



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

ZAŁĄCZNIK 6

do sprawozdania nr TN-2/3696/1/16
pt. „Opracowanie technologii naprawy i wzmocnienia nawierzchni jezdni ulic
na terenie m.st. Warszawy”

ulica: **Al. Niepodległości**
na odcinku: **Wiktorska - Wilanowska**

1. Inwentaryzacja ulicy

Przeprowadzono rejestrację stanu nawierzchni Al. Niepodległości na odcinku od ul. Wiktorskiej do ul. Wilanowskiej z rozpoznaniem uszkodzeń – spękania podłużne/poprzeczne/siatkowe/koleina, itd. Karty inwentaryzacji załączone są na płycie CD.

2. Wyznaczenie modułów sztywności i nośności nawierzchni

Na Al. Niepodległości na odcinku od ul. Wiktorskiej do ul. Wilanowskiej 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 tablicy 1. Zero pomiarowe, tj. pikietaż 0+000 przyjęto w osi krawężników ul. Wiktorskiej. Na podstawie wyników badań FWD stwierdzono, że cały oceniany odcinek ma zachowaną nośność na poziomie kategorii ruchu minimum KR4, jednak stan nawierzchni budzi zastrzeżenia.

Tablica 1. Prognoza trwałości bez wzmocnienia

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Liczba osi obliczeniowych 100 kN
	od, km	do, km	
1	0,000	1,000	> 6 MLN
2	1,000	1,550	> 6 MLN
3	1,550	1,900	> 6 MLN
4	1,900	2,240	> 6 MLN
A	0,000	0,600	> 6 MLN
B	0,600	1,200	> 6 MLN
C	1,200	1,425	> 6 MLN
D	1,425	1,675	> 6 MLN
E	1,675	1,900	> 6 MLN
F	1,900	2,250	> 6 MLN

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, zamieszczonych poniżej:

Odwiert 3

Gęstość objętościowa 2,502 Mg/m³

Gęstość 2,711 Mg/m³

Zaw. Lepiszcz 4,4 %

- obliczeń odwrotnych z badań FWD i pomiarów grubości konstrukcji dla kierunku Wilanowska → Wiktorska (tablica 2) i kierunku Wiktorska → Wilanowska (tablica 3):

Tablica 2. Badania FWD - ugięcia i grubości (Wilanowska → Wiktorska)

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Ugięcia, μm			
	od, km	do, km	U_{sred}	S_U	U_m	U_{obl}
1	0,000	1,000	97	23	143	0,22
2	1,000	1,550	77	27	131	0,20
3	1,550	1,900	115	25	164	0,25
4	1,900	2,240	88	23	135	0,21

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Grubości, cm		Rodzaj podbudowy
	od, km	do, km	Asfalt	Podbud.	
1 i 2	0,000	1,550	16,0	26,5	chudy beton
3 i 4	1,550	2,240	15,0	26,5	chudy beton

Tablica 3. Badania FWD - ugięcia i grubości (Wiktorska → Wilanowska)

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Ugięcia, μm			
	od, km	do, km	U_{sred}	S_U	U_m	U_{obl}
A	0,000	0,600	99	30	158	0,24
B	0,600	1,200	76	19	114	0,18
C	1,200	1,425	125	43	210	0,32
D	1,425	1,675	72	19	110	0,17
E	1,675	1,900	150	87	323	0,50
F	1,900	2,250	92	19	130	0,20

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Grubości, cm		Rodzaj podbudowy
	od, km	do, km	Asfalt	Podbud.	
A	0,000	0,600	17,5	19,0	chudy beton
B - F	0,600	2,250	15,2	22,0	chudy beton

Na podstawie obliczeń odwrotnych wyników 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 4.

Z uwagi na fakt prowadzenia weekendowego remontu, o niepełnej trwałości projektowej, do obliczenia kategorii ruchu zastosowano metodę przybliżoną, tj. przeliczono dane przekazane przez ZDM z jednodniowych pomiarów natężenia ruchu. Z obliczeń wynika, że nawierzchnia obciążona będzie ruchem kategorii KR3.

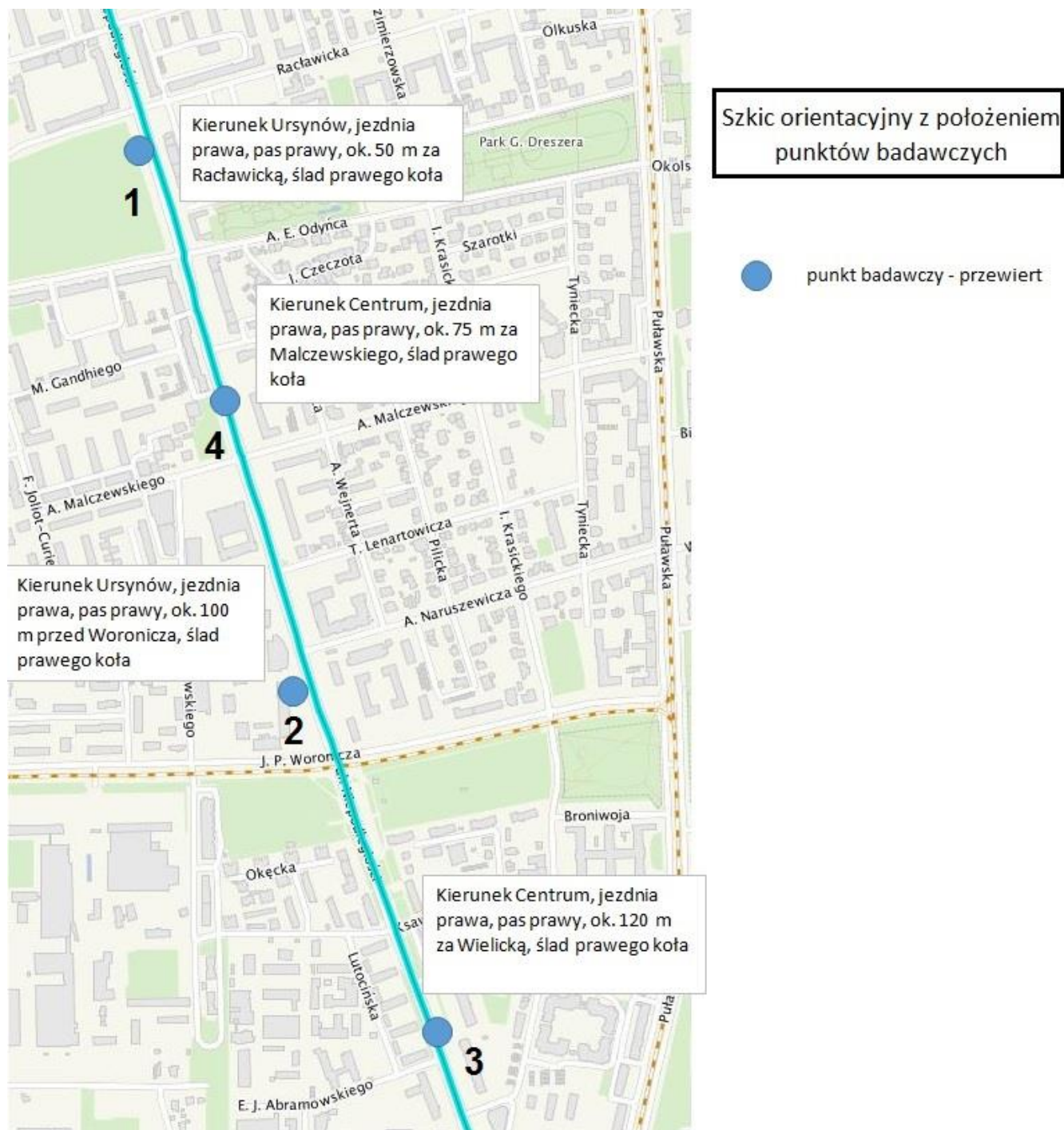
Tablica 4. Prognoza trwałości wg wariantów wzmocnienia

Wariant wzmocnienia	Odształcenie w spodzie warstw asfaltowych, $\mu\text{m}/\text{m}$	Odształcenie w stropie podłoża gruntowego, $\mu\text{m}/\text{m}$	Trwałość, osie 100 kN
Odcinek 1			
-12+3+9	67	-194	5 900 000
Odcinek 2			
-12+3+9	75	-212	3 800 000
Odcinek 3			
-12+3+9	95	-259	3 900 000
Odcinek 4			
-12+3+9	59	-172	15 800 000
Odcinek A			
-12+3+9	59	-222	22 600 000
Odcinek B			
-12+3+9	62	-195	13 800 000
Odcinek C			
-12+3+9	64	-247	4 800 000
Odcinek D			
-12+3+9	31	-140	50 000 000
Odcinek E			
-12+3+9	131	-306	1 300 000
Odcinek F			
-12+3+9	57	-223	18 700 000

3. Odwierty z nawierzchni

W nawierzchni AI. Niepodległości na odcinku od ul. Wiktorskiej do ul. Wilanowskiej 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 pobrań próbek

Badania na Al. Niepodległości przeprowadzone były na odcinku o dł. ok. 2,4 km od ul. Wiktorskiej do ul. Wilanowskiej, dzielnica Mokotów. Wykonano 4 otwory rdzeniowe.

Aleja Niepodległości posiada nawierzchnię asfaltową o grubości warstw bitumicznych 8,8 - 16,0 cm na podbudowie betonowej (chudy beton) o miąższości 19,0 – 27,0 cm. W otworach nr 1 i 2 pomiędzy nawierzchnią a podbudową stwierdzono występowanie warstwy górnej podbudowy zbudowanej z betonu asfaltowego o grubości 6,2 - 6,5 cm. Dokładną konstrukcję nawierzchni przedstawiono poniżej (z opisem przewiercanych warstw, ich funkcją i fotografią rdzeni).

Warstwa podbudowy zalega bezpośrednio na podłożu gruntowym, które stanowią grunty niespoiste w postaci pospółki (otwory 1, 3, 4) i piasku średniego (otwór 2). Pospółki i piaski średnie są gruntami niewysadzinowymi – grupa nośności G1.

Na badanym terenie, do głębokości wykonanych otworów, w podłożu gruntowym nie stwierdzono występowania wody gruntowej.

Nr otworu: 1

Ulica: Al. Niepodległości

Lokalizacja: wg mapy, jezdni

Współrzędne:

X:02100459

Y:5211516

Data: 03.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,11	5,0	11,0	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		6,0		wiążąca pokruszona	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,11 – 0,18	6,5	6,5	górna podbudowa	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
4	0,18 – 0,37	19,0	-	podbudowa	chudy beton
5	> 0,37	-	-	-	podłoże gruntowe (pospółka)



Nr otworu: 2

Ulica: Al. Niepodległości

Lokalizacja: wg mapy, jezdni

Współrzędne:

X:02100593

Y:5211245

Data: 03.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 - 0,09	4,5	9,0	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		4,5		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,09 – 0,15	5,5	6,2	górna podbudowa	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
4	0,15 – 0,37	22,0	-	podbudowa	chudy beton
5	> 0,37	-	-	-	podłoże gruntowe (piasek średni)



Nr otworu: 3

Ulica: Al. Niepodległości

Lokalizacja: wg mapy, jezdni

Współrzędne:

X:02101097

Y:5211070

Data: 03.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 - 0,16	6,0	16,0	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		10,0		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,16 – 0,43	27,0	-	podbudowa	chudy beton
4	> 0,43	-	-	-	podłoże gruntowe (pospółka)



Nr otworu: 4

Ulica: Al. Niepodległości

Lokalizacja: wg mapy, jezdni

Współrzędne:

X:02100528

Y:5211383

Data: 03.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 - 0,09	3,0	8,8	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		5,8		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,09 – 0,15	6,2	6,2	górna podbudowa	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
4	0,15 – 0,42	27,0		podbudowa	chudy beton
5	> 0,42	-	-	-	podłoże gruntowe (pospółka)



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 wariantach

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, spękań poprzecznych, siatkowych, występowania kolein, wybojów, ubytków, wystających studzienek, itd. Stan i ilość uszkodzeń nanoszono w formularzach, a następnie zobrazowano poprzez utworzenie profilu uszkodzeń w formie graficznej i przedstawiono w „Kartach przeglądu stanu nawierzchni ulicy” dla poszczególnych ulic. Oceniono tam stan nawierzchni oraz przedstawiono zalecenia technologiczne. Stan techniczny i ilość/procent uszkodzeń 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:

$IS = L_p + 1/2 L_n$, gdzie:

L_p – spękania pełne (przez całą szerokość pasa),

L_n – spękania niepełne

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

- Spękania podłużne
- Spękania siatkowe i skupiska rys:

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

S_1 – powierzchnia spękań do 1 m²

S_{1-5} – powierzchnia spękań powyżej 1 m² ale do 5 m²

S_5 – powierzchnia spękań powyżej 5 m²

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 wyboi i ubytków

W „Karcie przeglądu stanu nawierzchni ulicy” przedstawiono obecny stan nawierzchni Al. Niepodległości na odcinku od ul. Wiktorskiej do ul. Wilanowskiej oraz zaproponowano sposób i metodę remontu i wzmocnienia nawierzchni.

Ogólny stan nawierzchni oceniono jako średni. Na ulicy zaobserwowano liczne spękania poprzeczne, na niemalże całym odcinku indeks spękań > 3. Występowała mała ilość spękań siatkowych i skupisk rys nieprzekraczających 20 % powierzchni, zlokalizowanych głównie przy pęknięciach poprzecznych. Sporadycznie zaobserwowano pojedyncze koleiny na nawierzchni. Nawierzchnia była łatana w ramach zabiegów utrzymaniowych, ale występowały też pojedyncze nienaprawiane wyboje i ubytki.

Nawierzchnia charakteryzuje się występowaniem spękań powierzchniowych i odbitych od podbudowy. Aby przywrócić dobry stan oraz wygląd nawierzchni i uchronić nawierzchnię przed odtworzeniem spękań odbitych można wykonać naprawę w technologii weekendowego frezowania z wymianą warstw asfaltowych i ułożeniem

zbrojenia siatką szklaną na całej powierzchni remontowanej nawierzchni. Trwałość takiej naprawy powinna wynieść min. 8 lat do ponownego odwzorowania spękań odbitych, a jednocześnie przedłużyć żywotność konstrukcji do co najmniej 20 lat. W miejscach o widocznym koleinowaniu oraz 50 m na dojeździe do skrzyżowania należy dodatkowo zastosować siatkę szklano-węglową nasączoną asfaltem pod warstwą ścieralną.

KONIEC