



**Konsorcjum firm  
Budimex S.A. -Strabag sp. z o.o.**

**ul. Demczyka 16-28  
97-300 Piotrków Trybunalski**

Nasz znak: TD- *16.30* - 024 /2021

Wasz znak:

Data: 22. 02. 2021 r.

Dotyczy: Przesłania opinii

W odpowiedzi na zapytanie Dyrektora Kontraktu Instytut Badawczy Dróg i Mostów przekazuje opinię: projektanta konstrukcji nawierzchni betonowej na temat Raportu Technicznego pt. "Ocena wpływu ułożenia dybli na trwałość wykonanej nawierzchni drogowej na autostradzie A1 odc. A od km 336+330 do km 336+350 jezdnia prawa oraz od km 347+080 do km 350+535 jezdnia prawa."

Załączniki:

1. Opinia.

Z poważaniem

DYREKTOR

*prof. dr hab. inż. Leszek Rafalski*

Sprawę prowadzi: M.G.-TD 022 8145467

Adres: ul. Instytutowa 1  
PL 03-302 Warszawa

Konto bankowe: PEKAO S.A.  
43 1240 6074 1111 0000 4998 4831

Tel. Dyrekcja (sekr.) 22 814-50-25; 22 390-01-07; 22 390-01-45  
centrala 22 698-06-06

fax: 22 814-50-28

REGON: P- 000127686-21000000  
65-3-772-01007

NIP: 525-000-76-61

### Opinia IBDiM

Dotyczy: Raportu technicznego pt. Ocena wpływu ułożenia dybli na trwałość wykonanej nawierzchni drogowej na autostradzie A1 odc. A od km 336+330 do km 336+350 jezdni prawa oraz od km 347+080 do km 350+535 jezdni prawa.

Instytut Badawczy Dróg i Mostów w odpowiedzi na zapytanie Dyrektora Kontraktu przedstawia opinię projektanta konstrukcji nawierzchni betonowej na temat Raportu Technicznego o wpływie ułożenia dybli na trwałość wykonanej betonowej nawierzchni drogowej na autostradzie A1 odc. A od km 336+330 do km 336+350 jezdni prawa oraz od km 347+080 do km 350+535 jezdni prawa:

1. W przedmiotowym raporcie analizowano wpływ ułożenia dybli z imperfekcjami w szczelinach poprzecznych na trwałość wykonanej betonowej nawierzchni drogowej na autostradzie A1 odc. A od km 336+330 do km 336+350 jezdni prawa oraz od km 347+080 do km 350+535 jezdni prawa. Analizę prowadzono bazując na wynikach z pomiarów in situ wykonanych na co ósmej szczelinie urządzeniem MITScan. Zakresem opracowania objęto wykonaną jezdnię prawą od km 336+330 do km 336+350 oraz wykonaną jezdnię prawą na odcinku od km 347+080 do km 350+800 autostrady A1 Tuszyn – granica woj. łódzkiego/śląskiego (Odcinek A, km od 335+937 do km 399+742).

Analizie poddano następujące odchyłki niegeometryczności dybli w warstwie z betonu nawierzchniowego: przesunięcie podłużne, przesunięcie pionowe, odchyłka kątowa w płaszczyźnie poziomej, odchyłka kątowa w płaszczyźnie pionowej.

Do oceny wpływu ułożenia dybli na trwałość konstrukcji nawierzchni wykorzystano oprogramowanie EverFE bazujące na MES. Analizowano trójwymiarowy model nawierzchni betonowej złożonej z kilku płyt połączonych ze sobą kotwami i dyblami z uwzględnieniem ich liczby, wymiarów, charakterystyk materiałowych i ich rozstawu. Program umożliwia wprowadzenie dokładnych danych i współrzędnych geometrycznych pojedynczego dybla takich jak: przesunięcie w pionie i w poziomie, a także odchylenie w płaszczyźnie poziomej oraz pionowej.

Zastosowano następującą procedurę obliczeń: założono odpowiednią geometrię płyt (trzy pasy: awaryjny, wolny, środkowy; w dwóch kolumnach); parametry materiałowe poszczególnych warstw przyjęto zgodnie z założeniami zawartymi w projekcie; obliczono naprężenia wywołane jednoczesnym obciążeniem od kół pojazdów (obciążenie przyłożone na krawędzi dyblowanej pasa wolnego) oraz naprężenia wywołane zmianą temperatury wszystkich płyt; obliczono całkowitą trwałość zmęczeniową.

Powyzszą procedurę powtarzano w dwóch wariantach obliczeniowych: Wariant 1 – dyble wbudowane zgodnie z założonym projektem; Wariant 2 – dyble z uwzględnionymi odchyłkami geometrycznymi: przesunięcie w pionie, przesunięcie w poziomie (wzdłuż kierunku jazdy), odchylenie w pionie oraz odchylenie w poziomie.

Przeprowadzona analiza wyników wpływu ułożenia dybli na trwałość konstrukcji nawierzchni, którą wyrażono ilorazem trwałości ( $W_2 / W_1$ ) wykazała trwałość na poziomie od 95 do 100%.

2. Celem zastosowania dybli w płytach betonowych jest zapewnienie dużej trwałości nawierzchni drogowej. Podstawowym zadaniem dybli jest właściwa współpraca płyt betonowych poprzez odpowiednie przekazywanie obciążeń między krawędziami płyt (Load Transfer Efficiency - LTE) i umożliwienie swobodnego rozszerzania lub kurczenia płyt, które są wywołane zmianami temperatury i wilgotności. Dyble łącząc krawędzie płyt, prostopadłe do kierunku ruchu, zapewniają przenoszenie oraz równomierne rozłożenie obciążeń, co zmniejsza intensywność naprężeń i ugięć, a tym samym ogranicza akumulację uszkodzeń, a w konsekwencji zwiększa trwałość konstrukcji nawierzchni. Dyble także minimalizują ruchy pionowe krawędzi płyt przy szczelinach, co zapobiega klawiszowaniu (powstawaniu progów) płyt.
3. Oceniając trwałości nawierzchni w przypadku odchyłek wbudowania dybli należy ocenić wielkość występujących odchyłek od położenia idealnego. Nie zawsze ułożenie dybli na etapie wykonawstwa odpowiada położeniu idealnemu przewidzianemu w dokumentacji projektowej. Kluczowe jest określenie, czy imperfekcje nie będą oddziaływać na konstrukcję nawierzchni w sposób istotnie obniżający jej trwałość i współpracę płyt.  
Z doświadczeń zagranicznych widać, że tolerancje ułożenia dybli mogą być zwiększane, wynika to przede wszystkim z wieloletnich obserwacji eksploatowanych nawierzchni betonowych, w których nie występowały zjawiska destrukcyjne. Przekroczenia tolerancji wystąpiły w nawierzchni betonowej o grubości 29 cm, co wpływa istotnie na zmniejszenie negatywnych oddziaływań przy niewielkim przekroczeniu tolerancji. Np. zmiana grubości płyty z 24 na 29 cm skutkuje zmniejszeniem naprężeń głównych i wielkości ugięć nawierzchni betonowej z dyblami o ponad 30%. Wpływ przekroczeń tolerancji w ułożeniu dybli leżących poza ścieżkami przejść kół głównych pojazdów ciężkich jest znacząco mniej istotny na ewentualnie mogące wystąpić procesy destrukcyjne nawierzchni betonowej. Największym obciążeniom poddana jest niewielka liczba dybli tj. ok 12%.  
Na proces destrukcji nawierzchni betonowej w obrębie połączenia płyt mają wpływ różne czynniki, ale przede wszystkim: erozja podbudowy pod szczeliną, infiltracja wody do poziomu podbudowy oraz zamarzanie wody i tworzenie się soczewek lodowych pod krawędziami płyt, co wynika szczególnie z braku właściwego uszczelnienia szczelin.
4. W przedmiotowym raporcie przedstawione analizy bazują na pewnym modelu, jednak modelowanie układu zmiennego ułożenia systemu dybel płyta betonowa jest niezwykle trudne ze względu na ich naturę, gdyż problem sprowadza się do inkluzji. Nie mniej jednak przedstawiony model daje możliwość pewnego szacowania wpływu imperfekcji ułożenia dybli na zmianę występujących naprężeń i w konsekwencji na ocenę zmiany trwałości nawierzchni betonowej.
5. Podsumowując IBDiM akceptuje wyniki analiz trwałości nawierzchni betonowej przedstawione w Raporcie Technicznym pt. „Ocena wpływu ułożenia dybli na trwałość wykonanej nawierzchni drogowej na autostradzie A1 odc. A od km 336+330 do km 336+350 jezdnia prawa oraz od km 347+080 do km 350+535 jezdnia prawa.”

ZASTĘPCA KIEROWNIKA  
ZAKŁADU DIAGNOSTYKI NAWIERZCHNI

prof. nzw. dr hab. inż. Mirosław Graczyk