

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

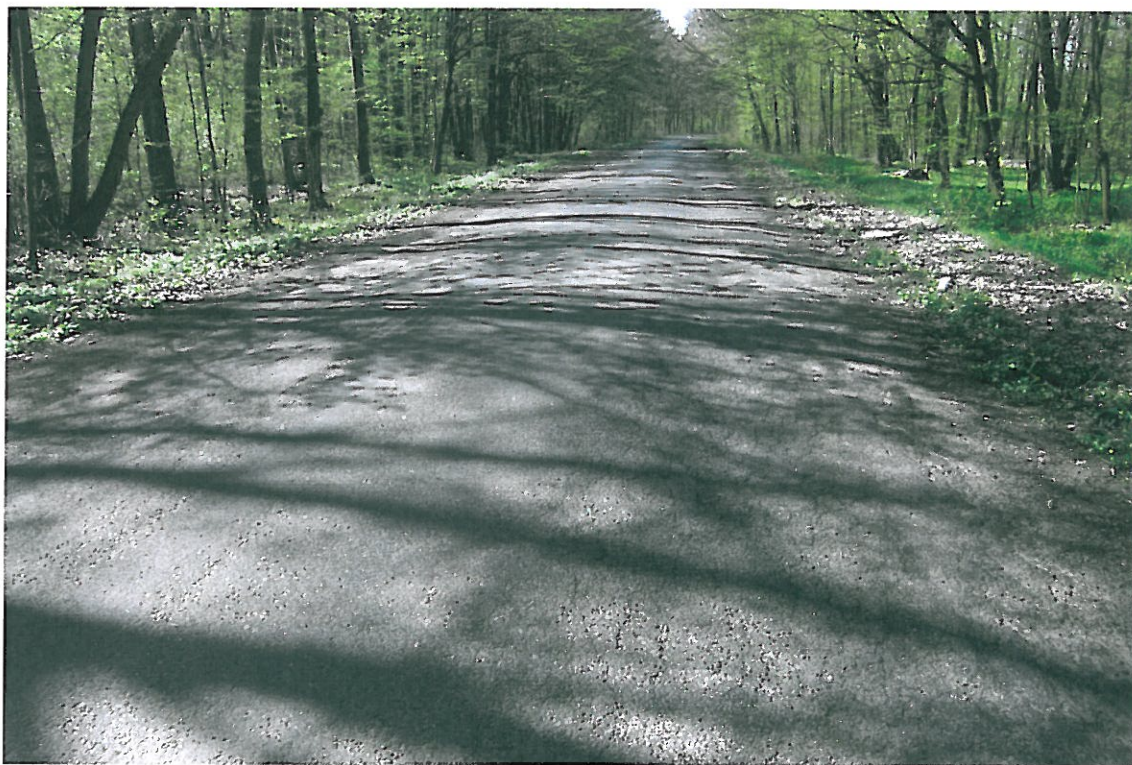
V. Odcinek nr 5 Księginice (od km 6+900 do km 8+250)

V. 1. Opis stanu istniejącego

Nawierzchnia drogi gminnej Księginice (około 1350 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 szczególnie na początku odcinka) wskazuje na słabą nośność nawierzchni jako całości. Ulica jest częściowo zabudowana, a końcowym odcinku zlokalizowany jest przejazd kolejowy.

Widok badanego odcinka drogi przedstawiono na załączonych fotografiach.



Fot . 117. Widok odcinka drogi odcinka nr 5 - Księginice (km 7+100).



Fot . 118. Widok odcinka drogi Księginice,
km 7+300.



Fot . 119. Widok odcinka drogi Księginice,
km 7+500.



Fot . 120. . Widok odcinka drogi Księginice,
km 7+700.



Fot . 121. Widok odcinka Księginice,
km 7+900.



Fot . 122. Widok odcinka drogi Księginice,
km 8+100.



Fot . 123. Widok odcinka drogi Księginice,
km 8+250.

V. 3. Wyniki badań nośności nawierzchni

Odcinek nr 5 Księginice od km 6+900 do km 8+250

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 Gośławice

Koniec odcinka w miejscowości Księginice.

Długość badanego odcinka wynosi około 1350 m (od 6+900 do 8+250).

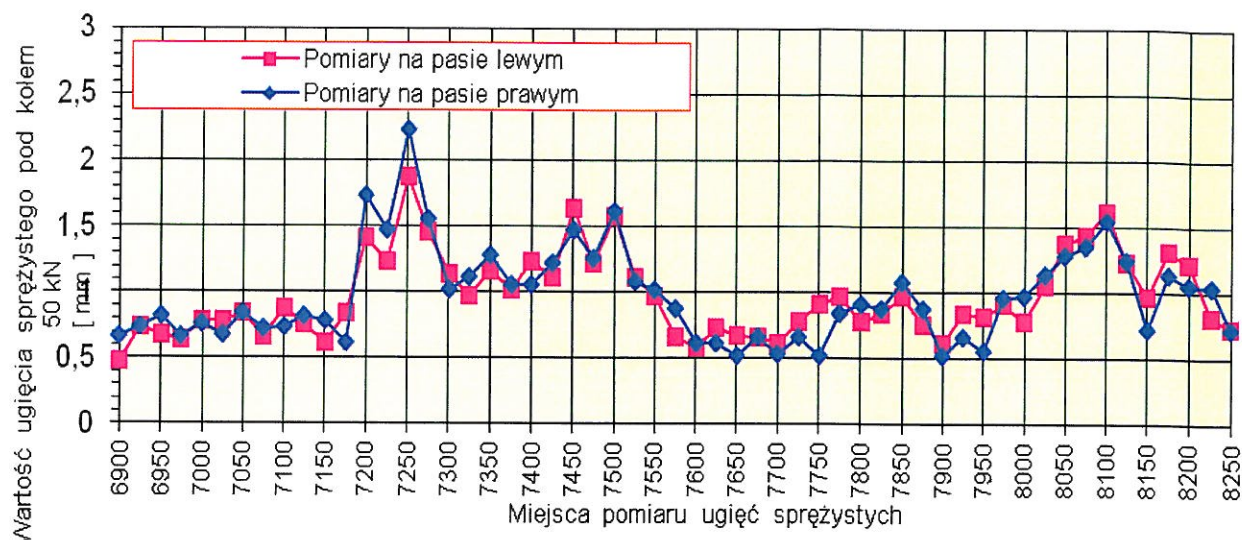
Pomiary wykonano w odstępach co 25m oddzielnie dla obu pasów ruchu.

Wyniki pomiarów ugięć sprężystych nawierzchni podano w tabeli nr 3 oraz na rys. 3.

Droga Lenartowice - Księginice, od 6+900 do 6+8250, gmina Miękinia					
lp.	km	Ugięcie sprężyste w mm			
		pas lewy do Lenartowic		pas prawy od Księgienic	
1	6900	0,48		0,66	
2	6925	0,74		0,74	
3	6950	0,68		0,82	
4	6975	0,64		0,66	
5	7000	0,78		0,76	
6	7025	0,78		0,68	
7	7050	0,84		0,84	
8	7075	0,66		0,72	
9	7100	0,88		0,74	s
10	7125	0,76		0,82	
11	7150	0,62		0,78	s
12	7175	0,84		0,62	
13	7200	1,42		1,74	s
14	7225	1,24		1,48	
15	7250	1,88		2,24	s
16	7275	1,46		1,56	
17	7300	1,14		1,02	s
18	7325	0,98		1,12	
19	7350	1,16		1,28	s
20	7375	1,02		1,06	

Drogi gminne Brzezinka Średzka - Księginice, na terenie gminy Miękinia

21	7400	1,24		1,06	s
22	7425	1,12		1,22	
23	7450	1,64		1,48	s
24	7475	1,22		1,26	
25	7500	1,58		1,62	s
26	7525	1,12		1,08	
27	7550	0,98		1,02	s
28	7575	0,66		0,88	s
29	7600	0,58		0,62	
30	7625	0,74		0,62	
31	7650	0,68		0,52	
32	7675	0,66		0,66	
33	7700	0,62		0,54	
34	7725	0,78		0,66	
35	7750	0,92		0,52	
36	7775	0,98		0,84	
37	7800	0,78		0,92	s
38	7825	0,84		0,88	
39	7850	0,98		1,08	s
40	7875	0,76		0,88	
41	7900	0,62		0,52	s
42	7925	0,84		0,66	
43	7950	0,82		0,56	s
44	7975	0,92		0,96	
45	8000	0,78		0,98	s
46	8025	1,06		1,14	
47	8050	1,38		1,28	s
48	8075	1,44		1,36	
49	8100	1,62		1,54	s
50	8125	1,24		1,25	
51	8150	0,98		0,72	s
52	8175	1,32		1,14	
53	8200	1,22		1,06	s
54	8225	0,82		1,04	
55	8250	0,74		0,72	s
Wartość średnia ugięcia (mm)					
Pas jako całość	0,985			0,981	
Jezdnia jako całość	0,983				
Odchylenie standardowe					
Pas jako całość	0,311			0,358	
Jezdnia jako całość	0,334				



V. 3. Ocena nośności nawierzchni

Odcinek nr 5, Księginice (od 6+900 do 8+250)

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 - $U_s = 0,983 \text{ mm}$

Odchylenie standardowe - $\sigma_s = 0,334 \text{ mm}$

Ugięcie miarodajne - $U_m = U_s + 2 \times \sigma_s = 1,650 \text{ mm}$

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:

$$U_{obl} = 1,650 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 1,981\text{mm}$$

V. 4. Odkrywki z nawierzchni

ODKRYWKA Nr 24; km 7+050; pas prawy



Warstwa z betonu asfaltowego o grubości 3 - 4 cm

Warstwa podbudowy z kruszywa polnego grubości 15 cm

Podsypka z piasku grubości 30 cm (do 50 cm)

Podłoże gruntowe gliniaste od 50 cm



Fot . 124. Lokalizacja odkrywki Nr 24 w km 7+050, pas prawy



Fot . 125. Widok próbki kruszywa z podbudowy, odwiertu Nr 24 w km 7+050, pas prawy



Fot . 126. Pobieranie próbki kruszywa z podsypki, odwiertu Nr 24 w km 7+050, pas prawy

ODKRYWKA Nr 25; km 7+400; pas lewy



Warstwa z betonu asfaltowego o grubości 1 - 2 cm

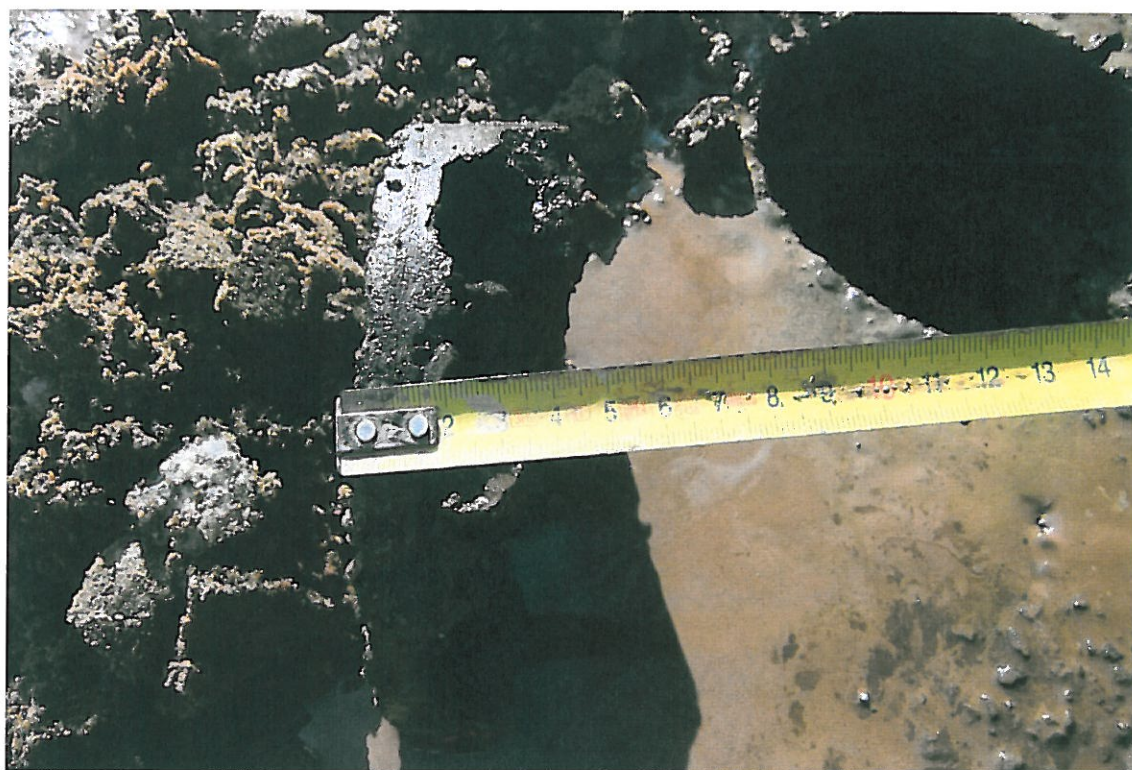
Warstwa podbudowy z kruszywa polnego grubości 19 cm

Podsypka z piasku grubości 10 cm (do 30 cm)

Podłoże gruntowe gliniaste od 30 cm



Fot . 127. Lokalizacja odkrywki Nr 25 w km 7+400, pas lewy

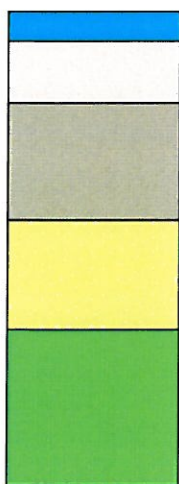


Fot . 128. Widok próbki bitumu z odwiertu Nr 25 w km 7+400, pas lewy



Fot . 129. Pobieranie próbki kruszywa z podsypki, odwiertu Nr 25 w km 7+400, pas lewy

ODKRYWKA Nr 26; km 7+740; pas prawy



Warstwa z betonu asfaltowego o grubości 1 - 2 cm

Warstwa podbudowy z kruszywa łamanego grubości 4 cm

Warstwa podbudowy z bruku grubości 19 cm

Podsypka z piasku grubości 10 cm (do 30 cm)

Podłoże gruntowe gliniaste od 30 cm



Fot . 130. Lokalizacja odkrywki Nr 26 w km 7+740, pas prawy



Fot . 131. Widok próbki kruszywa z podbudowy, odwiertu Nr 26 w km 7+740, pas prawy

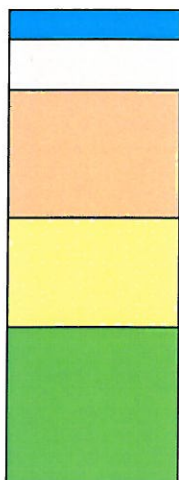


Fot . 132. Pobieranie próbki bruku z odwiertu Nr 26 w km 7+740, pas prawy



Fot . 133. Pobieranie próbki kruszywa z podsypki, odwiertu Nr 26 w km 7+740, pas prawy

ODKRYWKA Nr 27; km 8+085; pas prawy



Warstwa z betonu asfaltowego o grubości 8 cm

Warstwa podbudowy z kruszywa łamanego grubości 9 cm

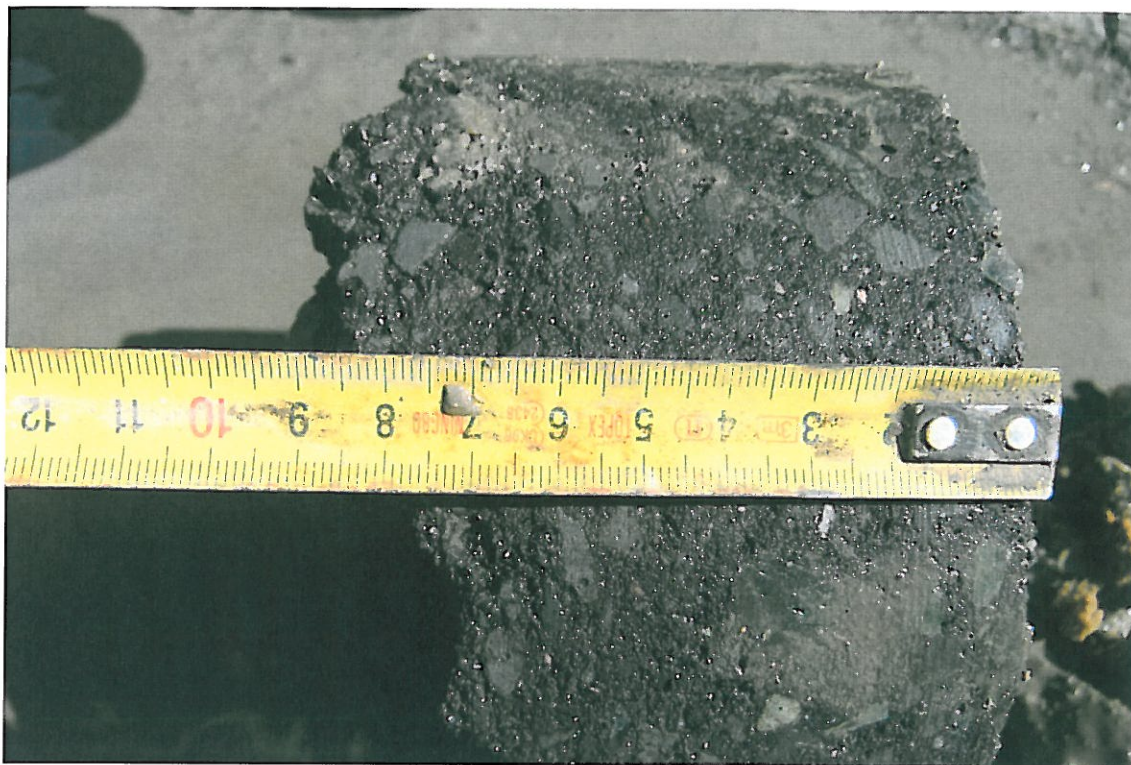
Warstwa podbudowy z kamieni polnych grubości 14 cm

Podsypka z piasku grubości 10 cm (do 41 cm)

Podłoże gruntowe gliniaste od 41 cm



Fot . 134. Lokalizacja odkrywki Nr 27 w km 8+085, pas prawy



Fot . 135. Widok próbki kruszywa z podbudowy, odwiertu Nr 27 w km 8+085, pas prawy



Fot . 136. Widok próbki kruszywa z podbudowy, odwiertu Nr 27 w km 8+085, pas prawy



Fot . 137. Pobieranie próbki kruszywa z podsypki, odwiertu Nr 27 w km 8+085, pas prawy



Fot . 138. Pobieranie próbki kruszywa z podsypki, odwiertu Nr 26 w km 7+740, pas prawy

V. 5. Projekt wzmocnienia nawierzchni

Odcinek nr 5 Księginice, od 6+900 do 8+250

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 nową (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:

$$U_{obl.} = 1,981\text{mm} - 44 \text{ cm wzmocnienia}$$

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:

$$U_{obl.} = 1,981\text{mm} - 52 \text{ cm wzmocnienia}$$

V. 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 złym stanie, z licznymi spękaniami i wymaga wzmocnienia:

1. Nawierzchnia drogi gminnej Księginice na odcinku od 6+900 do 8+250 ma zbliżoną nośność i podobną konstrukcję nawierzchni o podbudowie z 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.} 1,981; 219 000 osi) - 44 cm wzmocnienia (10 cm masy bitumicznej na podbudowie z kruszywa)

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 kruszywa łamanego 0/31,5mm grubości 24 cm,
6. Wbudowanie warstwy wyrównawczej/wiążącej z betonu asfaltowego grubości 6cm.
7. Wbudowanie warstwy ścieralnej z betonu asfaltowego grubości 4cm.

WARIANT II (KR3, U_{obl.} 1,981mm; 1 500 000 osi) - 52 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 kruszywa łamanego 0/31,5mm grubości 22 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.

W terenie zabudowanym oraz w rejonie przejazdu kolejowego konieczne będzie dostosowanie niwelety i konstrukcji nawierzchni do istniejącej zabudowy i utrzymanie rzędnej przejazdu kolejowego.

Wymaga to wzmocnienia nawierzchni metodą wgłębną (rozbiórka nawierzchni i jej odbudowanie zgodnie aktualnym Katalogiem Typowych konstrukcji Nawierzchni Drogowych.

Na odcinkach gdzie w podbudowie starej nawierzchni stwierdzono kruszywo łamane i jako warstwę wzmacniającą pod bitum zaproponowano mieszankę kruszywa 0/31,5mm można zastosować wzmocnienie w technologii MCE. Pozwoli to na obniżenie niwelety nawierzchni o około 10 – 12 cm.

mgr inż. Paulina Koba-Gwiazda
UPRAWNIENIA BUDOWLANE
w specjalności drogowej
do projektowania bez ograniczeń
NR 205/DOŚ/05, DOIIB
55-230 Laskowice, ul. Zacisze 7
tel. kom. 0602 381 330

Dr inż. HENRYK KOBA
RZECZOWNIA BUDOWLANA
W SPECJALNOŚCI KONSTRUKCYJNO-INŻYNIERSKIEJ
w zakresie BUDOWY DRÓG
Centralny Rejestr Rzeczoznawców Budowlanych
55-230 Laskowice, ul. Flotkowa 19
tel. 071 314 23 44, kom. 0602 27 51 51

**WYNIKI BADAŃ KRUSZYWA
Z PODBUDOWY, PODSYPKI I PODŁOŻA
NAWIERZCHNI**