



MARCIN BRASZKIEWICZ

Oddział w Łodzi  
mbraszkiewicz@gddkia.gov.pl



ARKADIUSZ POLECKI

Oddział we Wrocławiu  
apolecki@gddkia.gov.pl



ANDRZEJ WĄDOŁOWSKI

Oddział w Olsztynie  
awadolowski@gddkia.gov.pl

Generalna Dyrekcja Dróg  
Krajowych i Autostrad

## Utrzymanie nawierzchni wykonanych z betonu cementowego. Styk konstrukcji nawierzchni sztywnej z podatną – rodzaje połączeń „beton-asfalt”. Przykłady uszkodzeń eksploatacyjnych

Obecnie w Polsce długość sieci dróg krajowych wynosi ponad 18 368 km, z czego w użytkowaniu pozostaje 4 269 km dróg szybkiego ruchu. W związku z krajową tradycją stosowania nawierzchni asfaltowej na obiektach mostowych [5] i dojazdach do nich, która wynikała z przepisów technicznych [12], na odcinkach dróg ekspresowych i autostrad o nawierzchni z betonu cementowego występowało wiele miejsc styków dwóch różnych rodzajów nawierzchni – betonowej i asfaltowej. Dodatkowo, prowadzona w GDDKiA w latach 2012–2019 strategia dywersyfikacji rodzaju konstrukcji nawierzchni, doprowadziła do powstania licznych połączeń konstrukcji sztywnych i podatnych. Po kilku latach eks-

ploatacji pojawił się zupełnie nowy rodzaj uszkodzeń, którymi są deformacje i ubytki na styku różnych nawierzchni, na połączeniu nawierzchni z betonu cementowego i mieszanki mineralno-asfaltowej (tzw. „beton-bitum” lub „beton-asfalt”) oraz w ich najbliższym sąsiedztwie [9].

### Analiza problemu

Konstrukcja nawierzchni podatnej to taka, w której warstwy ścieralna i wiążąca wykonane są z mieszanek mineralno-asfaltowych, a żadna z warstw podbudowy zasadniczej i pomocniczej nie jest wykonana z materiałów związanych spoiwami hydraulicznymi [14]. W sztywnej konstrukcji nawierzchni warstwy konstrukcyjne wykonane są z betonu cementowego, pomiędzy którymi występuje warstwa poślizgowa [13]. Aktualnie projektuje się też nawierzchnie betonowe z podbudową podatną (*white-topping*) oraz podbudową niezwiązaną hydraulicznie.

Aby na styku poprzecznym dwóch różnych rodzajów nawierzchni zapewnić trwałą i bezpieczną eksploatację, należy rozwiązać dwa problemy. Jednym z nich jest rozszerzający



Fot. 1 i Fot. 2. Uszkodzenie i deformacje na styku różnych rodzajów nawierzchni. Autostrada A4 [9]

się termicznie beton nawierzchniowy, który napierając na nawierzchnię asfaltową, może powodować jej wygarbienia – pionowe deformacje poprzeczne i skośne do osi jezdni. Drugi problem stanowi podatność nawierzchni asfaltowej, możliwość jej deformacji wgłębnej pod wpływem przejazdu kół pojazdów nad krawędzią styku – nad miejscem zmiany przekroju poprzecznego, tzw. „efekt karbu” [8]. Prowadzi to do zapadnięć lub wypiętrzeń nawierzchni asfaltowej i powstania dużych różnic wysokościowych niwelety po obu stronach styku. Jednocześnie na skutek zmian odległości pomiędzy krawędziami różnych rodzajów nawierzchni, mogą powstawać uszkodzenia izolacyjnego zabezpieczenia szczeliny na styku.

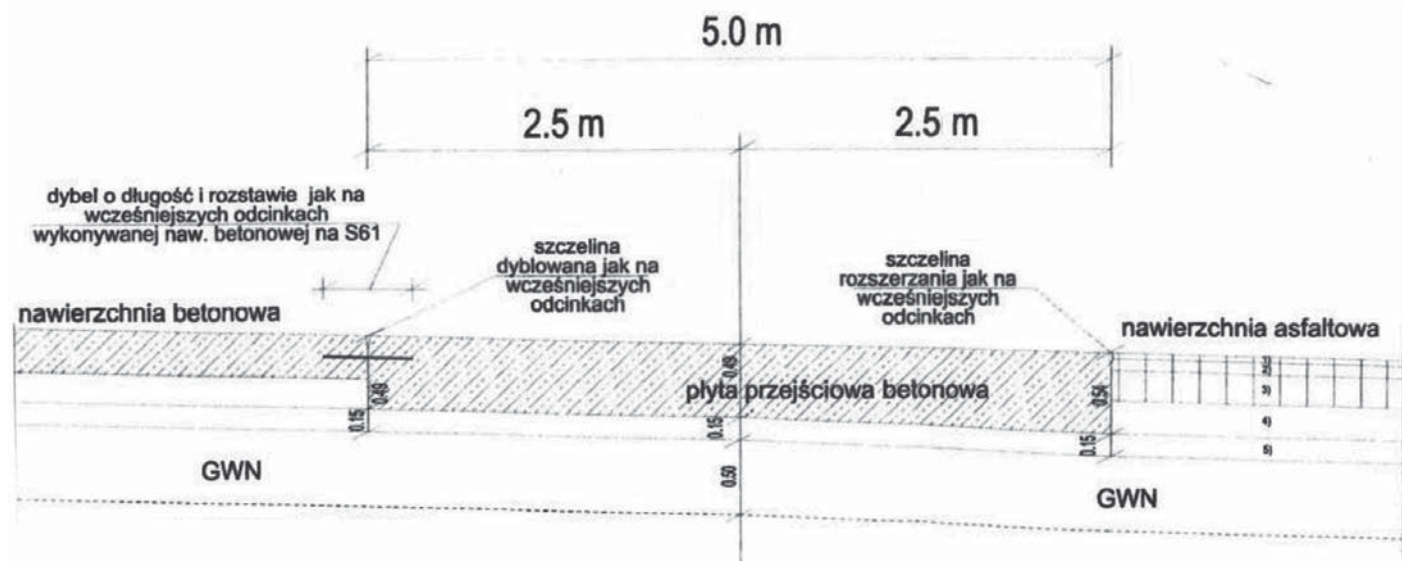
Oba te problemy można minimalizować poprzez zastosowanie kompensatorów naprężeń, stref przejściowych, które w płynny sposób zmieniają podatność obu rodzajów nawierzchni, odpowiednie zaprojektowanie rozstawu szczelin rozszerzania z wkładkami ściśliwymi oraz montaż elastycznych i nieprzepuszczalnych dla wody materiałów wypełniających szczeliny styku, itp. Bardzo istotne jest także prawidłowe wykonanie w odpowiednim okresie, temperaturze i właściwej jakości mieszanek mineralno-asfaltowych, tj. po „wygrzaniu się” nawierzchni betonowej. Niestaranne lub nieprawidłowe wykonanie przedmiotowych styków, po-

mimo wielorakich rozwiązań projektowych, skutkuje w różnym okresie użytkowania powstawaniem licznych rodzajów zniszczeń obu nawierzchni w bezpośrednim sąsiedztwie styku. Przykład deformacji nawierzchni asfaltowej w sąsiedztwie styku z nawierzchnią betonową przedstawiają fotografie 1 i 2.

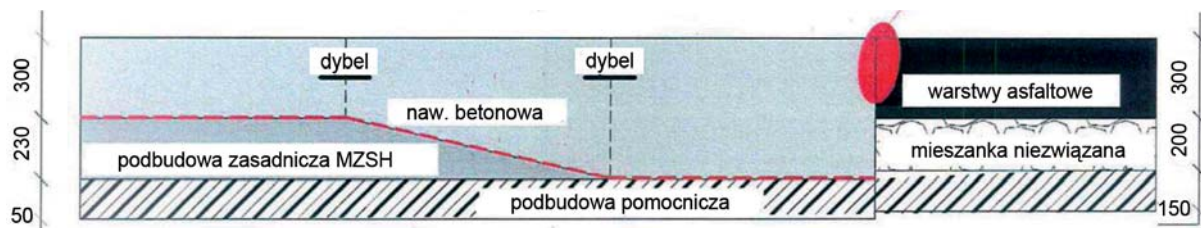
## Przykłady rozwiązań projektowych styku różnych nawierzchni

Większość projektów połączeń „beton-asfalt” („beton-bitum”), pomijając obiekty inżynierskie, zakłada występowanie stref przejściowych w najbliższym sąsiedztwie styku. Spośród wielu projektowanych propozycji rozwiązań styku, można wyodrębnić kilka głównych grup. Są to między innymi:

- 1) **Pogrubiona graniczna płyta nawierzchni betonowej do grubości całego pakietu warstw asfaltowych oraz podbudowy niezwiązanej (często z wkładką ściśliwą-elastyczną lub odmianą dylatacji bitumicznej).** Najczęściej strefa przejściowa obejmuje płytę graniczną oraz kolejną płytę nawierzchni betonowej, której grubość jest zmienna. Przykłady tego rozwiązania przedstawiono na rysunkach 1–4.

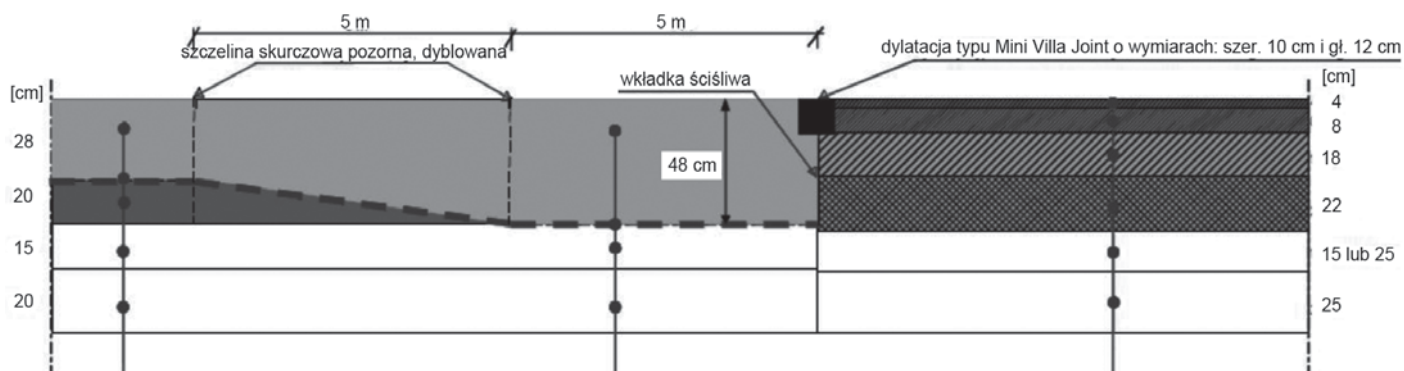
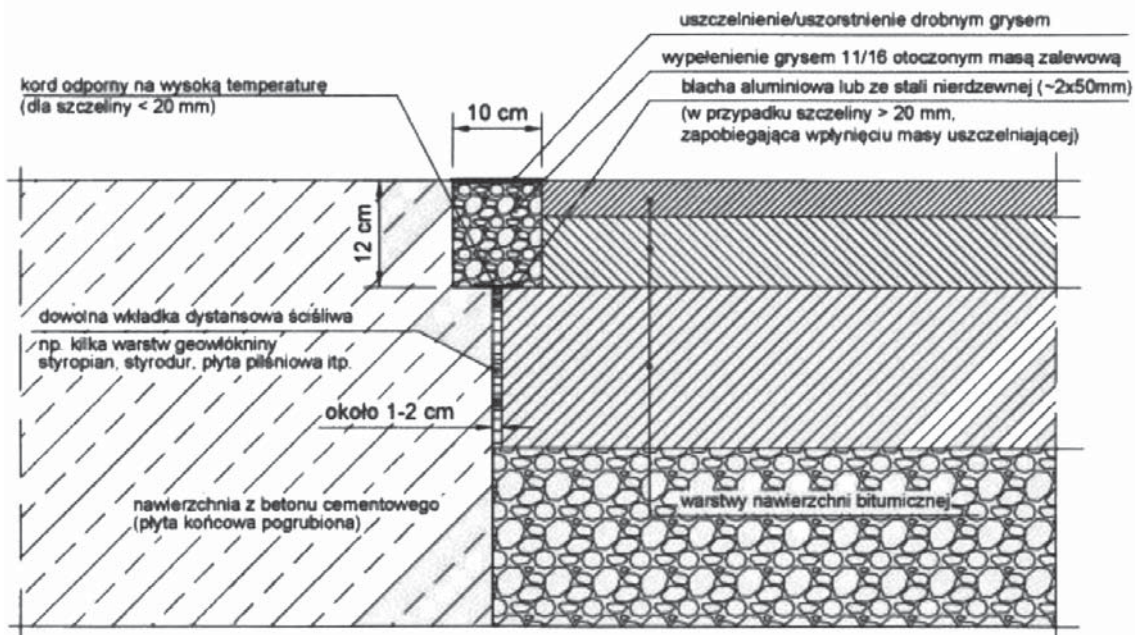


Rys. 1. Pogrubiona płyta graniczna do grubości całego pakietu asfaltowego i podbudowy niezwiązanej. Droga ekspresowa S61, autostrada A4 [15]



Rys. 2. Pogrubiona płyta graniczna do grubości całego pakietu asfaltowego i podbudowy niezwiązanej. Droga ekspresowa S17, S61, autostrada A1, A4 [4]

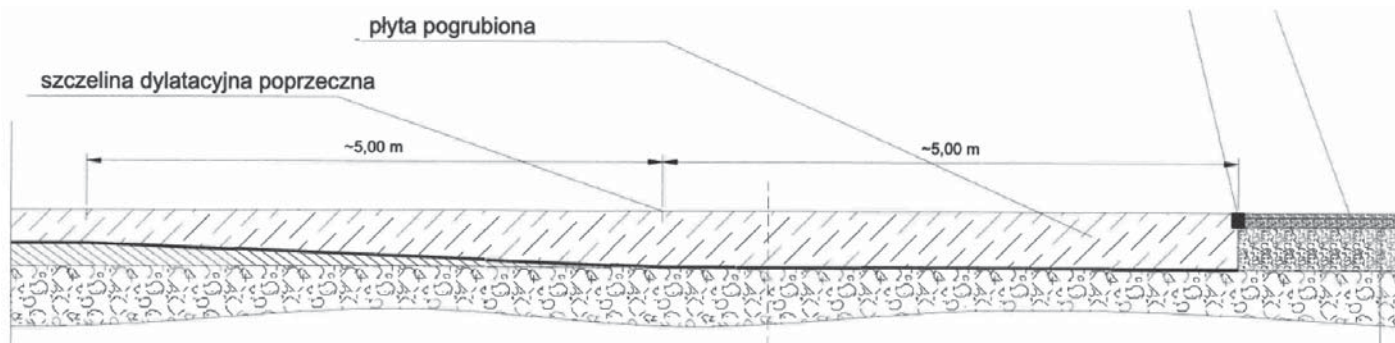
Rys. 3. Pogrubiona płyta graniczna do grubości całego pakietu asfaltowego i podbudowy niezwiązanej wraz ze szczegółem uszczelnienia. Droga ekspresowa S61, autostrada A1 [4]



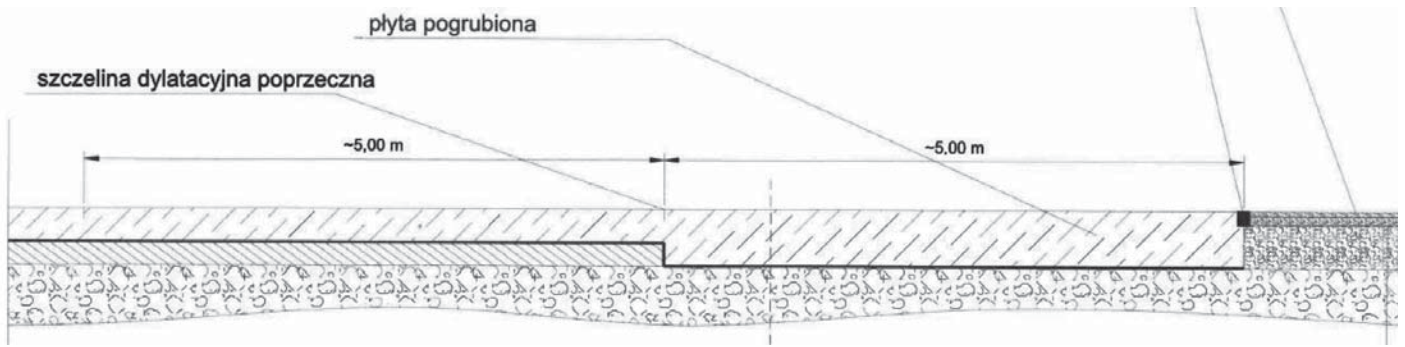
Rys. 4. Pogrubiona płyta graniczna do grubości całego pakietu asfaltowego i podbudowy niezwiązanej. Droga ekspresowa S8, S61 [6]

- 2) **Pogrubiona graniczna płyta nawierzchni betonowej do grubości całego pakietu warstw asfaltowych.** Przykłady tego rozwiązania przedstawiono na rysunkach 5–8.
- 3) **Pocieniona przejściowa płyta betonowa (klin), która jest przykryta pakietem warstw asfaltowych o zmien-**

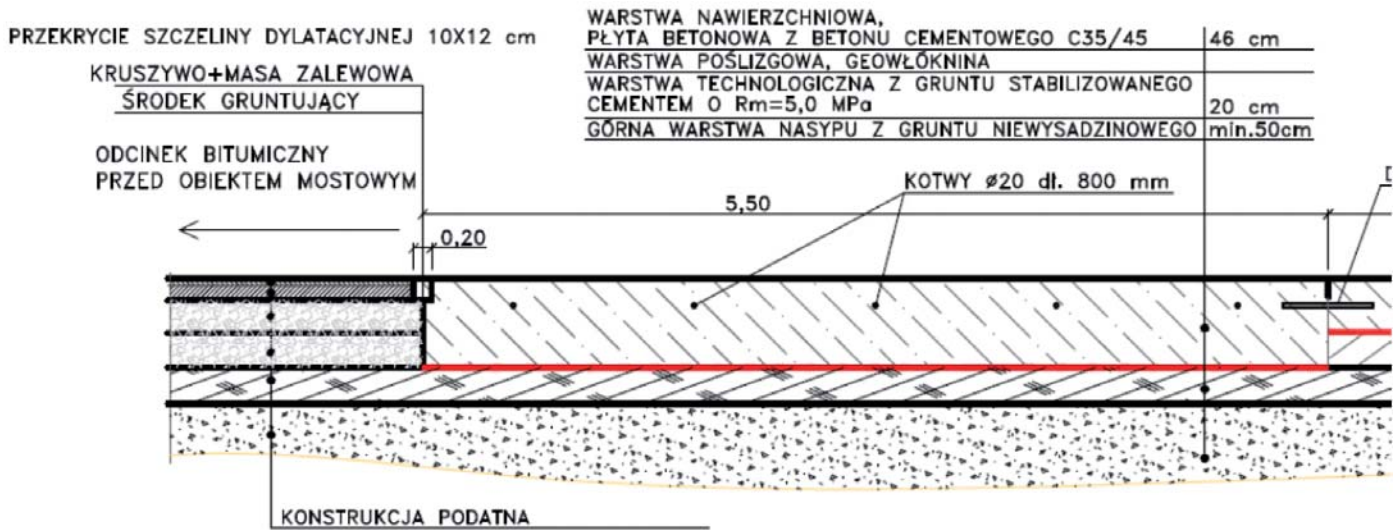
- nej grubości.** Przykłady tego rozwiązania przedstawiono na rysunkach 8–10.
- 4) **Pogrubiony pakiet warstw asfaltowych (przeważnie podbudowy) do grubości granicznej płyty betonowej.** Przykłady tego rozwiązania przedstawiono na rysunkach 11–12.



Rys. 5. Pogrubiona płyta graniczna do grubości całego pakietu asfaltowego. Droga ekspresowa S17 [1]

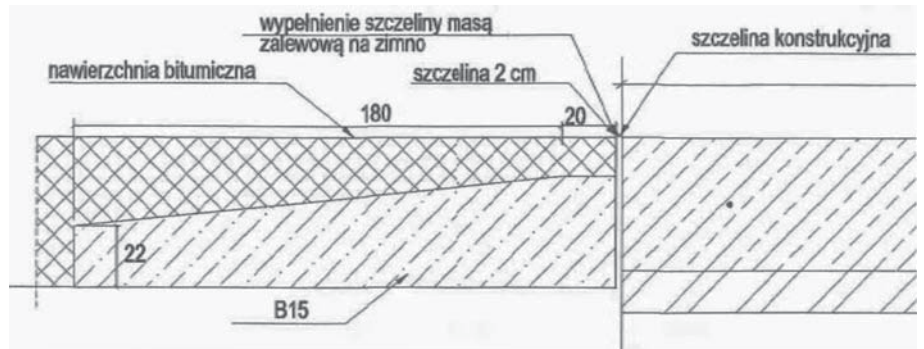


Rys. 6. Pogrubiona płyta graniczna do grubości całego pakietu asfaltowego. Droga ekspresowa S17 [1]

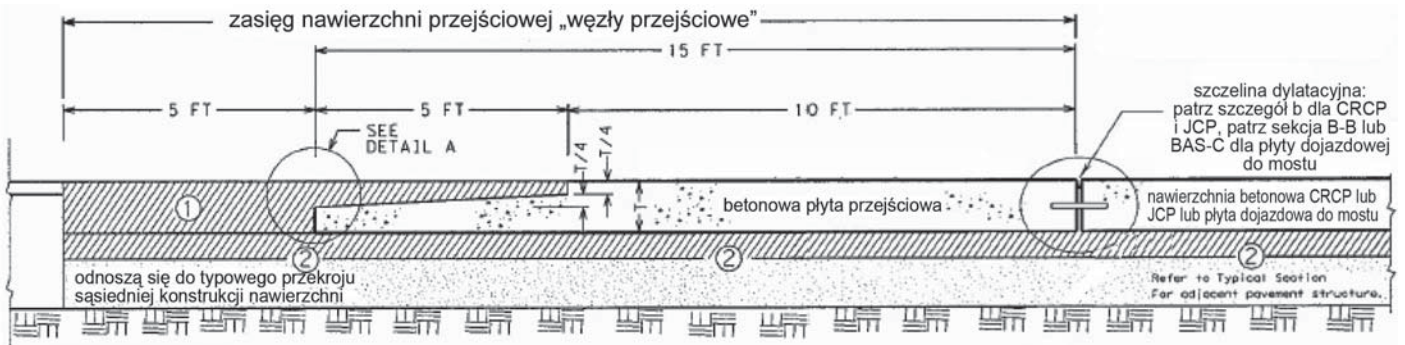


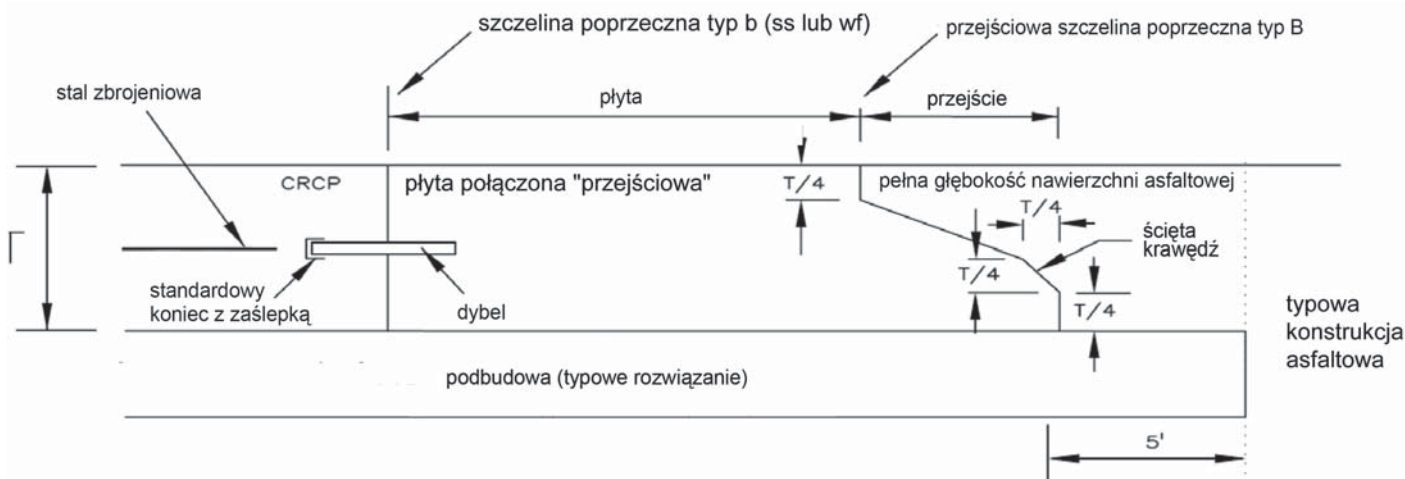
Rys. 7. Pogrubiona płyta graniczna do grubości całego pakietu asfaltowego. Droga ekspresowa S17 [2]

Rys. 8. Pocieniona przejściowa płyta betonowa (klin), która jest przykryta pakietem warstw asfaltowych o zmiennej grubości. Droga ekspresowa S8 [6]

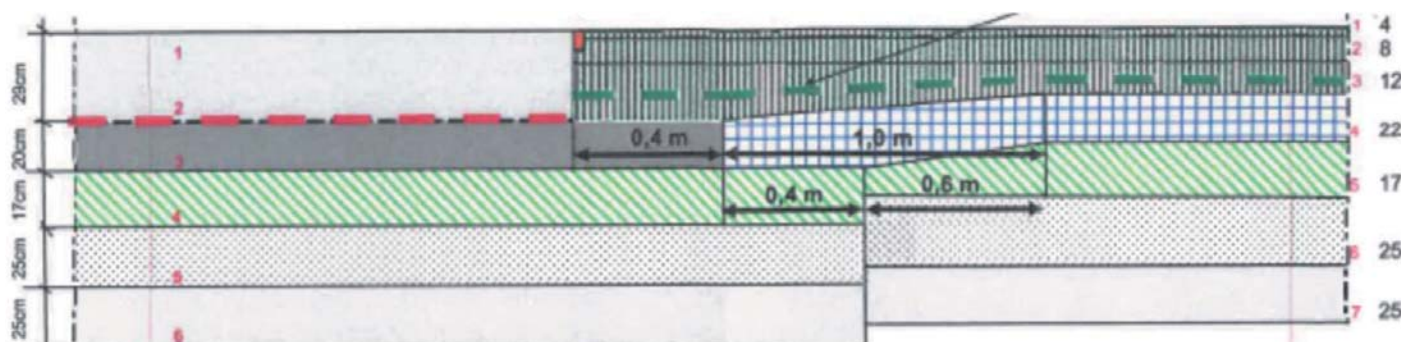


Rys. 9. Pocieniona przejściowa płyta betonowa (klin), która jest przykryta pakietem warstw asfaltowych o zmiennej grubości [8]

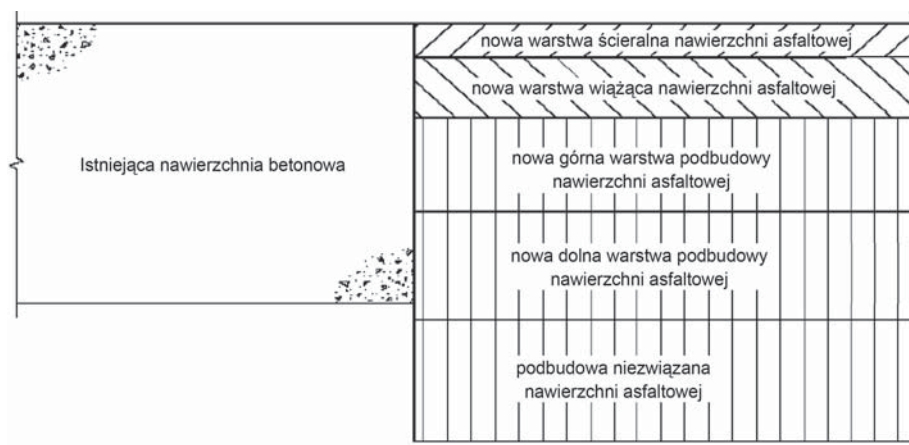




Rys. 10. Pocieniona przejściowa płyta betonowa (klin), która jest przykryta pakietem warstw asfaltowych o zmiennej grubości [5], [7]

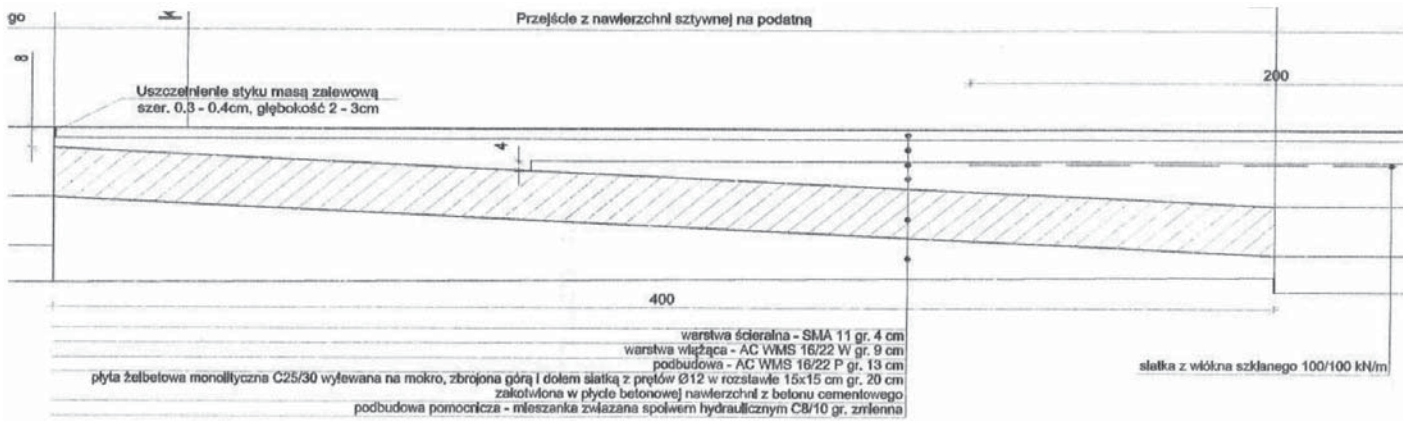


Rys. 11. Pogrubiony pakiet warstw asfaltowych do grubości granicznej płyty betonowej. Droga ekspresowa S61, S8 [4]

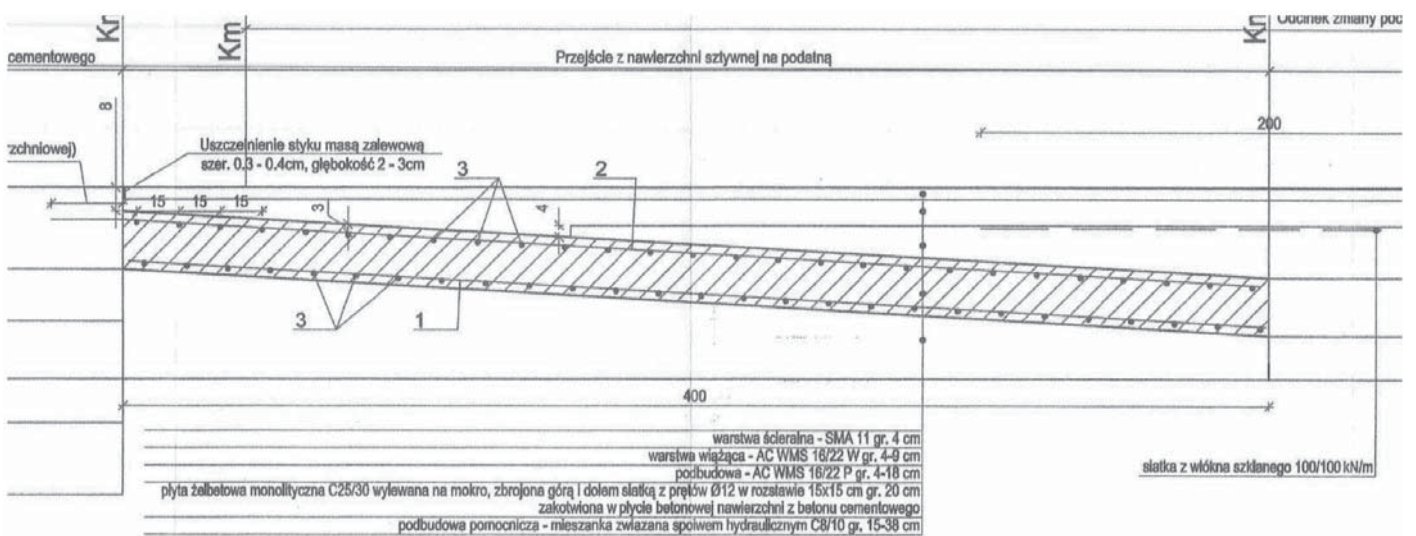


Rys. 12. Pogrubiony pakiet warstw asfaltowych do grubości granicznej płyty betonowej [8]

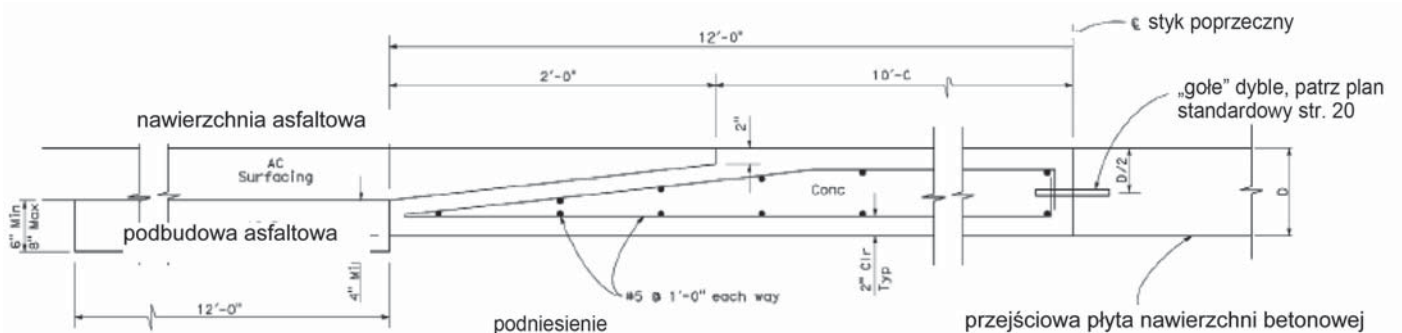
- 5) Żelbetowa betonowa płyta monolityczna, zbrojona, o równej grubości, wykonywana na mokro, zakotwiona w nawierzchni betonowej, zagłębiająca się pod pakiet warstw asfaltowych. Przykłady tego rozwiązania przedstawiono na rysunkach 13–14.
- 6) Żelbetowa betonowa płyta monolityczna, zbrojona, o zmiennej grubości, wykonywana na mokro, zagłębiająca się w formie klina pod pakiet warstw asfaltowych. Przykład tego rozwiązania przedstawiono na rysunku 15.
- 7) Żelbetowa betonowa płyta monolityczna, zbrojona, o stałej grubości, wykonywana na mokro, zagłębiająca się pod pakiet warstw asfaltowych, na końcu zbrojone „kowadło” („kozioł”) o zwiększonej grubości od płyty. Przykłady tego rozwiązania przedstawiono na rysunkach 16–17.
- 8) Kombinacja kilku rozwiązań – pogrubiona płyta graniczna, żelbetowa betonowa płyta monolityczna, zbrojona, o zmiennej grubości, wykonywana na mo-



Rys. 13. Żelbetowa betonowa płyta monolityczna, zbrojona, o równej grubości, wykonywana na mokro, zakotwiona w nawierzchni betonowej, zagłębiająca się pod pakiet warstw asfaltowych. Droga ekspresowa S17 [3]



Rys. 14. Żelbetowa betonowa płyta monolityczna, zbrojona, o równej grubości, wykonywana na mokro, zakotwiona w nawierzchni betonowej, zagłębiająca się pod pakiet warstw asfaltowych. Droga ekspresowa S17 [3]

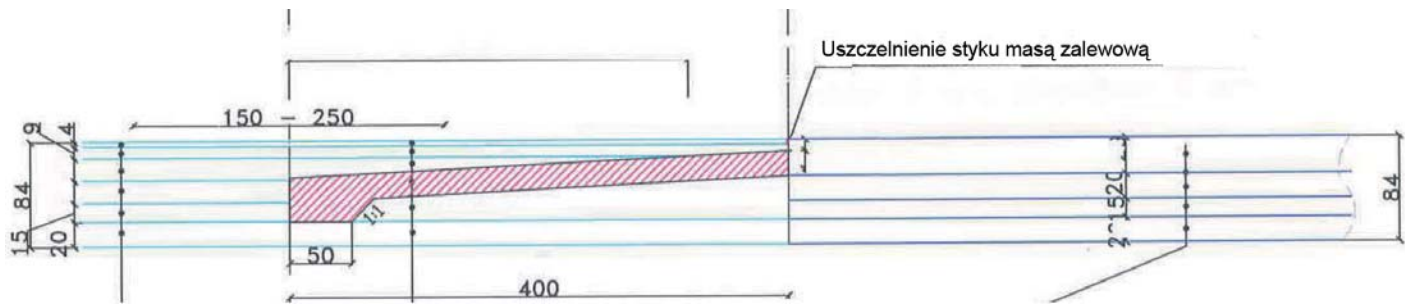


Rys. 15. Żelbetowa betonowa płyta monolityczna, zbrojona, o zmiennej grubości, wykonywana na mokro, zagłębiająca się w formie klina pod pakiet warstw asfaltowych [8]

kro, zagłębiająca się w formie klina pod pakiet warstw asfaltowych, ściśliwa wkładka na samym styku nawierzchni, szeroka dylatacja bitumiczna. Przykłady tego typu połączenia przedstawiono na rysunkach 18-19.

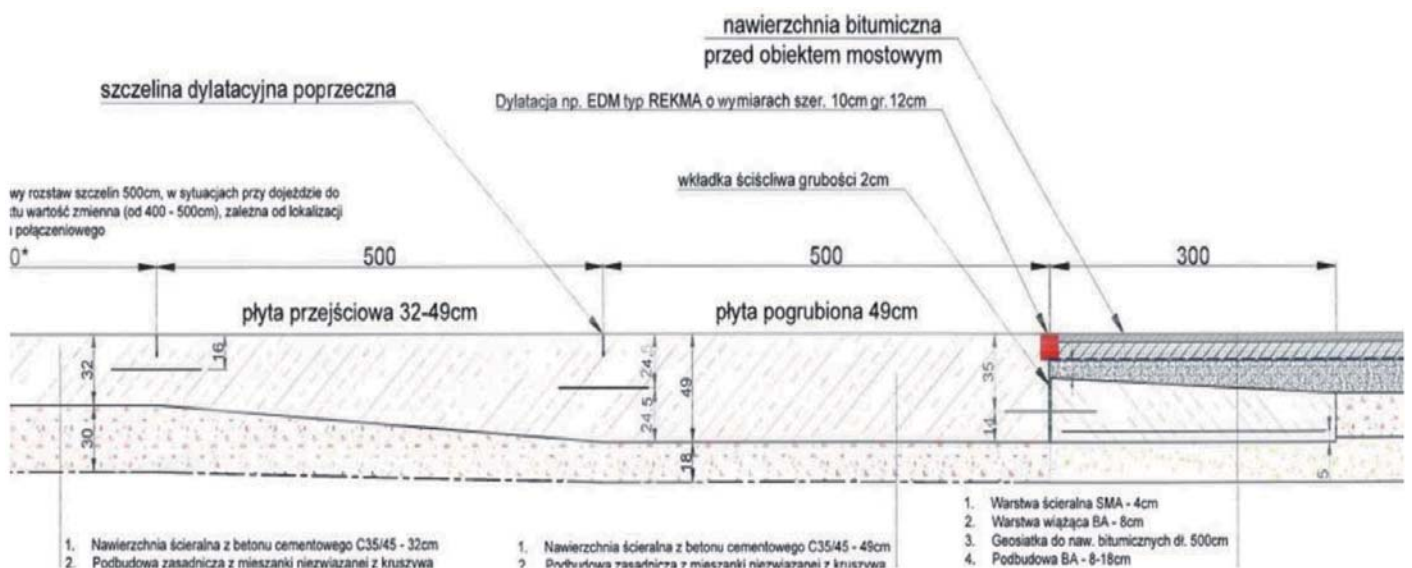
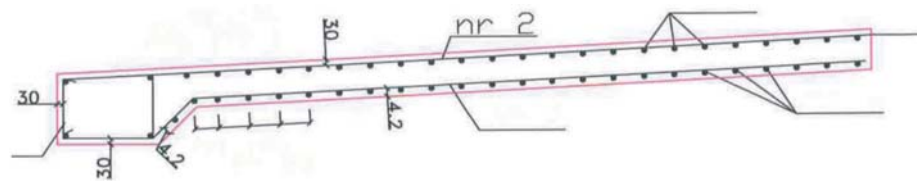
## Przykłady uszkodzeń eksploatacyjnych

Pomimo wielu znanych rozwiązań projektowych i wykonawczych, doświadczenia eksploatacyjne wskazują na to, że na styku obu rodzajów nawierzchni, w strefie granicznej,



Rys. 16. Żelbetowa betonowa płyta monolityczna, zbrojona, o stałej grubości, wykonywana na mokro, zagłębiająca się pod pakiet warstw asfaltowych, na końcu zbrojone „kowadło”. Autostrada A1 [10]

Rys. 17. Żelbetowa betonowa płyta monolityczna, zbrojona, o stałej grubości, wykonywana na mokro, zagłębiająca się pod pakiet warstw asfaltowych, na końcu zbrojone „kowadło” o zwiększonej grubości od płyty – szczegół wykonania zbrojenia. Autostrada A1 [10]



Rys.18. Kombinacja kilku rozwiązań – pogrubiona płyta graniczna, żelbetowa betonowa płyta monolityczna, zbrojona, o zmiennej grubości, wykonywana na mokro, zagłębiająca się w formie klina pod pakiet warstw asfaltowych, ściśliwa wkładka na samym styku nawierzchni, szeroka dylatacja bitumiczna. Droga ekspresowa S7 [15]

tworzą się uszkodzenia zarówno nawierzchni asfaltowej, jak i nawierzchni z betonu cementowego.

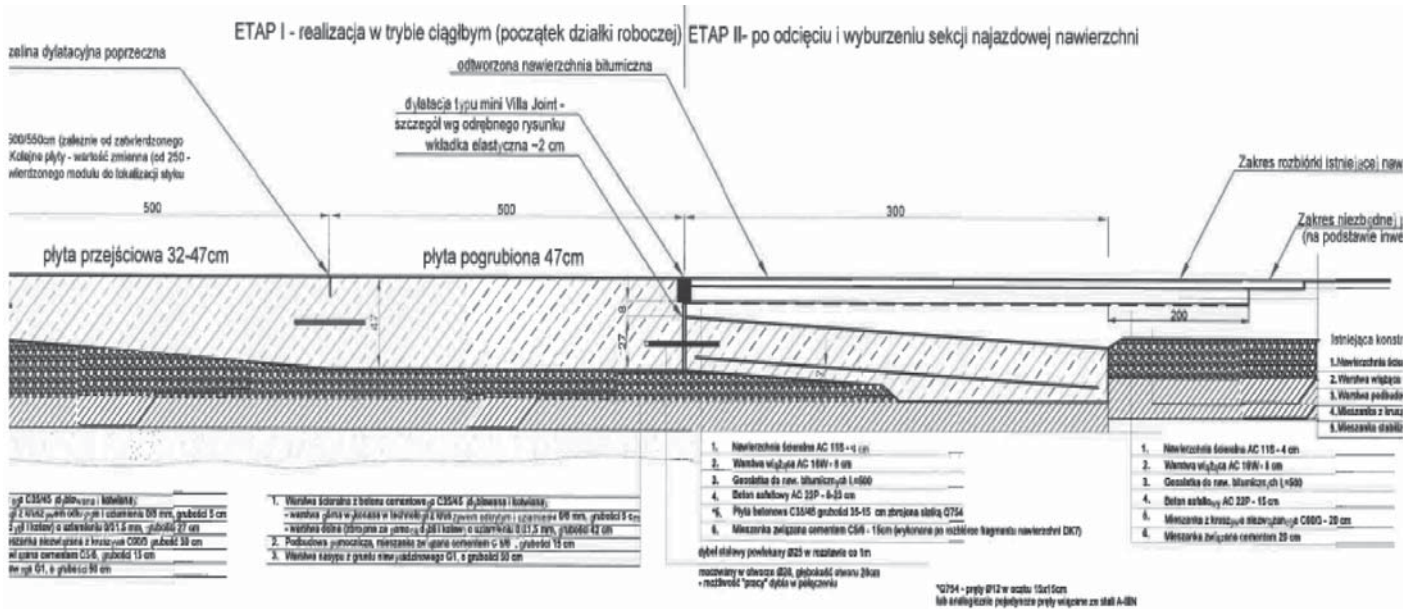
Dla nawierzchni asfaltowych są to między innymi: wykruszenia krawędzi i ubytki; wybrzuszenia związane z pełzaniem; wybrzuszenia i deformacje poprzeczne; wybrzuszenia i deformacje skośne. Przykłady tego typu uszkodzeń przedstawiono na fotografiach 3–9.

Uszkodzenia nawierzchni z betonu cementowego to między innymi: spękania poprzeczne i skośne płyt granicznych; niekontrolowany podział granicznych płyt nawierzchni; klawiszowanie granicznych płyt nawierzchni; wykruszenia i ubytki krawędzi granicznych płyt nawierzchni.

Przykłady tego typu uszkodzeń przedstawiono na fotografiach 10–15.

## Podsumowanie

Prawidłowo zaprojektowana i dobrze wykonana nawierzchnia z betonu cementowego bez żadnego problemu osiąga dwudziestoletni okres użytkowania. Standardem jest eksploatacja przez 30 lat [11]. Jednym z niewielu punktów newralgicznych nawierzchni betonowej jest jej styk z nawierzchnią podatną.



Rys.19. Kombinacja kilku rozwiązań – pogrubiona płyta graniczna, żelbetonowa płyta monolityczna, zbrojona, zakotwiona w nawierzchni betonowej, wykonywana na mokro, o zmiennej grubości, zagłębiająca się pod pakiet warstw asfaltowych, ściśliwa wkładka na samym styku nawierzchni, szeroka dylatacja bitumiczna. Droga ekspresowa S7 [15]



Fot. 3. Uszkodzenie nawierzchni asfaltowej – wyruszenia krawędzi i ubytki na styku z nawierzchnią betonową. Autostrada A4 [15]

Niestaranne lub nieprawidłowe zaprojektowanie i wykonanie styków różnych typów nawierzchni skutkuje powstawaniem licznych rodzajów zniszczeń obu nawierzchni w bezpośrednim sąsiedztwie styku. Styk materiałów o innej charakterystyce pracy wymaga zastosowania specjalistycznych rozwiązań. Pomimo znanych wielu rozwiązań teoretyczno-projektowych, doświadczenia eksploatacyjne GDDKiA wskazują potrzebę stworzenia jeszcze lepszych zaleceń projektowych (wypracowanych na podstawie doświadczeń służby liniowej oraz praktyki eksploatacyjnej) oraz bezwarunkowe przestrzeganie wymagań wykonawczych. Aktualnie w Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad trwa finalizacja prac nad redakcją standaryzacji wytycznych technicznych dotyczących projektowania i wykonania styków różnych typów nawierzchni.



Fot. 4. Uszkodzenie nawierzchni asfaltowej – wyruszenia i pełzanie nawierzchni na styku z nawierzchnią betonową. Autostrada A4 [15]



Fot. 5 i Fot. 6. Uszkodzenie nawierzchni asfaltowej – wyruszenia i pełzanie nawierzchni na styku z nawierzchnią betonową. Autostrada A4 [15]





Fot. 7. Uszkodzenie nawierzchni asfaltowej – deformacje poprzeczne nawierzchni w sąsiedztwie z nawierzchnią betonową. Autostrada A4 [15]



Fot. 8. Uszkodzenie nawierzchni asfaltowej – deformacje poprzeczne nawierzchni w sąsiedztwie z nawierzchnią betonową. Autostrada A4 [15]



Fot. 9. Uszkodzenie nawierzchni asfaltowej – deformacje skośne do osi jezdni, w sąsiedztwie z nawierzchnią betonową. Autostrada A4 [15]



Fot. 10. Uszkodzenie nawierzchni z betonu cementowego – spękania poprzeczne i skośne płyt granicznych – niekontrolowany podział płyt nawierzchni graniczących z nawierzchnią asfaltową. Autostrada A4 (dawniej A12) [15]



Fot. 11. Uszkodzenie nawierzchni z betonu cementowego – niekontrolowany podział płyt nawierzchni graniczących z nawierzchnią asfaltową. Autostrada A4 (dawniej A12) [15]



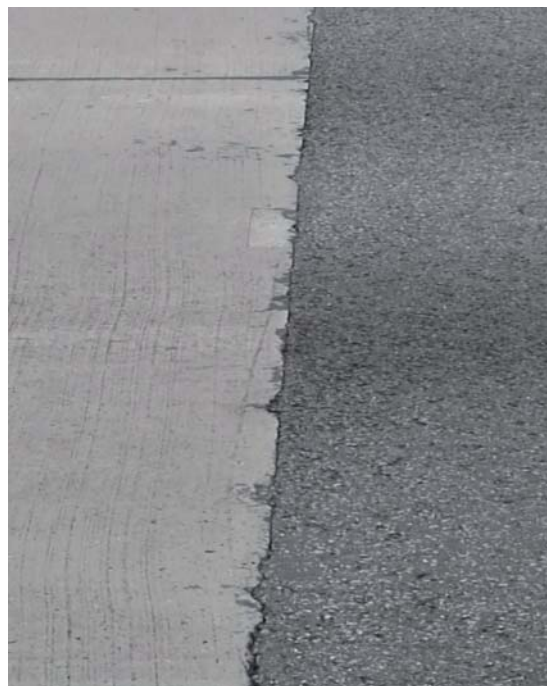
Fot. 12. Uszkodzenie nawierzchni z betonu cementowego – klawiszowanie płyty granicznej z nawierzchnią asfaltową. Autostrada A18 [15]



Fot. 13. Uszkodzenie nawierzchni z betonu cementowego – klawiszowanie płyty granicznej z nawierzchnią asfaltową. Autostrada A4 [15]



Fot. 14. Uszkodzenie nawierzchni z betonu cementowego – wykruszenia i ubytki krawędzi nawierzchni płyt granicznych z nawierzchnią asfaltową. Autostrada A18 [15]



Fot. 15. Uszkodzenie nawierzchni z betonu cementowego – wykruszenia i ubytki krawędzi nawierzchni płyt granicznych z nawierzchnią asfaltową. Autostrada A4 [15]

#### Bibliografia

- [1] Aksamit R. „Szczegóły drogi ekspresowej S17. Budowa drogi ekspresowej S17 na odcinku węzeł „Lubelska” (bez węzła) – Kołbiel (początek obwodnicy). Część I, km 4+049 – km 27+900.” Strabag Spółka z o.o., Pruszków 2020
- [2] Draszczuk R., Pach K. „Szczegóły drogi ekspresowej S17. Budowa drogi ekspresowej S17 na odcinku węzeł „Lubelska” (bez węzła) – Kołbiel (początek obwodnicy). Część II, km 5+650 – km 19+200.” Strabag Spółka z o.o., Pruszków 2020
- [3] Drzazga D., Schmit M., Sobczak T. „Szczegół połączenia nawierzchni sztywnej i podatnej. Tom 2 Roboty drogowe. Zaprojektowanie i budowa drogi ekspresowej S17 Warszawa (w. Zakręt) – Garwolin na odcinku węzeł „Lubelska” (bez węzła) – Garwolin (początek obwodnicy) z podziałem na 3 części. Część III Kołbiel (koniec obwodnicy) – Garwolin początek obwodnicy). Lafrentz Polska Spółka z o. o., Poznań 2019.
- [4] GDDKiA Oddział w Białymstoku. „PFU dla zadania Projekt i budowa drogi ekspresowej S-61 Ostrów Mazowiecka – Szczuczyn, odcinek od węzła „Kolno” (z węzłem) do węzła „Stawiski” wraz z budową drogi krajowej nr 63 i nr 64.” Białystok 2016
- [5] Glinicki M.A. „Inżynieria betonowych nawierzchni drogowych”. Wydawnictwa Naukowe PWN SA. Warszawa 2019
- [6] Jędrys W., Mansel J. „Projekt wykonawczy. Szczegóły część 3. Rozbudowa drogi krajowej nr 8 do parametrów drogi ekspresowej na odcinku Wyszków – granica województwa Podlaskiego. Odcinek 516+482.66 – 545+582.04. Pododcinek Ib 529+470.00 – 545+582.04.” MP–Mosty, Tebodin Spółka z o.o., Kraków 2017
- [7] Jung s. Y., Zollinger D. G. „Design and construction transition guidelines for concrete pavement.” Texas Transportation Institute. FHA, College Station, USA 2007
- [8] Jung s. Y., Zollinger D. G., Tayabji S. D. „Best practices of concrete pavement transition design and construction.” Texas Transportation Institute. FHA, College Station, USA 2007.
- [9] Polecki A. *Utrzymanie nawierzchni wykonanych z betonu cementowego – typowe uszkodzenia eksploatacyjne, przykłady technologii napraw.* „Drogownictwo” nr 2/2020. Wydawnictwo SITK, Warszawa 2020
- [10] Smolarczyk P. „Projekt technologii i organizacji robót – zbrojenie płyty przejściowej. Kontynuacja projektu i budowy autostrady A-1 Stryków – węzeł „Tuszyn” na odcinku od km 295+850 do km 335+937,65 – Zadanie III odcinek III od km 320+010 do km 335+937,65 (bez odcinka od km 322+150 do km 324+950).” Warszawa/Pruszków 2014
- [11] Szydło A. „Nawierzchnie drogowe z betonu cementowego.” Polski Cement Sp. z o.o., Kraków 2004
- [12] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. (z późn. zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. Dz. U. Nr 63, poz. 735
- [13] Załącznik do zarządzenia nr 30 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r. „Katalog Typowych Konstrukcji Sztywnych.”, Warszawa 2014
- [14] Załącznik do zarządzenia nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r. „Katalog Typowych Konstrukcji Podatnych i Półsztywnych.”, Warszawa 2014
- [15] Podręczne archiwum autorów