

OCENA STANU KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Nazwa zadania: Przebudowa dróg publicznych kategorii gminnej nr 010755C - ul. Kościuszki, nr 010735C - ul. Grunwaldzka oraz nr 010783C - ul. Piastowska w Tucholi.

Grudzień, 2019

Spis treści

- 1. Wstęp**
- 2. Opis wykonanych prac i analiza wyników**
 - 2.1 Ocena wizualna**
 - 2.2 Ugięcia sprężyste**
 - 2.3 Odwierty w konstrukcji nawierzchni**
- 3. Podsumowanie**
- 4. Literatura**
- 5. Załącznik**

Spis Załączników

- | | |
|-----------------|--|
| Załącznik nr 1. | Zestawienie wartości ugięć sprężystych ul. Tadeusza Kościuszki |
| Załącznik nr 2. | Zestawienie wartości ugięć sprężystych ul. Grunwaldzka |
| Załącznik nr 3. | Zestawienie wartości ugięć sprężystych ul. Piastowska |

OCENA STANU KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

1. Wstęp

Niniejsze zadanie zostało wykonane na podstawie zlecenia firmy AKROID Andrzej Kurda, ul. Sanocka 1, 87-100 Toruń, na potrzeby opracowania projektu o nazwie: *Przebudowa dróg publicznych kategorii gminnej nr 010755C - ul. Kościuszki, nr 010735C - ul. Grunwaldzka oraz nr 010783C, ul. Piastowska w Tucholi*. Zlecenie dotyczyło oceny stanu konstrukcji istniejącej nawierzchni i obejmowało wykonanie: odwiertów w konstrukcji nawierzchni wraz z określeniem grubości poszczególnych warstw oraz określenie wielkości ugięć sprężystych, w celu ustalenia nośności istniejącej konstrukcji i wyznaczenia grubości ewentualnych nakładek wzmacniających.

Wspólnie z Zamawiającym ustalono częstotliwość badań na:

- ugięcia sprężyste co 25 mb, przemiennie na stronę.
- odwiert w konstrukcji nawierzchni co około 100 mb.

Kategorię ruchu przyjęto na podstawie danych Zamawiającego na KR2. Sumaryczną liczbę równoważnych osi standardowych 100 kN w całym okresie projektowym, przyjęto na **$N_{100} = 0,3$ mln osi 100 kN / pas obliczeniowy.**

2. Opis wykonanych prac

2.1 Ocena wizualna

Analizowane ulice zlokalizowane są w centrum miasta, otoczone ścisłą zabudową mieszkalną, domami jednorodzinnymi, oraz blokami mieszkalnymi, znajdują się także przedszkole i szkoła, a także lokale handlowe. Nawierzchnia jest w złym stanie. Posiada liczne spękania oraz remonty cząstkowe. Widoczne są także liczne powierzchnie, łaty, wynikające z odtwarzania nawierzchni po wykonaniu instalacji podziemnych. Nie występują zapadnięcia i nierówności, ani koleiny. Stan nawierzchni jest nierównomierny, co znalazło odbicie w wartościach ugięć sprężystych, które także są bardzo zmienne.

2.2 Ugięcia sprężyste.

Zgodnie z Katalogiem Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych, (KWRNPP-2001), ocena stanu nawierzchni dróg musi zostać wsparta pomiarami ugięć sprężystych w celu ustalenia nośności konstrukcji.

Badania przeprowadzono belką Benkelmana oraz wzorcowanym elektronicznym czujnikiem odkształcenia. Jako obciążenie użyto samochód z załadunkiem, którego tylna oś wywierała na nawierzchnię nacisk o wartości 102,8 kN na oś, czyli 51,4 kN pod kołem pomiarowym.

Kilometrację pomiarów przyjęto wg udostępnionych danych.

Jako punkty początkowe pomiarów przyjęto:

- dla ul. Tadeusza Kościuszki: krawędź ul. Świeckiej jako 0+000,
- dla ul. Grunwaldzkiej: róg ul. Sportowej i alei Ligii Ochrony Przyrody, jako km 0+000,
- dla ul. Piastowskiej: krawędź nowej masy na skrzyżowaniu z ul. Świecką jako 0+000.

Odległość między punktami określano metodą domiarów.

W ramach prowadzonych prac wykonano 40 pomiarów ugięć sprężystych. Wyniki badań, wielkość użytego obciążenia, wartości współczynników temperatury, sezonowości i rodzaju podbudowy oraz wyliczenia ugięcia obliczeniowego przedstawiono w Załączniku nr 1-3: „Zestawienie badań ugięć sprężystych...”.

Na podstawie uzyskanych wyników wyznaczono odcinki jednorodne, dla których określono wymagane grubości nakładek wzmacniających. Wyniki przedstawiono w tabeli 1.

Grubość zastępczej nakładki wzmacniającej odczytano z nomogramu, rys. 3 KWRNPP-2001, uwzględniając uzyskane ugięcie obliczeniowe oraz założone obciążenie ruchem, następnie stosując współczynnik materiałowy dla mieszanek mineralno-asfaltowych (Tablica 16 w Katalogu) wynoszący $a=2,0$. Wartości zestawiono w tabeli 1.

Wymagania Katalogu		Wyniki pomiarów		Grubość nakładki wzmacniającej	
Kategoria ruchu	Dopuszczalne ugięcie obliczeniowe, mm	Odcinek	Wyznaczone wartości ugięć obliczeniowych, U_{obl} , mm	Grubość zastępcza wzmocnienia	Grubość nakładki asfaltowej
ul. Grunwaldzka					
KR2, 0,3 mln osi 100kN/pas	1,1	0+000 – 0+125	1,4	27 cm	14 cm
		0+125 – 0+225	1,6	33 cm	17 cm

Tabela 1. Graniczne wartości ugięć obliczeniowych (dopuszczalnych), uzyskane ugięcia z pomiarów belką Benkelmana*) pod obciążeniem 100 kN/oś (50 kN/koło bliźniacze) oraz grubość zastępcza wzmocnienia i proponowana grubość nakładki asfaltowej.

Wymagania Katalogu		Wyniki pomiarów		Grubość nakładki wzmacniającej	
Kategoria ruchu	Dopuszczalne ugięcie obliczeniowe, mm	Odcinek	Wyznaczone wartości ugięć obliczeniowych, U_{obl} , mm	Grubość zastępcza wzmocnienia	Grubość nakładki asfaltowej
ul. Piastowska					
KR2, 0,3 mln osi 100kN/pas	1,1	0+000 – 0+075	1,7	35 cm	18 cm
		0+075 – 0+200	0,9	9 cm	5 cm
		0+200 – 0+300	1,1	17 cm	7 cm
		0+300 – 0+425	0,8	-	-
ul. Kościuszki					
KR2, 0,3 mln osi 100kN/pas	1,1	0+000 – 0+125	1,7	35 cm	18 cm
		0+125 – 0+175	3,2	poza skalą	-
		0+175 – 0+200	1,3	26 cm	13 cm
		0+200 – 0+250	1,9	40 cm	20 cm
		Pętla	2,0	42 cm	21 cm

c.d. Tabela 1. Graniczne wartości ugięć obliczeniowych (dopuszczalnych), uzyskane ugięcia z pomiarów belką Benkelmana*) pod obciążeniem 100 kN/oś (50 kN/koło bliźniacze) oraz grubość zastępcza wzmocnienia i proponowana grubość nakładki asfaltowej.

W dwóch przypadkach ujawniono niespójność Katalogu, który dopuszcza ugięcia na poziomie 1,1 oraz jednocześnie przy uzyskaniu ugięcia 0,9mm, można odczytać z monogramu grubość nakładki wzmacniającej.

2.3 Odwierty w konstrukcji nawierzchni

Wykonano serię 8 odwiertów przez konstrukcję. Odwierty ujawniły następujące rodzaje podbudowy: Kamień brukowy na podsypce piaskowej, kruszywo łamane wapienne 0/31,5, lokalnie zmieszane z żużlem, kruszywo wapienne o ziarnach 125mm, bruk na podsypce piaskowej. W związku z tym jako współczynnik podbudowy do wyznaczenia ugięć obliczeniowych przyjęto wartość 1,0.

Zestawienie grubości poszczególnych warstw w zestawieniu z pomierzonymi ugięciami przedstawiono w tabeli 2.

Nr punktu	Lokalizacja / ulica	Warstwy bitumiczne [cm]	Podbudowa [cm]	Sumaryczna grubość konstrukcji [cm]	Uwagi / materiał podbudowy
O1	Tadeusza Kościuszki	13,5 (6,5+7,0)	10	23,5	Kamień brukowy na podsypce piaskowej
O2	Tadeusza Kościuszki	7 (4+3)	20 (17+3)	27	Kruszywo wapienne 0/31,5, z dodatkiem 0/125
O3	Tadeusza Kościuszki	8 (4+4)	22	30	Kruszywo wapienne 0/31,5
O4	Grunwaldzka (między Piastowską a Kościuszki)	11,5 (4+4,5+3)	15	26,5	Kruszywo wapienne 0/31,5
O5	Grunwaldzka (między Piastowską a Sportową)	7,5 (3,5+4)	17	24,5	Bruk na podsypce piaskowej
O6	Piastowska	12 (7+5)	12	24	Kruszywo wapienne 0/31,5
O7	Piastowska	13 (6+4+3)	13	26	Kruszywo wapienne 0/31,5
O8	Piastowska	15 (6+4+5)	15	30	Kruszywo wapienne 0/31,5

Tabela nr 2. Zestawienie grubości warstw konstrukcyjnych i ugięć pomierzonych.

Kamień brukowy występujący w pierwszym otworze na ul. Kościuszki to duże kamienie o różnych kształtach ułożone jako nawierzchnia. Bruk na ulicy Grunwaldzkiej, na odcinku od ul. Sportowej do ul. Piastowskiej, to bruk rzędowy o wysokości kamienia 17 cm.

Nakładka bitumiczna składała się z dwóch lub trzech warstw, w zależności od lokalizacji. Starano się odwiercać nawierzchnię w miejscach gdzie nie były prowadzone prace instalacyjne. W miejscach układania sieci podziemnych należy spodziewać się innej

konstrukcji nawierzchni. Dla całego zadania należy przyjąć bardzo zróżnicowane materiałowo warstwy asfaltowe, ze względu na ich grubość i rodzaj mieszanek.

Po analizie grubości konstrukcji i materiału podbudowy oraz wartości ugięć, nie stwierdzono występowania korelacji między tymi zmiennymi. Najprawdopodobniej bardzo duży wpływ na nośność konstrukcji i wartości ugięć ma podłoże rodzime, które w części odwiertów stanowiły gliny, tak więc grunty wysadzinowe i ulegające uplastycznieniu, dlatego ugięcia w dużym stopniu zależne są od stanu podłoża.

3. Podsumowanie

Po przeprowadzonej analizie stwierdza się:

- Nawierzchnia analizowanego odcinka jest uszkodzona na całej długości poprzez spękania i wykruszenia. Znajdują się tam liczne remonty cząstkowe nawierzchni.
- Dla wyznaczenia grubości nakładek wzmacniających przyjęto obciążenie ruchem na poziomie 0,3 mln równoważnych osi standardowych 100kN/pas (KR2).
- Analizowany odcinek drogi charakteryzuje się dużą zmiennością grubości oraz jakości zarówno podbudowy i warstw bitumicznych.
- Rozrzut wyników ugięć jest znaczny.
- Wydzielono 11 odcinków jednorodnych na łącznej długości ulic około 1000 m, co jest niepraktyczne do zastosowania i wymaga ujednolicenia w celu ułatwienia prowadzenia prac budowlanych.
- Wymagane nakładki asfaltowe o ustalonej grubości, nie są ekonomiczne i praktycznie możliwe do zastosowania. Do ulic są nawiązane liczne wjazdy i chodniki, ponadto warunki gruntowe wymagają zastosowania wzmocnienia ze względu na grupę nośności G4 (Analiza podłoża gruntowego stanowi oddzielne opracowanie, rodzaj gruntu wpłynie na zaproponowaną konstrukcję nawierzchni), dlatego też należy rozważyć rozbiórkę istniejącej nawierzchni i zastosowanie wzmocnionych dolnych warstw konstrukcji zgodnie z Katalogiem.
- Należy zapewnić także sumaryczną grubość konstrukcji, spełniającą wymagania mrozochronności.
- Możliwe będzie wykorzystanie istniejących warstwy nawierzchni czyli w warstwach podbudowy MCE.
- Wyznaczono grubości nakładek wzmacniających zestawionych tabeli 3.

Odcinek	Grubość nakładki asfaltowej
ul. Grunwaldzka	
0+000 – 0+125	14 cm
0+125 – 0+225	17 cm
ul. Piastowska	
0+000 – 0+075	18 cm
0+075 – 0+200	5 cm
0+200 – 0+300	7 cm
0+300 – 0+425	-
ul. Tadeusza Kościuszki	
0+000 – 0+125	18 cm
0+125 – 0+175	poza skalą
0+175 – 0+200	13 cm
0+200 – 0+250	20 cm
Pętla	21 cm

Tabela 3. Zestawienie grubości nakładek asfaltowych.

4. Literatura

- Katalog Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych (KWRNPP – 2001).
- Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych. Załącznik do zarządzenia Nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.
- BN-70/8931-06 Drogi samochodowe. Pomiar ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym.

5. Załączniki

Załącznik nr 1. Zestawienie wartości ugięć sprężystych ul. Tadeusza Kościuszki

Zestawienie wartości ugięć sprężystych wykonanych na potrzeby projektu:
Przebudowa dróg publicznych kategorii gminnej nr 010755C - ul. Kościuszki, nr 010735C - ul. Grunwaldzka
oraz nr 010783C - ul. Piastowska w Tucholi.

Data wykonania pomiarów	07.12.2019								
Norma odniesienia	BN-70/8931-06 Drogi samochodowe. Pomiar ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym								
	Katalog Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych (KWRNPP – 2001)								
Odległość od krawędzi jezdni [m]	0,5 m								
Rodzaj nawierzchni	Nawierzchnia z mieszanek mineralno- asfaltowych								
Pogoda	pochmurnie								
Temperatura powietrza, [°C]	6								
Współczynnik temperaturowy, Ft	1,28								
Współczynnik sezonowości, Fs	1,28								
Współczynnik podbudowy, Fp	1,00								
Obciążenie na koło pomiarowe, [kN]	51,4								
Kategoria ruchu	KR 3								

Lokalizacja punktu	Odczyt zegara pomiarowego [mm]	Skorygowany ze względu na zwiększenie obciążenia, odczyt zegara pomiarowego [mm]	Wartość ugięcia [mm]	Ugięcie średnie dla danego odcinka jednorodnego [mm]	Odchylenie standardowe ugięć sprężystych dla odcinka jednorodnego [mm]	Ugięcie miarodajne [mm]	Ugięcia obliczeniowe [mm]	Dopuszczalne ugięcie obliczeniowe	UWAGI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-	-	-	(kol. 3 * 2)	-	-	(kol. 5 + 2*kol. 6)	(kol. 7 *Ft*Fs*Fp)	-	-
0+025	0,38	0,37	0,74	0,73	0,14	1,0	1,7	1,1	ul. Tadeusza Kościuszki
0+050	0,42	0,41	0,82						
0+075	0,27	0,26	0,53						
0+100	0,35	0,34	0,68						
0+125	0,46	0,45	0,89	1,96	0,00	2,0	3,2		
0+150	1,01	0,98	1,96						
0+175	0,27	0,26	0,53						
0+200	0,35	0,34	0,68	0,60	0,11	0,8	1,3		
0+225	0,54	0,53	1,05						
0+250	0,50	0,49	0,97						
Rozwidlenie									
0+010	0,52	0,51	1,01	1,06	0,07	1,2	2,0		
0+035	0,57	0,55	1,11						
0+060	0,31	0,30	0,60						
0+060	0,31	0,30	0,60	0,60	0,00	0,60	1,0		

UWAGA 1:	Dopuszczalne ugięcie obliczeniowe wg Katalogu KWRNPP-2001, tablica 13 str. 33, [mm]								
WNIOSKI:	Wielkości pomierzonych ugięć przekraczają wartości dopuszczalne i wymagane jest zastosowanie nakładek wzmacniających. Grubość nakładek należy wyznaczyć na podstawie Katalogu.								

Zestawienie wartości ugięć sprężystych wykonanych na potrzeby projektu:
 Przebudowa dróg publicznych kategorii gminnej nr 010755C - ul. Kościuszki, nr 010735C - ul. Grunwaldzka
 oraz nr 010783C - ul. Piastowska w Tucholi.

Data wykonania pomiarów	07.12.2019										
Norma odniesienia	BN-70/8931-06 Drogi samochodowe. Pomiar ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym										
	Katalog Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych (KWRNPP – 2001)										
Odległość od krawędzi jezdni [m]	0,5 m										
Rodzaj nawierzchni	Nawierzchnia z mieszanek mineralno- asfaltowych										
Pogoda	pochmurnie										
Temperatura powietrza, [°C]	6										
Współczynnik temperaturowy, Ft	1,28										
Współczynnik sezonowości, Fs	1,28										
Współczynnik podbudowy, Fp	1,00										
Obciążenie na koło pomiarowe, [kN]	51,4										
Kategoria ruchu	KR 3										
Lokalizacja punktu	Odczyt zegara pomiarowego [mm]	Skorygowany ze względu na zwiększenie obciążenia, odczyt zegara pomiarowego [mm]	Wartość ugięcia [mm]	Ugięcie średnie dla danego odcinka jednorodnego [mm]	Odchylenie standardowe ugięć sprężystych dla odcinka jednorodnego [mm]	Ugięcie miarodajne [mm]	Ugięcia obliczeniowe [mm]	Dopuszczalne ugięcie obliczeniowe	UWAGI		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
-	-	-	(kol. 3 * 2)	-	-	(kol. 5 + 2*kol. 6)	(kol. 7 *FtFsFp)	-	-		
0+025	0,35	0,34	0,68	0,69	0,08	0,9	1,4	1,1	ul. Grunwaldzka		
0+050	0,33	0,32	0,64								
0+075	0,43	0,42	0,84								
0+100	0,33	0,32	0,64								
0+125	0,33	0,32	0,64								
skrzyżowanie											
0+150	0,18	0,18	0,35	0,58	0,20	1,0	1,6				
0+175	0,25	0,24	0,49								
0+200	0,42	0,41	0,82								
0+225	0,34	0,33	0,66								
UWAGA 1: Dopuszczalne ugięcie obliczeniowe wg Katalogu KWRNPP-2001, tablica 13 str. 33, [mm]											
WNIOSKI: Wielkości pomierzonych ugięć przekraczają wartości dopuszczalne i wymagane jest zastosowanie nakładek wzmacniających. Grubość nakładek należy wyznaczyć na podstawie Katalogu.											

Załącznik nr 3. Zestawienie wartości ugięć sprężystych ul. Piastowska

Zestawienie wartości ugięć sprężystych wykonanych na potrzeby projektu:
Przebudowa dróg publicznych kategorii gminnej nr 010755C - ul. Kościuszki, nr 010735C - ul. Grunwaldzka
oraz nr 010783C - ul. Piastowska w Tucholi.

Data wykonania pomiarów	07.12.2019
Norma odniesienia	BN-70/8931-06 Drogi samochodowe. Pomiar ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym
	Katalog Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych (KWRNPP – 2001)
Odległość od krawędzi jezdni [m]	0,5 m
Rodzaj nawierzchni	Nawierzchnia z mieszanek mineralno- asfaltowych
Pogoda	pochmurnie
Temperatura powietrza, [°C]	6
Współczynnik temperaturowy, Ft	1,28
Współczynnik sezonowości, Fs	1,28
Współczynnik podbudowy, Fp	1,00
Obciążenie na koło pomiarowe, [kN]	51,4
Kategoria ruchu	KR 3

Lokalizacja punktu	Odczyt zegara pomiarowego [mm]	Skorygowany ze względu na zwiększenie obciążenia, odczyt zegara pomiarowego [mm]	Wartość ugięcia [mm]	Ugięcie średnie dla danego odcinka jednorodnego [mm]	Odchylenie standardowe ugięć sprężystych dla odcinka jednorodnego [mm]	Ugięcie miarodajne [mm]	Ugięcia obliczeniowe [mm]	Dopuszczalne ugięcie obliczeniowe	UWAGI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-	-	-	(kol. 3 * 2)	-	-	(kol. 5 + 2*kol. 6)	(kol 7 *Ft*Fs*Fp)	-	-
0+025	0,47	0,46	0,91	0,87	0,08	1,0	1,7	1,1	ul. Piastowska
0+050	0,47	0,46	0,91						
0+075	0,40	0,39	0,78						
0+100	0,26	0,25	0,51						
0+125	0,25	0,24	0,49						
0+150	0,20	0,19	0,39	0,45	0,06	0,6	0,9		
0+175	0,20	0,19	0,39						
0+200	0,25	0,24	0,49						
0+225	0,32	0,31	0,62						
0+250	0,28	0,27	0,54						
0+275	0,28	0,27	0,54	0,59	0,05	0,7	1,1		
0+300	0,33	0,32	0,64						
0+325	0,23	0,22	0,45						
0+350	0,25	0,24	0,49						
0+375	0,23	0,22	0,45						
0+400	0,23	0,22	0,45	0,46	0,02	0,5	0,8		
0+425	0,25	0,24	0,49						

UWAGA 1:	Dopuszczalne ugięcie obliczeniowe wg Katalogu KWRNPP-2001, tablica 13 str. 33, [mm]
WNIOSKI:	Wielkości pomierzonych ugięć przekraczają wartości dopuszczalne i wymagane jest zastosowanie nakładek wzmacniających. Grubość nakładek należy wyznaczyć na podstawie Katalogu.