



LABORATORIUM DROGOWE SZCZECIN

ul. Goleniowska 92, 70-830 Szczecin, tel.: 53 366 39 63

www.laboratoriumdrogowe.szczecin.pl

biuro@laboratoriumdrogowe.szczecin.pl



PROJEKT KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Dotyczy: Opracowanie dokumentacji projektowej dla przebudowy ul. Ludzi Morza w ramach zadania „Sprawny i przyjazny środowisku dostęp do infrastruktury portu w Świnoujściu

Zlecniodawca: Pracownia Projektowa Dróg i Mostów "DIM"
mgr inż. Ryszard Kowalski,
ul Sosnowa 6 a, 71-468 Szczecin

Opracowanie: dr inż. Stanisław Majer
mgr inż. Bartosz Budziński

Szczecin Listopad 2020 r.

Nr zlecenia 20/10/22/17

Laboratorium Drogowe Szczecin Sp. z o.o.
NIP: 9552380666, Regon: 362847871
KRS: 0000583097 XIII Wydział Gospodarczy KRS
Kapitał zakładowy: 150 000 wpłacony w całości
nr konta: 93 1090 2268 0000 0001 3145 0765

ul. Goleniowska 92
70-830 Szczecin
tel.: +48 53 366 39 63
biuro@laboratoriumdrogowe.szczecin.pl
www.laboratoriumdrogowe.szczecin.pl

Spis treści:

1. Podstawa opracowania
2. Materiały wykorzystane przy opracowaniu dokumentacji
3. Cel i zakres opracowania
4. Opis odcinka objętego opracowaniem
 - 4.1. Umieszczenie i opis odcinka
 - 4.2. Grupa nośności podłoża
5. Nośność nawierzchni i założenia obliczenia wzmocnienia
 - 5.1. Istniejąca konstrukcja nawierzchni
 - 5.2. Wymagana trwałość zmęczeniowa nawierzchni
 - 5.3. Aktualna nośność konstrukcji
6. Przyjęta konstrukcja wzmocnienia
7. Podsumowanie

Załączniki:

załącznik 1. Wyniki badań nośności Belką Benkelmana,

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą opracowania jest zlecenie Pracownia Projektowa Dróg i Mostów "DIM" mgr inż. Ryszard Kowalski, ul Sosnowa 6 a, 71-468 Szczecin na wykonanie projektu wzmocnienia nawierzchni drogi do projektu pn. „Opracowanie dokumentacji projektowej dla przebudowy ul. Ludzi Morza w ramach zadania „Sprawny i przyjazny środowisku dostęp do infrastruktury portu w Świnoujściu".

2. MATERIAŁY WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU DOKUMENTACJI

- [1] Wizja lokalna terenu
- [2] Wyniki badania nośności nawierzchni wykonanych Belką Benkelmana Marzec 2020+Październik 2020
- [3] Opinia geotechniczna w celu opracowania dokumentacji projektowej dla przebudowy drogi powiatowej (ul. Ludzi Morza) w Świnoujściu GEO-DAR, Warszawa 2020 r.
- [4] Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych. Załącznik do zarządzenia Nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.
- [5] Katalog Wzmocnień i Remontów Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych, IBDiM Warszawa 2001,
- [6] Graczyk M., Opracowanie współczynników sezonowości dla nawierzchni dróg w polskich warunkach klimatycznych, IBDiM Warszawa, 2006
- [7] literaturę fachową m.in., Nawierzchnie asfaltowe. J. Piłat P. Radziszewski, WKŁ, Warszawa 2004
- [8] WT-2 część 1 2014 Mieszanki mineralno-asfaltowe Wymagania Techniczne
- [9] WT-2 część 2 2016 Wykonanie warstw nawierzchni asfaltowych Wymagania Techniczne

3. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

3.1. Cel Opracowania

Celem opracowania jest wykonanie projektu wzmocnienia nawierzchni ulicy Ludzi Morza w Świnoujściu.

3.2. Zakres opracowania

Zakres opracowania obejmuje:

- wykonanie badań nośności konstrukcji nawierzchni,
- określenie warunków gruntowo wodnych na podstawie dostarczonej dokumentacji,
- określenie konstrukcji nawierzchni na podstawie badań Belką Benkelmana,
- określenie sposobu wzmocnienia przedmiotowej drogi,
- wnioski i zalecenia.

4. OPIS ODCINKA OBJĘTEGO OPRACOWANIEM

4.1. Umiejscowienie i opis odcinka

Teren badań zlokalizowany jest w województwie zachodniopomorskim, w powiecie Świnoujście, na terenie miasta Świnoujście. Ulica Ludzi Morza łączy drogi krajowe nr 3 oraz 93 (ul. Mostowa) i przebiega równolegle do rzeki Świny.

4.2. Grupa nośności podłoża

Na podstawie opinii geotechnicznej ustalono, że w podłożu pod istniejącą nawierzchnią zalegają grunty nasypowe piaszczyste. Niżej są to grunty niespoiste w postaci piasków drobnych. Zaleca się przyjęcie grupy nośności podłoża G1/G2.

5. NOŚNOŚĆ NAWIERZCHNI I ZAŁOŻENIA OBLICZENIA WZMOCNIENIA

5.1. Istniejąca konstrukcja nawierzchni

Konstrukcję nawierzchni ustalono w oparciu o odwierty o dostarczoną przez Zleceniodawcę opinię geotechniczną [3], która również zawiera odwierty w nawierzchni. Wyniki odwiertów przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2 Odwierty w konstrukcji nawierzchni

| rodzaj konstrukcji | nr otworu i grubość poszczególnych warstw (cm) | | | | | | | |
|------------------------------------|--|----|----|----|-----|-----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 |
| Asfalt | 11 | 11 | 16 | 15 | 22 | 20 | 16 | 22 |
| Beton | 15 | 16 | 14 | 15 | 14 | 12 | 14 | - |
| Nasypowe grunty (Żużel, Żwir itp.) | - | - | - | 8 | 16 | 6 | - | - |
| Warstwa kamieni | - | - | - | - | - | - | 7 | 11 |
| Cegła/gruz | - | - | - | 5 | - | - | - | - |
| Brak | - | - | - | - | 14* | 20* | 23 | 12 |

* powyższe wyniki pochodzą z opinii geotechnicznej [3]

5.2. Wymagana trwałość zmęczeniowa nawierzchni

Na podstawie informacji przekazanych przez Zleceniodawcę przyjęto kategorię ruchu KR4 jako wymaganą przez Inwestora.

W projekcie również przedstawiono warianty dla innych kategorii ruchu. W tabeli 3 przedstawiono szacunkową liczbę pojazdów, które odpowiadają różnym kategorią ruchu. Wartość wyraża liczbę pojazdów, które będą mogły się poruszać przedmiotową drogą każdego dnia przez dni w tygodniu przez kolejne 20 lat.

Tab. 3 Szacunkowa liczba pojazdów ciężarowych przypadających na każdą kategorię ruchu

| Kategoria ruchu | Pojazdy ciężarowe z przyczepami | ALBO | Bez przyczep |
|-----------------|---------------------------------|------|--------------|
| KR1 | 4-13 | | 16 - 49 |
| KR2 | 13-75 | | 49 - 273 |
| KR3 | 75-380 | | 273 - 1370 |
| KR4 | 380-1125 | | 1370 - 4055 |

5.3. Aktualna nośność konstrukcji

Aktualną nośność konstrukcji ustalono w oparciu o badanie ugięć sprężystych za pomocą Belki Benkelmana, przy pomiarach uwzględniono wpływ pory roku, temperatury, nacisku pojazdu. Nośność nawierzchni określono w oparciu o ugięcie obliczeniowe dane wzorem:

$$U_{obl} = U_m f_s f_T f_P \quad (1)$$

gdzie:

U_m – ugięcie miarodajne $U_m = S' + 2S_u$,

f_s – współczynnik sezonowości $f_s = 1,0$ (1,22-październik)

f_T – współczynnik temperatury zależny od temperatury (uwzględniany w każdym pomiarze),

f_P – współczynnik zależny od rodzaju podbudowy $f_P = 1,4$ (podbudowa sztywna).

Wyniki ugięć obliczeniowych na przedmiotowym odcinku zestawiono w tabeli 4 i 5. W tabeli 6 zamieszczono wymagania dotyczące maksymalnych ugięć obliczeniowych w zależności od kategorii ruchu. Uzyskane wyniki skorygowano po przez usunięcie wyników odstających, które były znacznie mniejsze od średniej.

Tab. 4 Wyniki ugięć miarodajnych i obliczeniowych na przedmiotowych odcinkach – marzec 2020

| Pikietaż | S'* [mm] | Su [mm] | Um [mm] | Uobl [mm] |
|---------------------|-------------|------------|------------|--------------|
| STRONA LEWA | | | | |
| Całość | 0,32** | 0,13** | 0,58 | 0,75 |
| STRONA PRAWA | | | | |
| Całość | 0,30 | 0,12 | 0,54 | 0,70 |

* temperatura uwzględniona została w ugięciu średnim,

** usunięto pomiar odstający

Tab. 5 Wyniki ugięć miarodajnych i obliczeniowych na przedmiotowych odcinkach – październik 2020

| Pikietaż | S'* [mm] | Su [mm] | Um [mm] | Uobl [mm] |
|---------------------|-------------|------------|------------|--------------|
| STRONA LEWA | | | | |
| Całość | 0,29 | 0,08 | 0,46 | 0,77 |
| STRONA PRAWA | | | | |
| Całość | 0,31 | 0,06 | 0,43 | 0,73 |

* temperatura uwzględniona została w ugięciu średnim,

Tab. 6 Wymagane ugięcie obliczeniowe w zależności od kategorii ruchu

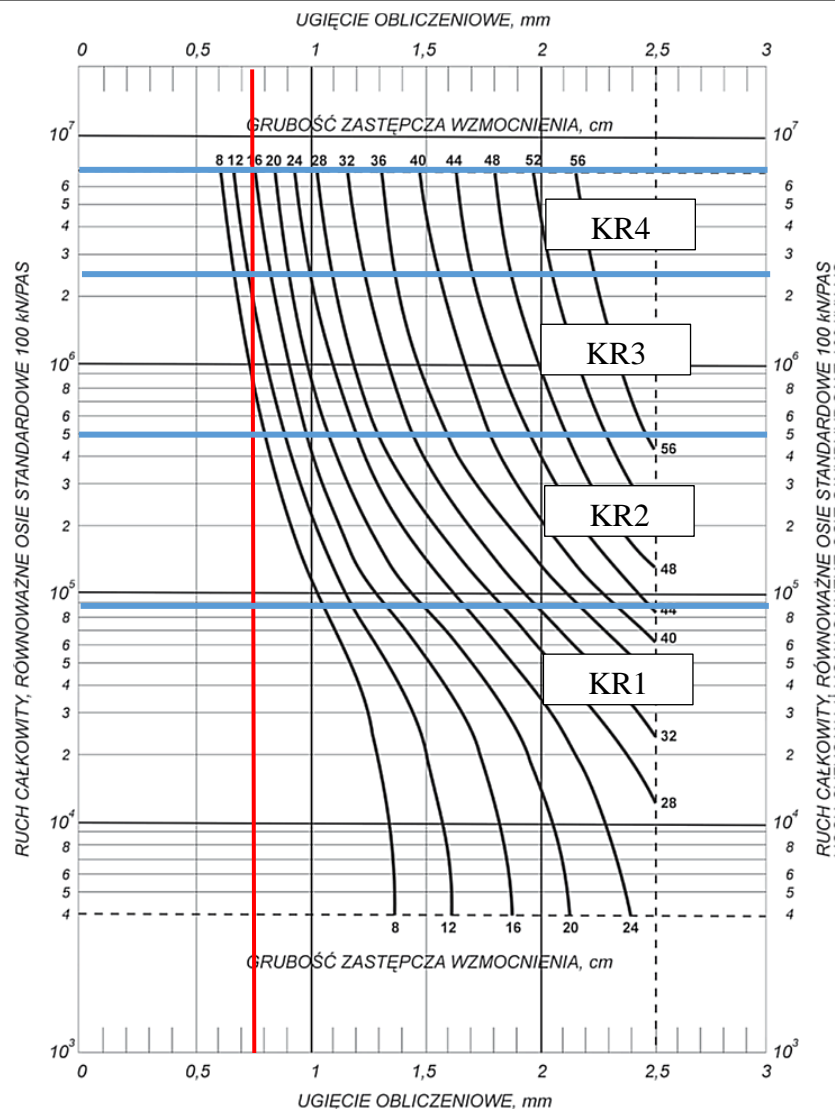
| Kategoria ruchu | Ugięcie obliczeniowe* [mm] |
|-----------------|-------------------------------|
| KR1 | 1,2 |
| KR2 | 1,1 |
| KR3 | 0,8 |
| KR4 | 0,5 |

*W katalogu umieszczono ugięcie miarodajne

Na podstawie przeprowadzonych badań należy stwierdzić, że nośność nawierzchni w stanie istniejącym odpowiada kategorii ruchu KR3.

6. PRZYJĘTA KONSTRUKCJA WZMOCNIENIA

Procedurę obliczeniową wzmocnienia przyjęto zgodnie z Katalogiem Przebudów i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych. Grubość zastępcza wzmocnienia H_{zast} oraz grubość warstw asfaltowych H_{asf} wyznaczono z nomogramu na rys. 1.



Rys. 1. Nomogram do wyznaczania grubości wzmocnienia

Na tej podstawie ustalono grubości wzmocnienia odpowiednio dla kategorii ruchu wyrażoną w grubości nakładki MMA (grubość MMA=2xgrubość zastępcza):

| KR | Dolny zakres kategorii | Górny zakres kategorii | Grubość wzmocnienia dla dolnego zakresu KR | Grubość wzmocnienia dla górnego zakresu KR |
|-----|------------------------|------------------------|--|--|
| KR4 | 2,5 mln | 7,3 mln | 6 cm | 8 cm |
| KR3 | 0,5 mln | 2,5 mln | 0 cm | 6 cm |
| KR2 | 0,09 mln | 0,5 mln | 0 cm | 0 cm |

Sposób wzmocnienia

Wzmocnienie dla kategorii ruchu KR4:

- warstwa ścierna 4 cm SMA 11
- warstwa wyrównania 4 cm AC 16W

Alternatywnie w przypadku miejsc gdzie nie można znacznie podnieść niwelety, proponuje się frezowanie na głębokość 4 cm i wykonanie nowych warstw jak poniżej:

- warstwa ścierna 4 cm SMA 11

- warstwa wyrównania 4 cm AC 16W
- siatka z włókien szklanych i węglowych powlekanych asfaltem

Wzmocnienie dla kategorii ruchu KR3:

Analogicznie jak dla KR4, z ewentualnym pocienieniem warstw do łącznej grubości nakładki 6 cm

Wzmocnienie dla kategorii ruchu KR2:

Frezowanie istniejącej nawierzchni na głębokość nawierzchni na głębokość około 4 cm i wykonanie nowych warstw jak niżej:

- warstwa ścieralna 4 cm SMA 11

Uwagi do wzmocnienia:

1. W przypadku wykonania frezowania należy założyć, że 1 cm nowych warstw asfaltowych zastępuje 1,5 cm istniejących warstw asfaltowych
2. W przypadku braku możliwości prowadzenia przebudowy „w górę” ze względu na istniejące krawężniki, zjazdy itp. należy nawierzchnię wykonać od podstaw z wykorzystaniem rozwiązań katalogowych

UWAGA: Mając na uwadze, występowanie podbudowy związanej spoiwem cementowym, należy wykonać dokładną inwentaryzację nawierzchni, a jeżeli zaplanowano wykonanie frezowania to inwentaryzację należy wykonać po frezowaniu. Inwentaryzację wykonuje się w celu zweryfikowania czy na nawierzchni nie pojawiły się spękania odbite od warstwy związanej spoiwem cementowym. Jeżeli uszkodzenia takie zostaną zidentyfikowane należy zastosować jedną z metod minimalizacji propagacji spękań odbitych, np. ułożenie siatek z włókien szklanych i węglowych powlekanych asfaltem.

7. PODSUMOWANIE

- Konstrukcję analizowanego odcinka stanowi konstrukcja półsztywna, o wierzchnich warstwach z mieszanek mineralno-asfaltowych i podbudowie z betonu
- Na podstawie warunków gruntowo-wodnych grupę nośności podłoża ustalono G1/G2,
- Aktualna nośność nawierzchni pozwala na zaklasyfikowanie do kategorii ruchu od KR3,
- Wymagana trwałość zmęczeniowa odpowiada kategorii ruchu KR4 (wymóg Zlecniodawcy),
- Projektuje się nową nawierzchnię/wzmocnienie jak w punkcie 6 niniejszego opracowania,
- Ostateczna decyzja co do wyboru sposobu wzmocnienia nawierzchni należy do projektanta,
- W przypadku znacznej ingerencji w uzbrojenie podziemne zaleca się wykonanie całej konstrukcji od podstaw.