



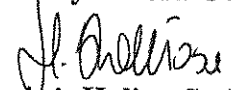
**PROJEKT TECHNOLOGICZNY**  
**„ Remont nawierzchni drogi krajowej nr 9 Radom – Barwinek –**  
**- granica Państwa odc. Majdan Królewski - Komorów**  
**od km 150+527 do km 154+100 ”**

opracowany na zlecenie znak O.RZ.Z-1.4202.242.1.2015.jrz. z dnia 20.11.2015

**Opracował:**

  
**mgr Maria Kruk**

**Z-ca Dyrektora Oddziału**

  
**mgr inż. Halina Stokłosa**

**Rzeszów, luty 2016**

Niniejsze opracowanie **PROJEKT TECHNOLOGICZNY**  
**„ Remont nawierzchni drogi krajowej nr 9 Radom – Barwinek –**  
**- granica Państwa odc. Majdan Królewski - Komorów**  
**od km 150+527 do km 154+100 ”**

jest aktualizacją projektu technologicznego z lipca 2008 .

**Aktualizacja dotyczy :**

1. Podstawa opracowania.
2. Kategoria ruchu .
3. Grupa nośności podłoża.
4. Ocena nośności nawierzchni na podstawie pomiarów ugięciomierzem dynamicznym FWD.
5. Projektowana technologia robót – konstrukcja nawierzchni .

**1. Podstawa opracowania.**

Podstawą opracowania są następujące dokumenty i przepisy prawne:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17.02.2015 zm. rozporządzenie ws warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie Dz.U. 2015 nr 0 poz. 329
- Katalog Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych, Warszawa –2001
- Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych - 2014
- WT-2 cz.I 2014 i WT-2 cz.II 2016 Nawierzchnie asfaltowe ( projekt styczeń 2016 )
- „Zalecenia stosowania geowłóknin w warstwach asfaltowych nawierzchni drogowych” Zeszyt 66 IBDiM
- WT-4 Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych.
- WT-5 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych
- „Pomiary ugięć oraz obliczenie modułów warstw nawierzchni dla odcinka drogi krajowej nr 9 odc. Majdan Królewski - Komorów” pomiary wykonane przez GDDKiA Oddział w Łodzi , opracowanie wyników badań ugięć metodą FWD przez GDDKiA Oddział w Białymstoku

**2. Kategoria obciążenia ruchem.**

Do celów projektowych przyjęto KR 6  $N_{całk} = 22\ 000\ 000$  osi obl 100 kN/pas ruchu/20 lat

**3. Grupa nośności podłoża.**

Podłoże gruntowe występujące w strefie bezpośredniego oddziaływania pod konstrukcją nawierzchni jezdni na badanym odcinku drogi według „Opinii geotechnicznej wraz z oceną konstrukcji nawierzchni .....” zakwalifikowano do grupy nośności :

- G<sub>3</sub> otwór nr 7 A km 153+500 str P
- G<sub>1</sub> pozostałe otwory

Według w/w „ Opinii geotechnicznej wraz z oceną konstrukcji nawierzchni ... grunty wątpliwe zostały sklasyfikowane do grupy nośności G<sub>1</sub> .

Zgodnie z KTKNPIP 2014 grunty wątpliwe należy klasyfikować do G<sub>2</sub> .

- 4. Ocena nośności na podstawie pomiarów ugięciomierzem dynamicznym FWD .**  
Moduły sprężystości warstw konstrukcyjnych nawierzchni i trwałość zmęczeniowa istniejącej nawierzchni.

Na zlecenie GDDKiA Oddział w Rzeszowie zostały wykonane pomiary ugięć nawierzchni ugięciomierzem dynamicznym FWD, z częstotliwością co 50 m na prawym pasie ruchu przez GDDKiA O/Łódź.

GDDKiA Oddział w Białymstoku dokonał stosownych obliczeń ugięć sprężystych nawierzchni i modułów sprężystości warstw konstrukcyjnych nawierzchni.

Moduły sprężystości warstw asfaltowych, których wartości wynoszą od 1000 MPa do około 8000 MPa są niższe niż dla nowoprojektowanych mieszanek mineralno-asfaltowych.

Moduły sprężystości ( sztywności ) warstw podbudowy zmienne i wynoszą od 11MPa ( odcinek w km 153.050 – 153.300 ) do 550 MPa.

Moduły sprężystości podłoża gruntowego wynoszą od 66 MPa ( odcinek w km 153.050 – 153.300 ) do 150 MPa, przy wymaganym dla kategorii ruchu KR 6 - 120 MPa .

W porównaniu do pomiarów z roku 2008 nastąpiła dalsza utrata nośności / spadek modułów sprężystości warstw konstrukcyjnych nawierzchni i podłoża gruntowego.

Do dalszych obliczeń zachowano typowe odcinki jednorodne z elementami rozbiórek – korekta łuków pionowych i/lub znaczna degradacja nawierzchni wg PW Branża drogowa .

Odcinki jednorodne ze względu na nośność nawierzchni to następujące odcinki :

1. od km 150.300 do km 151.000 ( wymagane wzmocnienie nawierzchni)
2. od km 151.000 do km 151.485 ( rozbiórka / korekta łuku pionowego )
3. od km 151.485 do km 153.000 ( wymagane wzmocnienie nawierzchni )
4. od km 153.000 do km 153.500 ( rozbiórka/  
od km 153.000 do km 153.315 znaczna degradacja nawierzchni  
od km 153.315 do km 153.500 korekta łuku pionowego
5. od km 153.500 do km 154.100 ( wymagane wzmocnienie nawierzchni )

## **5. Projektowana technologia robót – konstrukcja nawierzchni.**

### **5.1 Przyjęte założenia.**

Przy opracowaniu projektu wzmocnienia nawierzchni drogi krajowej nr 9 odc. Majdan Królewski – Komorów od km 150+527 do km 154+100 wzięto pod uwagę następujące dane :

- ruch całkowity w okresie obliczeniowym 20 lat  $N_{całk} = 22\ 000\ 000$  osi 100 kN/pas ruchu
- konstrukcję istniejącej nawierzchni
- nośność nawierzchni na podstawie ugięć sprężystych FWD
- grupy nośności podłoża  $G_i$

Na podstawie analizy powyższych danych, zgodnie z KWiRNpIP – 2001 zaprojektowano sposób przebudowy jezdni „w górę”, z rozbiórką poboczy bitumicznych do podłoża gruntowego i ułożenie nowych warstw konstrukcyjnych z dostosowaniem technologii ( rodzaju i grubości warstw ) do „wzmacnianej „ jezdni.

### **5.2 Przyjęta technologia wzmocnienia nawierzchni DK 9 Radom – Barwinek – granica Państwa odc. Majdan Królewski – Komorów od km 150+527 do km 154 +100**

W celu uzyskania trwałości zmęczeniowej 22 000 000 osi 100 kN/pas ruchu w okresie obliczeniowym 20 lat zaprojektowano następujące rozwiązania technologiczne :

- A) Wzmocnienie istniejącej konstrukcji nawierzchni jezdni dk 9 odc. Majdan Królewski - Komorów poprzez wbudowanie warstw asfaltowych :

- a) od km 150+527 do km 151+000 :
- 4,0 cm warstwa ściernalna z SMA
  - 15,0 cm warstwa wiążąca z AC WMS
- b) od km 151+485 do km 153+000 :
- 4,0 cm warstwa ściernalna z SMA
  - 14,0 cm warstwa wiążąca z AC WMS
- c) od km 153+500 do km 154+100 :
- 4,0 cm warstwa ściernalna z SMA
  - 15,0 cm warstwa wiążąca z AC WMS

B) Rozbiórka istniejącej konstrukcji nawierzchni jezdni od km 151.000 do km 151.485 i od km 153+000 do km 153.500 oraz poboczy bitumicznych na całej długości projektowanego odcinka .

Konstrukcja nawierzchni w miejsce rozbiórek nawierzchni jezdni i poboczy bitumicznych .

1. wbudowanie 20 cm warstwy mrozoochronnej z mieszanki niezwiązanej lub gruntu niewysadzinowego - nie dotyczy odcinka jezdni od km 151.000 do km 151.485
2. wbudowanie 15 cm warstwy z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym wg WT-5.
3. odbudowanie typowej konstrukcji nawierzchni dla KR 6 z dostosowaniem do rodzaju i grubości warstw konstrukcyjnych jezdni tj:
  - tj: - 20 cm warstwy podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej z kruszywem C<sub>90/3</sub>
  - 10 cm warstwy podbudowy z AC
  - 14 cm warstwy wiążącej z AC WMS
  - 4 cm warstwy ściernalnej z SMA

C) Naprawa spękań pojedynczych nawierzchni jezdni za pomocą siatki :  
szczegóły w Karcie Techniki 18 KWiRNPiP

#### Sposób połączenia istniejącej nawierzchni z nowobudowanym poboczem bitumicznym

Sposób połączenia nowobudowanej konstrukcji nawierzchni z istniejącą nawierzchnią zgodnie z KWiRNPiP , Karta Techniki 22 tj :

- wbudowanie pod warstwą wiążącą siatki o parametrach :  
wytrzymałość na rozciąganie > 100 kN, wydłużenie przy zerwaniu 3%,
- połączenie warstw konstrukcyjnych nawierzchni - schodkowe

Parametry wbudowywanych mieszanek mineralnoasfaltowych typu SMA , AC WMS i AC oraz zagęszczonej warstwy winny odpowiadać wymaganiom WT- 2 Nawierzchnie Asfaltowe .

mgr inż. Andrzej Kozłowski  
mgr inż. Andrzej Kozłowski

lipiec

GENERALNA DYREKCJA DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD



ODDZIAŁ W RZESZOWIE

LABORATORIUM DROGOWE W RZESZOWIE GOSPODARSTWO POMOCNICZE

ul. Rejtana 8a  
35-310 RZESZÓW

## PROJEKT TECHNOLOGICZNY

„Przebudowa nawierzchni drogi krajowej nr 9 Radom – Barwinek –  
- granica Państwa odc. Majdan Królewski - Komorów  
od km 150+300 do km 154+100 ”

opracowany na zlecenie znak GDDKiA O/Rz.-P-2.2b/O/29/2007 z dnia 20 listopada 2007.  
GDDKiA O/Rz -P-2.3c/4113/137/3/2008 z dnia 28.04.2008

Opracował:

  
mgr Maria Kruk

Kierownik Laboratorium

  
mgr inż. Halina Stokłosa

Rzeszów, lipiec 2008

## 1. Podstawa opracowania.

Podstawą opracowania są następujące dokumenty i przepisy prawne:

- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie Dz.U.Nr 43 poz. 430 wraz z komentarzem GDDP Warszawa 2000
- Katalog Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych, Warszawa –2001
- Norma PN-S-96025:200 Drogi samochodowe i lotniskowe. Nawierzchnie asfaltowe. Wymagania .
- Zasady wykonywania nawierzchni asfaltowej o zwiększonej odporności na koleinowanie i zmęczenie ( ZW-WMS 2007 )
- „Zalecenia stosowania geowłóknin w warstwach asfaltowych nawierzchni drogowych” Z. 66 IBDiM
- „Warunki Techniczne Wykonywania Warstw Podbudowy z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej ( MCE ) wydanie II uzupełnione Zeszyt 61 IBDiM
- „Opinia geotechniczna wraz z oceną konstrukcji nawierzchni dla opracowania technologii wzmocnienia nawierzchni drogi krajowej nr 9 Radom – Barwinek – granica Państwa od km 150+300 do km 154+100 ”  
( uzupełniona o badania nasypu odc od km 151+ 100 do km 151+500 )
- „Pomiary ugięć oraz obliczenie modułów warstw nawierzchni dla odcinka drogi krajowej nr 9 odc. Majdan Królewski - Komorów” opracowanie IBDiM

## 2. Kategoria obciążenia ruchem.

Kategorię obciążenia ruchem wyznaczono metodą podaną w KWiRNPiP-2001 Załącznik A „ Wyznaczenie ruchu całkowitego”, sposób 2 przyjmując następujące dane:

- droga jednojezdniowa dwupasowa
- zakładana trwałość konstrukcji nawierzchni po remoncie – 20 lat
- termin remontu - 2009 r
- struktura ilościowa i rodzajowa pojazdów ciężarowych w środku okresu obliczeniowego tj w 2019r. ( dane pochodzą z prognozy ruchu opracowanej na podstawie pomiaru ruchu 2005 , przez GDDKiA O/Rz Wydział Planowania –  
pismo GDDKiA O/Rz-P1-j/532/84a/2007 z dnia 28.11.2007 r

Lp.	Kategoria pojazdów	Ilość pojazdów	Współczynnik przeliczeniowy $r_i$	Współczynnik pasa ruchu
1.	Samochody ciężarowe bez przyczep	588	0,109	0,5
2.	Samochody ciężarowe z przyczepami	2001	1,950	
3.	Autobusy	290	0,594	
<b>Liczba osi obliczeniowych 100 kN/pas /dobę wynosi <math>L = 2069</math> co daje kategorię obciążenia ruchem KR 6 w 2019 roku</b>				
<b><math>N_{\text{całk}} = 15\ 103\ 700</math> osi obliczeniowych 100 kN /pas ruchu</b>				

## 3. Grupa nośności podłoża.

Podłoże gruntowe występujące w strefie bezpośredniego oddziaływania pod konstrukcją nawierzchni jezdni na badanym odcinku drogi według „Opinii geotechnicznej wraz z oceną konstrukcji nawierzchni .....” zakwalifikowano do grupy nośności :

- $G_3$  otwór nr 7 A km 153+500 str P
- $G_1$  pozostałe otwory

#### 4. Ocena wizualna nawierzchni.

##### 4.1 Ocena wg SOSN.

Na podstawie „Zbiorczego Zestawienia Wyników Oceny Stanu Nawierzchni SOSN-2006” opracowanego przez GDDKiA Oddział w Rzeszowie wg Systemu Oceny Stanu Nawierzchni SOSN Wytyczne Stosowania, stan techniczny nawierzchni oceniany poprzez następujące parametry techniczno-eksploatacyjne: nośność N, równość podłużna R, koleiny K, stan powierzchni P i właściwości przeciwpoślizgowe S przedstawia poniższa tabela:

Od km	Do km	Długość odcinka	N	R	K	P	S
150.300	150.527	0.227	B	B	A	A	B
150.527	152.000	1.473	D	B	C	B	B
152.000	153.000	1.000	D	B	B	B	B
153.000	154.100	1.100	D	B	C	B	B

Gdzie klasa A - stan dobry

klasa B – stan zadowalający

klasa C – stan niezadowalający

klasa D – stan zły

##### 4.2 . Indeks spękań nawierzchni.

Na przedmiotowym odcinku dk 9 zinventaryzowano spękania poprzeczne nawierzchni drogowej.

Ocenę intensywności spękań nawierzchni dokonano poprzez indeks spękań IS wg KWiRNPiP Procedura 5 „Indeks spękań poprzecznych odbitych w nawierzchni „

Indeks spękań IS wyrażony jest niemianowaną liczbą obliczaną wg wzoru:

$$IS = \frac{1}{2} L_n + L_p$$

w którym:

IS - indeks spękań

$L_n$  – liczba spękań niepełnych ( na niepełną szerokość jezdni ) na 100 m długości jezdni

$L_p$  – liczba spękań pełnych ( na pełną szerokość jezdni ) na 100 m długości jezdni

Lp.	km		hm									
			0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-0
1.	150	$L_n$	-	-	-	0	0	0	7	2	8	10
		$L_p$	-	-	-	0	0	2	0	2	0	3
		IS	-	-	-	0	0	2,0	3,5	3,0	4	8,0
2.	151	$L_n$	3	1	3	2	1	1	0	4	3	7
		$L_p$	1	0	3	5	4	0	0	0	1	0
		IS	2,5	0,5	4,5	6,0	4,5	0,5	0	2,0	2,5	3,5
3.	152	$L_n$	9	0	0	0	1	2	0	1	1	1
		$L_p$	0	0	0	1	1	3	6	0	0	0
		IS	4,5	0	0	1,0	1,5	4,0	6	0,5	0,5	0,5
4.	153	$L_n$	1	2	0	5	2	2	0	2	0	0
		$L_p$	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0
		IS	0,5	2,0	0	5,5	1,0	1,0	0	1,0	0	0
5.	154	$L_n$	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$L_p$	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		IS	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Wg KWiRNPIp pkt „Ocena spękań nawierzchni „, nawierzchnia jest kwalifikowana jako :

- niespękana  $IS \leq 1$
- średnio spękana  $1 < IS \leq 3$
- bardzo spękana  $IS > 3$

Inwentaryzacji uszkodzeń dokonano na nawierzchni po wykonanym remoncie bieżącym typu : łaty lub powierzchniowe uszczelnienie istniejących spękań.

## 5. Istniejąca konstrukcja nawierzchni.

Istniejącą konstrukcję nawierzchni rozpoznano wykopami badawczymi do głębokości konstrukcji nawierzchni. Podłoże gruntowe do głębokości 2 m poniżej spodu konstrukcji rozpoznano poprzez wykonanie otworów badawczych sondą penetracyjną o średnicy 89 mm i pobranie próbek gruntów do dalszych badań laboratoryjnych, zgodnie z KWiRNPIp-2001.

W ramach prac terenowych wykonano 23 otwory badawcze.

Z wyników badań wynika, że :

- konstrukcja nawierzchni jezdni ZRÓŻNICOWANA rodzajowo i grubościowo. Początek odcinka ( otwór w km 150+600 sp ) nawierzchnia z podbudową sztywną , na pozostałej długości odcinka nawierzchnia z podbudową podatną.
- Łączna grubość warstw konstrukcyjnych nawierzchni jezdni od 48 cm do 95 cm , średnio 69 cm, grubość nawierzchni „poboczy” od 32 cm do 60 cm , średnio 52,0 cm
- Grubość warstw bitumicznych jezdni od 11 cm do 27 cm , średnio 20,25 cm . Grubość warstw bitumicznych pobocza od 08 cm do 17 cm, średnio 12,6 cm.

Warstwy bitumiczne zawierają **lepiszcze smołowe**.

Rodzaj i grubość warstw konstrukcyjnych nawierzchni przedstawia tabela niżej.

Rodzaj i grubości warstw konstrukcyjnych nawierzchni dk 9 odc. Majdan Królewski – Komorów

**JEZDNIĄ PRAWA**

Przekrój	Km	Konstrukcja nawierzchni	Grubość warstwy ( cm )			uwagi
			.0	.A	.B	
1.	150+000	mmb	18	22	x	
		chudy beton	32	x	x	
		tluczeń	x	26	x	
		pospółka	x	06	x	
		Łączna grubość warstw konstrukcyjnych nawierzchni	50	54	x	
3.	151+550	mmb	24	23	17	
		tluczeń	26	x	x	
		pospółka	15	37	21+22 = 43	
		Łączna grubość warstw bitumicznych	65	60	60	
5.	152+500	mmb	21	21	15	
		tluczeń	19	19	x	
		kamień łamany	15	15	x	
		pospółka	30	30	45	
		Łączna grubość warstw bitumicznych	85	85	60	
7.	153+500	mmb	25	11	13	
		tluczeń	17	26 <sup>o)</sup>	x	
		kamień łamany	13	x	x	
		pospółka	15	10 <sup>o)</sup>	10+22 = 32 <sup>1,3)</sup>	
		mms	x	03 <sup>o)</sup>	03 <sup>o)</sup>	
		Łączna grubość warstw bitumicznych	70	50	48	

**JEZDNIĄ LEWA**

2.	151+020	mmb	16	15	13	
		stab cem+ mms	11	x	x	
		tluczeń	10	x	09	
		podkład kamienny	15	x	x	
		pospółka	23	60	38	
		Łączna grubość warstw konstrukcyjnych	75	75	60	
4.	151+800	mmb	21	20	08	
		tluczeń	26	25	08	
		pospółka	48	45	29	
		Łączna grubość warstw bitumicznych	95	90	45	
6.	152+960	mmb	20	20	11	
		tluczeń	09	06	08	
		pospółka	46	44	38	
		Łączna grubość warstw bitumicznych	75	70	57	
8.	153+900	mmb	27	20	11	
		tluczeń	10	x	21	
		kamień łamany	12	x	x	
		pospółka	07	28	x	
		Łączna grubość warstw bitumicznych	56	48	32	

Oznaczenia : otwór .0 - zlokalizowany m. koleinami  
 .A - zlokalizowany w koleinie  
 .B - zlokalizowany na poboczu ( poza linią krawężniową )

## 6. Ocena nośności na podstawie pomiarów ugięciomierzem dynamicznym FWD.

### 6.1 Moduły sprężystości warstw konstrukcyjnych nawierzchni i trwałość zmęczeniowa istniejącej nawierzchni.

❖ Na zlecenie LD GP Instytut Badawczy Dróg i Mostów wykonał pomiary ugięć nawierzchni ugięciomierzem dynamicznym FWD, z częstotliwością co 50 m na każdym pasie ruchu. Wykonawca badań dostarczył „Sprawozdanie z realizacji pracy pt.: „Pomiary ugięć oraz obliczenie modułów warstw nawierzchni dla odcinka drogi krajowej nr 9 odc. Majdan Królewski – Komorów od km 150+300 do km 154+100”

Przedmiotem opracowania są :

- wyniki pomiarów ugięć nawierzchni ugięciomierzem dynamicznym FWD
- obliczenie modułów sprężystości warstw konstrukcyjnych nawierzchni ,
- wyznaczenie modułów miarodajnych. Z uwagi na dużą zmienność modułów przyjęto jako wartość miarodajną kwantyl rzędu 0,20 wartości modułów obliczonych w ramach każdej sekcji. Oznacza to, że 80 % wartości występujących w sekcji jest większych od modułu miarodajnego. Moduły warstw asfaltowych przeliczono do temperatury równoważnej 10°C.

Zbiorcze zestawienia modułów miarodajnych sprężystości ( sztywności ) warstw konstrukcyjnych podano w tabeli

Nr sekcji	Pikietaż	Moduły miarodajne warstw ,MPa		
		w-wy asfaltowe	podbudowa	podłoże gruntowe
<b>Jezdnia prawa</b>				
A	150+300 – 150+850	1850	178	58
B	150+850 – 153+100	3418	340	105
C	153+100 – 154+100	3375	200	62
<b>Jezdnia lewa</b>				
A	150+300 – 150+850	3736	409	95
B	150+850 – 153+100	5456	269	95
C	153+100 – 154+100	4567	368	53

Moduły sprężystości warstw asfaltowych, których wartości wynoszą od 1850 do 5456 MPa, są niższe niż dla mieszanek mineralno-asfaltowych nowoprojektowanych.

Moduły sprężystości ( sztywności ) warstw podbudowy zmienne i wynoszą od 178 do 409 MPa.

Moduły sprężystości podłoża gruntowego wynoszą od 53 do 105 MPa, przy wymaganym dla kategorii ruchu KR 6 - 120 MPa .

- ❖ Na podstawie wyników badań FWD i wyników badań laboratoryjnych warstw bitumicznych nawierzchni wyliczone zostały trwałości zmęczeniowe istniejących warstw bitumicznych.

Trwałość zmęczeniową wyliczono wg procedury opisanej w KWiRNPIP –2001.

Obliczone trwałości zmęczeniowe istniejącej konstrukcji nawierzchni w tabeli niżej:

( odkształcenia rozciągające na spodzie warstw bitumicznych i ściskające na górze podłoża gruntowego )

Otwór	Grubości warstw ( cm )	JEZDNIĄ PRAWA		JEZDNIĄ LEWA	
		Moduł sprężystości	Odkształcenia rozciągające/ściskające	Moduł sprężystości	Odkształcenia rozciągające/ściskające
1.	22,0 mma	1 850	$0,22 = 0,242 \times 10^{-3}$	3 736	$0,22 = 0,116 \times 10^{-3}$
	32,0 podbud.	178	$0,31 = 0,481 \times 10^{-3}$	409	$0,31 = 0,259 \times 10^{-3}$
	Podłoże grunt.	58		95	
	15,0 mma	3 418	$0,15 = 0,180 \times 10^{-3}$	5 456	$0,15 = 0,158 \times 10^{-3}$
	60,0 podbud.	340	$0,75 = 0,139 \times 10^{-3}$	269	$0,75 = 0,196 \times 10^{-3}$
	Podłoże grunt.	105		95	
	23,0 mma	3 418	$0,23 = 0,121 \times 10^{-3}$	5 456	$0,23 = 0,996 \times 10^{-4}$
	37,0 podbud.	340	$0,60 = 0,221 \times 10^{-3}$	269	$0,60 = 0,203 \times 10^{-3}$
	Podłoże grunt.	105		95	
	20,0 mma	3 418	$0,20 = 0,135 \times 10^{-3}$	5 456	$0,20 = 0,113 \times 10^{-3}$
	70,0 podbud.	340	$0,90 = 0,129 \times 10^{-3}$	269	$0,90 = 0,131 \times 10^{-3}$
	Podłoże grunt.	105		95	
	21,0 mma	3 418	$0,21 = 0,129 \times 10^{-3}$	5 456	$0,21 = 0,107 \times 10^{-3}$
	64,0 podbud.	340	$0,85 = 0,138 \times 10^{-3}$	269	$0,85 = 0,138 \times 10^{-3}$
	Podłoże grunt.	105		95	
	20,0 mma	3 418	$0,20 = 0,138 \times 10^{-3}$	5 456	$0,20 = 0,116 \times 10^{-3}$
	50,0 podbud.	340	$0,70 = 0,686 \times 10^{-3}$	269	$0,70 = 0,185 \times 10^{-3}$
	Podłoże grunt.	105		95	
7.	11,0 mma	3 375	$0,11 = 0,314 \times 10^{-3}$	4 567	$0,11 = 0,198 \times 10^{-3}$
	39,0 podbud.	200	$0,50 = 0,610 \times 10^{-3}$	368	$0,50 = 0,504 \times 10^{-3}$
	Podłoże grunt.	62		53	
8.	20,0 mma	3 375	$0,20 = 0,187 \times 10^{-3}$	4 567	$0,20 = 0,130 \times 10^{-3}$
	28,0 podbud.	200	$0,65 = 0,453 \times 10^{-3}$	368	$0,65 = 0,394 \times 10^{-3}$
	Podłoże grunt.	62		53	

Odkształcenia kryterialne:

- ściskające na górze podłoża gruntowego =  $0,26318 \times 10^{-3}$
- Rozciągające na spodzie warstw bitumicznych ( tabela niżej )

Otwór nr ...	Moduł sprężystości MPa	E kryterialne na spodzie warstw bitumicznych ( szkoda zmęczeniowa 50 % )
1	1 850	$0,56 \times 10^{-4}$
2,3,4	3 418	$0,475 \times 10^{-4}$
	3 418	$0,755 \times 10^{-4}$
	3 375	$0,850 \times 10^{-4}$

Wg obliczeń trwałość zmęczeniowa istniejącej konstrukcji nawierzchni dk 9 odc. Majdan Królewski – Komorów jest niższa od projektowanej: odkształcenia rozciągające na spodzie warstw bitumicznych i ściskające na górze podłoża gruntowego są wyższe od kryterialnych.

**Nawierzchnia wymaga wzmocnienia.**

## 7. Ocena warstw bitumicznych nawierzchni.

W celu oceny odporności warstw bitumicznych oznaczono dla wyodrębnionych warstw :

- skład mineralny
  - zawartość asfaltu ( smoły )
  - odporność na odkształcenia lepkoplastyczne
- Procedury badań wg Katalogu Wzmocnień i Remontów Nawierzchni - 2001

Szczegółowe wyniki badań warstw bitumicznych podano w „Opinii geotechnicznej ... „

### 7.1 Skład mieszanek mma.

Wg badań laboratoryjnych skład mieszanek mma wbudowanych w warstwę :

➤ ścieralną ( w-wa I ) jest następujący:

- zawartość **asfaltu** od 4,6 % do 7,2 % średnio **6,1 %**
- zawartość frakcji wypełniaczowej < **0,075 mm** od 7,3 % do 13,0 %, średnio **9,8 %**
- zawartość frakcji grysowej, > **2 mm** ,od 43,1 % do 65,0 %, średnio **52,7 %**
- grubość warstwy od 2,1 cm do 5,0 cm : średnio 3,6 cm

➤ drugą jest następujący:

- zawartość **asfaltu** , od 4,7 % do 6,4 % : średnio **5,5 %**
- zawartość frakcji wypełniaczowej < **0,075 mm**, od 6,3 % do 10,4 % : średnio **8,6 %**
- zawartość frakcji grysowej > **2 mm** , od 40,3 % do 63,6 % : średnio **49,6 %**
- grubość warstwy od 1,3 cm do 6,0 cm : średnio 2,9 cm

➤ trzecią jest następujący:

- zawartość **asfaltu** , od 3,6 % do 7,2 % średnio **5,0 %**
- zawartość frakcji wypełniaczowej < **0,075 mm**, od 2,0% do 13,8 % : średnio **6,4 %**
- zawartość frakcji grysowej > **2 mm** , od 24,1 % do 70,4 % : średnio **49,7 %**
- grubość warstwy od 1,7 cm do 5,1 cm : średnio 3,4 cm

**Przedstawiony średni skład mma dotyczy warstw jezdni.**

**Mieszanki wbudowane w warstwy bitumiczne poboczy zawierają smołę.**

Porównując składy mieszanek do wymagań normy PN-S-96025: 2000 mieszanka mma wbudowana do warstwy ścieralnej w składzie zbliżona do wymagań normy PN-S-96025, przy lekkim niedoborze frakcji grysowej.

Skład mieszanki w budowanej w warstwę „wiązącą/wyrównawczą „ nie zgodny z wymaganiami normy PN-S-96025:2000 – nadmiar frakcji wypełniaczowej przy niedoborze frakcji grysowej.

Skład mieszanki wbudowany w warstwę trzecią ( podbudowa ) niezgodny z wymaganiami normy PN-S-96025: 2000 – nadmiar asfaltu i niedobór frakcji grysowej.

### 7.2 Skorygowany moduł sztywności .

Wg badań SOSN nawierzchnia na przedmiotowym odc. dk 9 skoleinowana.

Pomierzone moduły sztywności pod obciążeniem statycznym potwierdzają brak odporności warstw bitumicznych na koleinowanie .

Skorygowane moduły sztywności dla większości warstw ( pakietu warstw ) są mniejsze od wymaganych wg KWiRNPIp tj:

- ❖ dla warstwy ścieralnej > 18 MPa
- ❖ dla warstwy wiążącej i podbudowy > 22 MPa.

Lp.	Km		warstwa	Grubość warstwy ( cm )	Skorygowany moduł sztywności pod obciążeniem statycznym MPa
1.	150+600 str P	O	I + II	5,9	14,82
			III + IV	7,0	50,53
		A	I	5,0	8,41
			II + III	10,0	10,27
2.	151+020 str L	O	I	5,0	19,33
			II + III	10,0	11,76
		A	I + II	8,0	26,28
3.	151+550 str P	O	I + II	5,4	20,65
			III + IV	8,0	7,84
			V	10,0	17,41
		A	I + II	5,0	18,18
			III + IV	7,5	17,66
4.	151+800 str L	O	I + II + III	7,0	17,13
			IV + V	10,0	15,26
		A	I + II + III	7,0	52,51
			IV + V	10,0	35,81
5.	152+500 str P	O	I + II + III	8,6	17,05
			IV + V	8,4	11,36
		A	I + II + III	8,9	21,90
			IV	4,6	8,63
6.	152+960 str L		I + II + III	8,1	19,53
			IV + V	10,0	13,68
7.	153+500 str P		I + II + III	10,0	15,04
			IV	5,3	18,37
			V + VI	10,0	12,98
8.	153+900 str L		I + II	5,3	16,83
			III+IV	6,3	13,09
			V + VI	10,0	14,79

Oznaczenia: O – próbka pobrana między koleinami  
A – w koleinie , w śladzie prawego koła

### 7.3. Zawartość wolnej przestrzeni i objętościowa zawartość asfaltu w warstwie najniższej leżącej.

Dla warstwy najniższej leżącej określono zawartość wolnej przestrzeni i objętościową zawartość asfaltu. Szczegółowe wyniki badań w „Opinii geotechnicznej...”

Do wyliczeń trwałości zmęczeniowej „starej „ nawierzchni przyjęto wartości:

Lp.	Otwór	Moduł sprężystości warstw bitumicznych ( MPa )	Zawartość wolnej przestrzeni w warstwie $V_a$ , % v/v	Zawartość objętościowa asfaltu w warstwie $V_b$ , % v/v
1.	1	1 850	9,0	10,0
2.	2,3,4	3 418	9,0	10,0
3.	5,6	3 418	5,0	10,0
4.	7,8	3 375	6,0	14,0

## 8. Projektowana technologia robót – konstrukcja nawierzchni.

### 8.1. Przyjęte założenia.

Przy opracowaniu projektu wzmocnienia nawierzchni drogi krajowej nr 9 odc. Majdan Królewski – Komorów od km 150+300 do km 154+100 wzięto pod uwagę następujące dane :

- ruch całkowity w okresie obliczeniowym 20 lat  $N_{całk} = 15\ 103\ 700$  osi 100 kN/pas ruchu
- konstrukcję istniejącej nawierzchni
- korektę łuku pionowego na odc. od km 151+100 do km 151+500
- nośność nawierzchni na podstawie ugięć sprężystych FWD
- wyniki oceny SOSN
- grupy nośności podłoża  $G_i$

Na podstawie analizy powyższych danych, zaprojektowano zgodnie z KWiRNPIp – 2001 następujący sposób przebudowy:

- ❖ pełną rozbiórkę nawierzchni na odcinku od km 151+100 do km 151+500 , gdzie projektowana jest korekta łuku pionowego i odbudowanie typowej konstrukcji dla KR 6 z dostosowaniem rodzaju i grubości warstw do „wzmacnianej nawierzchni dk 9 „
- ❖ pełną rozbiórkę poboczy bitumicznych do podłoża gruntowego i wbudowanie nowych warstw konstrukcyjnych nawierzchni z dostosowaniem technologii ( rodzaju i grubości warstw ) do „wzmacnianej „ jezdni,
- ❖ wzmocnienie istniejących warstw asfaltowych jezdni pakietem warstw asfaltowych odpornych na zmęczenie i koleinowanie

### 8.2. Przyjęta technologia wzmocnienia nawierzchni dk 9 Radom – Barwinek – granica Państwa odc. Majdan Królewski – Komorów od km 150+300 do km 154 +100

W celu uzyskania trwałości zmęczeniowej 15 103 700 osi 100 kN/pas ruchu w okresie obliczeniowym 20 lat zaprojektowano następujące wzmocnienie konstrukcji nawierzchni dk 9 odc. Majdan Królewski - Komorów .

#### 8.2.1 Odcinek od km 150+300 do km 151+100 i od km 151+500 do km 154+100

##### ❖ JEZDNIA

- a) od km 150+300 do km 151+100 - 04 cm warstwa ściernalna z SMA 0/12,8  
13 cm warstwa wiążąca z WMS 0/16
- b) od km 151+ 500 do km 152+150 - 04 cm warstwa ściernalna z SMA 0/12,8  
12 cm warstwa wiążąca z WMS 0/16
- c) od km 152+150 do km 154+100 - 04 cm warstwa ściernalna z SMA 0/12,8  
09 cm warstwa wiążąca z WMS 0/16

**PLUS naprawa spękań pojedynczych za pomocą siatki : szczegóły w Karcie Techniki 18 KWiRNPIp**

W celu wyrównania profilu nawierzchni zakłada się : lokalne frezowanie i/lub ułożenie warstwy wyrównawczej z mieszanki mma 0/16 wg PN-S-96025:2000.

## ❖ POBOCZA

Technologia przebudowy poboczy w dowiązaniu do istniejącej konstrukcji jezdni i przyjętej technologii wzmocnienia jezdni przedstawia się następująco:

1. pełna rozbiórka istniejących poboczy bitumicznych ( destrukcja bitumiczny zawierający lepiszcze smołowe , staje się własnością Wykonawcy i będzie wbudowany powtórnie do wp z MCE
2. wbudowanie warstwy separacyjno-filtracyjnej z geowłókniny
3. wbudowanie warstwy ulepszonego podłoża z kruszywa stabilizowanego mechanicznie 0/63 mm grubości min 25 cm z dodatkiem minimum 30 % ziarn łamanych
4. odbudowanie typowej konstrukcji nawierzchni dla KR 6 z dostosowaniem do rodzaju i grubości warstw konstrukcyjnych jezdni tj:
  - a) od km 150+300 do km 151+100 - 04 cm warstwa ścieralna z SMA 0/12,8  
13 cm warstwa wiążąca z WMS 0/16  
xxxxxxxxxxxx geosiatka  
17 cm warstwa podbudowy MCE 0/31,5  
20 cm w. p. z kruszywa łam.stabilizowanego mech.
  - b) od km 151+500 do km 152+150 - 04 cm warstwa ścieralna z SMA 0/12,8  
12 cm warstwa wiążąca z WMS 0/16  
xxxxxxxxxxxx geosiatka  
18 cm warstwa podbudowy MCE 0/31,5  
20 cm w. p. z kruszywa łam.stabilizowanego mech.
  - c) od km 152+150 do km 154+100 - 04 cm warstwa ścieralna z SMA 0/12,8  
09 cm warstwa wiążąca z WMS 0/16  
xxxxxxxxxxxx geosiatka  
22 cm warstwa podbudowy MCE 0/31,5  
20 cm w. p. z kruszywa łam.stabilizowanego mech.

## ❖ Sposób połączenia istniejącej nawierzchni z nowobudowaną jezdnią i poboczem asfaltowym

Sposób połączenia nowobudowanej konstrukcji nawierzchni z istniejącą nawierzchnią zgodnie z KWiRNpP , Karta Techniki 22 tj :

- wbudowanie pod warstwą wiążącą siatki o parametrach :  
wytrzymałość na rozciąganie > 100 kN, wydłużenie przy zerwaniu 3%,
- połączenie warstw konstrukcyjnych nawierzchni - schodkowe

### 8.2.2 Odcinek od km 151+100 do km 151+500

Na przedmiotowym odcinku dk 9 zaprojektowana jest korekta łuku pionowego . Istniejący promień niwelety  $R = 2500$  m zostanie skorygowany do  $R = 6000 - 7000$  m.

W związku z tym planowana jest rozbiórka istniejącej konstrukcji nawierzchni z odbudową typowej wg „Wytycznych technicznych jakim powinny odpowiadać drogi ... „ z dostosowaniem do rodzaju i grubości warstw istniejącej nawierzchni tj

04 cm warstwa ścieralna z SMA 0/12,8

12 cm warstwa wiążąca WMS 0/16

09 cm warstwa podbudowy WMS 0/16 ( Wg Z..61. *70 Klink* uziarnienie mieszanki jak do warstwy wiążącej, zaleca się asfalt 20/30 )

20 cm warstwa podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie 0/31,5 mm

Podłoże gruntowe  $G_1$  (  $E_{II} > 120$  MPa ) .

Według sond geotechnicznych podłożem gruntowym będzie warstwa pospółki .

Przed rozpoczęciem wbudowywania kolejnych warstw konstrukcyjnych nawierzchni należy sprawdzić stopień zagęszczenia i ewentualnie dogęścić.

### 8.3. Wyliczenie trwałości zmęczeniowej metodą mechanistyczną.

Do obliczeń wzmocnienia nawierzchni wykorzystano metodę mechanistyczną określając trwałość konstrukcji nawierzchni na podstawie kryteriów zmęczeniowych Instytutu Asfaltowego USA.

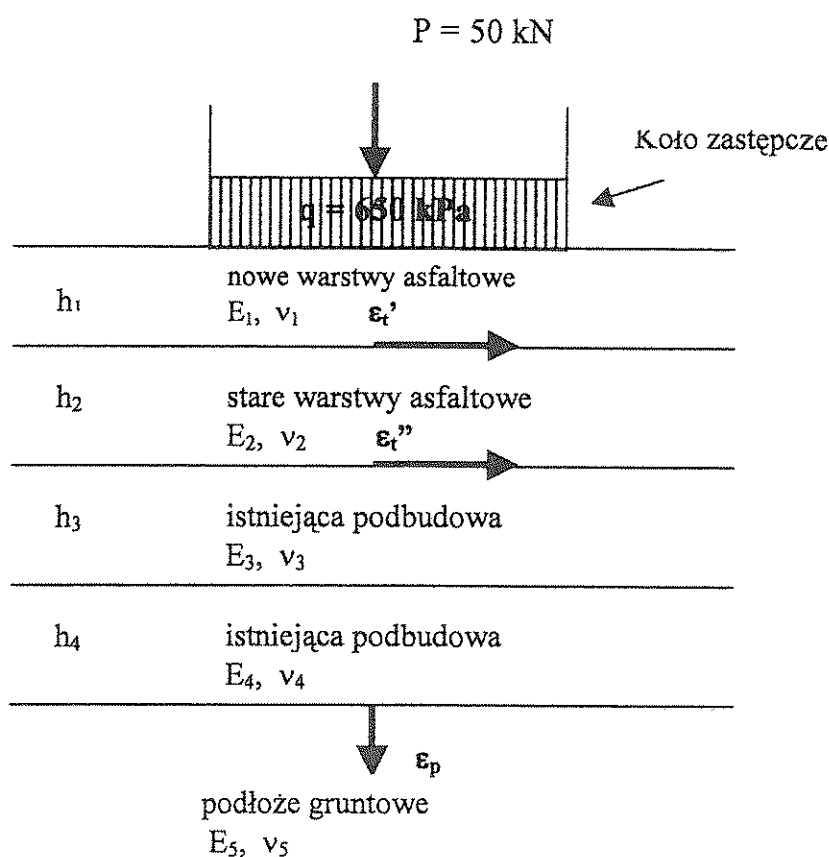
Metoda ta jest opisana i zalecana do projektowania wzmocnień nawierzchni w KWiRN PiP

Do obliczeń przyjęto następujące założenia:

- oś obliczeniowa 100 kN ( z uwzględnieniem dopuszczalnego obciążenia 115kN)
- ciśnienie kontaktowe pomiędzy kołem a nawierzchnią 650 kPa
- okres obliczeniowy 20 lat
- kategoria ruchu KR 6

Obliczenia wykonano przy założeniu, że modelem nawierzchni jest wielowarstwowa półprzestrzeń sprężysta.

Schemat konstrukcji do obliczeń wzmocnienia nawierzchni przedstawia rysunek 1.



Rys 1.

Stan naprężeń i odkształceń w konstrukcji nawierzchni określono z wykorzystaniem modelu wielowarstwowej półprzestrzeni sprężystej metodami analitycznymi przy wykorzystaniu programu komputerowego ELSYM 5M

Odkształcenia rozciągające określono w spodzie warstw asfaltowych nowych i starych , na górze podłoża gruntowego określono odkształcenie pionowe

**Kryterium spękań zmęczeniowych warstw asfaltowych ( KWRNPiP wzór 11 )**

Wzór określający trwałość zmęczeniową warstw asfaltowych podany w metodzie Instytutu Asfaltowego jest następujący:

$$N = 18,4 \times C \times ( 6,167 \times 10^{-5} \times \epsilon_t^{-3,291} \times | E |^{-0,854} )$$

Gdzie:

$N$  - liczba obciążeń do wystąpienia spękań zmęczeniowych na 20 % powierzchni jezdni,

$\epsilon_t$  - odkształcenie rozciągające (wartość bezwzględna)

$|E|$  - moduł sztywności mieszanki mineralno-asfaltowej, MPa

$C = 10^M$

$$M = 4,84 \times (\underline{V}_b / V_a + V_b - 0,69)$$

$V_b$  - zawartość objętościowa asfaltu, %

$V_a$  - zawartość objętościowa wolnej przestrzeni, %

### Kryterium deformacji strukturalnych nawierzchni (podłoża gruntowego) (KWRN PiP wzór 14)

Zależność pomiędzy dopuszczalną liczbą powtarzalnych obciążeń  $N$  do powstania krytycznej deformacji strukturalnej równej 12,5 mm a odkształceniem pionowym na poziomie podłoża gruntowego  $\epsilon_p$  jest następująca :

$$\epsilon_p = k (1/N)^m$$

gdzie:  $N$  - liczba dopuszczalnych obciążeń do wystąpienia krytycznej deformacji strukturalnej w konstrukcji nawierzchni

$k, m$  - współczynniki doświadczalne, równe odpowiednio:

$$k = 1,05 \times 10^{-2} \quad m = 0,223$$

Odkształcenie kryterialne przy ściskaniu na podłożu gruntowym dla obciążenia ruchem 15 103 700 osi obliczeniowych 100 kN/pas w okresie eksploatacji 20 lat wynosi

$$\epsilon_p \text{ kryterialne} = 0,26318 \times 10^{-3}$$

Wyliczenie wzmocnienia metodą mechanistyczną przeprowadzono dla odcinków jednorodnych jezdni prawej, gdzie z metody ugięć wynikało większe „wzmocnienie „.

Parametry warstw są to dane z „Warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi .....” i Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych Zał. B.

### Odcinek od km 150+300 do km 151+100 otwór 1

Dane wejściowe: projektowane nowe warstwy bitumiczne Plus istniejąca konstrukcja nawierzchni

Warstwa	Moduł sprężystości MPa	Współczynnik Poissona	Grubość (m)	Rodzaj warstwy
1	9 600	0.300	0.04	wś SMA
2	14 000	0.300	0.13	ww BA WMS
3	1 850	0.300	0.22	istniejące w-wy bitumiczne
4	178	0.300	0.32	warstwa podbudowy podatnej
5	58	0.300	0.0	podłoże gruntowe

➤ Odkształcenie poziome na spodzie nowych warstw asfaltowych

$$E_{0,17} = 0,446 \times 10^{-4} < \epsilon \text{ kryterialne} = 0,830 \times 10^{-4}$$

Parametry warstwy wiążącej:

zawartość wolnej przestrzeni - 5,0 %

zawartość objętościowa asfaltu - 14,2 %

moduł sztywności warstwy w temperaturze +10°C  $E = 14\,000$  MPa

➤ Odkształcenie poziome na spodzie warstw istniejących

$$E_{0,38} = 0,590 \times 10^{-4} \text{ i jest równe odkształceniu kryterialnemu}$$

Parametry istniejących warstw bitumicznych :

zawartość wolnej przestrzeni: - 9,0 %

zawartość objętościowa asfaltu - 10,0 %

- Odształcenie pionowe na górze podłoża gruntowego  
 $E_{zz} = 0,163 \times 10^{-03} < \varepsilon_p \text{ kryterialne} = 0,26318 \times 10^{-3}$

**Odcinek od km 150+300 do km 151+100 otwór nr 2**

Dane wejściowe: projektowane nowe warstwy bitumiczne Plus istniejąca konstrukcja nawierzchni

Warstwa	Moduł sprężystości MPa	Współczynnik Poissona	Grubość (m)	Rodzaj warstwy
1	9 600	0.300	0.04	wś SMA
2	14 000	0.300	0.13	ww BA WMS
3	3 418	0.300	0.15	istniejące w-wy bitumiczne
4	340	0.300	0.60	podbudowa podatna
5	105	0.300	0.0	podłoże gruntowe

- Odształcenie poziome na spodzie nowych warstw asfaltowych

$$E_{0,17} = 0,325 \times 10^{-4} < \varepsilon \text{ kryterialne} = 0,830 \times 10^{-4}$$

Parametry warstwy wiążącej:

zawartość wolnej przestrzeni - 5,0 %

zawartość objętościowa asfaltu - 14,2 %

moduł sztywności warstwy w temperaturze +10°C E = 14 000 MPa

- Odształcenie poziome na spodzie warstw istniejących

$$E_{0,32} = 0,544 \times 10^{-4} \text{ i jest równe odkształceniu kryterialnemu}$$

Parametry istniejących warstw bitumicznych :

zawartość wolnej przestrzeni: - 9,0 %

zawartość objętościowa asfaltu - 10,0 %

- Odształcenie pionowe na górze podłoża gruntowego

$$E_{zz} = 0,804 \times 10^{-04} < \varepsilon_p \text{ kryterialne} = 0,2632 \times 10^{-3}$$

**Odcinek od km 151+500 do km 152+150 otwór 3**

Dane wejściowe: projektowane nowe warstwy bitumiczne Plus istniejąca konstrukcja nawierzchni

Warstwa	Moduł sprężystości MPa	Współczynnik Poissona	Grubość (m)	Rodzaj warstwy
1	9 600	0.300	0,04	wś SMA
2	14 000	0.300	0,12	ww BA WMS
3	3 418	0.300	0,23	istniejące w-wy bitumiczne
4	340	0.300	0,37	warstwa podbudowy podatnej
5	105	0.300	0.0	podłoże gruntowe

- Odształcenie poziome na spodzie nowych warstw asfaltowych

$$E_{0,15} = 0,281 \times 10^{-4} < \varepsilon \text{ kryterialne} = 0,830 \times 10^{-4}$$

Parametry warstwy wiążącej:

zawartość wolnej przestrzeni - 5,0 %

zawartość objętościowa asfaltu - 14,2 %

moduł sztywności warstwy w temperaturze +10°C E = 14 000 MPa

- Odształcenie poziome na spodzie warstw istniejących

$$E_{0,38} = 0,443 \times 10^{-4} \text{ i mniejsze od kryterialnego } 0,475 \times 10^{-4}$$

Parametry istniejących warstw bitumicznych :

zawartość wolnej przestrzeni: - 9,0 %

zawartość objętościowa asfaltu - 10,0 %

- Odształcenie pionowe na górze podłoża gruntowego  
 $E_{zz} = 0,902 \times 10^{-04} < \varepsilon_p \text{ kryterialne} = 0,2632 \times 10^{-3}$

#### Odcinek od km 151+500 do km 152+150 otwór 4

Dane wejściowe: projektowane nowe warstwy bitumiczne Plus istniejąca konstrukcja nawierzchni

Warstwa	Moduł sprężystości MPa	Współczynnik Poissona	Grubość (m)	Rodzaj warstwy
1	9 600	0.300	0.04	wś SMA
2	14 000	0.300	0.12	ww BA WMS
3	3 418	0.300	0.20	istniejące w-wy asfaltowe
4	340	0.300	0.70	warstwa podbudowy podatnej
5	105	0.300	0.0	podłoże gruntowe

- Odształcenie poziome na spodzie nowych warstw asfaltowych  
 $E_{0,16} = 0,293 \times 10^{-4} < \varepsilon \text{ kryterialne} = 0,830 \times 10^{-4}$

Parametry warstwy wiążącej:

zawartość wolnej przestrzeni - 5,0 %

zawartość objętościowa asfaltu - 14,2 %

moduł sztywności warstwy w temperaturze  $+10^0\text{C}$   $E = 14\ 000\ \text{MPa}$

- Odształcenie poziome na spodzie warstw istniejących  
 $E_{0,36} = 0,470 \times 10^{-4}$  i mniejsze od kryterialnego  $0,475 \times 10^{-4}$

Parametry istniejących warstw bitumicznych :

zawartość wolnej przestrzeni: - 9,0 %

zawartość objętościowa asfaltu - 10,0 %

- Odształcenie pionowe na górze podłoża gruntowego  
 $E_{zz} = 0,639 \times 10^{-04} < \varepsilon_p \text{ kryterialne} = 0,26318 \times 10^{-3}$

#### Odcinek od km 152+150 do km 154+100 otwór nr 5

Dane wejściowe: projektowane nowe warstwy bitumiczne Plus istniejąca konstrukcja nawierzchni

Warstwa	Moduł sprężystości MPa	Współczynnik Poissona	Grubość (m)	Rodzaj warstwy
1	9 600	0.300	0,04	wś SMA
2	14 000	0.300	0,09	ww BA WMS
3	3 418	0.300	0,21	istniejące w-wy bitumiczne
4	340	0.300	0,64	w-wa podbudowy podatnej
5	105	0.300	0,0	Podłoże gruntowe

- Odształcenie poziome na spodzie nowych warstw asfaltowych  
 $E_{0,13} = 0,30 \times 10^{-4} < \varepsilon \text{ kryterialne} = 0,830 \times 10^{-4}$

Parametry warstwy wiążącej:

zawartość wolnej przestrzeni - 5,0 %

zawartość objętościowa asfaltu - 14,2 %

moduł sztywności warstwy w temperaturze  $+10^0\text{C}$   $E = 14\ 000\ \text{MPa}$

- Odształcenie poziome na spodzie warstw istniejących  
 $E_{0,34} = 0,543 \times 10^{-4}$  i mniejsze od kryterialnego  $0,755 \times 10^{-4}$

Parametry istniejących warstw bitumicznych :

zawartość wolnej przestrzeni: - 5,0 %

zawartość objętościowa asfaltu - 10,0 %

- Odształcenie pionowe na górze podłoża gruntowego  
 $E_{zz} = 0,742 \times 10^{-04} < \varepsilon_{p \text{ kryterialne}} = 0,26318 \times 10^{-3}$

#### Odcinek od km 152+150 do km 154+100 otwór nr 6

Dane wejściowe: projektowane nowe warstwy bitumiczne Plus istniejąca konstrukcja nawierzchni

Warstwa	Moduł sprężystości MPa	Współczynnik Poissona	Grubość (m)	Rodzaj warstwy
1	9 600	0.300	0,04	wś SMA
2	14 000	0.300	0,09	ww BA WMS
3	3 418	0.300	0,20	Istniejące w-wy bitumiczne
4	340	0.300	0,50	w-wa podbudowy podatnej
5	105	0.300	0,0	Podłoże gruntowe

- Odształcenie poziome na spodzie nowych warstw asfaltowych  
 $E_{0,13} = 0,308 \times 10^{-4} < \varepsilon \text{ kryterialne} = 0,830 \times 10^{-4}$

Parametry warstwy wiążącej:

zawartość wolnej przestrzeni - 5,0 %

zawartość objętościowa asfaltu - 14,2 %

moduł sztywności warstwy w temperaturze +10<sup>0</sup>C E = 14 000 MPa

- Odształcenie poziome na spodzie warstw istniejących  
 $E_{0,33} = 0,578 \times 10^{-4}$  i mniejsze od kryterialnego  $0,755 \times 10^{-4}$

Parametry istniejących warstw bitumicznych :

zawartość wolnej przestrzeni: - 5,0 %

zawartość objętościowa asfaltu -10,0 %

- Odształcenie pionowe na górze podłoża gruntowego  
 $E_{zz} = 0,928 \times 10^{-04} < \varepsilon_{p \text{ kryterialne}} = 0,26318 \times 10^{-3}$

#### Odcinek od km 152+150 do km 154+100 otwór nr 7 (nawierzchnia w obrębie otworu do rozbiórki)

Dane wejściowe: projektowane nowe warstwy bitumiczne Plus istniejąca konstrukcja nawierzchni

Warstwa	Moduł sprężystości MPa	Współczynnik Poissona	Grubość (m)	Rodzaj warstwy
1	9 600	0.300	0,04	wś SMA
2	14 000	0.300	0,09	ww BA WMS
3	3 375	0.300	0,11	Istniejące w-wy bitumiczne
4	200	0.300	0,39	w-wa podbudowy podatnej
5	62	0.300	0,0	Podłoże gruntowe

- Odształcenie poziome na spodzie nowych warstw asfaltowych  
 $E_{0,13} = 0,489 \times 10^{-4} < \varepsilon \text{ kryterialne} = 0,830 \times 10^{-4}$

Parametry warstwy wiążącej:

zawartość wolnej przestrzeni - 5,0 %

zawartość objętościowa asfaltu - 14,2 %

moduł sztywności warstwy w temperaturze +10<sup>0</sup>C E = 14 000 MPa

- Odształcenie poziome na spodzie warstw istniejących

$E_{0,24} = 0,108 \times 10^{-3}$  i większe od kryterialnego  $0,850 \times 10^{-4}$

Parametry istniejących warstw bitumicznych :

zawartość wolnej przestrzeni: - 6,0 %

zawartość objętościowa asfaltu - 14,0 %

- Odształcenie pionowe na górze podłoża gruntowego  
 $E_{zz} = 0,220 \times 10^{-03} < \varepsilon_{p \text{ kryterialne}} = 0,26318 \times 10^{-3}$

### Odcinek od km 152+150 do km 154+100 otwór nr 8

Dane wejściowe: projektowane nowe warstwy bitumiczne Plus istniejąca konstrukcja nawierzchni

Warstwa	Moduł sprężystości MPa	Współczynnik Poissona	Grubość (m)	Rodzaj warstwy
1	9 600	0.300	0,04	wś SMA
2	14 000	0.300	0,09	ww BA WMS
3	3 375	0.300	0,20	Istniejące w-wy bitumiczne
4	200	0.300	0,28	w-wa podbudowy podatnej
5	62	0.300	0,0	Podłoże gruntowe

- Odształcenie poziome na spodzie nowych warstw asfaltowych  
 $E_{0,13} = 0,329 \times 10^{-4} < \varepsilon_{\text{kryterialne}} = 0,830 \times 10^{-4}$   
Parametry warstwy wiążącej:  
zawartość wolnej przestrzeni – 5,0 %  
zawartość objętościowa asfaltu - 14,2 %  
moduł sztywności warstwy w temperaturze +10<sup>0</sup>C E = 14 000 MPa
- Odształcenie poziome na spodzie warstw istniejących  
 $E_{0,33} = 0,736 \times 10^{-3}$  i mniejsze od kryterialnego 0,850 x 10<sup>-4</sup>  
Parametry istniejących warstw bitumicznych :  
zawartość wolnej przestrzeni: - 6,0 %  
zawartość objętościowa asfaltu – 14,0 %
- Odształcenie pionowe na górze podłoża gruntowego  
 $E_{zz} = 0,175 \times 10^{-03} < \varepsilon_{p \text{ kryterialne}} = 0,26318 \times 10^{-3}$

### POSZERZENIE NAWIERZCHNI dk 9 odc. Majdan Królewski – Komorów od km 150+300 do km 151+100 i od km 151+500 do km 154+100

( obliczenia dla najmniejszego pakietu warstw asfaltowych )

Dane wejściowe: projektowane nowe warstwy bitumiczne

Warstwa	Moduł sprężystości MPa	Współczynnik Poissona	Grubość (m)	Rodzaj warstwy
1	9 600	0.300	0,04	wś SMA
2	14 000	0.300	0,09	ww BA WMS
3	4 800	0.300	0,10	wp z MCE
4	400	0.300	0,20	w-wa podbudowy podatnej
5	100	0.300	0,00	Podłoże gruntowe

- Odształcenie poziome na spodzie warstw asfaltowych  
 $E_{0,13} = 0,207 \times 10^{-4} < \varepsilon_{\text{kryterialne}} = 0,830 \times 10^{-4}$   
Parametry warstwy wiążącej WMS :  
zawartość wolnej przestrzeni – 5,0 %  
zawartość objętościowa asfaltu - 14,2 %  
moduł sztywności warstwy w temperaturze +10<sup>0</sup>C E = 14 000 MPa
- Odształcenie poziome na spodzie podbudowy z MCE  
 $E_{0,23} = 0,484 \times 10^{-4} < \varepsilon_{\text{kryterialne}} = 0,486 \times 10^{-4}$   
Parametry warstwy podbudowy z MCE :  
zawartość wolnej przestrzeni – 12,0 %  
zawartość objętościowa asfaltu - 12,0%  
moduł sztywności warstwy w temperaturze +10<sup>0</sup>C E = 4 800 MPa
- Odształcenie pionowe na górze podłoża gruntowego  
 $E_{zz} = -0,130 \times 10^{-03} < \varepsilon_{p \text{ kryterialne}} = 0,26318 \times 10^{-3}$

**Nowa konstrukcja jezdni i poboczy : dk 9 odc. Majdan Królewski – Komorów  
od km 151+100 do km 151+500**

Dane wejściowe: projektowane nowe warstwy bitumiczne

Warstwa	Moduł sprężystości MPa	Współczynnik Poissona	Grubość ( m)	Rodzaj warstwy
1	9 600	0.300	0,04	wś SMA
2	14 000	0.300	0,21	ww BA WMS
4	400	0.300	0,20	w-wa podbudowy podatnej
5	100	0.300	0,00	Podłoże gruntowe

- Odształcenie poziome na spodzie warstw asfaltowych  
 $E_{0,25} = 0,468 \times 10^{-4} < \varepsilon_{\text{kryterialne}} = 0,830 \times 10^{-4}$   
Parametry warstwy podbudowy WMS :  
zawartość wolnej przestrzeni – 5,0 %  
zawartość objętościowa asfaltu - 14,2 %  
moduł sztywności warstwy w temperaturze +10<sup>0</sup>C E = 14 000 MPa
- Odształcenie pionowe na górze podłoża gruntowego  
 $E_{zz} = -0,159 \times 10^{-03} < \varepsilon_{p \text{ kryterialne}} = 0,26318 \times 10^{-3}$

**10. Warunek mrozoodporności.**

Zgodnie z KWRNPiP-2001 punkt 8 „Mrozoodporność podłoża” wymagana grubość konstrukcji nawierzchni ( warstwy nowe i stare) i ulepszanego podłoża ze względu na mrozoodporność :

Dla kategorii ruchu KR 6 ,  $h_z = 1,0$  m i podłoża gruntowego grupy nośności:

$G_{1/2}$  wynosi  $0,65 \times 1,0$  m = 0,65 m

$G_3$  wynosi  $0,75 \times 1,0$  m = 0,75 m

**Konstrukcja nawierzchni spełnia warunek mrozoodporności.**

ZASTĘPCA KIEROWNIKA  
Laboratorium Drogowego  
*Maria Kruk*  
mgr Maria Kruk

Wypis z „Opinii geotechnicznej wraz z oceną konstrukcji nawierzchni dla opracowania technologii wzmocnienia nawierzchni drogi krajowej nr 9 Radom-Barwinek odc. Majdan Królewski-Komorów w km150+300 do 154+100” z dnia : luty 2008 r., i uzupełnienie .....

## WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH NAWIERZCHNI DROGI

**Krajowej nr 9 Radom - Barwinek, odc. Majdan Królewski-Komorów,  
km 150+300 – 154+100**

L.p.	Miejsce pobrania		Przełot warstwy w cm	Rodzaj warstwy/ grubość	Wyniki badań		Uwagi dotyczące rodzaju i uziarnienia kruszyw
	Otwór nr	km			Zawartość ziaren < 0,075 mm	Wskaźnik piaskowy frakcji 0-4 mm	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	150+600 str.P	0-18	MMA -18 cm			
2			18-50	CHB -32 cm			
3			50-65	KSM -15 cm	11,0	28	Mieszanka naturalna o dużej zawartości piasku, 0/20 mm
4	1A	150+600 str.P	0-22	MMA -22 cm			
5			22-48	KSM -26 cm	3,5	49	Niesort porfirowy zmieszany z mieszanką naturalną, 0/63 mm
6			48-54	KSM -6 cm	8,2	36	Mieszanka naturalna o dużej zawartości piasku, 0/20 mm
7	2	151+020 str.L	0-16	MMA -16 cm			
8			16-24	PSC -8 cm			
9			24-27	WMS -3 cm			
10			27-37	PT -10 cm	7,4	30	Klinowany tłużeń bazaltowy 0/40
11			37-52	Podkład kamienny -15 cm	6,3 <sup>1)</sup>	24 <sup>1)</sup>	Kamień łamany granitowy z wypełnieniem wolnych przestrzeni niesortem

34			8-16	PSC -8 cm			
35			16-45	KSM -15 cm	12,8	22	Zagliniona mieszanka naturalna 0/20 mm
36	5	152+500 str.L	0-21	MMA -18 cm			
37			21-40	PT -13 cm	4,6	35	Klinowany tłuczeń granitowo-porfirowo-bazaltowy zmieszany z piaskiem, 0/63 mm
38			40-55	Podkład kamienny -15 cm			Kamień łamany granitowy
39			55-85	KSM -15 cm	5,1	44	Mieszanka naturalna o dużej zawartości piasku, 0/25 mm
40			5A	152+500 str.L	0-21	MMA -21 cm	
41	21-40	PT -19 cm			4,6	35	Klinowany tłuczeń granitowo-porfirowo-bazaltowy zmieszany z piaskiem, 0/63 mm
42	40-55	Podkład kamienny -15 cm					Kamień łamany granitowy
43	55-85	KSM -30 cm			5,1	44	Mieszanka naturalna o dużej zawartości piasku, 0/25 mm
44	5B	152+500 str.L			0-15	MMA -15 cm	
45			15-60	KSM -45 cm	4,1	21	Żwir 10/80 z domieszką piasku
46	6	152+960 str.L	0-20	MMA -18 cm			
47			20-29	PT -19 cm	4,3	25	Klinowany tłuczeń granitowo-piaskowcowy 0/63 mm
48			29-75	Podkład kamienny -15 cm	9,3 <sup>1)</sup>	44 <sup>1)</sup>	Kamień łamany granitowy z wypełnieniem wolnych przestrzeni niesortem
49	6A	152+960 str.L	0-20	MMA -20 cm			
50			20-26	PT półwłębnie smołowanej -6 cm			
51			26-70	Podkład kamienny -34 cm	6,3 <sup>1)</sup>	31 <sup>1)</sup>	Kamień łamany granitowy z wypełnieniem wolnych przestrzeni niesortem i piaskiem

# WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH NAWIERZCHNI DROGI

**Krajowej nr 84 Radom - Barwinek, odc. Majdan Królewski-  
Komorów,  
zatoki autobusowe, km 150+300 – 154+100**

L.p.	Miejsce pobrania		Przełot warstwy w cm	Rodzaj warstwy/ grubość	Wyniki badań		Uwagi dotyczące rodzaju i uziarnienia kruszyw
	Otwór nr	km			Zawartość ziaren < 0,075 mm	Wskaźnik piaskowy frakcji 0-4 mm	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Z-1	150+960 str.L	0-8	MMA -8 cm			
2			8-24	PT -16 cm	4,4	22	Klinowany tłuczeń dolomitowy 0/80 mm
3			24-33	KSM -9 cm	4,3	42	Mieszanka naturalna 0/80 mm
4	Z-2	152+870 str.L	0-21	MMA -21 cm			
5			21-57	CHB -36 cm			
7	Z-3	153+020 str.P	0-23	MMA -23 cm			
8			23-44	CHB -21 cm			
9			44-56	KSM -12 cm	5,6	61	Mieszanka naturalna 0/100 mm

skrótly:

MMA – warstwa jezdna z mieszanki mineralno-asfaltowej

CHB – chudy beton

KSM – kruszywo stabilizowane mechanicznie

PSC – podbudowa stabilizowana cementem

PT – podbudowa tłuczniowa

WMS – warstwa jezdna z masy mineralno-smołowanej

KWiRNPiP Tablica 7:

Właściwość	Grupa gruntów		
	niewysadzinowy	wątpliwy	wysadzinowy
Zawartość cząstek ≤ 0,075 mm wg PN-88/B-04481, [%]	<15	15-30	>30
Wskaźnik piaskowy wg BN-64/8931-01, WP	>35	25-35	<25

Kierownik Zespołu Kruszyw  
  
mgr inż. Robert Dzedzic

12			52-75	KSM -23 cm	21,4	20	Zagliniona mieszanka naturalna 0/25		
13	2A		0-15	MMA -15 cm					
14			15-75	KSM -60 cm	11,0	22	Mieszanka naturalna 0/31,5 mm		
15	2B		0-13	MMA -13 cm					
16			13-22	PT -9 cm	5,0	18	Klinowany tłuczeń kwarcytowy 0/80		
17			22-60	KSM -38 cm	11,3	22	Mieszanka naturalna 0/31,5 mm		
18	3	151+550 str.P	0-24	MMA -24 cm					
19				24-37	PT -13 cm	6,6	24	Klinowany tłuczeń porfirowy 0/50 mm	
20				37-50	Podkład kamienny -13 cm	11,6 <sup>1)</sup>	24,0 <sup>1)</sup>	Kamień łamany bazaltowy z wypełnieniem wolnych przestrzeni mieszanką naturalną	
21				50-65	KSM -15 cm	9,5	25,0	Mieszanka naturalna o dużej zawartości piasku 0/31,5 mm	
22			3A		0-23	MMA -23 cm			
23					23-60	Rozkruszona PSC -37 cm	6,6	26	Mieszanka naturalna z okruszami stabilizacji cementem
24			3B		0-17	MMA -17 cm			
25		17-38		KSM -21 cm	3,5	-	Żwir polodowcowy 10/80 mm		
26		38-60		KSM -22 cm	13,7	34	Mieszanka piasku z żuzłem paleniskowym 0/20		
27	4	151+800 str.L	0-21	MMA -18 cm					
28				21-47	PT -13 cm	3,6	33,0	Klinowany tłuczeń granitowy 0/63 mm	
29				47-95	KSM -15 cm	6,9	26	Mieszanka naturalna 0/40 mm	
30	4A		0-20,5	MMA -18 cm					
31			20,5-45	PT -13 cm	5,5	25,0	Klinowany tłuczeń porfirowo-granitowy 0/63		
32			45-90	KSM -15 cm	5,8	30	Mieszanka naturalna 0/40 mm		
33	4B		0-8	MMA -18 cm					

52	6B		0-11	MMA -11 cm			
53			11-19	PT -8 cm	5,2	25	Klinowany tłużeń kwarcytowy 0/50 mm
54			19-57	KSM -38 cm	11,6	39	Mieszanka naturalna o dużej zawartości piasku, 0/20 mm
55	7		0-25	MMA -25 cm			
56			25-42	PT -17 cm	4,7	24	Klinowany tłużeń granitowy 0/80 mm
57			42-55	Podkład kamienny -13 cm			Kamień łamany granitowy
58			55-70	KSM -15 cm	10,3	23	Mieszanka naturalna o dużej zawartości piasku, 0/25 mm
59			7A	153+500 str.P	0-11	MMA -11 cm	
60	11-21	KSM -10 cm			2,5	44	Mieszanka naturalna 0/40 mm
61	21-24	WMS -3 cm					
62	24-50	PT -26 cm			1,7	42	Klinowany tłużeń granitowy 0/80 mm
63	7B		0-13	MMA -13 cm			
64			13-23	KSM -10 cm	3,1	34	Mieszanka naturalna o małej zawartości piasku, 0/50 mm
65			23-26	WMS -3 cm			
66			26-48	KSM -22 cm	8,1	32	Mieszanka naturalna 0/40 mm
67	8	153+900 str.L	0-27	MMA -27 cm			
68			27-37	PT -10 cm	6,3	34	Klinowany tłużeń granitowy 0/63 mm
69			37-49	Podkład kamienny -12 cm	11 <sup>1)</sup>	32 <sup>1)</sup>	Kamień łamany granitowy z wypełnieniem wolnych przestrzeni mieszanką naturalną
70			49-56	podsyпка piaskowa -7 cm	8,2	42	Piasek średni
71			8A	0-20	MMA -20 cm		

72			20-48	PSC, rozkruszona -28 cm	3,1	42	
73	8B		0-11	MMA -11 cm			
74			11-32	PT -21 cm	2,3	-	Tłuczeń wapienno- kwarcytowy 40/120 mm

skróty:

MMA – warstwa jezdna z mieszanki mineralno-asfaltowej

CHB – chudy beton

KSM – kruszywo stabilizowane mechanicznie

PSC – podbudowa stabilizowana cementem

PT – podbudowa tłuczniowa

WMS – warstwa jezdna z masy mineralno-smołowanej

KWiRNPIP Tablica 7:

Właściwość	Grupa gruntów		
	niewysadzinowy	wątpliwy	wysadzinowy
Zawartość cząstek $\leq$ 0,075 mm wg PN- 88/B-04481, [%]	<15	15-30	>30
Wskaźnik piaskowy wg BN-64/8931-01, WP	>35	25-35	<25