



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt finansowany w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego dla Województwa Pomorskiego na lata 2007-2013

Nazwa i adres Inwestora:



**Zarząd Dróg Wojewódzkich  
w Gdańsku**

80-778 GDAŃSK UL. MOSTOWA 11 A

Nazwa i adres jednostki projektowej:



**EUROPROJEKT GDAŃSK S.A.**

80-680 GDAŃSK UL. NADWIŚLAŃSKA 55

TEL. (058) 323 99 99, FAX. (058) 323 99 98

Zamierzenie budowlane / Obiekt budowlany:

**ROZBUDOWA I PRZEBUDOWA DROGI WOJEWÓDZKIEJ NR  
211 NA ODCINKACH NOWA DĄBROWA – PUZDROWO I  
MOJUSZ - KARTUZY**

Nazwa opracowania:

**PROJEKT KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI ROZBUDOWYWANEJ DROGI WOJEWÓDZKIEJ NR 211  
NA ODCINKU NOWA DĄBROWA – PUZDROWO I MOJUSZ - KARTUZY**

Branża: Drogowa		Kod CPV:	
Stanowisko:	Imię i nazwisko:	Specjalność i nr uprawnień:	Podpis:
Opracował	mgr inż. Piotr Mazurowski	POM/0078/POOD/08	
Nr archiwalny:	Data opracowania:	Nr tomu:	Nr egzemplarza:
204-EURO/2014	listopad 2015r.	<b>2.2</b>	

## Spis treści

Spis treści .....	2
1. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA .....	3
2. MATERIAŁY WYJŚCIOWE DO OPRACOWANIA .....	3
3. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO .....	4
4. RUCH DROGOWY .....	11
5. PROJEKTOWANA TECHNOLOGIA PRZEBUDOWY NAWIERZCHNI .....	19
6. KONSTRUKCJA ULEPSZONEGO PODŁOŻA .....	24
7. OBLICZENIA KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI NA OBSZARACH POZAMIEJSKICH .....	27
8. POZOSTAŁE KONSTRUKCJE .....	37
9. WYKORZYSTANIE DESTRUKTU ASFALTOWEGO .....	39

# **PROJEKT KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI ROZBUDOWYWANEJ DROGI WOJEWÓDZKIEJ NR 211 NA ODCINKU NOWA DĄBROWA – PUZDROWO I MOJUSZ - KARTUZY**

## **1. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA**

Celem opracowania jest przedstawienie technologii przebudowy nawierzchni drogi dla zadania pn: „Rozbudowa drogi wojewódzkiej nr 211 na odcinku Nowa Dąbrowa – Puzdrowo i Mojusz - Kartuzy” podzielonego na 3 odcinki:

- Odcinka A od m. Nowa Dąbrowa do m. Czarna Dąbrówka
- Odcinek B od m. Czarna Dąbrówka do m. Puzdrowo
- Odcinek C od m. Mojusz do m. Kartuzy

Przyjęto okres eksploatacji nawierzchni po przebudowie równy 20 lat

## **2. MATERIAŁY WYJŚCIOWE DO OPRACOWANIA**

- Wizja lokalna w dniu 06.04.2015 [1],
- „Opinia geotechniczna z dokumentacją badań podłoża gruntowego dla projektu rozbudowy i przebudowy Drogi Wojewódzkiej nr 211 Nowa Dąbrowa – Puzdrowo i Mojusz - Kartuzy”, GEOTEST Gdańsk, styczeń 2015 [2],
- „Rozporządzenie nr 430 MTiGM w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie” z 2 marca 1999 r [3],
- Wymagania Techniczne WT-2 „Nawierzchnie asfaltowe”, Warszawa 2014 [4],
- Wymagania Techniczne WT-4 „Mieszanki niezwiązane”, Warszawa 2010 [5],
- Wymagania Techniczne WT-5 „Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym”, Warszawa 2010 [6],
- „Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych”, IBDiM, Warszawa 2001 [7],
- „Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych” – załącznik do zarządzenia nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z 16.06.2014 [8],
- „Instrukcja projektowania i wbudowywania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE)”, 2014 [9],
- Generalny pomiar ruchu na sieci dróg wojewódzkich w roku 2010 – województwo pomorskie, strona internetowa GDDKiA [10];
- Założenia do prognoz ruchu, strona internetowa GDDKiA [11];
- „Analizy i projektowanie konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych”, praca zbiorowa pod redakcją J. Judyckiego, Warszawa 2014 [12];

### 3. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO

#### 3.1. Dane ogólne

**ODCINEK A** od km 0+000 do km 20+308, tj. od skrzyżowania z drogą krajową nr 6 w m. Nowa Dąbrowa do m. Czarna Dąbrówka, z wyłączeniem odcinków od km 5+161 do km 6+319 i km 10+000 do km 13+900. Długość odcinka A: ok. 15,25 km

**ODCINEK B** od km 20+570 do km 41+371, tj. od m. Czarna Dąbrówka do m. Puzdrowo, z wyłączeniem odcinka od km 37+600 do km 39+500. Długość odcinka B: ok. 18,9 km;

**ODCINEK C** od km 46+100 do km 61+528, tj. od m. Mojusz do m. Kartuzy. Długość odcinka C: ok. 15,16 km;

Droga na analizowanym odcinku o całkowitej długości wynoszącej około 49,31 km ma przekrój jednojezdniowy szlakowy lub uliczny, o szerokości jezdni 5,7 – 6,3 m.

#### 3.2. Stan nawierzchni jezdni.

Za wyjątkiem stosunkowo krótkich odcinków, których stan wskazuje na niedawny remont, droga ma nawierzchnię w stanie zróżnicowanym, od dobrego do złego lub bardzo złego. Na wszystkich analizowanych odcinkach występuje szereg różnych uszkodzeń nawierzchni. Poniżej zestawiono najważniejsze z nich:

0+000 do 5+161: stan nawierzchni średni. Co kilkadziesiąt metrów występują obszary spękań siatkowych (fot. 1) i podłużnych (fot. 2).

6+319 do ok. 7+450: stan dosyć dobry. Występują pojedyncze spękania poprzeczne, lokalne rozwarstwienia szwu roboczego w osi jezdni oraz lokalne uszkodzenia krawędzi.

ok. 7+450 do ok. 7+900: stan bardzo zły. Występują intensywne spękania zmęczeniowe, łaty (fot. 3).

ok. 7+900 do ok. 9+000: stan dosyć dobry. Występują pojedyncze spękania poprzeczne.

ok. 9+000 do 10+000: stan zły. Występują intensywne uszkodzenia krawędzi, zwłaszcza po stronie prawej, dłuższe rozwarstwienia szwu roboczego, lokalne spękania siatkowe (fot. 4).

13+900 do 20+308: stan zły. Występują spękania siatkowe, intensywne przy krawędzi jezdni, łaty, w tym łaty spękane, pojedyncze spękania poprzeczne, pojedyncze wyrwy, lokalnie koleiny (fot. 5).

20+570 do ok. 28+100: stan zły. Występują liczne spękania siatkowe, łaty, spękania podłużne, pojedyncze wyrwy, deformacje profilu poprzecznego (fot. 6).

ok. 28+100 do ok. 33+200: stan dobry, nawierzchnia po remoncie.

ok. 33+200 do 37+600: stan średni. Występują pojedyncze spękania poprzeczne, wyrwy, lokalne spękania siatkowe i uszkodzenia krawędzi. Lokalne wypiętrzenia nawierzchni przy krawędzi od korzeni drzew (fot. 7).

ok. 39+500 do 41+371: stan zły. Liczne łaty, spękania siatkowe, wyrwy. Pod koniec odcinka koleiny.

46+100 do ok. 49+200: stan bardzo zły. Liczne (co kilka – kilkanaście – kilkadziesiąt metrów) spękania poprzeczne (fot. 8), łaty, koleiny, wyrwy. Spękania siatkowe głównie w śladzie prawego koła.

ok. 49+200 do ok. 51+700: stan zły. Występują koleiny, pojedyncze spękania poprzeczne, siatkowe i łaty.

ok. 51+700 do ok. 55+700: stan zły. Spękania poprzeczne co kilkadziesiąt metrów, intensywne spękania siatkowe (fot. 9), łaty, deformacje profilu poprzecznego.

ok. 55+700 do ok. 56+800: stan średni. Występują lokalne spękania siatkowe i podłużne.

ok. 56+800 do ok. 59+200: stan zły. Występują pojedyncze spękania poprzeczne, liczne spękania siatkowe, ponadto łaty i lokalnie koleiny.

ok. 59+200 do ok. 60+200: stan średni, pojedyncze spękania poprzeczne i siatkowe.

ok. 60+200 do 61+528: stan zły. Występują spękania poprzeczne, liczne spękania siatkowe (fot. 10), ponadto łaty i lokalnie koleiny.



Fot. 1



Fot. 2



Fot. 3



Fot. 4



Fot. 5



Fot. 6



Fot. 7



Fot. 8



Fot. 9



Fot. 10

### 3.3. Konstrukcja istniejącej nawierzchni

W Tabeli 1 przedstawiono zestawienie wyników odwiertów przez konstrukcję nawierzchni i podłoże na analizowanym odcinku.

otwór nr	kilometraż	łączna grubość konstrukcji [cm]	w-wy bitumiczne [cm]	podbudowa	grubość [cm]	grunt podłoża - grupa nośności
	odc. A					
1	0+050 SP	40	14	kruszywo łamane	26	G1
2	0+550 SL	50	14	kruszywo łamane	36	G1
3	1+050 SP	50	25	piasek gruby i tłuczeń	25	G4
4	1+420 SL					G4
5	1+530 SL	66	19	tłuczeń i kamienie	47	G4
6	2+030 SP	60	22	piasek gruby i kamienie	38	G4
7	2+470 SL					G4
8	2+530 oś	60	18	piasek drobny, piasek gruby i kamienie	42	G4
9(20m)	2+780 SL					G4*
10	2+930 SP	60	25	piasek gruby i kamienie	35	G4*
11	3+520 SL	55	22	piasek drobny, kamienie, piasek gruby	33	G4
12	4+030 SL	50	28	piasek drobny i kamienie	22	G4
13	4+530 SP	50	22	piasek gruby i tłuczeń	28	G4*
14	5+030 SP	48	26	piasek drobny i tłuczeń	22	G4
15	6+350 SP	40	18	tłuczeń	22	G1
16	6+840 SP	38	15	bruk piasek drobny i kamienie	15 8	G4
17	7+230 SL	50	20	bruk piasek drobny	25 5	G4
18	7+360 SP					G2?
19	7+740 SL	41	13	bruk	28	G4
20	8+170 SP	45	21	kruszywo	24	G4*
21	8+670 SP	40	21	piasek gruby i tłuczeń	19	G4
22	8+820 SL					G4
23	8+970 SL					G4
24	9+190 SP	37	14	piasek średni i tłuczeń	23	G2?
25	9+490 SP					G4
26	9+650 SP					G1
27	9+700 SP	50	18	bruk	32	G1
28	9+800 SP					G4 – W?
29	10+020 SP	45	15	piasek gruby i kamienie	30	G1
30	14+230 SP	50	15	piasek drobny i tłuczeń bruk	20 15	G1

31	14+730 SL	40	14	piasek drobny i tłuczeń bruk	12 14	G1
32	15+130 SL					G4 – W?
33	15+240 oś	40	15	piasek drobny i kr. łamane bruk	10 15	G1
34	15+400 SP					G1
35	15+780 SP	34	12	kruszywo łamane	22	G1
36	16+260 SL	42	12	piasek gruby i tłuczeń	30	G1
37	16+370 SL					G4 – NN
38	16+770 SL	35	15	kruszywo łamane bruk	5 15	G4
39	17+270 SP	30	13	kruszywo łamane bruk	2 15	G4
40	17+760 SL	30	13	piasek średni i tłuczeń	17	G1
41	18+260 SP	30	15	tłuczeń	15	G2?
42	18+400 SP					G2
43	18+760 SL	40	14	żwir i kamienie bruk	6 20	G1
44	19+260 SP	35	14	żwir i kamienie bruk	3 18	G1
45	19+760 SL	32	14	żwir i kamienie bruk	4 14	G1
46	19+860 SL					G4 – NN
47	20+250 SL	60	17	kruszywo łamane bruk	8 35	G1
	odc. B					
48	20+660 SP	30	15	piasek średni i kruszywo łamane	15	G1
49	20+790 SL					G4
50	20+900 SL	35	14	tłuczeń i piasek gruby	21	G4
51	21+400 SL	60	14	żwir i tłuczeń	46	G4*
52	21+900 SP	40	15	piasek drobny, gruby i kamienie	25	G4*
53	22+120 SP	podst. nas.				G2
54	22+260 SL					ORG + G4*
55	22+420 SP	50	15	żwir i kamienie	35	G4
56	22+570 SL					G4*
57	22+720 SP					G4*
58	22+870 SP	50	15	żwir i kamienie	35	G4
59	23+020 SL					G4
60	23+370 SP	26	11	żwir i kamienie	15	G4
61	23+870 SL	35	10	kruszywo łamane	25	G1
62	24+370 SP	38	13	piasek średni i tłuczeń	25	G1
63	24+680 SL					G1
64	24+870 SP	38	10	piasek średni i tłuczeń	28	G1
65	25+370 SP	35	11	piasek drobny i tłuczeń	24	G1
66	25+730 SP	40	13	piasek drobny i tłuczeń bruk	7 20	G1
67	26+220 SL	40	12	piasek drobny i tłuczeń	28	G1
68	26+720 SP	40	14	piasek gruby i tłuczeń	26	G1
69	27+220 SL	50	14	tłuczeń bruk	6 30	G1
70	27+580 SP					G1
71	27+720 SP	38	13	tłuczeń	25	G1
72	28+220 SL	50	30	żwir i tłuczeń	20	G1
73	28+720 oś	50	20	kruszywo łamane bruk	5 25	G4
74	29+060 SL					G4
75	29+210 SP	50	22	kruszywo łamane	28	G1
76	29+320 SP					G1
77	29+710 SP	50	20	kruszywo łamane	30	G4
77A	30+210 SL	35	20	kruszywo łamane	15	G4
78	30+280 SP					ORG + G2
79	30+680 SL	podst. nas.				ORG do 1,8
80	30+720 SL	80	30	piasek drobny i kruszywo	50	G4*
81	31+130 SL	podst. nas.				ORG do 5,5
82	31+220 SL	50	20	kruszywo łamane	30	G4
83	31+310 SP					G4 NN
84	31+680 SP	60	22	piasek drobny i kruszywo	38	G4
85	31+820 SP					G1
86	31+920 SP					ORG + G4

87	32+180 oś	70	17	żwir i kruszywo łamane	53	G1
88	32+690 SP	58	22	kruszywo łamane	36	G4
89	32+820 SP					G4 + ORG głębiej
90	32+950 SL					G4
91	33+030 SP					G4
92	33+170 SP					G4
93	33+220 SP	55	25	żwir i kruszywo łamane	30	G4 - NN + ORG głębiej
94	33+370 SL					G4
95	33+510 SP					NN do 0,5 + G1
96	33+610 SP	60	25	łuczeń i kamienie	35	G4
97	33+680 SP					NN do 1,0 + G1
98	33+840 SL					G4 – NN
99	33+990 SL					G4
100	34+140 SL	50	18	piasek gruby i kr. łamane	32	G4
101	34+690 SP	50	20	piasek średni i kamienie	30	G4
102	35+180 SL	40	17	kruszywo łamane	23	G1
103	35+680 SP	35	25	piasek drobny i kamienie	10	G1
104	35+830 SL					NN do 0,9 + G1
105	35+980 SL					NN do 0,9 + G1
106	36+130 SP	50	21	kruszywo łamane	29	G4
107	36+280 SP					NN do 0,5 + G2
108	36+420 SP					G4 – NN
109	36+570 SL	40	18	bruk	22	G1
110	36+670 SP					G4 – NN
111	36+820 SL					NN do 0,7 + G2
112	36+860 SL					G4 – NN
113	36+970 SP	50	18	kruszywo łamane bruk	12 20	G1
114	37+110 SP	30	brak	bruk piasek drobny i kamienie	10 20	G2
115	37+260 SL					G1
116	37+560 SL	podst. nas				G4 – NN
117	39+350 SP	60	20	kruszywo łamane	40	G1
118	39+850 SL	50	15	kruszywo łamane bruk	15 20	G4*
119	40+350 SP	35	12	kruszywo łamane	23	G4
120	40+900 SL	40	13	kruszywo łamane	27	G4
121	41+130 SP	45	15	kruszywo łamane	30	G4
122	41+350 SL					NN do 0,4 + G1
	odc. C					
123	46+280 SL	50	15	piasek drobny i śr., kam. tł. piasek drobny i żwir	25 10	G4*
124	46+420 SP					NN do 0,6 + G2
125	46+670 SP					G4
126	46+780 SL	56	19	piasek drobny, kamienie, żwir i łuczeń	37	G4*
127	46+930 SP					G4 – NN
128	47+270 SP	58	18	piasek średni, kamienie i łuczeń	40	G4*
129	47+420 SL					G4*
130	47+590 SL					G4*
131	47+730 SL	52	21	piasek drobny, kamienie, żwir i łuczeń	31	G4*
132	47+880 SP					ORG do 5,6
133	48+030 SL					G4*
134	48+180 SP	55	19	piasek średni, kamienie, łuczeń	36	G4*
135	48+700 SP	59	18	piasek średni, żwir, kamienie	41	G4
136	49+030 SP	60	19	piasek śr., kamienie, łuczeń piasek średni	25 16	G4*
137	49+190 SP	podst. nas.				ORG do 2,7
138	49+470 SL	60	20	piasek śr., kamienie, łuczeń piasek drobny i średni	28 12	G4*
139	49+600 SP	podst. nas.				ORG do 1,0 + G2
140	49+750 SL					NN do 0,5 + G1
141	49+900 SL	54	20	piasek śr., kamienie, łuczeń	34	G4*
142	50+040 SP					G4*
143	50+400 SL	70	24	piasek śr., kamienie, łuczeń	46	G1
144	50+880 SP	62	23	piasek śr., kamienie, żwir, łuczeń	39	G1
145	51+320 SP	58	18	piasek śr., kamienie, łuczeń	40	G4*

146	51+600 SL					G4*
147	51+750 SL	75	18	piasek śr., kamienie, tłuczeń	57	G4* + ORG głębiej
148	51+900 SP					G4 – NN
149	52+040 SL					NN do 0,3 + G1
150	52+180 SL	61	23	piasek śr., kamienie, tłuczeń	39	G4*
151	52+320 SL					G4*
152	52+480 SP	50	14	piasek drobny i kamienie	36	G4*
153	52+630 SP					G2
154	52+780 SP					NN do 0,3 + G1
155	52+930 SL	35	17	piasek drobny i kamienie	18	G4*
156	53+080 SP					G4*
157	53+230 SP					G4
158	53+380 SL	40	15	żwir i kamienie	25	G4*
159	53+520 SL					G4
160	53+680 SL					G4
161	53+820 SP	60	14	żwir, kamienie i piasek dr.	46	G4
162	53+970 SL					G4*
163	54+120 SP					G4*
164	54+280 SL	55	16	tl., kamienie, żwir i piasek dr.	39	G4*
165	54+430 SP					G4
166 (do 20m)	54+490 SL					G1 + G4*
167	54+640 SL					G4
168	54+770 SP	50	23	tl., kamienie, żwir i piasek dr.	27	G4*
169	54+920 SP					NN do 0,5 + G1
170	55+070 SP					G4
171	55+220 SL	50	20	tl., kamienie, żwir i piasek śr.	30	G4*
172	55+370 SL					G4*
173	55+510 SP					G4 – NN
174	55+670 SL	65	21	piasek śr., kamienie, tłuczeń piasek średni i piasek grubo	33 11	G4*
175	55+820 SL					G4*
176	55+960 SP					G4*
177	56+120 SP	45	21	piasek śr., kamienie i tłuczeń	24	G2
178	56+270 SL					NN do 0,5 + G1
179	56+570 SP	58	19	piasek śr., kamienie i tłuczeń piasek drobny i kamienie	23 16	G1
180	56+710 SP					G4*
181	56+870 SP					G4
182	57+020 SP	55	15	piasek średni, kamienie i żwir	40	G4*
183	57+180 SP					G4*
184	57+330 SP					G4*
185	57+490 SP	70	20	piasek średni, kamienie, tl. piasek średni i kamienie	25 25	G4*
186	57+660 SP					G4
187	57+820 SP					NN do 0,3 + G1
188	57+980 SP	44	15	piasek śr., kam., tl. i chudy bet. piasek średni i kamienie	20 11	G4*
189	58+130 SL					G4
190	58+280 SL					G4 – NN
191	58+440 SP	62	22	piasek średni, kamienie, tłuczeń	40	G4*
192	58+590 SP					G4
193	58+740 SP	55	17	piasek średni, kamienie, tłuczeń piasek średni, kamienie	31 7	G4*
194	58+870 SP	podst. nas.				ORG do 1,9
195	59+040 SL					G4 – NN
196	59+190 SL	80	23	piasek średni, kamienie, tłuczeń piasek średni, kamienie	31 25	G4*
197	59+340 SL					G4 – NN
198	59+490 SP					G4
199	59+640 SP	70	21	piasek średni, kamienie, tłuczeń piasek drobny i średni	31 18	G4*
200	59+790 SL					G4*
201	59+940 SP					G4*
202	60+090 SL	63	17	piasek dr. i śr., kamienie i tl.	46	G4*
203	60+240 SL					G4*
204	60+390 oś					G4
205	60+540 SP	61	22	piasek średni, kamienie i tl.	39	G4*
206	60+690 SL					G4*
207	60+840 SP					G4*

208	60+990 SL	95	22	piasek śr., kam., żwir i tłuczeń piasek śr., kam., i żwir	32 41	G4*
209	61+140 SL					G4*
210	61+280 SP					G4*
211	61+440 SL	92	22	piasek śr., kam., tłuczeń piasek drobny	28 32	G4*

**Tabela 1:** Zestawienie wyników odwiertów przez nawierzchnię i podłoże gruntowe

## 4. RUCH DROGOWY

Prognozę ruchu opracowano na podstawie GPR 2010 [10], Zasad prognozowania wskaźników wzrostu ruchu wewnętrznego na okres 2007-2037 [11] oraz KTKNPiP [8].

### 4.1. Średni ruch dobowy w roku 2010

SDR w 2010 na DW211 wynosił:

na odcinku A:

- samochody ciężarowe bez przyczep: 73 pojazdów/dobę
- samochody ciężarowe z przyczepami: 90 pojazdów/dobę
- autobusy: 31 pojazdów/dobę

na odcinku B:

- samochody ciężarowe bez przyczep: 120 pojazdów/dobę
- samochody ciężarowe z przyczepami: 78 pojazdów/dobę
- autobusy: 47 pojazdów/dobę

na odcinku C:

- samochody ciężarowe bez przyczep: 304 pojazdów/dobę
- samochody ciężarowe z przyczepami: 248 pojazdów/dobę
- autobusy: 135 pojazdów/dobę

Założono oddanie nawierzchni do eksploatacji po przebudowie w roku 2017, w związku z czym ruch całkowity w 20-letnim okresie eksploatacji ustalono dla okresu 2017 - 2037.

### 4.2. Obliczenie ruchu całkowitego w okresie eksploatacji po przebudowie

W Tabelach 2-4 przedstawiono obliczenia ruchu całkowitego dla poszczególnych odcinków.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>prognozowany wskaźnik rocznego wzrostu PKB</b>	1.00	3.40	2.10	2.90	3.20	3.30	3.10	3.20	3.10	2.80	2.70	2.80	2.70	2.60
<b>wskaźnik elastyczności We:</b>														
samochody ciężarowe bez przyczep		0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
samochody ciężarowe z przyczepami		1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>roczny wzrost ruchu</b>														
samochody ciężarowe bez przyczep		0.0119	0.0074	0.0102	0.0112	0.0116	0.0109	0.0112	0.0109	0.0098	0.0095	0.0098	0.0095	0.0091
samochody ciężarowe z przyczepami		0.0364	0.0225	0.0310	0.0342	0.0353	0.0310	0.0320	0.0310	0.0280	0.0270	0.0280	0.0270	0.0260
<b>skumulowany wzrost ruchu</b>														
samochody ciężarowe bez przyczep	1.0000	1.0119	1.0193	1.0297	1.0412	1.0532	1.0647	1.0766	1.0883	1.0989	1.1093	1.1202	1.1308	1.1411
samochody ciężarowe z przyczepami	1.0000	1.0364	1.0597	1.0925	1.1300	1.1699	1.2061	1.2447	1.2833	1.3192	1.3549	1.3928	1.4304	1.4676
<b>SDR [poj/dobę]</b>														
samochody ciężarowe bez przyczep	73	74	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	83
samochody ciężarowe z przyczepami	90	93	95	98	102	105	109	112	115	119	122	125	129	132
autobusy	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
<b>prognozowany ruch roczny [poj/rok]</b>														
samochody ciężarowe bez przyczep	26645	26962	27160	27436	27743	28064	28368	28686	28997	29281	29558	29848	30130	30404
samochody ciężarowe z przyczepami	32850	34045	34810	35890	37119	38430	39621	40889	42157	43337	44507	45753	46989	48210
autobusy	11315	11315	11315	11315	11315	11315	11315	11315	11315	11315	11315	11315	11315	11315

2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	
2.50	2.40	2.40	2.40	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.10	2.10	2.00	2.00	
0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
0.0088	0.0084	0.0084	0.0084	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0074	0.0074	0.0070	0.0070	
0.0250	0.0240	0.0240	0.0240	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0210	0.0210	0.0200	0.0200	
1.1511	1.1607	1.1705	1.1803	1.1898	1.1994	1.2090	1.2188	1.2286	1.2385	1.2476	1.2567	1.2655	1.2744	
1.5043	1.5404	1.5773	1.6152	1.6524	1.6904	1.7292	1.7690	1.8097	1.8513	1.8902	1.9299	1.9685	2.0079	
84	85	85	86	87	88	88	89	90	90	91	92	92	93	
135	139	142	145	149	152	156	159	163	167	170	174	177	181	
31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	
														<b>SUMA W LATACH 2016-2036</b>
30670	30928	31187	31449	31702	31958	32215	32474	32736	32999	33242	33486	33720	33957	<b>659627</b>
49416	50601	51816	53060	54280	55528	56805	58112	59449	60816	62093	63397	64665	65958	<b>1117837</b>
11315	11315	11315	11315	11315	11315	11315	11315	11315	11315	11315	11315	11315	11315	<b>237615</b>

**Tabela 2:** Całkowity ruch w okresie 2017 – 2037 na odcinku A

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>prognozowany wskaźnik rocznego wzrostu PKB</b>	1.00	3.40	2.10	2.90	3.20	3.30	3.10	3.20	3.10	2.80	2.70	2.80	2.70	2.60
<b>wskaźnik elastyczności We:</b>														
samochody ciężarowe bez przyczep		0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
samochody ciężarowe z przyczepami		1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>roczny wzrost ruchu</b>														
samochody ciężarowe bez przyczep		0.0119	0.0074	0.0102	0.0112	0.0116	0.0109	0.0112	0.0109	0.0098	0.0095	0.0098	0.0095	0.0091
samochody ciężarowe z przyczepami		0.0364	0.0225	0.0310	0.0342	0.0353	0.0310	0.0320	0.0310	0.0280	0.0270	0.0280	0.0270	0.0260
<b>skumulowany wzrost ruchu</b>														
samochody ciężarowe bez przyczep	1.0000	1.0119	1.0193	1.0297	1.0412	1.0532	1.0647	1.0766	1.0883	1.0989	1.1093	1.1202	1.1308	1.1411
samochody ciężarowe z przyczepami	1.0000	1.0364	1.0597	1.0925	1.1300	1.1699	1.2061	1.2447	1.2833	1.3192	1.3549	1.3928	1.4304	1.4676
<b>SDR [poj/dobę]</b>														
samochody ciężarowe bez przyczep	120	121	122	124	125	126	128	129	131	132	133	134	136	137
samochody ciężarowe z przyczepami	78	81	83	85	88	91	94	97	100	103	106	109	112	114
autobusy	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
<b>prognozowany ruch roczny [poj/rok]</b>														
samochody ciężarowe bez przyczep	43800	44321	44647	45100	45605	46132	46633	47155	47666	48134	48588	49065	49528	49979
samochody ciężarowe z przyczepami	28470	29506	30169	31105	32170	33306	34338	35437	36536	37559	38573	39653	40723	41782
autobusy	17155	17155	17155	17155	17155	17155	17155	17155	17155	17155	17155	17155	17155	17155

2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	
2.50	2.40	2.40	2.40	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.10	2.10	2.00	2.00	
0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
0.0088	0.0084	0.0084	0.0084	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0074	0.0074	0.0070	0.0070	
0.0250	0.0240	0.0240	0.0240	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0210	0.0210	0.0200	0.0200	
1.1511	1.1607	1.1705	1.1803	1.1898	1.1994	1.2090	1.2188	1.2286	1.2385	1.2476	1.2567	1.2655	1.2744	
1.5043	1.5404	1.5773	1.6152	1.6524	1.6904	1.7292	1.7690	1.8097	1.8513	1.8902	1.9299	1.9685	2.0079	
138	139	140	142	143	144	145	146	147	149	150	151	152	153	
117	120	123	126	129	132	135	138	141	144	147	151	154	157	
47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	
														<b>SUMA W LATACH 2016-2036</b>
50416	50840	51267	51697	52114	52533	52956	53382	53812	54245	54644	55046	55431	55819	<b>1084318</b>
42827	43855	44907	45985	47043	48125	49231	50364	51522	52707	53814	54944	56043	57164	<b>968792</b>
17155	17155	17155	17155	17155	17155	17155	17155	17155	17155	17155	17155	17155	17155	<b>360255</b>

**Tabela 3:** Całkowity ruch w okresie 2017 – 2037 na odcinku B

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>prognozowany wskaźnik rocznego wzrostu PKB</b>	1.00	3.40	2.10	2.90	3.20	3.30	3.10	3.20	3.10	2.80	2.70	2.80	2.70	2.60
<b>wskaźnik elastyczności We:</b>														
samochody ciężarowe bez przyczep		0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
samochody ciężarowe z przyczepami		1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>roczny wzrost ruchu</b>														
samochody ciężarowe bez przyczep		0.0119	0.0074	0.0102	0.0112	0.0116	0.0109	0.0112	0.0109	0.0098	0.0095	0.0098	0.0095	0.0091
samochody ciężarowe z przyczepami		0.0364	0.0225	0.0310	0.0342	0.0353	0.0310	0.0320	0.0310	0.0280	0.0270	0.0280	0.0270	0.0260
<b>skumulowany wzrost ruchu</b>														
samochody ciężarowe bez przyczep	1.0000	1.0119	1.0193	1.0297	1.0412	1.0532	1.0647	1.0766	1.0883	1.0989	1.1093	1.1202	1.1308	1.1411
samochody ciężarowe z przyczepami	1.0000	1.0364	1.0597	1.0925	1.1300	1.1699	1.2061	1.2447	1.2833	1.3192	1.3549	1.3928	1.4304	1.4676
<b>SDR [poj/dobę]</b>														
samochody ciężarowe bez przyczep	304	308	310	313	317	320	324	327	331	334	337	341	344	347
samochody ciężarowe z przyczepami	248	257	263	271	280	290	299	309	318	327	336	345	355	364
autobusy	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
<b>prognozowany ruch roczny [poj/rok]</b>														
samochody ciężarowe bez przyczep	110960	112280	113106	114254	115533	116868	118136	119459	120755	121938	123091	124297	125472	126613
samochody ciężarowe z przyczepami	90520	93813	95921	98898	102284	105895	109178	112672	116165	119417	122642	126076	129480	132846
autobusy	49275	49275	49275	49275	49275	49275	49275	49275	49275	49275	49275	49275	49275	49275

2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	
2.50	2.40	2.40	2.40	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.10	2.10	2.00	2.00	
0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
0.0088	0.0084	0.0084	0.0084	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0074	0.0074	0.0070	0.0070	
0.0250	0.0240	0.0240	0.0240	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0230	0.0210	0.0210	0.0200	0.0200	
1.1511	1.1607	1.1705	1.1803	1.1898	1.1994	1.2090	1.2188	1.2286	1.2385	1.2476	1.2567	1.2655	1.2744	
1.5043	1.5404	1.5773	1.6152	1.6524	1.6904	1.7292	1.7690	1.8097	1.8513	1.8902	1.9299	1.9685	2.0079	
350	353	356	359	362	365	368	371	373	376	379	382	385	387	
373	382	391	401	410	419	429	439	449	459	469	479	488	498	
135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	
														<b>SUMA W LATACH 2016-2036</b>
127721	128794	129876	130967	132021	133084	134155	135235	136324	137421	138431	139449	140425	141408	<b>2746938</b>
136167	139435	142782	146208	149571	153011	156531	160131	163814	167582	171101	174694	178188	181752	<b>3080263</b>
49275	49275	49275	49275	49275	49275	49275	49275	49275	49275	49275	49275	49275	49275	<b>1034775</b>

**Tabela 4:** Całkowity ruch w okresie 2017 – 2037 na odcinku C

#### 4.3. Obliczenie prognozowanego ruchu projektowego

Zgodnie z KTKNPiP [8], ruch projektowy obliczono według wzoru:

$$N_{100} = f_1 \times f_2 \times f_3 \times (N_C \times r_C + N_{C+P} \times r_{C+P} + N_A \times r_A)$$

gdzie:

$N_{100}$  – ruch projektowy w równoważnych osiach standardowych 100 kN na pas obliczeniowy

$N_C$  – sumaryczna liczba samochodów ciężarowych bez przyczep w okresie projektowy

$N_{C+P}$  – sumaryczna liczba samochodów ciężarowych z przyczepami w okresie projektowym

$N_A$  – sumaryczna liczba autobusów w okresie projektowym

$r_C$  – współczynnik przeliczeniowy liczby samochodów ciężarowych bez przyczep na liczbę osi standardowych 100 kN

$r_{C+P}$  – współczynnik przeliczeniowy liczby samochodów ciężarowych z przyczepami na liczbę osi standardowych 100 kN

$r_A$  – współczynnik przeliczeniowy liczby autobusów na liczbę osi standardowych 100 kN

$f_1$  – współczynnik obliczeniowego pasa ruchu

$f_2$  – współczynnik szerokości pasa ruchu

$f_3$  – współczynnik pochylenia niwelety

Dla analizowanego odcinka wartości współczynników są następujące:

$r_C$ : 0,45

$r_{C+P}$ : 1,70

$r_A$ : 1,15

(Tablica 6.3. KTKNPiP, dopuszczalny nacisk osi 115 kN, pozostałe drogi):

$f_1$ : 0,50 (Tablica 6.4. KTKNPiP)

$f_2$ : 1,06 (Tablica 6.5. KTKNPiP, szerokość pasa ruchu 3,0 m)

$f_3$ : 1,00 (Tablica 6.6. KTKNPiP, pochylenie niwelety < 6%)

Ruch projektowy na analizowanych odcinkach jest następujący:

Odcinek A:

$$N_{100} = 0,5 \times 1,06 \times 1,0 \times (659627 \times 0,45 + 1117837 \times 1,70 + 237615 \times 1,15) = 1,31 \text{ mln osi } 100 \text{ kN/pas}$$

Jest to ruch kategorii **KR3**.

Odcinek B:

$$N_{100} = 0,5 \times 1,06 \times 1,0 \times (1084318 \times 0,45 + 968792 \times 1,70 + 360255 \times 1,15) = 1,35 \text{ mln osi } 100 \text{ kN/pas}$$

Jest to ruch kategorii **KR3**.

Odcinek C:

$$N_{100} = 0,5 \times 1,06 \times 1,0 \times (2746938 \times 0,45 + 3080263 \times 1,70 + 1034775 \times 1,15) = 4,06 \text{ mln osi } 100 \text{ kN/pas}$$

Jest to ruch kategorii **KR4**.

Do dalszych obliczeń dla odcinka A i B przyjęto taki sam ruch, tj. 1,35 mln osi 100 kN/pas.

Prognozy ruchu zostały opracowane na podstawie GPR z 2010 r. Jeżeli w chwili przystąpienia do robót dostępne będą opracowane wyniki późniejszego GPR, należy ponownie przeliczyć ruch projektowy na poszczególnych odcinkach wg tych samych zasad, co powyżej. W zależności od wyników obliczeń należy:

- jeżeli obliczony na podstawie późniejszego GPR ruch projektowy będzie mniejszy, niż przedstawiony powyżej, rozwiązania projektowe pozostają bez zmian,
- jeżeli obliczony na podstawie późniejszego GPR ruch projektowy będzie większy, niż przedstawiony powyżej, ale mniejszy niż obliczona trwałość zmęczeniowa konstrukcji przedstawiona w Tabeli 11, rozwiązania projektowe pozostają bez zmian.
- jeżeli obliczony na podstawie późniejszego GPR ruch projektowy będzie większy, niż obliczona trwałość zmęczeniowa konstrukcji przedstawiona w Tabeli 11, należy ponownie przeanalizować konstrukcję nawierzchni, co może skutkować jej pogrubieniem.

## 5. PROJEKTOWANA TECHNOLOGIA PRZEBUDOWY NAWIERZCHNI

Analizowany odcinek ma znaczną długość, zmienną konstrukcję nawierzchni istniejącej i przebiega w zróżnicowanych warunkach gruntowych. Występują liczne, często znaczne, korekty łuków poziomych oraz odcinki na terenach zabudowanych. Dodatkowo na odcinkach A i B występuje inna kategoria ruchu niż na odcinku C. Ze względu na te wszystkie czynniki konieczne jest zastosowanie kilku technologii przebudowy nawierzchni.

Zaprojektowano następujące technologie przebudowy nawierzchni:

- Na obszarach zabudowanych: w związku z brakiem możliwości podniesienia niwelety oraz koniecznością przebudowy uzbrojenia podziemnego, na obszarach zabudowanych zaprojektowano rozbiórkę istniejącej konstrukcji i wykonanie nowej, zgodnie z KTKN PiP dla odpowiednich kategorii ruchu.
- Poza obszarami zabudowanymi dla gruntów grupy nośności G1: częściowe frezowanie istniejących warstw asfaltowych (w celu usunięcia kolein, łat, luźnych fragmentów betonu asfaltowego itp.) i wykonanie nakładki z nowych warstw asfaltowych wzmocnionych siatką przeciwspekaniową.
- Poza obszarami zabudowanymi dla gruntów grupy nośności G4 i G4\*: w przypadku występowania gruntów grupy nośności G4 i G4\* kryterium decydującym o minimalnej koniecznej grubości nowych warstw jest kryterium mrozoodporności nawierzchni. Na odcinku A i B zaprojektowano konstrukcję z warstwą pośrednią z mieszanki niezwiązanej, natomiast na odcinku C konstrukcję z podbudową z MCE.

- Poza obszarami zabudowanymi na odcinkach znacznej korekty łuków poziomych: rozbiórka istniejącej konstrukcji i wykonanie nowej, zgodnie z KTKN PiP dla odpowiednich kategorii ruchu

### **5.1. Nowa konstrukcja nawierzchni na obszarach zabudowanych i na odcinkach korekt łuków**

Nowe konstrukcje nawierzchni zostały przyjęte zgodnie z KTKN PiP [8].

Zaprojektowano następujące nowe konstrukcje nawierzchni:

#### **Typ K1 (ruch KR3):**

- rozbiórka istniejącej konstrukcji
- ulepszone podłoże (patrz p. 6)
- dolna warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej C90/3 0/31,5: 20 cm
- górna warstwa podbudowy zasadniczej z betonu asfaltowego AC22P: 7 cm
- warstwa wiążąca z betonu asfaltowego AC16W: 5 cm
- warstwa ścieralna z SMA8: 4 cm

#### **Typ K2 (ruch KR4):**

Grubości warstw asfaltowych zmodyfikowano w stosunku do rozwiązań z KTKN PiP (zwiększono grubość warstwy wiążącej o 2 cm jednocześnie zmniejszając grubość podbudowy o 2 cm) w celu ujednolicenia grubości górnych warstw asfaltowych z sąsiednimi odcinkami.

- rozbiórka istniejącej konstrukcji
- ulepszone podłoże (patrz p. 6)
- dolna warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej C90/3 0/31,5: 20 cm
- górna warstwa podbudowy zasadniczej z betonu asfaltowego AC22P: 8 cm
- warstwa wiążąca z betonu asfaltowego AC16W: 8 cm
- warstwa ścieralna z SMA8: 4 cm

- Na odcinkach C - 7+080 – 8+520, 9+470 - 10+360, 12+800 – 15+432 przewiduje się ułożenie warstwy ścieralnej SMA LA (o obniżonej emisji hałasu)

### **5.2. Wzmocnienie nawierzchni istniejącej na gruntach G1**

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń (patrz p. 7) zaprojektowano następującą konstrukcję:

Wzmocnienie nawierzchni istniejącej na gruntach grupy nośności G1 dla kategorii ruchu KR3:

**Typ K3 (ruch KR3)**

- frezowanie istniejącej konstrukcji na głębokość ok. 4 cm
- warstwa wyrównawcza: AC 16 W: min. 5 cm
- siatka przeciwspekaniowa
- warstwa wiążąca: AC 16 W: 5 cm
- warstwa ścieralna: SMA 11: 4 cm

**Konstrukcja na poszerzeniach:** jak konstrukcja K1, z przedłużeniem siatki przeciwspekaniowej min. 0,5 m na poszerzenie.

Wzmocnienie nawierzchni istniejącej na gruntach grupy nośności G1 dla kategorii ruchu KR4: sytuacja nie występuje.

**5.3. Wzmocnienie nawierzchni istniejącej na gruntach G4 i G4\***

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń (patrz p. 7) oraz analizy grubości nawierzchni ze względu na mrozoodporność zaprojektowano następujące konstrukcje:

Wzmocnienie nawierzchni istniejącej na gruntach grupy nośności G4 i G4\* dla kategorii ruchu KR3

**Typ K4 (ruch KR3)**

- istniejąca konstrukcja nawierzchni
- dolna warstwa podbudowy zasadniczej (warstwa pośrednia) z mieszanki niezwiązanej C90/3 0/31,5: 15 cm \*
- górna warstwa podbudowy zasadniczej z betonu asfaltowego AC22P: 7 cm
- warstwa wiążąca z betonu asfaltowego AC16W: 5 cm
- warstwa ścieralna z SMA8: 4 cm

\* - warstwa pośrednia będzie również pełniła funkcję warstwy wyrównawczej. Dopuszcza się zwiększenie jej grubości, z tym, że w przypadku zwiększenia grubości do ponad 20 cm należy ją układać w dwóch warstwach. Dopuszcza się lokalne (np. wynikające z przechyłki na łukach) zmniejszenie jej grubości do 10 cm.

**Konstrukcja na poszerzeniach:** jak konstrukcja K1.

Wzmocnienie nawierzchni istniejącej na gruntach grupy nośności G4 i G4\* dla kategorii ruchu KR4:

**Typ K5 (ruch KR4)**

- powierzchniowe frezowanie istniejącej konstrukcji nawierzchni na głębokość do 2 cm.

- dolna warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki MCE: 15 cm \*

- siatka przeciwpękaniowa

- warstwa wiążąca z betonu asfaltowego AC16W: 8 cm

- warstwa ścieralna z SMA8: 4 cm

\* - warstwa MCE będzie również pełniła funkcję warstwy wyrównawczej. Dopuszcza się zwiększenie jej grubości do 20 cm. Dopuszcza się lokalne (np. wynikające z przechyłki na łukach) zmniejszenie jej grubości do 10 cm.

#### Konstrukcja na poszerzeniach:

- ulepszone podłoże (patrz p. 6)

- dolna warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej C90/3 0/31,5: 20 cm

- dolna warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki MCE: 15 cm

- siatka przeciwpękaniowa na szerokości min. 0,5 m od połączenia starej i nowej nawierzchni

- warstwa wiążąca z betonu asfaltowego AC16W: 8 cm

- warstwa ścieralna z SMA8: 4 cm

- Na odcinkach C - 7+080 – 8+520, 9+470 - 10+360, 12+800 – 15+432 przewiduje się ułożenie warstwy ścieralnej SMA LA (o obniżonej emisji hałasu)

#### 5.4. Przyporządkowanie konstrukcji nawierzchni do odcinków

Poszczególne typy konstrukcji nawierzchni należy zastosować na następujących odcinkach:

od km	do km	dł.	typ konstrukcji	gr. nośn.	uwagi
odcinek A					
0+000	0+800	0,8	K3 (nakładka)	G1	
0+800	5+105	4,36	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G4 i G4*	
5+105	6+314		-	-	wyłączony
6+314	7+210	0,89	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G4	
7+210	7+410	0,2	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G4	korekta łuku
7+410	9+420	2,01	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G4 i G4*	
9+420	10+028	0,58	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G1 i G4	korekta łuku
10+028	13+948		-	-	wyłączony
13+948	15+320	1,42	K3 (nakładka)	G1	
15+320	15+570	0,25	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G1	korekta łuku
15+570	16+280	0,71	K3 (nakładka)	G1	
16+280	16+520	0,24	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G4	korekta łuku
16+520	17+500	0,98	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G4	

17+500	19+730	2,23	K3 (nakładka)	G1	
19+730	20+308	0,54	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G1 i G4	teren zabudowany
Odcinek B					
0+000	0+510	0,51	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G1 i G4	teren zabudowany
0+510	1+940	1,43	K4 (kruszywo + nakładka)	G4 i G4*	
1+940	2+000	0,06	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G1 i G4	
2+000	3+230	1,23	K4 (kruszywo + nakładka)	G4 i G4*	
3+230	3+760	0,53	K3 (nakładka)	G1	
3+760	4+070	0,31	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G1	
4+070	4+360	0,29	K3 (nakładka)	G1	
4+360	4+550	0,19	K4 (kruszywo + nakładka)	G1	
4+550	4+720	0,17	K3 (nakładka)	G1	
4+720	4+870	0,15	K4 (kruszywo + nakładka)	G1	
4+870	6+600	1,73	K3 (nakładka)	G1	
6+600	6+770	0,17	K4 (kruszywo + nakładka)	G1	
6+770	6+920	0,32	K3 (nakładka)	G1	
6+920	7+340	0,42	K4 (kruszywo + nakładka)	G1	
7+340	7+900	0,56	K3 (nakładka)	G1	
7+900	8+330	0,43	K4 (kruszywo + nakładka)	G4	
8+330	9+020	0,69	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G1 i G4	teren zabudowany
9+020	12+310	3,29	K4 (kruszywo + nakładka)	G4 i G4*	
12+310	12+830	0,52	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G1 i G4	korekta łuku
12+830	13+090	0,26	K4 (kruszywo + nakładka)	G4	
13+090	13+220	0,13	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G4	
13+220	14+180	0,96	K4 (kruszywo + nakładka)	G4	
14+180	14+470	0,29	K3 (nakładka)	G1 i G4	
14+470	14+900	0,43	K4 (kruszywo + nakładka)	G1	
14+900	15+250	0,35	K3 (nakładka)	G1	
15+250	15+580	0,33	K4 (kruszywo + nakładka)	G1 i G4	
15+580	17+120	1,54	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G1 i G4	teren zabudowany
17+120	18+711		-	-	wylączony
18+711	18+770	0,06	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G4*	
18+770	19+070	0,3	K4 (kruszywo + nakładka)	G4*	
19+070	19+150	0,08	K3 (nakładka)	G4*	
19+150	20+290	1,14	K4 (kruszywo + nakładka)	G4*	
20+290	20+804	0,51	K1 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G4	teren zabudowany
Odcinek C					
00+000	00+240	0,24	K5 (MCE + nakładka)	G4*	
00+240	02+340	2,1	K2 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G4*	korekty łuku
02+340	02+970	0,63	K5 (MCE + nakładka)	G4*	
02+970	08+380	5,41	K2 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G4*	korekty łuku i teren zabudowany
08+380	09+890	1,51	K5 (MCE + nakładka)	G4*	
09+150	09+250	0,1	K2 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G4*	przepust
09+250	09+625	0,4	K5 (MCE + nakładka)	G4*	
09+625	14+600	4,85	K2 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G4 i G4*	korekty łuku i teren zabudowany
14+600	15+250	0,65	K5 (MCE + nakładka)	G4 i G4*	
14+590	14+750	0,16	K2 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G4 i G4*	korekta łuku, przepusty

14+750	15+050	0.3	K5 (MCE + nakładka)	G4 i G4*	
15+250	15+432	0.182	K2 (rozbiórka i nowa konstrukcja)	G4 i G4*	korekta łuku, przepusty

**Tabela 5:** Przyporządkowanie typów konstrukcji nawierzchni do odcinków

## 6. KONSTRUKCJA ULEPSZONEGO PODŁOŻA

Konstrukcje ulepszonych podłoża zaprojektowano zgodnie z KTKNPiP [8].

### 6.1. Podłoże grupy nośności G1 – G4

#### Konstrukcja P1 (grupa nośności G1):

- podłoże gruntowe
- podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej cementem C3/4: 15 cm
- konstrukcja nawierzchni

#### Konstrukcja P2 (grupa nośności G2):

- podłoże gruntowe
- podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej cementem C3/4: 18 cm
- konstrukcja nawierzchni

#### Konstrukcja P3 (grupa nośności G3):

- podłoże gruntowe
- geotkanina separacyjna
- warstwa ulepszonych podłoża z mieszanki niezwiązanej o CBR  $\geq$  20%: 25 cm (*z dopuszczeniem zastosowania do 30% destruktu asfaltowego*)
- podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej cementem C3/4: 18 cm
- konstrukcja nawierzchni

#### Konstrukcja P4 (grupa nośności G4):

- podłoże gruntowe
- geotkanina separacyjna
- warstwa ulepszonych podłoża z mieszanki niezwiązanej o CBR  $\geq$  20%: 40 cm (*z dopuszczeniem zastosowania do 30% destruktu asfaltowego*)
- podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej cementem C3/4: 18 cm
- konstrukcja nawierzchni

## 6.2. Grunty w stanie plastycznym i gorszym

Zgodnie z KTKNPiP grunty spoiste w stanie plastycznym i gorszym nie kwalifikują się do grupy nośności G4 i wymagają zaprojektowania indywidualnego rozwiązania konstrukcji ulepszanego podłoża. W Tabeli 1 grunty takie zostały oznaczone symbolem G4\*. W przypadku występowania takich gruntów należy zastosować następującą konstrukcję:

### Konstrukcja P5 (grupa nośności G4\*):

- podłoże gruntowe
- geotkanina separacyjna
- georuszt trójosiowy \*
- warstwa ulepszanego podłoża z mieszanki niezwiązanej C50/30 0/31,5: 40 cm (*z dopuszczeniem stosowania do 30% destruktu asfaltowego*)
- podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej cementem C3/4: 18 cm
- konstrukcja nawierzchni

\* - alternatywnie dopuszcza się zastosowanie georusztu dwuosiowego. W przypadku zastosowania georusztu dwuosiowego grubość warstwy mieszanki niezwiązanej C50/30 należy zwiększyć o 10 cm.

## 6.3. Wymiana gruntu

Wymianę gruntu należy wykonać na odcinkach występowania przypowierzchniowych warstw gruntów organicznych oraz niektórych odcinkach występowania nasypów niekontrolowanych. Lokalizację miejsc wymiany przedstawiono w Tabeli 6. Przed przystąpieniem do wymiany należy wykonać dodatkowe badania pozwalające na okonturowanie gruntów słabonośnych i określenie rzeczywistego zakresu ich występowania.

Nie ma konieczności wykonywania wymiany gruntu na tych odcinkach, na których pod nasypami niekontrolowanymi występują grunty grupy nośności G4 i G4\* (patrz p. 6.2)., gdyż konstrukcja ulepszanego podłoża przewidziana dla takich gruntów stanowi również wystarczające wzmocnienie dla nasypów niekontrolowanych.

## 6.4. Przyporządkowanie konstrukcji ulepszanego podłoża do odcinków

Poszczególne typy konstrukcji ulepszanego podłoża należy zastosować na poszczególnych odcinkach zgodnie z Tabelą 6. Typ konstrukcji ulepszanego podłoża nie w każdym miejscu odpowiada grupie nośności podłoża – w celu uproszczenia technologii i uniknięcia częstych zmian konstrukcji niektóre krótkie odcinki włączono do odcinków sąsiednich (zawsze kwalifikując grunty „w dół” – do gorszej grupy nośności).

Na odcinkach, na których przewidziano całkowitą rozbiórkę istniejącej konstrukcji i wykonanie nowej nawierzchni, konstrukcję ulepszanego podłoża należy wykonać na całej szerokości nawierzchni. Na odcinkach, na których wykonywane jest wzmocnienie nawierzchni istniejącej, konstrukcję ulepszanego podłoża należy wykonać pod poszerzeniami (o ile występują).

od km	do km	typ konstrukcji	uwagi
0+000	0+800	P1	
0+800	2+650	P4	
2+650	3+200	P5	
3+200	4+280	P4	
4+280	4+880	P5	
4+880	5+105	P4	
6+314	7+950	P4	
7+950	8+400	P5	
8+400	9+570	P4	
9+570	10+028	P1	wymiana do 1,0 m – otwór 28
13+949	16+320	P1	wymiana do 1,1 m – otwór 32
16+320	17+500	P4	
17+500	18+580	P2	
18+580	20+308	P1	wymiana do 1,2 m – otwór 46
0+000	0+580	P4	
0+580	1+430	P5	
1+430	1+930	P4	wymiana do 0,6 m – otwór 54
1+930	2+230	P5	
2+230	3+050	P4	
3+050	7+900	P1	
7+900	9+680	P4	
9+680	10+580	P5	wymiana maks. do 5,5 – otwory 78, 79, 81
10+580	14+330	P4	
14+330	15+430	P1	wymiana do 0,9 – otwory 104 i 105
15+430	16+340	P4	
16+340	17+120	P2	
18+711	19+530	P5	
19+530	20+805	P4	
0+000	4+160	P5	wymiana maks. do 5,6 – otwory 132, 137, 139
4+160	5+000	P1	
5+000	7+350	P5	
7+350	7+780	P4	
7+780	9+920	P5	
9+920	10+540	P2	wymiana do 0,5 – otwór 178
10+540	11+950	P5	
11+950	12+280	P4	
12+280	15+432	P5	wymiana do 1,9 – otwór 194

**Tabela 6:** Zakresy stosowania poszczególnych typów konstrukcji ulepszonych podłoża

**Uwaga:** Podany w powyższej tabeli zakres stosowania konstrukcji ulepszonych podłoża jest orientacyjny, ustalony na podstawie dokumentacji geotechnicznej [2], która z racji odległości pomiędzy odwiertami nie musi dokładnie odzwierciedlać rzeczywistego zakresu występowania gruntów różnej

grupy nośności. Zakres odcinków należy zweryfikować na etapie budowy, po odhumusowaniu podłoża/rozbiórce nawierzchni, kiedy możliwe będzie dokładne wyznaczenie miejsc czy odcinków, na których warunki gruntowe odbiegają od przedstawionych w dokumentacji geotechnicznej. Ewentualne zmiany w zakresie i rodzaju wzmocnienia podłoża powinny zostać ustalone przez Nadzór, w razie konieczności w uzgodnieniu z Projektantem.

Przy klasyfikowaniu gruntów podłoża do odpowiedniej grupy nośności należy kierować się poniższymi zasadami:

W przypadku wątpliwości co do tego, czy podłoże na danym odcinku należy do grupy nośności założonej w projekcie i przedstawionej w powyższej tabeli, należy wykonać poletko próbne, na którym należy zagęścić grunt podłoża i wykonać badanie nośności płytą VSS. Podłoże można zakwalifikować do odpowiedniej grupy nośności jeżeli spełnione są następujące wymagania:

- grunty grupy nośności G1:  $E_2 \geq 80 \text{ MPa}$  i  $E_2/E_1 \leq 2,2$
- grunty grupy nośności G2:  $E_2 \geq 50 \text{ MPa}$  i  $E_2/E_1 \leq 2,5$
- grunty grupy nośności G1:  $E_2 \geq 35 \text{ MPa}$  i  $E_2/E_1 \leq 2,5$
- grunty grupy nośności G4:  $E_2 \geq 25 \text{ MPa}$  i  $E_2/E_1 \leq 3,0$
- grunty grupy nośności G4\*:  $E_2 \geq 5 \text{ MPa}$

W przypadku jeżeli podłoże po zagęszczeniu na badanym odcinku nie będzie spełniało jednego bądź obu powyższych warunków, należy je przekwalifikować do odpowiedniej niższej grupy nośności i zastosować odpowiednią konstrukcję ulepszanego podłoża zgodnie z p. 6.1. – 6.2.

Konstrukcje ulepszanego podłoża zaprojektowano dla nośności min.  $E_2 \geq 5 \text{ MPa}$ . W przypadku, jeżeli nośność podłoża na danym odcinku będzie niższa, od minimalnej, Wykonawca doprowadzi podłoże do zakładanej nośności  $E_2 = \text{min. } 5 \text{ MPa}$  w dowolny wybrany przez siebie sposób (np. poprzez stabilizację gruntu metodą „na miejscu” cementem, wapnem lub innym środkiem chemicznym, czy lokalną wymianę gruntu).

## 7. OBLICZENIA KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI NA OBSZARACH POZAMIEJSKICH

### 7.1. Podstawowe założenia projektowe

Do obliczenia trwałości zmęczeniowej nawierzchni zastosowano, zgodnie z wymaganiami [3] i [7], metody mechanistyczne. Naprężenia i odkształcenia w konstrukcji nawierzchni obliczano według teorii wielowarstwowej półprzestrzeni sprężystej.

Do obliczeń konstrukcji nawierzchni przyjęto następujące założenia:

- Nawierzchnia obciążona osią obliczeniową 115 kN – obciążenie na koło 57,5 kN;
- Ciśnienie kontaktowe pomiędzy kołem a nawierzchnią wynosi 850 kPa;
- Średnica zastępcza śladu koła wynosi 0,32 m;
- Czas obciążenia nawierzchni kołem wynosi 0,02 s;
- Pomiędzy warstwami nawierzchni istnieje pełna szczepność międzywarstwowa
- Moduły sprężystości warstw asfaltowych zależą od czasu obciążenia i temperatury. Moduły te określono według metody Shella.

Wyniki uzyskane dla obciążenia osią 115 kN przeliczono na wyniki dla obciążenia osią 100 kN przy pomocy „wzoru 4-tej potęgi”:

$$N_{100} = (115/100)^4 \times N_{115}$$

## 7.2. Kryteria projektowe

Dla podatnych konstrukcji nawierzchni zgodnie z [7] zastosowano kryteria zmęczeniowe Instytutu Asfaltowego (USA), dla spękań zmęczeniowych na spodzie warstw asfaltowych i dla deformacji strukturalnych nawierzchni, wyznaczanych na poziomie podłoża gruntowego, bezpośrednio pod konstrukcją.

Odształcenia rozciągające wyznaczano na spodzie najniższej z warstw asfaltowych.

Konstrukcję nawierzchni zaprojektowano w taki sposób, aby w okresie 30 lat nie wystąpiły:

- spękania zmęczeniowe warstw asfaltowych na 20% powierzchni jezdni (kryterium – punkt 7.2.1),
- deformacje trwałe nawierzchni, tzn. aby głębokość koleiny nie przekroczyła 12,5 mm (kryterium – punkt 7.2.2).

### 7.2.1. Kryterium spękań zmęczeniowych warstw asfaltowych

Do wyznaczenia trwałości zmęczeniowej warstw asfaltowych, tzn. ilości przyłożonych obciążeń do powstania zniszczenia, posłużono się następującą zależnością:

$$N_{ASF} = 18,4 \times C \times (6,167 \times 10^{-5} \times \varepsilon_{ASF}^{-3,291} \times |E^*|^{-0,854})$$

gdzie:

$N_{ASF}$  – liczba przyłożonych obciążeń do powstania zniszczenia,

$\varepsilon_{ASF}$  – odształcenie rozciągające na spodzie warstw asfaltowych,

$|E^*|$  – moduł sztywności mieszanki mineralno-asfaltowej najniższej warstwy [MPa],

$C$  – funkcja objętości wolnych przestrzeni i objętości asfaltu w mieszanke mineralno-asfaltowej; wyznaczona z zależności:

$$C = 10^M.$$

gdzie:

$$M = 4,84 \times \{ [V_{ASF} / (V_{ASF} + V_V)] - 0,69 \},$$

$V_{ASF}$  – zawartość objętościowa asfaltu w najniższej warstwie [%],

$V_V$  – zawartość wolnych przestrzeni w najniższej warstwie [%].

### 7.2.2. Kryterium deformacji strukturalnych (odkształceń trwałych podłoża gruntowego)

Trwałość ze względu na deformacje trwałe nawierzchni określono posługując się poniższą zależnością:

$$N_{DEF} = (k/\varepsilon_{POD})^{1/m}$$

gdzie:

$N_{DEF}$  – liczba dopuszczalnych obciążeń do powstania strukturalnej koleiny o głębokości krytycznej równej 12,5 mm,

$\varepsilon_{POD}$  – pionowe odkształcenie ściskające na górze podłoża gruntowego,

$k, m$  – współczynniki empiryczne:

$k = 1,05 \times 10^{-2}$ ,

$m = 0,223$ .

**Obliczona trwałość jest mniejszą wartością trwałości z dwóch kryteriów:**

$$N_f = \min \{N_{ASF}; N_{DEF}\}$$

gdzie:

$N_f$  – liczba osi obliczeniowych w założonym okresie eksploatacji – trwałość zmęzeniowa nawierzchni

### 7.3. Temperatura projektowa

Zgodnie z [7] konstrukcję wzmocnienia nawierzchni istniejącej obliczono dla średniorocznej temperatury obliczeniowej wynoszącej 13°C.

### 7.4. Stałe materiałowe

Wszystkie warstwy konstrukcji nawierzchni są charakteryzowane poprzez stałe materiałowe, tj.:

$E$  – moduł sprężystości warstwy [MPa],

$\nu$  – współczynnik Poissona [-].

#### 7.4.1. Nowe warstwy asfaltowe

Przyjęto zastosowanie następujących rodzajów asfaltów:

- asfalt PMB 45/80-55 do warstwy ściernalnej z SMA
- asfalt 35/50 do warstwy wiążącej, wyrównawczej i podbudowy z betonu asfaltowego

Dopuszcza się stosowanie innych rodzajów asfaltów zgodnie z WT-2 [4].

Właściwości asfaltu przyjęto zgodnie z normą PN-EN 12591:2004.

Właściwości fizyczne SMA i betonów asfaltowych przyjęto w oparciu o Wymagania WT-2 [4] oraz [12].

Przyjęte parametry warstw przedstawiono w Tabeli 7.

Właściwości	SMA 11 do w-wy ścieralnej	AC 16 W do w-wy wiążącej i wyrównawczej	AC 22 P do w-wy podbudowy
Rodzaj asfaltu	PMB 45/80-55	35/50	35/50
Zawartość wagowa asfaltu [% m/m.]	6,6	4,6	4
Zawartość objętościowa asfaltu [% v/v]	16,5	11,5	10
Zawartość wolnych przestrzeni [% v/v]	3,0	6	7
Moduł sprężystości dla temp. 13 °C [MPa]	7 330	10 300	9 820
Współczynnik Poissona $\nu$ [-]	0,30	0,30	0,30

**Tabela 7:** Cechy SMA i betonów asfaltowych przyjęte do obliczeń

#### 7.4.2. Podbudowa zasadnicza z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (MCE)

Zgodnie z [8] dla podbudowy z MCE przyjęto:

- $E = 1500 \text{ MPa}$
- $\nu = 0,30$

**Uwaga:** podbudowę z MCE należy wykonać zgodnie z wytycznymi [9].

#### 7.4.3. Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3} 0/31,5$

Zgodnie z [8] dla dolnej warstwy podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej  $C_{90/3} 0/31,5$  przyjęto:

- $E = 400 \text{ MPa}$
- $\nu = 0,30$

#### 7.4.5. Istniejące warstwy asfaltowe

Dla istniejących warstw asfaltowych przyjęto następujące parametry:

- $E = 3000 \text{ MPa}$
- $\nu = 0,30$

#### 7.4.6. Istniejąca podbudowa z kruszywa

Istniejąca podbudowa charakteryzuje się bardzo dużą zmiennością materiałową. Wykonana jest z tłuczni, kruszywa łamanego, żwiru, piasku drobnego, średniego i grubego, kamieni. Parametry podbudowy przyjęto z zapasem bezpieczeństwa, przyjmując wartości jak dla piasku:

- $E = 100 \text{ MPa}$
- $\nu = 0,30$

#### **7.4.7. Podłoże pod istniejącą nawierzchnią**

Dla podłoża przyjęto następujące stałe materiałowe:

Podłoże grupy nośności G1:

- $E_2 = 80 \text{ MPa}$
- $\nu = 0,35$

Podłoże grupy nośności G4:

- $E_2 = 20 \text{ MPa}$
- $\nu = 0,35$

Podłoże grupy nośności G4\*:

- $E_2 = 10 \text{ MPa}$
- $\nu = 0,35$

### **7.5. Wyniki obliczeń trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni wg metody mechanistycznej**

W celu obliczenia grubości warstw konstrukcji nawierzchni posłużono się metodą mechanistyczną, opartą na wyznaczeniu trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni na podstawie analizy stanu naprężeń i odkształceń w konstrukcji obciążonej kołem obliczeniowym. Metodyka obliczeń i przyjęte parametry warstw zostały przedstawione w p. 7.1. – 7.4.

Wyniki obliczeń naprężeń i odkształceń w konstrukcji przedstawiono w Tabelach 8 - 10, natomiast wyniki obliczeń trwałości zmęczeniowej wzmocnionej nawierzchni przedstawiono w Tabeli 11.

#### **7.5.1. Przyjęcie konstrukcji do obliczeń**

Obliczeniowo sprawdzono konstrukcje K3, K4 i K5. Z odcinków, na których zaprojektowano zastosowanie tych konstrukcji, wybrano charakterystyczne odwierty o najmniejszej grubości warstw istniejących i sprawdzono konstrukcje wzmocnienia dla konstrukcji istniejącej z tych odwiertów.

Do obliczeń przyjęto następujące konstrukcje:

Typ K3 (konstrukcja istniejąca z odwiertu nr 35):

- podłoże gruntowe grupy nośności G1
- istniejąca podbudowa z kruszywa: 22 cm
- istniejące warstwy asfaltowe (po sfrezowaniu 4 cm): 8 cm
- warstwa wyrównawcza: AC 16 W: 5 cm
- warstwa wiążąca: AC 16 W: 5 cm
- warstwa ścieralna: SMA 11: 4 cm

Typ K4 (konstrukcja istniejąca z odwiertu nr 60):

- podłoże gruntowe grupy nośności G4
- istniejąca podbudowa z kruszywa: 15 cm
- istniejące warstwy asfaltowe: 11 cm
- dolna warstwa podbudowy zasadniczej: mieszanka niezwiązana C90/3 0/31,5: 15 cm
- podbudowa zasadnicza: AC 22 P: 7 cm
- warstwa wiążąca: AC 16 W: 5 cm
- warstwa ścieralna: SMA 11: 4 cm

Typ K5 (konstrukcja istniejąca z odwiertu nr 155):

- podłoże gruntowe grupy nośności G4\*
- istniejąca podbudowa z kruszywa: 18 cm
- istniejące warstwy asfaltowe (po sfrezowaniu 2 cm): 15 cm
- podbudowa zasadnicza z MCE: 15 cm
- warstwa wiążąca: AC 16 W: 8 cm
- warstwa ścieralna: SMA 11: 4 cm

## Structure

## Loads

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal (Shear) Load (kN)	Horizontal (Shear) Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0,040	7,330E+03	0,30	1	5,750E+01	8,500E-01	0,000E+00	0,000E+00	1,467E-01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
2	0,050	1,030E+04	0,30									
3	0,050	1,030E+04	0,30									
4	0,080	3,000E+03	0,30									
5	0,220	1,000E+02	0,30									
6		8,000E+01	0,35									

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	XX (MPa)	Stresses YY (MPa)	ZZ (MPa)	XX $\mu$ strain	Strains YY $\mu$ strain	ZZ $\mu$ strain	UX ( $\mu$ m)	Displacements UY ( $\mu$ m)	UZ ( $\mu$ m)
1	3	0,000E+00	0,000E+00	1,400E-01	1,231E+00	1,231E+00	-2,225E-01	9,017E+01	9,017E+01	3,334E-01	0,000E+00	0,000E+00	4,660E+02
2	6	0,000E+00	0,000E+00	4,401E-01	-6,308E-04	-6,304E-04	-2,823E-02	1,184E+02	1,184E+02	3,473E+02	0,000E+00	0,000E+00	3,669E+02

Tabela 8: Wyniki obliczeń odkształceń dla konstrukcji K3

## Structure

## Loads

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Vertical Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal (Shear) Load (kN)	Horizontal (Shear) Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0,040	7,330E+03	0,30	1	5,750E+01	8,500E-01	0,000E+00	0,000E+00	1,467E-01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
2	0,050	1,030E+04	0,30									
3	0,070	9,820E+03	0,30									
4	0,150	4,000E+02	0,30									
5	0,070	3,000E+03	0,30									
6	0,150	1,000E+02	0,30									
7		2,000E+01	0,35									

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	XX (MPa)	Stresses YY (MPa)	ZZ (MPa)	XX $\mu$ strain	Strains YY $\mu$ strain	ZZ $\mu$ strain	UX ( $\mu$ m)	Displacements UY ( $\mu$ m)	UZ ( $\mu$ m)
1	3	0,000E+00	0,000E+00	1,600E-01	1,653E+00	1,653E+00	-1,394E-03	1,221E+02	1,221E+02	-1,192E+02	0,000E+00	0,000E+00	8,631E+02
2	7	0,000E+00	0,000E+00	5,300E-01	-1,808E-04	-1,808E-04	-9,867E-03	1,221E+02	1,221E+02	-4,870E+02	0,000E+00	0,000E+00	7,911E+02

Tabela 9: Wyniki obliczeń odkształceń dla konstrukcji K4

## Structure

## Loads

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal (Shear) Load (kN)	Horizontal (Shear) Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0,040	7,330E+03	0,30	1	5,750E+01	8,500E-01	0,000E+00	0,000E+00	1,467E-01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
2	0,080	1,030E+04	0,30									
3	0,150	1,500E+03	0,30									
4	0,130	3,000E+03	0,30									
5	0,180	1,000E+02	0,30									
6		1,000E+01	0,35									

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	XX (MPa)	Stresses YY (MPa)	ZZ (MPa)	XX $\mu$ strain	Strains YY $\mu$ strain	ZZ $\mu$ strain	UX ( $\mu$ m)	Displacements UY ( $\mu$ m)	UZ ( $\mu$ m)
1	2	0,000E+00	0,000E+00	1,200E-01	8,293E-01	8,293E-01	-3,937E-01	6,783E+01	6,783E+01	-8,654E-01	0,000E+00	0,000E+00	1,129E+03
2	5	0,000E+00	0,000E+00	5,800E-01	1,974E-02	1,974E-02	-4,386E-03	2,523E+02	2,523E+02	-1,623E+02	0,000E+00	0,000E+00	1,064E+03

Tabela 10: Wyniki obliczeń odkształceń dla konstrukcji K5

typ konstr.	odkształcenie na spodzie w-w asfaltowych $\epsilon_a$ ( $\times 10^{-6}$ )	odkształcenie na górze podłoża gruntowego $\epsilon_z$ ( $\times 10^{-6}$ )	trwałość zmęzeniowa [mln osi 115 kN]		trwałość zmęzeniowa konstrukcji [mln osi 115 kN]	trwałość zmęzeniowa konstrukcji [mln osi 100 kN]	trwałość wymagana [mln osi 100 kN]
			spękania warstw asfaltowych	deformacja strukturalna			
K3	90,2	347	6,03	4,37	4,37	<b>7,64</b>	<b>1,35</b>
K4	122	487	1,56	0,96	0,96	<b>1,67</b>	<b>1,35</b>
K5	67,8	162	15,43	133	15,43	<b>27,0</b>	<b>4,06</b>

**Tabela 11:** Obliczona trwałość zmęzeniowa nawierzchni na obszarach pozamiejskich

**Wszystkie konstrukcje mają trwałość zmęzeniową wyższą od wymaganej --> nawierzchnia zaprojektowana prawidłowo.**

#### 7.6. Sprawdzenie warunku mrozoodporności nawierzchni

grupa nośności podłoża	wymagana grubość konstrukcji [cm]	łączna grubość nawierzchni i ulepszanego podłoża [cm]	spełnienie warunku mrozoodporności
G2	50	54	OK
G3	60	79	OK
G4 i G4*	70	94	OK

**Tabela 12:** Sprawdzenie warunku mrozoodporności dla konstrukcji K1

grupa nośności podłoża	wymagana grubość konstrukcji [cm]	łączna grubość nawierzchni i ulepszanego podłoża [cm]	spełnienie warunku mrozoodporności
G2	55	58	OK
G3	65	83	OK
G4 i G4*	75	98	OK

**Tabela 13:** Sprawdzenie warunku mrozoodporności dla konstrukcji K2

grupa nośności podłoża	wymagana grubość konstrukcji [cm]	łączna grubość nawierzchni istniejącej <sup>1)</sup> i wzmocnienia [cm]	spełnienie warunku mrozoodporności
G2	50	71	OK
G3	60		OK
G4 i G4*	70		OK

1) grubość warstw istniejącej konstrukcji na odcinkach stosowania konstrukcji K4, ustalona z 80% poziomem ufności (tj. po odrzuceniu 20% najniższych wyników) wynosi 40 cm

**Tabela 14:** Sprawdzenie warunku mrozoodporności dla konstrukcji K4

grupa nośności podłoża	wymagana grubość konstrukcji [cm]	łączna grubość nawierzchni istniejącej <sup>1)</sup> i wzmocnienia [cm]	spełnienie warunku mrozoodporności
G2	55	75	OK
G3	65		OK
G4 i G4*	75		OK

1) grubość warstw istniejącej konstrukcji na odcinkach stosowania konstrukcji K5, ustalona z 80% poziomem ufności (tj. po odrzuceniu 20% najniższych wyników) wynosi 50 cm

**Tabela 15:** Sprawdzenie warunku mrozoodporności dla konstrukcji K5

### 7.7. Komentarz

Zaprojektowane konstrukcje mają trwałość zmęczeniową wyraźnie wyższą od wymaganej, co oznacza, że z punktu widzenia trwałości ich grubość mogłaby być mniejsza. Decydującym warunkiem jest jednak w tym przypadku konieczność spełnienia warunku mrozoodporności wzmocnionej nawierzchni.

Minimalna grubość pakietu warstw asfaltowych układanych na mieszance niezwiązanej w konstrukcji K4 wynika z wymagań „Katalogu Wzmocnień...” [7].

Grubość warstw wzmocnienia w konstrukcji K5 jest mniejsza, od grubości wzmocnienia w konstrukcji K4, co może się wydawać nielogiczne, zważywszy, że konstrukcja K5 przenosi ruch KR4, a konstrukcja K4 ruch KR3, odpowiednio większe są też wymagane grubości nawierzchni z punktu widzenia mrozoodporności. Wynika to jednak z tego, że na odcinku C istniejąca konstrukcja ma znacznie większą grubość, niż na odcinkach A i B, co pozwoliło na spełnienie warunku mrozoodporności przy mniejszej nakładce.

## 8. POZOSTAŁE KONSTRUKCJE

Dla pozostałych nawierzchni wchodzących w zakres opracowania, zaprojektowano następujące konstrukcje:

### 8.1. Zjazdy

#### 8.1.1 Zjazdy o nawierzchni z kostki betonowej (na terenie zabudowanym)

- ulepszone podłoże (patrz p. 8.1.3)
- podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej C90/3 0/31,5: 20 cm
- podsypka piaskowo-cementowa: 3 cm
- warstwa ścieralna: kostka betonowa: 8 cm

#### 8.1.2 Zjazdy o nawierzchni bitumicznej (na odcinkach pozamiejskich)

- ulepszone podłoże (patrz p. 8.1.3.)
- podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej C90/3 0/31,5: 20 cm
- warstwa wiążąca z betonu asfaltowego AC16W: 5 cm
- warstwa ścieralna AC11S: 4 cm

### 8.1.3. Konstrukcje ulepszanego podłoża dla nawierzchni na zjazdach

#### Konstrukcja Z1 (grupa nośności G1):

wykonywanie warstw ulepszanego podłoża nie jest wymagane

#### Konstrukcja Z2 (grupa nośności G2):

- podłoże gruntowe
- warstwa mrozochronna z gruntu stabilizowanego spoiwem C1,5/2: 15 cm
- konstrukcja nawierzchni

#### Konstrukcja Z3 (grupa nośności G3):

- podłoże gruntowe
- warstwa mrozochronna z gruntu stabilizowanego spoiwem C1,5/2: 22 cm
- konstrukcja nawierzchni

#### Konstrukcja Z4 (grupa nośności G4):

- podłoże gruntowe
- warstwa mrozochronna z gruntu stabilizowanego spoiwem C1,5/2: 30 cm
- konstrukcja nawierzchni

#### Konstrukcja Z5 (grupa nośności G4\*):

- podłoże gruntowe
- geotkanina separacyjna
- warstwa ulepszanego podłoża z mieszanki niezwiązanej C50/30 0/31,5: 20 (z dopuszczeniem zastosowania do 30% destruktu asfaltowego)
- warstwa mrozochronna z gruntu stabilizowanego spoiwem C1,5/2: 30 cm
- konstrukcja nawierzchni

### 8.2 Chodniki

Konstrukcję chodnika, opasek oraz peronów na zatokach autobusowych zaprojektowano przy założeniu, że będzie po nich dopuszczony ruch pojazdów (np. sprzęt odśnieżający):

- ulepszone podłoże: grunt stabilizowany cementem C1,5/2 (0 cm dla G1; 10 cm dla G2 i G3; 15 cm dla G4 i G4\*)
- podbudowa zasadnicza: mieszanka niezwiązana C50/30 0/31,5: 15 cm (z dopuszczeniem zastosowania do 30% destruktu asfaltowego)
- podsypka piaskowo-cementowa: 3 cm
- warstwa ścieralna: kostka betonowa: 8 cm

### 8.3 Ścieżki rowerowe

- ulepszone podłoże: grunt stabilizowany cementem C1,5/2 (0 cm dla G1; 10 cm dla G2 i G3; 15 cm dla G4 i G4\*)
- podbudowa zasadnicza: mieszanka niezwiązana C50/30 0/31,5: 20 cm (z dopuszczeniem zastosowania do 30% destruktu asfaltowego)

- warstwa ścieralna: beton asfaltowy AC8S: 4 cm

#### **8.4 Zatoki autobusowe**

##### **Odcinek A i B:**

- istniejące podłoże
- ulepszone podłoże - jak dla nawierzchni drogi wojewódzkiej – patrz p. 6
- podbudowa zasadnicza z betonu C16/20: 24 cm
- podsypka piaskowo-cementowa: 3 cm
- warstwa ścieralna: kostka kamienna 18/20: 20 cm

##### **Odcinek C:**

- istniejące podłoże
- ulepszone podłoże - jak dla nawierzchni drogi wojewódzkiej – patrz p. 6
- podbudowa zasadnicza z betonu C16/20: 26 cm
- podsypka piaskowo-cementowa: 3 cm
- warstwa ścieralna: kostka kamienna 18/20: 20 cm

#### **8.5 Konstrukcja pobocza**

- podłoże/nasyp budowlany
- mieszanka niezwiązana C50/30 0/31,5: 15 cm *(z dopuszczeniem zastosowania do 30% destruktu asfaltowego)*

#### **8.6 Konstrukcja wysp dzielących i wybrukowań na skrzyżowaniach**

- ulepszone podłoże - jak dla nawierzchni drogi wojewódzkiej – patrz p. 6
- mieszanka niezwiązana C50/30 0/31,5: 20 cm *(z dopuszczeniem zastosowania do 30% destruktu asfaltowego)*
- podsypka piaskowo-cementowa: 3 cm
- kostka kamienna 9/11: 10 cm

### **9. WYKORZYSTANIE DESTRUKTU ASFALTOWEGO**

Szacowaną ilość destruktu asfaltowego pozyskanego z rozbiórek nawierzchni istniejących podano poniżej. Są to wartości szacunkowe, ustalone na podstawie średniej grubości istniejących warstw asfaltowych. Dokładna ilość zostanie przedstawiona w przedmiarach robót.

Założono możliwość wykorzystania destruktu asfaltowego w mieszankach niezwiązanych w warstwach ulepszanego podłoża nawierzchni drogowych oraz w poboczu i w podbudowie chodników i ścieżek rowerowych. Dopuszcza się wykorzystanie do 30% destruktu w tych warstwach.

**Odcinek A:**

Szacunkowa ilość destruktu pozyskanego z rozbiórek nawierzchni na odcinku A to **1900 m<sup>3</sup>**. Ilość ta zostanie w całości wykorzystana w warstwach ulepszanego podłoża nawierzchni drogowych oraz w poboczu i w podbudowie chodników i ścieżek rowerowych.

**Odcinek B:**

Szacunkowa ilość destruktu pozyskanego z rozbiórek nawierzchni na odcinku A to **4400 m<sup>3</sup>**. Ilość ta zostanie w całości wykorzystana w warstwach ulepszanego podłoża nawierzchni drogowych oraz w poboczu i w podbudowie chodników i ścieżek rowerowych.

**Odcinek C:**

Szacunkowa ilość destruktu pozyskanego z rozbiórek nawierzchni na odcinku A to **11700 m<sup>3</sup>**. Ilość ta zostanie w całości wykorzystana w warstwach MCE, ulepszanego podłoża nawierzchni drogowych oraz w poboczu i w podbudowie chodników i ścieżek rowerowych.

Opracował:

mgr inż. Piotr Mazurowski  
upr. proj. nr POM/0078/POOD/08