

PROJEKT WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Dla zadania pn.:

**„Przebudowa drogi powiatowej nr 3515W Jedlińsk – Bartodzieje
– Łukawa – Głowaczów gm. Jastrzębia i Jedlińsk”**

na odcinkach od km 9+060,00 do km 10+145,00 oraz od km 11+280
do km 13+280.

Zlecniodawca:


Powiat Radomski

reprezentowany przez Zarząd Powiatu, w którego imieniu działa

Dyrektor Powiatowego Zarządu Dróg Publicznych w Radomiu

Joanna Chojnacka

Opracował:


Dr inż. Marcin Grygierek

PROJEKT WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI
Dla drogi powiatowej 3515W na odcinkach
od km 9+060,00 do km 10+145,00 oraz od km 11+280 do km 13+280.

Kraków, sierpień 2019

PROJEKT WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Dla drogi powiatowej 3515W na odcinkach
od km 9+060,00 do km 10+145,00 oraz od km 11+280 do km 13+280.

SPIS ZAWARTOŚCI:

1	PODSTAWA OPRACOWANIA.....	3
2	PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....	4
3	BADANIA NAWIERZCHNI.....	4
3.1	UKŁAD WARSTW NAWIERZCHNI.	4
3.2	OCENA WIZUALNA STANU USZKODZEŃ NAWIERZCHNI	7
3.3	BADANIA NOŚNOŚCI UGIĘCIOMIERZEM BELKOWYM (BELKA BENKELMANA).....	10
4	PROPOZYCJA WZMOCNIENIA NAWIERZCHNI	11
4.1	ZAŁOŻENIA OBLICZEŃ.....	11
4.2	WZMOCNIENIE NAWIERZCHNI	12
5	PODSUMOWANIE.....	15

1 PODSTAWA OPRACOWANIA

- 1.1 Dokumentacja geotechniczna z badań podłoża dla potrzeb zadania: „Opracowanie dokumentacji projektowej na przebudowę drogi powiatowej nr 3515W Jedlińsk – Bartodzieje – Łukawa – Głowaczów gmina Jastrzębia i Jedlińsk”. GEOMORR sp.j. ul. Chwałowicka 93, 44-206 Rybnik.
- 1.2 Pomiar ugięć nawierzchni Belką Benkelmana. Droga PW3515W Jedlińsk – Bartodzieje – Łukawa – Głowaczów, od km 0+000 do km 1+985 (dot. km 11+280 ÷ km 13+280) oraz od km 7+680,00 do km 10+530,00 (dot. km 9+060 ÷ km 10+145). Przedsiębiorstwo Budownictwa Drogowego PERFECT 2 Maciej Jaworski, ul. Kośna 29, 26-600 Radom. Lipiec 2019.
- 1.3 Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych. GDDKiA, W-wa 2013.
- 1.4 Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych. GDDKiA, W-wa 2014.

2 PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest ocena stanu technicznego nawierzchni drogi powiatowej 3515W Jedlińsk – Bartodzieje – Łukawa – Głowaczów na odcinkach:

- od km 9+060,00 do km 10+145,00, co odpowiada odcinkowi kontraktowemu nr 2
- od km 11+280 do km 13+280, co odpowiada odcinkowi kontraktowemu nr 3

w aspekcie określenia minimalnego zakresu wzmocnienia nawierzchni. Na podstawie ustaleń z Zarządcą drogi, nawierzchnia powinna przenieść ruch projektowany KR2, tj. 0,09 mln do 0,50 mln [oś100kN/pas].

Opracowanie wykonano na podstawie odwiertów geotechnicznych oraz przekazanych przez Zamawiającego wyników pomiaru ugięć nawierzchni ugięciomierzem belkowym [1.2].

3 BADANIA NAWIERZCHNI

3.1 UKŁAD WARSTW NAWIERZCHNI.

Warstwy konstrukcji nawierzchni zidentyfikowano na podstawie 9 otworów badawczych [1.1].

Z analizy dokumentacji geotechnicznej wynika, że nawierzchnię głównie buduje stosunkowo cienki pakiet warstw mineralno asfaltowych o zróżnicowanej grubości od 6 cm do 20 cm, przy czym przeciętna grubość pakietu MMA wynosi ok. 10 cm. Poniżej pakietu mineralno – asfaltowego według [1.1] występuje piasek o zróżnicowanej miąższości. Poniżej piasku występują grunty spoiste.

Uwzględniając w ocenie warunku mrozoodporności warstwy piasku, należy stwierdzić, że tylko otwór w km 10+025 nie spełnia wymagań w zakresie mrozoodporności (brakuje 15 cm).

Szczegółowy opis badań geotechnicznych przedstawia opracowanie [1.1].

PROJEKT WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Dla drogi powiatowej 3515W na odcinkach
od km 9+060,00 do km 10+145,00 oraz od km 11+280 do km 13+280.

Tabela 3.1.1 Zinwentaryzowany układ warstw nawierzchni i podłoża drogi powiatowej 3515 W [1.1]

Odwiert		O17	O18	O19	O21	O22
Pikietaż opracowania	km	9+005	9+500	10+025	11+020	11+530
Grubość warstw bitumicznych	m	0,06	0,13	0,20	0,30	0,10
Grubość warstw podbudowy	m	0,14 Okruchy skał	-	-	-	-
Grunt podłoża nawierzchni do głęb. odwiertu	m	1,60, Piasek (Ps)	1,87, Piasek (Ps)	0,30, Piasek (Ps) 0,60, Piasek gliniasty (Pg) 0,50, Gлина piaszczysta (Gp) 0,40, Piasek gliniasty (Pg)	0,60, Piasek (Ps) 1,10, glina (G)	0,90, piasek (Ps) 1,00, Gлина (G)
Zwierciadło wody gruntowej	m	-	-	-	-	-
Grupa nośności podłoża nawierzchni	Gi	G1	G1	G4	G4	G4
Grubość warstw niewysadzinowych	m	-	-	0,50	0,90	1,00
Wymagany warunek mrozoodporności, Gi, KR2, Jedlińsk (1,00m)	m	-	-	0,65	0,65	0,65
Brakująca grubość warstw mrozoodpornych	m	-	-	0,15	-	-

PROJEKT WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Dla drogi powiatowej 3515W na odcinkach
od km 9+060,00 do km 10+145,00 oraz od km 11+280 do km 13+280.

Tabela 3.1.2 Zinwentaryzowany układ warstw nawierzchni i podłoża drogi powiatowej 3515 W [1.1][**Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**]

Odwiert		O23	O24	O25	O26
Pikietaż opracowania	km	12+040	12+540	13+050	13+500
Grubość warstw bitumicznych	m	0,10	0,10	0,10	0,13.
Grubość warstw podbudowy	m	-	-	-	-
Grunt podłoża nawierzchni do głęb. odwiertu	m	1,60, Piasek średni (Ps) 0,30, Piasek średni przewarstwiony gliną (Ps G)	1,00, Piasek (Ps) 0,60, Gлина (G), tpi 0,30, Gлина (G), pl	1,10, Piasek drobny 0,80, Piasek drobny (Pd)	1,27, Piasek średni 0,60, Piasek średni
Zwierciadło wody gruntowej	m	-	-	1,20 ZWG	1,40 ZWG
Grupa nośności podłoża nawierzchni	Gi	G1	G4	G1	G1
Grubość warstw niewysadzinowych	m	-	1,10	-	-
Wymagany warunek mrozoodporności, Gi, KR2, Jedlińsk (1,00m)	m	-	0,65	-	-
Brakująca grubość warstw mrozoodpornych	m	-	-	-	-

3.2 OCENA WIZUALNA STANU USZKODZEŃ NAWIERZCHNI

ODCINEK NR 2 od km 9+120 do km 10+220

Ocena wizualna stanu uszkodzeń nawierzchni wskazuje na dominujące spękania pakietu mineralno – asfaltowego, które występują na całym odcinku drogi. Często występują również deformacje nawierzchni o charakterze strukturalnym. Zakres tych charakterystycznych uszkodzeń jednoznacznie wskazuje na niewystarczającą nośność nawierzchni, w tym jej podłoża. Należy również zauważyć na niektórych odcinkach niejednorodny zakres uszkodzeń w przekroju poprzecznym, co wskazuje na konieczność ujednoludzenia warunków posadowienia nawierzchni w przekroju poprzecznym.

Uwzględniając charakter uszkodzeń pakietu mineralno – asfaltowego nie może on, obecnie stanowić podbudowy dla ewentualnych warstw nakładki wzmacniającej. Konieczne byłoby jego usunięcie lub recykling np. w technologii MCE.



Rys. 3.2.1 Spękania poprzeczne oraz siatkowe warstw mineralno – asfaltowych. Widoczne pozostałości po zabiegach powierzchniowych

PROJEKT WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Dla drogi powiatowej 3515W na odcinkach
od km 9+060,00 do km 10+145,00 oraz od km 11+280 do km 13+280.



Rys. 3.2.2. Spękania, deformacje strukturalne, widoczne naprawy powierzchniowe.



Rys. 3.2.3 Spękania siatkowe obejmujące znaczną powierzchnię pasa ruchu. Zawyżona krawędź pobocza uniemożliwiająca odprowadzenie wód opadowych poza pas ruchu.

PROJEKT WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Dla drogi powiatowej 3515W na odcinkach
od km 9+060,00 do km 10+145,00 oraz od km 11+280 do km 13+280.

ODCINEK NR 3, od km 11+280 do km 13+280

Na całym odcinku występują spękania nawierzchni o małych oczkach wskazujące na brak nośności nawierzchni w tym i podłoża. Lokalnie występują naprawy powierzchniowe. Lokalnie obserwowane są również zastoiska wodne, które bardzo negatywnie oddziałują na nośność nawierzchni i wskazują na bezwzględną konieczność odprowadzenia wód z rowów przydrożnych.

Charakter oraz zakres uszkodzeń warstw bitumicznych wskazuje na konieczność ich usunięcia lub recyklingu. Bardzo istotną kwestią jest odprowadzenie wód opadowych z okolic pobocza drogi. Brak uregulowania przepływu wód opadowych spowoduje szybką degradację nośności podłoża nawierzchni po jej naprawie.



Rys. 3.2.4 Spękania, deformacje nawierzchni, zastoiska wodne przylegające do pobocza nawierzchni



Rys. 3.2.5 Spękania siatkowe o małych okach na całej szerokości drogi.

PROJEKT WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Dla drogi powiatowej 3515W na odcinkach
od km 9+060,00 do km 10+145,00 oraz od km 11+280 do km 13+280.

3.3 BADANIA NOŚNOŚCI UGIĘCIOMIERZEM BELKOWYM (BELKA BENKELMANA)

Pomiar ugięć wykonano w dniu 27 lipca 2019 belką Benkelmana. Pomiar wykonano na odcinkach:

- Od km 0+000 do km 1+985 (kilometraż roboczy), co dotyczy odcinka kontraktowego od km 11+280 do km 13+280 (odcinek nr 3), długość odcinka pomiarowego: 1,985 km. Temperatura warstw mineralno – asfaltowych wynosiła 23°C.
- Od km 0+000 do km 1+085 (kilometraż roboczy), co dotyczy odcinka kontraktowego od km 9+060 do km 10+145 (odcinek nr 2), długość odcinka pomiarowego: 1,085 km. Temperatura warstw mineralno – asfaltowych wynosiła 19°C.

Szczegóły badania przedstawia opracowanie [1.2]. W opracowaniu przedstawiono następujący podział odcinków obliczeniowych, dla których obliczono ugięcia miarodajne [1.2]:

Tab. 3.3.1 Analiza wyników pomiaru ugięć nawierzchni

km roboczy wg pomiaru ugięć	km kontraktowy	Um [mm]	fs	ft	fp	Uobl. [mm]	Uobl. dop. KR2 [mm]	Ocena warunku nośności
0,000-0,300	9+060-9+360	0,70	1,15	1,02	1,00	0,82	0,70	Niespełniona
0,300-1,085	9+360-10+145	1,02	1,15	1,02	1,00	1,20	0,70	Niespełniona
0,000-0,500	11+280-11+780	1,14	1,15	0,94	1,00	1,23	0,70	Niespełniona
0,525-1,225	11+805-12+505	0,71	1,15	0,94	1,00	0,77	0,70	Niespełniona
1,250-1,985	12+530-13+265	1,42	1,15	0,94	1,00	1,54	0,70	Niespełniona

Na podstawie Katalogu Przebudów i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych dokonano oceny nośności nawierzchni na poszczególnych odcinkach obliczeniowych. W tym celu przeliczono ugięcia miarodajne obliczając ugięcie obliczeniowe [1.3] i porównując je z dopuszczalnymi wartościami ugięć dla ruchu KR2. Wyniki analizy przedstawia tab. 3.3.1.

$$U_{obl} = U_m \times f_t \times f_s \times f_p$$

Gdzie:

Um – ugięcie miarodajne,

PROJEKT WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Dla drogi powiatowej 3515W na odcinkach
od km 9+060,00 do km 10+145,00 oraz od km 11+280 do km 13+280.

f_t – współczynnik temperaturowy, $f_t=1+0,02 \times (20-T)$, gdzie T – temperatura warstw bitumicznych w trakcie badania,

f_s – współczynnik sezonowości, dla lipca 1,15 [1.3]

f_p – współczynnik podbudowy, $f_p=1,0$

Z oceny nośności wynika, że nawierzchni nie spełnia wymagań dla ruchu KR2 i wymaga wzmocnienia.

4 PROPOZYCJA WZMOCNIENIA NAWIERZCHNI

4.1 ZAŁOŻENIA OBLICZEŃ

Minimalna grubość nakładki wzmacniającej nawierzchni w poszczególnych odcinkach obliczeniowych została określona na podstawie metody ugięć, w której wymagana grubość wzmocnienia wyrażona jest w tzw. grubości zastępczej. Grubość zastępczą wzmocnienia ($H_{zast.wym.}$) ustalono zgodnie z nomogramem [1.3], w którym $H_{zast.wym.}$ determinowane jest prognozowanym obciążeniem ruchu ($N_{100}=0,5$ mln oś100kN/pas) oraz wartością ugięcia obliczeniowego $U_{obl.}$. Rezultaty obliczeń przedstawiono w tabeli 4.1.1.

Tab. 4.1.1 Określenie wymaganej grubości zastępczej nakładki wzmacniającej

km roboczy wg pomiaru ugięć	km kontraktowy	U_m [mm]	f_s	f_t	f_p	$U_{obl.}$ [mm]	$H_{zast.wym.}$ [cm]
0,000-0,300	9+060-9+360	0,70	1,15	1,02	1,00	0,82	10
0,300-1,085	9+360-10+145	1,02	1,15	1,02	1,00	1,20	24
0,000-0,500	11+280-11+780	1,14	1,15	0,94	1,00	1,23	26
0,525-1,225	11+805-12+505	0,71	1,15	0,94	1,00	0,77	8
1,250-1,985	12+530-13+265	1,42	1,15	0,94	1,00	1,54	36

Ustalając ostateczny zakres wzmocnienia nawierzchni, poza oceną ugięć uwzględniono również wyniki oceny wizualnej stanu uszkodzeń oraz wyniki rozpoznania układu warstw nawierzchni. W związku z powyższym, w celu ochrony warstw nakładki wzmacniającej przed spękaniami odbitymi założono konieczność usunięcia istniejących warstw mineralno – asfaltowych. Szczegółowe wyniki obliczeń przedstawia punkt 4.2.

PROJEKT WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Dla drogi powiatowej 3515W na odcinkach
od km 9+060,00 do km 10+145,00 oraz od km 11+280 do km 13+280.

4.2 WZMOCNIENIE NAWIERZCHNI

Projektowana grubość nakładki wzmacniającej musi spełniać poniższy warunek (tab. 4.2.1) [1.3]:

$$H_{zast.proj.} \geq H_{zast.wym.} \quad \text{Równanie 4}$$

przy czym:

$H_{zast.wym.}$ wymagana grubość zastępcza nakładki, określona z nomogramu na rys. 3

$H_{zast.proj.}$ grubość zastępcza projektowanej nakładki, obliczona ze wzoru:

$$H_{zast.proj.} = a_1 \cdot h_1 + a_2 \cdot h_2 + \dots + a_n \cdot h_n \quad \text{Równanie 5}$$

w którym:

h_1, h_2, \dots, h_n projektowana grubość poszczególnych warstw nakładki

a_1, a_2, \dots, a_n współczynniki materiałowe poszczególnych warstw nakładki.

Ostatecznie wyniki obliczeń przedstawiają tab. 4.2.1 – Tab. 4.2.5

Tab. 4.2.1 Obliczenia wzmocnienia nawierzchni od km 9+060 do km 9+360

Obliczenie wymaganego wzmocnienia nawierzchni							
Uobl. [mm]	Hzast. wym. [cm]	Frezow anie MMA	Obliczeniowe usunięcie warstw poniżej MMA	-	-	-	H'zast.wym. [cm]
0,82	10	Średnio 13 cm	-	-	-	-	10+13x1,26*=26,4
Układ warstw wzmacniających nawierzchnię:							
Grubość [cm]	Rodzaj warstwy	„a _i ” współcz. materiałowy	Grubość zastępcza [cm]	Hzast.proj. [cm]	H'zast.wym ≤Hzast.proj.		
4	AC11S	2,0	8	39	26,4 < 39 Warunek spełniony		
8	AC16W	2,0	16				
15	MN 0/31,5 C90/3	1,0	15				
-	-	-	-				
Technologia naprawy:							
13 cm	Usunięcie istniejących warstw						
15 cm	Wbudowanie podbudowy mieszanki niezwiązanej C _{90/3} 0/31,5						
8 cm	Wbudowanie warstwy wiążącej AC16W 50/70						
4 cm	Wbudowanie warstwy ścieralnej AC11S 50/70						
Komentarz do wariantu							
Podniesienie niwelety o 14 cm							

* - współczynnik materiałowy istniejących warstw mineralno – asfaltowych oszacowany na podstawie wzoru wg [1.3]

$a_i = (E/400)^{0,333}$, przy założeniu modułu sztywności istniejących warstw mineralno – asfaltowych $E=800$ MPa,

** współczynnik materiałowy dla piasku przyjęty wg metody CBR

*** współczynnik materiałowy dla podłoża stabilizowanego cementem C1,5/2,0 oszacowany na podstawie proporcji modułów piasku niezwiązanego ($E=80$ MPa) i gruntu stabilizowanego C1,5/2,0 ($E=200$ MPa) wg Katalogi Typowych Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych – 2014, tj.

PROJEKT WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Dla drogi powiatowej 3515W na odcinkach
od km 9+060,00 do km 10+145,00 oraz od km 11+280 do km 13+280.

Tab. 4.2.2 Obliczenia wzmocnienia nawierzchni od km 9+360 do km 10+145

Obliczenie wymaganego wzmocnienia nawierzchni							
Uobl. [mm]	Hzast. wym. [cm]	Frezowa nie MMA	Obliczeniowe usunięcie warstw poniżej MMA	-	-	-	H'zast.wym. [cm]
1,20	24	Średnio 13 cm	15	-	-	-	24+13x1,26*+15x0,45** = 47,13
Układ warstw wzmacniających nawierzchnię:							
Grubość [cm]	Rodzaj warstwy	„a _i ” współcz. materiałowy	Grubość zastępcza [cm]	Hzast.proj. [cm]	H'zast.wym ≤Hzast.proj.		
4	AC11S	2,0	8	55,5	47,13 < 55 Warunek spełniony		
8	AC16W	2,0	16				
15	MN 0/31,5 C90/3	1,0	15				
15	C1,5/2,0	1,1***	16,5				
Technologia naprawy:							
13 cm	Usunięcie istniejących warstw						
15 cm	Stabilizacja gruntu in situ cementem C1,5/2,0						
15 cm	Wbudowanie podbudowy mieszanki niezwiązanej C _{90/3} 0/31,5						
8 cm	Wbudowanie warstwy wiążącej AC16W 50/70						
4 cm	Wbudowanie warstwy ściernic AC11S 50/70						
Komentarz do wariantu							
Podniesienie niwelety o 14 cm							

* - współczynnik materiałowy istniejących warstw mineralno – asfaltowych oszacowany na podstawie wzoru wg [1.3]
 $a_i = (E/400)^{0,333}$, przy założeniu modułu sztywności istniejącej warstwy mineralno – asfaltowych $E=800$ MPa,

** współczynnik materiałowy dla piasku przyjęty wg metody CBR

*** współczynnik materiałowy dla podłoża stabilizowanego cementem C1,5/2,0 oszacowany na podstawie proporcji modułów piasku niezwiązanego ($E=80$ MPa) i gruntu stabilizowanego C1,5/2,0 ($E=200$ MPa) wg Katalogi Typowych Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych – 2014, tj.

Tab. 4.2.3 Obliczenia wzmocnienia nawierzchni od km 11+280 do km 11+780

Obliczenie wymaganego wzmocnienia nawierzchni							
Uobl. [mm]	Hzast. wym. [cm]	Frezowanie MMA	Obliczeniowe usunięcie warstw poniżej MMA	-	-	-	H'zast.wym. [cm]
1,23	26	Średnio 14 cm	15	-	-	-	26+14x1,26*+15x0,45** = 50,4
Układ warstw wzmacniających nawierzchnię:							
Grubość [cm]	Rodzaj warstwy	„a _i ” współcz. materiałowy	Grubość zastępcza [cm]	Hzast.proj. [cm]	H'zast.wym ≤Hzast.proj.		
4	AC11S	2,0	8	55,5	50,4 < 55 Warunek spełniony		
8	AC16W	2,0	16				
15	MN 0/31,5 C90/3	1,0	15				
15	C1,5/2,0	1,1***	16,5				
Technologia naprawy:							
13 cm	Usunięcie istniejących warstw						
15 cm	Stabilizacja gruntu in situ cementem C1,5/2,0						
15 cm	Wbudowanie podbudowy mieszanki niezwiązanej C _{90/3} 0/31,5						
8 cm	Wbudowanie warstwy wiążącej AC16W 50/70						
4 cm	Wbudowanie warstwy ściernic AC11S 50/70						
Komentarz do wariantu							
Podniesienie niwelety o 14 cm							

PROJEKT WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Dla drogi powiatowej 3515W na odcinkach
od km 9+060,00 do km 10+145,00 oraz od km 11+280 do km 13+280.

* - współczynnik materiałowy istniejących warstw mineralno – asfaltowych oszacowany na podstawie wzoru wg [1.3]

$a_i = (E/400)^{0,333}$, przy założeniu modułu sztywności istniejący warstw mineralno – asfaltowych $E=800$ MPa,

** współczynnik materiałowy dla piasku przyjęty wg metody CBR

*** współczynnik materiałowy dla podłoża stabilizowanego cementem C1,5/2,0 oszacowany na podstawie proporcji modułów piasku niezwiązanego ($E=80$ MPa) i gruntu stabilizowanego C1,5/2,0 ($E=200$ MPa) wg Katalogi Typowych Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych – 2014, tj.

Tab. 4.2.4 Obliczenia wzmocnienia nawierzchni od km 11+780 do km 12+505

Obliczenie wymaganego wzmocnienia nawierzchni							
Uobl. [mm]	Hzast. wym. [cm]	Frezow anie MMA	Obliczeniowe usunięcie warstw poniżej MMA	-	-	-	H'zast.wym. [cm]
0,77	8	Średnio 14 cm	-	-	-	-	8+14x1,26*=26
Układ warstw wzmacniających nawierzchnię:							
Grubość [cm]	Rodzaj warstwy	„a _i ” współcz. materiałowy	Grubość zastępcza [cm]	Hzast.proj. [cm]	H'zast.wym ≤Hzast.proj.		
4	AC11S	2,0	8	39	26 < 39 Warunek spełniony		
8	AC16W	2,0	16				
15	MN 0/31,5 C90/3	1,0	15				
-	-	-	-				
Technologia naprawy:							
14 cm	Usunięcie istniejących warstw						
15 cm	Wbudowanie podbudowy mieszanki niezwiązanej C _{90/3} 0/31,5						
8 cm	Wbudowanie warstwy wiążącej AC16W 50/70						
4 cm	Wbudowanie warstwy ścieralnej AC11S 50/70						
Komentarz do wariantu							
Podniesienie niwelety o 13 cm							

* - współczynnik materiałowy istniejących warstw mineralno – asfaltowych oszacowany na podstawie wzoru wg [1.3]

$a_i = (E/400)^{0,333}$, przy założeniu modułu sztywności istniejący warstw mineralno – asfaltowych $E=800$ MPa,

** współczynnik materiałowy dla piasku przyjęty wg metody CBR

*** współczynnik materiałowy dla podłoża stabilizowanego cementem C1,5/2,0 oszacowany na podstawie proporcji modułów piasku niezwiązanego ($E=80$ MPa) i gruntu stabilizowanego C1,5/2,0 ($E=200$ MPa) wg Katalogi Typowych Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych – 2014, tj.

PROJEKT WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Dla drogi powiatowej 3515W na odcinkach
od km 9+060,00 do km 10+145,00 oraz od km 11+280 do km 13+280.

Tab. 4.2.5 Obliczenia wzmocnienia nawierzchni od km 12+530 do km 13+265

Obliczenie wymaganego wzmocnienia nawierzchni							
Uobl. [mm]	Hzast. wym. [cm]	Frezow anie MMA	Obliczeniowe usunięcie warstw poniżej MMA	-	-	-	H'zast.wym. [cm]
1,54	36	Średnio 14 cm	25	-	-	-	36+14x1,26*+25x0,45** = 65
Układ warstw wzmacniających nawierzchnię:							
Grubość [cm]	Rodzaj warstwy	„ai” współcz. materiałowy	Grubość zastępcza [cm]	Hzast.proj. [cm]	H'zast.wym ≤Hzast.proj.		
4	AC11S	2,0	8	66,5	65 < 66 Warunek spełniony		
8	AC16W	2,0	16				
15	MN 0/31,5 C90/3	1,0	15				
25	C1,5/2,0	1,1***	27,5				
Technologia naprawy:							
13 cm	Usunięcie istniejących warstw						
25 cm	Stabilizacja gruntu in situ cementem C1,5/2,0						
15 cm	Wbudowanie podbudowy mieszanki niezwiązanej C _{90/3} 0/31,5						
8 cm	Wbudowanie warstwy wiążącej AC16W 50/70						
4 cm	Wbudowanie warstwy ścieralnej AC11S 50/70						
Komentarz do wariantu							
Podniesienie niwelety o 13 cm							

* - współczynnik materiałowy istniejących warstw mineralno – asfaltowych oszacowany na podstawie wzoru wg [1.3]

$a_i = (E/400)^{0,333}$, przy założeniu modułu sztywności istniejących warstw mineralno – asfaltowych $E=800$ MPa,

** współczynnik materiałowy dla piasku przyjęty wg metody CBR

*** współczynnik materiałowy dla podłoża stabilizowanego cementem C1,5/2,0 oszacowany na podstawie proporcji modułów piasku niezwiązanego ($E=80$ MPa) i gruntu stabilizowanego C1,5/2,0 ($E=200$ MPa) wg Katalogi Typowych Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych – 2014, tj.

5 PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonej analizy danych, proponuje się następującą technologię wzmocnienia nawierzchni:

od km 9+060 do km 9+360; od km 11+780 do km 12+505

- średnio 13-14 cm, usunięcie istniejących warstw mineralno – asfaltowych,
- zagęszczenie podłoża nawierzchni,
- 15 cm, podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej C90/3, 0/31,5, $E_2 = \min. 130$ MPa, $E_2/E_1 = \max 2,2$,
- 8 cm, warstwa wiążąca AC16W 50/70,
- 4 cm, warstwa ścieralna AC11S 50/70

od km 9+360 do km 10+145; od km 11+280 do km 11+780;

- średnio 13-14 cm, usunięcie istniejących warstw mineralno – asfaltowych,
- 15 cm, stabilizacja istniejącego podłoża cementem,

PROJEKT WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Dla drogi powiatowej 3515W na odcinkach
od km 9+060,00 do km 10+145,00 oraz od km 11+280 do km 13+280.

- 15 cm, podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej C90/3, 0/31,5, $E2 \geq \min. 130 \text{ MPa}$, $E2/E1 = \max 2,2$,
- 8 cm, warstwa wiążąca AC16W 50/70,
- 4 cm, warstwa ścieralna AC11S 50/70

od km 12+530 do km 13+265

- średnio 14 cm, usunięcie istniejących warstw mineralno – asfaltowych,
- 25 cm, stabilizacja istniejącego podłoża cementem,
- 15 cm, podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej C90/3, 0/31,5, $E2 \geq \min. 130 \text{ MPa}$, $E2/E1 = \max 2,2$,
- 8 cm, warstwa wiążąca AC16W 50/70,
- 4 cm, warstwa ścieralna AC11S 50/70

UWAGA

W przypadku gdy grubość frezowanych warstw mineralno – asfaltowych jest większa od wartości średniej, różnicę grubości należy dodać do grubości gruntu stabilizowanego cementem.

Za kluczowe należy uznać konieczność zapewnienia odprowadzania wód opadowych z rowów przydrożnych.

Ze względu na podniesienie niwelety o 13-14 cm, nawierzchnia spełnia wymagania w zakresie mrozoodporności.

Na odcinkach wymagających poszerzenia, tj. od km 9+060 do km 9+360; od km 11+780 do km 12+505, poniżej podbudowy z mieszanki niezwiązanej należy wykonać wzmocnienie istniejącego podłoża. Minimalna szerokość wzmocnienia powinna wynosić 100cm. Zaleca się następujący zakres technologii wzmocnienia:

- Usunięcie istniejącego podłoża na głębokość min. 20 cm i szerokość min. 1.00 m,
- Zagęszczenie koryta,
- Wbudowanie warstwy mieszanki niezwiązanej z kruszywa C90/3, $\text{CBR} \geq 80\%$, 0/31,5 o grubości min. 20 cm, $E2 \geq 80 \text{ MPa}$ $E2/E1 \leq 2,2$,
- Wbudowanie warstwy podbudowy MN, warstwy wiążącej i warstwy ścieralnej jak na części istniejącej.