



POLITECHNIKA
GDAŃSKA

XXXI Seminarium Techniczne | 2014



Projekt konstrukcji nawierzchni autostrady A1, Gdańsk-Toruń

prof. Józef JUDYCKI, dr Piotr JASKUŁA,
dr Bohdan DOŁŻYCKI, dr Marek PSZCZOŁA

Plan prezentacji

- Wprowadzenie i założenia
- Projektowanie optymalizacyjne
- Scenariusze utrzymaniowe
- Zmiany scenariuszy ruchowych
- Przyjęta i zrealizowana konstrukcja

- IV kw. 2004 r. – optymalizacja konstrukcji
- I kw. 2005 r. – wybór rodzaju konstrukcji
- II kw. 2005 r. – zmiany scenariuszy ruchowych
- I kw. 2006 r. – optymalizacja w. mrozochronnej
- I kw. 2006 r. – ostateczna konstrukcja f.1, etapowa budowa
- I-II kw. 2009 r. – ostateczna konstrukcja, f.2

Założenia początkowe

- Ruch projektowy (wyjściowy)
 - 20 lat – 7,7 mln osi 115 kN
 - 30 lat – 13,5 mln osi 115 kN
- Projekt bazowy (koncesja)
 - konstrukcja półsztywna
- **OPTYMALIZACJA kosztów**
- Projektowanie zgodne z Rozporządzeniem

- 2 rodzaje podbudowy:
 - KŁSM
 - CTB (kruszywo ulepszone cementem)
- 2 rodzaje warstwy ścieralnej:
 - AC
 - SMA
- 2 rodzaje podbudowy asfaltowej
 - AC wg PN-S-96025:2000
 - AC o ulepszonej trwałości zmęczeniowej

Konstrukcje

Podbudowa	KUC R = 3–5 MPa Nacinane szczeliny w podbudowie co 3 m, zalewane emulsją					KŁSM					
Okres obliczeniowy	20 lat					30 lat	20 lat				
Podbudowa asfaltowa BA	Normowa	Podwyższona trwałość				Podwyższona trwałość	Normowa		Podwyższona trwałość		
Warstwa ścieralna	BA 50 mm	BA 50 mm	SMA 35 mm	BA 50 mm	SMA 35 mm	SMA 35 mm	BA 50 mm	SMA 35 mm	BA 50 mm	SMA 35 mm	
WARIANT	I Wariant podstaw.	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Grubości warstw, mm											
Warstwa ścieralna SMA/BA	BA 50	BA 50	SMA 35	BA 50	SMA 35	SMA 35	BA 50	SMA 35	BA 50	SMA 35	
Wiążąca BA	80	80	80	80	80	90	80	90	80	80	
Podbudowa asfaltowa, BA	140	120	135	115	130	145	145	150	115	130	
Podbudowa – Kruszywo związane cementem	220	220	220	240	240	X	X	X	X	X	
Podbudowa – Kruszywo łamane niezwiązane	X	X	X	X	X	220	220	220	220	220	
Σ grubość warstw asfaltowych	270	250	250	245	245	270	275	275	245	245	
Σ grubość warstw asfaltowych i podbudowy	490	480	480	495	495	490	495	495	465	465	
Trwałość mln osi 115 kN	8,76	8,50		7,97		13,8	8,43		8,95		

■ Wolne przestrzenie,

- w recepcie
- w gotowej nawierzchni
- przyjęta do obliczeń

% obj.

3-5

3-7

6,5

■ Zawartość asfaltu,

- w recepcie
- tolerancje do recepty
- zawartość w nawierzchni
- przyjęta do obliczeń

% wag.

min. 4,5

4,2-4,8

min. 4,2

4,3

Asfalt

35/50

Scenariusze utrzymaniowe

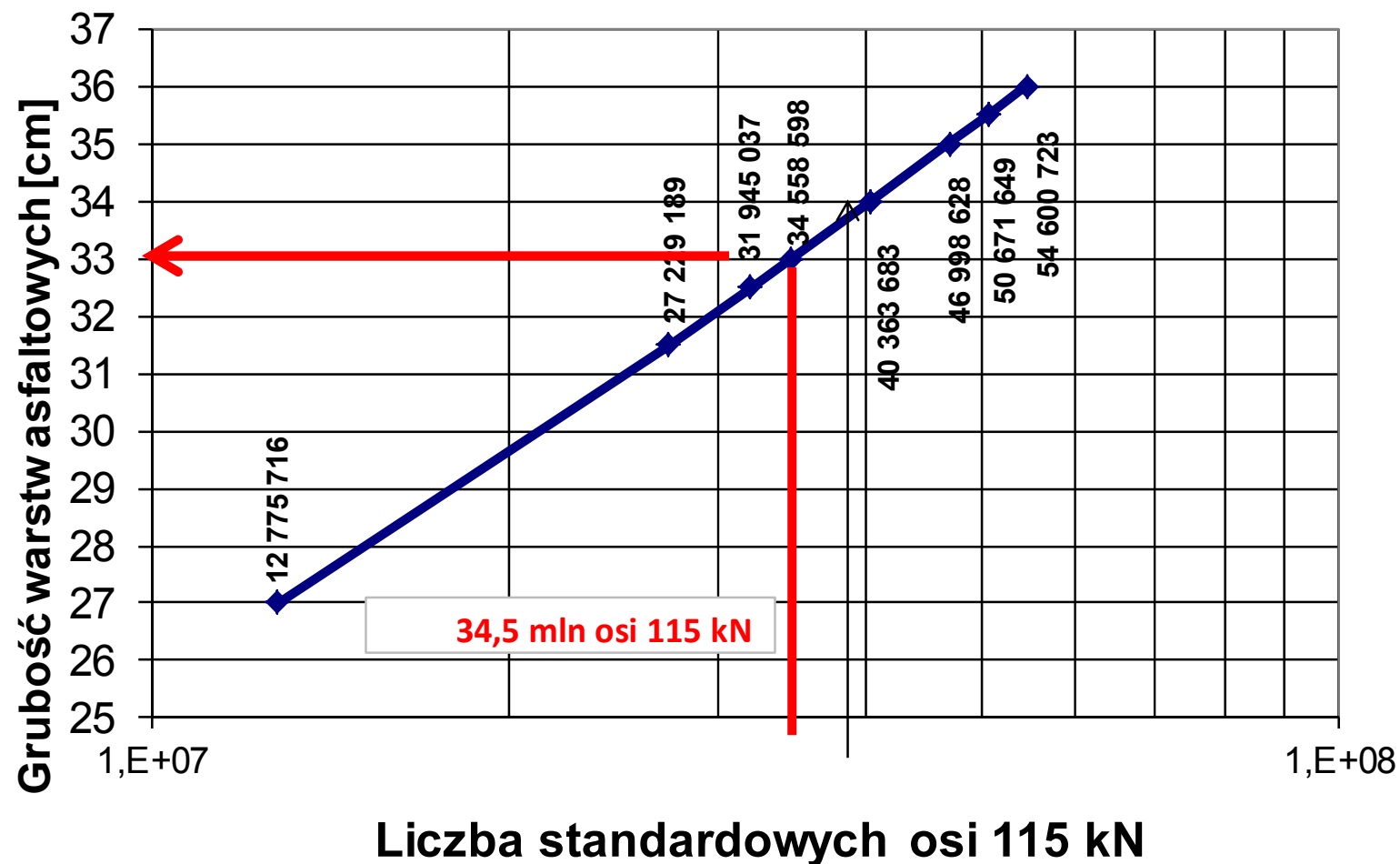
Roboty	Konstrukcja półsztywna Okres obliczeniowy 20 lat	Konstrukcja podatna	
		Okres obliczeniowy 30 lat	Okres obliczeniowy 20 lat
Naprawy spękań odbitych			
Rozstaw spękań odbitych:	Pesymistycznie co 15 m Optymistycznie co 50 m	Nie dotyczy	Nie dotyczy
Zalewanie spękań	3 rok 33% spękań 4 rok 33% spękań 5 rok 33% spękań Każdy następny uzupełnianie na 25% spękań	Nie dotyczy	Nie dotyczy
Prace remontowe:			
Nakładki i remonty	10 rok nakładka na całości 20 rok remont kapitalny 30 rok nakładka na całości	10 rok nakładka na całości 20 rok 60% remont warstwy ściernalnej + 40% nakładka 30 rok – remont kapitalny	10 rok nakładka na całości 20 rok remont kapitalny 30 rok nakładka na całości

Nowe scenariusze i prognoza ruchu

Okres obliczeniowy eksploatacji nawierzchni autostrady A1 po:	Ruch sumaryczny [mln osi 115 kN] – wariant 1 - przejazd autostradą A1 płatny dla wszystkich użytkowników	Ruch sumaryczny [mln osi 115 kN] – wariant 2 - przejazd autostradą A1 bez opłat dla pojazdów ciężarowych od początku eksploatacji	Ruch sumaryczny [mln osi 115 kN] – wariant pośredni – bez opłat dla pojazdów ciężarowych po 3 latach eksploatacji
3 latach	0,8	2,0	0,8
8 latach	2,6	5,89	4,8
15 latach	5,8	12,6	11,5
30 latach	16,4	34,0	32,8

Wymagana grubość warstw asfaltowych

Wariant 2



Nowy projekt konstrukcji

- Etapowe projektowanie
- Podbudowa AC o podwyższonej trwałości
- Asfalty modyfikowane do warstwy ścieralnej i wiążącej
- Wysoki reżim technologiczny
 - Wąskie dopuszczalne tolerancje w SST
 - Frezowania zamiast potrażeń
 - Wysokie wymagania dla nawierzchni

Zapisy kontraktowe:

20 lat – 12,1 mln osi 115 kN

30 lat – 21,4 mln osi 115 kN

N etap I = 16,9 mln osi 115 kN

ETAP I – nawierzchnia jezdni głównej

0,0 m		
	0,035	SMA 0/11 – mastyks grysowy, grubość 35 mm
	0,115	BA 0/20 – beton asfaltowy, grubość 80 mm
	0,27	BA 0/25 – beton asfaltowy, grubość 155 mm ▽ $E_2 > 180$ MPa
	0,47	KŁSM 0/31,5 – kruszywo łamane stabilizowane mechanicznie, grubość 200 mm ▽ $E_2 > 120$ MPa
	0,62 lub 0,72	Grunt stabilizowany cementem $R_m = 2,5$ MPa, grubość 150 mm dla G1 i G2 lub grubość 250 mm dla G3 i G4
	0,72 lub 0,97 lub 0,97	warstwa mrozochronna/odsączająca grubość 0 mm dla G1 lub grubość 350 mm dla G1 wężliwie i G2 lub grubość 250 mm dla G3 i G4
		Ulepszone podłoże, gdy $E_2 < 30$ MPa

Etap II

- Po 8 latach eksploatacji nawierzchni rozpocznie się przebudowa; odpowiada to ruchowi 3,85 mln osi 115 kN
- Szkoda zmęczeniowa po 8 latach eksploatacji wyniesie
 $D_8 = 3,85/16,9 \approx 23\%$.
- Frezowanie 4 cm istniejących MMA
- Wzmocnienie

Etap II

Frezowanie 4 cm {

20 lat – 12,1 mln osi 115 kN

30 lat – 21,4 mln osi 115 kN

N etap II = 27,9 mln osi 115 kN

ETAP II – po 8 latach wzmocnienie (po 3,84 mln osi 115 kN),
nawierzchni jezdni głównej

0,0 m	
0,035	SMA 0/11 – mastyks grysowy, grubość 35 mm
0,075	BA 0/16 – beton asfaltowy, grubość 40 mm
0,15	BA 0/20 – beton asfaltowy, grubość 75 mm
0,305	BA 0/25 – beton asfaltowy, grubość 155 mm ∇ E ₂ >180 MPa
0,505	KŁSM 0/3 1,5 – kruszywo łamane stabilizowane mechanicznie, grubość 200 mm ∇ E ₂ >120 MPa
0,855 lub 0,755	Grunt stabilizowany cementem R _m =2,5 MPa, grubość 150 mm dla G1 i G2 lub grubość 250 mm dla G3 i G4
0,755 lub 1,05 lub 1,05	warstwa mrozochronna/odsączająca grubość 0 mm dla G1 lub grubość 350 mm dla G1 wątpliwe i G2 lub grubość 250 mm dla G3 i G4
	Ulepszone podłoże, gdy E ₂ <30 MPa

- W **złych warunkach wodnych**... trzy funkcje:
 - odprowadzania wody spod nawierzchni na zewnątrz (**w. odsączająca**),
 - ochrony nawierzchni przed szkodliwym działaniem mrozu oraz
 - wzmocnienia podłoża naturalnego pod względem nośności.

Optymalizacja w. mrozoochronnej (2)

- **Spadek zagęszczenia** – spadek modułu sprężystości warstwy
- **Spadek wodoprzepuszcz.** – wydłuża się czas odprowadzenia wody

Ulepszone podłoże			Warunki wodne		Wymagane pogrubienie warstwy stabilizacji cementem [cm]		
Grubości [cm]					Wpływ współczynnika/wskaźnika		
Grunt	Stabilizacja cementem Rm=2,5	Warstwa mrozoochronna/odsączająca			Spadek tylko „k” z 8 do 5 m/dobę	Spadek „I _s ” ze 100% do 98%	Spadek „k” i „I _s ”
G1 i G2	15	35	Nasyp	„Lepsze”	1,8	5,4	6,8
	15	35		„Gorsze”	1,8	4,3	5,8
	15	35	Wykop	„Gorsze”	1,8	4,3	5,8
G3 i G4	25	25	Nasyp	„Gorsze”	1,3	3,1	4,1
	25	25	Wykop	„Gorsze”	1,3	3,1	4,1

- W zakresie dostępnej technologii i materiałów możliwe było zaprojektowanie optymalnej konstrukcji
- Zoptymalizowano właściwości i trwałość zmęczeniową standardowej podbudowy asfaltowej w ramach konwencjonalnych materiałów i norm

Podsumowanie (2)

- Wysokie wymagania technologiczne i materiałowe
- Wyniki badań nawierzchni wskazują, że jest to konstrukcja długowieczna (Katalog 2014) (*ang. long lasting, perpetual pavement*)



POLITECHNIKA
GDAŃSKA

XXXI Seminarium Techniczne | 2014



Projekt konstrukcji nawierzchni autostrady A1, Gdańsk-Toruń

prof. J. JUDYCKI
dr P. JASKUŁA, dr B. DOŁŻYCKI, dr M. PSZCZOŁA