

NAWIERZCHNIE MOSTOWE 2016

Podsumowanie i wnioski

23 listopada 2016 roku odbyło się II Ogólnopolskie Seminarium Specjalistyczne – „Hydroizolacje, nawierzchnio-izolacje i nawierzchnie jezdni na mostach – NAWIERZCHNIE MOSTOWE 2016”, będące spotkaniem otwierającym III KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2016. Było to IXX wydarzenie z organizowanego przez Media-Pro Polskie Media Profesjonalne cyklu KONFERENCJE SPECJALISTYCZNE nauka-praktyka-biznes, który w krótkim czasie stał się jednym z największych cykli merytorycznych spotkań w polskiej branży infrastruktury. Poniżej przedstawiamy podsumowanie i wnioski z Seminarium.

SPECYFIKA NAWIERZCHNI MOSTOWYCH.

1. Nawierzchnie na mostach drogowych stanowią jeden z najbardziej newralgicznych elementów wyposażenia obiektów mostowych, warunkujących w znacznym stopniu bezpieczeństwo i komfort użytkownika oraz trwałość.
2. Nawierzchnie mostowych nie można traktować w sposób wyizolowany. Ich funkcjonowanie zależy także od innych elementów wyposażenia obiektów mostowych, przede wszystkim od systemu odwodnienia, izolacji przeciwwodnej oraz ukształtowania geometrycznego – odpowiednich pochyłości podłużnych i poprzecznych.
3. Nawierzchnie na mostach charakteryzują się pewnymi cechami wspólnymi z nawierzchniami drogowymi, ale posiadają także wiele cech specyficznych, wymagających innego traktowania w projektowaniu, budowie i eksploatacji. Są to:
 - uszkodzenia i nierówności nawierzchni (np. wyboje, spękania, ubytki), stanowiące źródło zwiększonych oddziaływań dynamicznych na konstrukcję (zwłaszcza od przejeżdżających pojazdów ciężkich), utrudniające (lub nawet uniemożliwiające) właściwe odwodnienie pomostu oraz obniżające komfort jazdy (jak na drogach), stwarzając jednak poczucie większego zagrożenia u użytkowników podczas przejazdu,
 - warunki wilgotnościowo-ciepłone górnej warstwy nawierzchni, które mogą być inne niż w obszarach poza obiektami, stanowiąc zagrożenie bezpieczeństwa ruchu (zwłaszcza w przypadku obiektów nad przeszkodami wodnymi),
 - śliskość nawierzchni na obiektach mostowych, mogąca prowadzić do bardziej niebezpiecznych następstw (łącznie z wypadnięciem pojazdu poza obiekt),
 - sztywność podłoża nawierzchni, która jest na obiektach mostowych zwykle znacznie większa niż poza nimi (np. na nasypach), co stwarza inne warunki jej „pracy”,
 - zmieniająca się z upływem czasu niweleta drogi na obiekcie (np. wskutek większych od spodziewanych efektów reologicznych, głównie pęcznienia betonu). Może to prowadzić do powstawania wklęsłości z zastoiskami wody

na pomoście, trudnych do szybkiego odwodnienia, co w konsekwencji ujemnie wpływa na bezpieczeństwo użytkownika i trwałość obiektu mostowego,

- problemy związane ze współodkształcalnością dolnej powierzchni nawierzchni z górną powierzchnią izolacji,
 - szczególnie ważna rola odladzania nawierzchni na mostach z uwagi na agresywność jonów chloru w stosunku do materiałów konstrukcyjnych, szczególnie betonu,
 - często występujące na obiektach odwadnianie warstw nawierzchni za pomocą sączków, które zwykle nie występują poza obiektami.
4. Projektowanie nawierzchni na obiektach mostowych pod względem materiałowym musi zapewnić im wymaganą trwałość mechaniczną, szorstkość, mrozoodporność, szczelność i minimalizację hałasu toczenia pojazdów.
 5. Szczególną uwagę należy zwrócić na poprawę poziomu wykonawstwa nawierzchni na mostach, zwłaszcza w odniesieniu do zapewnienia odpowiedniej szczepności nawierzchni z izolacją.
 6. Projektowanie nawierzchni na obiektach uzależnione musi być od rodzaju pomostu (płyta żelbetowa lub stalowa płyta ortotropowa).
 7. Odształcenia w nawierzchniach mostowych na pomostach betonowych przyjmują małe wartości i nie występuje tu problem z zapewnieniem wymaganej odporności nawierzchni na zmęczenie.
 8. Na pomostach ortotropowych występują duże odształcenia nawierzchni, przewyższające te spotykane na naziomiu. W celu ich określenia konieczne jest zastosowanie modelowania i skalibrowania do sytuacji obserwowanych na rzeczywistych obiektach.
 9. Wyniki trwałości zmęczeniowej obliczonej różnymi metodami dla dużych odształceń na płytach ortotropowych pokazują, że na tego typu obiektach może występować problem zapewnienia odporności na powstawanie spękań zmęczeniowych. Celowe jest opracowanie kryteriów oceny trwałości zmęczeniowej dla asfaltowych nawierzchni na obiektach mostowych.

10. Wskazane jest przyjęcie metodologii badawczej pozwalającej na ocenę odporności na powstawanie deformacji trwałych poszczególnych warstw/pakietów nawierzchni mostowych.
11. Celowe jest opracowanie specjalnych kryteriów zmęczeniowych dla przypadku naprężeń ściskających w dolnej warstwie nawierzchni asfaltowych. Stosowane obecnie analizy trwałości zmęczeniowej nawierzchni opierają się na naprężeniach rozciągających na spodzie warstw asfaltowych, które w przypadku nawierzchni bitumicznych na betonowej płycie obiektu inżynierskiego są bardzo małe, na tyle, że to kryterium nie ma zastosowania.
12. Wskazane jest podjęcie badań zmierzających do określenia wpływu zmienności temperatury betonowych płyt pomostów obiektów mostowych na odształcenia nawierzchniowych warstw asfaltowych. Odształcenia w warstwach asfaltowych wynikające z naprężeń termicznych pojawiających się w płycie betonowej (charakteryzującej się dużą pojemnością cieplną), w wyniku nagrzania w ciągu dnia i ochładzania w nocy, mogą mieć większe znaczenie dla nawierzchni niż te pochodzące od obciążenia ruchem pojazdów.
13. Warty rozważenia jest opracowanie specjalnych wymagań dla asfaltów lanych stosowanych na obiektach mostowych (różnych od wymagań dla nawierzchni poza obiektami).
14. Dyskusyjne jest stosowanie warstwy ochronnej pomiędzy płytą pomostu i warstwą izolacji. Wieloletnie doświadczenia wskazują na ryzyka związane ze stosowaniem izolacji w innym, niż bezpośrednio na płycie betonowej miejscu. W każdej warstwie położonej nad betonem (z natury porowatym, przewodzącym parę wodną) zawsze pojawi się woda, która działa destrukcyjnie.
15. Na poprawę trwałości zmęczeniowej wpływa w sposób oczywisty większa ilość asfaltu w mieszance asfaltu lanego.
16. Izolacja natryskowa stanowi zdecydowanie lepszą hydroizolację niż papy termozgrzewalne.

RODZAJE NAWIERZCHNI MOSTOWYCH.

1. Wśród rozwiązań materiałowo – technologicznych nawierzchni mostowych wyróżniamy tradycyjne rodzaje MMA do warstw ściernych i ochronnych, w tym: asfalt lany (MA), beton asfaltowy (AC), mastyks grysowy (SMA), beton asfaltowy do bardzo cienkich warstw (BBTM); nawierzchnio – izolacje; asfalt modyfikowany gumą oraz mastyks wysokogrysowy SMA-MA. Do budowy nawierzchni mostowych wskazane jest stosowanie nowych rozwiązań materiałowo – technologicznych zapewniających zwiększoną trwałość nawierzchni i obiektów mostowych, które powinny w jak najmniejszym stopniu obciążać konstrukcję pomostu.
2. W jak największym zakresie powinny być stosowane rozwiązania i technologie odporne na błędy wykonawcze, które mogą być realizowane przy użyciu tradycyjnego sprzętu zapewniającego wysoką wydajność.
3. Zarządcy dróg krajowych oraz samorządowych dysponują dużym doświadczeniem praktycznym wynikającym ze stosowania tradycyjnych rodzajów nawierzchni na mostach. Celowe jest nowelizowanie dokumentów technicznych w tym zakresie.
4. Mastyks wysokogrysowy SMA-MA do nawierzchni mostowych:

- wykazał największą trwałość zmęczeniową w porównaniu do mieszanek SMA i AC, także po procesie wygrzewania,
- badany w pakiecie warstw potwierdził dużą odporność na koleinowanie,
- może stanowić, w połączeniu z warstwą lepiscza asfaltowego, dobre zabezpieczenie płyty pomostu przed oddziaływaniami korozyjnymi.

5. Warstwy ochronne płyt pomostów betonowych w USA i w Kanadzie realizowane są w 62% z betonu cementowego (z mikrokrzemionką, modyfikowanego polimerami, o niskim W/C oraz z popiołem lotnym), a w 16% z asfaltu. Nawierzchnie asfaltowe występują zwykle łącznie z dodatkowymi izolacjami przeciwwilgociowymi.

6. Koszt wykonania nawierzchni asfaltowej i betonowej w USA jest zbliżony, ale znacznie rzadziej niż w Europie wykonuje się tam nawierzchnie asfaltowe, głównie z uwagi na dłuższe okresy pomiędzy remontami, „czułość” izolacji przeciwwilgociowej na błędy wykonawcze oraz ostrożność w podzlecaniu robót asfaltowych (firma mostowa zazwyczaj nie dysponuje odpowiednim sprzętem i doświadczeniem).

7. Na obiektach inżynierskich w ciągu dróg o nawierzchni z betonu cementowego w Polsce stosuje się nawierzchnię asfaltową, osiągając efekt „czarnych wstawek w białej nawierzchni” (np. na S-8), w USA częstym widokiem są „białe wstawki (na obiektach) w czarnej nawierzchni”.

8. Należy zauważyć, że wskutek wysokiej temperatury następuje degradacja polimerów w polimeroasfaltach. Może to wystąpić w izolacjach papowych po przykryciu asfaltem lanym w wysokiej temperaturze. Warto także zwrócić uwagę, że stosowanie polimeroasfaltów w produkcji asfaltu lanego uniemożliwia podgrzewanie mieszanki do temperatury większej niż 200 °C, gdyż następuje wtedy rozpad styrenu z butadienem, co powoduje, że przestaje mieć miejsce poprawa właściwości sprężystych mieszanki (za którą decydujemy się zapłacić więcej).

9. Analiza doświadczeń USA wskazuje wyraźnie, że na rozwiązania technologiczne w sposób istotny wpływają warunki kontraktowe regulujące kwestie gwarancji oraz relacji biznesowych pomiędzy generalnym wykonawcą i jego podwykonawcami. W USA generalny wykonawca „asfaltowy” chętnie podzleca, cedując odpowiedzialność za uzyskaną jakość, cały obiekt inżynierski (łącznie z nawierzchnią) podwykonawcy „betonowemu”. Ten z kolei nie jest skłonny zlecać wykonania asfaltowych warstw nawierzchniowych, woli wykonać je w technologii w której się specjalizuje.

10. Zaawansowane technologie wymagają ścisłego zachowania wymaganych reżimów technologicznych – jest to warunek konieczny trwałości.

11. Różnorodność rozwiązań pokazuje wyraźnie brak kryteriów doboru konkretnej technologii do konkretnych okoliczności zastosowania.

DOŚWIADCZENIA PRAKTYCZNE. AWARIE.

1. Oszczędzanie na kosztach wykonania nawierzchni i izolacji mostowych (kosztem jakości) nie jest ekonomicznie uzasadnione, z uwagi na fakt, że koszt wymiany nawierzchni i izolacji oraz naprawy płyty pomostu stanowi 20-40% kosztu budowy mostu (bez kosztów społecznych wynikających

z utrudnień wynikających z zamknięcia), zaś średni koszt wykonania nawierzchni to 0,5 % kosztu budowy mostu i 0,01 % kosztów budowy odcinka drogi (wielkości pochodzą z informacji podanych przez pana dr. Krzysztofa Germaniuka).

- Mosty stanowią 0,25 % długości sieci dróg w Polsce oraz 2,1% długości dróg krajowych, koszt ich budowy stanowi jednak 50% kosztów budowy drogi (wg analizy pana dr. Krzysztofa Germaniuka). Celowość stosowania innych, niż w ciągu dróg poza obiektami, technologii powinna być zatem należycie uzasadniona.
- Należy rozważyć czy warstwy wiążące na mostach nie powinny być drenujące (spełnienie tego postulatu wymaga wykonania badań w skali naturalnej), a warstwa ścieralna nie powinna być wykonywana w tej samej technologii i o tej samej grubości co warstwa ścieralna na drodze.
- Trwałość nawierzchnio-izolacji zależy w dużym stopniu od: jakości składników nawierzchni, jakości przygotowania podłoża i przeprowadzenia prac, poprawności zastosowanych rozwiązań detali konstrukcji nawierzchni (krawędzie, dylatacje) oraz poprawność eksploatacji.
- Średnia trwałość nawierzchnio-izolacji w warunkach intensywnego obciążenia mechanicznego i/lub chemicznego wynosi 3-5 lat. Trwałość nawierzchnio-izolacji w warunkach zwykłej eksploatacji (kładki pieszo-jezdne, chodniki obiektów mostowych o niewielkim obciążeniu ruchem) wynosi ponad 10 lat.
- Doświadczenia GDDKiA Oddział w Krakowie wskazują na bezwzględną konieczność zapewnienia wysokiej jakości nadzoru inwestorskiego podczas wykonywania warstw izolacyjnych i nawierzchniowych na obiektach inżynierskich.
- Wbudowanie warstw asfaltowych zagęszczonych mechanicznie płytą wibracyjną w obszarze płyty przejściowej mogłoby znacząco zniwelować problemy związane z różnicami sztywności pomiędzy płytą obiektu i nasypem na dojeździe. Konieczne jest zwiększenie świadomości występowania tego problemu oraz zapewnienie restrykcyjnego nadzoru nad robotami.
- Stosowanie szczelnych warstw nawierzchniowych powoduje szereg problemów ze sprawnym odprowadzeniem wody. Należy rozważyć celowość szerszego stosowania warstw drenujących na przykład z asfaltu porowatego, niekoniecznie w warstwie ścieralnej.
- Znane są na świecie generalnie dwie szkoły dbałości o właściwą jakość wykonania robót. Pierwsza z nich wymaga od generalnego wykonawcy wystawienia gwarancji w określonym okresie po oddaniu do użytkowania. Szacowanie ryzyka robót gwarancyjnych podwyższa cenę ofertową. Mogą tu być stosowane również obniżki wynagrodzenia za określone niedociągnięcia jakościowe. Druga szkoła polega na opracowaniu przez kadrę techniczną zarządcy dróg przy wsparciu instytutów badawczych i przedstawicieli wykonawców robót, własnych rozwiązań i stworzenie listy certyfikowanych wyrobów dopuszczonych do stosowania: lepszycy, kruszyw, recept, mieszanek, dostawców. Wcześniejsze doświadczenia w realizacji zadań przez poszczególnych wykonawców robót determinują częstotliwość i zakres różnego rodzaju kontroli. Stworzenie tego typu wytycznych jest kosztowne, ale w ostatecznym rozrachunku opłacalne. Mogą być stosowane zwiększenia

wynagrodzenia za podwyższenie jakości wykonania. Nie można z całą pewnością stwierdzić, który system jest lepszy: w USA przez wiele lat nie było gwarancji, teraz rozważa się ich wprowadzenie. Z całą pewnością pomieszczenie elementów obydwu systemów prowadzi do bardzo dużych obciążeń finansowych.

TEMATYKA WARTA PODJĘCIA PODCZAS KOLEJNYCH WYDARZEŃ Z CYKLU KONFERENCJE SPECJALISTYCZNE nauka-praktyka-biznes.

- Kontynuowanie podjętej podczas Seminarium Nawierzchnie Mostowe 2016 problematyki.
- Poszukiwanie rozwiązań dla wyspecyfikowanych powyżej zagadnień.
- Analiza ekonomiczna zasadności stosowania konkretnych rozwiązań nawierzchniowych w kontekście kosztów ponoszonych w cyklu życia obiektu.
- Rozwinięcie tematyki współdziałania rozwiązań nawierzchniowych z systemami odwodnienia w kontekście nie tylko stosowania właściwych drenaży, rozstawu i rodzajów wpustów, ale też powrotu do analizy wymaganych pochyłeń podłużnych i poprzecznych nawierzchni.

Rada Programowa Seminarium NAWIERZCHNIE MOSTOWE 2016:

- dr inż. Krzysztof Germaniuk**, z-ca kierownika Zespołu Diagnostyki i Napraw Mostów, Instytut Badawczy Dróg i Mostów;
- dr inż. Piotr Gwoźdźwicz**, Pracownia Konstrukcji Sprężonych, Politechnika Krakowska, prezes zarządu ASIS Sp. z o.o.;
- dr hab. inż. Karol J. Kowalski**, z-ca dyrektora Instytutu Dróg i Mostów, Politechnika Warszawska;
- mgr inż. Wacław Michalski**, dyrektor Departamentu Technologii, GDDKiA;
- dr hab. inż. Jerzy Piłat, prof. PW**
- prof. dr hab. inż. Wojciech Radomski**, Politechnika Warszawska **przewodniczący Rady Programowej Seminarium – mosty;**
- prof. dr hab. inż. Piotr Radziszewski**, kierownik Zespołu Technologii Materiałów i Nawierzchni Drogowych, Politechnika Warszawska, **przewodniczący Rady Programowej Seminarium – drogi;**
- dr inż. Igor Ruttmar**, prezes zarządu TPA Sp. z o.o.;
- dr inż. Krzysztof Wąchalski**, dyrektor, Pont Projekt Sp. z o.o.;
- dr hab. inż. Adam Wysokowski, prof. UZ**, kierownik Zakładu Dróg i Mostów, Uniwersytet Zielonogórski.

Prelegenci:

- mgr inż. Bartosz Budziński**, Katedra Dróg i Mostów, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie;
- dr inż. Krzysztof Germaniuk**, z-ca kierownika Zespołu Diagnostyki i Napraw Mostów, Instytut Badawczy Dróg i Mostów;
- dr inż. Piotr Gwoźdźwicz**, Pracownia Konstrukcji Sprężonych, Politechnika Krakowska, prezes zarządu ASIS Sp. z o.o.;
- dr hab. inż. Karol J. Kowalski**, z-ca dyrektora Instytutu Dróg i Mostów, Politechnika Warszawska;
- dr inż. Jan Król**, Zespół Technologii Materiałów i Nawierzchni Drogowych, Politechnika Warszawska;
- mgr inż. Marcin Moszko**, Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach;
- mgr inż. Adam Liphardt**, Zespół Technologii Materiałów i Nawierzchni Drogowych, Politechnika Warszawska;
- mgr inż. Piotr Pokorski**, Zespół Technologii Materiałów i Nawierzchni Drogowych, Politechnika Warszawska;
- prof. dr hab. inż. Wojciech Radomski**, Politechnika Warszawska;
- mgr inż. Krzysztof Urbański**, Oddziałowy Inspektor Mostowy, GDDKiA Kraków.

Współautorzy referatów:

- dr hab. inż. Paweł Mieczkowski**, Katedra Dróg i Mostów, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Eurovia Polska S.A.;
- dr hab. inż. Jerzy Piłat, prof. PW**, Zespół Technologii Materiałów i Nawierzchni Drogowych, Politechnika Warszawska;

- prof. dr hab. inż. Piotr Radziszewski**, kierownik Zespołu Technologii Materiałów i Nawierzchni Drogowych, Politechnika Warszawska
- dr inż. Michał Sarnowski**, Zespół Technologii Materiałów i Nawierzchni Drogowych, Politechnika Warszawska;
- mgr inż. Zbigniew Tabor**, przewodniczący Konwentu Dyrektorów Zarządów Dróg Wojewódzkich; dyrektor Zarządu Dróg Wojewódzkich w Katowicach.

Przewodniczący sesji tematycznych:

- mgr inż. Mirosław Bajor**, dyrektor programowy cyklu KONFERENCJE SPECJALISTYCZNE nauka-praktyka-biznes;
- dr inż. Krzysztof Germaniuk**, z-ca kierownika Zespołu Diagnostyki i Napraw Mostów, Instytut Badawczy Dróg i Mostów;
- dr hab. inż. Karol J. Kowalski**, z-ca dyrektora Instytutu Dróg i Mostów, Politechnika Warszawska;
- mgr inż. Wacław Michalski**, dyrektor Departamentu Technologii, GDDKiA;
- mgr Ewelina Nawara**, dyrektor wydawnictwa Media Pro Polskie Media Profesjonalne;
- prof. dr hab. inż. Wojciech Radomski**, Politechnika Warszawska.

Dyskutanci:

- mgr inż. Michał Bednarz**, TPA Sp. z o.o.;
- mgr inż. Piotr Dąbrowski**, z-ca dyrektora oddziału ds. technologii, Oddział GDDKiA w Gdańsku;
- dr inż. Krzysztof Germaniuk**, z-ca kierownika Zespołu Diagnostyki i Napraw Mostów, Instytut Badawczy Dróg i Mostów;
- dr inż. Piotr Gwoźdźwicz**, Pracownia Konstrukcji Sprężonych, Politechnika Krakowska, prezes zarządu ASIS Sp. z o.o.;
- dr inż. Jan Król**, Zespół Technologii Materiałów i Nawierzchni Drogowych, Politechnika Warszawska;
- mgr inż. Andrzej Litwinowicz**, główny technolog Budimex S.A.
- mgr inż. Mirosław Odjas**, Intertool Polska Sp. z o.o.;
- prof. dr hab. inż. Wojciech Radomski**, Politechnika Warszawska;
- mgr inż. Waldemar Rudnik**, wiceprezes zarządu ASIS Sp. z o.o.;
- mgr inż. Andrzej Sadkowski**, Departament Technologii, GDDKiA;
- mgr inż. Dawid Siemiński**, TPA Sp. z o.o.;
- mgr inż. Krzysztof Urbański**, Oddziałowy Inspektor Mostowy, GDDKiA Kraków.

Patronat Honorowy:



MINISTERSTWO
INFRASTRUKTURY
I BUDOWNICTWA

**Generalna Dyrekcja
Dróg Krajowych i Autostrad**

Patronat:



Patronat Medialny:

Drogi **OBIEKTY inżynierskie** **ViaExpert** **edroga.pl**

KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2016. Partner Strategiczny:



Partnerzy:



Firmy Współpracujące:

