	0,0105	0,2508	0,2380
202	56,11	68,76	21,28	20,89	20,69		0,3259	0,2107	0,0121	0,3489	0,3195
203	55,13	99,96	64,74	64,15	64,15		1,3810	1,4130	2,7062	1,4020	1,5096
204	52,68	49,93	28,84	28,84	28,25		0,1506	0,0780	0,0008	0,1565	0,1443
205	61,31	84,36	54,15	54,34	53,95		0,7933	0,6675	0,3482	0,8354	0,8508
206	51,69	37,47	22,66	21,48	21,28		0,0949	0,0459	0,0004	0,0979	0,0893
207	54,93	69,16	29,52	29,52	29,03		0,3324	0,2154	0,0129	0,3544	0,3285
208	62,98	87,40	63,96	66,11	64,74		1,0419	0,9908	2,1323	1,0955	1,1841
209	53,75	67,49	56,50	57,48	57,68		0,4724	0,3875	0,4293	0,5006	0,5385
210	58,17	72,98	49,93	50,12	49,34		0,5023	0,3747	0,1034	0,5331	0,5340
211	63,56	87,99	69,16	69,16	70,53		1,1603	1,1712	4,6382	1,2195	1,3613
212	48,06	25,70	11,28	11,08	10,88		0,0580	0,0268	0,0002	0,0597	0,0534
213	63,76	97,80	66,90	66,70	67,10		1,4193	1,4424	3,4960	1,4576	1,5805
214	53,17	52,48	31,68	31,88	31,88		0,1731	0,0931	0,0013	0,1803	0,1681
215	62,49	97,41	69,74	69,74	69,74		1,4533	1,5167	5,2207	1,4950	1,6524
216	59,74	98,78	66,51	69,35	65,92		1,4259	1,4731	3,8710	1,4580	1,5897
217	64,94	89,56	47,48	47,08	46,30		0,9035	0,7671	0,3111	0,9420	0,9349
218	57,68	108,00	72,39	73,77	73,37		1,9566	2,2260	10,5445	1,9460	2,1858
219	59,74	80,34	72,10	72,10	72,10		1,0015	1,0538	6,7643	1,0606	1,2367
220	61,70	96,13	56,89	58,37	57,09		1,1833	1,1171	1,0679	1,2142	1,2592
221	62,49	91,52	65,92	65,72	65,53		1,1699	1,1421	2,5518	1,2199	1,3210
222	57,97	61,90	43,55	41,88	41,88		0,3147	0,2019	0,0164	0,3323	0,3222
223	64,35	99,76	73,57	72,10	72,79		1,6380	1,7746	8,5477	1,6766	1,8829
224	53,07	36,29	27,46	25,31	26,48		0,1049	0,0527	0,0005	0,1082	0,1004
225	45,91	34,72	16,67	17,26	16,48		0,0603	0,0259	0,0001	0,0611	0,0554
226	62,49	96,13	73,37	71,51	79,55		1,5367	1,7062	12,6537	1,5870	1,8217
227	57,29	77,79	76,12	73,77	75,53		1,0136	1,1384	11,1568	1,0722	1,3017
228	61,70	81,52	63,17	62,68	60,13		0,8366	0,7530	1,2134	0,8863	0,9471
229	60,52	81,52	63,76	62,49	59,93		0,8269	0,7470	1,2419	0,8757	0,9378
230	58,56	84,95	61,50	61,50	62,49		0,8858	0,8096	1,2052	0,9330	0,9962
231	61,90	95,54	68,57	68,76	67,78		1,3499	1,3801	4,1270	1,3947	1,5316
232	60,72	87,60	69,94	69,16	75,73		1,1700	1,2305	7,1285	1,2291	1,4006
233	61,31	97,21	71,12	70,73	70,33		1,4579	1,5388	6,0335	1,5003	1,6716
234	45,12	32,66	17,46	17,46	16,67		0,0543	0,0229	0,0001	0,0548	0,0499
235	51,89	72,39	41,49	42,67	41,10		0,3986	0,2784	0,0308	0,4221	0,4089

236	64,15	99,57	75,14	75,14	74,94		1,6900	1,8743	11,8205	1,7311	1,9764
237	61,90	70,33	26,68	26,29	25,89		0,3996	0,2671	0,0178	0,4283	0,3954
238	53,95	54,34	19,52	19,42	19,42		0,1743	0,0940	0,0013	0,1839	0,1653
239	58,95	86,72	65,72	65,72	68,18		1,0182	0,9934	2,7900	1,0706	1,1779
240	61,70	99,76	70,33	71,31	70,73		1,5605	1,6643	6,3547	1,5947	1,7719
241	58,56	86,32	67,78	67,49	67,59		1,0268	1,0147	3,2716	1,0803	1,1996
242	46,89	33,25	17,65	17,85	18,24		0,0623	0,0273	0,0001	0,0633	0,0576
243	52,09	37,08	19,22	19,22	19,42		0,0949	0,0462	0,0004	0,0982	0,0889
244	60,92	81,32	30,50	31,09	29,92		0,5897	0,4483	0,0865	0,6252	0,5933
245	51,11	86,13	66,51	64,74	65,13		0,9294	0,9060	2,2846	0,9758	1,0767
246	48,26	35,70	15,69	15,69	15,50		0,0715	0,0323	0,0002	0,0731	0,0659
247	61,90	86,32	61,31	62,78	62,68		0,9563	0,8791	1,3322	1,0064	1,0714
248	58,95	92,21	73,18	74,16	74,16		1,3468	1,4622	9,2990	1,4016	1,6153
249	59,54	76,91	32,66	33,06	32,66		0,4951	0,3564	0,0453	0,5271	0,4974
250	51,89	33,84	19,52	19,71	20,89		0,0883	0,0431	0,0004	0,0914	0,0831
251	59,74	91,62	65,92	66,31	64,74		1,1466	1,1247	2,5419	1,1940	1,2965
252	60,33	81,71	49,14	49,14	50,12		0,6796	0,5420	0,1641	0,7176	0,7154
253	49,34	32,27	15,89	16,28	17,26		0,0714	0,0331	0,0002	0,0733	0,0662
254	58,17	48,36	23,83	24,23	24,03		0,1748	0,0957	0,0017	0,1840	0,1672
255	56,30	58,95	16,67	16,48	16,48		0,2225	0,1282	0,0028	0,2369	0,2131
256	54,54	79,75	22,46	22,07	20,69		0,4968	0,3725	0,0669	0,5275	0,4965
257	54,93	68,96	43,45	43,45	43,55		0,3777	0,2573	0,0278	0,4001	0,3895
258	56,50	92,60	48,26	48,56	48,75		0,9310	0,8272	0,4564	0,9591	0,9657
259	58,17	77,10	35,90	35,90	35,90		0,4960	0,3587	0,0472	0,5269	0,5008
260	51,50	55,13	21,48	22,85	21,48		0,1666	0,0888	0,0011	0,1752	0,1582
261	62,29	79,36	65,92	65,53	64,74		0,8569	0,8035	2,1477	0,9102	1,0002
262	62,09	84,56	45,32	46,69	44,73		0,7330	0,5898	0,1648	0,7711	0,7586
263	60,33	84,17	55,52	56,30	54,93		0,7960	0,6776	0,4256	0,8385	0,8611
264	48,95	52,48	21,87	33,94	46,30		0,1560	0,0968	0,0119	0,1611	0,1531
265	64,74	96,13	62,98	63,17	62,78		1,2959	1,2616	1,9481	1,3355	1,4166
266	55,91	41,88	21,09	21,48	21,09		0,1319	0,0689	0,0010	0,1379	0,1250
267	55,32	72,79	43,45	43,75	43,06		0,4346	0,3071	0,0382	0,4608	0,4481
268	51,69	46,89	25,11	25,50	26,48		0,1271	0,0633	0,0005	0,1316	0,1204
269	56,11	62,78	38,75	38,94	39,33		0,2937	0,1829	0,0089	0,3103	0,2958
270	60,52	81,32	31,68	31,29	30,90		0,5877	0,4467	0,0863	0,6228	0,5917
271	48,26	33,94	11,67	11,67	25,70		0,0687	0,0320	0,0002	0,0703	0,0635
272	55,91	77,10	24,91	25,11	23,83		0,4573	0,3301	0,0451	0,4872	0,4560
273	50,12	33,06	16,67	17,26	16,87		0,0764	0,0360	0,0003	0,0787	0,0711
274	63,76	76,71	62,29	62,78	62,49		0,7702	0,6862	1,2559	0,8199	0,8831
275	47,87	32,27	32,66	25,50	20,50		0,0714	0,0343	0,0003	0,0722	0,0682
276	60,52	81,91	58,17	58,37	57,97		0,7781	0,6697	0,6027	0,8229	0,8585
277	47,48	47,08	52,48	52,68	53,36		0,2319	0,1833	0,1614	0,2393	0,2736
278	48,56	36,49	16,87	16,08	17,85		0,0747	0,0339	0,0002	0,0765	0,0690
279	57,09	98,98	62,49	63,17	62,49		1,3280	1,3310	2,1431	1,3520	1,4419
280	62,09	89,95	64,55	64,55	64,74		1,0984	1,0528	2,0791	1,1487	1,2373
281	62,78	94,76	71,12	70,33	68,96		1,3713	1,4225	5,3820	1,4207	1,5785
282	46,10	42,87	25,11	25,89	25,31		0,0860	0,0388	0,0002	0,0872	0,0809
283	56,70	80,34	49,73	49,93	49,34		0,6230	0,4931	0,1499	0,6578	0,6585
284	59,15	89,36	60,52	60,92	58,76		0,9804	0,9009	1,0206	1,0238	1,0773
285	47,08	73,77	19,71	18,83	18,83		0,3475	0,2425	0,0261	0,3708	0,3443
286	42,67	35,12	25,11	19,71	20,89		0,0523	0,0214	0,0000	0,0520	0,0486
287	61,11	89,17	69,74	70,33	69,35		1,1737	1,1962	4,8045	1,2300	1,3771
288	55,13	53,56	27,86	29,52	29,72		0,1867	0,1019	0,0015	0,1959	0,1800
289	57,48	66,70	38,45	38,45	38,25		0,3438	0,2223	0,0125	0,3650	0,3462
290	53,36	38,65	19,71	20,11	20,11		0,1061	0,0529	0,0005	0,1102	0,0997
291	56,70	64,55	43,06	44,53	42,67		0,3371	0,2218	0,0219	0,3565	0,3473

292	53,07	50,32	28,84	29,52	28,84
293	54,93	83,58	61,11	61,70	61,50
294	46,69	38,45	19,42	20,69	20,50
295	50,91	30,70	15,50	15,69	15,30
296	51,69	30,50	17,06	16,87	16,87
297	50,52	36,10	17,26	17,26	17,46
298	51,50	34,92	15,89	15,50	16,08
299	48,26	50,32	31,09	31,49	33,45
300	50,32	30,70	15,69	15,69	15,10
301	60,92	89,17	53,75	54,15	54,34
302	53,95	35,31	19,22	19,22	18,83
303	57,87	75,92	33,45	33,06	32,66
304	56,30	64,15	44,34	44,34	45,32
305	55,13	55,52	29,33	29,33	29,92
306	50,52	28,84	16,67	17,46	16,67
307	55,72	79,16	19,52	19,71	19,03
308	59,15	87,80	52,68	53,56	54,15
309	50,12	48,36	33,06	32,66	33,94
310	50,32	32,47	15,30	16,28	15,69
311	50,91	40,31	17,06	17,85	17,06

współczynniki sylwetki 113

0,1555	0,0812	0,0009	0,1618	0,1493
0,8202	0,7468	1,0982	0,8645	0,9265
0,0722	0,0317	0,0001	0,0733	0,0668
0,0770	0,0372	0,0003	0,0798	0,0718
0,0814	0,0400	0,0004	0,0845	0,0763
0,0837	0,0396	0,0003	0,0862	0,0778
0,0863	0,0417	0,0004	0,0893	0,0803
0,1361	0,0696	0,0008	0,1400	0,1321
0,0740	0,0353	0,0003	0,0764	0,0689
0,9148	0,8003	0,4678	0,9542	0,9733
0,1025	0,0520	0,0006	0,1068	0,0967
0,4646	0,3302	0,0387	0,4945	0,4663
0,3372	0,2239	0,0274	0,3562	0,3500
0,2003	0,1111	0,0018	0,2106	0,1937
0,0735	0,0354	0,0003	0,0760	0,0687
0,4915	0,3655	0,0614	0,5228	0,4904
0,8550	0,7385	0,3981	0,8936	0,9100
0,1384	0,0715	0,0010	0,1421	0,1352
0,0763	0,0362	0,0003	0,0787	0,0709
0,0951	0,0454	0,0003	0,0982	0,0884
0,9680	1,0201	8,6267	0,9851	1,0826

SYLWETKA 122

dane

1	68,18	79,95	49,93	49,54	51,50
2	64,74	80,73	49,93	55,32	57,29
3	56,70	77,99	49,93	50,71	50,32
4	52,68	66,31	41,10	53,75	0,00
5	68,57	69,85	43,45	20,89	20,50
6	70,14	70,73	50,71	52,68	54,15
7	45,71	24,03	13,04	12,45	12,26
8	45,71	23,83	12,85	12,45	12,85

współczynniki sylwetki 122

wyniki

0,5553	0,4651	0,8382	0,5894	0,5703
0,5702	0,4793	0,9528	0,6054	0,5866
0,4279	0,3476	0,6183	0,4509	0,4390
0,2004	0,1792	0,0944	0,2086	0,2022
0,3674	0,2885	0,1732	0,3910	0,3715
0,5454	0,3930	0,2189	0,5788	0,5562
0,0456	0,0206	0,0001	0,0467	0,0429
0,0456	0,0206	0,0001	0,0467	0,0429
0,3447	0,2742	0,3620	0,3647	0,3515

SYLWETKA 123

dane

1	44,14	72,59	71,71	77,40	77,10	75,53
2	49,73	34,04	24,91	44,93	66,90	99,96
3	54,54	80,14	68,57	68,37	65,72	65,53
4	63,17	84,56	54,15	69,55	73,18	53,07
5	51,11	41,49	22,07	33,84	33,84	33,94

współczynniki sylwetki 123

wyniki

1,0014	1,1858	14,5832	1,0524	1,3526
0,4922	1,2999	113,3749	0,5167	0,7036
0,8470	0,8420	3,5935	0,8945	1,0406
0,7894	0,9159	5,7850	0,8372	0,9525
0,1048	0,0592	0,0014	0,1062	0,1099
0,6470	0,8606	27,4676	0,6814	0,8319

SYLWETKA 1111

dane

1	63,76	108	61,11	55,52		
2	65,72	109,18	95,54	86,81		
3	48,26	112,42	83,18	82,99		
4	29,33	40,71	9,81	8,24		
5	40,12	46,49	15,50	16,48		
6	36,10	73,96	49,54	62,29		
7	31,49	69,16	40,90	38,25		
8	48,56	38,45	32,86	30,11		
9	24,03	20,89	8,63	9,02		
10	57,29	97,61	63,17	33,06		
11	62,78	72,79	38,75	29,72		
12	30,31	40,12	10,88	9,61		
13	40,31	74,75	28,84	28,25		
14	10,49	11,08	11,28	10,88		

wyniki

1,7602	1,7127	2,5263	1,7453	1,7251
3,0086	2,9630	3,6370	3,0115	2,9916
2,6046	2,6137	4,2916	2,5819	2,5710
0,0350	0,0134	0,0000	0,0348	0,0311
0,0739	0,0323	0,0001	0,0753	0,0668
0,5270	0,3510	0,0304	0,5622	0,5153
0,2880	0,1810	0,0120	0,3051	0,2786
0,0973	0,0417	0,0002	0,0986	0,0876
0,0054	0,0012	0,0000	0,0051	0,0048
1,1867	1,0523	0,7533	1,2134	1,1786
0,4664	0,3129	0,0259	0,4983	0,4573
0,0346	0,0130	0,0000	0,0343	0,0306
0,3519	0,2478	0,0305	0,3739	0,3475
0,0006	0,0001	0,0000	0,0007	0,0007

15	44,34	92,60	50,12	47,48		
16	39,92	89,76	20,69	23,44		
17	43,45	78,97	25,50	23,25		

współczynniki sylwetki 1111

0,8878	0,7538	0,3979	0,9133	0,8818
0,6794	0,5939	0,2735	0,7032	0,6831
0,4317	0,3244	0,0589	0,4574	0,4300
0,7317	0,6593	0,7081	0,7420	0,7224

SYLWETKA 1211

dane

1	45,71	75,92	60,92	74,94	86,13	
2	66,31	93,19	54,74	85,34	77,79	
3	68,57	92,01	51,69	71,51	51,69	
4	64,15	75,53	45,51	52,09	16,48	
5	50,32	72,30	40,31	48,75	39,92	
6	53,95	74,75	43,94	56,30	56,89	
7	66,11	72,79	42,08	67,49	60,13	

współczynniki sylwetki 1211

wyniki

1,2153	0,9824	0,6695	1,2844	1,2398
1,5077	1,4297	5,3619	1,5983	1,5513
0,9260	0,8977	4,4512	0,9884	0,9482
0,4310	0,3461	0,4198	0,4577	0,4302
0,2863	0,2261	0,2455	0,2979	0,2794
0,4631	0,3492	0,3686	0,4900	0,4549
0,6811	0,5081	0,2840	0,7282	0,6751
0,7872	0,6770	1,6858	0,8350	0,7970

współczynniki sylwetek pojazdów z przyczepami

0,8311	0,8498	6,5841	0,8466	0,9134
--------	--------	--------	--------	--------