



**Instytut Badawczy Dróg i Mostów**  
Zakład Technologii Nawierzchni  
Pracownia Technologii Nawierzchni  
ul. Instytutowa 1  
03-302 Warszawa

## **ZAŁĄCZNIK 47**

do sprawozdania nr TN-2/3822/2/16  
pt. „Opracowanie technologii naprawy i wzmocnienia nawierzchni jezdni  
ulic na terenie m.st. Warszawy – etap II”

ulica: **CZOŁOWA**  
na odcinku: **Kaweckiej - Bohaterów**



## 1. Inwentaryzacja ulicy

Na podstawie umowy nr DPZ/70/PN/59/16 z dnia 12.08.2016 r. pracownicy IBDiM przeprowadzili oględziny stanu nawierzchni ul. Czołowej na odcinku od ul. Kaweckiej do ul. Bohaterów. Na analizowanym odcinku rozpoznano i zarejestrowano uszkodzenia takie jak:

- spękania podłużne, poprzeczne i skupiska rys,
- deformacje trwałe (koleiny),
- łatanie nawierzchni,
- obniżone/podniesione studzienki,
- wyboje.

Arkusze inwentaryzacji ulicy zostały załączone do sprawozdania.

## 2. Wyznaczenie modułów sztywności i nośności nawierzchni

Na ul. Czołowej na odcinku od ul. Kaweckiej do ul. Bohaterów wykonano pomiary ugięć metodą FWD. Uzyskane ugięcia zostały przeliczone na ugięcia miarodajne zgodnie z metodologią opisaną w Katalogu Przebudów i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych (2014). Na tej podstawie wyznaczono pozostałą trwałość konstrukcji nawierzchni. Na tym etapie dokonano również podziału całego odcinka drogi na odcinki jednorodne z uwagi na podobieństwo ugięć miarodajnych nawierzchni. Wyniki obliczeń przedstawiono w tabelicy 1. Zero pomiarowe, tj. pikietaż 0+000 przyjęto od linii krawężników ul. Kaweckiej.

**Tabela 1. Prognoza trwałości bez wzmocnienia**

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Liczba osi obliczeniowych	Grubość warstw asf.	Grubość podbudowy	Rodzaj podbudowy
	od, km	do, km	100 kN	cm	cm	
1	0.000	0.600	0	16.6	8.0	beton

W następnym etapie wybrano różne scenariusze wzmocnienia, m.in. z zastosowaniem samej wymiany warstw asfaltowych oraz z zastosowaniem podniesienia niwelety. Obliczono trwałość konstrukcji dla poszczególnych scenariuszy. Do tych obliczeń wykorzystano metodę mechanistyczną opisaną w Katalogu Przebudów i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych (2014). Dane wejściowe do tych obliczeń pochodzą z wyników badań laboratoryjnych mieszanek mineralno-asfaltowych oraz z obliczeń odwrotnych z badań FWD i pomiarów grubości konstrukcji.

**Tablica 2. Badania FWD - ugięcia i grubości**

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Ugięcia, $\mu\text{m}$			
	od, km	do, km	$U_{\text{śred}}$	$S_U$	$U_m$	$U_{\text{obl}}$
1	0,000	0,600	516	263	1041	<b>1,80</b>

**Grubości warstw**

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Grubości, cm		Rodzaj podbudowy
	od, km	do, km	Asfalt	Podbud.	
1	0,000	0,600	16,6	8,0	beton

Na podstawie obliczeń odwrotnych wykonanych na wynikach pomiarów FWD wyznaczono moduły sztywności górnych warstw nawierzchni, podbudowy i podłoża, które następnie wykorzystano w analizie metodą mechanistyczną. Wyniki obliczeń metodą mechanistyczną oraz wyniki badań materiałowych wykorzystano do obliczenia wariantów trwałości konstrukcji na podstawie kryteriów zmęzeniowych określonych w Katalogu. Wyniki obliczeń trwałości wariantów wzmocnienia przedstawiono w tablicy 3.

Z uwagi na fakt prowadzenia weekendowego remontu, o niepełnej trwałości projektowej, do obliczenia kategorii ruchu zastosowano metodę przybliżoną, tj. przeliczono dane uzyskane z pomiarów natężenia ruchu. Z obliczeń wynika, że nawierzchnia obciążona będzie ruchem kategorii KR3 (prognozowany ruch: 211 tyś. osi obliczeniowych 100 kN/8 lat).

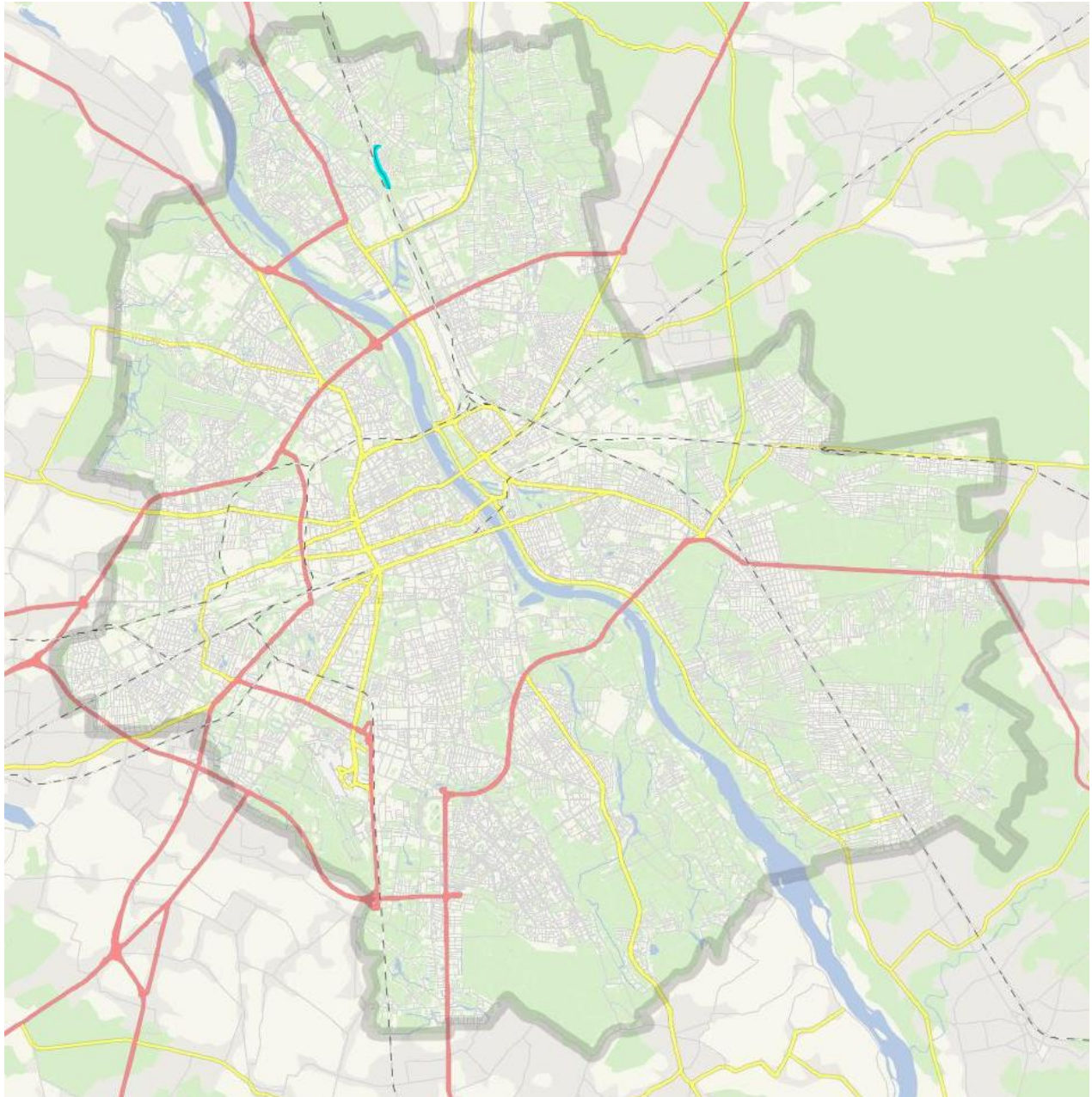
**Tablica 3. Prognoza trwałości wg wariantów wzmocnienia**

Wariant wzmocnienia	Odkształcenie w spodzie warstw asfaltowych, $\mu\text{m}/\text{m}$	Odkształcenie w stropie podłoża gruntowego, $\mu\text{m}/\text{m}$	Trwałość, osie 100 kN
<b>Odcinek 1</b>			
-17+3+14	109	445	1,4 mln
-12+3+9	220	701	187 000
-12+3+10	195	623	317 000

### 3. Odwierty z nawierzchni

W nawierzchni ul. Czołowej na odcinku od ul. Kaweckiej do ul. Bohaterów wykonano odwierty kontrolne. Lokalizację pobrań przedstawiono na rysunku 1. Próbkę odwiercono w celu ustalenia stanu i rodzaju istniejącej konstrukcji nawierzchni oraz stanu i rodzaju podłoża gruntowego wraz z określeniem niezbędnych właściwości materiałowych w badaniach laboratoryjnych. Rozpoznano warstwy geotechniczne w

podłożu oraz rozpoznano grupy nośności podłoża. Opracowano przekroje konstrukcyjne wraz z opisem technologii i materiałów. Dodatkowo, w obrębie występowania gruntów niespoistych wykonano sondowania DPL w celu określenia zagęszczenia.



**Rysunek 1    Lokalizacja odcinka**

Badania na ul. Czołowej przeprowadzone były na odcinku o długości ok. 600 m. Wykonano 1 przewiert rdzeniowy i 1 wiercenie geotechniczne z sondowaniem DPL.

**Nr otworu: 1**

**Ulica: Czołowa**

**Lokalizacja:** prawa strona jezdni

**Kilometraż:** 0+250

**Współrzędne:**

X:02059160


Y:5219523

**Data:** 09.2016


Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,15	4,6	16,6	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		10,0		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,15 – 0,17	2,0		podbudowa	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
4	0,17 – 0,25	8,0	-	podbudowa	beton pokruszony
5	>0,25	-	-	-	nasyp niekontrolowany – piasek drobny z gruzem (Pd+gruz)





				<b>KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO</b>						Zał.Nr.		
Rejon: Czołowa Miejscowość: Warszawa Województwo: mazowieckie				Obiekt: Czołowa Zlecniodawca: IBDIM						Profil numer Czołowa 1		
				Rzędna:								
				Skala 1 : 25						Data wiercenia: 2016-09		
Wiercenie	Głębokość zwiększenia wody [m p.p.l]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przelot [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Wilgotność	ID	IL	Stan gruntu	Grupa nośności podłoża
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
						Nawierzchnia asfaltowa	-	-				
		Nasyt			0.25	nasyt niekontrolowany (piasek,gruz,żuzel)	nN				-	-
		Nasyt			0.55	pył, szaro-brązowy						
			1.0				II	mw		0.20	tpl	G4
			2.0		1.85	piasek drobny, jasnoszary	Pd		0.62		szg	G1
					2.25							

Rysunek wykonano programem "GeoStar" zgodnie z Domyslna (zgodna z tematem)

			<b>WYNIKI BADAŃ SONDĄ DYNAMICZNĄ</b>				Zał.Nr:								
			Profil numer Czołowa 1				Sonda Nr:								
Rejon: Czołowa Miejscowość: Warszawa Województwo: mazowieckie			Obiekt: Czołowa Zleceńodawca: IBDIM				Typ sondy: DPL								
							Rzędna:								
							Skala 1 : 25	Data wiercenia: 2016-09							
Głębokość zwierciadła wody	Stratygrafia	Profil litologiczny			Stopień zageszczenia				Interpretacja						
[m.p.p.t]		[m]			Luźny	Średnio zag.	Zageszczony								
1	2	3	4	5	Ilość uderzeń na 10 cm wbicia sondy				N <sub>10</sub>	N <sub>cor</sub>	I <sub>D</sub> /(I <sub>s</sub> )	I <sub>s</sub>			
					5	10	15	20	25	30	35	7	8	9	10
			-												
	Nawyp Nawyp		nN()												
	Czwierzożółt Czwierzożółt	1.0	II												
		2.0	Pd									19	19	0.62	

Rysunek wykonano programem "GeoStar" zgodnie z Domyslna (zgodna z tematem)



#### 4. Karta przeglądu stanu nawierzchni ulicy

W „Karcie przeglądu stanu nawierzchni ulicy” przedstawiono podsumowanie i zalecenia dotyczące metody remontu nawierzchni wraz z podaniem technologii naprawy i przekrojami konstrukcyjnymi podpisanymi przez uprawnionego projektanta, w wariancie przedłużenia trwałości badanej drogi o średnio 8-10 lat w zakładanym podejściu naprawy weekendowej, o ile będzie to możliwe i uzasadnione.

Pracownicy IBDiM dokonali rejestracji stanu nawierzchni wraz z rozpoznaniem ilości, wielkości i/lub obszaru uszkodzeń, tj. spękań podłużnych, poprzecznych i skupisk rys, deformacji trwałej (koleiny), łatania nawierzchni, obniżonych/podniesionych studzienek i wybojów. Stan i ilość uszkodzeń przedstawiono w formularzach (Załącznik 5), a następnie zobrazowano poprzez utworzenie profilu uszkodzeń w formie graficznej i przedstawiono w „Kartach przeglądu stanu nawierzchni ulicy” dla poszczególnych ulic. Karty zostały załączone do niniejszego sprawozdania (Załącznik 2). W kartach oceniono stan nawierzchni oraz przedstawiono zalecenia technologiczne dotyczące dalszej eksploatacji nawierzchni. Stan techniczny i ilość/procent uszkodzeń na każde 100 mb pasa ruchu został oznaczony kolorami objaśnionymi poniżej:

	stan zły
	stan ostrzegawczy
	stan średni
	stan dobry

W „Kartach przeglądu stanu nawierzchni ulicy” wyszczególniono następujące uszkodzenia, które wyliczono według wzorów:

- Indeks spękań:

$$IS = L_p + 1/2 L_n, \text{ gdzie:}$$

$L_p$  – spękania pełne (przez całą szerokość pasa ruchu),

$L_n$  – spękania niepełne

	$IS > 3$
	$1 < IS < 3$
	$IS < 1$

- Spękania podłużne
- Spękania siatkowe i skupiska rys:

$$SS = (S_1 + S_{1-5} \times 3 + S_5 \times 5) / P, \text{ gdzie:}$$

S<sub>1</sub> – powierzchnia spękań do 1 m<sup>2</sup>

S<sub>1-5</sub> – powierzchnia spękań powyżej 1 m<sup>2</sup> ale do 5 m<sup>2</sup>

S<sub>5</sub> – powierzchnia spękań powyżej 5 m<sup>2</sup>

P – szerokość pasa ruchu przez powierzchnię pasa o długości 100 m

- Koleina:

	koleina wyraźna
	koleina mała > 30 %
	koleina mała < 30 %
	Brak koleiny

- Łaty:

	ilość > 5
	ilość 2-5
	ilość 1
	brak łat

- Niewyregulowane, wystające studzienki:

	ilość > 3
	ilość 2-3
	ilość 1-2
	brak

- Wyboje lub ubytki

	ilość > 2
	ilość 1-2
	Brak wybojów i ubytków

W „Karcie przeglądu stanu nawierzchni ulicy” przedstawiono obecny stan nawierzchni ul. Czołowej na odcinku od ul. Kaweckiej do ul. Bohaterów. Ogólny stan nawierzchni oceniono jako średni. Stwierdzono występowanie spękań poprzecznych o indeksie od 1 do 3 oraz powyżej 3. Stwierdzono występowanie spękań siatkowych i pojedynczych skupisk rys, szczególnie na lewej stronie. Nie zaobserwowano wyraźnego koleinowania nawierzchni. Nawierzchnia strony lewej odznaczała się licznym łataniami w ramach zabiegów utrzymaniowych, ale występowały też nienaprawiane ubytki i wyboje.

Na podstawie wyników badań FWD wydzielono 1 odcinek jednorodny, którego nośność była niewystarczająca do przeniesienia ruchu kategorii KR3.

## **5. Technologia naprawy**

W „Karcie przeglądu stanu nawierzchni ulicy” przedstawiono technologię naprawy ul. Czołowej na odcinku od ul. Kaweckiej do ul. Bohaterów. Jezdnia wymaga wzmocnienia w celu doprowadzenia do nośności zapewniającej przeniesienie prognozowanego ruchu. Aby przedłużyć żywotność nawierzchni, poprawić estetykę i komfort akustyczny, należy wymienić warstwy asfaltowe zastępując je warstwami o podwyższonej odporności na koleinowanie SMA i AC WMS. Podniesienie niwelety o 1 cm powinno podnieść trwałość remontu do 8 lat. Ze względu na indeks spękań na większej części odcinka należy zastosować wzmacniającą siatkę szklaną na całej powierzchni. W miejscach o widocznym koleinowaniu oraz 50 m na dojeździe do skrzyżowania należy dodatkowo zastosować siatkę szklano-węglową nasączoną asfaltem pod warstwą ścieralną.

**KONIEC**