



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

## **ZAŁĄCZNIK 53**

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: **JANA KAZIMIERZA**  
na odcinku: **Ordona - Studzienna**



## 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. Jana Kazimierza na odcinku od ul. Ordona do ul. Studziennej. 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. Jana Kazimierza na odcinku od ul. Ordona do ul. Studziennej 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. Ordona.

**Tabela 1. Prognoza trwałości bez wzmocnienia**

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Liczba osi obliczeniowych	Grubość warstw asf. cm	Grubość podbudowy cm	Rodzaj podbudowy
	od, km	do, km				
1	0.000	0.150	0	5.7	17.0	bruk
2	0.150	0.325	0	9.0	15.5	bruk
3	0.325	0.500	0	4.0	21.0	bruk
4	0.500	1.150	0	4.9	24.0	beton, asf., bruk
5	1.150	1.647	0	7.0	13.0	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	$U_{\text{sred}}$	$S_U$	$U_m$	$U_{\text{obl}}$
1	0,000	0,150	802	135	1073	<b>1,40</b>
2	0,150	0,325	515	113	742	<b>0,97</b>
3	0,325	0,500	793	132	1057	<b>1,38</b>
4	0,500	1,150	531	159	848	<b>1,11</b>
5	1,150	1,647	683	253	1190	<b>1,55</b>

**Grubości warstw**

Nr odcinka	Odcinek jednorodny		Grubości, cm		Rodzaj podbudowy
	od, km	do, km	Asfalt	Podbud.	
1	0,000	0,150	5,7	17,0	bruk
2	0,150	0,325	9,0	15,5	bruk
3	0,325	0,500	4,0	21,0	bruk
4	0,500	1,150	4,9	24,0	beton, asf., bruk
5	1,150	1,647	7,0	13,0	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.

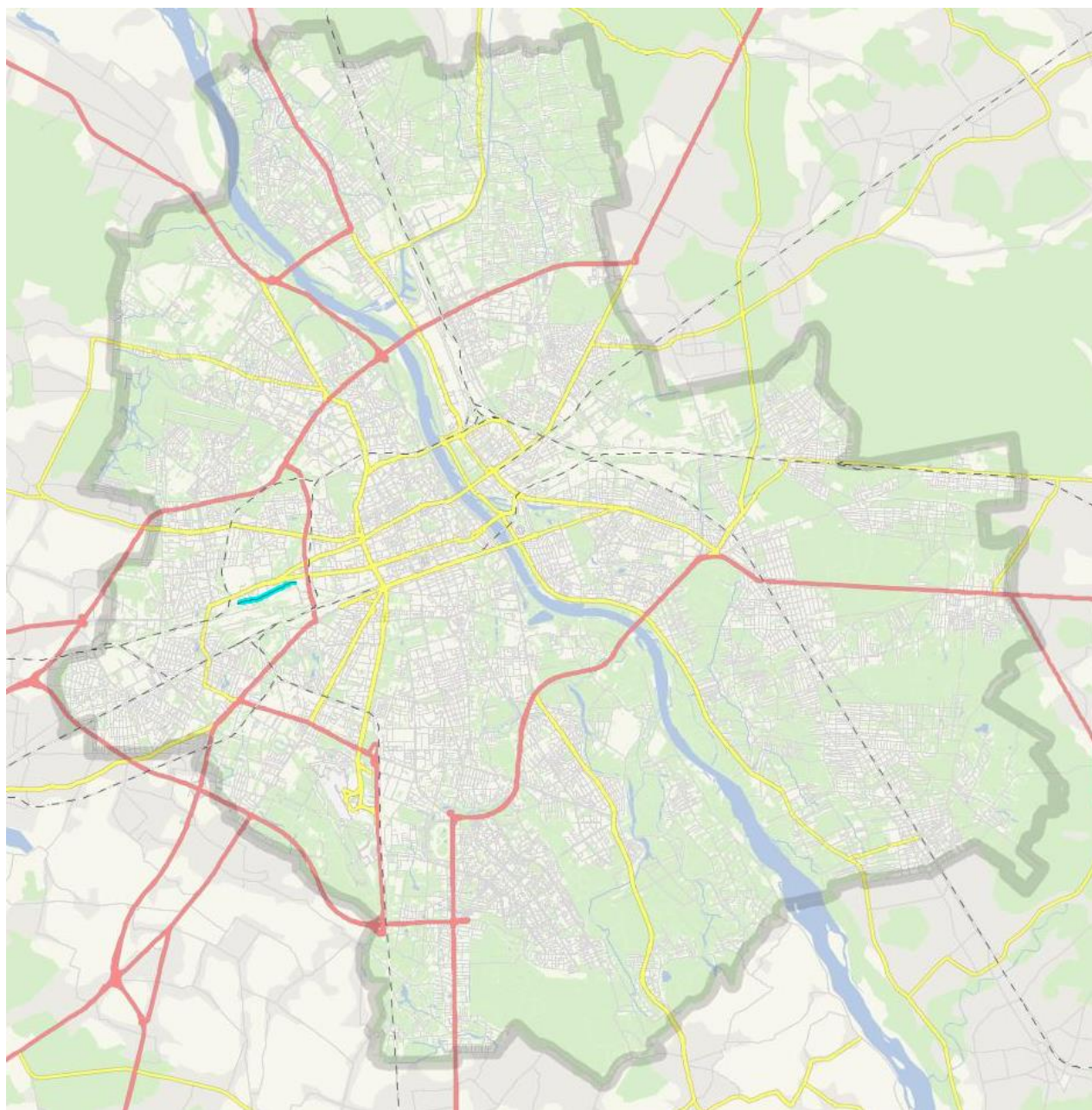
Z uwagi na fakt prowadzenia weekendowego remontu, o niepełnej trwałości projektowej, do obliczenia kategorii ruchu zastosowano metodę przybliżoną, tj. przeliczono dane uzyskane z pomiarów natężenia ruchu. Z obliczeń wynika, że nawierzchnia obciążona będzie ruchem kategorii KR3 (prognozowany ruch: 422 tys. osi obliczeniowych 100 kN/8 lat).

**Tablica 3. 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 2</b>			
-9+3+6	183	941	50 000
-9+3+9	140	644	273 000
-9+3+10	129	574	457 000

### 3. Odwierty z nawierzchni

W nawierzchni ul. Jana Kazimierza na odcinku od ul. Ordona do ul. Studziennej 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**

Badania na ul. Jana Kazimierza przeprowadzone były na odcinku o długości ok. 1700 m. Wykonano 5 przewierć rdzeniowych i 2 wiercenia geotechniczne z sondowaniem DPL.

**Nr otworu: 1**

**Ulica: Jana Kazimierza**

**Lokalizacja:** prawa strona jezdni

**Kilometraż:** 0+050

**Współrzędne:**

X:02057038

Y:5213346

**Data:** 09.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,06	2,2	5,7	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		3,5		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,06 – 0,23	17,0	-	podbudowa	bruk kamienny
4	>0,23	-	-	-	nasyp piaszczysty – piasek drobny / piasek pylasty (Pd / Pπ)





**Nr otworu: 2**

**Ulica: Jana Kazimierza**

**Lokalizacja: prawa strona jezdni**

**Kilometraż: 0+220**

**Współrzędne:**

X:02056551

Y:5213332

**Data: 09.2016**

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,06	3,0	9,0	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		3,0		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,06 – 0,09	3,0		podbudowa	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
4	0,09 – 0,25	15,5	-	podbudowa	bruk kamienny
5	>0,25	-	-	-	nasyp piaszczysty – piasek drobny (Pd)





**Nr otworu: 3**

**Ulica: Jana Kazimierza**

**Lokalizacja:** prawa strona jezdni

**Kilometraż:** 1+400

**Współrzędne:**

X:02056471

Y:5213309

**Data:** 09.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,04	4,0	4,0	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2	0,04 – 0,25	21,0	-	podbudowa	bruk kamienny
3	>0,25	-	-	-	nasyp piaszczysty – piasek pylasty (P $\pi$ )



**Nr otworu: 4**

**Ulica: Jana Kazimierza**

**Lokalizacja:** prawa strona jezdni

**Kilometraż:** 0+900

**Współrzędne:**

X:02056273

Y:5213244

**Data:** 09.2016

Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,05	3,0	4,9	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		1,9		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
3	0,05 – 0,10	5,0	-	podbudowa	chudy beton
4	0,10 – 0,14	4,0	4,0	podbudowa	beton asfaltowy, mieszanka kruszyw
5	0,14 – 0,29	15,0	-	podbudowa	bruk kamienny
6	>0,29	-	-	-	nasyp– piasek + pył + głina + gruz



**Nr otworu: 5**

**Ulica: Jana Kazimierza**

**Lokalizacja:** prawa strona jezdni

**Kilometraż:** 1+500

**Współrzędne:**

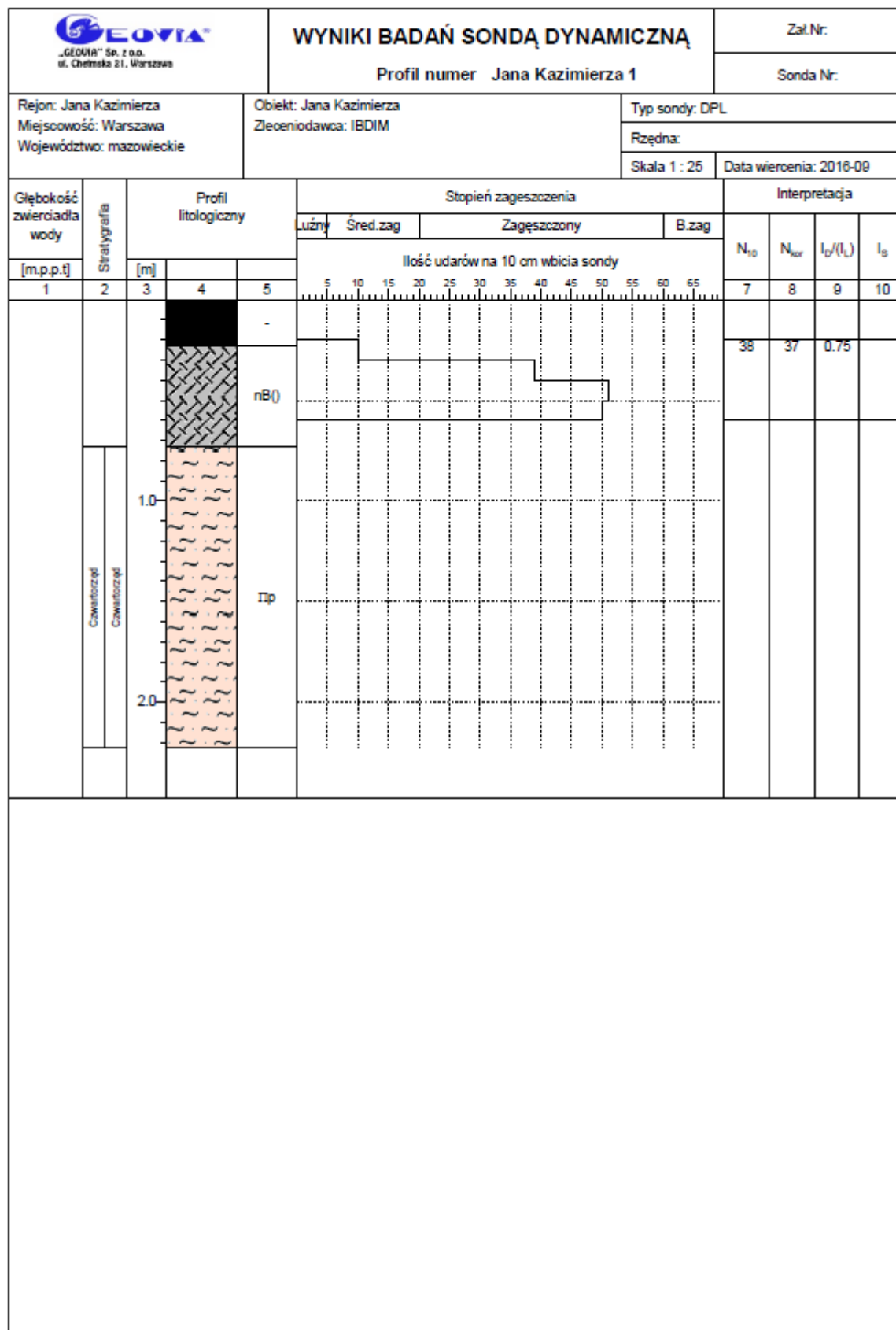
X:02055578


Y:5213186

**Data:** 09.2016


Nr warstwy	Głębokość m ppt	Grubość cm	Suma warstw bitumicznych cm	Rodzaj warstwy	Opis
1	0,0 – 0,07	4,5	7,0	ścieralna	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
2		2,5		wiążąca	beton asfaltowy, mieszanka grysowa
3	0,07 – 0,20	13,0	-	podbudowa	beton (pokruszony)
4	>0,20	-	-	-	nasyp– piasek drobny + piasek pylasty + gruz





				<b>KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO</b>				Zak.Nr.				
				Profil numer Jana Kazimierza 4								
Rejon: Jana Kazimierza Miejscowość: Warszawa Województwo: mazowieckie				Obiekt: Jana Kazimierza Zleceniodawca: IBDIM								
								Rzędna:				
								Skala 1 : 25		Data wiercenia: 2016-09		
Wiercenie	Głębokość zwiększenia wody [m p.p.t]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przebieg [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Wilgotność	ID	IL	Stan gruntu	Grupa mołności podłoża
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
						Nawierzchnia asfaltowa	-	-				-
					0.29	nasyp niekontrolowany (piasek pylasty, pyl, glina, gruz)	nN	w			-	G4
					2.29							

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

				<b>KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO</b>				Zał.Nr:				
				Profil numer Jana Kazimierza 1								
Rejon: Jana Kazimierza Miejscowość: Warszawa Województwo: mazowieckie				Obiekt: Jana Kazimierza Zleceniodawca: IBDIM								
								Rzędna:				
								Skala 1 : 25		Data wiercenia: 2016-09		
Wiercenie	Głębokość zwiększenia wody [m p.p.l]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przebieg [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Włgistość	ID	IL	Stan gruntu	Grupa nośności podłoża
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
						Nawierzchnia asfaltowa	-	-			-	-
					0.23	nasyp budowlany (piasek pylasty) szary	nB(P <sub>x</sub> )	mw	0.75		zg	G2
					0.73	pył piaszczysty brązowy						
							Ilp	w		0.25	tpl	G4
					2.23							

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:

$$IS = L_p + 1/2 L_n, \text{ gdzie:}$$

$L_p$  – 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:

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



S<sub>1</sub> – 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. Jana Kazimierza na odcinku od ul. Ordona do ul. Studziennej. Ogólny stan nawierzchni oceniono jako zły. Nawierzchnia była odcinkami wyremontowana, ale na pozostałej powierzchni stwierdzono występowanie spękań poprzecznych o indeksie od 1 do 3 oraz powyżej 3. Stwierdzono występowanie spękań siatkowych i pojedynczych skupisk rys na całej powierzchni. Zaobserwowano wyraźne koleinowanie nawierzchni. Nawierzchnia odznaczała się licznym łataniem w ramach zabiegów utrzymaniowych, ale

występowało też wiele nienaprawianych ubytków i wyboi. Na podstawie wyników badań FWD wydzielono 5 odcinków jednorodnych, które poza częścią remontowaną cechowała niewystarczająca nośność dla ruchu KR3.

## **5. Technologia naprawy**

W „Karcie przeglądu stanu nawierzchni ulicy” przedstawiono technologię naprawy ul. Jana Kazimierza na odcinku od ul. Ordona do ul. Studziennej. Jezdnia wymaga wzmocnienia w celu doprowadzenia do nośności zapewniającej przeniesienie prognozowanego ruchu. Aby przedłużyć żywotność nawierzchni, poprawić estetykę i komfort akustyczny, należy wymienić warstwy asfaltowe zastępując je warstwami o podwyższonej odporności na koleinowanie SMA i AC WMS. Na odcinku 2 wymagane jest podniesienie niwelety o 4 cm a na pozostałych odcinkach o 10 - 18 cm. Zatem nawierzchnia kwalifikuje się do przebudowy.

**KONIEC**