



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

## **ZAŁĄCZNIK 6**

do sprawozdania nr TN-2/3822/1/16  
pt. „Opracowanie technologii naprawy i wzmocnienia nawierzchni jezdni  
ulic na terenie m.st. Warszawy – etap I”

ulica: **NAŁĘCZOWSKA**  
na odcinku: **Sobieskiego – Wiertnicza**

*Załącznik 6*

*Sprawozdanie nr TN-2/3822/1/16*

*Opracowanie technologii naprawy i wzmocnienia nawierzchni jezdni ulic na terenie m.st. Warszawy – etap I*

---

## 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. Nałęczowskiej na odcinku od ul. Sobieskiego do ul. Wiertniczej wraz z rozpoznaniem uszkodzeń. Rejestrowano 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. Nałęczowskiej na odcinku od ul. Sobieskiego do ul. Wiertniczej 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. Sobieskiego.

**Tabela 1. Prognoza trwałości bez wzmocnienia**

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Liczba osi obliczeniowych 100 kN	Grubość warstw asf. cm	Rodzaj podbudowy
	od, km	do, km			
1	0,000	0,125	> 320 000	9,0	beton
2	0,125	0,250	0	11,5	beton
3	0,250	0,375	> 320 000	8,5	beton
4	0,375	0,741	140 000	8,6	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	0,125	239	49	336	<b>0,46</b>
2	0,125	0,250	405	192	789	<b>1,07</b>
3	0,250	0,375	155	29	213	<b>0,29</b>
4	0,375	0,741	277	108	492	<b>0,67</b>

**Grubości warstw**

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Grubości, cm		Rodzaj podbudowy
	od, km	do, km	Asfalt	Podbud.	
1	0,000	0,125	9,0	13,5	beton
2	0,125	0,250	11,5	23,5	beton
3	0,250	0,375	8,5	21,0	beton
4	0,375	0,741	8,6	17,2	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.

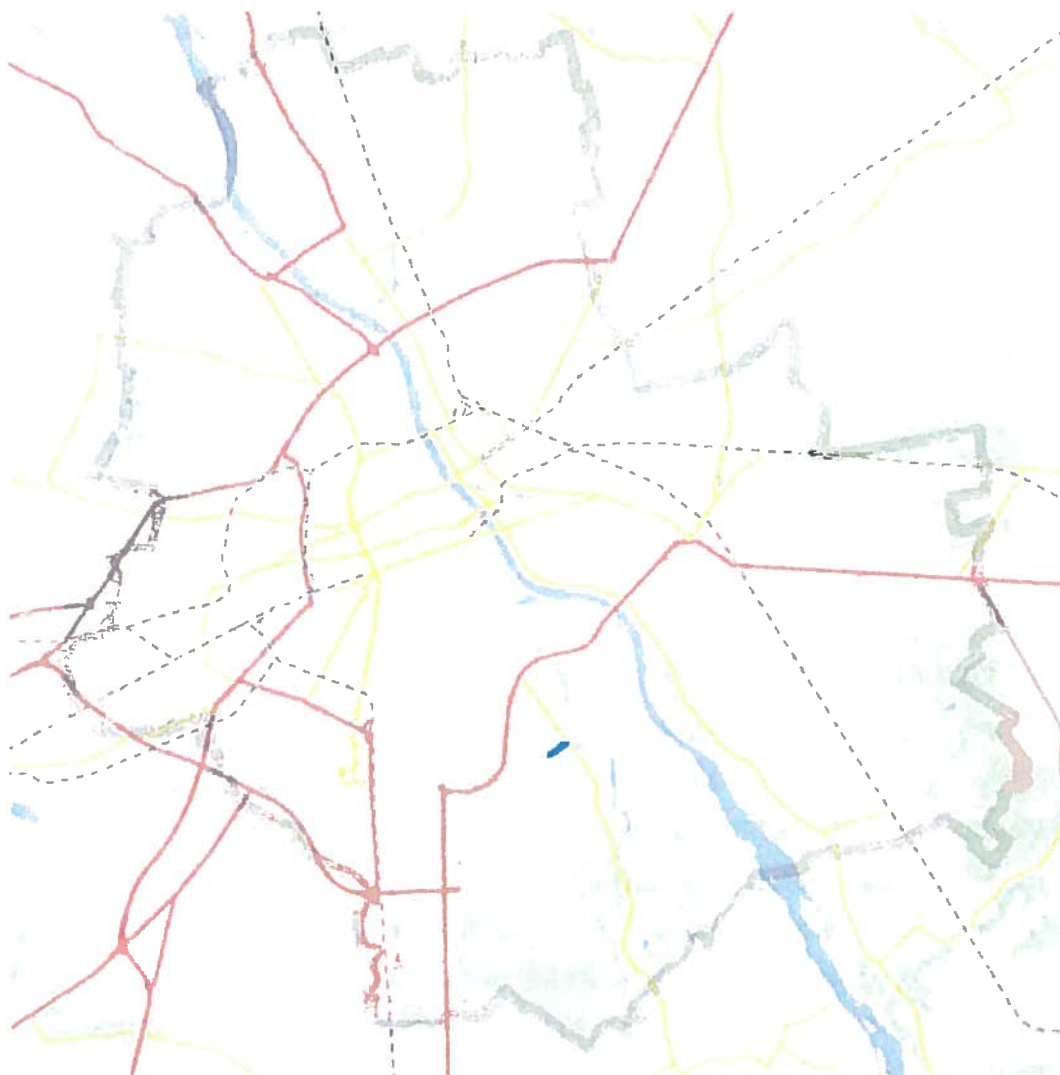
Z uwagi na fakt prowadzenia weekendowego remontu, o niepełnej trwałości projektowej, do obliczenia kategorii ruchu zastosowano metodę przybliżoną, tj. przeliczono dane przekazane przez ZDM z jednodniowych pomiarów natężenia ruchu. Z obliczeń wynika, że nawierzchnia obciążona będzie ruchem kategorii KR3 (320 000 osi obliczeniowych 100 kN / 8 lat).

**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>			
-9+3+6	82	557	520 000
<b>Odcinek 2</b>			
-12+3+9	135	633	295 000
-12+3+10	125	573	460 000
<b>Odcinek 3</b>			
-9+3+6	10	207	2 170 000
<b>Odcinek 4</b>			
-9+3+6	107	707	180 000
-9+3+7	104	638	285 000
-9+3+8	100	578	440 000

### 3. Odwierty z nawierzchni

W nawierzchni ul. Nałęczowskiej na odcinku od ul. Sobieskiego do ul. Wiertniczej 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 pobrania próbek**

Badania na ul. Nałęczowskiej na odcinku od ul. Sobieskiego do ul. Wiertniczej przeprowadzone były na odcinku o długości ok. 750 m. Wykonano 4 przewiert rdzeniowe i 1 wiercenie geotechniczne z sondowaniem DPL.

Nr otworu: 1

Ulica: Nałęczowska

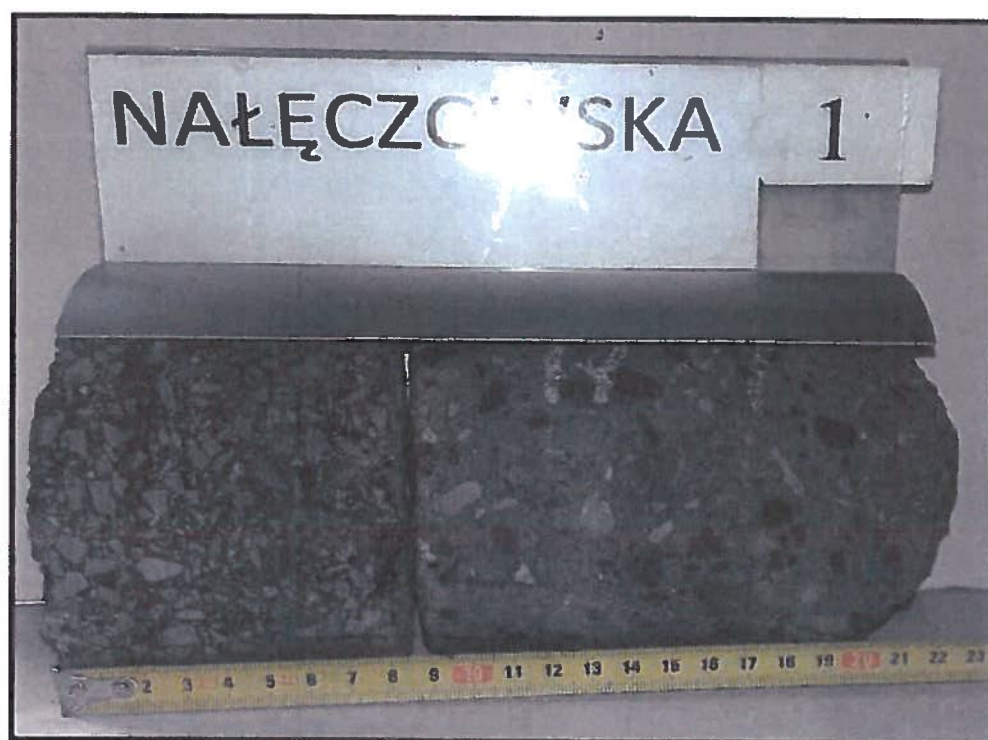
Lokalizacja: prawa strona jezdni

Kilometraż: 0+050

Współrzędne: X:02103487      Y:5210320

Data: 08.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,09	2,5	9,0	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		6,5		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,09 – 0,23	13,5	-	podbudowa	beton
4	> 0,23	-	-	-	Ps (piasek średni)





**Nr otworu: 2**

**Ulica: Nałęczowska**

**Lokalizacja:** lewa strona jezdni

**Kilometraż:** 0+200

**Współrzędne:** X:02103537

Y:5210346

**Data:** 08.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,12	11,5	11,5	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2	0,12 – 0,35	23,5	-	podbudowa	beton
3	> 0,35	-	-	-	nB (nasyp budowlany) Pd + P <sub>π</sub> (piasek drobny z domieszką piasku pylastego)





Nr otworu: 3

Ulica: **Nałęczowska**

Lokalizacja: prawa strona jezdni

Kilometraż: 0+300

Współrzędne: X:02104000      Y:5210367

Data: 08.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,09	8,5	8,5	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2	0,09 – 0,30	21,0	-	podbudowa	beton
3	> 0,30	-	-	-	Ps (piasek średni)



**Nr otworu: 4**

**Ulica: Nałęczowska**

**Lokalizacja:** lewa strona jezdni

**Kilometraż:** 0+600

**Współrzędne:** X:02104118      Y:5210411

**Data:** 08.2016

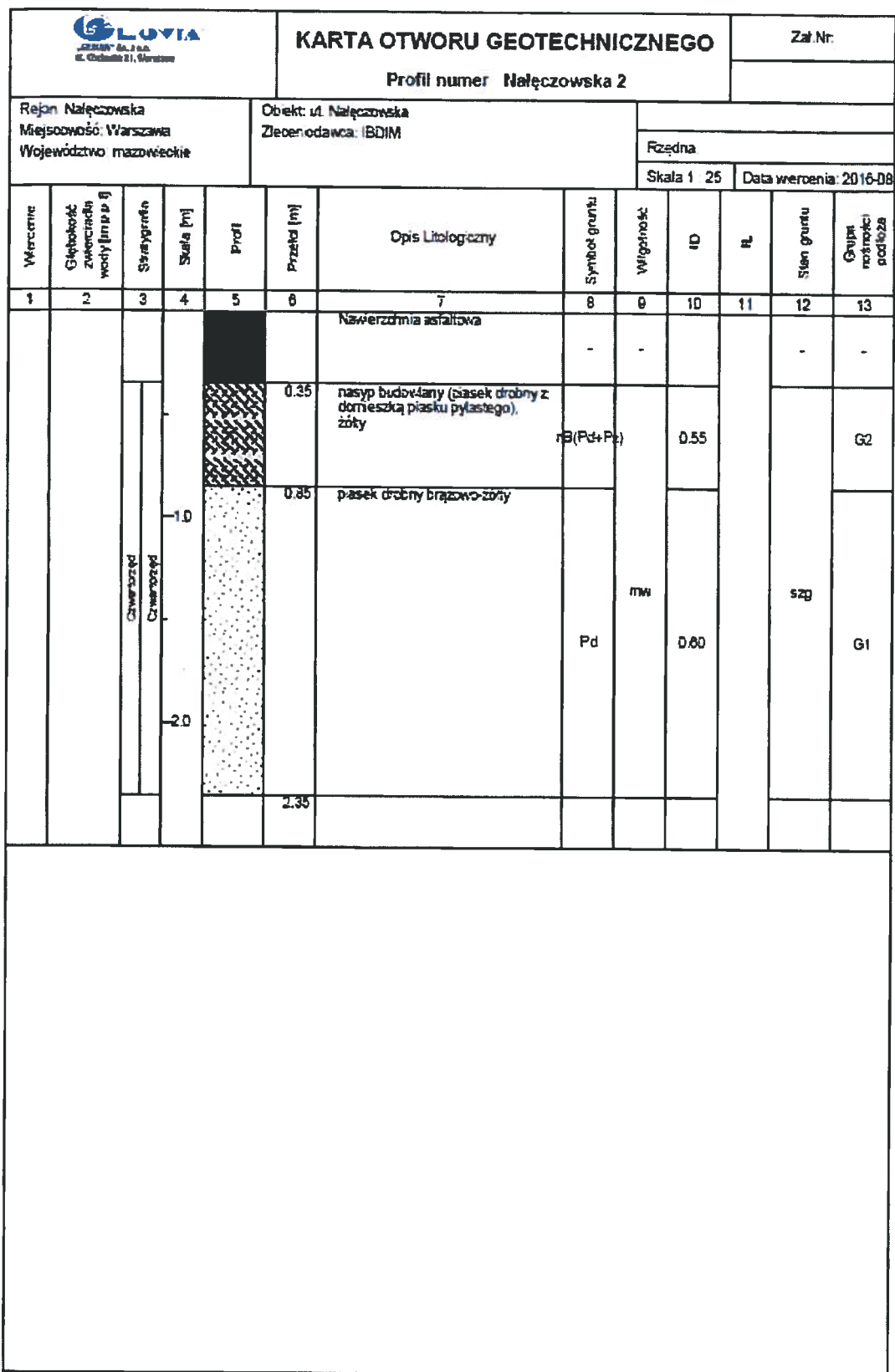
Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,09	3,6	8,6	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		5,0		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,09 – 0,26	17,2	-	podbudowa	beton
4	> 0,26	-	-	-	Pd (piasek drobny)



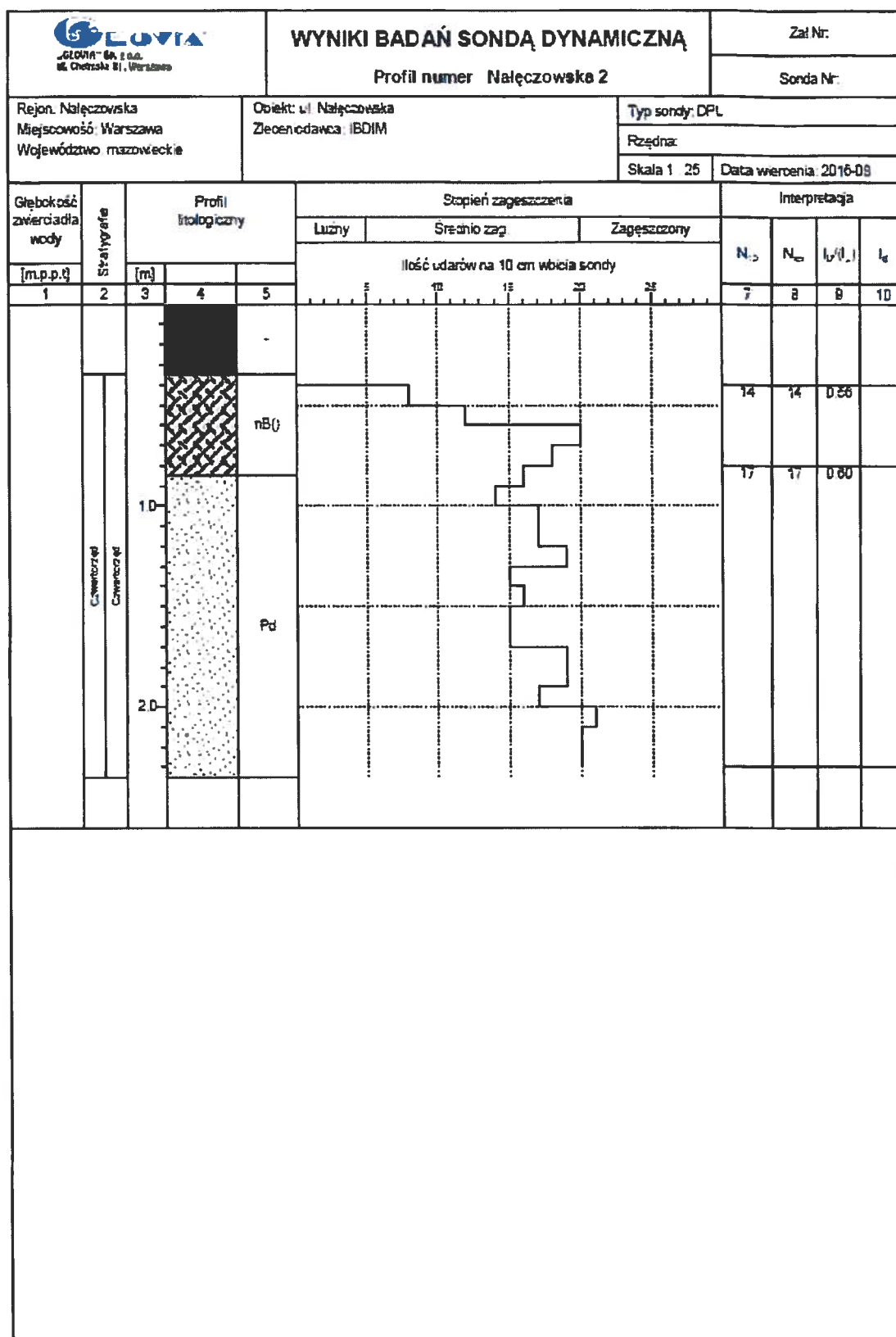
## Załącznik 6

Sprawozdanie nr TN-2/3822/1/16

Opracowanie technologii naprawy i wzmocnienia nawierzchni jezdni ulic na terenie m.st. Warszawy – etap I



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, 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. Nałęczowskiej. Ogólny stan nawierzchni oceniono jako zły. Na ulicy zaobserwowano liczne spękania poprzeczne o indeksie powyżej 3. Spękania siatkowe i skupiska rys nieprzekraczające 20 % powierzchni występowały na całej długości odcinka. Nie zaobserwowano koleinowania nawierzchni. Nawierzchnia odznaczała się wielokrotnym łataniem w ramach zabiegów utrzymaniowych, ale występują też nienaprawiane ubytki. Na podstawie wyników badań FWD wydzielono 4 odcinki jednorodne. Odcinki 1 i 3 charakteryzowały się nośnością na poziomie prognozowanej



kategorii ruchu KR3, a odcinki 2 i 4 charakteryzowały się wyczerpaną lub niewystarczającą nośnością.

## **5. Technologia naprawy**

W „Karcie przeglądu stanu nawierzchni ulicy” przedstawiono technologię naprawy ulicy. W celu doprowadzenia całego odcinka ulicy do prognozowanej kategorii ruchu KR3 w 8-letnim okresie eksploatacji należałoby wzmocnić nawierzchnię na odcinku 2 i 4. Stosując technologię frezowania weekendowego polegającą na częściowym frezowaniu starych warstw asfaltowych i ułożeniu nowych warstw SMA i AC WMS można uzyskać trwałość naprawy na poziomie 8 lat. Na części odcinków jest wymagane podniesienie niwelety drogi. Zastosowanie siatki wzmacniającej zabezpieczy nawierzchnię przed przedwczesnym spękaniami. Odcinek 2 i 4 nie wymaga wzmocnienia, ale z uwagi na charakter występujących uszkodzeń, konieczność zachowania właściwej odporności na deformacje istniejących warstw asfaltowych i spełnienie warunku estetyki remontu, wskazana jest wymiana istniejących warstw asfaltowych na nowe, odporne na deformacje. W miejscach o widocznym koleinowaniu oraz 50 m na dojeździe do skrzyżowania należy dodatkowo zastosować siatkę szklano-węglową nasączoną asfaltem pod warstwą ścieralną.

**KONIEC**



