



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

ZAŁĄCZNIK 10

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

ulica: **Al. ZJEDNOCZENIA**
na odcinku: **Żeromskiego - Marymoncka**

1. Inwentaryzacja ulicy

Przeprowadzono rejestrację stanu nawierzchni AI. Zjednoczenia na odcinku od ul. Żeromskiego do ul. Marymonckiej z rozpoznaniem uszkodzeń – spękania podłużne/poprzeczne/siatkowe/koleina, itd. Karty inwentaryzacji załączone są na płycie CD.

2. Wyznaczenie modułów sztywności i nośności nawierzchni

Na nawierzchni AI. Zjednoczenia na odcinku od ul. Żeromskiego do ul. Marymonckiej 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. Żeromskiego.

Tablica 1. Prognoza trwałości bez wzmocnienia

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Liczba osi obliczeniowych
	od, km	do, km	100 kN
1	0,000	0,275	0
2	0,275	0,550	500 000
3	0,550	0,952	0

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 1

Gęstość objętościowa 2,512 Mg/m³

Gęstość 2,722 Mg/m³

Zaw. Lepiszcza 3,9 %

- obliczeń odwrotnych z badań FWD i pomiarów grubości konstrukcji

Tablica 2. Badania FWD - ugięcia i grubości

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Ugięcia, μm			
	od, km	do, km	U_{sred}	S_u	U_m	U_{obl}
1	0,000	0,275	465	159	783	1,21
2	0,275	0,550	228	80	389	0,60
3	0,550	0,952	568	144	856	1,33

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Grubości, cm		Rodzaj podbudowy
	od, km	do, km	Asfalt	Podbud.	
1	0,000	0,275	9,3	17,2	kostka kamienna
2	0,275	0,550	9,0	15,5	kostka kamienna
2	0,550	0,952	6,5	19,0	kostka kamienna

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 3.

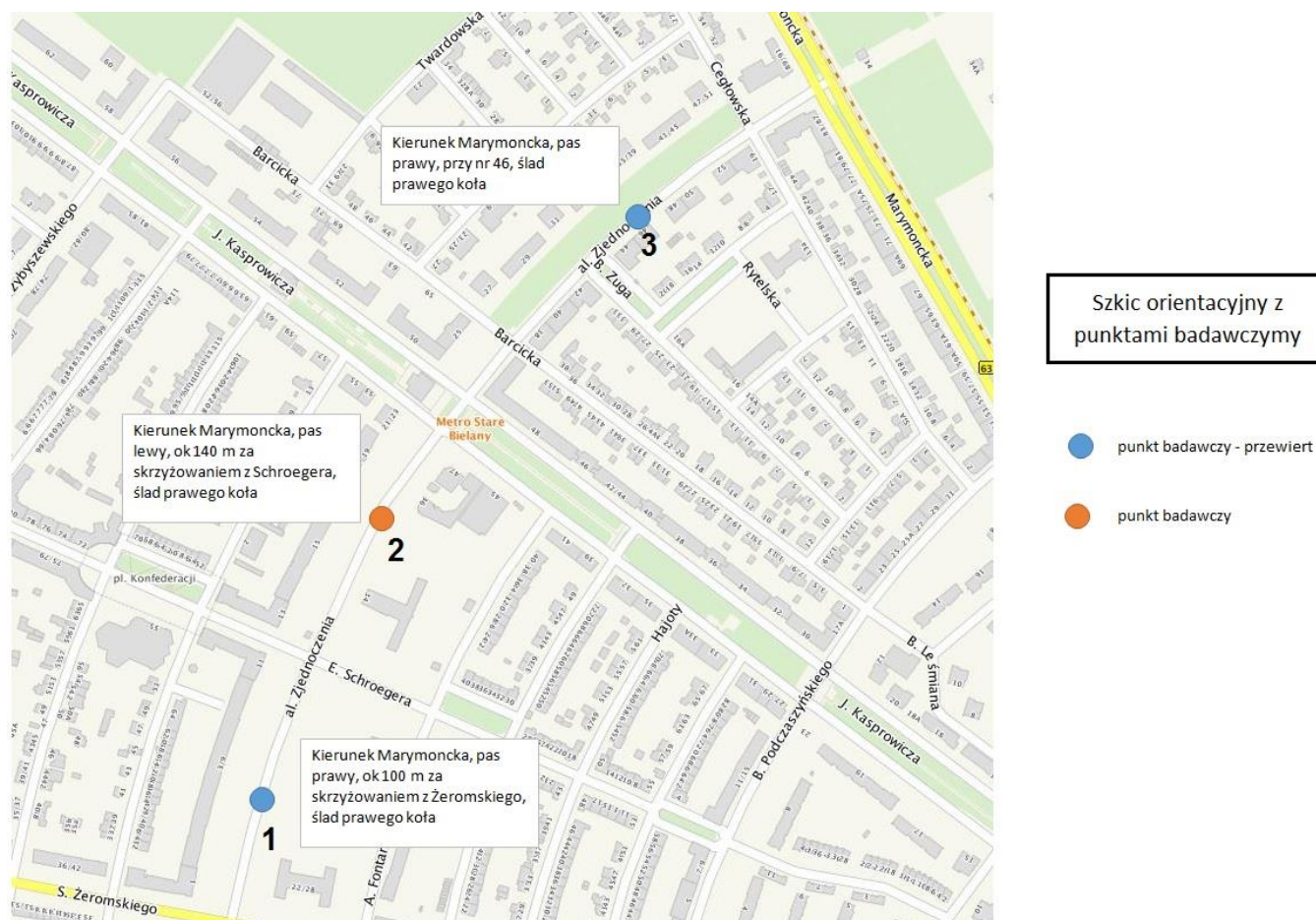
Z uwagi na fakt prowadzenia weekendowego remontu, o niepełnej trwałości projektowej, do obliczenia kategorii ruchu zastosowano metodę przybliżoną, tj. przeliczono dane przekazane przez ZDM z jednodniowych pomiarów natężenia ruchu. Z obliczeń wynika, że nawierzchnia obciążona będzie ruchem kategorii KR3. Na podstawie wyników badań FWD wydzielono 3 odcinki jednorodne, z czego 2 skrajne charakteryzowały się wyczerpaną nośnością z uwagi na wartość ugięć, a środkowy cechowała pozostała trwałość na poziomie kategorii ruchu KR2.

Tablica 3. Prognoza trwałości wg wariantów wzmocnienia

Wariant wzmocnienia	Odkształcenie w spodzie warstw asfaltowych, $\mu\text{m/m}$	Odkształcenie w stropie podłoża gruntowego, $\mu\text{m/m}$	Trwałość, osie 100 kN
Odcinek 1			
-9+3+6	192	-842	85 000
-9+3+9	157	-650	260 000
Odcinek 2			
-9+3+6	176	-560	510 000
Odcinek 3			
-7+3+5	286	-1242	14 000
-7+3+7	224	-913	60 000

3. Odwierty z nawierzchni

W nawierzchni Al. Zjednoczenia na odcinku od ul. Żeromskiego do ul. Marymonckiej wykonano odwierty kontrolne. Lokalizację pobrań przedstawiono na rysunku 1. Próbki 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. Zjednoczenia przeprowadzone były na odcinku o dł. ok. 0,9 km od ul. Żeromskiego do ul. Marymonckiej, dzielnica Bielany. Wykonano 3 otwory rdzeniowe i jeden geotechniczny z sondowaniem DPL.

Aleja Zjednoczenia posiada nawierzchnię asfaltową o grubości warstw bitumicznych 6,2 - 9,0 cm. Podbudowę stanowi kostka kamienna o miąższości 16,0-19,0 cm. W otworze nr 1 pomiędzy nawierzchnią a podbudową stwierdzono występowanie warstwy górnej podbudowy zbudowanej z betonu asfaltowego o grubości 3,1 cm. Dokładną konstrukcję nawierzchni przedstawiono poniżej na fotografiach i w tablicach.

Warstwa podbudowy zalega bezpośrednio na nasypie (otw. 1 i 2) oraz na podłożu gruntowym - piasek (otw. 3).

- Nasyp niekontrolowany – zbudowany z piasku, gliny, żwiru i kamieni, małowilgotny, średniozagęszczony, o ID = 0,50, ze względu na niejednorodność grupy nośności nie określono.
- Piasek drobny jest gruntem niewysadzinowym – grupa nośności G1.

Na badanym terenie, do głębokości wykonanych otworów, w podłożu gruntowym nie stwierdzono występowania wody gruntowej. Dokładna budowa geologiczna, miąższość warstw oraz wykres sondowania zostały pokazane na kartach otworów geotechnicznych oraz kartach sondowań.

Nr otworu: 1

Ulica: **Aleja Zjednoczenia**

Lokalizacja: wg mapy, jezdni

Współrzędne:

X:02056530

Y:5216407

Data: 03.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 - 0,06	2,2	6,2	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
2		4,0		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
3	0,06 – 0,09	3,1	3,1	górna podbudowa	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
4	0,09 – 0,20	17,2	-	podbudowa	kostka kamienna
5	> 0,26	-	-	-	nasyp piaszczysty



Nr otworu: 2

Ulica: Aleja Zjednoczenia

Lokalizacja: wg mapy, jezdni

Współrzędne:

X:02056588

Y:5216491

Data: 03.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 - 0,09	4,0	9,0	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
2		5,0		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
3	0,09 – 0,25	16,0	-	podbudowa	beton
4	> 0,25	-	-	-	nasyp piaszczysty



Nr otworu: 3

Ulica: Aleja Zjednoczenia

Lokalizacja: wg mapy, jezdni

Współrzędne:



X:02057114

Y:5216577

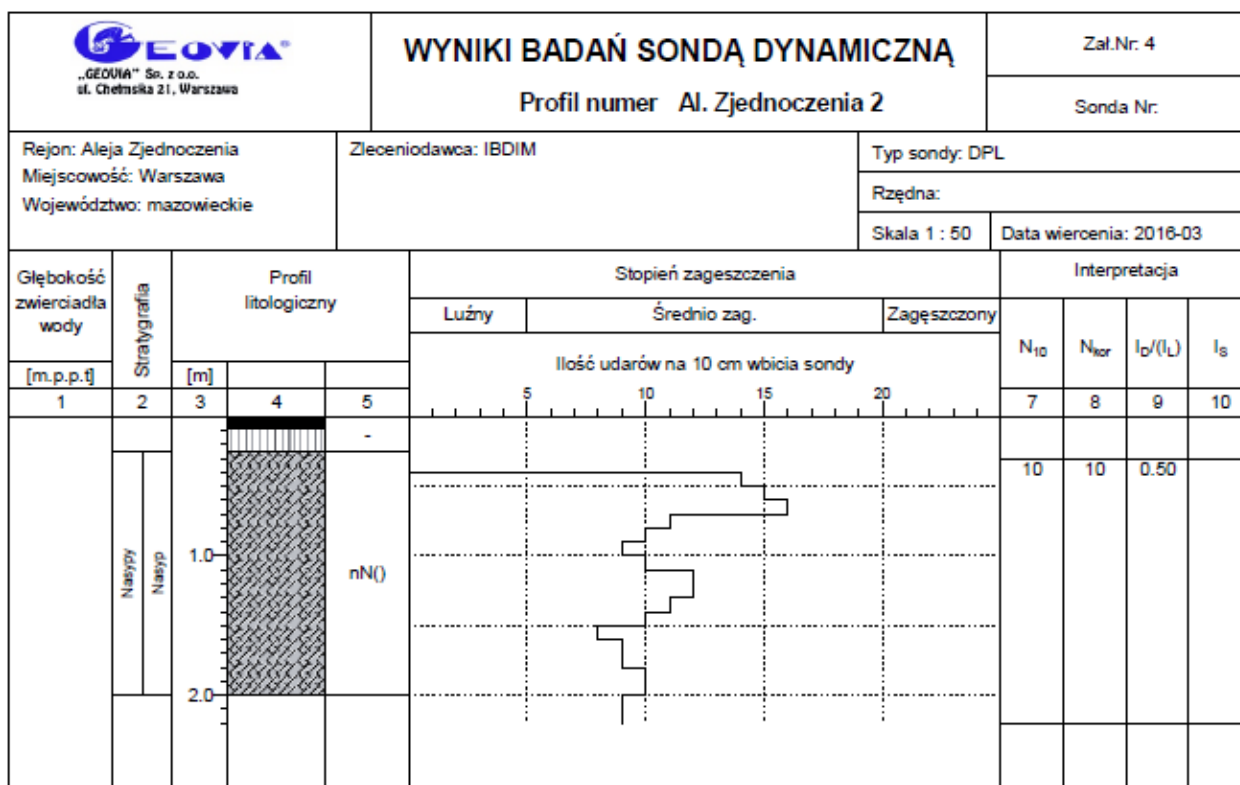
Data: 03.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 - 0,07	3,0	6,5	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
2		3,5		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
3	0,07 – 0,26	19,0	-	podbudowa	kostka kamienna
4	> 0,26	-	-	-	podłoże gruntowe (piasek drobny)



				KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO Profil numer Al. Zjednoczenia 2				Zał.Nr. 3 Wiertnica:		
Miejscowość: Warszawa Województwo: mazowieckie				Obiekt: Al. Zjednoczenia Zlecniodawca: IBDIM Wiercenie: Geovia Sp. z o.o.				System wiercenia:		
								Rzędna:		
								Skala 1 : 50	Data wiercenia: 2016-03	
Wiercenie	Głębokość zwierciadła wody [m p.p.t]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przebieg [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: white;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: white;"></div> </div> Nasypy Nasyp	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: white;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: white;"></div> </div> 1.0 2.0		0.09	Nawierzchnia asfaltowa	-		mw	szg
0.25	nasyp niekontrolowany (piasek, glina, żwir, kamienie)				nN					
					2.00					

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



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 wariantcie 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. Zjednoczenia oraz zaproponowano sposób i metodę remontu i wzmocnienia nawierzchni.

Ogólny stan nawierzchni oceniono jako zły. Na ulicy zaobserwowano liczne spękania poprzeczne, o indeksie spękań powyżej 3, szczególnie zlokalizowane na odcinku środkowym. W umiarkowanej ilości występują spękania siatkowe i skupiska rys nieprzekraczające 20 % powierzchni. Kolejną zaobserwowano lokalnie w pobliżu zatok autobusowych. Nawierzchnia była łatana w ramach zabiegów utrzymaniowych, ale występują też liczne nienaprawiane wyboje.

W celu doprowadzenia ulicy do kategorii ruchu KR3 w 20-letnim okresie eksploatacji należałoby wykonać pełną przebudowę nawierzchni lub zastosować wymianę warstw asfaltowych z podniesieniem niwelety drogi od 2 do 6 cm, co wiązałoby

się z większą przebudową chodników, dojazdów, zatok i skrzyżowań z innymi ulicami. Przy zastosowaniu technologii weekendowego frezowania polegającej na zastosowaniu zbrojenia całej powierzchni siatką szklaną nasączoną asfaltem i wymianie warstw asfaltowych trwałość takiej naprawy bez uwzględnienia wpływu siatek powinna wynieść minimum 7 lat na odcinku środkowym oraz 0,5-1 rok na odcinkach o wyczerpanej nośności. Jeśli weźmie się pod uwagę pozytywny wpływ siatek zbrojących nawierzchnię, trwałość powinna być przedłużona do około 11 lat na odcinku środkowym oraz 2-3 lata na odcinkach skrajnych. W miejscach o widocznym koleinowaniu oraz 50 m na dojeździe do skrzyżowania należy dodatkowo zastosować siatkę szklano-węglową nasączoną asfaltem pod warstwą ścieralną.

KONIEC