



**interprojekt**

**Gorzowska Inżynierska Firma Konsultingowa Sp. z o.o.**

66-400 Gorzów Wlkp., ul. Podmiejska 21a,

tel: (095) 720 86 95, fax: (095) 720 86 96

# **PROJEKT REMONTU / WZMOCNIENIA NAWIERZCHNI**

**Obiekt:** Droga wojewódzka nr 174 relacji Drezdenko - Stare Bielice  
odcinek od km 1+326,00 do km 6+886,87

**Inwestor:** Zarząd Dróg Wojewódzkich w Zielonej Górze  
ul. Niepodległości 32  
65-042 Zielona Góra

**Projekt:** GIFK "InterPROJEKT" Sp. z o. o.  
ul. Podmiejska 21a  
66-400 Gorzów Wlkp.

**Projektant:** mgr inż. Andrzej Cegielnik  
*uprawnienia projektowe w specjalności  
konstrukcyjno-budowlanej nr 7/GW/98*

.....  
*podpis*

# SPIS ZAWARTOŚCI

## OPIS TECHNICZNY

	STRONA
1. PRZEDMIOT I CEL OPRACOWANIA .....	3
2. OCENA STANU ISTNIEJĄCEJ NAWIERZCHNI .....	3
2.1. INFORMACJE OGÓLNE.....	3
2.2. STAN ISTNIEJĄCEJ NAWIERZCHNI .....	8
3. WYBÓR SPOSOBU I ZAKRESU NAPRAWY NAWIERZCHNI .....	17
3.1. OKREŚLENIE KATEGORII RUCHU .....	17
3.2. OKREŚLENIE POTRZEBNEGO WZMOCNIENIA NAWIERZCHNI.....	19
3.3. OKREŚLENIE ZAKRESU NAPRAWY .....	24
3.4. OKREŚLENIE SPOSOBU NAPRAWY .....	25
4. OPIS PROJEKTOWANYCH SPOSOBÓW NAPRAWY .....	25
4.1. NAPRAWA NAWIERZCHNI DROGI.....	25
4.2. KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI NA ZJAZDACH.....	34
4.3. ODWODNIENIE .....	35
5. PODSUMOWANIE .....	35

## 1. Przedmiot i cel opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest propozycja remontu/wzmocnienia konstrukcji nawierzchni drogi wojewódzkiej nr 174 relacji Drezdenko - Stare Bielice, na odcinku od km 1+326,00 do km 6+886,87.

Długość odcinka drogi objętego opracowaniem wynosi 5,561 km. Projektowana szerokość jezdni i poboczy wg stanu istniejącego. Klasa drogi Z, obciążenie osi 100 kN.

Opracowano różne warianty remontu/wzmocnienia przeznaczone dla poszczególnych pododcinków na które podzielono analizowany odcinek ze względu na stan istniejącej nawierzchni oraz wymagany stopień wzmocnienia. Zaproponowano m. in.:

- wymianę i wzmocnienie istniejących warstw mineralno-bitumicznych + wzmocnienie poszerzeń nawierzchni z zastosowaniem podbudowy z kruszywa,
- wymianę i wzmocnienie istniejących warstw mineralno-bitumicznych + wzmocnienie poszerzeń nawierzchni z zastosowaniem recyklingu na zimno,
- wymianę istniejącej warstwy ścieralnej ze wzmocnieniem,
- wzmocnienie nawierzchni siatką z drutu stalowego.

Szczegółowe rozwiązania przedstawiono w dalszej części opracowania (pkt 4).

## 2. Ocena stanu istniejącej nawierzchni

### 2.1. Informacje ogólne

Objęty analizą odcinek drogi o długości 6,561 km położony jest na terenie powiatu strzelecko-drezdeneckiego, w gminie Drezdenko - obszar wiejski, na działkach nr 91, 235, 322 w obrębie 11 Kosin oraz nr 20, 21, 22/2, 208, 632 w obrębie 8 Stare Bielice. Cały odcinek położony jest poza terenem zabudowanym, w tym w obszarze rozproszonej zabudowy miejscowości Kosin oraz na obrzeżach miejscowości Stare Bielice.

Ukształtowanie terenu jest zróżnicowane. Na większej części odcinka (do km 5+970) droga przebiega po terenie płaskim doliny Noteci, którą przekracza w km 5+840 wspinając się wcześniej po wysokim nasypie. Następnie droga przecina krawędź doliny Noteci gdzie deniwelacje terenu przekraczają 20 m.

Bezpośrednie otoczenie drogi stanowią w większości łąki i pola uprawne, a od km 6+000 tereny zalesione i zabudowa miejscowości Stare Bielice.

#### 2.1.1. Jezdnia i pobocza

Na rozpatrywanym odcinku drogi występuje przekrój drogowy, z dwupasową, dwukierunkową jezdnią o średniej szerokości około 6,1 - 6,2 m. Nawierzchnia jezdni bitumiczna, mineralno-smołowa. Pochylenie podłużne jezdni wynosi od 0,0 do 4,5%.

Pobocza gruntowe o zmiennej szerokości (średnio ok. 1,2 m).

#### 2.1.2. Odwodnienie

Na odcinku od km 1+326 do 3+500 odwodnienie jezdni drogi następuje przez spływ powierzchniowy do rowów drogowych usytuowanych obustronnie za poboczami, połączonych w większości z systemem melioracyjnym regulującym stosunki wodne w przyległym terenie doliny Noteci.

Na odcinku od km 3+500 do km 6+050 odwodnienie jezdni drogi następuje przez spływ powierzchniowy poprzez pobocza i skarpy nasypu drogowego w przyległy teren.

Na dalszym odcinku około 200 m do km 6+250 po obu stronach drogi brakuje rowów, a wody opadowe spływają po nawierzchni i poboczach w przyległy teren.

Od km 6+250 do km 6+680 odwodnienie jezdni drogi następuje przez spływ powierzchniowy do rowów drogowych usytuowanych obustronnie za poboczami.

Na końcowym odcinku o długości ok. 200 m położonym w skrajnej części miejscowości Stare Bielice wody opadowe spływają po nawierzchni i poboczach w przyległy teren.

#### 2.1.3. Przepusty i obiekty mostowe

Na analizowanym odcinku występuje 5 przepustów:

- P-1 w km 1+801 o średnicy  $\varnothing$  800 mm - jest to konstrukcja żelbetowa z żelbetowymi ściankami czołowymi w stanie technicznym dostatecznym; przepust jest mocno zamulony i wymaga oczyszczenia oraz konserwacji,



Zdjęcie P-1.1 - km 1+801



Zdjęcie P-1.2 - km 1+801



Zdjęcie P-1.3 - km 1+801

- P-2 w km 2+020 o średnicy  $\varnothing$  1000 mm - jest to konstrukcja stalowa z żelbetowymi ściankami czołowymi w stanie technicznym złym; przepust jest mocno zamulony i wymaga oczyszczenia oraz konserwacji,



Zdjęcie P-2.1 - km 2+020



Zdjęcie P-2.2 - km 2+020

- P-3 w km 2+060 o średnicy  $\varnothing$  800 mm (dane z mapy) - pomimo poszukiwań przy pomocy okolicznych mieszkańców, nie udało się odnaleźć przepustu w terenie - prawdopodobnie jest on całkowicie zamulony, a wloty zasypane,



- P-4 w km 2+240 o średnicy  $\varnothing$  600 mm - jest to konstrukcja kamionkowa bez ścianek czołowych w stanie technicznym bardzo złym; przepust jest mocno zamulony i wymaga przebudowy (wylot po stronie południowej drogi całkowicie zasypany i niewidoczny),



Zdjęcie P-4.1 - km 2+240



Zdjęcie P-4.2 - km 2+240

- P-5 w km 5+740 o przekroju prostokątnym 2500x2500 mm - jest to konstrukcja żelbetowa w stanie technicznym złym; przepust wymaga gruntownego remontu,



Zdjęcie P-5.1 - km 5+740



Zdjęcie P-5.2 - km 5+740



Zdjęcie P-5.3 - km 5+740



Zdjęcie P-5.4 - km 5+740



Zdjęcie P-5.5 - km 5+740



Zdjęcie P-5.6 - km 5+740

Na analizowanym odcinku występuje jeden obiekt mostowy w km 5+770 - 5+890. Jest to konstrukcja trzyprzęsłowa z przęsłem nurtowym w formie łuku żelbetowego z jazdą dołem (płyta pomostu podwieszona na stalowych wieszakach).



Zdjęcie M-1.1 - km 5+830



Zdjęcie M-1.1 - km 5+830



Zdjęcie M-1.1 - km 5+830



Zdjęcie M-1.1 - km 5+830





Zdjęcie M-1.1 - km 5+830



Zdjęcie M-1.1 - km 5+830



Zdjęcie M-1.1 - km 5+830



Zdjęcie M-1.1 - km 5+830

#### **2.1.4. Skrzyżowania**

Na analizowanym odcinku występuje jedno skrzyżowanie z drogą gminną o nawierzchni bitumicznej - km 6+190 strona prawa.

#### **2.1.5. Zjazdy i zatoki autobusowe**

Na analizowanym odcinku drogi występuje 48 zjazdów o nawierzchni gruntowej, jeden o nawierzchni betonowej i dwa o nawierzchni bitumicznej. Zatoki autobusowe nie występują, ale występują 3 obustronne przystanki autobusowe

- w km 2+890,
- w km 3+550,
- w km 4+605.

#### **2.1.6. Wyposażenie techniczne**

Droga posiada oznakowanie pionowe i poziome, które zostało zinwentaryzowane.

Bariery ochronne występują na następujących odcinkach:

- 5+330 - 6+170 - strona lewa,
- 5+330 - 6+060 - strona prawa.

#### **2.1.7. Infrastruktura techniczna nie związana z drogą**

Na podstawie mapy zasadniczej do celów opiniotwórczych oraz wizji lokalnej stwierdzono, że rozpatrywanym odcinku drogi występują podziemne sieci wodociągowe oraz kable energetyczne. Nie wyklucza się istnienia innego rodzaju urządzeń podziemnych infrastruktury

technicznej, które nie zostały zaewidencjonowane. W związku z powyższym, należy zachować szczególną ostrożność podczas wykonywania robót ziemnych.

## 2.2. Stan istniejącej nawierzchni

Oceny istniejącej nawierzchni drogi dokonano na podstawie:

- rozpoznania wizualnego przeprowadzonego przez projektanta w terenie,
- rozpoznania podłoża istniejącej nawierzchni,
- rozpoznania warstw i badania ugięć nawierzchni.

### 2.2.1. Rozpoznanie wizualne

Dokonano wizualnego przeglądu następujących elementów drogi:

- nawierzchni – bardzo zły stan techniczny, bardzo liczne spękania, zniszczone krawędzie, brak równości podłużnej i poprzecznej,
- poboczy – nieprawidłowe pochylenia, pobocza wyżej od nawierzchni,
- odwodnienia – utrudniony spływ wody przez pobocza, nieregularna szerokość i pochylenie skarp, zbyt mała głębokość, brak odpowiednich pochyleń podłużnych,
- zjazdów – zły stan nawierzchni, nieodpowiednie kąty włączenia.

Oceniając stan nawierzchni należy wydzielić dwa odcinki:

- odcinek 1: od km 1+326 do km 5+769 (początek mostu),
- odcinek 2: od km 5+889 (koniec mostu) do km 6+887.

Typowe uszkodzenia nawierzchni na odcinku od km 1+326 do km 5+769 przedstawiono na poniższych zdjęciach.



Zdjęcie D1.1 - km 1+800



Zdjęcie D1.2 - km 1+850



Zdjęcie D1.3 - km 1+900



Zdjęcie D1.4 - km 2+400





Zdjęcie D1.5 - km 2+400



Zdjęcie D1.6 - km 2+700



Zdjęcie D1.7 - km 2+700



Zdjęcie D1.8 - km 2+880



Zdjęcie D1.9 - km 2+920



Zdjęcie D1.10 - km 3+550



Zdjęcie D1.11 - km 3+950



Zdjęcie D1.12 - km 4+000



Zdjęcie D1.13 - km 4+600



Zdjęcie D1.14 - km 4+650



Zdjęcie D1.15 - km 5+000



Zdjęcie D1.16 - km 5+300



Zdjęcie D1.17 - km 5+500



Zdjęcie D1.18 - km 5+700



Typowe uszkodzenia nawierzchni na odcinku od km 5+889 do km 6+887 przedstawiono na poniższych zdjęciach.



*Zdjęcie D2.1 - km 5+900*



*Zdjęcie D2.2 - km 5+920*



*Zdjęcie D2.3 - km 5+950*



*Zdjęcie D2.4 - km 5+950*



*Zdjęcie D2.5 - km 6+080*



*Zdjęcie D2.6 - km 6+100*





Zdjęcie D2.7 - km 6+600



Zdjęcie D2.8 - km 6+700



Zdjęcie D2.9 - km 6+800



Zdjęcie D2.10 - km 6+850

### 2.2.2. Ocena stanu podłoża istniejącej nawierzchni

Rozpoznanie podłoża nawierzchni wykonano za pomocą odwiertów do głębokości 2,0 m. Na odcinku od km 1+326 do km 5+370 nawierzchnia posadowiona jest na nasypie piaszczysto-ziemnym o wysokości ok. 1 m (lokalnie 0,5 m) posadowionym na namulach organicznych w stanie plastycznym (do km ok. 4+900). Na dalszym odcinku stanowiącym dojazd do mostu przez Noteć (od km 5+370 do km 6+060) wysokość nasypów piaszczystych rośnie i zbliża się do 10 m (przy północnym przyczółku mostu). Od km 6+170 do km 6+360 droga przebiega w wykopie (do 4 m), a na końcowym odcinku do km 6+887 w poziomie terenu lub niewielkim nasypie (do 0,5 m). Podłoże na tych odcinkach jest piaszczyste.

Woda gruntowa na odcinku przebiegającym w dolinie Noteci (czyli do km 5+900) występuje na głębokości ok. 0,5 - 1,0 m p.p.t. Na dalszym odcinku do głębokości 2,0 m nie nawiercono wody gruntowej.

W Tabeli 1 przedstawiono **grupy nośności podłoża** określone zgodnie z Katalogiem Przebudów i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych (KPRNPP-2013).

Tabela 1. Określenie grupy nośności podłoża

Nr odwiertu	Kilometraż	Warunki gruntowo-wodne			Grupa nośności podłoża	Uwagi
		Symbole gruntów	Rodzaj gruntów podłoża	Warunki wodne		
1	1+500	Pd / G <sub>II</sub> (H)+N	bardzo wysadzinowy	złe	G4	
2	2+000	Ps(Ż)	niewysadzinowy	złe	G1	
3	2+500	Ps / N	niewysadzinowy/ organiczny	złe	G4	namuł organiczny w stanie plastycznym w podłożu

Nr odwiertu	Kilometraż	Warunki gruntowo-wodne			Grupa nośności podłoża	Uwagi
		Symbole gruntów	Rodzaj gruntów podłoża	Warunki wodne		
4	3+000	Ps+N / N	wątpliwy/ organiczny	złe	G4	namuł organiczny w stanie plastycznym w podłożu
5	3+500	P+H	wątpliwy	złe	G3	namuł organiczny w stanie plastycznym w podłożu
6	4+000	Ps / Pd+H / N	niewysadzinowy/ organiczny	złe	G4	namuł organiczny w stanie plastycznym w podłożu
7	4+500	Pd+H / N	wątpliwy / organiczny	złe	G4	namuł organiczny w stanie plastycznym w podłożu
8	5+000	Pd+H / P <sub>fl</sub>	wątpliwy	złe	G3	
9	5+500	P+H / Ps(Ż)	niewysadzinowy	dobrze	G1	
10	6+000	Ps(Ż)	niewysadzinowy	dobrze	G1	
11	6+500	Ps	niewysadzinowy	przeciętne	G1	
12	6+800	Ps(H) / Ps	niewysadzinowy	przeciętne	G1	

Przyjęte grupy nośności podłoża:

- odcinek od km 1+326 do 5+370 - G4,
- odcinek od km 5+370 do 6+887 - G1.

### 2.2.3. Ocena stanu istniejącej nawierzchni

#### 2.2.3.1. Ocena cech powierzchniowych nawierzchni

Zestawienie cech istniejącej nawierzchni przedstawiają Tabele 2.1 i 2.2.

Tabela 2.1. Cechy istniejącej nawierzchni na odcinku od km 1+326 do km 5+769

Cecha nawierzchni	Ocena
Uszkodzenia nawierzchni	lokalne ubytki nawierzchni, wykruszenia, odsłonięte kruszywo, liczne łaty, uszkodzenia krawędzi
Spękania nawierzchni	na przeważającej części bardzo liczne, głównie podłużne (w śladach kół) i siatkowe, wykruszenia warstwy ścieralnej, spękania na całej szerokości jezdni, głównie przy krawędziach
Równość podłużna	zadowalająca
Równość poprzeczna	niewielkie koleiny i sfałdowania (głównie przy krawędzi), nieregularne pochylenia poprzeczne
Właściwości przeciwoślizgowe	miejscowa śliskość

Generalnie stan nawierzchni na tym odcinku należy ocenić jako bardzo zły, zagrażający bezpieczeństwu ruchu drogowego i wymagający szybkiej naprawy.

Tabela 2.2. Cechy istniejącej nawierzchni na odcinku od km 5+889 do km 6+887

Cecha nawierzchni	Ocena
Uszkodzenia nawierzchni	lokalne ubytki nawierzchni i wykruszenia, odsłonięte kruszywo, miejscowe uszkodzenia krawędzi
Spękania nawierzchni	występują lokalnie, głównie siatkowe i poprzeczne
Równość podłużna	lokalne zapadnięcia, brak równości wyraźnie odczuwalny podczas jazdy
Równość poprzeczna	koleiny, nieregularne pochylenia poprzeczne, lokalne zapadnięcia, garby i przemieszczenia, brak równości wyraźnie odczuwalny podczas jazdy
Właściwości przeciwpoślizgowe	miejscowa śliskość (w śladach kół)

Generalnie stan nawierzchni na tym odcinku należy ocenić jako dostateczny, miejscami zły i wymagający szybkiej naprawy. Taki stan jest skutkiem wykonanej niedawno naprawy powierzchniowej. Widoczne jest odnowienie starych uszkodzeń nawierzchni (spękania, odkształcenia lepkoplastyczne), dla których taki sposób naprawy jest niewystarczający.

#### 2.2.3.2. Ocena rodzaju i jakości materiału warstw istniejącej nawierzchni

Dla ustalenia technologii remontu/wzmocnienia nawierzchni drogi wykonano odwierty w istniejącej nawierzchni.

Nr punktu	Kilometraż	Strona	Warstwa	Grubość warstwy
				[cm]
DW 174 - 1	(5+400 km od przejazdu) w km 1+500	P	Warstwa bitumiczna - typ II	4,0
			Warstwa bitumiczna - typ II	4,0
			Podbudowa z kruszywa 4/63mm	9,0
			Podbudowa z kruszywa luźnego 4/31,5mm	8,0
			Pospółka zagliniona	-
DW 174 - 2	(4+900 km od przejazdu) w km 2+000	P	Warstwa bitumiczna - typ II	5,0
			Warstwa bitumiczna - typ II	7,0
			Warstwa wyrównawcza (kruszywo luźne)	-
DW 174 - 3	(2+900 km od przejazdu) w km 4+000	L	Warstwa bitumiczna - typ II	5,0
			Warstwa bitumiczna - typ II	5,0
			Podsypka płaskowa	1,0
			Kostka granitowa	> 12,0
DW 174 - 4	(2+600 km od przejazdu) w km 4+300	P	Warstwa bitumiczna - typ II	6,0
			Warstwa wyrównawcza - warstwa bitumiczna / kruszywo	9,0
			Kostka granitowa	8,0
			Grunt zagliniony (ciemny piasek)	-



DW 174 - 5	(0+600 km od przejazdu) w km 6+300	L	Warstwa bitumiczna - typ II	4,0
			Warstwa bitumiczna - typ II	8,0
			Podbudowa kamienna	> 12,0
DW 174 - 6	(0+400 km od przejazdu) w km 6+500	P	Warstwa bitumiczna - typ II	8,0
			Podbudowa z kruszywa luźnego 0/31,5mm	-

**Legenda:**

- warstwa bitumiczna – typ I – warstwa bitumiczna na lepiszczu asfaltowym
- warstwa bitumiczna – typ II – warstwa bitumiczna na lepiszczu smołowym

Konstrukcja nawierzchni składa się z warstwy z mieszanki mineralno-smołowej o grubości 4-6 cm, położonej na warstwie z mieszanki mineralno-smołowej o grubości 4 - 9 cm posadowionej na podbudowie z kruszywa lub z kostki granitowej o grubości 8 - 14 cm.

Układ warstw w istniejącej nawierzchni przedstawia Tabela 3.

Tabela 3. Układ warstw istniejącej nawierzchni

Nr odwiertu	Kilometraż	Warstwy min.-smoł.	Kruszywo niezwiązane	Kostka granitowa	Kamień naturalny	Podłoże
1	1+500	8 cm	17 cm			Pd / G <sub>II</sub> (H)+N
2	2+000	12 cm	15 cm			Ps(Z)
3	4+000	10 cm		12 cm		Ps / Pd+H / N
4	4+300	15 cm		8 cm		Pd+H / N
5	6+300	12 cm			12 cm	Ps
6	6+500	8 cm	17 cm			Ps

Po analizie można przyjąć, że zasadnicza konstrukcja składa się z warstw bitumicznych ułożonych na podbudowie z kruszywa niezwiązanego lub kostki granitowej/kamienia naturalnego. Występujące w nawierzchni warstwy bitumiczne zawierają lepiszcze smołowe.

W nawierzchni wyodrębniono następujące warstwy bitumiczne:

- warstwa ścieralna mineralno-smołowa o grubości 4-6 cm; warstwa ta ze względu na stopień degradacji nie może stanowić podłoża pod nowe warstwy nawierzchni,
- warstwa mineralno-smołowa o grubości 4-9 cm; warstwa ta nie spełnia aktualnych wymogów materiałowych (ze względu na zawartość smoły).

Z przeprowadzonego rozeznania (wśród pracowników ZDW i okolicznych mieszkańców) wynika, że na całej długości analizowanego odcinka, pod nawierzchnią bitumiczną znajduje się nawierzchnia z grubej kostki kamiennej o szerokości ok. 4 m, która usytuowana jest w osi drogi. Nawierzchnia ta została obustronnie poszerzona o ok. 1 m, a warstwy bitumiczne ułożono na podbudowie z kruszywa kamiennego.

W trakcie wizji lokalnej stwierdzono że warstwy bitumiczne w środkowej strefie jezdni mają grubość ok. 3 cm (zdjęcie D1.14). Wynika to prawdopodobnie z daszkowego przekroju i znacznego pochylecia poprzecznego nawierzchni z kostki kamiennej, na której wykonane są warstwy bitumiczne.

#### 2.2.3.3. Ocena odporności na deformacje trwale lepkoplastyczne warstw bitumicznych nawierzchni

Stan istniejącej warstwy ścieralnej świadczy o braku odporności na deformacje trwale lepkoplastyczne. Na odcinku 1 przejawia się to w postaci widocznych kolein i sfałdowań, natomiast na odcinku 2 w postaci sfałdowania warstwy ścieralnej (zdjęcie D2.4), szczególnie w strefie przykrawędziowej (zdjęcia D2.3, D2.8).

#### 2.2.3.4. Ocena spękań nawierzchni

Odcinek 1: od km 1+326 do km 5+769

Spękania siatkowe występują w większości na ponad 50% powierzchni jezdni, głównie w strefie 1 - 1,5 m od krawędzi (zdjęcia D1.5, D1.6), ale często na całej szerokości jezdni (zdjęcie D1.9). Mocno spękanе są również łaty wykonane w śladzie prawego koła. Duża koncentracja spękań prowadzi miejscami do wykruszenia mieszanki mma i powstania wybojów (zdjęcia D1.4, D1.14).

Spękania wzdłuż krawędzi jezdni wskazują na nieprawidłowe odwodnienie (wysokie pobocza).

Odcinek 2: od km 5+889 do km 6+887

Spękania na tym odcinku są dużo mniejsze niż na odcinku 1. Występują głównie w sąsiedztwie mostu nad Notecią (zdjęcia D2.1, D2.2). Są to spękania siatkowe. Na dalszym odcinku występują spękania poprzeczne przy krawędziach jezdni oraz lokalne spękania siatkowe umiejscowione przeważnie w śladzie prawego koła.

Na odcinku tym wykonana była powierzchniowa odnowa nawierzchni. Ujawnione spękania są prawdopodobnie odbiciem spękań występujących w przykrytych warstwach bitumicznych nawierzchni.

#### 2.2.3.5. Ocena nośności nawierzchni

W celu ustalenia nośności istniejącej nawierzchni wykonano badania ugięć sprężystych belką Benkelmana na każdym pasie ruchu co 25 m. Pomierzone ugięcia wahają się w zakresie od 0,02 do 1,51 mm.

Biorąc pod uwagę obecny stan nawierzchni, pomierzone ugięcia oraz prognozowany ruch stwierdzono, że istniejąca nawierzchnia wymagać będzie wzmocnienia na odcinku od km 1+326 do km 5+370 (szczegółowa analiza w punkcie 3.2).

Wzmocnienie to określone zostanie na podstawie pomierzonych ugięć oraz prognozowanego obciążenia ruchem.

#### 2.2.3.6. Ocena mrozoodporności podłoża nawierzchni

W związku z występowaniem w podłożu gruntów wątpliwych i wysadzinowych rzeczywista grubość wszystkich warstw nawierzchni i ulepszanego podłoża powinna być nie mniejsza niż:

- $0,70h_z = 0,70 \cdot 0,80m = 0,56m$  - dla podłoża G4.

Powyższe wymagania nie są spełnione na całej długości odcinka, tj. od km 1+326 do km 5+370.

### 2.2.4. Wnioski z przeprowadzonej oceny stanu nawierzchni

Na podstawie przeprowadzonych czynności i badań stwierdzono, że:

a) stan techniczny nawierzchni drogi wojewódzkiej nr 174 na odcinku 1 (od km 1+326 do km 5+769) jest bardzo zły; występują liczne spękania siatkowe i podłużne wzdłuż krawędzi jezdni oraz podłużne w śladach kół; spękania poprzeczne występują rzadziej; ponadto występują zapadnięcia i nierówności (głównie w śladzie prawego koła); liczne ślady napraw cząstkowych w postaci łat, które przeważnie są w złym stanie technicznym; taki stan nawierzchni świadczy o zbyt niskiej nośności istniejącej nawierzchni oraz wyczerpanej trwałości zmęczeniowej materiałów; stan techniczny nawierzchni zagraża bezpieczeństwu uczestników ruchu,

b) warunki wodne na analizowanym odcinku są zróżnicowane:

- od km 1+326 do km 5+370 - złe,
- od km 5+370 do km 6+060 - dobre,
- od km 6+060 do km 6+887 - przeciętne,

c) warunki gruntowe są zróżnicowane:

- na przeważającej części (odcinek od km 1+326 do 4+900) podłoża nawierzchni stanowi nasyp piaszczysto-ziemny wykonany na namulach organicznych w stanie plastycznym,
- na dalszym odcinku (od km 4+900 do 6+060) podłożem nawierzchni jest nasyp piaszczysty o wysokości dochodzącej do 10 m,
- na końcowym odcinku o długości ok. 0,8 km (od km 6+060 do 6+887) podłoża nawierzchni stanowią grunty rodzime z piasków średnich,

d) odwodnienie nawierzchni nie jest prawidłowe; wpływają na to nieregularne pochylenia poprzeczne nawierzchni, nierówności (zapadnięcia i spękania z wykruszeniami), a przede

wszystkim zbyt wysokie pobocza utrudniające, a często uniemożliwiające odpływ wody poza koronę drogi,

e) pomierzone ugięcia sprężyste nawierzchni wskazują na zróżnicowaną nośność nawierzchni i wyczerpaną trwałość zmęczeniową; wzmocnienia wymaga nawierzchnia na odcinku od km 1+326 do km 5+370,

f) środkowa część nawierzchni, która wykonana została na istniejącej wcześniej nawierzchni z kostki kamiennej jest w lepszym stanie technicznym niż strefy przykrawędziowe (poszerzenia),

g) szczególnie zły stan techniczny skrajnych stref nawierzchni, który najbardziej widoczny jest na odcinku od km 1+326 do km 4+000 związany jest również z niską nośnością podłoża (namuł organiczny w stanie plastycznym, na którym posadowiony jest nasyp drogowy),

h) istniejące warstwy bitumiczne na odcinku 1 ze względu na stan techniczny i właściwości fizyczne nie mogą stanowić podłoża pod warstwy wzmacniające nawierzchnię,

i) istniejąca warstwa ścieralna na odcinku 2 ze względu na brak odporności na deformacje lepkoplastyczne nie może stanowić podłoża pod nowe warstwy nawierzchni,

j) warstwy bitumiczne nawierzchni zawierają szkodliwe dla środowiska lepiszcze smołowe; zalecaną metodą przebudowy jest w takim przypadku technologia recyklingu na zimno; nie należy poddawać ich działaniu wysokiej temperatury gdyż powoduje to wydzielanie szkodliwych substancji,

k) w przypadku trwałego usuwania warstwy z lepiszczem smołowym, materiał z rozbiórki należy w sposób bezpieczny dla środowiska wykorzystać na innej inwestycji, składować lub utylizować.

### 3. Wybór sposobu i zakresu naprawy nawierzchni

#### 3.1. Określenie kategorii ruchu

##### 3.1.1. Prognoza ruchu

Prognozę ruchu wykonano zgodnie z pismem przewodnim GDDKiA z dnia 15.03.2007 dotyczącym analiz i prognoz ruchu.

Założenia do prognozy:

- wyjściowy ruch na drodze – wg Generalnego Pomiaru Ruchu w roku 2015 - punkt pomiarowy nr 08061,
- oddanie przebudowanej drogi do użytkowania – rok 2017,
- okres prognozy – lata 2018...2037,
- podregion – gorzowski.

Tabela 4. Prognozowany ruch

Kategorie pojazdów	2015	2027	2037	Razem w okresie prognozy
Motocykle	16	16	16	116 800
Samochody osobowe	1 625	2 100	2 495	15 474 611
Samochody dostawcze	169	188	202	1 376 319
Samochody ciężarowe bez przyczep	50	56	60	409 817
Samochody ciężarowe z przyczepami	66	91	113	672 443
Autobusy	4	4	4	31 091
Ciągniki rolnicze	8	8	8	58 400
<b>Pojazdy samochodowe ogółem</b>	<b>1 938</b>	<b>2 463</b>	<b>2 898</b>	<b>18 139 481</b>



### 3.1.2. Kategoria ruchu

Kategorię ruchu wyznaczono zgodnie z "Katalogiem typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych" wydany przez GDDKiA w roku 2014.

Założenia do obliczeń:

- okres projektowy - 20 lat,
- dopuszczalny nacisk osi - 100 kN,
- oddanie przebudowanej drogi do użytkowania - w roku 2017.

Ruch projektowy, czyli sumaryczną liczbę równoważnych osi standardowych 100 kN przypadającą na pas obliczeniowy w całym okresie projektowym 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, czyli sumaryczna liczba równoważnych osi standardowych 100 kN w całym okresie projektowym nawierzchni przypadająca na pas obliczeniowy,  
 $N_C$  – sumaryczna liczba samochodów ciężarowych bez przyczep (C) w całym okresie projektowym,  
 $N_{C+P}$  – sumaryczna liczba samochodów ciężarowych z przyczepami (C+P) w całym okresie projektowym,  
 $N_A$  – sumaryczna liczba autobusów (A) w całym okresie projektowym,  
 $r_C$  – współczynnik przeliczeniowy liczby samochodów ciężarowych bez przyczep (C) na liczbę osi standardowych 100 kN,  
 $r_{C+P}$  – współczynnik przeliczeniowy liczby samochodów ciężarowych z przyczepą (C+P) na liczbę osi standardowych 100 kN,  
 $r_A$  – współczynnik przeliczeniowy liczby autobusów (A) na liczbę osi standardowych 100 kN,  
 $f_1$  – współczynnik obliczeniowego pasa ruchu,  
 $f_2$  – współczynnik szerokości pasa ruchu,  
 $f_3$  – współczynnik pochylenia niwelety.

Poniżej w tabeli zestawiono prognozowany ruch w okresie projektowym 20 lat (2018-2037) dla samochodów ciężarowych bez przyczepy i z przyczepą oraz autobusów.

Tabela nr 5 - Sumaryczny ruch pojazdów ciężkich na drodze w okresie projektowym

Rodzaj pojazdu	N	
Sam. ciężarowe bez przyczepy	$N_C$	409 817
Sam. ciężarowe z przyczepą	$N_{C+P}$	672 443
Autobusy	$N_A$	31 091

Współczynniki przeliczeniowe liczby pojazdów ciężkich na osie standardowe 100 kN wynoszą:

- samochody ciężarowe bez przyczep -  $r_C = 0,45$ ,
- samochody ciężarowe z przyczepami -  $r_{C+P} = 1,60$ ,
- autobusy -  $r_A = 1,05$ .

Pozostałe współczynniki wynoszą:

- $f_1 = 0,50$  – dla drogi dwupasowej, dwukierunkowej,
- $f_2 = 1,06$  – szerokość pasa ruchu 3,00 m,
- $f_3 = 1,00$  – pochylenie niwelety < 6%.

Sumaryczna liczba równoważnych osi standardowych 100 kN w całym okresie projektowym nawierzchni przypadająca na pas obliczeniowy wynosi:

$$N_{100} = 0,50 \times 1,06 \times 1,00 \times (409\,817 \times 0,45 + 672\,443 \times 1,60 + 31\,091 \times 1,05) = 685\,275$$

Wyznaczona liczba osi standardowych odpowiada kategorii ruchu **KR3**.

### 3.2. Określenie potrzebnego wzmocnienia nawierzchni

Ocenę nośności istniejącej nawierzchni przeprowadzono zgodnie z Katalogiem Przebudów i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych (KPRNPP-2013) w oparciu o wykonane badania ugięć sprężystych nawierzchni.

Pomiary ugięć wykonano na każdym pasie ruchu co 25 m pod kołem o nacisku 50 kN. Pomiaru dokonano w temperaturze 20°C, w dniu 16.09.2009 roku.



**LABORATORIUM  
BUDOWLANE**

Laboratorium Budowlane sp. z o.o.  
ul. Drzonków - Cisowa 7 • 68-004 Zielona Góra  
tel. 68 322 33 32 • biuro@lab-bud.com • www.lab-bud.com

#### SPRAWOZDANIE Z BADANIA

#### ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym wg BN-70/8931-06

1. Nr sprawozdania: **16-09-09-01-DU-INTERPROJEKT** data: **2016-09-09** str. **1 z 7**  
2. Zleceniodawca: **GIFK "InterPROJEKT", ul. Podmiejska 21a, 66-400 Gorzów Wielkopolski**  
3. Zadanie: **DW 174 odc. km 1+500 - km 6+910**  
4. Data badania: **2016-09-09**  
5. Temp. nawierzchni T: **29** °C  
6. Miesiąc badań: **wrzesień**  
7. Rodzaj podbudowy: **kamienna**  
8. Obc. pod kołem: **50,0 kN** (obciążenie 100 kN na oś)  
9. Badania wykonał: **P. Kłosowski, M. Korwel, R. Łosin** /Laboratorium Budowlane sp. z o.o.  
10. Statystyka pomiarów ugięć sprężystych:

Tabela nr 6. Zestawienie wyników badania ugięć sprężystych nawierzchni

L.p.	Km	Zmierzone ugięcie pod kołem o nacisku 50 kN [mm]	
		Pas lewy	Pas prawy
1.	1+470	0,33	0,53
2.	1+495	0,40	0,55
3.	1+520	0,41	0,63
4.	1+545	0,34	0,66
5.	1+570	0,28	0,65
6.	1+595	0,44	0,59
7.	1+620	0,50	0,72
8.	1+645	0,52	0,77
9.	1+670	0,70	0,42
10.	1+695	0,63	0,38
11.	1+720	0,81	0,30
12.	1+745	0,74	0,55
13.	1+770	0,93	1,04
14.	1+795	0,45	0,80
15.	1+820	0,59	0,77
16.	1+845	0,38	0,58
17.	1+870	0,37	0,40
18.	1+895	0,31	0,46
19.	1+920	0,84	0,50
20.	1+945	0,54	0,45
21.	1+970	0,60	0,63
22.	1+995	0,48	0,34
23.	2+020	0,42	0,67
24.	2+045	0,45	0,14
25.	2+070	0,18	0,25
26.	2+095	0,82	0,71
27.	2+120	0,47	0,67
28.	2+145	0,39	0,76
29.	2+170	0,58	0,67
30.	2+195	0,37	0,74

L.p.	Km	Zmierzone ugięcie pod kołem o nacisku 50 kN [mm]	
		Pas lewy	Pas prawy
31.	2+220	0,50	0,56
32.	2+245	0,70	0,79
33.	2+270	0,56	0,49
34.	2+295	0,52	0,92
35.	2+320	0,84	1,24
36.	2+345	0,68	1,30
37.	2+370	0,38	0,36
38.	2+395	0,54	0,72
39.	2+420	0,47	0,61
40.	2+445	0,53	0,09
41.	2+470	0,49	1,09
42.	2+495	0,68	1,42
43.	2+520	0,47	1,46
44.	2+545	0,31	0,45
45.	2+570	0,25	0,36
46.	2+595	0,45	0,28
47.	2+620	0,43	0,65
48.	2+645	0,40	0,29
49.	2+670	1,08	0,43
50.	2+695	0,98	0,64
51.	2+720	1,16	0,60
52.	2+745	0,95	1,16
53.	2+770	0,89	1,15
54.	2+795	0,68	1,51
55.	2+820	0,41	0,84
56.	2+845	0,56	0,72
57.	2+870	0,59	1,00
58.	2+895	0,62	0,33
59.	2+920	0,30	0,53
60.	2+945	0,34	0,44
61.	2+970	0,47	0,79
62.	2+995	0,92	0,23
63.	3+020	0,81	0,68
64.	3+045	0,45	0,78
65.	3+070	0,78	0,63
66.	3+095	0,71	0,82
67.	3+120	0,76	1,30
68.	3+145	0,59	0,79
69.	3+170	0,49	0,50
70.	3+195	0,54	0,35
71.	3+220	0,36	0,81
72.	3+245	0,53	0,86
73.	3+270	0,71	1,34
74.	3+295	0,60	0,58
75.	3+320	0,55	0,63
76.	3+345	0,24	0,48
77.	3+370	0,26	0,73
78.	3+395	0,22	0,77
79.	3+420	0,27	0,75
80.	3+445	0,52	1,05
81.	3+470	0,34	1,09
82.	3+495	0,37	0,88
83.	3+520	0,55	0,96
84.	3+545	0,77	1,20

L.p.	Km	Zmierzone ugięcie pod kołem o nacisku 50 kN [mm]	
		Pas lewy	Pas prawy
85.	3+570	0,58	1,17
86.	3+595	0,64	0,80
87.	3+620	0,80	0,78
88.	3+645	0,68	0,64
89.	3+670	0,85	1,02
90.	3+695	0,52	0,78
91.	3+720	0,25	0,52
92.	3+745	0,26	0,69
93.	3+770	0,27	0,86
94.	3+795	0,49	0,82
95.	3+820	0,82	1,00
96.	3+845	0,45	0,73
97.	3+870	0,72	0,85
98.	3+895	0,42	0,62
99.	3+920	0,65	0,96
100.	3+945	0,69	0,57
101.	3+970	0,51	0,69
102.	3+995	0,50	0,60
103.	4+020	0,58	0,36
104.	4+045	0,33	0,39
105.	4+070	0,23	0,59
106.	4+095	0,32	0,34
107.	4+120	0,42	0,52
108.	4+145	0,33	0,63
109.	4+170	0,25	0,50
110.	4+195	0,47	0,49
111.	4+220	0,32	0,60
112.	4+245	0,35	0,42
113.	4+270	0,33	0,33
114.	4+295	0,55	0,70
115.	4+320	0,63	0,39
116.	4+345	0,55	0,37
117.	4+370	0,52	0,41
118.	4+395	0,45	0,98
119.	4+420	0,53	0,61
120.	4+445	0,38	0,48
121.	4+470	0,24	0,30
122.	4+495	0,45	0,34
123.	4+520	0,56	0,66
124.	4+545	0,53	0,41
125.	4+570	0,62	0,54
126.	4+595	0,35	0,47
127.	4+620	0,13	0,52
128.	4+645	0,34	0,54
129.	4+670	0,37	0,44
130.	4+695	0,13	0,32
131.	4+720	0,34	0,37
132.	4+745	0,15	0,40
133.	4+770	0,56	0,23
134.	4+795	0,21	0,40
135.	4+820	0,39	0,34
136.	4+845	0,27	0,43
137.	4+870	0,30	0,63
138.	4+895	0,37	0,50



L.p.	Km	Zmierzone ugięcie pod kołem o nacisku 50 kN [mm]	
		Pas lewy	Pas prawy
139.	4+920	0,43	0,53
140.	4+945	0,34	0,49
141.	4+970	0,25	0,57
142.	4+995	0,32	0,59
143.	5+020	0,50	0,31
144.	5+045	0,24	0,44
145.	5+070	0,21	0,24
146.	5+095	0,32	0,78
147.	5+120	0,46	0,51
148.	5+145	0,28	0,79
149.	5+170	0,25	0,60
150.	5+195	0,26	0,31
151.	5+220	0,13	0,52
152.	5+245	0,24	0,61
153.	5+270	0,21	0,68
154.	5+295	0,28	0,50
155.	5+320	0,26	0,31
156.	5+345	0,27	0,29
157.	5+370	0,46	0,51
158.	5+395	0,42	0,39
159.	5+420	0,44	0,42
160.	5+445	0,26	0,29
161.	5+470	0,38	0,33
162.	5+495	0,47	0,35
163.	5+520	0,59	0,27
164.	5+545	0,40	0,25
165.	5+570	0,55	0,32
166.	5+595	0,49	0,29
167.	5+620	0,38	0,40
168.	5+645	0,31	0,26
169.	5+670	0,22	0,35
170.	5+695	0,36	0,23
171.	5+720	0,26	0,45
172.	5+745	0,23	0,27
MOST NAD NOTECIAŁ			
173.	5+920	0,38	0,08
174.	5+945	0,33	0,33
175.	5+970	0,24	0,52
176.	5+995	0,29	0,41
177.	6+020	0,27	0,43
178.	6+045	0,29	0,33
179.	6+070	0,25	0,21
180.	6+095	0,05	0,35
181.	6+120	0,08	0,29
182.	6+145	0,14	0,30
183.	6+170	0,24	0,26
184.	6+195	0,07	0,60
185.	6+220	0,29	0,55
186.	6+245	0,10	0,22
187.	6+270	0,17	0,31
188.	6+295	0,33	0,45
189.	6+320	0,07	0,40
190.	6+345	0,21	0,61
191.	6+370	0,12	0,38

L.p.	Km	Zmierzone ugięcie pod kołem o nacisku 50 kN [mm]	
		Pas lewy	Pas prawy
192.	6+395	0,26	0,28
193.	6+420	0,19	0,51
194.	6+445	0,31	0,45
195.	6+470	0,34	0,48
196.	6+495	0,23	0,44
197.	6+520	0,30	0,35
198.	6+545	0,29	0,26
199.	6+570	0,22	0,32
200.	6+595	0,31	0,37
201.	6+620	0,26	0,47
202.	6+645	0,25	0,33
203.	6+670	0,23	0,29
204.	6+695	0,18	0,30
205.	6+720	0,17	0,24
206.	6+745	0,16	0,16
207.	6+770	0,25	0,09
208.	6+795	0,42	0,20
209.	6+820	0,18	0,17
210.	6+845	0,24	0,06
211.	6+870	0,02	0,12

#### Analiza statystyczna pomiarów ugięć

Ilość wykonanych pomiarów	N	211	211
Średnie ugięcie sprężyste	$U_{sr}$	0,555	0,426
Odchylenie standardowe ugięć	$S_U$	0,277	0,207
Współczynnik zmienności	$v_U = S_U/U_{sr}$	0,499	0,485
Ugięcie sprężyste miarodajne	$U_m = U_{sr} + 2S_U$	1,109	0,841
Współczynnik temperaturowy	$f_T = 1 + 0,02(20-T)$	0,82	

Z uwagi na niejednorodność wyników ugięć, różny stan techniczny nawierzchni oraz obiekt mostowy dokonano podziału na 5 odcinków jednorodnych:

- odcinek 1.1 - od km 1+326 do 4+000,
- odcinek 1.2 - od km 4+000 do 5+370,
- odcinek 1.3 - od km 5+370 do 5+769,
- odcinek mostowy - od km 5+769 do 5+889 - wyłączony z zakresu opracowania,
- odcinek 2 - od km 5+889 do 6+887.

Ugięcie obliczeniowe wyznaczono ze wzoru:

$$U_{obl} = U_m \times f_T \times f_S \times f_P$$

gdzie:

$U_{obl}$  - ugięcie obliczeniowe,

$U_m$  - miarodajne ugięcie sprężyste,

$f_T$  - współczynnik temperaturowy - przyjęto 0,82 (dla  $T=29^\circ\text{C}$ ),

$f_S$  - współczynnik sezonowości - przyjęto 1,20 (dla pomiarów wykonanych we wrześniu),

$f_P$  - współczynnik podbudowy - przyjęto 1,00 (dla nawierzchni podatnej).

#### Odcinek 1.1 - od km 1+326 do 4+000

$U_{m1.1P} = 1,30 \text{ mm}$  - dla pasa prawego,

$U_{m1.1L} = 0,96 \text{ mm}$  - dla pasa lewego.

Do dalszej analizy przyjęto ugięcie miarodajne dla pasa prawego:  $U_{m1.1P} = 1,30 \text{ mm}$ .

$$U_{obl1.1} = 1,30 \times 0,82 \times 1,20 \times 1,00 = 1,3 \text{ mm}$$

Wyznaczone ugięcie obliczeniowe  $U_{obl1.1} = 1,3 \text{ mm}$  przy prognozowanym ruchu całkowitym w okresie projektowym wynoszącym 685 275 osi standardowych 100 kN na pas, zgodnie z nomogramem do wyznaczania wymaganej grubości zastępczej wzmocnienia (rysunek nr 3 w KPRNPP-2013) wskazuje na potrzebę **wzmocnienia nawierzchni warstwą konstrukcyjną o grubości zastępczej min. 30 cm.**

#### Odcinek 1.2 - od km 4+000 do 5+370

$$U_{m1.2P} = 0,78 \text{ mm} \quad - \quad \text{dla pasa prawego,}$$

$$U_{m1.2L} = 0,62 \text{ mm} \quad - \quad \text{dla pasa lewego.}$$

Do dalszej analizy przyjęto ugięcie miarodajne dla pasa prawego:  $U_{m1.2P} = 0,78 \text{ mm}$ .

$$U_{obl1.2} = 0,78 \times 0,82 \times 1,20 \times 1,00 = 0,8 \text{ mm}$$

Wyznaczone ugięcie obliczeniowe  $U_{obl1.2} = 0,8 \text{ mm}$  przy prognozowanym ruchu całkowitym w okresie projektowym wynoszącym 685 275 osi standardowych 100 kN na pas, zgodnie z nomogramem do wyznaczania wymaganej grubości zastępczej wzmocnienia (rysunek nr 3 w KPRNPP-2013) wskazuje na potrzebę **wzmocnienia nawierzchni warstwą konstrukcyjną o grubości zastępczej min. 10 cm.**

#### Odcinek 1.3 - od km 5+370 do 5+769

$$U_{m1.3P} = 0,46 \text{ mm} \quad - \quad \text{dla pasa prawego,}$$

$$U_{m1.3L} = 0,61 \text{ mm} \quad - \quad \text{dla pasa lewego.}$$

Do dalszej analizy przyjęto ugięcie miarodajne dla pasa lewego:  $U_{m1.3L} = 0,61 \text{ mm}$ .

$$U_{obl1.3} = 0,61 \times 0,82 \times 1,20 \times 1,00 = 0,6 \text{ mm}$$

Wyznaczone ugięcie obliczeniowe  $U_{obl1.3} = 0,6 \text{ mm}$  przy prognozowanym ruchu całkowitym w okresie projektowym wynoszącym 685 275 osi standardowych 100 kN na pas, zgodnie z nomogramem do wyznaczania wymaganej grubości zastępczej wzmocnienia (rysunek nr 3 w KPRNPP-2013) wskazuje na **brak potrzeby wzmocnienia nawierzchni.**

#### Odcinek 2 - od km 5+889 do 6+887

$$U_{m2P} = 0,61 \text{ mm} \quad - \quad \text{dla pasa prawego,}$$

$$U_{m2L} = 0,41 \text{ mm} \quad - \quad \text{dla pasa lewego.}$$

Do dalszej analizy przyjęto ugięcie miarodajne dla pasa prawego:  $U_{m2P} = 0,61 \text{ mm}$ .

$$U_{obl2} = 0,61 \times 0,82 \times 1,20 \times 1,00 = 0,6 \text{ mm}$$

Wyznaczone ugięcie obliczeniowe  $U_{obl2} = 0,6 \text{ mm}$  przy prognozowanym ruchu całkowitym w okresie projektowym wynoszącym 685 275 osi standardowych 100 kN na pas, zgodnie z nomogramem do wyznaczania wymaganej grubości zastępczej wzmocnienia (rysunek nr 3 w KPRNPP-2013) wskazuje na **brak potrzeby wzmocnienia nawierzchni.**

### 3.3. Określenie zakresu naprawy

W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono, że w celu naprawy istniejącej nawierzchni i przywrócenia jej trwałości odpowiedniej dla założonego okresu projektowego 20 lat, należy:

- na odcinku 1.1 i 1.2 od km 1+326 do 5+370:
  - usunąć zdegradowane warstwy mineralno-bitumiczne,
  - w całości wymienić konstrukcję nawierzchni na poszerzeniach wzmacniając podłoże,
  - wzmocnić konstrukcję nawierzchni na całej szerokości,
  - przywrócić prawidłowe funkcjonowanie odwodnienia,
- na odcinku 1.3 od km 5+370 do 5+769:
  - usunąć zdegradowane warstwy mineralno-bitumiczne,

- w całości wymienić konstrukcję nawierzchni na poszerzeniach wzmacniając podłoże,
- wykonać nową konstrukcję nawierzchni na całej szerokości,
- przywrócić prawidłowe funkcjonowanie odwodnienia,
- na odcinku 2 od km 5+889 do 6+887:
  - usunąć zdegradowaną warstwę ścieralną,
  - wykonać nową warstwę ścieralną,
  - przywrócić prawidłowe funkcjonowanie odwodnienia.

### 3.4. Określenie sposobu naprawy

Sposób naprawy określono z uwzględnieniem następujących czynników:

- brak ograniczeń wysokościowych takich jak krawężniki, skrajnie obiektów,
- brak urządzeń w nawierzchni (studnie, wpusty, zasuwy itp.),
- poprawa przekroju poprzecznego i podłużnego jezdni,
- nieprzydatność istniejących warstw bitumicznych do pozostawienia w jezdni,
- możliwość organizacji ruchu i ewentualnych objazdów w czasie robót.

Po przeprowadzonej analizie proponuje się następujące sposoby wzmocnienia/remontu nawierzchni drogi:

- na odcinku 1.1 od km 1+326 do 4+000:
  - wykonanie wzmocnienia podłoża i dolnych warstw konstrukcji na istn. poszerzeniach + wzmocnienie siatką z drutu stalowego + wykonanie wzmocnionych górnych warstw konstrukcji na całej szerokości jezdni,
  - j.w. lecz z zastosowaniem recyklingu na zimno (do warstwy podbudowy zasadniczej na poszerzeniach jezdni),
  - j.w. lecz z zastosowaniem recyklingu na zimno (do warstwy podbudowy zasadniczej na całej szerokości jezdni),
- na odcinku 1.2 od km 4+000 do 5+370:
  - wykonanie wzmocnienia podłoża i dolnych warstw konstrukcji na istn. poszerzeniach + wzmocnienie siatką z drutu stalowego + wykonanie wzmocnionych górnych warstw konstrukcji na całej szerokości jezdni,
  - j.w. lecz z zastosowaniem recyklingu na zimno (do warstwy podbudowy zasadniczej na poszerzeniach jezdni),
- na odcinku 1.3 od km 5+370 do 5+769:
  - wymiana istniejących warstw mineralno-bitumicznych,
- na odcinku 2 od km 5+889 do 6+887:
  - wymiana warstwy ścieralnej nawierzchni jezdni.

## 4. Opis projektowanych sposobów naprawy

### 4.1. Naprawa nawierzchni drogi

#### 4.1.1. Odcinek 1.1 - od km 1+326 do 4+000

Wymagana zastępcza grubość wzmocnienia  $H_{zast.}$  wynosi 30 cm.

4.1.1.1. Wariant 1 - wymiana istniejących warstw bitumicznych i wzmocnienie (podbudowa z mieszanki niezwiązanej)

Zaprojektowano usunięcie istniejących warstw mineralno-bitumicznych o grubości od 3 do 12 cm i wykonanie nowych warstw w następującym układzie:

4 cm	-	Warstwa ścieralna z SMA11
8 cm	-	Warstwa wiążąca z AC16W
1 cm	-	Warstwa slurry seal z siatką z drutu stalowego
min. 5 cm	-	Warstwa wyrównawcza z AC16W
<hr/>		
<b>min. 18 cm</b>	-	<b>Grubość konstrukcji</b>

Istniejące warstwy nawierzchni



Wymagane i projektowane grubości zastępcze wymienianej konstrukcji przedstawia Tabela 7.

Tabela 7. Wymagane i projektowane grubości zastępcze wymienianej konstrukcji

Numer odwiertu	Wymagana grubość zastępcza $H_{\text{zast. wym.}}$ (istniejące warstwy bitumiczne <sup>1)</sup> + wymagane wzmocnienie)	Projektowana grubość zastępcza $H_{\text{zast. proj.}}$ (nowe warstwy <sup>2)</sup> )
1 - 3	$3 \times 1,5 + 30 = 34,5 \text{ cm}$	$(4 + 8 + 1 + 5) \times 2,0 = 36 \text{ cm}$

<sup>1)</sup> – ze względu na zły stan istniejących warstw bitumicznych przyjęto dla nich współczynnik materiałowy  $a = 1,5$  (zamiast 2,0).

<sup>2)</sup> – dla projektowanych warstw konstrukcyjnych przyjęto następujące współczynniki materiałowe:

- beton asfaltowy i SMA – 2,0.

Projektowana grubość zastępcza jest we wszystkich przekrojach większa od wymaganej (przy uwzględnieniu usunięcia istniejących warstw mineralno-smołowych).

Ze względu na bardzo zły stan istniejącej nawierzchni na wykonanych wcześniej poszerzeniach, niepewny stan podbudowy oraz brak mrozoodporności podłoża, przyjęto usunięcie strefy krawędziowej nawierzchni o szerokości ok. 1,0 m i wykonanie w tym miejscu nowej konstrukcji nawierzchni i ulepszanego podłoża w następującym układzie warstw:

- 4 cm - Warstwa ścieralna z SMA11
- 8 cm - Warstwa wiążąca z AC16W
- 1 cm - Warstwa slurry seal z siatką z drutu stalowego
- min. 5 cm - Warstwa wyrównawcza z AC16W
- 15 cm - Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej 0/31.5 z kruszywem  $C_{90/3}$

---

**min. 33 cm - Grubość konstrukcji**

---

- 18 cm - Podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraul.
  - 40 cm - Warstwa ulepszanego podłoża / warstwa odsączająca z mieszanki niezwiązanej
- 

Podłoże G4 o module sprężystości (wtórnym)  $E_2 \geq 25 \text{ MPa}$

Sprawdzenie warunku mrozoodporności podłoża (dla podłoża G4):

$$0,33 + 0,18 + 0,40 = 0,91\text{m} > 0,70 \cdot 0,80\text{m} = 0,56\text{m} - \text{warunek spełniony.}$$

Wykonanie pełnej konstrukcji nawierzchni i ulepszanego podłoża na poszerzeniach zapewni wymaganą mrozoodporność podłoża nawierzchni oraz odpowiednie odwodnienie dolnych warstw konstrukcji, nie jest jednak zabezpieczeniem przed wpływem słabonośnego podłoża nasypu drogowego (namuły organiczne w stanie plastycznym, na których posadowiony jest istniejący nasyp). Pełne zabezpieczenie korpusu drogowego w tym przypadku wymaga zastosowania kosztownych specjalistycznych metod, które wymagają odrębnych analiz i nie są przedmiotem niniejszego opracowania. Proponowanym rozwiązaniem, które ograniczy w pewnym stopniu negatywne oddziaływanie słabego podłoża jest wzmocnienie nawierzchni za pomocą siatki z drutu stalowego z użyciem mieszanki slurry seal.

Siatkę z drutu stalowego stosuje się w warstwach asfaltowych nowych i istniejących nawierzchni, przede wszystkim w celu:

- ograniczenia deformacji warstw wierzchnich,
- zwiększenia odporności nawierzchni na obciążenia dynamiczne,
- zapewnienia optymalnego rozkładu obciążeń,
- naprawy nawierzchni ze spękaniem zmęczeniowymi.

Takie rozwiązanie poprawi rozkład obciążeń w podbudowie i podłożu, zwiększy odporność nawierzchni na spękania zmęczeniowe i na obciążenia dynamiczne oraz poprawi stabilność

nawierzchni w strefie poszerzeń. Wszystko to przyczyni się do zwiększenia trwałości nawierzchni.

Konstrukcje zostały tak dobrane, aby możliwe było „przewiązanie” warstw na połączeniu nowej i wzmacnianej nawierzchni.

#### 4.1.1.2. Wariant 2 - wymiana istniejących warstw bitumicznych i wzmocnienie (podbudowa z mieszanki MCE)

Przebudowa nawierzchni zawierających warstwy smołowe poprzez recykling nawierzchni na zimno na miejscu jest metodą zalecaną przez „Katalog Przebudów i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych KPRNPP-2013” opracowanym przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad w roku 2013.

Recykling na zimno z zastosowaniem mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE) polega na frezowaniu zniszczonych drogowych warstw bitumicznych i wymieszaniu uzyskanego rozdrobnionego materiału, zwanego destruktem, z kruszywem łamanym, cementem i emulsją asfaltową w urządzeniach stacjonarnych lub bezpośrednio na drodze przy użyciu odpowiednich maszyn.

Doświadczenia praktyczne w wykonywaniu podbudów MCE pozwalają stwierdzić, że należy przyjąć orientacyjny następujący procentowy udział składników – 46% destruktu, 46% doziarnienia kruszywem łamanym o uziarnieniu do 25 mm, 5% dodatku cementu i do 3% dodatku emulsji asfaltowej przy założeniu, że zawartość starego lepiszcza w destrukcie wynosi < 8%. Szczegółową recepturę mieszanki MCE ustala wykonawca robót po dokonaniu badań składu istniejących warstw bitumicznych.

Wzmocnienie siatką z drutu stalowego jak w wariancie 1.

Zaprojektowano usunięcie istniejących warstw mineralno-bitumicznych o grubości od 3 do 12 cm i wykonanie nowych warstw w następującym układzie:

- 4 cm - Warstwa ścieralna z SMA11
- 8 cm - Warstwa wiążąca z AC16W
- 1 cm - Warstwa slurry seal z siatką z drutu stalowego
- min. 5 cm - Warstwa wyrównawcza z AC16W

---

**min. 18 cm - Grubość konstrukcji**

---

Istniejące warstwy nawierzchni

Wymagane i projektowane grubości zastępcze wymienianej konstrukcji przedstawia Tabela 8.

Tabela 8. Wymagane i projektowane grubości zastępcze wymienianej konstrukcji

Numer odwiertu	Wymagana grubość zastępcza $H_{zast. wym.}$ (istniejące warstwy bitumiczne <sup>1)</sup> + wymagane wzmocnienie)	Projektowana grubość zastępcza $H_{zast. proj.}$ (nowe warstwy <sup>2)</sup> )
1 - 3	$3 \times 1,5 + 30 = 34,5 \text{ cm}$	$(4 + 8 + 1 + 5) \times 2,0 = 36 \text{ cm}$

<sup>1)</sup> – ze względu na zły stan istniejących warstw bitumicznych przyjęto dla nich współczynnik materiałowy  $a = 1,5$  (zamiast 2,0).

<sup>2)</sup> – dla projektowanych warstw konstrukcyjnych przyjęto następujące współczynniki materiałowe:

- beton asfaltowy i SMA – 2,0.

Projektowana grubość zastępcza jest we wszystkich przekrojach większa od wymaganej (przy uwzględnieniu usunięcia istniejących warstw mineralno-smołowych).

Ze względu na bardzo zły stan istniejącej nawierzchni na wykonanych wcześniej poszerzeniach, niepewny stan podbudowy oraz brak mrozoodporności podłoża, przyjęto usunięcie strefy krawędziowej nawierzchni o szerokości ok. 1,0 m i wykonanie w tym miejscu nowej konstrukcji nawierzchni i ulepszonych podłoża w następującym układzie warstw:

4 cm	-	Warstwa ścieralna z SMA11
8 cm	-	Warstwa wiążąca z AC16W
1 cm	-	Warstwa slurry seal z siatką z drutu stalowego
min. 5 cm	-	Warstwa wyrównawcza z AC16W
25 cm	-	Podbudowa zasadnicza z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej MCE
<b>min. 43 cm - Grubość konstrukcji</b>		
40 cm	-	Warstwa ulepszanego podłoża / warstwa odsączająca z mieszanki niezwiązanej
Podłoże G4 o module sprężystości (wtórnym) $E_2 \geq 25$ MPa		

Sprawdzenie warunku mrozoodporności podłoża (dla podłoża G4):  
 $0,43 + 0,40 = 0,83\text{m} > 0,70 \cdot 0,80\text{m} = 0,56\text{m}$  - warunek spełniony.

Takie rozwiązanie charakteryzuje się podobnymi cechami jak rozwiązanie w wariantcie 1 (z podbudową z mieszanki niezwiązanej na poszerzeniach). Ponadto, pozwala na przyjazne dla środowiska zagospodarowanie szkodliwego destruktu smołowego.

Konstrukcje zostały tak dobrane, aby możliwe było „przewiązanie” warstw na połączeniu nowej i wzmacnianej nawierzchni.

Materiał uzyskany z frezowania warstw nawierzchni (z lepiszczem smołowym) zostanie w części wykorzystany do przygotowania mieszanki MCE, w pozostałej części do ew. wykorzystania na innej inwestycji lub do utylizacji.

#### 4.1.1.3. Wariant 3 - wymiana istniejących warstw bitumicznych i wzmocnienie (warstwa wzmacniająco-wyrównawcza z mieszanki MCE)

Technologia MCE jak w wariantcie 2.

Wzmocnienie siatką z drutu stalowego jak w wariantcie 1 i 2.

Zaprojektowano usunięcie istniejących warstw mineralno-bitumicznych o grubości od 3 do 12 cm i wykonanie nowych warstw w następującym układzie:

4 cm	-	Warstwa ścieralna z SMA11
5 cm	-	Warstwa wiążąca z AC16W
1 cm	-	Warstwa slurry seal z siatką z drutu stalowego
min. 15 cm	-	Warstwa wyrównawcza z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej MCE
<b>min. 25 cm - Grubość konstrukcji</b>		
Istniejące warstwy nawierzchni		

Wymagane i projektowane grubości zastępcze wymienianej konstrukcji przedstawia Tabela 9.

Tabela 9. Wymagane i projektowane grubości zastępcze wymienianej konstrukcji

Numer odwiertu	Wymagana grubość zastępcza $H_{\text{zast. wvm.}}$ (istniejące warstwy bitumiczne <sup>1)</sup> + wymagane wzmocnienie)	Projektowana grubość zastępcza $H_{\text{zast. proi.}}$ (nowe warstwy <sup>2)</sup> )
1 - 3	$3 \times 1,5 + 30 = 34,5$ cm	$(4 + 5 + 1 + 15) \times 2,0 = 48$ cm

<sup>1)</sup> – ze względu na zły stan istniejących warstw bitumicznych przyjęto dla nich współczynnik materiałowy  $a = 1,5$  (zamiast 2,0).

<sup>2)</sup> – dla projektowanych warstw konstrukcyjnych przyjęto następujące współczynniki materiałowe:

- beton asfaltowy i SMA – 2,0,
- mieszanka mineralno-cementowo-emulsyjna MCE – 2,0.

Projektowana grubość zastępcza jest we wszystkich przekrojach większa od wymaganej (przy uwzględnieniu usunięcia istniejących warstw mineralno-smołowych).



Ze względu na bardzo zły stan istniejącej nawierzchni na wykonanych wcześniej poszerzeniach, niepewny stan podbudowy oraz brak mrozoodporności podłoża, przyjęto usunięcie strefy krawędziowej nawierzchni o szerokości ok. 1,0 m i wykonanie w tym miejscu nowej konstrukcji nawierzchni i ulepszanego podłoża w następującym układzie warstw:

4 cm	- Warstwa ścieralna z SMA11
5 cm	- Warstwa wiążąca z AC16W
1 cm	- Warstwa slurry seal z siatką z drutu stalowego
25 cm	- Warstwa z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej MCE
<b>35 cm</b>	<b>- Grubość konstrukcji</b>
18 cm	- Podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraul.
40 cm	- Warstwa ulepszanego podłoża / warstwa odsączająca z mieszanki niezwiązanej
Podłoże G4 o module sprężystości (wtórnym) $E_2 \geq 25$ MPa	

Sprawdzenie warunku mrozoodporności podłoża (dla podłoża G4):

$$0,35 + 0,18 + 0,40 = 0,93\text{m} > 0,70 \cdot 0,80\text{m} = 0,56\text{m} - \text{warunek spełniony.}$$

Takie rozwiązanie charakteryzuje się podobnymi cechami jak rozwiązanie w wariantie 2 (z podbudową z mieszanki MCE na poszerzeniach). Ponadto, pozwala w największym stopniu na przyjazne dla środowiska zagospodarowanie szkodliwego destruktu smołowego. Rozwiązanie pozwala na zmniejszenie ilości nowych warstw bitumicznych, które zostaną wbudowane w nawierzchnię - zastąpienie warstwy wyrównawczej z AC16W mieszanką MCE. Bardzo nierówna istniejąca nawierzchnia (zarówno w przekroju poprzecznym, jak i podłużnym wymaga stosunkowo dużej ilości materiału na warstwę wyrównawczą).

Konstrukcje zostały tak dobrane, aby możliwe było „przewiązanie” warstw na połączeniu nowej i wzmacnianej nawierzchni.

Materiał uzyskany z frezowania warstw nawierzchni (z lepiszczem smołowym) zostanie w części wykorzystany do przygotowania mieszanki MCE, w pozostałej części do ew. wykorzystania na innej inwestycji lub do utylizacji.

#### 4.1.2. Odcinek 1.2 - od km 4+000 do 5+370

Wymagana zastępcza grubość wzmocnienia  $H_{\text{zast.}}$  wynosi 10 cm.

4.1.2.1. Wariant 1 - wymiana istniejących warstw bitumicznych i wzmocnienie (podbudowa z mieszanki niezwiązanej)

Zaprojektowano usunięcie istniejących warstw mineralno-bitumicznych o grubości od 3 do 15 cm i wykonanie nowych warstw w następującym układzie:

4 cm	- Warstwa ścieralna z SMA11
5 cm	- Warstwa wiążąca z AC16W
1 cm	- Warstwa slurry seal z siatką z drutu stalowego
min. 3 cm	- Warstwa wyrównawcza z AC16W
<b>min. 13 cm</b>	<b>- Grubość konstrukcji</b>
Istniejące warstwy nawierzchni	

Wymagane i projektowane grubości zastępcze wymienianej konstrukcji przedstawia Tabela 10.

Tabela 10. Wymagane i projektowane grubości zastępcze wymienianej konstrukcji

Numer odwiertu	Wymagana grubość zastępcza $H_{\text{zast. wym.}}$ (istniejące warstwy bitumiczne <sup>1)</sup> + wymagane wzmocnienie)	Projektowana grubość zastępcza $H_{\text{zast. proi.}}$ (nowe warstwy <sup>2)</sup> )
3 - 4	$3 \times 1,5 + 10 = 14,5$ cm	$(4 + 5 + 1 + 3) \times 2,0 = 26$ cm

<sup>1)</sup> – ze względu na zły stan istniejących warstw bitumicznych przyjęto dla nich współczynnik materiałowy  $a = 1,5$  (zamiast 2,0).

<sup>2)</sup> – dla projektowanych warstw konstrukcyjnych przyjęto następujące współczynniki materiałowe:

- beton asfaltowy i SMA – 2,0.

Projektowana grubość zastępcza jest we wszystkich przekrojach większa od wymaganej (przy uwzględnieniu usunięcia istniejących warstw mineralno-smołowych).

Ze względu na bardzo zły stan istniejącej nawierzchni na wykonanych wcześniej poszerzeniach, niepewny stan podbudowy oraz brak mrozoodporności podłoża, przyjęto usunięcie strefy krawędziowej nawierzchni o szerokości ok. 1,0 m i wykonanie w tym miejscu nowej konstrukcji nawierzchni i ulepszonych podłoża w następującym układzie warstw:

4 cm	-	Warstwa ścieralna z SMA11
5 cm	-	Warstwa wiążąca z AC16W
1 cm	-	Warstwa slurry seal z siatką z drutu stalowego
min. 6 cm	-	Warstwa wyrównawcza z AC16W
20 cm	-	Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej 0/31.5 z kruszywem C <sub>90/3</sub>
<hr/>		
<b>min. 36 cm</b>	-	<b>Grubość konstrukcji</b>
18 cm	-	Podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym
40 cm	-	Warstwa ulepszonych podłoża / warstwa odsączająca z mieszanki niezwiązanej
<hr/>		
Podłoże G4 o module sprężystości (wtórnym) $E_2 \geq 25$ MPa		

Sprawdzenie warunku mrozoodporności podłoża (dla podłoża G4):

$$0,36 + 0,18 + 0,40 = 0,94\text{m} > 0,70 \cdot 0,80\text{m} = 0,56\text{m} - \text{warunek spełniony.}$$

Wykonanie pełnej konstrukcji nawierzchni i ulepszonych podłoża na poszerzeniach zapewni wymaganą mrozoodporność podłoża nawierzchni oraz odpowiednie odwodnienie dolnych warstw konstrukcji, nie jest jednak zabezpieczeniem przed wpływem słabonośnego podłoża nasypu drogowego (namuły organiczne w stanie plastycznym, na których posadowiony jest istniejący nasyp). Pełne zabezpieczenie korpusu drogowego w tym przypadku wymaga zastosowania kosztownych specjalistycznych metod, które wymagają odrębnych analiz i nie są przedmiotem niniejszego opracowania. Proponowanym rozwiązaniem, które ograniczy w pewnym stopniu negatywne oddziaływanie słabego podłoża jest wzmocnienie nawierzchni za pomocą siatki z drutu stalowego z użyciem mieszanki slurry seal.

Siatkę z drutu stalowego stosuje się w warstwach asfaltowych nowych i istniejących nawierzchni, przede wszystkim w celu:

- ograniczenia deformacji warstw wierzchnich,
- zwiększenia odporności nawierzchni na obciążenia dynamiczne,
- zapewnienia optymalnego rozkładu obciążeń,
- naprawy nawierzchni ze spękaniami zmęczeniowymi.

Takie rozwiązanie poprawi rozkład obciążeń w podbudowie i podłożu, zwiększy odporność nawierzchni na spękania zmęczeniowe i na obciążenia dynamiczne oraz poprawi stabilność nawierzchni w strefie poszerzeń. Wszystko to przyczyni się do zwiększenia trwałości nawierzchni.

Konstrukcje zostały tak dobrane, aby możliwe było „przewiązanie” warstw na połączeniu nowej i wzmacnianej nawierzchni.

#### 4.1.2.2. Wariant 2 - wymiana istniejących warstw bitumicznych i wzmocnienie (podbudowa z mieszanki MCE)

Technologia MCE jak na odcinku 1.1.

Wzmocnienie siatką z drutu stalowego jak w wariantcie 1.

Przebudowa nawierzchni zawierających warstwy smołowe poprzez recykling nawierzchni na zimno na miejscu jest metodą zalecaną przez „Katalog Przebudów i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych KPRNPP-2013” opracowanym przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad w roku 2013.

Recykling na zimno z zastosowaniem mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE) polega na frezowaniu zniszczonych drogowych warstw bitumicznych i wymieszaniu uzyskanego rozdrobnionego materiału, zwanego destruktem, z kruszywem łamanym, cementem i emulsją asfaltową w urządzeniach stacjonarnych lub bezpośrednio na drodze przy użyciu odpowiednich maszyn.

Doświadczenia praktyczne w wykonywaniu podbudów MCE pozwalają stwierdzić, że należy przyjąć orientacyjny następujący procentowy udział składników – 46% destruktu, 46% doziarnienia kruszywem łamanym o uziarnieniu do 25 mm, 5% dodatku cementu i do 3% dodatku emulsji asfaltowej przy założeniu, że zawartość starego lepiszcza w destrukcie wynosi < 8%. Szczegółową recepturę mieszanki MCE ustala wykonawca robót po dokonaniu badań składu istniejących warstw bitumicznych.

Zaprojektowano usunięcie istniejących warstw mineralno-bitumicznych o grubości od 3 do 15 cm i wykonanie nowych warstw w następującym układzie:

- 4 cm - Warstwa ścieralna z SMA11
- 5 cm - Warstwa wiążąca z AC16W
- 1 cm - Warstwa slurry seal z siatką z drutu stalowego
- min. 3 cm - Warstwa wyrównawcza z AC16W

---

**min. 13 cm - Grubość konstrukcji**

---

Istniejące warstwy nawierzchni

Wymagane i projektowane grubości zastępcze wymienianej konstrukcji przedstawia Tabela 11.

Tabela 11. Wymagane i projektowane grubości zastępcze wymienianej konstrukcji

Numer odwiertu	Wymagana grubość zastępcza $H_{zast. wym.}^{1)}$ (istniejące warstwy bitumiczne + wymagane wzmocnienie)	Projektowana grubość zastępcza $H_{zast. proj.}^{2)}$ (nowe warstwy <sup>2)</sup> )
3 - 4	$3 \times 1,5 + 10 = 14,5 \text{ cm}$	$(4 + 5 + 1 + 3) \times 2,0 = 26 \text{ cm}$

<sup>1)</sup> – ze względu na zły stan istniejących warstw bitumicznych przyjęto dla nich współczynnik materiałowy  $a = 1,5$  (zamiast 2,0).

<sup>2)</sup> – dla projektowanych warstw konstrukcyjnych przyjęto następujące współczynniki materiałowe:

- beton asfaltowy i SMA – 2,0.

Projektowana grubość zastępcza jest we wszystkich przekrojach większa od wymaganej (przy uwzględnieniu usunięcia istniejących warstw mineralno-smołowych).

Ze względu na bardzo zły stan istniejącej nawierzchni na wykonanych wcześniej poszerzeniach, niepewny stan podbudowy oraz brak mrozoodporności podłoża, przyjęto usunięcie strefy krawędziowej nawierzchni o szerokości ok. 1,0 m i wykonanie w tym miejscu nowej konstrukcji nawierzchni i ulepszanego podłoża w następującym układzie warstw:

- 4 cm - Warstwa ścieralna z SMA11
- 5 cm - Warstwa wiążąca z AC16W
- 1 cm - Warstwa slurry seal z siatką z drutu stalowego
- min. 3 cm - Warstwa wyrównawcza z AC16W
- 25 cm - Podbudowa zasadnicza z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej MCE

---

**min. 38 cm - Grubość konstrukcji**

---

- 40 cm - Warstwa ulepszanego podłoża / warstwa odsączająca z mieszanki niezwiązanej
- 

Podłoże G4 o module sprężystości (wtórnym)  $E_2 \geq 25 \text{ MPa}$

Sprawdzenie warunku mrozoodporności podłoża (dla podłoża G4):

$$0,38 + 0,40 = 0,78 \text{ m} > 0,70 \cdot 0,80 \text{ m} = 0,56 \text{ m} - \text{warunek spełniony.}$$

Takie rozwiązanie charakteryzuje się podobnymi cechami jak rozwiązanie w wariantcie 1 (z podbudową z mieszanki niezwiązanej na poszerzeniach). Ponadto, pozwala na przyjazne dla środowiska zagospodarowanie szkodliwego destruktu smołowego.

Konstrukcje zostały tak dobrane, aby możliwe było „przewiązanie” warstw na połączeniu nowej i wzmacnianej nawierzchni.

Materiał uzyskany z frezowania warstw nawierzchni (z lepiszczem smołowym) zostanie w części wykorzystany do przygotowania mieszanki MCE, w pozostałej części do ew. wykorzystania na innej inwestycji lub do utylizacji.

#### 4.1.2.3. Wariant 3 - wymiana istniejących warstw bitumicznych i wzmocnienie (warstwa wzmacniająco-wyrównawcza z mieszanki MCE)

Technologia MCE jak w wariantcie 2.

Wzmocnienie siatką z drutu stalowego jak w wariantcie 1 i 2.

Zaprojektowano usunięcie istniejących warstw mineralno-bitumicznych o grubości od 3 do 12 cm i wykonanie nowych warstw w następującym układzie:

- 4 cm - Warstwa ścieralna z SMA11
- 5 cm - Warstwa wiążąca z AC16W
- 1 cm - Warstwa slurry seal z siatką z drutu stalowego
- min. 15 cm - Warstwa wyrównawcza z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej MCE

---

#### **min. 25 cm - Grubość konstrukcji**

---

Istniejące warstwy nawierzchni

Wymagane i projektowane grubości zastępcze wymienianej konstrukcji przedstawia Tabela 12.

Tabela 12. Wymagane i projektowane grubości zastępcze wymienianej konstrukcji

Numer odwiertu	Wymagana grubość zastępcza $H_{zast. wym.}^{1)}$ (istniejące warstwy bitumiczne + wymagane wzmocnienie)	Projektowana grubość zastępcza $H_{zast. proj.}^{2)}$ (nowe warstwy <sup>2)</sup> )
3 - 4	$3 \times 1,5 + 10 = 14,5 \text{ cm}$	$(4 + 5 + 1 + 15) \times 2,0 = 48 \text{ cm}$

<sup>1)</sup> – ze względu na zły stan istniejących warstw bitumicznych przyjęto dla nich współczynnik materiałowy  $a = 1,5$  (zamiast 2,0).

<sup>2)</sup> – dla projektowanych warstw konstrukcyjnych przyjęto następujące współczynniki materiałowe:

- beton asfaltowy i SMA – 2,0,
- mieszanka mineralno-cementowo-emulsyjna MCE – 2,0.

Projektowana grubość zastępcza jest we wszystkich przekrojach większa od wymaganej (przy uwzględnieniu usunięcia istniejących warstw mineralno-smołowych).

Ze względu na bardzo zły stan istniejącej nawierzchni na wykonanych wcześniej poszerzeniach, niepewny stan podbudowy oraz brak mrozoodporności podłoża, przyjęto usunięcie strefy krawędziowej nawierzchni o szerokości ok. 1,0 m i wykonanie w tym miejscu nowej konstrukcji nawierzchni i ulepszonego podłoża w następującym układzie warstw:

- 4 cm - Warstwa ścieralna z SMA11
- 5 cm - Warstwa wiążąca z AC16W
- 1 cm - Warstwa slurry seal z siatką z drutu stalowego
- 25 cm - Warstwa z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej MCE

---

#### **35 cm - Grubość konstrukcji**

---

- 18 cm - Podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraul.
- 40 cm - Warstwa ulepszonego podłoża / warstwa odsączająca z mieszanki niezwiązanej

---

Podłoże G4 o module sprężystości (wtórnym)  $E_2 \geq 25 \text{ MPa}$

Sprawdzenie warunku mrozoodporności podłoża (dla podłoża G4):

$0,35 + 0,18 + 0,40 = 0,93\text{m} > 0,70 \times 0,80\text{m} = 0,56\text{m}$  - warunek spełniony.



Takie rozwiązanie charakteryzuje się podobnymi cechami jak rozwiązanie w wariantie 2 (z podbudową z mieszanki MCE na poszerzeniach). Ponadto, pozwala w największym stopniu na przyjazne dla środowiska zagospodarowanie szkodliwego destruktu smołowego. Rozwiązanie pozwala na zmniejszenie ilości nowych warstw bitumicznych, które zostaną wbudowane w nawierzchnię - zastąpienie warstwy wyrównawczej z AC16W mieszanką MCE. Bardzo nierówna istniejąca nawierzchnia (zarówno w przekroju poprzecznym, jak i podłużnym) wymaga stosunkowo dużej ilości materiału na warstwę wyrównawczą).

Konstrukcje zostały tak dobrane, aby możliwe było „przewiązanie” warstw na połączeniu nowej i wzmacnianej nawierzchni.

Materiał uzyskany z frezowania warstw nawierzchni (z lepiszczem smołowym) zostanie w części wykorzystany do przygotowania mieszanki MCE, w pozostałej części do ew. wykorzystania na innej inwestycji lub do utylizacji.

#### 4.1.3. Odcinek 1.3 - od km 5+370 do 5+769

Odcinek nie wymaga wzmocnienia.

##### 4.1.3.1. Wariant 1 - wymiana istniejących warstw bitumicznych

Zaprojektowano usunięcie istniejących warstw mineralno-bitumicznych o grubości od 3 do 15 cm i wykonanie nowych warstw w następującym układzie:

4 cm	-	Warstwa ścieralna z SMA11
5 cm	-	Warstwa wiążąca z AC16W
1 cm	-	Warstwa slurry seal z siatką z drutu stalowego
min. 3 cm	-	Warstwa wyrównawcza z AC16W

---

**min. 13 cm - Grubość konstrukcji**

---

Istniejące warstwy nawierzchni

Pomimo tego, że nawierzchnia na tym odcinku wykonana jest na wysokim nasypie z gruntów niewysadzinowych i występują dobre warunki wodne (grupa nośności podłoża G1), występują tam duże odkształcenia nawierzchni (głównie w przekroju poprzecznym, ale również i w podłużnym). Może to być efektem trwającego nadal osiadania nasypu wskutek ciągle trwającej konsolidacji gruntów organicznych, na których jest posadowiony. Z tego względu zaproponowano dodatkowe wzmocnienie nawierzchni za pomocą siatki z drutu stalowego z użyciem mieszanki slurry seal.

Siatkę z drutu stalowego stosuje się w warstwach asfaltowych nowych i istniejących nawierzchni, przede wszystkim w celu:

- ograniczenia deformacji warstw wierzchnich,
- zwiększenia odporności nawierzchni na obciążenia dynamiczne,
- zapewnienia optymalnego rozkładu obciążeń,
- naprawy nawierzchni ze spękaniami zmęczeniowymi.

Takie rozwiązanie poprawi rozkład obciążeń w podbudowie i podłożu, zwiększy odporność nawierzchni na spękania zmęczeniowe i na obciążenia dynamiczne oraz poprawi stabilność nawierzchni. Wszystko to przyczyni się do zwiększenia trwałości nawierzchni.

##### 4.1.3.2. Wariant 2 - wymiana istniejących warstw bitumicznych (warstwa wyrównawcza z mieszanki MCE)

Technologia MCE jak na odcinku 1.1.

Wzmocnienie siatką z drutu stalowego jak w wariantie 1.

Zaprojektowano usunięcie istniejących warstw mineralno-bitumicznych o grubości od 3 do 15 cm i wykonanie nowych warstw w następującym układzie:

4 cm	-	Warstwa ścieralna z SMA11
5 cm	-	Warstwa wiążąca z AC16W
1 cm	-	Warstwa slurry seal z siatką z drutu stalowego
min. 15 cm	-	Warstwa wyrównawcza z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej MCE

---

**min. 25 cm - Grubość konstrukcji**

---

Istniejące warstwy nawierzchni

Takie rozwiązanie charakteryzuje się podobnymi cechami jak rozwiązanie w wariacie 1. Ponadto, pozwala w największym stopniu na przyjazne dla środowiska zagospodarowanie szkodliwego destruktu smołowego. Rozwiązanie pozwala na zmniejszenie ilości nowych warstw bitumicznych, które zostaną wbudowane w nawierzchnię - zastąpienie warstwy wyrównawczej z AC16W mieszanką MCE. Bardzo nierówna istniejąca nawierzchnia (zarówno w przekroju poprzecznym, jak i podłużnym wymaga stosunkowo dużej ilości materiału na warstwę wyrównawczą).

Materiał uzyskany z frezowania warstw nawierzchni (z lepiszczem smołowym) zostanie w części wykorzystany do przygotowania mieszanki MCE, w pozostałej części do ew. wykorzystania na innej inwestycji lub do utylizacji.

#### 4.1.4. Odcinek 2 - od km 5+889 do 6+887

Odcinek nie wymaga wzmocnienia.

##### 4.1.4.1. Wariant 1 - wymiana istniejącej warstwy ścieralnej

Zaprojektowano usunięcie istniejącej warstwy ścieralnej frezowaniem o stałej grubości 4 cm i wykonanie nowej warstwy w następującym układzie:

4 cm	-	Warstwa ścieralna z SMA11
min. 3 cm	-	Warstwa wyrównawcza z AC16W

---

<b>min. 7 cm</b>	-	<b>Grubość konstrukcji</b>
------------------	---	----------------------------

---

Istniejące warstwy nawierzchni

Wadą tego rozwiązania jest pozostawienie w nawierzchni warstwy mineralno-smołowej o słabej odporności na odkształcenia lepkoplastyczne. Alternatywą dla takiego rozwiązania jest wzmocnienie nawierzchni np. siatką z drutu stalowego - wariant 2.

##### 4.1.4.2. Wariant 2 - wymiana istniejącej warstwy ścieralnej i wzmocnienie siatką

Zaprojektowano usunięcie istniejącej warstwy ścieralnej frezowaniem o stałej grubości 4 cm i wykonanie nowej warstwy w następującym układzie:

5 cm	-	Warstwa ścieralna z SMA11
1 cm	-	Warstwa slurry seal z siatką z drutu stalowego
min. 3 cm	-	Warstwa wyrównawcza z AC16W

---

<b>min. 9 cm</b>	-	<b>Grubość konstrukcji</b>
------------------	---	----------------------------

---

Istniejące warstwy nawierzchni

Dodatkowe wzmocnienie nawierzchni za pomocą siatki z drutu stalowego z użyciem mieszanki slurry seal zaproponowano w związku ze słabą odpornością istniejących warstw mineralno-smołowych na odkształcenia lepkoplastyczne oraz pojawiające się spękania siatkowe o charakterze zmeczeniowym.

Siatkę z drutu stalowego stosuje się w warstwach asfaltowych nowych i istniejących nawierzchni, przede wszystkim w celu:

- ograniczenia deformacji warstw wierzchnich,
- zwiększenia odporności nawierzchni na obciążenia dynamiczne,
- zapewnienia optymalnego rozkładu obciążeń,
- naprawy nawierzchni ze spękaniem zmęczeniowym.

Takie rozwiązanie poprawi rozkład obciążeń w podbudowie i podłożu, zwiększy odporność nawierzchni na spękania zmęczeniowe i na obciążenia dynamiczne oraz poprawi stabilność nawierzchni. Wszystko to przyczyni się do zwiększenia trwałości nawierzchni.

#### 4.2. Konstrukcja nawierzchni na zjazdach

W celu dowiązania nawierzchni zjazdów do wzmocnionej/wyremontowanej nawierzchni drogi przyjęto:

a) dla zjazdów o nawierzchni gruntowej - wykonanie nawierzchni z kruszywa łamanego (mieszanki niezwiązanej 0/31.5 z kruszywem C<sub>90/3</sub>) o grubości 25 cm,

b) dla zjazdów o nawierzchni bitumicznej - wyrównanie nawierzchni warstwą z kruszywa łamanego (mieszanki niezwiązanej 0/31.5 z kruszywem C<sub>90/3</sub>) i wykonanie warstw z mieszanki mineralno-asfaltowej w następującym układzie warstw:

4 cm	-	Warstwa ścieralna z SMA 0/11
5 cm	-	Warstwa wiążąca z AC16W
min. 12 cm	-	Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej 0/31.5 z kruszywem C <sub>90/3</sub>
<b>21 cm</b>		<b>Grubość konstrukcji</b>
Istniejące warstwy nawierzchni		

### 4.3. Odwodnienie

Odwodnienie drogi jest kluczowym czynnikiem wpływającym na stan techniczny, a przede wszystkim na trwałość nawierzchni. Istniejący system rowów jest rozwiązaniem dobrym w warunkach jakie występują na tej drodze, jednak wymaga odtworzenia pierwotnych parametrów i prawidłowego utrzymania, tak aby funkcjonował zgodnie z założeniami. Najważniejszym zadaniem jest utrzymanie odpowiednich pochyłości i wysokości poboczy, tak aby nie dopuścić do infiltracji wody w strefie krawędzi nawierzchni.

Konieczne jest ścięcie i wyprofilowanie poboczy w celu uzyskania ich odpowiednich pochyłości (8%) oraz oczyszczenie i wyprofilowanie rowów.

Ze względu na wysoki poziom wody gruntowej konieczne jest również zapewnienie odwodnienia wgłębnego nawierzchni, czyli wykonanie warstwy odsączającej (zgodnie z propozycją dla odcinków 1.1 i 1.2).

Ze względu na zły stan istniejących przepustów konieczne jest wykonanie co najmniej:

- P-1 w km 1+801 o średnicy Ø 800 mm - wymaga oczyszczenia oraz konserwacji,
- P-2 w km 2+020 o średnicy Ø 1000 mm - wymaga oczyszczenia oraz konserwacji,
- P-3 w km 2+060 o średnicy Ø 800 mm (dane z mapy) - najprawdopodobniej wymaga rozbiórki i budowy na nowo,
- P-4 w km 2+240 o średnicy Ø 600 mm - wymaga rozbiórki i budowy na nowo,
- P-5 w km 5+740 o przekroju prostokątnym 2500x2500 mm - wymaga gruntownego remontu.

Powyższe roboty nie są objęte niniejszym opracowaniem.

## 5. Podsumowanie

Z zaproponowanych sposobów naprawy nawierzchni drogi dla odcinków 1.1, 1.2 i 1.3 najkorzystniejszy wydaje się wybór wariantów z zastosowaniem warstwy wzmacniająco-wyrównawczej z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej MCE (wariant 3 dla odcinków 1.1 i 1.2 oraz wariant 2 dla odcinka 1.3). Rozwiązanie takie pomimo tego, że przewiduje dla odcinków 1.2 i 1.3 większe grubości warstw niż to wynika z obliczeń opartych na pomierzonych ugięciach posiada następujące zalety:

- zachowuje jednolitą technologię na całym odcinku do mostu na Noteci (od km 1+326 do km 5+769),
- pozwala na wyrównanie występujących dużych deformacji nawierzchni mieszanką MCE bez stosowania kosztownej warstwy wyrównawczej z mma,
- pozwala na zagospodarowanie szkodliwych dla środowiska mieszanek mineralno-smołowych bez konieczności ich utylizacji.

Zważywszy na opisane powyżej niekorzystne parametry podłoża gruntowego (odcinki 1.1, 1.2 i 1.3) oraz właściwości istniejących warstw bitumicznych nawierzchni (odcinek 2) do decyzji zarządcy drogi pozostaje zastosowanie proponowanego wzmocnienia siatką z drutu stalowego.