

inż. Leszek Śmigas
ul. Leśna 11
27 - 215 WĄCHOCK

Opracowanie

propozycji technologii odnowy nawierzchni na drodze powiatowej
ulica Ekonomii w Skarżysku Kamiennej ;
odcinek -
ul. Ekonomii od km 0+028,00 do km 1+132,00.

Inwestor:

**Zarząd Dróg Powiatowych
ul. Konarskiego 20
26-110 Skarżysko Kamienna**

Opracował:

Data opracowania: Październik' 2008 r.

Opracowanie zawiera:

1. Opis stanu istniejącego.

- 1.1. Usytuowanie drogi.
- 1.2. Stan nawierzchni.
- 1.3. Konstrukcja nawierzchni.
- 1.4. Podłoże gruntowe.

2. Kategoria ruchu.

3. Ocena jakości materiałów.

- 3.1. Warstwy bitumiczne - analiza wyników badań.
- 3.2. Wnioski z badań warstw bitumicznych.
- 3.3. Ocena jakości materiałów podbudowy.
- 3.4. Ocena gruntów podłoża.

4. Wnioski.

5. Propozycja technologii wykonania odnowy nawierzchni.

6. Uwagi.

Załączniki:

- 1. Zał. Nr 1. Zestawienie wyników pomiarów grubości oraz wyników badań składu mieszanek mineralno-asfaltowych warstw nawierzchni bitumicznej.
- 2. Zał. Nr 2. Wyniki pomiarów ugięć sprężystych belką Benkelmana.

1. Opis stanu istniejącego.

1.1. Usytuowanie drogi.

Opracowanie propozycji technologii odnowy nawierzchni obejmuje drogę powiatową ul. Ekonomii w Skarżysku Kamiennej. Długość odcinka objętego opracowaniem wynosi 1,11 km. Odcinek drogi położony jest w terenie płaskim na obszarze zabudowanym. W profilu podłużnym na całym odcinku niweleta drogi wpisuje się w otaczający ją teren.

1.2. Stan nawierzchni.

Na rozpatrywanym odcinku drogi, jezdnia o szerokości 6,0m ma nawierzchnie bitumiczną.

Wizualna ocena stanu istniejącej nawierzchni wykazała:

- a. lokalnie uszkodzenia w postaci:
 - spękań siatkowych i miejscowych zaniżeń, zwłaszcza przy krawędzi jezdni,
 - lokalnych spękań podłużnych o nieregularnym kształcie,
 - pojedyncze pęknięcia poprzeczne,
- b. deformację nawierzchni w postaci niewielkich kolein o zróżnicowanej głębokości,
- c. ślady remontów cząstkowych w postaci łat z mieszanki mineralno-asfaltowej,
- d. na nieuszkodzonych powierzchniach, nawierzchnia o szczelnej, zamkniętej fakturze.

1.3. Konstrukcja nawierzchni.

W celu rozpoznania konstrukcji istniejącej nawierzchni wykonano:

- 4 odwierty w warstwach bitumicznych,
- 4 odkrywki w warstwie podbudowy.

Stwierdzono:

A. Nawierzchnia bitumiczna.

Sumaryczna grubość warstw nawierzchni bitumicznej typu betonowego jest zawarta w granicach 7,8 - 13,5 cm.

Najmniejsze grubości nawierzchni bitumicznej zmierzono w miejscach:

- km 0+600 str. prawa - 9,1 cm
- km 1+100 str. prawa – 7,8 cm

Największe grubości nawierzchni bitumicznej wykazały próbki wycięte w miejscach:

- km 0+100 str. prawa - 13,5 cm
- km 0+300 str. lewa - 11,4 cm

Średnia grubość nawierzchni bitumicznej wynosi 10,4cm.

B) Podbudowa.

W próbie nr 4 zlokalizowanej w km 1+100 pod warstwą podbudowy tłuczniowej grubości 8,0cm znajduje się warstwa bitumiczna grubości 4,1cm. W podbudowie istniejącej konstrukcji nawierzchni rozpoznano makroskopowo kruszywo łamane kamienne.

1.4. Podłoże gruntowe.

Na podstawie odwiertów na głębokości 70,4 – 73,0cm i badań makroskopowych, w podłożu bezpośrednio pod podbudową rozróżniono następujące grunty:

- piasek średnioziarnisty- grubość warstwy min 30cm,
- piasek (prawdopodobna grubość warstwy ok. min 30cm),

2. Kategoria ruchu.

Dla badanego odcinka drogi przyjęto obciążenie ruchem KR 3, zgodnie z warunkami technicznymi Zarządu Dróg Powiatowych w Skarżysku Kamiennej.

3. Ocena jakości materiałów.

3.1. Warstwy bitumiczne - analiza wyników badań.

Z odcinka drogi objętego opracowaniem technologii odnowy nawierzchni zbadano próbki z 4 odwiertów w celu ustalenia składu mieszanek mineralno- asfaltowych zalegających w górnych warstwach nawierzchni bitumicznej.

Poniżej przedstawiono średnie zawartości składników w warstwach nawierzchni bitumicznej.

Lp	Głębokość zalegania warstwy	% zawartości składników		
		asfalt	ziarna < 0,075 mm	ziarna > 2 mm
1.	Do 5 cm	6,3	11,4	55,6
2.	Poniżej 5 cm	6,4	12,0	50,2
3.		5,0	9,9	46,4
4.		5,5	10,2	53,1

3.2. Wnioski z badań warstw bitumicznych.

Skład mieszanek mineralno-asfaltowych.

Składy mieszanek mineralno-asfaltowych zalegających w górnych warstwach istniejącej nawierzchni porównano z wymaganiami obowiązującej normy PN-S-96025 „Drogi samochodowe i lotniskowe. Nawierzchnie asfaltowe. Wymagania” dla betonu asfaltowego zwiększonej odporności na odkształcenia trwałe.

Na podstawie średnich zawartości składników stwierdzono:

a) Warstwy na głębokości do 5,0 cm jako warstwa ścieralna

- zawartość asfaltu mieści się w górnej strefie zawartości normowych,
- zawartość ziarn $< 0,075$ mm jest większa od górnej granicznej zawartości normowej,
- zawartość ziarn > 2 mm jest mniejsza od dolnej zawartości normowej.

b) Warstwy na głębokości powyżej 5,0 cm

- zawartość asfaltu mieści się w górnej strefie zawartości normowych,
- zawartość ziarn $< 0,075$ mm jest większa od górnej granicznej zawartości normowej,
- zawartość ziarn > 2 mm mieści się w dolnej strefie zawartości normowej.

3.3. Ocena gruntów podłoża.

Wg „Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych” w podłożu, pod konstrukcją nawierzchni badanego odcinka zalegają grunty niewysadzinowe - piasek i piasek drobnoziarnisty - głębokość zalegania :

- piasek średnioziarnisty- grubość warstwy min 30cm,
- piasek (prawdopodobna grubość warstwy ok. min 30cm),

4. Wnioski.

4.1 Wizualna ocena stanu istniejącej nawierzchni bitumicznej na badanym odcinku drogi wykazała:

- lokalną występowanie spękań siatkowych ,
- deformację profilu poprzecznego (koleiny o niewielkiej głębokości), ślady remontów,
- na nieuszkodzonych powierzchniach, nawierzchnia o szczelnej, zamkniętej fakturze.

4.2. Średnia grubość nawierzchni bitumicznej wynosi 10,4 cm i jest znacznie mniejsza od grubości warstw mineralno-asfaltowych przewidzianych w Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych dla drogi obciążonej prognozowanym ruchem KR 3.

4.3. Na podstawie próbek wyciętych z nawierzchni bitumicznej oceniono właściwości fizyczne istniejących warstw mineralno-asfaltowych w stosunku do wymagań normy PN-S-96025 „Drogi samochodowe i lotniskowe. Nawierzchnie asfaltowe. Wymagania" dla betonu asfaltowego o zwiększonej odporności na odkształcenia trwałe.

Stwierdzono:

-składy mieszanek MA ocenione na podstawie średnich zawartości składników zalegających w warstwie ścieralnej odbiegają od betonów asfaltowych odpornych na odkształcenia lepkoplastyczne ze względu na zawyżoną zawartość asfaltu i zaniżoną zawartość ziarn > 2mm.

- mieszanki zalegające na głębokości 3,9-7,9cm odbiegają od betonów asfaltowych odpornych na odkształcenia lepkoplastyczne ze względu na zawyżoną zawartość asfaltu i zaniżoną zawartość ziarn > 2mm.

4.4. Podbudowa istniejącej konstrukcji nawierzchni jest w miarę jednorodna ze względu na rodzaj materiału (kruszywo łamane kamienne – tłuczeń 40/80 i tłuczeń zanieczyszczony oraz o prawie jednakowej grubości warstwy (25,0-28,0cm).

4.5. Występujące na powierzchni jezdni spękania siatkowe i lokalne deformacje nawierzchni wynikają z niedostatecznej nośności konstrukcji.

4.6. Wzmocnienie istniejącej konstrukcji i przystosowanie jej do obciążenia prognozowanym ruchem KR3 lub KR4 można uzyskać przez ułożenie dodatkowych warstw z mieszanek mineralno-asfaltowych o zwiększonej odporności na odkształcenia trwałe.

5. Propozycja technologii odnowy nawierzchni.

Biorąc pod uwagę ocenę wizualną, grubość warstw oraz właściwości fizyczne materiałów istniejącej konstrukcji nawierzchni i podłoża gruntowego stwierdzone na podstawie badań proponuje się:

- przeprowadzić frezowanie profilujące istniejącej nawierzchni 0 – 3 cm,
 - ułożyć warstwy z mieszanek mineralno-asfalt. o zwiększonej odporności na odkształcenia trwałe:
 - warstwa ścieralna - mieszanka SMA grubości 5 cm,
 - warstwa wiążąca - beton asfaltowy grubości 6 cm,
 - warstwa wzmacniająca - beton asfaltowy grubości 5 cm
- Razem: 16 cm.

6. Uwagi:

6.1. Przed ułożeniem nowych warstw z mieszanek mineralno-asfaltowych proponuje się rozważyć ułożenie geosiatki wzmacniającej krawędzie jezdni .

7. Obliczenie nakładki bitumicznej w oparciu o ugięcia sprężyste.

Przedstawiona powyżej konstrukcja wzmocnienia istniejącej nawierzchni wynika z przeprowadzonych obliczeń dokonanych na podstawie przeprowadzonych badań ugięć sprężystych nawierzchni na odcinku ulicy Ekonomii objętym opracowaniem.

7.1. Podstawa obliczeń.

- a) „Katalog Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych” opracowany przez I B D i M. Warszawa 2001.
- b) „Katalog typowych konstrukcji jezdni podatnych i półsztywnych ” opracowany przez IBD i M. Warszawa 1997.
- c) Pomiary ruchu na drogach powiatowych Powiatu Skarżyskiego w 2008 roku.
- d) Wyniki pomiarów ugięć sprężystych belką Benkelmana nawierzchni na ulicy Ekonomii w Skarżysku Kamiennej w dniu 24.09.2008 r przez Laboratorium Drogowe „CEZET“ PDM w Starachowicach .

7.2. Obliczenie ruchu całkowitego w okresie eksploatacji.

Całkowity ruch w okresie obliczeniowym 20 lat (sposób3, załącznik A):

$$N_{\text{całk}} = 365 \times f_i \times \text{SDR}_{100_0} \times C \quad \text{osi } 100 \text{ kN/pas}$$

w którym:

f_i – współczynnik obliczeniowego pasa ruchu wg tablicy 2, $f_i = 0.50$

t_{obl} – długość okresu obliczeniowego wyrażona w latach,

$t_{\text{obl}} = 20 \text{ lat}$

p – roczny wzrost ruchu

przyjęto $p = 5 \%$

SDR_{100_0} – średni dobowy ruch w pierwszy roku po oddaniu do ruchu przebudowywanej drogi wyrażony liczbą osi 100 kN,

Średnio dobowy ruch według pomiarów z 2008 roku wynosi :

- samochody ciężarowe bez przyczep - 103
- samochody ciężarowe z przyczepami - 49
- autobusy - 37

$$\text{SDR}_{2005} = 103 + 49 + 37 = 189$$

Zakłada się, że droga będzie oddana do użytku w 2010 r

$$SDR_{2010} = SDR_{2008} (1+p)^{t_{2010}} = 189 \times (1+0.05)^3 = 189 \times 1.05^3 = 189 \times 1.157625 = 219$$

C – współczynnik akumulacji ruchu w okresie obliczeniowym wyrażony wzorem :

$$C = [(1+p)^{t_{obl}} - 1]/p$$

$$C = [(1+0.05)^{20} - 1]/0.05 = [1.05^{20} - 1]/0.05 = [2.6533 - 1]/0.05 = 33.06$$

Całkowity ruch w okresie obliczeniowym 2030 roku wynosi :

$$N_{całk} = 365 \times 0.5 \times 219 \times 33.06 = 1.321.326 \text{ osi } 100 \text{ kN/pas};$$

kategoria ruchu według KTKNPP : **KR3**.

7.3. Obliczenie ugięcia miarodajnego.

Ugięcie obliczeniowe wyznaczono dla każdego odcinka jednorodnego z następującego wzoru:

$$U_{obl} = U_m \times f_r \times f_s \times f_p$$

w którym:

U_{obl} - ugięcie obliczeniowe,

U_m – miarodajne ugięcie sprężyste obliczone ze wzoru:

$$U_m = U_{\text{śred}} + 2 S_u$$

S_u – odchylenie standardowe ugięć sprężystych dla danego odcinka jednorodnego

$U_{\text{śred}}$ – średnie ugięcie sprężyste dla danego odcinka jednorodnego,

f_s – współczynnik sezonowości, czyli współczynnik korygujący ugięcia ze względu na porę roku, w której wykonano pomiary ugięć, $f_s = 1.8$ /wrzesień /

f_p – współczynnik podbudowy, czyli współczynnik korygujący ugięcia ze względu na rodzaj podbudowy występującej na danym odcinku jednorodnym, $f_p = 1.0$ /podatna /

f_t – współczynnik temperaturowy, czyli współczynnik korygujący ugięcia ze względu na temperaturę pomiaru ugięć,

Współczynnik temperaturowy f_t określa się na podstawie wzoru:

$$f_t = 1 + 0.02 (20 - T) = 1 + 0.02 \times (20 - 22) = 1 + 0.02 \times (-2) = 0.96$$

w którym:

T – temperatura warstw asfaltowych, w której wykonano badanie, $T = 22^\circ\text{C}$

a) dla odcinka : ulicy Ekonomii (str. lewa)

U_m - na podstawie danych statystycznych opracowanych ugięć, materiały CEZET

$$U_m = 0.36 + 2 \times 0.14 = 0.64 \text{ mm}$$

$$U_{obl} = U_m \times f_t \times f_s \times f_p = 0.64 \times 0.96 \times 1.8 \times 1 = \mathbf{1.11 \text{ mm}},$$

b) dla odcinka : ulicy Ekonomii (str. prawa)

U_m - na podstawie danych statystycznych opracowanych ugięć, materiały CEZET

$$U_m = 0.34 + 2 \times 0.12 = 0.58 \text{ mm}$$

$$U_{obl} = U_m \times f_t \times f_s \times f_p = 0.58 \times 0.96 \times 1.8 \times 1 = 1.00 \text{ mm},$$

7.4. Wymagana grubość zastępcza nakładki.

Dla określenia grubości zastępczej nakładki przyjęto największa wartość ugięcia obliczeniowego.

$$N_{całk} = 1.321.326 \text{ osi } 100 \text{ kN/pas}$$

$$U_{obl} = 1.11 \text{ mm};$$

Z nomogramu na rysunku 3:

$$H_{zast.wym} = 26 \text{ cm}.$$

7.5. Układ warstw wzmacniających.

• warstwa ścierna	beton asfaltowy	grubości	5 cm
• warstwa wiążąca	beton asfaltowy	grubości	6 cm
• warstwa wzmacniająca - podbudowa zasadnicza	beton asfaltowy	grubości min.	5 cm
Razem:			16 cm.

7.6. Sprawdzenie grubości zastępczej

$$H_{zast.proj.} = a_1 \times h_1 + a_2 \times h_2 + a_3 \times h_3 = 2 \times 5 + 2 \times 6 + 2 \times 5 = 32 \text{ cm}$$

$$H_{zast.wym.} = 28 \text{ cm},$$

$$H_{zast.proj.} > H_{zast.wym.} \quad 32 > 28 \text{ cm}$$

Nakładka wzmacniająca przebudowanej nawierzchni została prawidłowo zaprojektowana z zapasem dla kategorii ruchu KR3.

W przypadku ewentualnego gwałtownego zwiększenia natężenia ruchu na tym odcinku drogi dokonano również sprawdzenia przyjętej konstrukcji nawierzchni dla ruchu dla przebudowywanej ulicy kategorii ruchu **KR4**.

Według KTKNPP dla kategorii **KR4** występuje ruch powyżej 2.500.000 osi 100 kN/pas

Grubość zastępcza nakładki dla przyjętego ugięcia obliczeniowego wynosi :

$$N_{\text{całk}} = 2.500.001 \text{ osi } 100 \text{ kN/pas}$$

$$U_{\text{obl}} = 1.11 \text{ mm};$$

Z nomogramu na rysunku 3:

$$H_{\text{zast.wym}} = 28 \text{ cm.}$$

$$H_{\text{zast.proj.}} > H_{\text{zast.wym.}} \quad 32 > 28 \text{ cm}$$

Nakładka wzmacniająca przebudowanej nawierzchni została prawidłowo zaprojektowana i przeniesie obciążenie pojazdami samochodowymi dla kategorii ruchu **KR4**.