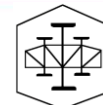


NAWIERZCHNIE BETONOWE NA OBIEKTACH MOSTOWYCH - Przykłady realizacji

Prof. dr hab. inż. Antoni Szydło - Politechnika Wroclawska
Prof. dr hab. inż. Tomasz Siwowski - Politechnika Rzeszowska





**Katalog typowych
konstrukcji
nawierzchni jezdni
na drogowych
obiektach
mostowych**

01-2023.01.01

Wzorce i standardy rekomendowane
przez Ministra właściwego ds.
transportu

WR-M-61



Spis treści katalogu

1. Przedmiot i zakres stosowania
2. Wykaz opracowań powołanych
3. Definicje i objaśnienia skrótów
4. Obciążenie projektowe mostu i kategoria ruchu
5. Procedura wyboru typowej nawierzchni mostowej
6. Typowe izolacje i nawierzchnie obiektów mostowych
7. Wymagania materiałowe i technologiczne dla izolacji mostowych
8. Wymagania materiałowe i technologiczne dla nawierzchni asfaltowych
9. Wymagania materiałowe i technologiczne dla nawierzchni betonowych
10. Obliczenia asfaltowej nawierzchni mostowej
11. Obliczenia betonowej nawierzchni mostowej



Podstawowe założenia do katalogu

- Katalog **opiera się na ogólnych założeniach** zawartych w:
 - Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych,
 - Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych oraz
 - Katalogu Typowych Konstrukcji Drogowych Obiektów Mostowych i Przepustów.
- Ogólne zasady przyjmowania obciążeń i oddziaływań stosowanych w projektowaniu nawierzchni mostowej oparte są na wymaganiach normy **PN-EN 1991-2**.
- Ruch projektowy właściwy dla typowych warunków ruchu drogowego jest klasyfikowany przez określenie kategorii ruchu w zakresie od **KR0 do KR7** zgodnie z katalogiem **WR-D-63**.



Zakres **stosowania** katalogu

- Projektowanie i budowa **nowego obiektu mostowego**.
- Zmiany konstrukcyjne istniejącego obiektu mostowego, np. **remont, przebudowa, odbudowa**, obejmujące pomost obiektu.
- Naprawa i/lub **wymiana nawierzchni** istniejącego obiektu mostowego w konsekwencji złego stanu technicznego.
- Zmiana (**wzrost**) **obciążenia użytkowego** wynikająca ze zmiany klasy drogi, zwiększenia ciężaru dopuszczonych pojazdów itp.
- Zmiana **parametrów użytkowych obiektu**, np. zmiana szerokości użytkowych.
- Zmiana **sposobu użytkowania** obiektu.
- Wydłużenie projektowego życia technicznego obiektu.



Wybór rodzaju nawierzchni mostowej

- Rodzaj pomostu - płyta betonowa lub stalowa.
- Rodzaj nawierzchni - asfaltowa, betonowa, żywica.
- Klasa obciążenia obiektu mostowego - klasa I lub II.
- Kategoria ruchu drogowego - kategorie KR 0 - KR 7.



Nawierzchnie z betonu cementowego

- Pogrubiona żelbetowa płyta pomostu (pomost bez nawierzchni).
- Jedno- lub dwuwarstwowe płyty betonowe, dyblowane i kotwione.
- Jedno- lub dwuwarstwowe płyty betonowe, niedyblowane i niekotwione.
- Jedno- lub dwuwarstwowe płyty betonowe o zbrojeniu ciągłym.

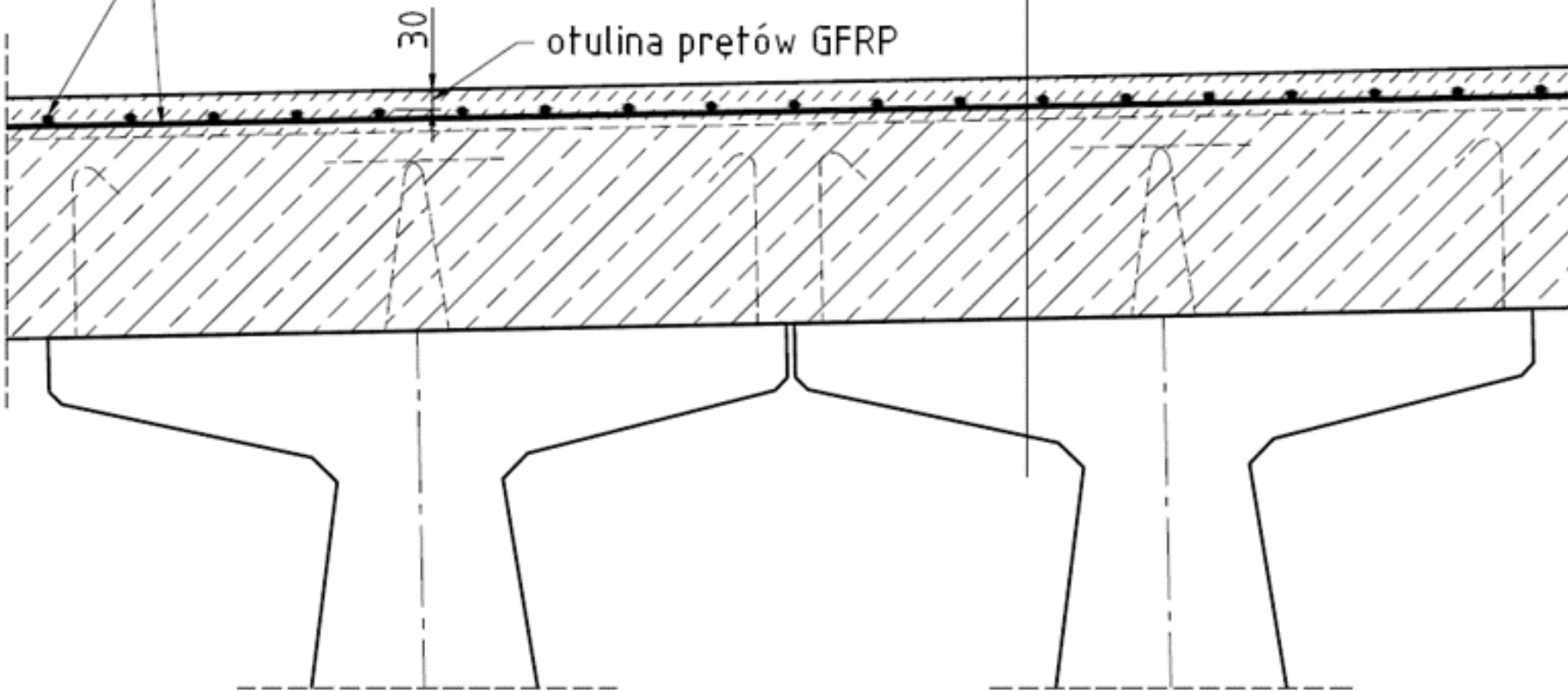


Nawierzchnia w postaci pogrubionej płyty pomostu

zbrojenie nawierzchni – pręty GFRP:
podłużne i poprzeczne $\phi 6$ mm co 100 mm

50 mm	nawierzchnia betonowa C50/60
240 mm	płyta pomostu – beton C35/45

30
otulina prętów GFRP



Nawierzchnia w postaci pogrubionej żelbetowej płyty pomostu może być stosowana na wszystkich obiektach mostowych z betonową płytą pomostu. Grubość betonowej płyty pomostu powinna być zwiększona o 5 cm w stosunku do grubości nominalnej, ustalonej na podstawie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych płyty pomostu i/lub innych wymagań administratora obiektu. Ponadto w przypadku konieczności specjalnego wykończenia górnej powierzchni płyty, aby uzyskać odpowiednią teksturę (np. grindingu lub groovingu), należy przyjąć dodatkowo 10 mm naddatek grubości płyty.



Do wykonania warstwy nawierzchniowej pogrubionej płyty pomostu należy zastosować beton o następujących minimalnych parametrach (niezależnie od parametrów betonu płyty pomostu):

- klasa betonu - C50/60,
- klasa ekspozycji - XF4,
- stopień wodoszczelności - W10,
- stopień mrozoodporności - F200,
- kategoria mrozoodporności FT2.



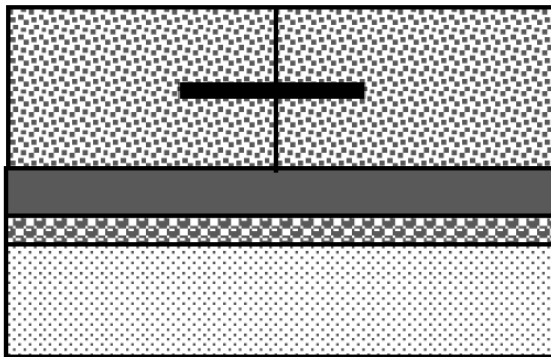
W celu minimalizacji ryzyka wystąpienia i propagacji rys skurczowych na górnej powierzchni warstwy nawierzchniowej należy zastosować dodatkowo siatkę zbrojeniową 100 x 100 mm z prętów kompozytowych GFRP o średnicy 6 mm, pełniącą rolę zbrojenia przeciwskurczowego. Siatkę z prętów kompozytowych GFRP należy umieścić 30 mm poniżej górnej powierzchni pomostu i jednocześnie około 50 mm nad zbrojeniem górnym płyty pomostu



Nawierzchnia betonowa na jezdni: klasa obciążeń I /kategoria ruchu KR 5-7

Schemat i opis warstw nawierzchni

Typ IA – nawierzchnia betonowa jednowarstwowa, dyblowana i kotwiona



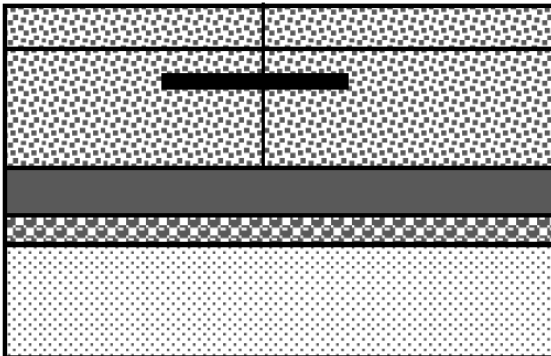
warstwa z betonu cementowego C35/45 – grubości i wykończenie górnej powierzchni jak na odcinku przed obiektem

warstwa ochronna, SMA-MA 8 / PmB 45/80-65 lub 45/80-80 lub 65/105-60 lub 65/105-80, gr. 2.5-3.5 cm lub MA 8// PmB 25/55-60 lub 25/55-80 lub 45/80-80, gr. 3 cm

hydroizolacja

płyta pomostu betonowa

Typ IB – nawierzchnia betonowa dwuwarstwowa układana „mokre na mokre”, dyblowana i kotwiona



warstwa z betonu cementowego z odkrytym kruszywem, grubości jak na odcinku przed obiektem

warstwa z betonu cementowego C35/45, grubości jak na odcinku przed obiektem

warstwa ochronna, SMA-MA 8/PmB 45/80-65 lub 45/80-80 lub 65/105-60, lub 65/105-80, gr. 2.5-3.5 cm lub MA 8// PmB 25/55-60 lub 25/55-80 lub 45/80-80, gr. 3 cm

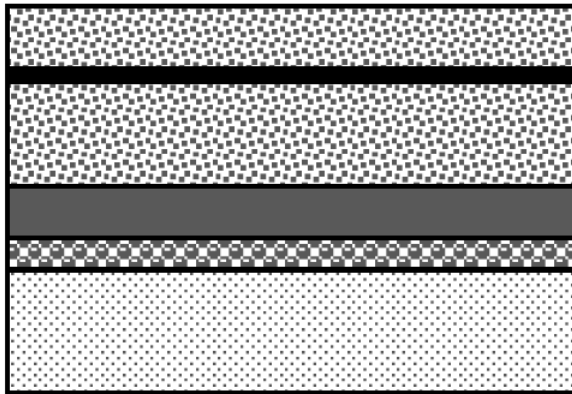
hydroizolacja

płyta pomostu betonowa



Nawierzchnia betonowa na jezdni: klasa obciążeń I /kategoria ruchu KR 5-7

Typ IIA - nawierzchnia betonowa jednowarstwowa o ciągłym zbrojeniu



warstwa z betonu cementowego C35/45 o ciągłym zbrojeniu – grubości i wykończenie górnej powierzchni jak na odcinku przed obiektem,

warstwa ochronna, SMA-MA 8/PmB 45/80-65 lub 45/80-80 lub 65/105-60 lub 65/105-80, gr. 2.5-3.5 cm lub MA 8/ PmB 25/55-60 lub 25/55-80 lub 45/80-80, gr. 3 cm

hydroizolacja wodoochronna z warstwą gruntującą

płyta pomostu betonowa

Typ IIB - nawierzchnia betonowa dwuwarstwowa układana „mokre na mokre” o ciągłym zbrojeniu



warstwa z betonu cementowego z odkrytym kruszywem, grubości jak na odcinku przed obiektem

warstwa z betonu cementowego C35/45 – grubości jak na odcinku przed obiektem

warstwa ochronna, SMA-MA 8 / PmB 45/80-65 lub 45/80-80 lub 65/105- 60 lub 65/105-80, gr. 2.5-3.5 cm lub MA 8/ PmB 25/55-60 lub 25/55-80 lub 45/80-80, gr. 3 cm

hydroizolacja

płyta pomostu betonowa



Każdy taki przypadek należy jednak traktować indywidualnie i wykonać stosowne obliczenia, zarówno ustroju nośnego, jak i sprawdzające nośność doraźną oraz trwałość zmęczeniową płyt nawierzchniowych.

W zależności od kategorii ruchu betonowa płyta nawierzchniowa może być: niedyblowana, dyblowana i kotwiona lub zbrojona (tzw. zbrojenie ciągłe).



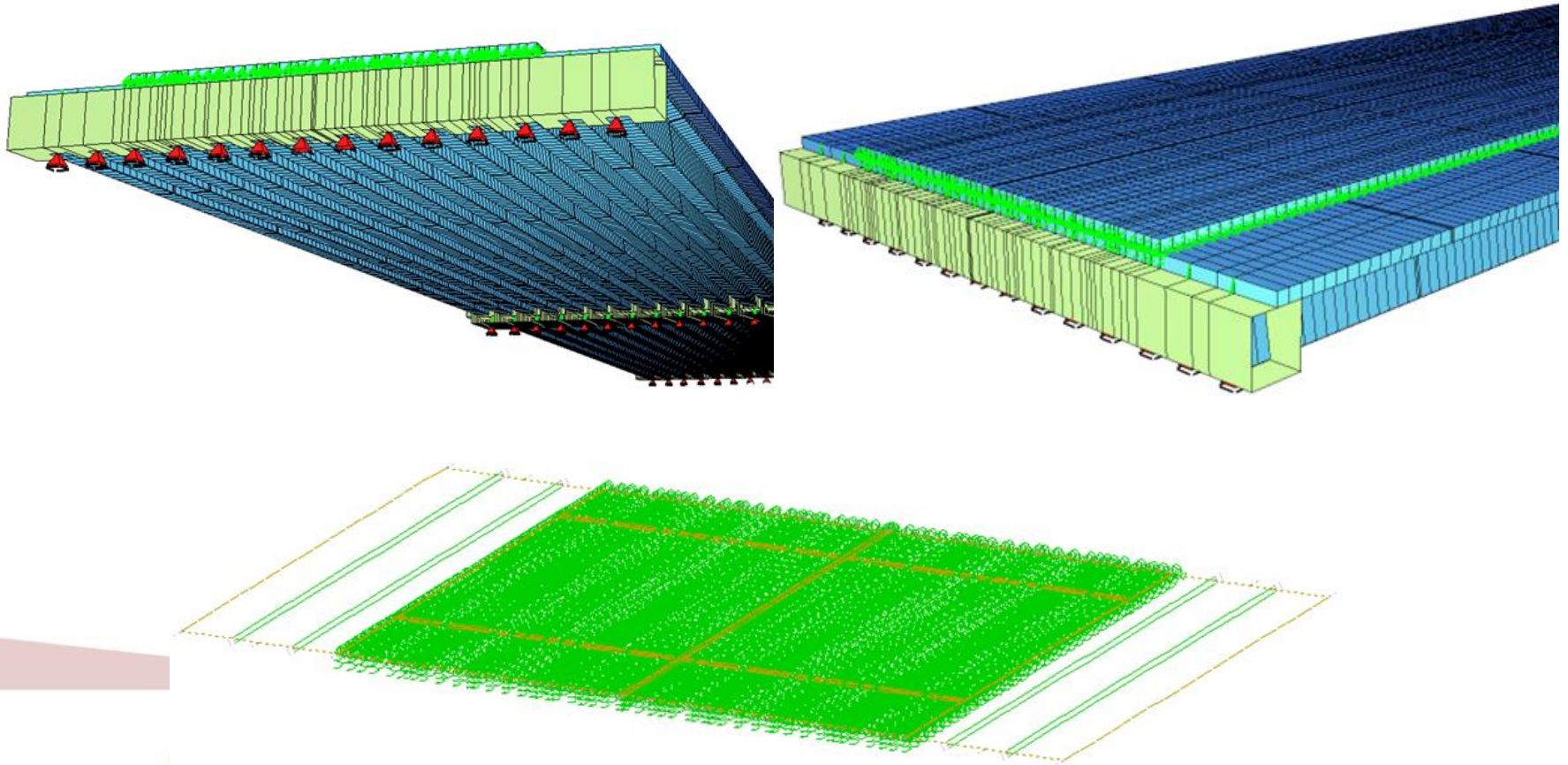
Nawierzchnie z betonu cementowego w postaci płyt można wykonywać na obiektach mostowych o konstrukcji betonowej (żelbetowych, sprężonych, z belek prefabrykowanych) o rozpiętości przęsła do 30 m. W przypadku przęseł o większej rozpiętości wpływ ciężaru nawierzchni betonowej może prowadzić do nieuzasadnionego zużycia materiałów w konstrukcji przęsła.



Obliczenia **betonowej** nawierzchni mostowej - założenia

- Procedura jest oparta na zasadach przyjętych w odpowiednich **Eurokodach** oraz jest kompatybilna z procedurami przyjętymi w **Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych**.
- Do obliczeń przyjęto:
 - sprawdzenie **nośności doraźnej** - obciążenie ruchome mostów drogowych modelem LM-1 według normy PN-EN 1991-2 dla klasy I;
 - sprawdzenie **trwałości zmęczeniowej** - obciążenie ruchome pojazdami drogowymi o nacisku na oś 11,5 tony (115 kN).
- Konstrukcja nawierzchni została tak zaprojektowana, aby jej **trwałość zmęczeniowa** nie została wyczerpana w okresie eksploatacji krótszym niż 30 lat.

Model numeryczny podłoża i nawierzchni betonowej



Kryteria obliczeniowe - **nośność doraźna**

$$\sigma_{td} < \alpha_{ct} \cdot f_{ct,fl} / \gamma_c$$

- σ_{td} – główne **naprężenia rozciągające** od kombinacji obliczeniowej dla decydujących włókien górnych lub dolnych nawierzchni betonowej,
- $\alpha_{ct} = 1,0$ – współczynnik uwzględniający **efekty długotrwałe** oraz niekorzystne wpływy powstałe w wyniku przyłożenia obciążenia,
- $f_{ct,fl} = 5,5$ MPa – charakterystyczna **wytrzymałość betonu na rozciąganie** przy zginaniu określona według normy PN-EN 12390-5, przyjęta według katalogu,
- $\gamma_c = 1,4$ – współczynnik częściowy betonu zarówno w sytuacji trwałej, jak i przejściowej.



Kryteria oblicz. - trwałość zmęczeniowa

$$\sigma_t \leq \sigma_{dop} = f_{ct,fl} \cdot (1 - 0,078 \log N)$$

- σ_t – główne **naprężenia rozciągające** od kombinacji charakterystycznej dla decydujących włókien górnych lub dolnych nawierzchni betonowej,
- σ_{dop} – naprężenia **dopuszczalne w betonie** nawierzchni, MPa,
- $f_{ct,fl}$ – charakterystyczna **wytrzymałość betonu na rozciąganie** przy zginaniu określona według PN-EN 12390-5, przyjęta według katalogu,
- N – powtarzalna liczba obciążeń osi standardowych o obciążeniu 115 kN.



Historia pozwolenia na nawierzchnie betonowe na mostach na drodze ekspresowej S7

- Opracowanie koncepcji programowej dla S7 odc. Pieńki - Płońsk w km 57+461,64 do 71+213,82 przez Transprojekt Gdańsk - grudzień 2015 rok,
- Wniosek GDDKiA o odstąpienie - 12.07. 2016,
- Opinia IBDIM - negatywna - 7.09.2016 r,
- Odmowa odstąpienia przez Wojewodę - 12.12.2016 r.,
-
- Odwołanie GDDKiA - luty 2017 r,
- Zgoda na odstąpienie - 1.03. 2017 r.



Wykaz obiektów o nawierzchni betonowej na S7 - nadzór
naukowy: prof. Antoni Szydło; prof. Tomasz Siwowski
Wykonawca firma Strabag

Nawierzchnie z pomostem betonowym bez izolacji i warstw
z mma:

- PZS 59.4 - przejście dla zwierząt, jednoprzęsłowy,
km 59+166,10,
- WS - 62 - łącznica węzła, jednoprzęsłowy, km
62+061,64,
- PZS-68 - przejście dla zwierząt, jednoprzęsłowy,
68+056,62.



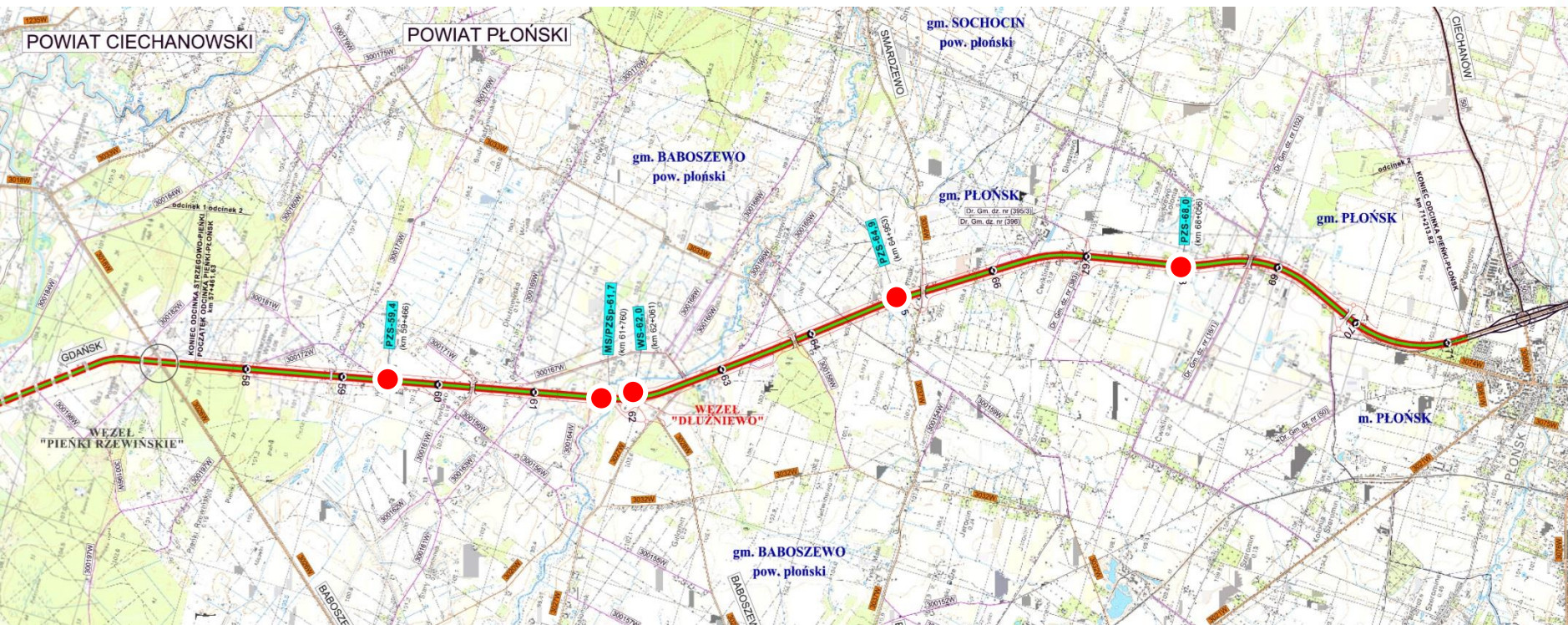
Wykaz obiektów o nawierzchni betonowej na S7

Nawierzchnie z płytą o ciągłym zbrojeniu:

- MS/PZSp - 61.7 - przejście dla zwierząt, trójprzęstowy, km 61+760,27,
- PZS-64.9 - przejście dla zwierząt, jednoprzęstowy, km 64+953,62



Lokalizacja obiektów Droga ekspresowa S17



Obiekt MS/PZS km 61+720 przejście dla zwierząt - ciągłe zbrojenie



Obiekt MS/PZS km 61+720 przejście dla zwierząt - ciągłe zbrojenie



PZS km 64+953 przejście dla zwierząt - ciągłe zbrojenie



PZS km 64+953 przejście dla zwierząt - ciągłe zbrojenie



PZS km 59+466 - przejście dla zwierząt - pogrubiona płyta



PZS km 59+466 - przejście dla zwierząt - pogrubiona płyta



WS km 62+061 łącznica węzła - pogrubiona płyta



WS km 62+061 łącznica węzła - pogrubiona płyta

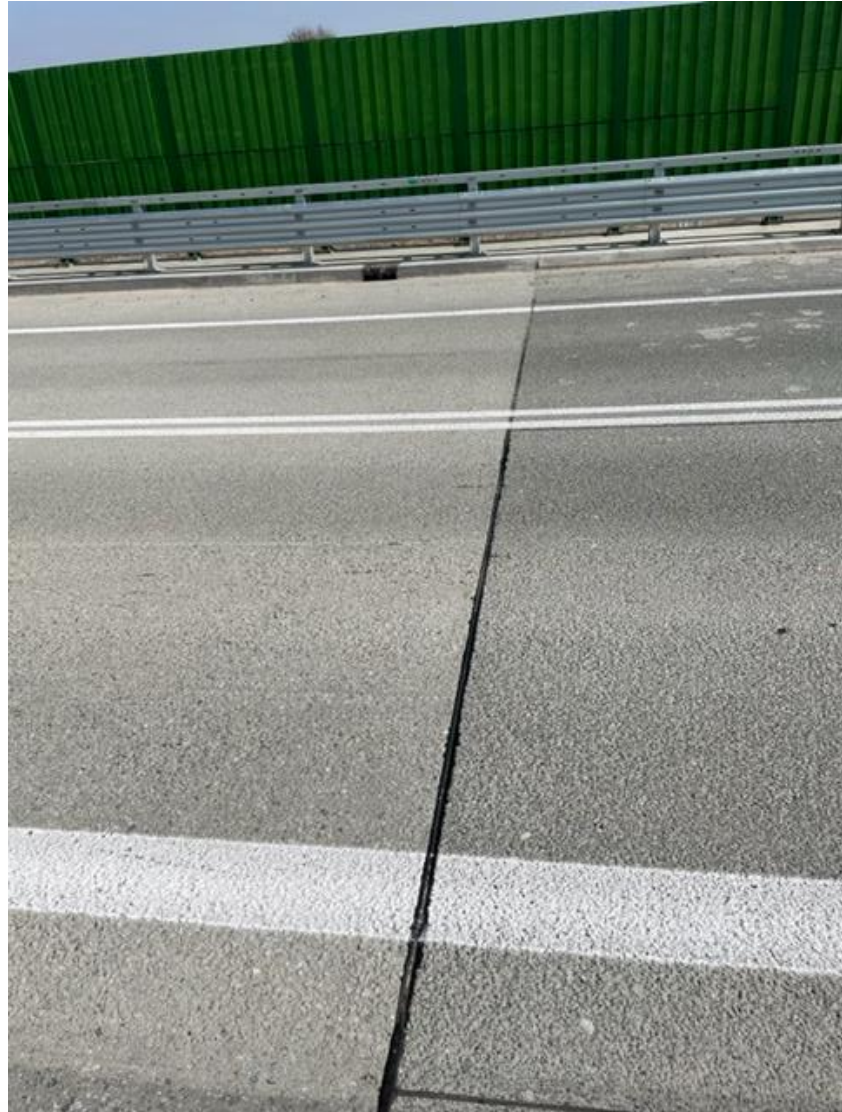


PZS km 68+056 - przejście dla zwierząt - płyta pogrubiona



PZS km 68+056 - przejście dla zwierząt - płyta pogrubiona





Dziękuję za uwagę!

