



Duchnice dn.: 19.07.2013

## **Sprawozdanie nr 043/13/02**

**OBJEKT:** Rozbudowa drogi powiatowej nr 4352W w Kobyłce

**TEMAT:** Badania nośności nawierzchni drogowej

**ZLECENIODAWCA:** SUDOP POLSKA SP. z o.o.  
ul. Tamka 16/11  
00-349 Warszawa

**Opracował:** Jakub Zastawny



## 1. ZLECENIODAWCA

Niniejsze opracowanie wykonano na zlecenie: SUDOP POLSKA Sp. z o.o., ul. Tamka 16/11, 00-349 Warszawa. Numer zlecenia: 17/k04/P212/2013 z dnia 29.05. 2013.

## 2. JEDNOSTKA WYKONUJĄCA BADANIA

MATEST LABORATORIUM GEOTECHNICZNO-DROGOWE, Duchnice, ul. Ożarowska 50, 05-850 Ożarów Mazowiecki.

## 3. LOKALIZACJA PRZEDMIOTU BADAŃ

Opracowanie dotyczy drogi powiatowej 4352W, ul. Załuskiego – Zagańczyka – Mareckiej w Kobyłce, z podziałem na dwa odcinki:

- Odcinek I – ul. Marecka i Zagańczyka w km 0+000 ÷ 0+838
- Odcinek II – u. Załuskiego w km 0+000 ÷ 1+025

## 4. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Dz. U. nr 43 Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie
- Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych – Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych
- Polska Norma BN-70/8931-06 Drogi samochodowe. Pomiar ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym
- Odwierty rdzeniowe w istniejącej konstrukcji nawierzchni i podłożu gruntowym

## 5. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest wykonanie badań istniejącej konstrukcji jezdni odcinków ulic wymienionych w pkt. 3.

Zakres zleconych prac obejmuje:

- Pomiar ugięć sprężystych belką Benkelmana co 50 m w prawym śladzie koła na każdym pasie ruchu, naprzemiennie co 25 m.
- Odwierty w istniejącej konstrukcji jezdni oraz w podłożu gruntowym do głębokości 2,5 m z pomiarem grubości warstw i odtworzeniem.



## 6. ZESTAWIENIE WYNIKÓW POMIARÓW UGIĘĆ SPRĘŻYSTYCH

Ocenę nośności nawierzchni przeprowadzono w oparciu o pomiar ugięć sprężystych belką Benkelmana, przy obciążeniu nawierzchni kołem samochodu o nacisku 50 kN. Pomiary wykonano zgodnie z normą BN-70/8931-06 Drogi samochodowe. Pomiar ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym wg wariantu I – obciążenie przy zjeżdżaniu.

Pomiary wykonano oddzielnie dla każdego pasa ruchu co 50 m. Okres w którym wykonywane były pomiary to 15.07.2013. W trakcie pomiarów rejestrowano temperaturę warstw asfaltowych na głębokości ok. 5 cm, średnio wynosiła 29,0 °C. Temperatura otoczenia w tym czasie wynosiła ok. 24,0 °C. Ogólny stan panujących w tym okresie warunków atmosferycznych to: słonecznie bez opadów.

Szczegółowe zestawienie uzyskanych wyników podano w załączniku nr 1 i 2.

## 7. OBLICZENIE UGIĘCIA MIARODAJNEGO ORAZ OBLICZENIOWEGO

Na podstawie pomierzonych ugięć sprężystych nawierzchni obliczono **ugięcia miarodajne** wg wzoru:

$$U_m = U_{\text{sr}} + 2 S_u$$

gdzie:

$U_m$  - ugięcie miarodajne w mm

$U_{\text{sr}}$  - ugięcie średnie w mm

$S_u$  - średnie odchylenie standardowe

Graniczne wartości **ugięć miarodajnych** (dopuszczalnych) mierzone belką Benkelmana pod obciążeniem 100 kN/oś (50 kN/koło pojedyncze) – wg „Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych – Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych”

Kategoria ruchu	Ugięcie miarodajne mm
KR1	1,2
KR2	1,1
KR3	0,8
KR4	0,5



**Ugięcie obliczeniowe** jest to ugięcie sprężyste nawierzchni przyjęte do projektowania grubości nakładki na danym odcinku drogi.

Ugięcie obliczeniowe dla każdego odcinka jednorodnego wyznaczono wg wzoru:

$$U_{obl} = U_m \cdot f_t \cdot f_s \cdot f_p$$

w którym:

$U_{obl}$  - ugięcie obliczeniowe, mm

$U_m$  - ugięcie miarodajne, mm

$f_t$  - współczynnik temperaturowy, korygujący ugięcia ze względu na temperaturę pomiaru ugięć

$$f_t = 1 + 0,02 (20 - T)$$

w którym:

T – temperatura warstw asfaltowych w których wykonywano badanie, °C

$f_s$  - współczynnik sezonowości, korygujący ugięcia ze względu na porę roku, w której wykonywano pomiary

$f_p$  - współczynnik podbudowy, korygujący ugięcia ze względu na rodzaj podbudowy występujący na danym odcinku

- nawierzchnie podatne 1,0

- nawierzchnie półsztywne 1,0 do 1,4

Ugięcia miarodajne oraz obliczeniowe obliczono oddzielnie dla każdego wyszczególnionego odcinka jednorodnego.



## 7.1. Odcinek I - ul. Marecka i Zagańczyka w km 0+000 ÷ 0+838

### Ugięcie miarodajne:

$$U_{\text{sr}} = 0,547 \text{ mm}$$

$$S_u = 0,215 \text{ mm}$$

$$U_m = 0,98 \text{ mm}$$

Z pomiaru ugięć wynika, że badana konstrukcja spełnia wymagania dla obciążenia ruchem dla kategorii: **KR2**, ponieważ **0,8 mm < U<sub>m</sub> < 1,1 mm**

### Ugięcie obliczeniowe:

Do obliczeń przyjęto:

- temperatura warstw asfaltowych w czasie pomiarów  $T = 29 \text{ }^\circ\text{C}$
- współczynnik temperaturowy  $f_t = 0,82$
- współczynnik sezonowości  $f_s = 1,6$
- współczynnik podbudowy  $f_p = 1,0$

$$U_{\text{obl}} = 1,28 \text{ mm}$$

### Wymagana grubość zastępcza nakładki

Do obliczeń przyjęto:

- Średni Dobowy Ruch w połowie okresu eksploatacji  
 $SDR_{100} = 92$  osi 100 kN/dobę
- Obliczeniowy okres eksploatacji po wykonaniu wzmocnienia  
 $t_{\text{obl}} = 20$  lat

Ze wzoru (2) - Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych – Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych

$$N_{\text{całk}} = 335 \text{ 800 osi 100 kN/pas}$$

Z nomogramu (3) - Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych – Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych

$$H_{\text{zast.wym}} = 24 \text{ cm}$$



## 7.2. Odcinek IIa – ul. Żaluskiego w km 0+000 ÷ 0+675

### Ugięcie miarodajne:

$$U_{\text{sr}} = 0,639 \text{ mm}$$

$$S_u = 0,205 \text{ mm}$$

$$U_m = 1,05 \text{ mm}$$

Z pomiaru ugięć wynika, że badana konstrukcja spełnia wymagania dla obciążenia ruchem dla kategorii: **KR2**, ponieważ  $0,8 \text{ mm} < U_m < 1,1 \text{ mm}$

### Ugięcie obliczeniowe:

Do obliczeń przyjęto:

- temperatura warstw asfaltowych w czasie pomiarów  $T = 29 \text{ }^\circ\text{C}$
- współczynnik temperaturowy  $f_t = 0,82$
- współczynnik sezonowości  $f_s = 1,6$
- współczynnik podbudowy  $f_p = 1,0$

$$U_{\text{obl}} = 1,38 \text{ mm}$$

### Wymagana grubość zastępcza nakładki

Do obliczeń przyjęto:

- Średni Dobowy Ruch w połowie okresu eksploatacji  
 $SDR_{100} = 71 \text{ osi } 100 \text{ kN/dobę}$
- Obliczeniowy okres eksploatacji po wykonaniu wzmocnienia  
 $t_{\text{obl}} = 20 \text{ lat}$

Ze wzoru (2) - Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych – Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych

$$N_{\text{całk}} = 259 \text{ } 150 \text{ osi } 100 \text{ kN/pas}$$

Z nomogramu (3) - Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych – Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych

$$H_{\text{zast.wym}} = 24 \text{ cm}$$



### 7.3. Odcinek IIb – ul. Żaluskiego w km 0+675 ÷ 1+025

#### Ugięcie miarodajne:

$$U_{\text{sr}} = 0,416 \text{ mm}$$

$$S_u = 0,217 \text{ mm}$$

$$U_m = 0,85 \text{ mm}$$

Z pomiaru ugięć wynika, że badana konstrukcja spełnia wymagania dla obciążenia ruchem dla kategorii: **KR2**, ponieważ **0,8 mm < U<sub>m</sub> < 1,1 mm**

#### Ugięcie obliczeniowe:

Do obliczeń przyjęto:

- e) temperatura warstw asfaltowych w czasie pomiarów  $T = 29 \text{ }^\circ\text{C}$
- f) współczynnik temperaturowy  $f_t = 0,82$
- g) współczynnik sezonowości  $f_s = 1,6$
- h) współczynnik podbudowy  $f_p = 1,0$

$$U_{\text{obl}} = 1,12 \text{ mm}$$

#### Wymagana grubość zastępcza nakładki

Do obliczeń przyjęto:

- e) Średni Dobowy Ruch w połowie okresu eksploatacji  
 $SDR_{100} = 71$  osi 100 kN/dobę
- f) Obliczeniowy okres eksploatacji po wykonaniu wzmocnienia  
 $t_{\text{obl}} = 20$  lat

Ze wzoru (2) - Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych – Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych

$$N_{\text{całk}} = 259 \text{ 150 osi 100 kN/pas}$$

Z nomogramu (3) - Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych – Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych

$$H_{\text{zast.wym}} = 18 \text{ cm}$$

Wartości ugięć w poszczególnych punktach pomiarowych z podziałem na odcinki miarodajne podano w załącznikach nr 1 i 2.



## 8. ODWIERTY RDZENIOWE W KONSTRUKCJI JEZDNI

Na podstawie wykonanych odwiertów stwierdzono następujące grubości warstw konstrukcji nawierzchni:

### Odcinek I - ul. Marecka i Zagańczyka

Punkt nr 5 w km 0+212 strona Prawa

- Nawierzchnia bitumiczna - 11 cm
  - Podbudowa (piasek średni + żwir) - 19 cm
- Podłoże gruntowe – gleba ok. 30 cm poniżej piasek średni

Punkt nr 8 w km 0+657 strona Prawa

- Nawierzchnia bitumiczna - 5 cm
  - Podbudowa (kruszywo łamane) - 5 cm
  - Nawierzchnia bitumiczna - 5 cm
  - Podbudowa (piasek gruby + żwir) - 15 cm
- Podłoże gruntowe – gleba ok. 20 cm poniżej piasek średni

Punkt nr 9 w km 0+796 strona Prawa

- Nawierzchnia bitumiczna - 20 cm
  - Podbudowa (piasek średni) - 10 cm
  - Warstwa gleby + gruz ceglany - 40 cm
- Podłoże gruntowe – glina piaszczysta

### Odcinek II - ul. Żaluskiego

Punkt nr 10 w km 0+020 strona Prawa

- Nawierzchnia bitumiczna - 11 cm
  - Podbudowa (kruszywo łamane) - 19 cm
- Podłoże gruntowe – piasek drobny z domieszką piasku gliniastego

Punkt nr 15 w km 0+593 strona Prawa

- Nawierzchnia bitumiczna - 7 cm
  - Podbudowa (beton cementowy) - 10 cm
  - Podbudowa (gruz betonowy) - 5 cm
- Podłoże gruntowe – piasek średni





Punkt nr 17 w km 0+908 strona Prawa

- Nawierzchnia bitumiczna - 11 cm
  - Podbudowa (kruszywo łamane) - 9 cm
- Podłoże gruntowe – piasek drobny

## 9. WNIOSKI I ZALECENIA

Droga na badanym odcinku posiada nawierzchnię bitumiczną o grubości średnio 7-20 cm, na podbudowie wykonanej z różnych materiałów, co obrazują wykonane w konstrukcji odwierty – Rozdział 8 – powyższego opracowania. Na niektórych obszarach jest to podbudowa z piasku średniego, innych mieszanki żwirowo-piaskowej, mieszanki kruszywa łamanego, betonu cementowego i gruzu betonowego.

Stan nawierzchni jest zły zwłaszcza krawędzie zewnętrzne, charakteryzuje się licznymi spękaniem oraz łatami po remontach cząstkowych i ewentualnych awariach infrastruktury podziemnej. Ponadto nawierzchnia jest znacznie skoleinowana zwłaszcza krawędzie zewnętrzne.

Z pomiaru ugięć sprężystych belką Benkelmana wynika, że badana jezdnia spełnia obecnie wymogi nośności jak dla kategorii obciążenia ruchem KR2. Z pomiarów ruchu wynika, że prognozowana kategoria ruchu to KR3 (wyznacza się na podstawie liczby osi obliczeniowych na dobę na pas obliczeniowy w dziesiątym roku po oddaniu drogi do eksploatacji).

Nawierzchnia nie spełnia wymagań dla prognozowanej kategorii ruchu.

Z pomiaru i oględzin warstw konstrukcyjnych oraz podłoża pod konstrukcją jezdni wynika, że przyczyną tego stanu nawierzchni jest w głównej mierze podłoże gruntowe (na niektórych odcinkach gleba o znacznej zawartości cz. organicznych a także grunty spoiste – podłoże grupy nośności G4) oraz nieodpowiedniej nośności podbudowa.

W celu zapewnienia warunku mrozoodporności konstrukcji drogowej, rzeczywista grubość wszystkich warstw nawierzchni i ulepszonego podłoża wg „Dz. U. nr 43 Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie” powinna być nie mniejsza niż:

- **0,70 m** - dla grupy nośności podłoża G4 i kategorii obciążenia ruchem KR3
- **0,50 m** - dla grupy nośności podłoża G1 i kategorii obciążenia ruchem KR3

Zgodnie z rozporządzeniem (Dz. U. nr 43...) dopuszcza się stosowanie układu warstw spełniających jedynie wymagania odpowiedniej nośności pod warunkiem, że najniżej położona warstwa podłoża będzie wykonana na całej szerokości korpusu drogowego z gruntu stabilizowanego spoiwem o klasie wytrzymałości na ściskanie min.  $R_m=1,5$  MPa i grubości co najmniej 15 cm.



W związku z powyższym w celu zapewnienia mrozoodporności a zarazem trwałości konstrukcji drogowej, biorąc pod uwagę grubość nakładki jaką należałoby wykonać oraz rzędne wysokościowe sąsiadujących wzdłuż drogi działek i obiektów, zaleca się ujednoczenie konstrukcji w całym przekroju jezdni i przebudowanie jej na całej szerokości poprzez całkowite rozebranie, wykonanie nowej konstrukcji spełniającej parametry nośności dla kategorii obciążenia ruchem KR3.

Przy projektowaniu konstrukcji należy zwrócić szczególną uwagę na doprowadzenie istniejącego podłoża do parametrów G1 o module sprężystości podłoża (wtórny moduł odkształcenia)  $E_2 \geq 120$  MPa. Dotyczy to szczególnie miejsc występowania w podłożu gruntów spoistych oraz gruntów o znacznej zawartości części organicznych (gleby).

Z uwagi na stwierdzone znaczne spękania istniejącej nawierzchni w szczególności w miejscach tras sieci infrastruktury podziemnej, zaleca się dodatkowo przed wykonaniem warstw konstrukcji drogowej sprawdzenie zagęszczenia gruntu zasypek i ew. zastosowanie odpowiednich zabiegów wzmacniających.

Opracował:

Kierownik laboratorium  
Jakub Zastawny