



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

## **ZAŁĄCZNIK 8**

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

ulica: **CYRULIKÓW**  
na odcinku: **Chruściela – gr. miasta (Okuniewska)**

## 1. Inwentaryzacja ulicy

Przeprowadzono rejestrację stanu nawierzchni ul. Cyrulików na odcinku od ul. Chruściela do granic miasta (ul. Okuniewskiej) z rozpoznaniem uszkodzeń – spękania podłużne/poprzeczne/siatkowe/koleina, itd. Karty inwentaryzacji załączone są na płycie CD.

## 2. Wyznaczenie modułów sztywności i nośności nawierzchni

Na ul. Cyrulików na odcinku od ul. Chruściela do granic miasta (ul. Okuniewskiej) 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. Chruściela. Na podstawie wyników badań FWD wydzielono 4 odcinki jednorodne, z czego wszystkie z nich charakteryzowały się wyczerpaną nośnością z uwagi na wartość ugięć.

**Tablica 1. Prognoza trwałości bez wzmocnienia**

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Liczba osi obliczeniowych
	od, km	do, km	100 kN
1	0,000	0,650	0
2	0,650	0,950	0
3	0,950	1,500	0
4	1,500	2,175	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      2,446 Mg/m<sup>3</sup>

Gęstość                              2,747 Mg/m<sup>3</sup>

Zaw. Lepiszcz 4,7 %

- 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	0,650	343	237	816	<b>1,36</b>
2	0,650	0,950	620	265	1151	<b>2,09</b>
3	0,950	1,500	391	156	703	<b>1,06</b>
4	1,500	2,175	595	142	879	<b>1,33</b>

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Grubości, cm		Rodzaj podbudowy
	od, km	do, km	Asfalt	Podbud.	
1	0,000	0,650	10,0	20,0	chudy beton
2	0,650	0,950	7,5	19,5	beton cementowy
3	0,950	1,500	7,5	16,5	kruszywo
4	1,500	2,175	4,8	20,2	kruszywo

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 zmęczenia określonych w Katalogu. Wyniki obliczeń trwałości wariantów wzmocnienia przedstawiono w tablicy 3.

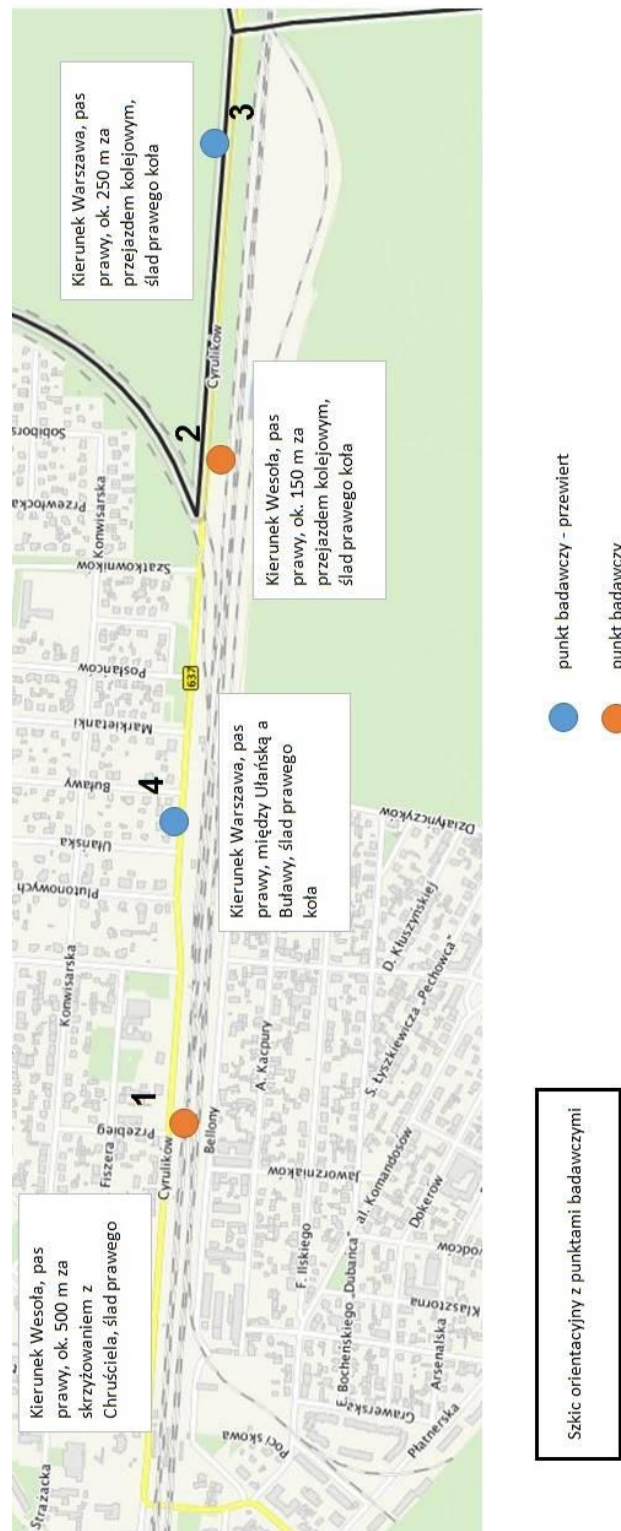
Z uwagi na fakt prowadzenia weekendowego remontu, o niepełnej trwałości projektowej, do obliczenia kategorii ruchu zastosowano metodę przybliżoną, tj. przeliczono dane przekazane przez ZDM z jednodniowych pomiarów natężenia ruchu. Z obliczeń wynika, że nawierzchnia obciążona będzie ruchem kategorii KR3.

**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
<b>Odcinek 1</b>			
-10+3+13	113	-470	1 120 000
-10+3+12	123	-521	706 000
-10+3+11	134	-580	436 000
-10+3+10	148	-649	265 000
<b>Odcinek 2</b>			
-7+3+14	117	-457	1 270 000
-7+3+13	129	-533	638 000
-7+3+12	141	-594	392 000
-7+3+7	240	-1126	22 000
<b>Odcinek 3</b>			
-7+3+13	124	-454	1 300 000
-7+3+12	131	-542	591 000
-7+3+11	143	-605	361 000
-7+3+7	188	-978	41 000
<b>Odcinek 4</b>			
-5+3+14	112	-450	1 360 000
-5+3+13	121	-499	857 000
-5+3+12	133	-555	532 000
-5+3+5	282	-1358	10 000

### 3. Odwierty z nawierzchni

W nawierzchni ul. Cyrulików na odcinku od ul. Chruściela do granic miasta (ul. Okuniewskiej) 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 ulicy Cyrulików przeprowadzone były na odcinku o dł. ok. 1,7 km od ul. Chruściela do granicy miasta (ul. Okuniewska), dzielnica Rembertów. Wykonano 4 otwory rdzeniowe i 2 geotechniczne z sondowaniami DPL.

Ulica Cyrulików posiada nawierzchnię asfaltową o grubości warstw bitumicznych 4,8 – 7,5 cm. Podbudowa zbudowana jest z betonu (otw. 1 i 4) o miąższości ok. 20,0 cm lub z kruszywa łamanego (otw. 2 i 3) o miąższości 16,0 - 20,0 cm. W otworze nr 1 pomiędzy nawierzchnią a podbudową stwierdzono występowanie warstwy górnej podbudowy zbudowanej z betonu asfaltowego o grubości 4,5 cm. Dokładną konstrukcję nawierzchni przedstawiono poniżej (z opisem przewierczanych warstw, ich funkcją i fotografią rdzeni).

Warstwa podbudowy zalega bezpośrednio na nasypie niekontrolowanym o zmiennej miąższości (0,15 – 0,65 cm) lub podłożu gruntowym - piasek. Pod warstwą nasypu stwierdzono występowanie piasku średniego.

- Nasyp niekontrolowany – zbudowany z piasku średniego z substancją organiczną, małowilgotny, średniozagęszczony o ID = 0,62 lub zagęszczony, o ID = 0,74, jest to grunt niewysadzinowy – grupa nośności G1.
- Piasek średni – małowilgotny lub nawodniony, średniozagęszczony o ID = 0,62-0,65, jest to grunt niewysadzinowy – grupa nośności G1.

Na badanym terenie w otworze nr 2 stwierdzono występowanie wody gruntowej na głębokości 2,0 m ppt. Dokładna budowa geologiczna, miąższość warstw oraz wykres sondowania zostały pokazane poniżej.

Nr otworu: 1

Ulica: **Cyrulików**

Lokalizacja: wg mapy, jezdni

Współrzędne:

X:02109566

Y:5215254

Data: 03.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 - 0,06	3,0	5,5	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
2		2,5		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
3	0,06 – 0,10	4,5	4,5	górna podbudowa	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
4	0,10 – 0,30	20,0	-	podbudowa	chudy beton
5	> 0,30	-	-	-	nasyp piaszczysty





Nr otworu: 2

Ulica: **Cyrulików**

Lokalizacja: wg mapy, jezdni

Współrzędne:

X:02110559

Y:5215234

Data: 03.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 - 0,08	5,5	7,5	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
2		2,0		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
3	0,08 – 0,25	16,5	-	podbudowa	kruszywo łamane
4	> 0,25	-	-	-	nasyp piaszczysty





Nr otworu: 3

Ulica: **Cyrulików**

Lokalizacja: wg mapy, jezdni

Współrzędne:

X:02111012

Y:5215232

Data: 03.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 - 0,05	4,8	4,8	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
2	0,05 – 0,25	20,2	-	podbudowa	kruszywo łamane
3	> 0,25	-	-	-	nasyp piaszczysty



Nr otworu: 4

Ulica: **Cyrulików**

Lokalizacja: wg mapy, jezdni

Współrzędne:


X:02101081

Y:5211310

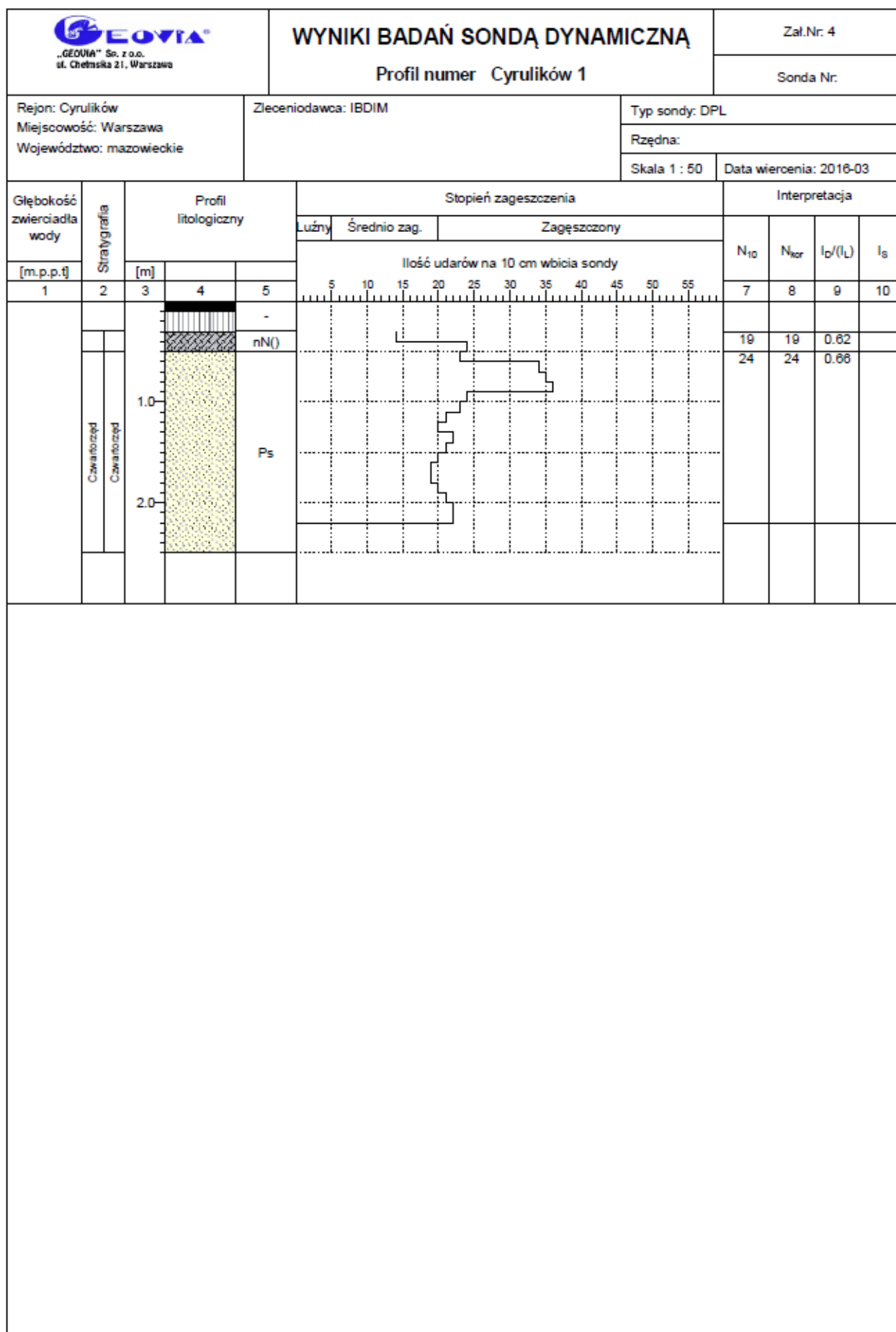
Data: 03.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 - 0,08	2,5	7,5	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
2		5,0		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,08 – 0,27	19,5	-	podbudowa	beton cementowy
4	> 0,27	-	-	-	podłoże gruntowe (piasek drobny)

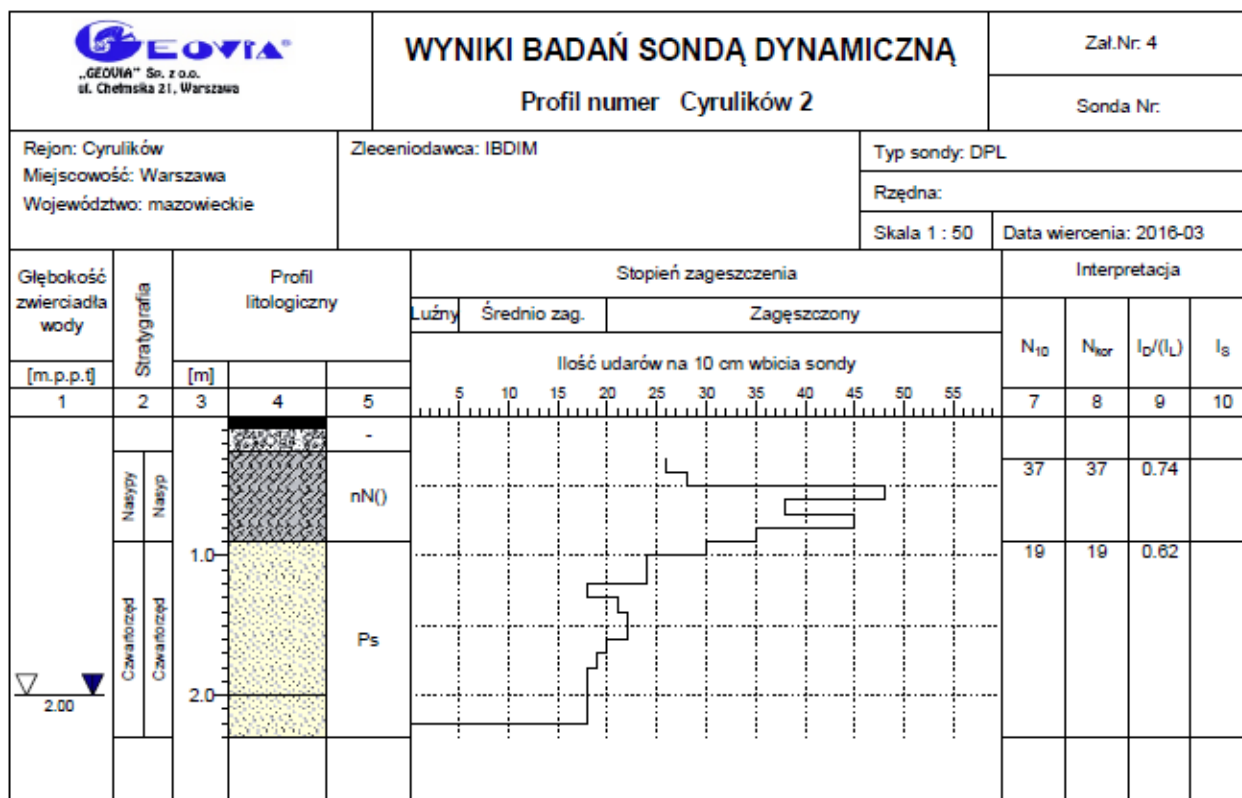


 „GEOVIA” Sp. z o.o. ul. Chmińska 21, Warszawa				<b>KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO</b> Profil numer <b>Cyrulików 1</b>				Zał.Nr: 3			
Miejscowość: Warszawa Województwo: mazowieckie				Obiekt: ul. Cyrulików Zleceńodawca: IBDIM Wiercenie: Geovia Sp. z o.o.				System wiercenia:			
								Rzędna:			
								Skala 1 : 50		Data wiercenia: 2016-03	
Wiercenie	Głębokość zwierciadła wody [m p.p.t]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przelot [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
		Nasyły Nasyp		1.0	0.10	Nawierzchnia asfaltowa	-				
		Czwartorzęd Czwartorzęd		0.30	0.30	Podbudowa z chudego betonu					
				0.50	0.50	nasyp niekontrolowany (piasek drobny)	nN				
				2.50	2.50	piasek średni, szary	Ps	G1	mw	szg	
<b>Profil numer Cyrulików 2      Data: 2016-03</b>											
		Nasyły Nasyp		1.0	0.08	Nawierzchnia asfaltowa	-				
		Czwartorzęd Czwartorzęd		0.25	0.25	Podbudowa z kruszywa łamanego					
				0.90	0.90	nasyp niekontrolowany (piasek, substancja organiczna)	nN			zg	
				2.00	2.00	piasek średni, brązowy	Ps	G1	mw	szg	
				2.30	2.30	piasek średni, brązowy			nw		

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 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 m<sup>2</sup>

$S_{1-5}$  – powierzchnia spękań powyżej 1 m<sup>2</sup> ale do 5 m<sup>2</sup>

$S_5$  – 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 wyboi i ubytków

W „Karcie przeglądu stanu nawierzchni ulicy” przedstawiono obecny stan nawierzchni ul. Cyrulików oraz zaproponowano sposób i metodę remontu i wzmocnienia nawierzchni.

Ogólny stan nawierzchni oceniono jako zły. Na ulicy zaobserwowano liczne spękania poprzeczne, na pierwszej części odcinka o indeksie spękań powyżej 3, a na drugiej części indeks wynosił między 1-3. Występują spękania siatkowe i skupiska rys nieprzekraczające 20 % powierzchni. Intensywne koleinowanie nawierzchni zaobserwowano na przeważającej części odcinka oraz lokalnie w pobliżu zatok autobusowych. Nawierzchnia była łatana w ramach zabiegów utrzymaniowych, ale występują też nienaprawiane wyboje.

Zaleca się wykonać pełną przebudowę nawierzchni w celu doprowadzenia jej do kategorii ruchu KR3. W przypadku weekendowego remontu z podniesieniem niwelety



drogi o od 6 do 12 cm, można by przedłużyć trwałość konstrukcji o ok. 8 lat. Wariant ten jest aktualny, jeśli możliwa będzie przebudowa chodników, dojazdów, zatok i skrzyżowań z innymi ulicami. Przy zastosowaniu technologii weekendowego frezowania polegającej na samej wymianie warstw asfaltowych trwałość takiej naprawy nie przekroczy 1 roku, zatem w celu uzyskania przedłużenia żywotności nawierzchni, należy podnieść niweletę drogi zgodnie z przedstawionym planem. Trwałość takiej naprawy wyniesie min. 8 lat, a przy zastosowaniu siatki szklanej nasączonej asfaltem należy spodziewać się trwałości na poziomie 10-11 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**