



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

## **ZAŁĄCZNIK 24**

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: **17-tego STYCZNIA**  
na odcinku: **Żwirki i Wigury - al. Krakowska**



## 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. 17-tego Stycznia na odcinku od ul. Żwirki i Wigury do Al. Krakowskiej. 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. 17-tego Stycznia na odcinku od ul. Żwirki i Wigury do Al. Krakowskiej 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 i 2. Zero pomiarowe, tj. pikietaż km 0+000 przyjęto od linii krawężników ul. Żwirki i Wigury.

**Tablica 1. Prognoza trwałości bez wzmocnienia – jezdni prawa**

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Liczba osi obliczeniowych 100 kN	Grubość warstw asf. cm	Rodzaj podbudowy
	od, km	do, km			
1	0.000	0.400	>10 mln	7.8	beton + kruszywo
2	0.400	0.800	>10 mln	9.8	beton
3	0.800	1.350	>10 mln	8.5	beton + kruszywo
4	1.350	1.575	> 10 mln	9.8	beton + kruszywo
5	1.575	1.742	150 000	13.5	beton + kruszywo

**Tablica 2. Prognoza trwałości bez wzmocnienia – jezdnia lewa**

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Liczba osi obliczeniowych 100 kN	Grubość warstw asf. cm	Rodzaj podbudowy
	od, km	do, km			
A	0.000	0.100	>10 mln	12.9	kruszywo
B	0.100	1.000	600 000	11.5	kruszywo
C	1.000	1.750	300 000	32.9	beton + kruszywo

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 3. Badania FWD - ugięcia i grubości**

**Jezdnia prawa**

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Ugięcia, $\mu\text{m}$			
	od, km	do, km	$U_{\text{sred}}$	$S_U$	$U_m$	$U_{\text{obl}}$
1	0,000	0,400	193	63	319	<b>0,48</b>
2	0,400	0,800	157	27	211	<b>0,32</b>
3	0,800	1,350	186	69	325	<b>0,49</b>
4	1,350	1,575	142	32	206	<b>0,31</b>
5	1,575	1,742	220	105	430	<b>0,65</b>

**Grubości warstw**

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Grubości, cm		Rodzaj podbudowy
	od, km	do, km	Asfalt	Podbud.	
1	0,000	0,400	7,8	54,3	beton + kruszywo
2	0,400	0,800	9,8	40,2	beton
3	0,800	1,350	8,5	41,5	beton + kruszywo
4	1,350	1,575	9,8	43,2	beton + kruszywo
5	1,575	1,742	13,5	48,5	beton + kruszywo

**Jezdnia lewa**

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Ugięcia, $\mu\text{m}$			
	od, km	do, km	$U_{\text{sred}}$	$S_U$	$U_m$	$U_{\text{obl}}$
A	0,000	0,100	151	64	278	<b>0,36</b>

B	0,100	1,000	414	106	626	<b>0,82</b>
C	1,000	1,750	217	85	388	<b>0,59</b>

#### Grubości warstw

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Grubości, cm		Rodzaj podbudowy
	od, km	do, km	Asfalt	Podbud.	
A	0,000	0,100	12,9	63,1	kruszywo
B	0,100	1,000	11,5	59,5	kruszywo
C	1,000	1,750	32,9	48,5	beton + kruszywo

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 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 (prognozowany ruch: 1 000 000 osi obliczeniowych 100 kN/8 lat).

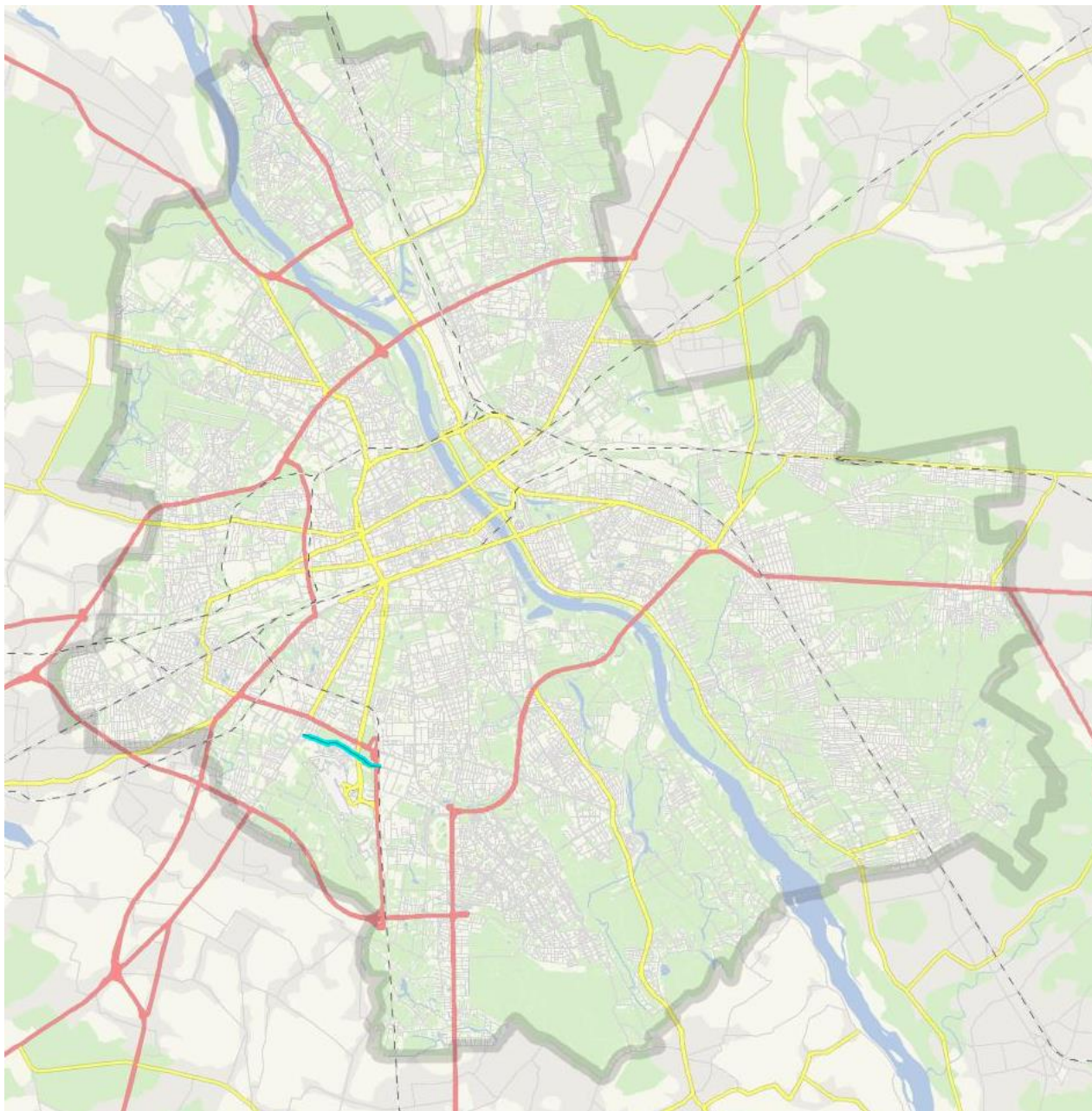
**Tablica 4. Prognoza trwałości wg wariantów wzmocnienia**

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 5</b>			
-13+3+10	111	208	4,1 mln
<b>Odcinek B</b>			
-12+3+9	160	205	1,2 mln
<b>Odcinek C</b>			
-12+3+9	108	111	2,4 mln
-15+3+12	98	108	3,3 mln

### 3. Odwierty z nawierzchni

W nawierzchni ul. 17-tego Stycznia na odcinku od ul. Żwirki i Wigury do Al. Krakowskiej 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 ulicy**

Badania na ul. 17-tego Stycznia przeprowadzone były na odcinku o długości ok. 1,8 km. Wykonano w sumie 8 przewiertów rdzeniowych i 2 wiercenia geotechniczne z sondowaniem DPL.

**Nr otworu: 1**

**Ulica: Ulica: 17-go Stycznia**

**Lokalizacja:** prawa strona jezdni

**Kilometraż:** 0+220

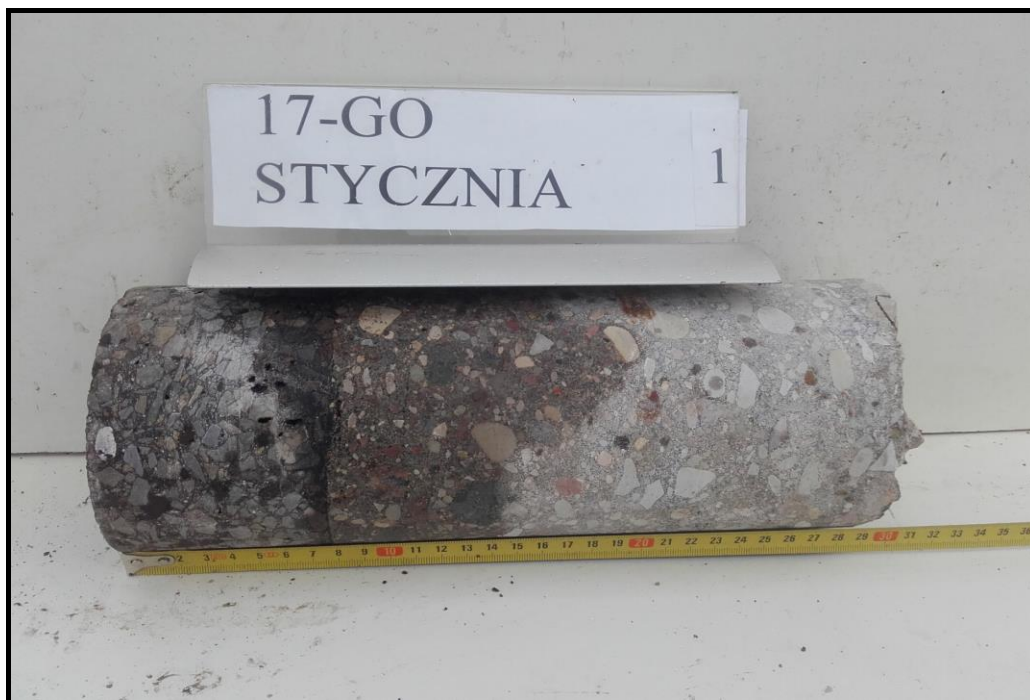
**Współrzędne:**

X:02058308

Y:5210520

**Data:** 10.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,08	4,0	7,8	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		3,8		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,08 – 0,28	20,5	-	podbudowa	beton
4	0,28 – 0,62	33,8	-	podbudowa	kruszywo łamane
5	>0,62	-	-	-	nasyp piaszczysty - piasek drobny + piasek średni (Pd + Ps)





**Nr otworu: 2**

**Ulica: 17-go Stycznia**

**Lokalizacja:** prawa strona jezdni

**Kilometraż:** 0+600

**Współrzędne:**

X:02058148

Y:5210586

**Data:** 10.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,09	4,0	9,8	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		5,8		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,09 – 0,50	40,2	-	podbudowa	beton (pęknięty)
4	>0,50	-	-	-	nasyp piaszczysty - piasek pylasty / pył (Pd/π)





**Nr otworu: 3**

**Ulica: Ulica: 17-go Stycznia**

**Lokalizacja:** prawa strona jezdni

**Kilometraż:** 1+050

**Współrzędne:**

X:02057525

Y:5211007

**Data:** 10.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,09	2,5	8,5	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		6,0		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,09 – 0,25	16,5	-	podbudowa	beton
4	0,25 – 0,50	25,0	-	podbudowa	kruszywo łamane
5	>0,50	-	-	-	nasyp piaszczysty - piasek pylasty / pył (Pd/π)



**Nr otworu: 4**

**Ulica: 17-go Stycznia**

**Lokalizacja:** prawa strona jezdni

**Kilometraż:** 1+450

**Współrzędne:**

X:02057366

Y:5211046

**Data:** 10.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,10	5,8	9,8	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		4,0		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,09 – 0,29	19,0	-	podbudowa	beton
4	0,29 – 0,53	24,2	-	podbudowa	kruszywo łamane
5	> 0,53	-	-	-	nasyp piaszczysty - piasek średni + pospółka (Pd + Po)



**Nr otworu: 5**

**Ulica: 17-go Stycznia**

**Lokalizacja:** prawa strona jezdni

**Kilometraż:** 1+700

**Współrzędne:**

X:02057231

Y:5211076

**Data:** 10.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,08	5,8	13,5	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		2,0		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,08 – 0,14	5,7		podbudowa	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
4	0,14 – 0,32	18,0	-	podbudowa	beton (popękany)
5	0,32 – 0,62	30,5	-	podbudowa	kruszywo łamane
6	> 0,62	-	-	-	nasyp piaszczysty + gruz



**Nr otworu: 6**

**Ulica: Ulica: 17-go Stycznia**

**Lokalizacja:** lewa strona jezdni

**Kilometraż:** 1+250

**Współrzędne:**

X:02057419

Y:5211027

**Data:** 10.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,11	5,5	10,5	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		5,0		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,11 – 0,33	22,5	-	podbudowa	beton
4	0,33 – 0,59	26,0	-	podbudowa	kruszywo łamane
5	> 0,59	-	-	-	nasyp piaszczysty - piasek drobny + piasek pylasty (Pd + P $\pi$ )



**Nr otworu: 7**

**Ulica: 17-go Stycznia**

**Lokalizacja:** lewa strona jezdni

**Kilometraż:** 0+320

**Współrzędne:**

X:02058273

Y:52105532

**Data:** 10.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,12	6,0	11,5	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		5,5		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,12 – 0,71	59,5	-	podbudowa	kruszywo łamane
4	> 0,71	-	-	-	Pył ( $\pi$ ) plastyczny, IL=0,30





**Nr otworu: 8**

**Ulica: Ulica: 17-go Stycznia**

**Lokalizacja:** lewa strona jezdni

**Kilometraż:** 0+600

**Współrzędne:**

X:02058378

Y:5210486

**Data:** 10.2016



Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,13	4,2	12,9	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		8,7		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,13 – 0,33	20,0			beton asfaltowy, mieszanka grysowa
4	0,33 – 0,45	12,1	-	podbudowa	kruszywo łamane
5	0,45 – 0,96	51,0	-	podbudowa	stabilizacja kruszywa z recyklingu (popękana)
6	>0,96	-	-	-	nasyp gliniasty



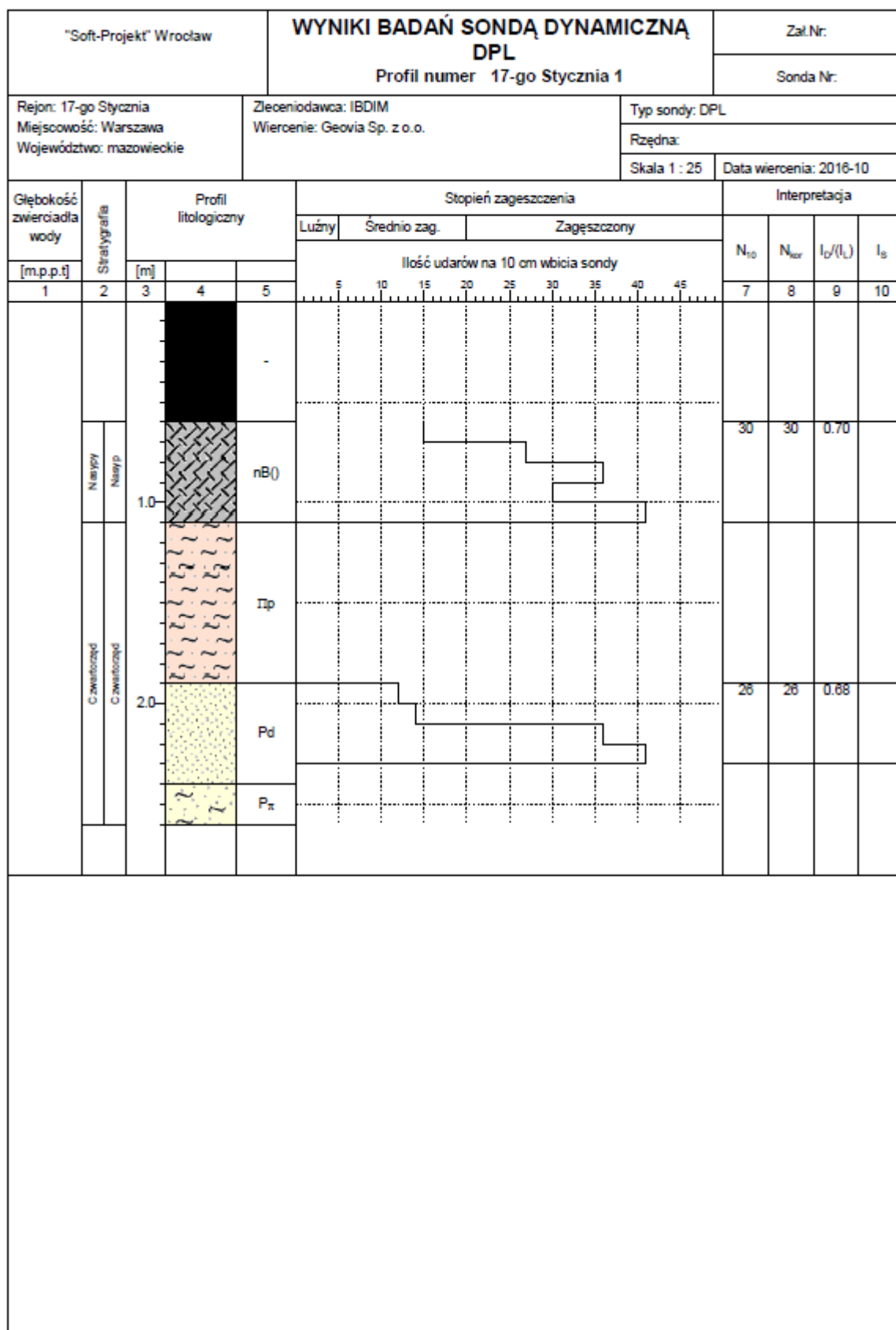


Geovia Spółka z o.o. Warszawa, Chelmska 21					KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO Profil numer 17-go Stycznia 1					Zał.Nr:  Wiertnica:			
Rejon: 17-go Stycznia Miejscowość: Warszawa Województwo: mazowieckie					Wiercenie: Geovia Sp. z o.o.					System wiercenia:			
										Rzędna:			
										Skala 1 : 25		Data wiercenia: 2016-10	
Wiercenie	Głębokość zwierciadła 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	
			1.0			Nawierzchnia asfaltowa	-						
		Nasyty		Nasyp		0.60	nasyp budowlany (piasek drobny+piasek średni)	nB	mw	0.70		zg	G1
		Czwartorzęd		Czwartorzęd		1.10	pył piaszczysty, brązowy	Πp	w		0.30	pl	G4
						1.90	piasek drobny, szary	Pd	mw	0.68	zg	G1	
				2.40	piasek pylasty, brązowy na pograniczu pyłu	P <sub>π</sub> /Π				G3			
				2.60									

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

Geovia Spółka z o.o. Warszawa, Chelmska 21				KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO Profil numer 17-go Stycznia 6				Zał.Nr: Wiertnica:						
Rejon: 17-go Stycznia Miejscowość: Warszawa Województwo: mazowieckie				Wiercenie: Geovia Sp. z o.o.				System wiercenia:						
								Rzędna:						
								Skala 1 : 25		Data wiercenia: 2016-10				
Wiercenie	Głębokość zwierciadła wody [m p.p.t]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przebieg [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		
		Nasyty Nasyty	1.0		0.60	Nawierzchnia asfaltowa	-	mw	0.60		-			
						nasyt niekontrolowany (piasek drobny+piasek pylasty+pył+gruz)							nN	
		Czwartorzęd Czwartorzęd		2.0		1.60	piasek drobny, brązowy przewarstwiony pyłem (IL=0,30)				Pd//II		szg	G1/G4
					2.60									

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



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

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 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:

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

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

$S_1$  – 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. 17-tego Stycznia na odcinku od ul. Żwirki i Wigury do Al. Krakowskiej. Ogólny stan nawierzchni oceniono jako średni. Z badań wynika, że jezdnia prawa na przeważającej części nie wymaga wzmocnienia. Na obu jezdniach zaobserwowano liczne spękania poprzeczne głównie o indeksie powyżej 3 oraz między 1 a 3. Stwierdzono występowanie spękań siatkowych i skupisk rys na całym ocenianym odcinku. Zaobserwowano lokalne deformacje nawierzchni. Nawierzchnia odznaczała się wielokrotnym łataniem w ramach zabiegów utrzymaniowych, szczególnie na jezdni lewej,



ale występowały też nienaprawiane ubytki. Na podstawie wyników badań FWD wydzielono 5 odcinków jednorodnych na jezdni prawej oraz 3 odcinki jednorodne na jezdni lewej. Z punktu widzenia ugięć, droga częściowo wymaga wzmocnienia.

## **5. Technologia naprawy**

W „Karcie przeglądu stanu nawierzchni ulicy” przedstawiono technologię naprawy ul. 17-tego Stycznia. W celu doprowadzenia całego odcinka ulicy do prognozowanej kategorii ruchu KR3 w 8 letnim okresie projektowym wymagane jest wzmocnienie jezdni lewej. Stwierdzono dużą ilość spękań nawierzchni, wielokrotne zabiegi utrzymaniowe oraz miejscowo znaczne koleiny, dlatego w celu poprawy właściwości eksploatacyjnych i przedłużyć żywotność nawierzchni należy wykonać wzmocnienie. Wymagana głębokość wymiany warstw asfaltowych podyktowana jest potrzebą zapewnienia odporności na deformacje trwałe nawierzchni. Należy wykonać głęboką wymianę warstw asfaltowych zastępując je warstwami o podwyższonej odporności na koleinowanie SMA i AC WMS. Dodatkowo z uwagi na indeks spękań należy zastosować wzmacniającą siatkę szklaną. W miejscach o widocznym koleinowaniu oraz 50 m na dojeździe do skrzyżowania należy dodatkowo zastosować siatkę szklano-węglową nasączoną asfaltem pod warstwą ścieralną.

**KONIEC**