



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

ZAŁĄCZNIK 9

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

ulica: **POŁCZYŃSKA jezdnia północna**
na odcinku: **Powstańców Śląskich – Szeligowska**

1. Inwentaryzacja ulicy

Przeprowadzono rejestrację stanu nawierzchni jezdni północnej ul. Połczyńskiej na odcinku od ul. Powstańców Śląskich do ul. Szeligowskiej z rozpoznaniem uszkodzeń – spękania podłużne/poprzeczne/siatkowe/koleina, itd. Karty inwentaryzacji załączone są na płycie CD.

2. Wyznaczenie modułów sztywności i nośności nawierzchni

Na jezdni północnej ul. Połczyńskiej na odcinku od ul. Powstańców Śląskich do ul. Szeligowskiej 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. Połczyńskiej. Na podstawie wyników badań FWD wydzielono 3 odcinki jednorodne, z czego pierwszy, o długości 25 m, cechowała wyczerpana nośność, a pozostałe dwa cechowała pozostała trwałość na poziomie kategorii ruchu KR4.

Tablica 1. Prognoza trwałości bez wzmocnienia

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Liczba osi obliczeniowych
	od, km	do, km	100 kN
1	0,000	0,025	30000
2	0,025	0,300	6000000
3	0,300	1,150	8000000

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 2,647 Mg/m³

Gęstość	2,690 Mg/m ³
Zaw. Lepiszczca	4,9 %

- 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	0,025	558	0	558	0,87
2	0,025	0,300	226	55	337	0,53
3	0,300	1,150	135	47	228	0,36

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Grubości, cm		Rodzaj podbudowy
	od, km	do, km	Asfalt	Podbud.	
1	0,000	0,025	19,0	28,0	kostka+bruk
2	0,025	0,300	19,0	28,0	kostka+bruk
2	0,300	1,150	13,0	40,0	beton+kostka+bruk

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 KR4.

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			
-17+3+14	100	-180	8 700 000
Odcinek 2			
-17+3+14	105	-334	5 200 000
Odcinek 3			
-13+3+10	133	-301	8 300 000

3. Odwierty z nawierzchni

W nawierzchni jezdni północnej ul. Połczyńskiej na odcinku od ul. Powstańców Śląskich do ul. Szeligowskiej 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 Połczyńskiej przeprowadzone były na odcinku o dł. ok. 1,13 km od ul. Powstańców Śląskich do ul. Szeligowskiej, dzielnica Bemowo. Wykonano 4 otwory rdzeniowe i 2 geotechniczne z sondowaniami DPL.

Ulica Połczyńska posiada nawierzchnię asfaltową o grubości warstw bitumicznych 10,0 – 14,5 cm. Warstwę górnej podbudowy stanowią: beton asfaltowy (otw. 1), chudy beton (otw. 2), beton cementowy (otw. 3). Podbudowa to 9,0-10,0 cm kostka kamienna lub chudy beton. Dodatkowo w otw. 1, 2, 3 pod warstwą podsypki lub wyrównania nawiercono bruk kamienny.

Dokładną konstrukcję nawierzchni przedstawiono poniżej w tablicach i na zdjęciach.

Pod warstwą podbudowy stwierdzono występowanie: nasypu kontrolowanego lub podłoża gruntowego – piasek.

- Nasyp kontrolowany – zbudowany z piasku, małowilgotny, zagęszczony o $ID = 0,77$, jest to grunt niewysadzinowy – grupa nośności G1.
- Gliny – glina pylasta przewarstwiona pyłem oraz glina przewarstwiona pyłem z substancją organiczną, wilgotna plastyczna o $IL = 0,35-0,40$, jest to grunt bardzo wysadzinowy – grupa nośności G4.
- Piasek pylasty – małowilgotny, zagęszczony o $ID = 0,78$, jest to grunt wątpliwy – grupa nośności G2.
- Pył piaszczysty - małowilgotny, twardoplastyczny o $IL = 0,10$, jest to grunt bardzo wysadzinowy – grupa nośności G4.
- Piasek drobny – małowilgotny, jest to grunt nie wysadzinowy – 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 poniżej na rysunkach i wykresach.

Nr otworu: 1

Ulica: **Półczyńska**

Lokalizacja: wg mapy, jezdni

Współrzędne:

X:02054429

Y:5213091

Data: 03.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 - 0,10	2,5	10,0	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		7,5		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
3	0,10 – 0,19	9,0	9,0	górna podbudowa	beton asfaltowy, mieszanka mineralna
4	0,19 – 0,28	9,0	-	podbudowa	kostka kamienna
5	0,28 – 0,35	7,0	-	wyrównanie	podsyпка piaszczysto- cementowa
6	0,35 – 0,42	12,0	-	-	bruk kamienny
7	> 0,42	-	-	-	nasyp piaszczysty



Nr otworu: 2

Ulica: Połczyńska

Lokalizacja: wg mapy, jezdni

Współrzędne:

X:02054320

Y:5213063

Data: 03.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 - 0,11	5,0	11,1	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		6,1		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,11 – 0,32	21,1	-	górna podbudowa	chudy beton
4	0,32 – 0,42	10,0	-	podbudowa	kostka kamienna
5	0,42 – 0,59	16,7	-	-	bruk kamienny
6	> 0,59	-	-	-	podłoże gruntowe (piasek drobny)



Nr otworu: 3

Ulica: Połczyńska

Lokalizacja: wg mapy, jezdni

Współrzędne:

X:02054210

Y:5213038

Data: 03.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 - 0,14	5,1	14,1	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
2		9,0		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
3	0,14 – 0,28	14,2	-	górna podbudowa	chudy beton
4	0,28 – 0,38	10,5	-	podbudowa	kostka kamienna
5	0,38 – 0,43	4,5	-	wyrównanie	podsyпка piaszczysto- cementowa
6	0,43 – 0,61	18,0	-	-	bruk kamienny
7	> 0,61	-	-	-	podłoże gruntowe (piasek drobny)



Nr otworu: 4

Ulica: Połczyńska

Lokalizacja: wg mapy, jezdni

Współrzędne:













X:02054085

Y:5213016

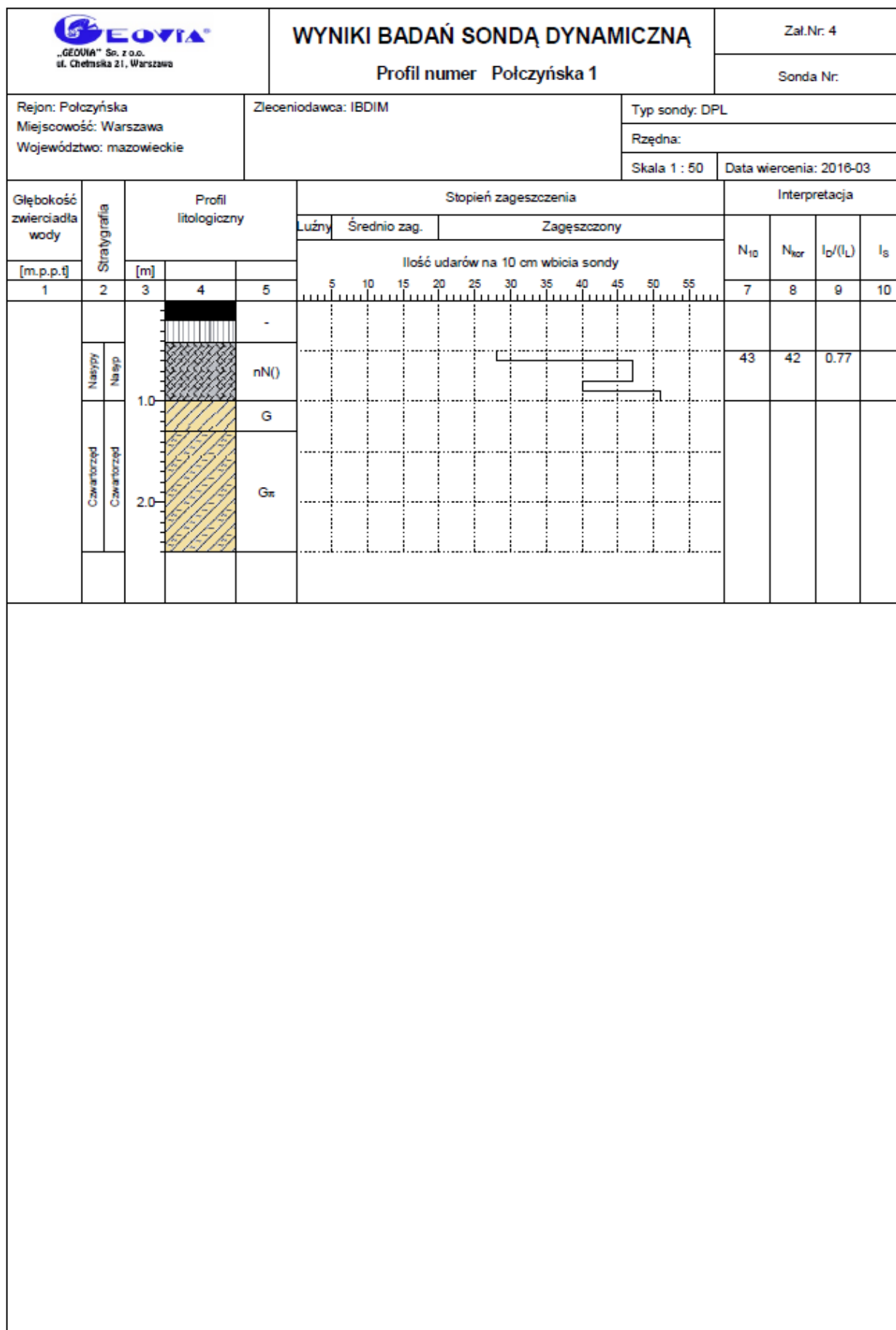
Data: 03.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 - 0,15	10,0	14,5	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		4,5		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,15- 0,24	9,0	-	górna podbudowa	beton cementowy
4	0,24 – 0,44	20,5	-	podbudowa	kostka kamienna
5	0,44 – 0,55	11,0	-	podbudowa	chudy beton
6	> 0,55	-	-	-	podłoże gruntowe (pył)

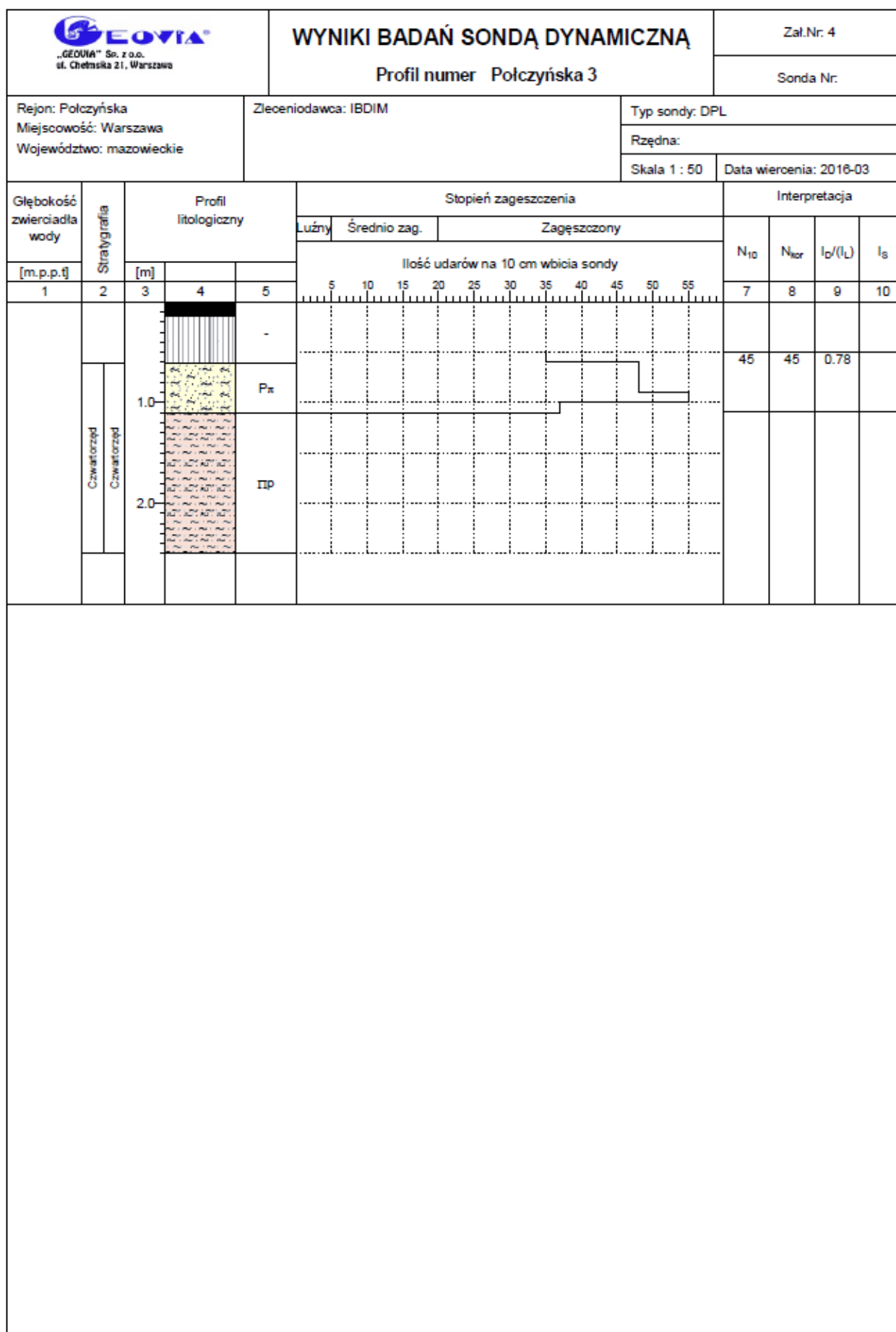


 „GEOVIA” Sp. z o.o. ul. Chłomska 21, Warszawa				KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO Profil numer Połczyńska 1				Zał.Nr: 3			
Miejscowość: Warszawa Województwo: mazowieckie				Obiekt: ul. Połczyńska Zleceńodawca: IBDIM Wiercenie: Geovia Sp. z o.o.				System wiercenia:			
								Rzędna:			
								Skala 1 : 50		Data wiercenia: 2016-03	
Wiercenie	Głębokość z wierciadła 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	
		Nasyp Nasyp	1.0			Nawierzchnia asfaltowa	-				
					0.19	Podbudowa (kostka kamienna, podsypka piaszczysto-cementowa, bruk kamienny)					
		Czwartorzęd Czwartorzęd			0.42	nasyp niekontrolowany (piasek)	nN	G1	mw	zg	
					1.00	głina, brązowo-szara przewarstwiona pyłem z domieszką żwiru i substancji organicznej	GII/II+Z	G4	w	pl	
					1.30	głina pylasta, brązowo-szara przewarstwiona pyłem	Gm/II				
			2.0		2.50						
Profil numer Połczyńska 3 Data: 2016-03											
		Czwartorzęd Czwartorzęd	1.0			Nawierzchnia asfaltowa	-				
					0.14	Podbudowa (chudy beton, kostka kamienna, podsypka piaszczysto-cementowa, bruk kamienny)					
		Czwartorzęd Czwartorzęd			0.61	piasek pylasty, brązowy	P _π	G1	mw	zg	
					1.10	pył piaszczysty, brązowy	IIp	G4	w	tpl	
			2.0		2.50						

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 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 jezdni północnej ul. Połczyńskiej oraz zaproponowano sposób i metodę remontu i wzmocnienia nawierzchni.

Ogólny stan nawierzchni oceniono jako dobry. Na ulicy zaobserwowano odtworzenie spękań poprzecznych, głównie na prawym pasie. Występują nieliczne spękania siatkowe i skupiska rys nieprzekraczające 20 % powierzchni. Kolejną zaobserwowano lokalnie w pobliżu zatok autobusowych i dojazdów do skrzyżowań z sygnalizacją świetlną. Nawierzchnia była łatana w ramach zabiegów utrzymaniowych, ale występują też nienaprawiane wyboje.

W celu doprowadzenia ulicy do kategorii ruchu KR4 należałoby wykonać wymianę warstw asfaltowych na odcinku pierwszych 25 - 50 m (frezowanie na głębokość 17 cm). Przy zastosowaniu technologii weekendowego frezowania polegającej na ułożeniu

zbrojenia całej powierzchni siatką szklaną nasączoną asfaltem i wymianie warstw asfaltowych trwałość takiej naprawy bez uwzględnienia wpływu siatek powinna wynieść minimum 14 lat. Na pozostałych odcinkach z uwagi na występujące głębokie koleiny i pęknięcia poprzeczne, należy również zastosować wymianę warstw asfaltowych, pozostawiając podczas frezowania ok. 1-2 cm starej warstwy asfaltowej. Jednocześnie należy zastosować siatkę szklaną nasączoną asfaltem na całej powierzchni. W miejscach z występującą widoczną koleiną oraz 50 m na dojeździe do skrzyżowania należy dodatkowo zastosować siatkę szklano-węglową nasączoną asfaltem pod warstwą ścieralną.

KONIEC