



**PROGRAM  
REGIONALNY**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



**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:<br>204-EURO/2014 | Data opracowania:<br>listopad 2015r. | Nr tomu:<br><b>2.2</b>      | Nr egzemplarza: |

## 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 gruby i tłuczeń                 | 22           | G4                             |
| 15       | 6+350 SP   | 40                              | 18                   | tłuczeń                                | 22           | G1                             |
| 16       | 6+840 SP   | 38                              | 15                   | bruk<br>piasek drobny i kamienie       | 15<br>8      | G4                             |
| 17       | 7+230 SL   | 50                              | 20                   | bruk<br>piasek drobny                  | 25<br>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<br>bruk        | 20<br>15     | G1                             |

|     |           |             |    |                                 |          |            |
|-----|-----------|-------------|----|---------------------------------|----------|------------|
| 31  | 14+730 SL | 40          | 14 | piasek drobny i tłuczeń bruk    | 12<br>14 | G1         |
| 32  | 15+130 SL |             |    |                                 |          | G4 – W?    |
| 33  | 15+240 oś | 40          | 15 | piasek drobny i kr. łamane bruk | 10<br>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<br>15  | G4         |
| 39  | 17+270 SP | 30          | 13 | kruszywo łamane bruk            | 2<br>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<br>20  | G1         |
| 44  | 19+260 SP | 35          | 14 | żwir i kamienie bruk            | 3<br>18  | G1         |
| 45  | 19+760 SL | 32          | 14 | żwir i kamienie bruk            | 4<br>14  | G1         |
| 46  | 19+860 SL |             |    |                                 |          | G4 – NN    |
| 47  | 20+250 SL | 60          | 17 | kruszywo łamane bruk            | 8<br>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<br>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<br>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<br>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<br>bruk                                | 12<br>20 | G1                    |
| 114    | 37+110 SP | 30          | brak | bruk<br>piasek drobny i kamienie                       | 10<br>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<br>bruk                                | 15<br>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.<br>piasek drobny i żwir  | 25<br>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<br>łuczeń              | 37       | G4*                   |
| 127    | 46+930 SP |             |      |                                                        |          | G4 – NN               |
| 128    | 47+270 SP | 58          | 18   | piasek średni, kamienie i<br>łuczeń                    | 40       | G4*                   |
| 129    | 47+420 SL |             |      |                                                        |          | G4*                   |
| 130    | 47+590 SL |             |      |                                                        |          | G4*                   |
| 131    | 47+730 SL | 52          | 21   | piasek drobny, kamienie, żwir i<br>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<br>piasek średni          | 25<br>16 | G4*                   |
| 137    | 49+190 SP | podst. nas. |      |                                                        |          | ORG do 2,7            |
| 138    | 49+470 SL | 60          | 20   | piasek śr., kamienie, łuczeń<br>piasek drobny i średni | 28<br>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,<br>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<br>piasek średni i piasek gruby  | 33<br>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<br>piasek drobny i kamienie     | 23<br>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.<br>piasek średni i kamienie       | 25<br>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.<br>piasek średni i kamienie | 20<br>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<br>piasek średni, kamienie    | 31<br>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<br>piasek średni, kamienie    | 31<br>25 | G4*               |
| 197          | 59+340 SL |             |    |                                                                |          | G4 – NN           |
| 198          | 59+490 SP |             |    |                                                                |          | G4                |
| 199          | 59+640 SP | 70          | 21 | piasek średni, kamienie, tłuczeń<br>piasek drobny i średni     | 31<br>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<br>piasek śr., kam., i żwir | 32<br>41 | G4* |
| 209 | 61+140 SL |    |    |                                                              |          | G4* |
| 210 | 61+280 SP |    |    |                                                              |          | G4* |
| 211 | 61+440 SL | 92 | 22 | piasek śr., kam., tłuczeń<br>piasek drobny                   | 28<br>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:

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

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 przeciwspekaniowa

- 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 przeciwspekaniowa 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 | 2,10 | 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+150 | 0,77 | K5 (MCE + nakładka)               | G4*      |                                 |
| 09+150    | 09+250 | 0,10 | K2 (rozbiórka i nowa konstrukcja) | G4*      | przepust                        |
| 09+250    | 09+625 | 0,38 | K5 (MCE + nakładka)               | G4*      |                                 |
| 09+625    | 14+750 | 5,13 | K2 (rozbiórka i nowa konstrukcja) | G4 i G4* | korekty łuku i teren zabudowany |
| 14+750    | 15+050 | 0,30 | K5 (MCE + nakładka)               | G4 i G4* |                                 |
| 15+250    | 15+432 | 0,18 | 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 KTKN PiP [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 ulepszanego podłoża

**Uwaga:** Podany w powyższej tabeli zakres stosowania konstrukcji ulepszanego 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 mieszance 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 zmęczeniowa 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 ścieralnej 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<br>do w-wy ścieralnej | AC 16 W<br>do w-wy wiążącej i<br>wyrównawczej | AC 22 P<br>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<sub>90/3</sub> 0/31,5

Zgodnie z [8] dla dolnej warstwy podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej C<sub>90/3</sub> 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 | 1,623E+02       | 1,623E+02               | -1,623E+02      | 0,000E+00     | 0,000E+00                   | 1,064E+03     |

Tabela 10: Wyniki obliczeń odkształceń dla konstrukcji K5

| typ<br>konstr. | odkształcenie na<br>spodzie w-w<br>asfaltowych $\epsilon_a$<br>(x 10 <sup>-6</sup> ) | odkształcenie na<br>górze podłoża<br>gruntowego $\epsilon_z$<br>(x 10 <sup>-6</sup> ) | trwałość zmęzeniowa<br>[mln osi 115 kN] |                            | trwałość<br>zmęzeniowa<br>konstrukcji<br>[mln osi 115<br>kN] | trwałość<br>zmęzeniowa<br>konstrukcji<br>[mln osi 100<br>kN] | trwałość<br>wymagana<br>[mln osi<br>100 kN] |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                |                                                                                      |                                                                                       | spękania<br>warstw<br>asfaltowych       | deformacja<br>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<br>podłoża | wymagana grubość<br>konstrukcji [cm] | łączna grubość<br>nawierzchni i<br>ulepszanego podłoża<br>[cm] | spełnienie warunku<br>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<br>podłoża | wymagana grubość<br>konstrukcji [cm] | łączna grubość<br>nawierzchni i<br>ulepszanego podłoża<br>[cm] | spełnienie warunku<br>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<br>podłoża | wymagana grubość<br>konstrukcji [cm] | łączna grubość<br>nawierzchni<br>istniejącej <sup>1)</sup> i<br>wzmocnienia [cm] | spełnienie warunku<br>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