



DROMOST SP. Z O.O.

UL. TRÓJPOLE 3b, 61-693 POZNAŃ
tel: +48 61 827-76-70, fax: +48 61 827-76-71
www.dromost.pl biuro@dromost.pl

**DROGI, MOSTY, INŻYNIERIA RUCHU, PROJEKTOWANIE,
NADZÓR, CONSULTING**

**PRZEBUDOWA ULICY OSTROWSKIEJ (DR. KRAJ. NR 36)
W KROTOSZYNIE WRAZ Z PRZEBUDOWĄ SKRZYŻOWAŃ
OSTROWSKA-CEGLARSKA I OSTROWSKA-ROLNICZA
ETAP II CZĘŚĆ 2
OD KM 2+431,00 DO 3+150,00**

**PROGNOZA RUCHU
PROJEKT WZMOCNIENIA ISTNIEJĄCEJ
KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI**

STADIUM **PROJEKT BUDOWLANO - WYKONAWCZY**

BRANŻA **DROGOWA**

ZAMAWIAJĄCY **URZĄD MIEJSKI W KROTOSZYNIE**

INWESTOR **GENERALNA DYREKCJA DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD
ODDZIAŁ W POZNANIU**

NR UMOWY **7/06**

DATA WYKONANIA **LISTOPAD 2007**

Stanowisko	Nazwisko	Nr uprawnień	Specjalność	Podpis
Projektant	mgr inż. Beata Rajch	7131/7/P/2002	Projektowanie w specjalności konstrukcyjno-inżynierskiej bez ograniczeń	
Opracował	mgr inż. Piotr Nowaczyk	_____	_____	
Sprawdzający	mgr inż. Grzegorz Nowacki	102/89/Pw	Projektowanie dróg, lotniskowych dróg startowych i manipulacyjnych	

EGZ. 6

Projekt wzmocnienia istniejącej konstrukcji nawierzchni.

1. Podstawa opracowania:

1. Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych Warszawa, 2001 - IBDiM
2. Opracowanie wykonane przez Laboratorium Drogowe w Poznaniu „Rozpoznanie konstrukcji, rodzaju podłoża, nośności oraz ocena wizualna nawierzchni drogi nr 36 w Krotoszynie, ul. Ostrowska na odcinku od ul. Stawowej do gr. miasta w km 0+000-3+100.
3. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU I GOSPODARKI MORSKIEJ, *W sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie*, Dziennik Ustaw z 1999r, Nr 43, poz.430, 2 marca 1999.
4. Zalecenia stosowania geowłóknin w warstwach asfaltowych nawierzchni drogowych. INSTYTUT BADAWCZY DRÓG I MOSTÓW (Zeszyt 66).
5. Prognoza ruchu wykonana przez DROMOST na podstawie: “ANALIZY BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO ORAZ PROJEKT KONCEPCYJNY USPRAWNIEŃ RUCHU NA PODSTAWOWYM UKŁADZIE ULIC KROTOSZYNA” - (punkt 2.2 – Badania ruchu), opracowanie wykonane przez Biuro Konsultacyjno – Projektowe Inżynierii Drogowej „TRAFIK” S.

Dane wyjściowe do projektowania :

- zakładana trwałość konstrukcji nawierzchni po remoncie – 20 lat
- warunki wodne – przeciętne [2]
- podłoże z grupy nośności: pod konstrukcją – G1, w poboczu – G1, G2 [2]
- dopuszczalne obciążenie nawierzchni – 115kN
- Współczynnik sezonowości $f_s=1,1$
- Współczynnik temp. mieszanki mineralnej $f_t=1,0$
- Współczynnik podbudowy $f_p=1,0$

2. Projektowanie wzmocnienia istniejącej konstrukcji.

♦ Wprowadzenie:

W [1] zaleca się dwie metody projektowania wzmocnień nawierzchni asfaltowych:

- metodę ugięć,
- metodę opartą o analizę stanu naprężeń i odkształceń konstrukcji nazywaną w literaturze metodą mechanistyczną.

Dla konstrukcji obciążonych ruchem KR4 zaleca się obliczenia za pomocą metody ugięć oraz alternatywnie metodą mechanistyczną. W niniejszym opracowaniu obliczenia przeprowadzono metodą ugięć.

♦ *Metoda ugięć:*

Wymiarowanie wzmocnień metodą ugięć – tok postępowania:

- Podział trasy na odcinki jednorodne.

Odcinek uważamy za jednorodny, jeżeli na całej długości odcinka granice zmian wartości pomierzonych ugięć sprężystych pozostają mniej więcej takie same, a średnia wartość ugięcia na całym odcinku i na dowolnej jego części jest mniej więcej taka sama

- Opracowanie statystyczne wyników pomiarów ugięć dla odcinka miarodajnego .
- Wyznaczenie ugięcia obliczeniowego ze wzoru:

$$U_{obl} = U_m \cdot f_T \cdot f_s \cdot f_p \quad [mm]$$

- Określenie natężenia ruchu wyrażonego przez liczbę osi obliczeniowych w dziesiątym roku od wykonania wzmocnienia. Obliczenie ruchu całkowitego w okresie obliczeniowym
- Wyznaczenie wymaganej grubości zastępczej wzmocnienia H_{zw} w zależności od ugięcia obliczeniowego i prognozowanego natężenia ruchu [1] str.47.
- Wyznaczenie grubości zastępczej projektowanej H_{zp} ze wzoru:

$$H_{zp} = a_1 h_1 + a_2 h_2 + a_3 h_3 + \dots [cm]$$

- Sprawdzenie warunku $H_{zp} > H_{zw}$

- Określenie ruchu całkowitego w okresie obliczeniowym (trwałość zmęczeniowa – liczba osi obliczeniowych w założonym okresie obliczeniowym 20 lat)

Na podstawie [5] określa się natężenie ruchu wyrażone liczbą osi obliczeniowych w dziesiątym roku od wykonania wzmocnienia.

Natężenie ruchu w środku okresu eksploatacji:

$$\mathbf{L=775\ osi\ 100kN/pas/dobę - KATEGORIA\ RUCHU\ KR\ 4}$$

Ruch w osiach 100kN

Ruch w 20-letnim okresie eksploatacji

$$H_{20}=775 \times 20 \text{ lat} \times 365 \text{ dni} = 5657500 \text{ osi } 100\text{kN/pas}$$

Ruch w osiach 115kN

$$L=775 \text{ osi } 100\text{kN/pas/dobę} \times (100/115)^4 = 443 \text{ osi } 115\text{kN/pas/dobę}$$

$$H_{20}=443 \times 20 \text{ lat} \times 365 \text{ dni} = 3233900 \text{ osi } 100\text{kN/pas}$$

Uwaga: trwałość zmęczeniową w osiach obliczeniowych 115 kN, przeliczono z zastosowaniem prawa czwartej potęgi.

KATEGORIA RUCHU KR 4 – w założonym okresie obliczeniowym.

Na podstawie [2] wyznaczono po 3 odcinki jednorodne (miarodajne) dla każdego pasa ruchu oraz przeprowadzono dla nich analizę statystyczną:

Strona lewa

km	Ug[mm]
0+000,00	1,073
0+100,00	0,589
0+200,00	0,601
0+300,00	0,597
0+400,00	0,531
0+500,00	0,568
0+600,00	0,532
0+700,00	0,867
0+800,00	0,464
0+900,00	0,376
1+000,00	0,401
1+100,00	0,289
1+200,00	0,379
1+300,00	0,409
1+400,00	0,330
1+500,00	0,408
1+600,00	0,404
1+700,00	0,437
1+800,00	0,510
1+900,00	0,500
2+000,00	0,529
2+100,00	0,528
2+200,00	0,505
2+300,00	0,453
2+400,00	0,448
2+500,00	0,447
2+600,00	0,535
2+700,00	0,372
2+800,00	0,657
2+900,00	0,451
3+000,00	0,492
3+100,00	0,588

U_{sr}	0,612
odchy stand	0,107
U_m	0,827

U_{sr}	0,384
odchy stand	0,048
U_m	0,479

U_{sr}	0,497
odchy stand	0,066
U_m	0,629

Strona prawa

km	Ug[mm]
0+050,00	0,37
0+150,00	0,519
0+250,00	0,413
0+250,00	0,505
0+350,00	0,470
0+450,00	0,886
0+550,00	0,456
0+650,00	0,510
0+750,00	0,557
0+850,00	0,852
0+850,00	0,604
0+950,00	0,744
1+050,00	0,630
1+150,00	0,557
1+250,00	0,424
1+350,00	0,382
1+450,00	0,260
1+550,00	0,429
1+650,00	0,500
1+750,00	0,351
1+850,00	0,323
1+950,00	0,463
2+050,00	0,661
2+150,00	0,411
2+250,00	0,495
2+350,00	0,434
2+450,00	0,412
2+550,00	0,440
2+650,00	0,369
2+750,00	0,509
2+850,00	0,524
2+950,00	0,476
3+050,00	0,404

Usr	0,516
odchy stand	0,148
Um	0,811

Usr	0,544
odchy stand	0,168
Um	0,879

Usr	0,451
odchy stand	0,080
Um	0,612

Dla kategorii ruchu KR4 graniczna wartość ugięć miarodajnych wynosi 0,5 mm.

Widać, że miarodajne ugięcie sprężyste na wszystkich odcinkach jednorodnych jest większe niż graniczna wartość miarodajna mierzona belką Benkelmana pod obciążeniem 100kN/oś, a więc istniejącą konstrukcję należy wzmocnić. Wyjątek stanowi jedynie odcinek jednorodny nr II – po prawej stronie, który wg wstępnych założeń nie wymaga wzmocnienia.

Dla poszczególnych odcinków jednorodnych przyjęto większą wartość ugięć miarodajnych wynikającą z pomiarów na prawym i lewym pasie ruchu:

Odcinek jednorodny nr I	(0+000 – 0+700)	Um=0,827 [mm]
Odcinek jednorodny nr II	(0+700 – 1+650)	Um=0,879 [mm]
Odcinek jednorodny nr III	(1+650 – 3+150)	Um=0,629 [mm]

• **Wyznaczenie wymaganej grubości zastępczej nakładki:**

Odcinkek jednorodny nr I

- $N_{\text{calc.}} = 5657500$ osi 100kN/pas obliczeniowy,
- $N_{\text{calc.}} = 3233900$ osi 115kN/pas obliczeniowy,
- $U_{\text{obl}} = 0,91$ [mm]

$H_{zw} = 22 \text{ cm}$

Układ warstw wzmacniających:

<i>Rodzaj proj. warstwy</i>	<i>Material proj. warstwy</i>	<i>Grubość proj. warstwy [cm]</i>
warstwa ścieralna	SMA	4
warstwa wiążąco - wyrównawcza	BA	8

$$H_{zp} = a_1 * H_1 + a_2 * H_2$$

a_1 , a_2 , - współczynniki materiałowe warstw nakładek wzmacniających dla warstw bitumicznych współczynnik wynosi $a=2,0$ na podstawie Katalogu wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych - str.49, tablica 16.

H_1 , H_2 , - projektowane grubości poszczególnych warstw nakładki

$$H_{zp} \geq H_{zw}$$

$$H_{zp} = 2,0 * 4,0 + 2,0 * 8,0$$

$$H_{zp} = 24,0 \text{ cm}$$

$24,0 \text{ cm} > 22,0 \text{ cm}$

warunek został spełniony

Odcinek jednorodny nr II

- $N_{\text{całk.}} = 5657500$ osi 100kN/pas obliczeniowy,
- $N_{\text{całk.}} = 3233900$ osi 115kN/pas obliczeniowy,
- $U_{\text{obl}} = 0,97$ [mm]

$$\underline{H_{zw} = 24 \text{ cm}}$$

Układ warstw wzmacniających:

<i>Rodzaj proj. warstwy</i>	<i>Materiał proj. warstwy</i>	<i>Grubość proj. warstwy [cm]</i>
warstwa ścieralna	SMA	4
warstwa wiążąco - wyrównawcza	BA	8

$$H_{zp} = a_1 * H_1 + a_2 * H_2$$

a_1 , a_2 , - współczynniki materiałowe warstw nakładek wzmacniających dla warstw bitumicznych współczynnik wynosi $a=2,0$ na podstawie Katalogu wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych - str.49, tablica 16.

H_1 , H_2 , - projektowane grubości poszczególnych warstw nakładki

$$H_{zp} \geq H_{zw}$$

$$H_{zp} = 2,0 * 4,0 + 2,0 * 8,0$$

$$H_{zp} = 24,0 \text{ cm}$$

$$\underline{24,0 \text{ cm} = 24,0 \text{ cm}}$$

warunek został spełniony

Odcinek jednorodny nr III

- $N_{\text{całk.}} = 5657500$ osi 100kN/pas obliczeniowy,
- $N_{\text{całk.}} = 3233900$ osi 115kN/pas obliczeniowy,
- $U_{\text{obl}} = 0,75$ [mm]

$$\underline{H_{zw} = 16 \text{ cm}}$$

Układ warstw wzmacniających:

<i>Rodzaj proj. warstwy</i>	<i>Materiał proj. warstwy</i>	<i>Grubość proj. warstwy [cm]</i>
warstwa ścieralna	SMA	4
warstwa wiążąco - wyrównawcza	BA	4

$$H_{zp} = a_1 * H_1 + a_2 * H_2$$

a_1 , a_2 , - współczynniki materiałowe warstw nakładek wzmacniających dla warstw bitumicznych współczynnik wynosi $a=2,0$ na podstawie Katalogu wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych - str.49, tablica 16.

H_1 , H_2 , - projektowane grubości poszczególnych warstw nakładki

$$H_{zp} \geq H_{zw}$$

$$H_{zp} = 2,0 * 4,0 + 2,0 * 4,0$$

$$H_{zp} = 16,0 \text{ cm}$$

$$\underline{16,0 \text{ cm} = 16,0 \text{ cm}}$$

warunek został spełniony

Opracował:
mgr inż. Piotr Nowaczyk

PROGNOZA RUCHU – przebudowa ulicy Ostrowskiej w Krotoszynie (droga krajowa nr 36)

1. Materiały wyjściowe:

“ANALIZY BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO ORAZ PROJEKT KONCEPCYJNY USPRAWNIENÍ RUCHU NA PODSTAWOWYM UKŁADZIE ULIC KROTOSZYNA” - (punkt 2.2 – Badania ruchu).

2. Obliczenia:

km	SDR [poj./dobę]			
	2003	2010	2015	2020
0+000 – 0+500	15200	20451	24320	29018
0+500 – 0+700	14300	19240	22880	27300
0+700 – 1+400	13400	18029	21440	25582
1+400 – 1+800	7800	10495	12480	14891
1+800 – 2+500	7400	9956	11840	14127
2+500 – 3+149,32	6300	8476	10080	12027

Współczynniki wzrostu ruchu dla poszczególnych okresów przyjęto na podstawie:

http://www.gddkia.gov.pl/article/generalny_pomiar_ruchu/prognoza/article.php/id_item_tree/17e18198e93646b55d36a799897ed443/id_art/72a2c9e8d735a8399d1761dd330f6f2e

3. Założono dwa odcinki jednorodne pod względem natężenia ruchu:

- od km 0+000 do km 1+400 – odcinek nr I

struktura rodzajowa ruchu:

samochody dostawcze – 8,4%

poj. ciężarowe bez przyczep – 4,0%

poj. ciężarowe z przyczepami – 4,9%

- od km 1+400 do km 3+149,32 – odcinek nr II

struktura rodzajowa ruchu:

samochody dostawcze – 12,2%

poj. ciężarowe bez przyczep – 5,2%

poj. ciężarowe z przyczepami – 8,2%

km	SDR [poj./dobę]			
	2003	2010	2015	2020
0+000 – 1+400	14300	15600	22880	27300
1+400 – 3+149,32	7167	7818	11467	13682

Odcinek jednorodny nr I

Wyznaczenie kategorii ruchu w środku okresu obliczeniowego tj. w roku 2015:

$$L=(N1*r1+N2*r2+N3*r3)*f1$$

gdzie:

N1 – średni dobowy ruch samochodów ciężarowych bez przyczep w przekroju drogi

N2 – średni dobowy ruch samochodów ciężarowych z przyczepami w przekroju drogi

N3 – średni dobowy autobusów w przekroju drogi

r1,r2,r3 – współczynniki przeliczeniowe samochodów ciężarowych i autobusów na osie obliczeniowe wyznaczone wg Katalogu Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych tablica 3; str. 17

f1 – współczynnik obliczeniowy pasa ruchu wg Katalogu Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych tablica 2; str. 16

L – liczba osi obliczeniowych 100kN na dobę na pas obliczeniowy

$$L=775 \text{ osi } 100\text{kN/pas/dobę} - \text{KATEGORIA RUCHU KR 4}$$

Ruch w osiach 100kN

Ruch w 20-letnim okresie eksploatacji

$$H_{20}=775 \times 20 \text{ lat} \times 365 \text{ dni} = 5657500 \text{ osi } 100\text{kN/pas}$$

Ruch w osiach 115kN

$$L=775 \text{ osi } 100\text{kN/pas/dobę} \times (100/115)^4 = 443 \text{ osi } 115\text{kN/pas/dobę}$$

$$H_{20}=443 \times 20 \text{ lat} \times 365 \text{ dni} = 3233900 \text{ osi } 115\text{kN/pas}$$

Uwaga: trwałość zmęzeniową w osiach obliczeniowych 115 kN, przeliczono z zastosowaniem prawa czwartej potęgi.

Odcinek jednorodny nr II

L=635 osi 100kN/pas/dobę - KATEGORIA RUCHU KR 4

Ruch w osiach 100kN

Ruch w 20-letnim okresie eksploatacji

$$H_{20}=635 \times 20 \text{ lat} \times 365 \text{ dni} = 4635500 \text{ osi } 100\text{kN/pas}$$

Ruch w osiach 115kN

$$L=635 \text{ osi } 100\text{kN/pas/dobę} \times (100/115)^4 = 363 \text{ osi } 115\text{kN/pas/dobę}$$

$$H_{20}=363 \times 20 \text{ lat} \times 365 \text{ dni} = 2649900 \text{ osi } 115\text{kN/pas}$$

Uwaga: trwałość zmęczeniową w osiach obliczeniowych 115 kN, przeliczono z zastosowaniem prawa czwartej potęgi.

Wzmocnienie istniejącej konstrukcji na ww odcinku zaleca się projektować na trwałość zmęczeniową wynikającą z obliczeń dla odcinka jednorodnego nr I.

Opracował:
mgr inż. Piotr Nowaczyk