



**I R D R O**

ul. Kwiska 5/7; 54-210 Wrocław; ☎ (071) 351 73 18

---

## **BADANIA NOŚNOŚCI DROGI**

- Pomiar ugięć belką Benkelmana

OBIEKT: Remont drogi gminnej Zawonia-Budczyce, gmina Zawonia.

ZAMAWIAJACY:

ZU-H „RR”  
mgr inż. Ryszard Jóźwik  
ul. Teatralna 2a  
55-100 Trzebnica

OPRACOWAŁ:

mgr inż. Stanisław Szymczuk

mgr inż. Stanisław Szymczuk  
Upr. Bud. Nr 227/00/DUW

## SPIS TREŚCI

1. Zleceniodawca .....	str. 3
2. Jednostka wykonująca badania .....	str. 3
3. Podstawa opracowania .....	str. 3
4. Lokalizacja przedmiotu badań .....	str. 3
5. Przedmiot i zakres opracowania .....	str. 3
6. Zestawienie wyników pomiaru ugięć sprężystych .....	str. 4
7. Obliczenia ugięć miarodajnych .....	str. 5
8. Obliczenie wzmocnienia istniejącej nawierzchni .....	str. 6

## 1. Zleceniodawca.

ZU-H „RR”

mgr inż. Ryszard Jóźwik

ul. Teatralna 2a

55-100 Trzebnica

## 2. Jednostka wykonująca badania.

„IRDRO” ul. Kwiska 5/7, 54-210 Wrocław

## 3. Podstawa opracowania.

3.1 Zlecenie na prace badawcze.

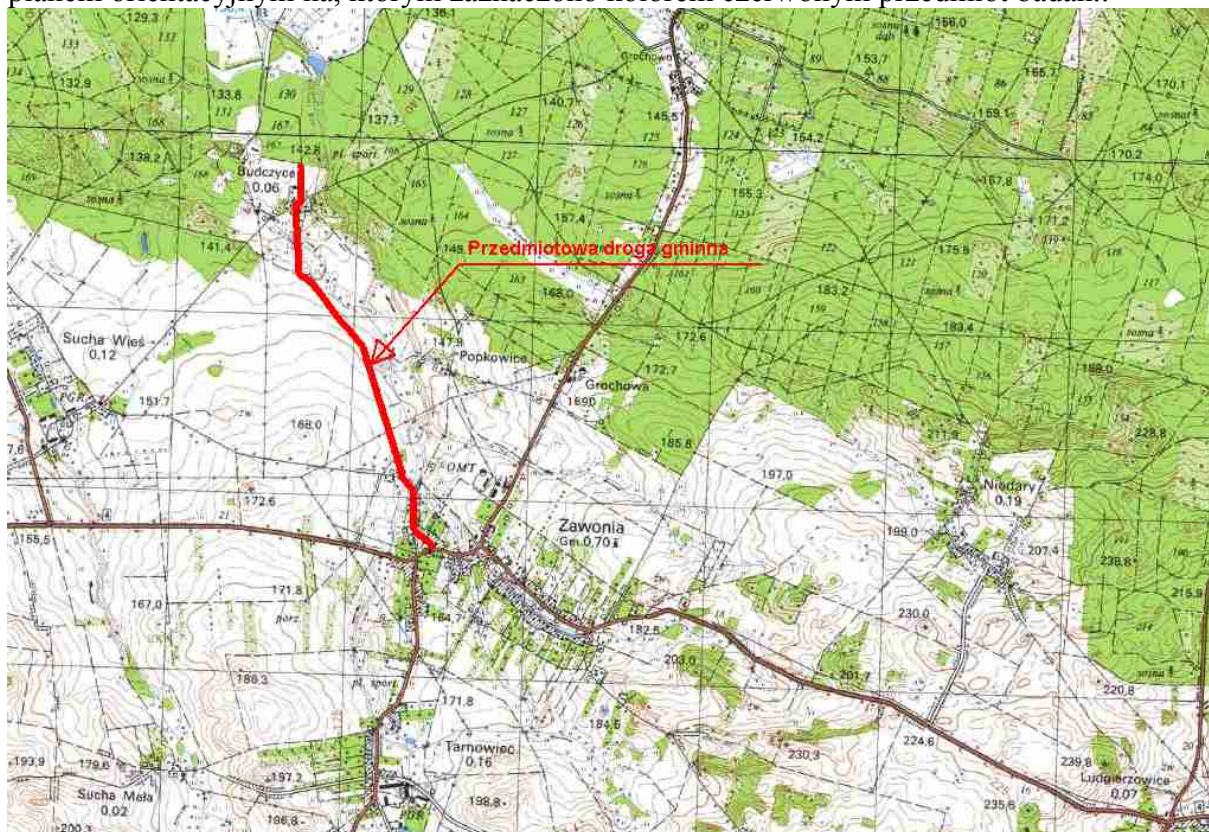
3.2 Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych.

3.3 Polska Norma BN-70/8931-06: Drogi samochodowe. Pomiar ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym.

3.4 Badania ugięć sprężystych wykonane zgodnie z BN-70/8931-06.

## 4. Lokalizacja przedmiotu badań.

Opracowanie dotyczy drogi gminnej na odcinku Zawonia - Budczyce zgodnie z załączonym planem orientacyjnym na, którym zaznaczono kolorem czerwonym przedmiot badań.:



## 5. Przedmiot i zakres opracowania.

Przedmiotem opracowania jest wykonanie badań istniejącej konstrukcji jezdni drogi gminnej na odcinku Zawonia - Budczyce.

Zakres badań obejmuje:

- pomiar ugięć belką Benkelmana co 50m na przemian raz w prawym raz w lewym śladzie koła na dwóch pasach ruchu,

Powyższe badania wykonano w celu określenia kategorii obciążenia ruchem jaką może przenieść istniejąca nawierzchni drogi obecnie.

## 6. Zestawienie wyników pomiaru ugięć sprężystych.

Ocenę nośności przeprowadzono w oparciu o pomiar ugięć sprężystych nawierzchni mierzonych 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 dla dwóch pasów ruchu co 50m raz w prawym raz w lewym śladzie koła na odcinku Zawonia - Budczyce. Okres w którym były wykonywane pomiary to: 09.12.2014r. W trakcie pomiarów rejestrowano regularnie temperaturę otoczenia, która wynosiła średnio 8,0°C. Ogólny stan panujących w tym okresie warunków atmosferycznych to słonecznie.

	- ugięcia sprężyste do 0,5mm
	- ugięcia sprężyste od 0,5mm do 0,8mm
	- ugięcia sprężyste od 0,8mm do 1,1mm
	- ugięcia sprężyste od 1,1mm do 1,2mm
	- ugięcia sprężyste powyżej 1,2mm

- km 0+000 – przyjęto w Zawonii na krawędzi drogi wojewódzkiej nr 340.

Lp.	Pikietaż roboczy [km]	Ugięcia sprężyste w [mm]	
		PAS LEWY	PAS PRAWY
1	2	3	4
1	0+000		
2	0+050		0,54
3	0+100	0,70	
4	0+150		0,78
5	0+200	0,54	
6	0+250		1,18
7	0+300	0,42	
8	0+350		0,54
9	0+400	1,08	
10	0+450		0,74
11	0+500	0,68	
12	0+550		0,66
13	0+600	0,62	
14	0+650		0,98
15	0+700	0,68	
16	0+750		0,74
17	0+800	0,70	
18	0+850		0,86
19	0+900	0,80	
20	0+950		0,84
21	1+000	0,60	
22	1+050		0,70
23	1+100	0,66	
24	1+150		0,80
25	1+200	0,62	
26	1+250		0,66

Lp.	Pikietaż roboczy [km]	Ugięcia sprężyste w [mm]	
		PAS LEWY	PAS PRAWY
1	2	3	4
27	1+300	0,72	
28	1+350		0,74
29	1+400	0,76	
30	1+450		0,86
31	1+500	0,74	
32	1+550		1,00
33	1+600	1,00	
34	1+650		1,44
35	1+700	0,60	
36	1+750		0,80
37	1+800	0,90	
38	1+850		0,80
39	1+900	1,30	
40	1+950		1,20
41	2+000	0,46	
42	2+050		0,80
43	2+100	0,74	
44	2+150		0,56
45	2+200	0,50	
46	2+250		0,70
47	2+300	0,54	
48	2+350		0,74
49	2+400	0,52	

## 7. Obliczenie ugięcia miarodajnego.

Na podstawie pomierzonych ugięć sprężystych nawierzchni obliczono ugięcia miarodajne według wzoru:

$$U_m = U_{sr} + t \cdot \sigma_s$$

gdzie:

$U_m$  – ugięcie miarodajne w mm

$U_{sr}$  – ugięcie średnie w mm

$t$  – współczynnik zależny od poziomu istotności  
( $t = 2,00$ )

$\sigma_s$  – średnie odchylenie standardowe

Ugięcia miarodajne policzono oddzielnie dla prawego i lewego pasa ruchu.

### 7.1. Strona PRAWA

$$U_{sr} = 0,819 \text{ mm } (0,792)^*$$

$$\sigma_s = 0,214 \text{ mm } (0,172)^*$$

$$U_m = 1,247 \text{ mm } (1,136)^*$$

\*)Wartości w nawiasie po odrzuceniu wyników w km 1+650, ponieważ na tym miejscu zaleca się wymianę konstrukcję jezdni.

Z pomiaru ugięć sprężystych wynika, że badana konstrukcja jezdni spełnia kryteria obciążenia ruchem jak dla:

- kategorii **mniejszej od KR 1**, ponieważ  $U_m > 1,2 \text{ mm}$  (*KR 1 bo  $1,1\text{mm} < U_m < 1,2 \text{ mm}$* )\*

## **7.2. Strona LEWA**

$$U_{\text{sr}} = 0,703\text{mm} (0,677)*$$

$$\delta_s = 0,203 \text{ mm} (0,162)*$$

$$U_m = 1,109 \text{ mm} (1,001)*$$

\*)Wartości w nawiasie po odrzuceniu wyników w km 1+900, ponieważ na tym miejscu zaleca się wymianę konstrukcję jezdni.

Z pomiaru ugięć sprężystych wynika, że badana konstrukcja jezdni spełnia kryteria obciążenia ruchem jak dla:

- kategorii **KR 1**, ponieważ  $1,1\text{mm} < U_m < 1,2 \text{ mm}$  (*KR 2 bo  $0,8\text{mm} < U_m < 1,1 \text{ mm}$* )\*

## **7.3. CAŁA JEZDNIA**

$$U_{\text{sr}} = 0,761\text{mm} (0,735)*$$

$$\delta_s = 0,214\text{mm} (0,175)*$$

$$U_m = 1,190\text{mm} (1,085)*$$

\*)Wartości w nawiasie po odrzuceniu wyników w km 1+650 oraz 1+900, ponieważ na tym miejscu zaleca się wymianę konstrukcję jezdni.

Z pomiaru ugięć sprężystych wynika, że badana konstrukcja jezdni spełnia kryteria obciążenia ruchem jak dla:

- kategorii **KR 1**, ponieważ  $1,1\text{mm} < U_m < 1,2 \text{ mm}$  (*KR 2 bo  $0,8\text{mm} < U_m < 1,1 \text{ mm}$* )\*

## **8. Obliczenie wzmocnienia istniejącej nawierzchni.**

W celu ujednolicenia technologii oraz w związku z lokalnym przekroczeniem ugięć sprężystych przyjęto na odcinkach od km 1+600 do km 1+700 oraz od km 1+850 do km 1+950 wymianę całej konstrukcji jezdni na konstrukcję KR1 wraz ze wzmocnieniem istniejącego podłoża gruntowego po przez stabilizowanie gruntu cementem. Dla pozostałych odcinków remontowanej drogi gminnej, obliczono wzmocnienie istniejącej nawierzchni na całej szerokości przyjmując do obliczeń ugięcia miarodajne całej jezdni.

### **8.1. Dane wyjściowe.**

- Prognozowana kategoria ruchu: KR1
- Całkowity ruch w okresie obliczeniowym 10 lat:

$N_{\text{całk}} = 45\,000$  osi 100 kN/pas

- Ugięcie miarodajne zgodnie z pkt. 7.3.

$U_m = 1,085$  mm

## **8.2. Ugięcie obliczeniowe.**

$$U_{\text{obl}} = U_m \cdot f_T \cdot f_S \cdot f_P$$

gdzie:

$f_T = 1,24$  – współczynnik temperatury dla  $T = 8^\circ\text{C}$

$f_S = 1,20$  – badania wykonano na początku grudnia (jednak ze względu na wysokie temperatury przyjęto współczynnik pośredni pomiędzy wrześniem a listopadem)

$f_P = 1,0$  – współczynnik podbudowy dla nawierzchni podatnej

$$U_{\text{obl}} = 1,085 \cdot 1,24 \cdot 1,20 \cdot 1,0 = 1,614 \text{ mm}$$

## **8.3. Wyznaczenie z nomogramu grubości zastępczej nakładki.**

$$H_{\text{zast.wym.}} = 16 \text{ cm}$$

## **8.4. Układ warstw wzmacniających.**

### **8.4.1. Odcinek remontowanej jezdni.**

- warstwa ścieralna z betonu asfaltowego AC 11 S gr.: 4cm

- warstwa wiążąco-profilująca z betonu asfaltowego AC 16 W gr.: 4cm

Razem: 8,0 cm

### **8.4.2. Odcinki wymiany konstrukcji wraz ze wzmocnieniem istniejącego podłoża gruntowego od km 1+600 do km 1+700 oraz od km 1+850 do km 1+950.**

- warstwa ścieralna z betonu asfaltowego AC 11 S gr.: 4cm

- warstwa wiążąca z betonu asfaltowego AC 16 W gr.: 4cm

- podbudowa pomocnicza z kruszywa łamanego 0/63mm zgodnie z PN-S-06102 gr.: 20cm

- wzmocnienie istniejącego podłoża gruntowego poprzez stabilizowanie gruntu cementem gr. 15cm o  $R_m + 2,5\text{MPa}$  zgodnie z PN –S-96012:1997.

## **8.5. Sprawdzenie grubości zastępczej nakładki.**

$$H_{\text{zast.proj.}} = a_1 \cdot h_1 + a_2 \cdot h_2$$

$a_i$  – współczynnik materiałowy i-tej warstwy wg polskiej modyfikacji metody CBR.

$h_i$  – projektowana grubość poszczególnych warstw.

$$H_{\text{zast.proj.}} = 2,0 \cdot 4 + 2,0 \cdot 4 = 16 \text{ cm}$$

$$H_{\text{zast.proj.}} = H_{\text{zast.wym.}}$$

Nakładka wzmacniająca remontowanej nawierzchni została prawidłowo zaprojektowana.