



Fot . 83. Pobieranie próbki kruszywa z podbudowy, odwiertu Nr 16 w km 4+300, pas prawy

III. 5. Projekt wzmocnienia nawierzchni

Odcinek nr 3 Prężyce – Lenartowice, od 2+300 do 4+600

Prognozowany ruch drogowy – KR 2

Przyjmując prognozowany ruch drogowy kategorii **KR2 (o obciążeniu 13 – 70 osi o obciążeniu 100kN (8 – 40 osi 115kN) na pas na dobę.**

Z przyjętej prognozy ruchu dla roku 2027 (środek założonego okresu eksploatacji po wzmocnieniu) wynika, że **liczba samochodów o obciążeniu osi 100kN na pas na dobę będzie wynosiła około 30 co daje w ciągu 20 lat eksploatacji nawierzchni do 219 000 osi o obciążeniu 100kN.**

Zakładając, że istniejącą nawierzchnię wykorzystujemy jako podbudowę nowej (wzmocnienie poprzez nakładkę z warstw bitumicznych) wymagana grubość nakładki wynosi.

Dla warunków wyjściowych (**219 000 osi 100kN**) wymagana grubość zastępcza warstwy wzmocnienia dla przewidywanego ruchu drogowego (Rys. nr 3 - Katalogu Wzmocnień) i ugięcia obliczeniowego wynosi:

$$U_{obl.} = 1,079\text{mm} - 18 \text{ cm wzmocnienia}$$

Prognozowany ruch drogowy – KR 3

KR3 (o obciążeniu 70 – 335 osi o obciążeniu 100kN na pas na dobę, lub 500 000 – 2 500 000 osi o obciążeniu 100kN w okresie obliczeniowym 20 lat.

Z przyjętej prognozy ruchu dla roku 2027 (środek założonego okresu eksploatacji po wzmocnieniu) wynika, że **liczba samochodów o obciążeniu osi 100kN na pas na dobę będzie wynosiła około 205 co daje w ciągu 20 lat eksploatacji nawierzchni do 1 500 000 osi o obciążeniu 100kN.**

Dla warunków wyjściowych (**1 500 000 osi 100kN**) wymagana grubość zastępcza warstwy wzmocnienia dla przewidywanego ruchu drogowego (Rys. nr 3 - Katalogu Wzmocnień) i ugięcia obliczeniowego wynosi:

$$U_{obl.} = 1,079\text{mm}$$

III. 6. Propozycja technologii remontu nawierzchni

Na podstawie przedstawionych wyników badań nośności nawierzchni oraz wykonanych odkrywek można stwierdzić, że odcinek od 2+300 do 4+600 jest w najlepszym stanie, wymaga jednak wzmocnienia:

1. Nawierzchnia drogi gminnej Prężyce - Lenartowice na odcinku od 2+300 do 4+600 ma zbliżoną nośność i podobną konstrukcję nawierzchni o podbudowie z bruku kamiennego lub kruszywa łamanego.
2. Biorąc pod uwagę małe wyniesienie niwelety drogi, poza terenem zabudowanym, aktualny, zły stan nawierzchni i prognozowany ruch drogowy, można wykorzystać istniejącą nawierzchnię jako podbudowy i zastosować technologię wzmocnienia polegającą na:

WARIANT I (KR2, $U_{obl.}$ 1,079; 219 000 osi) - 18 cm wzmocnienia (9 cm masy bitumicznej)

3. Wykonanie poszerzenia nawierzchni (na odcinkach gdzie będzie to projektowane) do poziomu istniejącej krawędzi nawierzchni.
4. Naprawa (wyłatanie) szczególnie zniszczonych krawędzi jezdni
5. Wbudowanie warstwy wyrównawczej/wiążącej z betonu asfaltowego grubości 4cm.
6. Wbudowanie warstwy ścieralnej z betonu asfaltowego grubości 5cm.

WARIANT II (KR3, $U_{obl.}$ 1,079mm; 1 500 000 osi) - 30 cm wzmocnienia (15 cm masy bitumicznej)

7. Wykonanie poszerzenia nawierzchni (na odcinkach gdzie będzie to projektowane) do poziomu istniejącej krawędzi nawierzchni.
8. Naprawa (wyłatanie) szczególnie zniszczonych krawędzi jezdni.
9. Wbudowanie warstwy wyrównawczej/wiążącej z betonu asfaltowego grubości 5 cm.
10. Wbudowanie warstwy wiążącej z betonu asfaltowego grubości 5cm.
11. Wbudowanie warstwy ścieralnej z betonu asfaltowego grubości 5cm.

W terenie zabudowanym konieczne będzie dostosowanie niwelety i konstrukcji nawierzchni do istniejącej zabudowy.

IV. Odcinek nr 4 Lenartowice – Księginice (od km 4+600 do km 6+900)

IV.1. Opis stanu istniejącego

Nawierzchnia drogi gminnej Lenartowice - Księginice (około 2300 m) posiada warstwę ścieralną bitumiczną w postaci nakładki z mieszanek mineralno-asfaltowych.

Odcinek ten charakteryzuje się licznymi spękaniem nawierzchni, szczególnie przy krawędziach jezdni. Charakter tych spękań (siatkowy) wskazuje na słabą nośność nawierzchni jako całości.

Widok badanego odcinka drogi przedstawiono na załączonych fotografiach.



Fot . 84. Widok odcinka drogi Lenartowice - Księginice (km 4+900).



Fot . 85. Widok odcinka drogi Lenartowice - Księginice,
km 5+100.



Fot . 86. Widok odcinka drogi – Lenartowice - Księginice,
km 5+300.



Fot . 87 . Widok odcinka drogi Lenartowice - Księginice,
km 5+500.



Fot . 88. Widok odcinka drogi Lenartowice - Księginice,
km 5+700.



Fot . 89. Widok spękań odcinka drogi Lenartowice - Księginice,
km 5+900.



Fot . 90. Widok odcinka drogi Lenartowice - Księginice,
km 6+100.



Fot . 91. Widok odcinka drogi Lenartowice - Księginice,
km 6+300.



Fot . 92. Widok odcinka drogi Lenartowice - Księginice,
km 6+500.



Fot . 93. Widok odcinka drogi Lenartowice Księginice,
km 6+700.



Fot . 94. Widok odcinka drogi Lenartowice - Księginice,
km 6+900.

IV. 2. Wyniki badań nośności nawierzchni

Odcinek nr 4 Lenartowice – Księginice od km 4+600 do km 6+900

Badanie nośności nawierzchni przeprowadzono poprzez pomiar ugięć sprężystych ugięciomierzem belkowym Benkelmana.

Do obciążeń nawierzchni wykorzystano samochód ciężarowy o obciążeniu tylnej osi równym 100kN

Jako początek pomiarów (km 0 + 000) przyjęto skrzyżowanie z drogą powiatową w miejscowości Gosławice

Koniec odcinka w miejscowości Lenartowice.

Długość całego badanego odcinka wynosi około 2300 m (od 4+600 do 6+900).

Pomiary wykonano w odstępach co 25m oddzielnie dla obu pasów ruchu.

Wyniki pomiarów ugięć sprężystych nawierzchni podano w tabeli nr 4 oraz na rys. 4.

Tabela nr 4. Wyniki ugięć sprężystych odcinka drogi nr 4, Lenartowice - Księginice

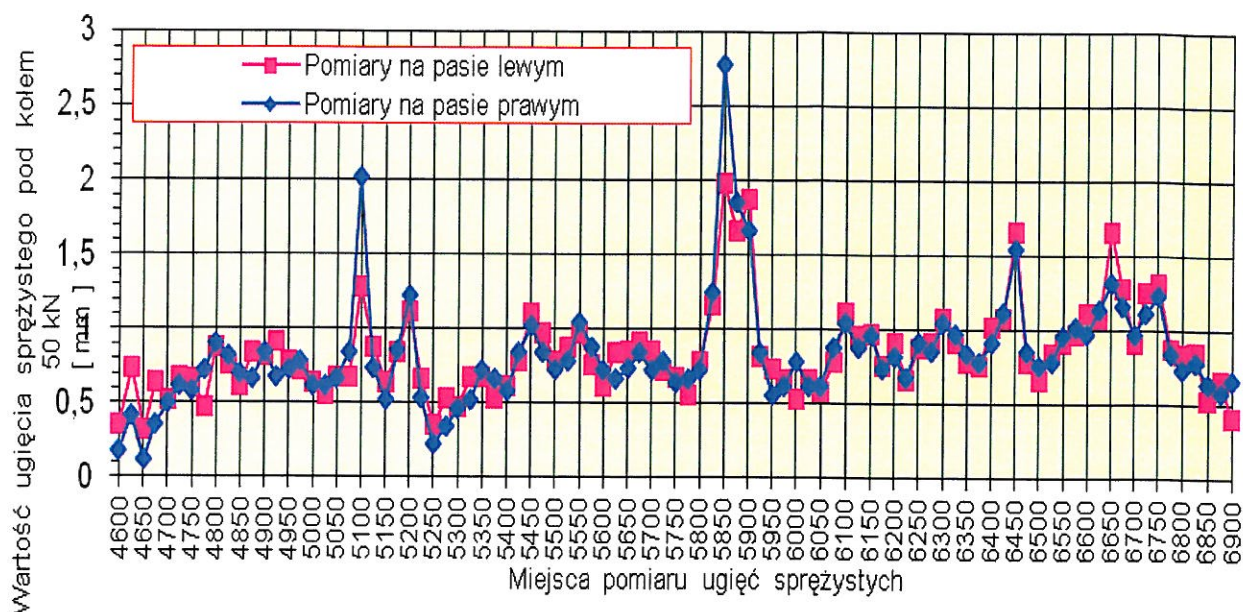
Droga Lenartowice - Księginice, od 4+600 do 6+900, gmina Miękinia					
lp.	km	Ugięcie sprężyste w mm			
		pas lewy do Prężyc		pas prawy od Lenartowic	
1	4600	0,36		0,18	
2	4625	0,74		0,42	
3	4650	0,32		0,12	
4	4675	0,64		0,36	
5	4700	0,52		0,50	
6	4725	0,68		0,62	
7	4750	0,66		0,58	
8	4775	0,48		0,72	
9	4800	0,88		0,90	
10	4825	0,76		0,82	
11	4850	0,62		0,70	
12	4875	0,84		0,66	
13	4900	0,82		0,84	
14	4925	0,92		0,68	
15	4950	0,78		0,72	
16	4975	0,72		0,78	
17	5000	0,64		0,62	
18	5025	0,56		0,62	
19	5050	0,68		0,66	

Drogi gminne Brzezinka Średzka - Księginice, na terenie gminy Miękinia

20	5075	0,68	0,84	
21	5100	1,28	2,02	
22	5125	0,88	0,74	
23	5150	0,64	0,52	
24	5175	0,84	0,86	
25	5200	1,12	1,22	
26	5225	0,66	0,54	
27	5250	0,36	0,22	
28	5275	0,54	0,34	
29	5300	0,48	0,46	
30	5325	0,68	0,52	
31	5350	0,68	0,72	
32	5375	0,54	0,66	
33	5400	0,62	0,58	
34	5425	0,78	0,84	
35	5450	1,10	1,02	
36	5475	0,98	0,84	
37	5500	0,78	0,72	
38	5525	0,88	0,78	
39	5550	0,98	1,04	
40	5575	0,76	0,88	
41	5600	0,62	0,72	
42	5625	0,84	0,66	
43	5650	0,86	0,74	
44	5675	0,92	0,84	
45	5700	0,86	0,72	
46	5725	0,72	0,78	
47	5750	0,68	0,64	
48	5775	0,56	0,66	
49	5800	0,78	0,72	
50	5825	1,16	1,25	
51	5850	1,98	2,78	
52	5875	1,66	1,86	
53	5900	1,88	1,66	
54	5925	0,82	0,84	
55	5950	0,74	0,56	
56	5975	0,66	0,62	
57	6000	0,54	0,78	
58	6025	0,66	0,62	
59	6050	0,58	0,62	
60	6075	0,78	0,88	
60	6100	1,12	1,04	s
61	6125	0,96	0,88	
62	6150	0,98	0,96	s
63	6175	0,76	0,74	
64	6200	0,92	0,82	s
65	6225	0,66	0,68	
66	6250	0,88	0,92	s

Drogi gminne Brzezinka Średzka - Księginice, na terenie gminy Miękinia

67	6275	0,92		0,86	
68	6300	1,08		1,04	s
69	6325	0,92		0,98	
70	6350	0,78		0,84	s
71	6375	0,76		0,78	
72	6400	1,02		0,92	s
73	6425	1,08		1,12	
74	6450	1,66		1,54	s
75	6475	0,78		0,86	
76	6500	0,66		0,76	s
77	6525	0,84		0,78	
78	6550	0,92		0,96	s
79	6575	0,98		1,02	
80	6600	1,12		0,98	s
81	6625	1,08		1,14	
82	6650	1,66		1,32	s
83	6675	1,28		1,16	
84	6700	0,92		0,98	s
85	6725	1,26		1,12	
86	6750	1,32		1,24	s
87	6775	0,88		0,84	
88	6800	0,84		0,74	s
89	6825	0,86		0,78	
90	6850	0,54		0,64	
91	6875	0,66		0,58	
92	6900	0,42		0,66	
Wartość średnia ugięcia (mm)					
Pas jako całość		0,852		0,840	
Jezdnia jako całość		0,846			
Odchylenie standardowe					
Pas jako całość		0,302		0,362	
Jezdnia jako całość		0,332			



Rys. nr 4. Ugięcia sprężyste nawierzchni drogi odcinka nr 4, Lenartowice – Księginice.

IV. 3. Ocena nośności nawierzchni

Odcinek nr 4 Lenartowice - Księginice (od 4+600 do 6+900)

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

$$U_m = U_{\text{sr}} + t \cdot \sigma_s \quad (1)$$

gdzie:

U_m - ugięcie miarodajne w mm,

U_{sr} - ugięcie średnie w mm,

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

σ_s - średnie odchylenie standardowe,

Z uwagi na zbliżoną nośność obu pasów ruchu ugięcia miarodajne policzono łącznie dla całej jezdni oddzielnie dla poszczególnych odcinków.

Ugięcie średnie - $U_s = 0,846 \text{ mm}$

Odchylenie standardowe - $\sigma_s = 0,332 \text{ mm}$

Ugięcie miarodajne - $U_m = U_s + 2 \times \sigma_s = 1,510 \text{ mm}$

Ugięcie obliczeniowe, uwzględniające warunki przeprowadzenia badań, zgodnie z wytycznymi Katalogu Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych, GDDP Warszawa 2012, wynosi:

$$U_{obl} = U_m \cdot f_T \cdot f_S \cdot f_P \quad (2)$$

gdzie:

- U_m - ugięcie miarodajne,
- f_T - współczynnik uwzględniający temperaturę nawierzchni,

$$f_T = 1 + 0,02 (20 - T) \quad (3)$$

- f_S - współczynnik sezonowości,
- f_P - współczynnik rodzaju podbudowy,
- T - temperatura nawierzchni przy której dokonano pomiaru nośności

dla:

- temperatury nawierzchni $T = 10^{\circ}\text{C}$, $f_T = 1,20$
- podbudowy z bruku; $f_P = 1,00$
- okresu (marzec) $f_S = 1,00$

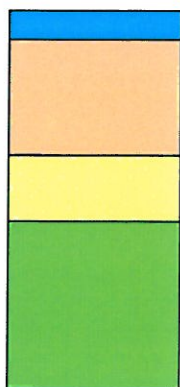
Ugięcie obliczeniowe dla całej jezdni według (2) wynosi:

$$U_{obl} = 1,510 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 1,812\text{mm}$$

IV . 4. Odkrywki z nawierzchni

Odcinek nr 4, Lenartowice - Księginice
(od km 4+600 do km 6+900)

ODKRYWKA Nr 17; km 4+700; pas lewy



Warstwa z betonu asfaltowego o grubości 4 cm,

Podbudowa z kruszywa polnego i kruszywa łamanego o grubości 17cm

Podsypka piaskowa grubości 10 cm

Podłoże gruntowe gliniaste od 27 do 100 cm



Fot . 95. Lokalizacja odkrywki Nr 17 w km 4+700, pas lewy



Fot . 96. Pobieranie odwiertu Nr 17 w km 4+700, pas lewy



Fot . 97. Widok próbki z warstw bitumicznych odkrywki Nr 17 w km 4+700

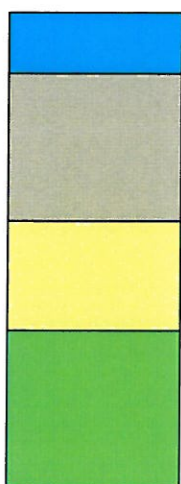


Fot . 98. Widok kruszywa z podbudowy odkrywki Nr 17 w km 4+700.



Fot . 99. Widok odkrywki Nr 17 w km 4+700.

ODKRYWKA Nr 18; km 5+000; pas prawy



Warstwa z betonu asfaltowego o grubości 11 cm

Warstwa podbudowy z kruszywa granitowego grubości 18cm

Podsypka piaskowa z pospółki grubości 50 cm (do 80 cm)

Podłoże gruntowe gliniaste od 80 cm



Fot . 100. Lokalizacja odkrywki Nr 18 w km 5+000, pas prawy



Fot . 101. Widok odwiertu Nr 18 w km 5+000, pas prawy



Fot . 13. Pobieranie próbki z podbudowy odkrywka Nr 18 w km 5+000,

ODKRYWKA Nr 19; km 5+300; pas lewy



Warstwa z betonu asfaltowego o grubości 2-3 cm

Warstwa podbudowy z bruku granitowego grubości 20cm

Podsypka piaskowa grubości 10 cm do 100 cm

Podłoże gruntowe pospółka gliniasta od 100 cm



Fot . 102. Lokalizacja odkrywki Nr 19 w km 5+300 pas lewy

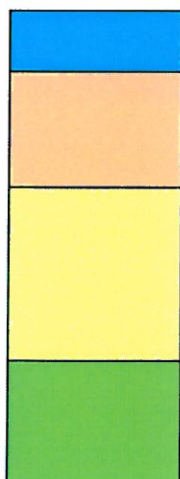


Fot . 103. Widok odwiertu Nr 19 w km 5+300, pas lewy



Fot . 104. Widok odwiertu Nr 19 w km 5+300, pas lewy

ODKRYWKA Nr 20; km 5+650; pas prawy



Warstwa z betonu asfaltowego o grubości 2-3 cm

Warstwa podbudowy z kamienia łamanego i naturalnego grubości 22cm

Podsypka z pospółki grubości 45 cm (do 70 cm)

Podłoże gruntowe gliniaste od 70 cm



Fot . 105. Lokalizacja odkrywki Nr 20 w km 5+650, pas prawy

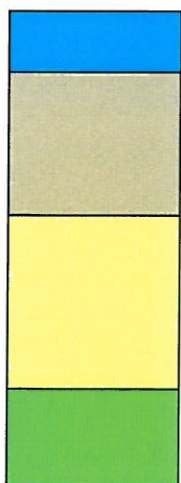


Fot . 106. Widok próbki z podbudowy odwiertu Nr 20, w km 5+650, pas prawy



Fot . 107. Widok próbki z pospółki odwiertu Nr 20 w km 5+650, pas prawy

ODKRYWKA Nr 21; km 6+000; pas lewy



Warstwa z betonu asfaltowego o grubości 4-5 cm

Warstwa podbudowy z kruszywa łamanego grubości 16cm

Podsypka z pospółki grubości 19 cm (do 40 cm)

Podłoże gruntowe gliniaste od 40 cm



Fot . 108. Lokalizacja odkrywki Nr 21 w km 6+000, pas lewy

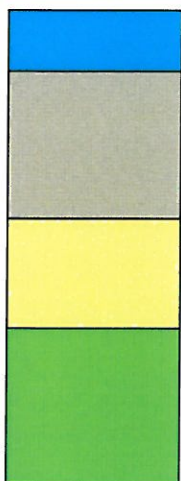


Fot . 109. Widok odwiertu Nr 21 w km 6+000, pas lewy



Fot . 110. Widok kruszywa z odkrywki Nr 21, w km 6+000,

ODKRYWKA Nr 22; km 6+360; pas prawy



Warstwa z betonu asfaltowego o grubości 2 cm

Warstwa podbudowy z kruszywa łamanego grubości 19 cm

Podsypka z piasku grubości 70 cm (do 90 cm)

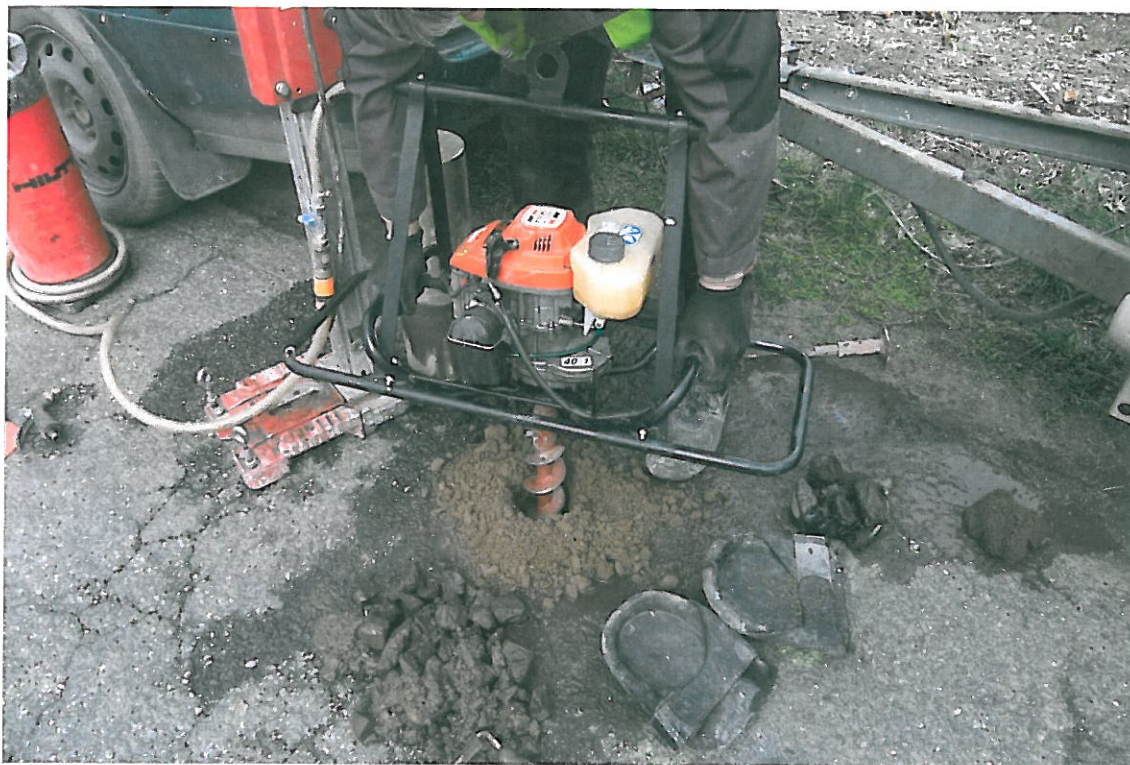
Podłoże gruntowe gliniaste od 90 cm



Fot . 111. Lokalizacja odkrywki Nr 22 w km 6+360, pas prawy

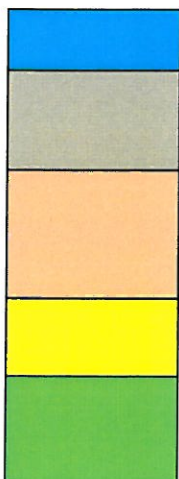


Fot . 112. Widok próbki kruszywa z podbudowy, odwiertu Nr 22 w km 6+360, pas prawy



Fot . 113. Pobieranie próbki kruszywa z podsypki, odwiertu Nr 22 w km 6+360, pas prawy

ODKRYWKA Nr 23; km 6+700; pas lewy



Warstwa z betonu asfaltowego o grubości 2-3 cm na smole

Warstwa podbudowy z kruszywa łamanego grubości 8cm

Podbudowa z kamienia polnego grubości 17 cm (do 27 cm)

Podsypka z piasku grubości 53 cm (do 80 cm)

Podłoże gruntowe gliniaste od 80 cm



Fot . 114. Lokalizacja odkrywki Nr 23 w km 6+700, pas lewy



Fot . 115. Widok odwiertu Nr 23 w km 6+700, pas lewy



Fot . 116. Widok kruszywa z odkrywki Nr 23, w km 6+700,

IV. 5. Projekt wzmocnienia nawierzchni

Odcinek nr 4 Lenartowice - Księginice, od 4+600 do 6+900

Prognozowany ruch drogowy – KR 2

Przyjmując prognozowany ruch drogowy kategorii **KR2** (o obciążeniu 13 – 70 osi o obciążeniu 100kN (8 – 40 osi 115kN) na pas na dobę.

Z przyjętej prognozy ruchu dla roku 2027 (środek założonego okresu eksploatacji po wzmocnieniu) wynika, że **liczba samochodów o obciążeniu osi 100kN na pas na dobę będzie wynosiła około 30 co daje w ciągu 20 lat eksploatacji nawierzchni do 219 000 osi o obciążeniu 100kN.**

Zakładając, że istniejącą nawierzchnię wykorzystujemy jako podbudowę nowej (wzmocnienie poprzez nakładkę z warstw bitumicznych) wymagana grubość nakładki wynosi.

Dla warunków wyjściowych (**219 000 osi 100kN**) wymagana grubość zastępcza warstwy wzmocnienia dla przewidywanego ruchu drogowego (Rys. nr 3 - Katalogu Wzmocnień) i ugięcia obliczeniowego wynosi:

U obl. = 1,812mm - 36 cm wzmocnienia

Prognozowany ruch drogowy – KR 3

KR3 (o obciążeniu 70 – 335 osi o obciążeniu 100kN na pas na dobę, lub 500 000 – 2 500 000 osi o obciążeniu 100kN w okresie obliczeniowym 20 lat.

Z przyjętej prognozy ruchu dla roku 2027 (środek założonego okresu eksploatacji po wzmocnieniu) wynika, że **liczba samochodów o obciążeniu osi 100kN na pas na dobę będzie wynosiła około 205 co daje w ciągu 20 lat eksploatacji nawierzchni do 1 500 000 osi o obciążeniu 100kN.**

Dla warunków wyjściowych (**1 500 000 osi 100kN**) wymagana grubość zastępcza warstwy wzmocnienia dla przewidywanego ruchu drogowego (Rys. nr 3 - Katalogu Wzmocnień) i ugięcia obliczeniowego wynosi:

$$U_{obl.} = 1,812\text{mm} - 46 \text{ cm wzmocnienia}$$

IV.6. Propozycja technologii remontu nawierzchni

Na podstawie przedstawionych wyników badań nośności nawierzchni oraz wykonanych odkrywek można stwierdzić, że odcinek od 4+600 do 6+900 jest w najlepszym stanie, wymaga jednak wzmocnienia:

1. Nawierzchnia drogi gminnej Lenartowice – Księginice na odcinku od 4+600 do 6+900 ma zbliżoną nośność i podobną konstrukcję nawierzchni o podbudowie z bruku kamiennego lub kruszywa łamanego.
2. Biorąc pod uwagę małe wyniesienie niwelety drogi, poza terenem zabudowanym, aktualny, zły stan nawierzchni i prognozowany ruch drogowy, można wykorzystać istniejącą nawierzchnię jako podbudowy i zastosować technologię wzmocnienia polegającą na:

WARIANT I (KR2, $U_{obl.}$ 1,812; 219 000 osi) - 36 cm wzmocnienia (9 cm masy bitumicznej)

3. Wykonanie poszerzenia nawierzchni (na odcinkach gdzie będzie to projektowane) do poziomu istniejącej krawędzi nawierzchni.
4. Naprawa (wyłatanie) szczególnie zniszczonych krawędzi jezdni
5. Wbudowanie warstwy z kruszywa 0/31,5mm grubości 18 cm
6. Wbudowanie warstwy wyrównawczej/wiążącej z betonu asfaltowego grubości 4cm.
7. Wbudowanie warstwy ścieralnej z betonu asfaltowego grubości 5cm.

WARIANT II (KR3, $U_{obl.}$ 1,812mm; 1 500 000 osi) - 46 cm wzmocnienia (15 cm masy bitumicznej)

8. Wykonanie poszerzenia nawierzchni (na odcinkach gdzie będzie to projektowane) do poziomu istniejącej krawędzi nawierzchni.
9. Naprawa (wyłatanie) szczególnie zniszczonych krawędzi jezdni.
10. Wbudowanie warstwy z kruszywa 0/31,5mm grubości 16 cm
11. Wbudowanie warstwy wyrównawczej/wiążącej z betonu asfaltowego grubości 5 cm.
12. Wbudowanie warstwy wiążącej z betonu asfaltowego grubości 5cm.
13. Wbudowanie warstwy ścieralnej z betonu asfaltowego grubości 5cm.