

Zakład Dróg, Mostów i Kolei

**OPINIA TECHNICZNA**  
**DOTYCZĄCA PRZYCZYN I TECHNOLOGII NAPRAWY**  
**USZKODZEŃ NAWIERZCHNI W REJONIE SKRZYŻOWANIA**  
**DRÓG WOJEWÓDZKICH NR 134 I 139 W M. RZEPIN**  
**(DW134 – 28+455,00, DW139 – 23+158,00)**

Nr rej.: IB - 7/2023  
UZ-IB-ZDMiK-6423

Zleceniodawca:  
Województwo Lubuskie - Zarząd Dróg Wojewódzkich w Zielonej Górze  
al. Niepodległości 32, 65-042 Zielona Góra

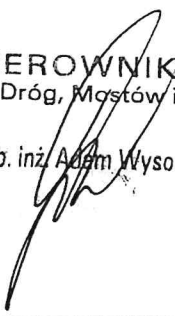
Dyrektor Instytutu Budownictwa:

DYREKTOR  
INSTYTUTU BUDOWNICTWA  
  
dr hab. inż. Beata Nowogońska, prof. UZ

Opracował:

*dr inż. Artur Juszczyk*  
uprawnienia budowlane do projektowania  
i kierowania robotami budowlanymi  
bez ograniczeń w specjalności drogowej  
nr ewid.. LBS/0077/DW00/11  


Kierownik Zakładu Dróg, Mostów i Kolei:

KIEROWNIK  
Zakładu Dróg, Mostów i Kolei  
  
prof. dr hab. inż. Adam Wysokowski

Spis zawartości:

1.	<b>PRZEDMIOT OPRACOWANIA .....</b>	<b>- 3 -</b>
2.	<b>CEL I ZAKRES OPRACOWANIA .....</b>	<b>- 3 -</b>
3.	<b>PODSTAWA OPRACOWANIA .....</b>	<b>- 3 -</b>
4.	<b>INFORMACJE OGÓLNE .....</b>	<b>- 4 -</b>
5.	<b>RUCH DROGOWY .....</b>	<b>- 5 -</b>
6.	<b>PROJEKT .....</b>	<b>- 8 -</b>
7.	<b>REALIZACJA ROBÓT BUDOWLANYCH .....</b>	<b>- 8 -</b>
8.	<b>USZKODZENIA NAWIERZCHNI .....</b>	<b>- 8 -</b>
8.1	<i>Wizja w terenie .....</i>	<i>- 10 -</i>
8.2	<i>Przyczyny powstania uszkodzeń .....</i>	<i>- 12 -</i>
9.	<b>DZIAŁANIA NAPRAWCZE .....</b>	<b>- 13 -</b>
10.	<b>PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA .....</b>	<b>- 14 -</b>

## 1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania są analiza uszkodzeń nawierzchni w rejonie skrzyżowania dróg wojewódzkich nr 134 i 139 w m. Rzepin, zachodni wlot do ronda na przecięciu ulic A. Mickiewicza i Okrężnej (DW134 – 28+455,00, DW139 – 23+158,00).

## 2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Celem opracowania jest określenie przyczyn i technologii naprawy uszkodzeń nawierzchni zachodniego wlotu obwodnicy do ronda na skrzyżowaniu z ulicami A. Mickiewicza i Okrężną.

Zakres opracowania obejmuje:

- analizę możliwych przyczyn wystąpienia uszkodzeń nawierzchni,
- przedstawienie propozycji działań naprawczych.

Na potrzeby opracowania niniejszej opinii Zamawiający przekazał Wykonawcy dokumentację projektową (projekt wykonawczy oraz szczegółową specyfikację techniczną), dokumentację związaną z realizacją robót budowlanych, wyniki badań związane z uszkodzeniami i realizowanymi naprawami w okresie gwarancji.

## 3. PODSTAWA OPRACOWANIA

- [1] Zlecenie Zamawiającego nr WBN.3322.264.2023.
- [2] Wizja w terenie.
- [3] Dokumentacja projektowa – Projekt wykonawczy branży drogowej Budowa obwodnicy miejscowości Rzepin w ciągu dróg wojewódzkich nr 134 i 139 (od km 0+000.00 do km 2+341.44) opracowany przez Przedsiębiorstwo Projektowo – Usługowe LINIA s.c. z Wrocławia (projektant mgr inż. Stanisława Seidel, sprawdzający inż. Kwiryna Frąckowiak), Wrocław, grudzień 2010r.
- [4] Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych. Załącznik do zarządzenia nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.
- [5] Katalog Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych. 2013.

- [6] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 02 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U. 1999 nr 43 poz. 430 wraz ze zmianą Dz.U. 2010 nr 65 poz. 407).
- [7] WR-D-63 Katalog typowych konstrukcji nawierzchni jezdni przeznaczonych do ruchu bardzo lekkiego i innych części dróg - wersja 01 (poprawiona) obowiązuje od 2022.07.18.
- [8] Wymagania Techniczne WT-2 2014 – część I Mieszanki mineralno-asfaltowe. Załącznik do zarządzenia nr 54 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 18.11.2014 r.
- [9] Wymagania Techniczne WT-2 2014 – część II Wykonanie warstw nawierzchni asfaltowych. Załącznik do zarządzenia nr 7 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 09.05.2016 r.

#### 4. INFORMACJE OGÓLNE

Uszkodzenia nawierzchni dotyczą nowego odcinka obwodnicy miejscowości Rzepin w ciągu dróg wojewódzkich nr 134 i 139, w ramach której powstała droga o łącznej długości 2,3 km. Początek obwodnicy stanowi nowe skrzyżowanie typu rondo średnie z drogą powiatową nr 1254F (ul. Słubicka). Koniec odcinka stanowi wlot do istniejącego ronda średniego, zlokalizowane w ciągu dróg wojewódzkich nr 134 i 139 (ul. Mickiewicza).

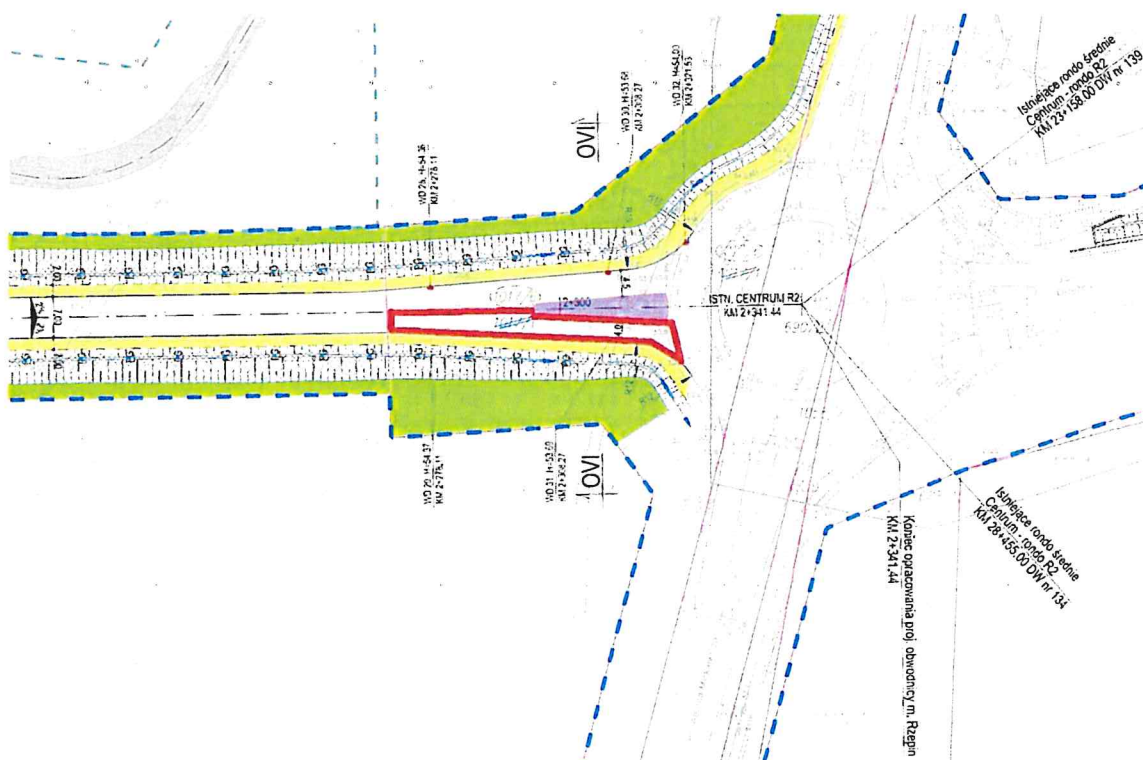
Podstawowe parametry techniczne obwodnicy:

- klasa drogi G,
- przekrój 1/2 (droga jednojezdniowa o dwóch pasach ruchu),
- szerokość jezdni asfaltowej - 7.00 m
- szerokość pasa ruchu - 3.50 m
- szerokość poboczy gruntowych - 2.00 m
- prędkość projektowa  $V_p=70$  km/h
- prędkość miarodajna  $V_m=90$  km/h
- prędkość dopuszczalna –  $V_d = 110$  km/h,
- wysokość skrajni pionowej min. 4.60 m.

Uszkodzenie występuje na dojeździe obwodnicy z zachodu do ronda w km DW134 – 28+455,00 i DW139 – 23+158,00. Występują znaczące deformacje



warstwy ścieralnej ze znaczącymi przemieszczeniami poziomymi, wykruszeniami ziaren kruszywa oraz odrywaniem płatów warstwy. Uszkodzenia są na tyle poważne, że punktowo ruch odbywa się po odkrytej warstwie podbudowy, znajdującej się bezpośrednio pod warstwą ścieralną. Generalnie uszkodzenie występuje wyłącznie na pasie dojazdowym do ronda (strona prawa) na długości wyspy dzielącej. W profilu podłużnym uszkodzenie zlokalizowane jest w rejonie wklęsłego łuku pionowego, gdzie następuje przejście z pochylenia podłużnego -2,5 % na +1,7 %. Odcinek drogi, na którym występuje uszkodzenie nawierzchni, został oddany do ruchu w styczniu 2018 roku. Uszkodzenie było dwukrotnie naprawiane. Wymieniono zniszczony fragment warstwy ścieralnej w październiku 2019 oraz w grudniu 2020. W lipcu 2022 roku ponownie stwierdzono wystąpienie uszkodzeń. Plan sytuacyjny z zaznaczeniem obszaru uszkodzenia nawierzchni kolorem czerwonym przedstawiono na rysunku 1 (z wykorzystaniem fragmentu dokumentacji rysunkowej [3]).



Rys. 1. Obszar występowania uszkodzeń nawierzchni

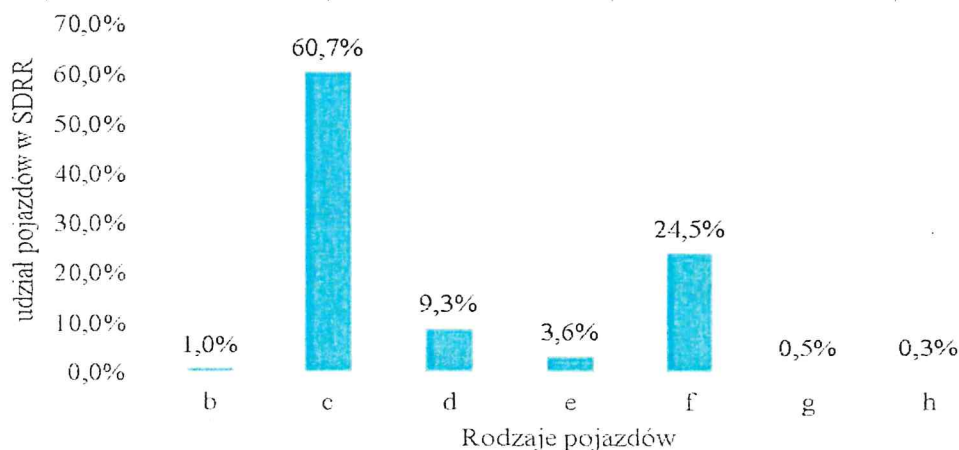
## 5. RUCH DROGOWY

Średni Dobowy Ruch Roczny (SDRR) na analizowanym odcinku obwodnicy (od ronda na ul. Słubickiej w km 22,027 do ronda na ul. Mickiewicza w km 24,360) na podstawie wyników Generalnych Pomiarów Ruchu w 2020 r. przedstawiono

w tabeli 1. W niniejszej tabeli przedstawiono również prognozę ruchu, wykonaną na potrzeby określenia kategorii ruchu. Na rysunku 2 pokazano procentowy udział w ruchu różnych typów pojazdów w roku 2020.

Tabela 1. Średni Dobowy Ruch Roczny na analizowanym odcinku obwodnicy

Lp.	Rok pomiarów/ prognozy	Moto- cykle	Sam. osob.	Sam. dost.	Sam. ciężarowe		Autobusy	Ciągniki rolnicze	Ogółem	Prognozy wskaźnika wzrostu PKB
					bez przyczep	z przyczepami				
		b	c	d	e	f	g	h	o	
1	2020	9	523	80	31	211	4	3	861	2,7
2	2021	9	534	80	31	216	4	3	877	2,8
3	2022	9	545	80	31	221	4	3	893	2,7
4	2023	9	556	80	31	226	4	3	909	2,6
5	2024	9	567	80	31	231	4	3	925	2,5
6	2025	9	577	80	31	236	4	3	940	2,4
7	2026	9	588	80	31	241	4	3	956	2,4
8	2027	9	599	80	31	246	4	3	972	2,4
9	2028	9	610	80	31	251	4	3	988	2,3
10	2029	9	621	80	31	256	4	3	1004	2,3
11	2030	9	632	80	31	261	4	3	1020	2,3
12	2031	9	643	80	31	266	4	3	1036	2,2
13	2032	9	654	80	31	271	4	3	1052	2,2
14	2033	9	665	80	31	276	4	3	1068	2,2
15	2034	9	676	80	31	281	4	3	1084	2,1
16	2035	9	687	80	31	286	4	3	1100	2,1
17	2036	9	697	80	31	291	4	3	1115	2,0
18	2037	9	708	80	31	296	4	3	1131	2,0
19	2038	9	718	80	31	301	4	3	1146	1,9
20	2039	9	728	80	31	306	4	3	1161	1,9
21	Suma	180	12528	1600	620	5170	80	60	20238	-



Rys. 2. Wykres udziałów w ruchu samochodów osobowych, dostawczych oraz ciężarowych

Jak widać na rysunki 2, w strukturze rodzajowej ruchu dominującą grupę stanowią samochody osobowe, których udział w 2020 r. wynosił ponad 60 % ogółu. Należy zauważyć, że blisko ¼ pojazdów stanowią samochody ciężarowe z przyczepami, co ma istotny wpływ na tempo degradacji nawierzchni.

Na potrzeby określenia kategorii ruchu została obliczona sumaryczna liczba równoważnych osi standardowych 100 kN wg. poniższego wzoru. Współczynniki zostały określone w oparciu o katalog [4]

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

gdzie:

- $N_{100}$  - sumaryczna liczba równoważnych osi standardowych 100 kN w całym okresie projektowym nawierzchni przypadająca na pas obliczeniowy,
- $f_1$  - współczynnik obliczeniowego pasa ruchu (po 1 pasie ruchu w każdym kierunku), przyjęto 0,50 wg tablicy 6.4,
- $f_2$  - współczynnik szerokości pasa ruchu ( $s=3,5$  m), przyjęto 1,00 wg tablicy 6.5,
- $f_3$  - współczynnik pochylenia niwelety ( $i<6\%$ ), przyjęto 1,00 wg tablicy 6.6,
- $N_C$  - sumaryczna liczba samochodów ciężarowych bez przyczepy (C) w całym okresie użytkowania, określona dla dwóch kierunków ruchu, obliczono  $365*620=22630$  p,
- $r_C$  - współczynnik przeliczeniowy liczby samochodów ciężarowych bez przyczep (C) na liczbę osi standardowych 100 kN, przyjęto 0,45 wg tablicy 6.3,
- $N_{C+P}$  - sumaryczna liczba samochodów ciężarowych z przyczepami (C+P) w całym okresie użytkowania, określona dla dwóch kierunków ruchu, obliczono  $365*5170=1887050$  p,
- $r_{C+P}$  - współczynnik przeliczeniowy liczby samochodów ciężarowych z przyczepami (C+P) na liczbę osi standardowych 100 kN, przyjęto 1,70 wg tablicy 6.3,
- $N_A$  - sumaryczna liczba autobusów (A) w całym okresie użytkowania, określona dla dwóch kierunków ruchu tj. w przekroju drogi, obliczono  $365*80=29200$  p,
- $r_A$  - współczynnik przeliczeniowy liczby autobusów (A) na liczbę osi standardowych 100 kN, przyjęto 1,15 wg tablicy 6.3.

$$N_{100} = 0,50 * 1,00 * 1,00 * (22630 * 0,45 + 1887050 * 1,70 + 29200 * 1,15) = 1\ 671\ 700$$

Zgodnie z tablicą 6.1 [4] dla  $N_{100} = 1,67$  mln. należy przyjąć kategorię ruchu KR3 ( $0,50$  mln.  $< N_{100} \leq 2,50$  mln.).

Należy zauważyć, że obliczona liczba osi standardowych znajduje się niewiele powyżej środka przedziału KR3. Przy założeniu nie wystąpienia niekorzystnych



uwarunkowań, pod względem zmęczeniowym nawierzchnia charakteryzuje się większą trwałością od wymaganej na poziomie 20 lat.

## 6. PROJEKT

Do analizy został przekazany projekt wykonawczy [3], zakończony w grudniu 2010 r. Zaprojektowano następującą konstrukcję nawierzchni:

- warstwa ścieralna z SMA 11 PMB 45/80-55, gr. 4 cm,
- podbudowa zasadnicza z AC22P 35/50, gr. 14 cm,
- podbudowa pomocnicza z kruszywa łamanego 0/31.5 stabilizowanego mechanicznie, gr. 20 cm.

Bezpośrednio pod konstrukcją zaprojektowano warstwę ulepszanego podłoża (warstwa technologiczna) z piasku stabilizowanego cementem,  $R_m=1.5$  MPa, gr. 10 cm.

Zaprojektowane rozwiązanie jest zgodne z zalecaną konstrukcją nawierzchni dla KR3 określoną w załączniku nr 5 do ówczesnych warunków technicznych [6]. Przyjęto rozwiązanie „b” z punktu 5.3.3 z modyfikacją grubości warstw asfaltowych. Zmniejszono grubość warstwy ścieralnej z 5 do 4 cm na rzecz podbudowy, którą pogubiono z 13 do 14 cm.

## 7. REALIZACJA ROBÓT BUDOWLANYCH

Roboty budowlane były wykonywane od sierpnia 2016 r. do listopada 2017 r. W chwili obecnej nie można stwierdzić czy miały miejsce odstępstwa od projektu na etapie realizacji robót. Wobec niniejszego należy domniemać, że w obszarze wystąpienia uszkodzeń nawierzchni roboty zostały wykonane zgodnie z projektem wykonawczym oraz SST.

## 8. USZKODZENIA NAWIERZCHNI

Jak już wspomniano, uszkodzenia nawierzchni dotyczą prawego pasa ruchu na odcinku około 40 m dojazdu obwodnicy z zachodu do ronda w km DW134 – 28+455,00 i DW139 – 23+158,00. do ronda. Stwierdzone uszkodzenia to wykruszenia kruszywa oraz deformacje poziome i pionowe będące następstwem oddziaływania sił poziomych. Uszkodzenia generalnie dotyczą warstwy ścieralnej, jednak w wyniku



postępującej degradacji przyczyniają się do uszkodzeń ścieku z kostki kamiennej oraz krawężników.

Uszkodzenia nawierzchni asfaltowych często występują na skrzyżowaniach oraz łukach poziomych. Główną przyczyną, oprócz istotnych błędów projektowych i wykonawczych, jest występowanie znaczących sił poziomych spowodowanych hamowaniem pojazdów. W następstwie mogą wystąpić koleiny podłużne i poprzeczne (tzw. „tarka”). Aktualnie takie zjawiska występują bardzo rzadko. W analizowanym przypadku nie zaobserwowano powstania kolein, natomiast dochodzi do dużych przemieszczeń poziomych, w wyniku czego dochodzi do odślonięcia podbudowy asfaltowej.

Warto zauważyć, że uszkodzenia były już dwa razy naprawiane w ramach usterek gwarancyjnych. Napraw dokonywano odtwarzając pierwotne założenia, po niespełna dwóch latach użytkowania drogi, w październiku 2019 i w grudniu 2020. W roku 2022 ponownie stwierdzono wystąpienie uszkodzeń o tym samym charakterze i w tej samej lokalizacji.

W listopadzie 2022 roku na zlecenie Zarządcy Drogi zostały przeprowadzone badania podłoża gruntowego przez Laboratorium Drogowe DROGLAB. Pod warstwą stabilizacji stwierdzono występowanie piasku drobnoziarnistego do głębokości 3 m, na jaką przeprowadzono badania. W badaniu lekką sondą stożkową w km 2+312,50 (pikietaż lokalny z projektu) po stronie lewej i prawej określono wskaźnik zagęszczenia, który był co najmniej równy jedności do głębokości 1 m. W wierceniach nie stwierdzono występowania wody gruntowej. Warunki pracy nawierzchni można zaklasyfikować jako dobre, a podłoże zaliczyć do grupy nośności podłoża G1.

W tym samym okresie w km 2+312,50 pobrano również próbki do badania połączenia warstwy ścieralnej z podbudową. Na pasie prawym uzyskano wytrzymałość połączenia 0,3 i 0,4 MPa, natomiast na próbkach z pasa lewego połączenie miało wytrzymałość 0,7 i 0,8 MPa. Minimalna wartość to 1,0 MPa [9], natomiast uzyskane wyniki świadczą o postępującej degradacji. Połączenie warstwy ścieralnej z podbudową na lewym pasie może sugerować, że podobne uszkodzenia mogą wystąpić również na sąsiednim pasie ruchu. Oddziaływania przyspieszających pojazdów są jednak mniejsze, co skutkuje wolniejszą degradacją.

## 8.1 Wizja w terenie

Na potrzeby sporządzenia niniejszej opinii przeprowadzono wizję lokalną. Widok uszkodzeń przedstawiono na rysunkach 3-7.



Rys. 3. Widok dojazdu do ronda (2022.11.23, fot. Autor)

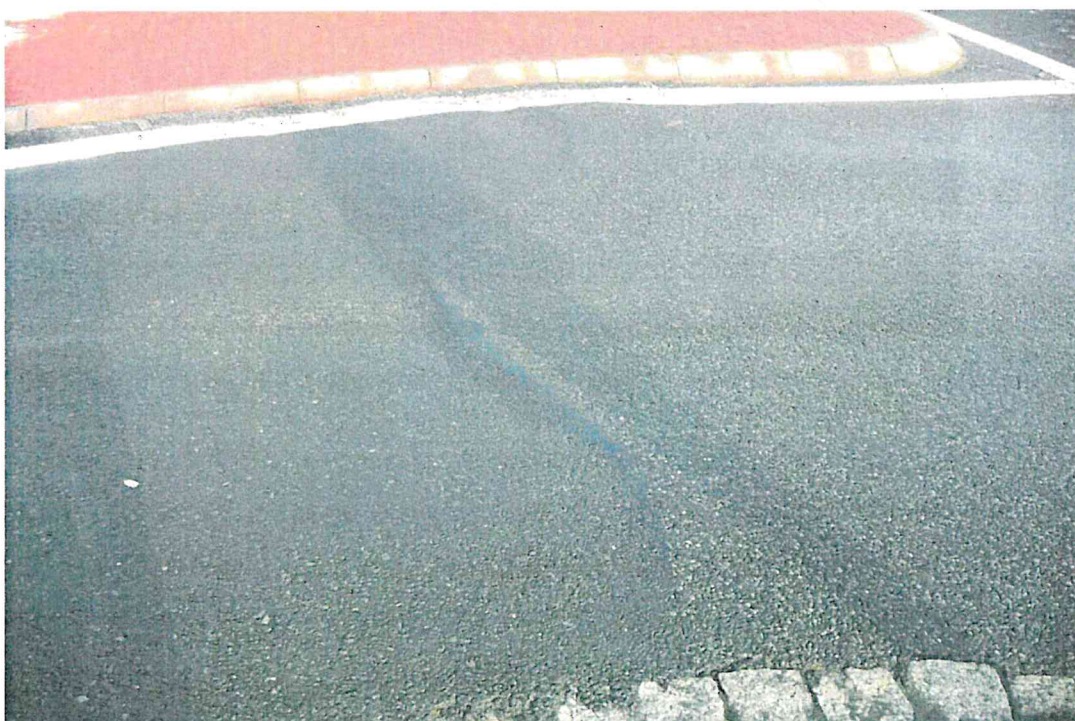


Rys. 4. Widok dojazdu do ronda (2022.11.23, fot. Autor)





Rys. 5. Widok uszkodzeń warstwy ścieralnej dojazdu do ronda (2022.11.23, fot. Autor)



Rys. 6. Widok złącza poprzecznego warstwy ścieralnej przy rondzie (2022.11.23, fot. Autor)





Rys. 7. Widok uszkodzeń warstwy ścieralnej dojazdu do ronda (2023.08.23, fot. ZDW ZG)

Oglądając uszkodzenia należy zauważyć, że warstwa ścieralna nie spełnia swoich podstawowych wymagań w zakresie przekazywania obciążeń. Na skutek znaczących przemieszczeń mieszanki mineralno-asfaltowej znacząco pogorszyły się warunki odprowadzenia wód opadowych oraz wprowadzane są dodatkowe obciążenia na krawężniki ograniczające pas ruchu.

## 8.2 Przyczyny powstania uszkodzeń

Charakter uszkodzenia wskazuje na poślizg warstwy ścieralnej - przemieszczenie mieszanki SMA po podbudowie z AC22P, na skutek braku połączenia międzywarstwowego.

Na jakość połączenia międzywarstwowego występują dwa główne mechanizmy:

- ząbienie wzajemne kruszywa warstw sąsiednich, na co ma wpływ uziarnienie obu materiałów, makrotekstura dolnej warstwy,
- sklejenie lepiszczem asfaltowym, co wynika głównie z kohezji lepiszcza.

Jest szereg czynników technologicznych, które wpływają na trwałość połączenia międzywarstwowego. Najważniejsze z nich to:

- podłoże – stan podłoża, materiał,
- rodzaj wbudowywanej mieszanki mineralno-asfaltowej - uziarnienie, zawartość lepiszcza, temperatura wbudowania,
- lepiszcze - rodzaj i ilość,
- technologia wbudowania.

W analizowanym przypadku brakuje stopniowej gradacji uziarnienia mieszanek asfaltowych, co skutkuje brakiem wzajemnego klinowania warstw. Dodatkowo podbudowa z AC22P zawiera bardzo mało lepiszcza. Asfalt rozpuszczalny to 3,7 %, natomiast całkowita jego zawartość w podbudowie to 3,9 %. Są to wartości zgodne z SST, jednak w zaistniałych warunkach niniejszy parametr ma również negatywny wpływ na jakość połączenia międzywarstwowego.

## 9. DZIAŁANIA NAPRAWCZE

W świetle przedstawionych przyczyn powstania uszkodzeń proponuje się wykonanie naprawy frezując warstwę ścieralną oraz 5 cm istniejącej podbudowy, w celu wykonania nowych warstw w postaci:

- warstwy wiążącej z AC16W PMB25/55-60, grubości 5 cm,
- warstwa ścieralna z SMA 11 PMB 45/80-55, grubości 4 cm.

Po wykonaniu naprawy będzie spełniona minimalna grubość pakietu warstw asfaltowych, która wynosi dla KR3 16 cm [5]. Wiązania między warstwami asfaltowymi wykonać z użyciem emulsji asfaltowej modyfikowanej polimerami. Na podstawie WT-2 cz. II [9] zaleca się górne ilości emulsji asfaltowej C60BP3 ZM do skropienia podłoża z mieszanki mineralno-asfaltowej:

- na warstwie frezowanej podbudowy 0,5 kg/m<sup>2</sup>,
- na nowej warstwie wiążącej 0,4 kg/m<sup>2</sup>.

Należy zwrócić szczególną uwagę na skropienie podbudowy odpowiednią ilością emulsji asfaltowej, ponieważ istniejąca podbudowa jest bardzo „sucha”, co obniża



wytrzymałość na ścinanie połączenia między warstwami asfaltowymi nawierzchni. Konstrukcja została przyjęta zgodnie z aktualną wiedzą techniczną zawartą we Wzorcach i Standardach [7] oraz WT-2 cz. I [8]. Proponowana konstrukcja jest przeznaczona na parkingi i jezdnie manewrowe (tabela 9.4.1 [7]), czyli miejsca gdzie występują znaczące obciążenia poziome nawierzchni.

Frezowanie warstwy ścieralnej prawego pasa ruchu należy przeprowadzić na całej szerokości pasa od jezdni ronda do odcinka prostego w planie (długość ok. 40 m). Podczas frezowania dokonać bieżącej oceny jakości wiązania warstwy ścieralnej z podbudową i ewentualnie zwiększyć zakres naprawy.

## 10. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA

W świetle przedstawionych analiz związanych z uszkodzeniami nawierzchni w rejonie skrzyżowania dróg wojewódzkich nr 134 i 139 w m. Rzepin, zachodni wlot do ronda na przecięciu ulic A. Mickiewicza i Okrężnej (DW134 – 28+455,00, DW139 – 23+158,00) należy stwierdzić:

- I. Projekt oraz specyfikacja techniczna zostały wykonane zgodnie z ówczesnymi przepisami,
- II. Wykonawca robót budowlanych zrealizował niniejszy odcinek zgodnie z projektem wykonawczym,
- III. Uszkodzenia są następstwem niekorzystnego splotu czynników, które były trudne do zidentyfikowania na wcześniejszych etapach.

W analizowanym przypadku najbardziej prawdopodobną przyczyną wystąpienia uszkodzeń nawierzchni jest brak stopniowej gradacji uziarnienia mieszanek asfaltowych oraz mała zawartość lepiscza w podbudowie z AC22P.

Z uwagi na postępującą degradację nawierzchni, proponowane zalecenia opisane w pkt. 9 należy wprowadzić w trybie pilnym.

*dr inż. Artur Juszczyk*  
uprawnienia budowlane do projektowania  
i kierowania robotami budowlanymi  
bez ograniczeń w specjalności drogowej  
nr ewid. LBS/0076/PWOD/11