

Zrównoważony rozwój w budownictwie mostowym

Systemy odwodnienia obiektów mostowych

doc. dr hab. inż. Adam Wysokowski*, mgr inż. Anna Staszczuk**

1. Wstęp

Zgodnie z §136 rozporządzenia [1] z obiektów inżynierskich – w tym mostów – powinny być odprowadzane wody opadowe. Stąd dalej w §180 pkt 7 tego rozporządzenia, urządzenia odprowadzenia wód opadowych określone są jako jeden z ważnych elementów wyposażenia mostów, odgrywający istotną (jeżeli nie jedną z najważniejszych) rolę w zapewnieniu ich trwałości. Obiekty inżynierskie powinny być zatem tak zaprojektowane i wykonane, aby w przyjętym okresie użytkowania i poziomie utrzymania była zapewniona ich trwałość, rozumiana jako zdolność użytkowania obiektu przy zachowaniu cech wytrzymałościowych i eksploatacyjnych, których miernikiem są stany graniczne nośności i stany graniczne użytkowania.

Zapewnienie trwałości konstrukcji wynika z bardzo ważnego aspektu rozwoju cywilizacji – zrównoważonego rozwoju (*sustainable development*). W raporcie *Nasza wspólna przyszłość* Światowej Komisji do Spraw Środowiska z 1987 r. rozwój zrównoważony zdefiniowano jako „zaspokajający potrzeby obecnego pokolenia bez pozabawiania możliwości przyszłych pokoleń do zaspokajania ich potrzeb”.

Budownictwo (w tym mostownictwo) spełniające wymagania zrównoważonego rozwoju powinno dążyć we wszystkich fazach okresu jego trwania do minimalizacji zużycia energii i zasobów naturalnych, przy możliwie najmniejszym obciążeniu środowiska [2]. Związek zrównoważonego rozwoju z trwałością konstrukcji, a więc istnieniem sprawnie funkcjonującego systemu odwodnienia obiektu mostowego, wydaje się być zatem oczywisty. Tylko trwałe mosty, z odpowiednio długim tzw. czasem życia (*life time* – często używany termin w programach ramowych Unii Europejskiej [3]), gwarantuje spełnienie wymagań zrównoważonego rozwoju w sektorze budownictwa.

2. Spadek trwałości i degradacja obiektu mostowego w wyniku braku sprawnie funkcjonującego systemu odwodnienia – geneza problemu

Aby most mógł prawidłowo spełniać swoją funkcję, a więc być przydatny komunikacyjnie, powinien być trwały i odporny na wpływy środowiska. Woda pochodząca z opadów deszczu i śniegu jest głównym



Ryc. 1. Przyciótek. Widoczne zacieki oraz uszkodzenia ściany – korozja zbrojenia

czynnikiem niszczącym budowle. W celu zapewnienia bezpieczeństwa ruchu na mostach w zimie konieczne jest usuwanie z nich śniegu i lodu, co w przypadku mostów drogowych i mostów dla pieszych odbywa się najczęściej poprzez posypywanie jezdni i chodników solą kuchenną (NaCl). Jest to bardzo skuteczna metoda odładzania, jednak poważną jej wadą jest fakt, że solanka oddziałuje korozyjnie na materiały konstrukcyjne, z których budowane są mosty: beton i stal. Woda opadowa deszczowa oraz pochodząca z topnienia śniegu i lodu nie jest czysta, ale zawsze zawiera rozpuszczone związki chemiczne: najróżniejsze sole oraz tlenki pochodzące ze spalania kopaliny i emisji przemysłowej (przede wszystkim związki siarki i azotu). Tlenki wchodząc w reakcję



Ryc. 2, 3. Przyciótek. Widoczne zacieki oraz uszkodzenia ściany – ubytek betonu oraz niedrożny przewód odwadniający

z wodą tworzą kwasy, a kwasy oraz sole wchodzą w reakcje chemiczne z materiałami budowlanymi, powodując ich korozję i zniszczenie [4].

Przykłady degradacji obiektów mostowych w wyniku braku systemu odwodnienia lub źle funkcjonującego systemu istniejącego przedstawiono na rycinach 1–7.

3. Rozwiązania materiałowe i konstrukcyjne stosowane w systemach odwodnień obiektów mostowych

System odwodnienia obiektu mostowego sprawnie funkcjonuje i odprowadza wodę w całym okresie eksploatacji mostu (wspomniany *life time*), jeśli charakteryzuje się jak najlepszymi rozwiązaniami materiałowymi i konstrukcyjnymi. System odwodnienia musi być trwały, a więc odporny na działanie szeregu czynników destrukcyjnych, w tym m.in. oddziaływanie środowiska zewnętrznego, oddziaływanie dynamiczne wywołane ruchem pojazdów, czynnik społeczny itd., o których będzie mowa w dalszej części niniejszego artykułu.

3.1. Przewody żeliwne

Żeliwo jest materiałem utworzonym głównie z żelaza, węgla (w postaci grafitu) oraz krzemu. Żeliwo szare, jako materiał do budowy wodociągów, wykorzystywano już w połowie XV w. W latach 50. XX w., żeliwo szare zostało zastąpione żelwem sferoidalnym, charakteryzującym się wyższymi parametrami wytrzymałościowymi [3 za 9].

Rury produkowane są metodą odlewania odśrodkowego (początkowo metodą odlewania w formach piaskowych [5]). Rury i kształtki łączone są za pomocą złącza kielichowego lub specjalnych obejm oraz łączników zaciskowych (ryc. 8).





Ryc. 4, 5, 6, 7. Inne elementy konstrukcyjne mostu uszkodzone w wyniku braku odwodnienia [10]



Ryc. 8. System odwodnienia obiektu mostowego wykonany z przewodów żelaznych [3]

Kompensacja wydłużeń redukowana jest poprzez zawieszania sprężynowe lub kompensatory elastomerowo-spiralne. zabezpieczenie antykorozyjne stanowią zewnętrzne i wewnętrzne powłoki ochronne (ryc. 9 a) i wykładziny wewnętrzne. Brak zastosowania antykorozyjnej powłoki ochronnej powoduje przyspieszoną korozję elementu (ryc. 9 b).

Szczegółowe wymagania właściwości powłok malarskich klasyfikujące systemy do stosowania w środowisku o korozyjności C5 podaje PN-EN ISO 12944-2:2001.

3.2. Przewody stalowe

Przewody z rur stalowych wykorzystywano do budowy wodociągów już w XVIII



Ryc. 9. Kształtka żeliwna: a) zabezpieczona zewnętrzną i wewnętrzną antykorozyjną powłoką ochronną, b) bez zabezpieczenia antykorozyjnego [3]

w. [3 za 9]. Obecnie w Polsce produkowane są rury ze stali niestopowych i niskostopowych w trzech podstawowych technologiach: spawanie wzdluzne, spawanie spiralne, zgrzewanie prądami wielkiej częstotliwości. Przewody stalowe łączone są za pomocą spawania odcinków rur lub specjalnych stalowych obejm, wyposażonych w gumowe uszczelnienia jedno- lub dwuwargowe oraz łączników zaciskowych. Redukcja wydłużeń następuje za pomocą kompensatorów elastomerowo-spiralnych. Przewody stalowe zabezpieczane są antykorozyjnie poprzez cynkowanie zanurzeniowe (ogniowe) lub poprzez zewnętrzne i wewnętrzne powłoki ochronne.

3.3. Przewody z tworzyw termoplastycznych

Wśród najczęściej stosowanych materiałów z tworzyw termoplastycznych do produkcji systemów odwodnieniowych drogowych obiektów mostowych należą:

- polichlorek winylu – PVC-U (ryc. 11),
- polietylen – PE (z tej grupy materiałowej zaleca się stosować tylko odmiany o wysokiej gęstości – PEHD, ryc. 12),
- polipropylen – PP.

Tworzywa te charakteryzują się nieuporządkowaną (amorficzną) lub częściowo



Ryc. 10. System odwodnienia obiektu mostowego wykonany z przewodów stalowych [3]

uporządkowaną (krystaliczną) strukturą wewnętrzną, co ma decydujący wpływ na ich właściwości techniczne i fizyczno-mechaniczne [3 za 9].

W ramach opracowywanych na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad *Zaleceń projektowania, budowy i utrzymania dróg i obiektów inżynierskich* nie zaleca się stosowania systemów odwodnieniowych wykonanych z PVC-U, przede wszystkim ze względu na słabą wytrzymałość tego materiału na niskie temperatury otoczenia.



Ryc. 11. System odwodnienia obiektu mostowego wykonany z PVC-U [3]

Przewody z polietylenu i polipropylenu produkowane są metodą wytłaczania, polegającą na przeciskaniu przez głowicę



Ryc. 12. System odwodnienia obiektu mostowego wykonany z PE [3]

formującą uplastycznionego granulatu z dodatkami antyutleniający, stabilizatorów i pigmentów lub metodą nawijania masy polietylenowej lub polipropylenowej na obracający się walec stalowy [3]. Produkowane rury mogą posiadać ścianki gładkie lub profilowe. Przewody z polietyleny i polipropylenu łączone są między sobą za pomocą [3 za 4]: zgrzewania doczołowego, zgrzewania elektrooporowego, zgrzewania za pomocą mufy termokurczliwej, spawania ekstruderem, łączenia z kielichem kompensacyjnym.

Przyłączenie rur wraz z kształtkami z wpustem mostowym następuje poprzez mufę termokurczliwą, kielich z korkiem lub kielich kompensacyjny. Miejsce takiego połączenia powinno być zabetonowane w płycie mostowej lub, jeśli połączenie następuje z wystającym z płyty króćcem od wpustu, w pobliżu połączenia na rurze należy umieścić punkt stały.

Istnieje możliwość przyłączenia sączka bezpośrednio do przewodów PE lub PP poprzez zastosowanie kształtki z bezpośrednim odejściem do sączka lub poprzez rurę (giętką lub sztywną) podłączanej do sączka [3 za 4].

Ze względu na zjawisko rozszerzania i kurczenia się polietyleny lub polipropylenu przewody powinny być montowane poprzez [3 za 4]: zastosowanie ramienia kompensacyjnego, zastosowanie kielichów kompensacyjnych, zamocowanie instalacji w sposób sztywny, zabetonowanie.

Przewody odwodnieniowe z PE i PP mogą być montowane jako instalacje poziome oraz pionowe. Instalacje poziome łączone są za pomocą kielichów kompensacyjnych lub podpór przesuwnych.

Do podstawowych zalet przewodów wykonanych z tworzyw termoplastycznych zaliczyć można: mały ciężar, możliwość produkcji o dużych długościach, odporność na chemiczną agresywność środowiska, odporność na ścieranie, dobre właściwości hydrauliczne, brak potrzeby stosowania warstw ochronnych, małą nasiąkliwość, łatwy i szybki montaż, łatwość obróbki mechanicznej i łączenia z innymi materiałami, odporność na korozję wewnętrzną i zewnętrzną, szczelność.

Do wad przewodów wykonanych z tworzyw termoplastycznych zaliczyć można: niestabilność parametrów wytrzymałościowych podczas zmian temperatury, dużą rozszerzalność liniową, kruchość w niskich temperaturach (PVC-U), wrażliwość na promieniowanie UV, łatwy i szybki demontaż, brak tradycji stosowania – doświadczeń eksploatacyjnych w warunkach rzeczywistych.

3.4. Przewody z duroplastów

Tworzywa z duroplastów do produkcji rur zaczęto stosować w latach 60. XX w. [3 za 9]. Do produkcji rur z tworzywa GRP wykorzystuje się żywice poliestrowe, włókno szklane pełniące rolę zbrojenia oraz wypełniacze w postaci węgla

wapnia i piasku kwarcowego. Rury z GRP wytwarzane są metodą odlewania odśrodkowego oraz metodą nawojową. Kształtki GRP produkowane są z odcinków rur lub metodą nawojową. Przewody z GRP łączone są za pomocą łączników z GRP lub łączników specjalnych.

Do podstawowych zalet przewodów wykonanych z tworzywa GRP zalicza się: odporność na ścieranie, dobre właściwości hydrauliczne, odporność na korozję chemiczną i elektrochemiczną, odporność na działanie promieni UV, podwyższoną odporność ogniową, niewielkie wydłużenie cieplne, termoodporność, szczelność, estetyczny wygląd. Niewątpliwie dużą zaletą architektoniczną wyrobów z tworzywa GRP jest możliwość jego barwienia, dzięki czemu można dopasować kolor odwodnienia do koloru konstrukcji obiektu mostowego (ryc. 8).

Do wad przewodów wykonanych z tworzywa GRP zaliczyć można: niską odporność na uderzenia mechaniczne, duży ciężar, montaż przy użyciu maszyn, utrudnione połączenie z wyrobami z innych materiałów, brak tradycji stosowania – doświadczeń eksploatacyjnych w warunkach rzeczywistych.

Przewody odwodnieniowe z GRP mogą być montowane jako instalacje poziome oraz pionowe. Redukcja wydłużeń następuje za pomocą kielichów kompensacyjnych wykonanych z GRP.



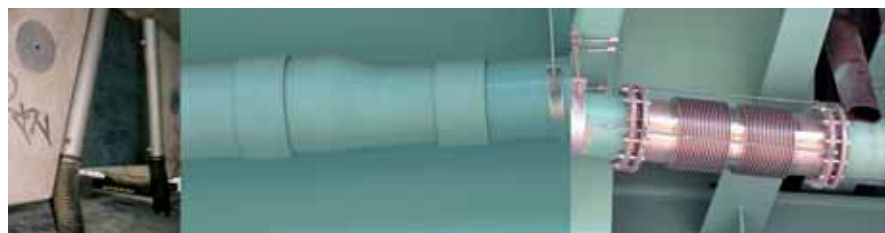
Ryc. 13. Odwodnienie obiektu mostowego przewodami z tworzywa GRP [3]

3.5. Kompensatory

Redukcja wydłużeń następuje za pomocą zawieszenia sprężynowego kompensatorów elastomero-spiralnych lub kielichów kompensacyjnych. Dobór odpowiedniego kompensatora zależy przede wszystkim od rodzaju materiału, z którego wykonane są elementy systemu odwodnień drogowych obiektów mostowych [3].

3.6. Stalowe konstrukcje mocujące

Wszystkie elementy systemu odwodnień drogowych obiektów mostowych



Ryc. 14. Kompensatory [3]

przymocowane są do konstrukcji obiektu przy pomocy specjalnych stalowych konstrukcji mocujących. Elementy mocujące, m.in. uchwyty stalowe, konsole z płytą mocującą, szyny profilowe, rury montażowe, odciągi uchwytów powinny być zabezpieczone antykorozyjnie i dobierane indywidualnie przez projektanta do każdego rodzaju materiału [3].



Ryc. 15, 16, 17. Stalowe konstrukcje mocujące [3]

4. Zrównoważony rozwój technologii rozwiązań materiałowych

Na Uniwersytecie Zielonogórskim w ramach przewodu doktorskiego współautorki niniejszego artykułu, prowadzonego u prof. Adama Wysokowskiego, wykonywane są badania oddziaływania na środowisko materiałów stosowanych w systemach odwodnień obiektów mostowych metodą LCA (*Life Cycle Assessment*), która jest jedną z metod oddziaływania na środowisko wyrobu w całym cyklu jego życia, tj. od wydobycia surowców do jego produkcji, aż po końcowe zagospodarowanie (popularnie zwana „od kołyski po grób”). Metoda ta jest narzędziem pozwalającym na sprawną realizację polityki ochrony środowiska w myśl zasady zrównoważonego rozwoju. W Polsce LCA jeszcze nie jest tak popularna i szeroko wykorzystywana jak poza granicami, w ostatnich latach stosowana jest jednak coraz częściej i ma już określone miejsce w standardach ISO 14000 oraz – od kilku lat – również w polskich normach.

SETAC (Amerykańskie Stowarzyszenie Toksykologii i Chemii Środowiska) przyjęło definicję LCA, według której jest ona techniką mającą na celu ocenę zagrożeń

HOBAS[®]

systemy odwodnienia mostów i wiaduktów



zastosowanie:

- pionowe i poziome odwodnienia mostów i wiaduktów

asortyment:

- rury z łącznikami od DN 150
- kształtki (łuki, trójniki, redukcje, odgałęzienia, kształtki siodłowe, czyszczaki)
- łączniki montażowe i przejściowe
- kompensatory

właściwości:

- wysoka odporność na korozję, promienie UV i zmiany temperatury
- szeroka gama kolorystyczna – rury barwione w masie
- prosty montaż bez względu na warunki klimatyczne
- produkcja kształtek zgodnie z potrzebami projektu
- niski ciężar – szybki montaż bez użycia narzędzi
- duży rozstaw podpór – wysoka wytrzymałość na zginanie
- system samokompensujący – niski współczynnik rozszerzalności cieplnej
- średnica zewnętrzna zgodna z króćcami wpustów i rurami żeliwnymi

przykładowe referencje:

- Most Siekierkowski na rzece Wiśle w Warszawie DN 300-1000 długość 644 m
- Most w Szczecinie na rzece Regalicy DN 300 długość 144 m
- Wiadukty drogowe w ciągu autostrady A2 i A4

środowiskowych związanych z systemem wyrobu lub działaniem, zarówno przez identyfikowanie oraz ocenę ilościową zużytych materiałów i energii oraz odpadów wprowadzanych do środowiska, jak i ocenę wpływu tych materiałów, energii i odpadów na środowisko. Ocena dotyczy całego okresu istnienia wyrobu lub działania, począwszy od wydobycia i przetwórstwa surowców mineralnych, procesu produkcji wyrobu, dystrybucji, stosowania, wtórnego wykorzystania, utrzymywania, recyklingu i końcowego zagospodarowania oraz transportu.

Współautorka niniejszego artykułu w jednym z zeszytów *Zaleceń projektowania, budowy i utrzymania dróg i obiektów inżynierskich*, dotyczącym zagadnień ekologicznych odwadniania pasa drogowego [11] proponuje zastosowanie metody LCA w trzech obszarach związanych z odwadnianiem dróg (co można odnieść również do odwadniania obiektów mostowych):

– OBSZARZE PRODUKTU, gdzie produktami mogą być materiały, stosowane w urządzeniach do odwadniania dróg, np. PEHD, kamionka, żywice poliestrowe, PVC, PP, urządzenia, obiekty stosowane do odprowadzania zanieczyszczeń podczas odwadniania pasa drogowego, urządzenia chroniące środowisko gruntowo-wodne przed zanieczyszczeniami itd;

– OBSZARZE SYSTEMU, gdzie jako system rozumie się w tym przypadku zespół obiektów i (lub) urządzeń, które składają się na odwodnienie drogi, np. system kanalizacji deszczowej, system oczyszczania ścieków, system zagospodarowania odpadów, system rekultywacji gruntów;

– OBSZARZE PROCESU (USŁUGI), gdzie procesem (usługą) mogą być np. proces eksploatacji urządzenia lub obiektu, całego systemu kanalizacji deszczowej bądź systemu oczyszczania ścieków, proces oczyszczania ścieków metodą mechaniczną lub biologiczną, proces zagospodarowania odpadów, proces powstawania zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych z dróg itp.

Uzyskane wyniki analiz LCA dla poszczególnych obszarów zastosowań mogą stanowić wskazówkę dla użytkowników systemów odwodnień dróg, jak również odwodnień obiektów mostowych w zakresie oddziaływania na środowisko tych obiektów. Mogą być podpowiedzią np. przy podejmowaniu decyzji o wyborze technologii rozwiązań materiałowych nie tylko z punktu widzenia najlepszych parametrów jakościowych i użytkowych systemu, takich jak ciężar, odporność na korozję, ścieranie, działanie promieni UV, szczelność, wytrzymałość mechaniczną, odporność na inkrustrację, ale również oddziaływania na środowisko. Analiza porównawcza metod oczyszczania ścieków, zagospodarowania odpadów czy rekultywacji gruntów może wskazać metodę optymalną z punktu widzenia nie tylko uzyskanego efektu redukcji substancji zanieczyszczających na etapie eksploata-

cji, lecz w całym cyklu życia, począwszy od wydobycia surowców do produkcji pojedynczego urządzenia.

Ponieważ LCA jest najbardziej przydatna w analizach porównawczych, gdy porównuje się kilka przedmiotów lub działalności pełniących tę samą funkcję, można dzięki niej stwierdzić, który przedmiot analizy jest najbardziej przyjazny środowisku, ewentualnie ustalić, który element rozpatrywanego systemu najsilniej oddziałuje na środowisko. W przypadku wykonywania analiz porównawczych można je uprościć do tzw. analizy różnic, która obejmuje tylko te procesy i elementy, różniące się między systemami.

Wyniki analiz LCA mogą dostarczyć wnioski, na podstawie których można przeprojektować istniejący produkt, system, proces (usługę) tak, aby spełniał wymagania ochrony środowiska. Wyniki te mogą zatem służyć jako pomoc w podejmowaniu decyzji dotyczącej ich modyfikacji czy wyboru optymalnej strategii działania. Należy jednak podkreślić, że LCA nie jest narzędziem służącym do podejmowania decyzji, a jedynie metodą dostarczającą wyniki wspomagających proces decyzyjny.

5. Elementy konstrukcji mostu podlegające odwodnieniu – zalecenia projektowania, budowy i utrzymania

Aby skutecznie odwodnić most, należy mieć na uwadze kompleksową realizację systemu odwodnienia, uwzględniającą odprowadzenie wody deszczowej z tych wszystkich obszarów (elementów konstrukcyjnych) mostu, z którymi ma ona kontakt, w których gromadzi się i zalega przez dłuższy czas. Należy zatem dążyć do tego, by jak najbardziej zminimalizować skutki jej negatywnych oddziaływań (ryc. 1, 2). Prawdopodobnie zainstalowany system odwodnień na obiekcie mostowym ma jak najszybciej umożliwić odprowadzenie wody ze wszystkich części konstrukcyjnych obiektu mostowego za po-

mocą odpowiedniego systemu wzajemnie ze sobą połączonych elementów do zbiorczego systemu kanalizacyjnego, tak aby nie było zagrożone bezpieczeństwo ruchu i stan techniczny obiektu mostowego, o czym pisano już wielokrotnie [3, 5, 6, 7, 8]. Przede wszystkim jednak należy pamiętać o tym, by nie wymuszać konieczności stosowania odwodnienia tam, gdzie istnieje możliwość kształtowania konstrukcji w sposób uniemożliwiający ingerencję wody.

Do podstawowych elementów konstrukcji mostu podlegających odwodnieniu należą [10]: fundamenty, przyczółki i podpory, powierzchnia mostu, ustrój nośny, strefa przyobiektowa. Aktualnie najmniej rozpoznany jest obszar odwodnienia mostu w obrębie fundamentów, przyczółków i podpór.

W celu zebrania dotychczasowej wiedzy w zakresie odwodnienia infrastruktury komunikacyjnej, określenia i ujednolicenia wymagań dotyczących projektowania, budowy i nadzoru nad jego wykonywaniem oraz analizy wpływu efektywności odwodnienia mostów na ich trwałość, powołana została specjalna Grupa Robocza GRODWOD, składająca się z przedstawicieli nauki, producentów, wykonawców i administratorów [3]. Efektem końcowym pracy tej grupy mają być – opracowane na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad – *Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i obiektów inżynierskich*, składające się z siedmiu zeszytów, wśród których znajdzie się również zeszyt dotyczący odwodnienia mostów (tab.1). Koordynatorami Grupy Roboczej GRODWOD są: prof. dr hab. inż. Dariusz Sybilski i doc. dr hab. inż. Adam Wysokowski, prof. UZ, z Instytutu Badawczego Dróg i Mostów.

Aktualnie prace nad *Zaleceniami...* są w fazie końcowych konsultacji i uzgodnień. Ich wydanie drukiem ma nastąpić po zatwierdzeniu przez GDDKiA w grudniu 2007 r.

Oznaczenie zeszytu	Tytuł zeszytu	Odpowiedzialny za opracowanie
PG1 – Zeszyt 1	Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania ODWODNIENIA DRÓG I PRZYSTANKÓW KOMUNIKACYJNYCH	Politechnika Śląska, dr inż. Barbara Strycharz
PG2 – Zeszyt 2	Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania ODWODNIENIA OBIEKTÓW MOSTOWYCH	Instytut Badawczy Dróg i Mostów – filia Wrocław, dr Wiktor Jasiński, dr hab. inż. Adam Wysokowski, prof. UZ
PG3 – Zeszyt 3	Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania ODWODNIENIA TUNELI, PRZEJŚĆ PODZIEMNYCH I PRZEPUSTÓW	Politechnika Wrocławska dr hab. inż. Cezary Madryas
PG4 – Zeszyt 4	Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania ODWODNIENIA KONSTRUKCJI OPOROWYCH	Politechnika Wrocławska, dr hab. inż. Cezary Madryas
PG5 – Zeszyt 5	Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania ODWODNIENIA MOP-ÓW I PARKINGÓW	Instytut Badawczy Dróg i Mostów – filia Wrocław, dr Wiktor Jasiński, dr hab. inż. Adam Wysokowski
PG6 – Zeszyt 6	Wytyczne diagnostyki odwodnienia dróg i obiektów inżynierskich	Instytut Badawczy Dróg i Mostów, mgr inż. Jacek Sudyka
PG7 – Zeszyt 7	Zagadnienia ekologiczne odwodnienia pasa drogowego	Uniwersytet Zielonogórski, prof. dr hab. inż. Tadeusz Kuczyński, dr hab. Urszula Kołodziejczyk, prof. UZ

Tab. 1. Zeszyty *Zaleceń projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i obiektów inżynierskich*

Końcowe opracowanie przeznaczone będzie do stosowania w planowaniu, projektowaniu, budowie, nadzorze i utrzymaniu odwodnień dróg i ich obiektów inżynierskich przez jednostki planistyczne, projektowe, administrację drogową, organy administracji państwowej i samorządowej oraz wykonawców robót. Temat ma charakter pracy naukowo-badawczej i wdrożeniowej.

W składzie wydawnictwa (tab.1) – jak już wspomniano – znajdzie się zeszyt *Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia obiektów mostowych*. Zeszyt ten obejmuje swym zakresem [10]:

- identyfikację i klasyfikację zagrożeń powodujących uszkodzenia elementów odwodnień obiektów mostowych – destrukcję nawierzchni pod wpływem zamrażania, destrukcję pod wpływem różnicy rozszerzalności termicznej nawierzchni i podłoża, w wyniku oddziaływania środowiska, w wyniku stosowania środków chemicznych, w wyniku oddziaływań dynamicznych, czynnik społeczny oraz brak właściwego utrzymania;

- omówienie podstawowych elementów systemu odwodnienia: odwodnienie mostów w obrębie fundamentów, przyczółków i podpór, odwodnienie powierzchni mostu (nawierzchni, izolacji, dylatacji), ustroju nośnego (wpusty ściekowe, przewody zbiorcze), systemy zawiesi, odwodnienie strefy przyobiektywnej (płyty przejściowe, ścieki skarpowe, kanalizacja zbiorcza);

- zagadnienia projektowania elementów odwodnienia, tj. odwodnienia płyty pomostowej (pochylenie nawierzchni jezdni i chodników, rozmieszczenie wpustów mostowych), przewody zbiorcze (przyłącza do wpustów mostowych, przyłącza sączków odwadniających, systemy mocowania instalacji odwodnieniowej), warunki stosowania separatorów, odwodnienie strefy przyobiektywnej (płyty przejściowe, ścieki skarpowe, kanalizacja deszczowa);

- wskazanie kryteriów doboru materiałów: z żeliwa, tworzyw termoplastycznych, duroplastów, stali nierdzewnej, betonu i polimerobetonu, omówienie systemu mocującego, dobór geosyntetyków i separatorów;

- zalecenia wykonawstwa;

- kryteria odbioru;

- utrzymanie;

- diagnostykę;

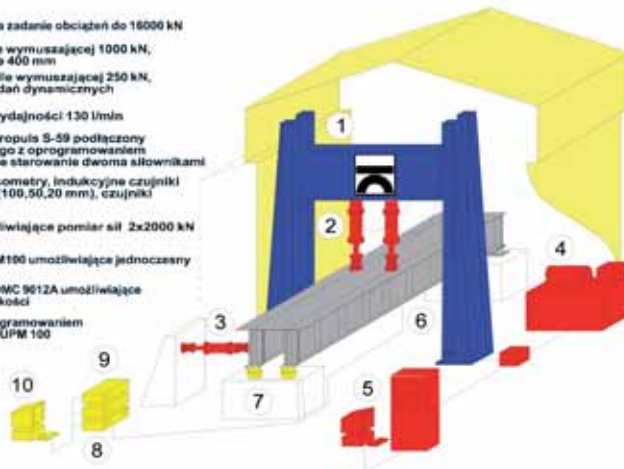
- estetykę;

- zagadnienia ekologiczne.

6. Badania systemów odwodnień mostów prowadzone w Instytucie Badawczym Dróg i Mostów – filia Wrocław

IBDiM wykonuje badania systemów odwodnień infrastruktury komunikacyjnej, w tym drogowych obiektów mostowych zarówno na próbkach, jak i na rzeczywistych konstrukcjach oraz wykonuje ich przeglądy pod kątem instalowania i stosowania w obiektach istniejących i nowo budowanych: [5, 10, 11, 12, 13, 14, 15].

- 1 - stalowa rama umożliwiająca zadanie obciążeń do 16000 kN
- 2 - zestaw 2 siłowników o sile wymuszającej 1000 kN, i maksymalnym przesuwie 400 mm
- 3 - siłownik o maksymalnej sile wymuszającej 250 kN, i przesuwie 500 mm do badań dynamicznych przy częst. 1-100 Hz
- 4 - agregat hydrauliczny o wydajności 130 l/min
- 5 - elektroniczny system Hydropuls S-59 podłączony do systemu komputerowego z oprogramowaniem umożliwiającym niezależne sterowanie dwoma siłownikami
- 6 - czujniki pomiarowe: tensometry, indukcyjne czujniki pomiaru przesuwów (100, 50, 20 mm), czujniki temperatury
- 7 - czujniki siły (wagi) umożliwiające pomiar sił 2x2000 kN oraz 2x200 kN
- 8 - urządzenie pomiarowe IIPM100 umożliwiające jednoczesny pomiar 100 wielkości
- 9 - dwa wzmacniacze cyfrowe DMC 9612A umożliwiające pomiary dynamiczne 24 wielkości
- 10 - komputer Macintosh z oprogramowaniem sterującym pracą urządzeń IIPM 100 i DMC9012A



Ryc. 18. Schemat stanowiska badawczego „STEND” w IBDiM w Żmigrodzie, na którym wykonywana jest większość badań systemów odwodnień w skali naturalnej

Na rycinie 18 przedstawiono schemat stanowiska badawczego „STEND” w IBDiM w Żmigrodzie, na którym wykonywane są te badania.

Instytut przeprowadza procesy aprobowania dla materiałów i wyrobów stosowanych w inżynierii komunikacyjnej, dla których brak jest odpowiednich aktów prawnych i normalizacyjnych.

Aprobacje techniczne wydawane są na podstawie analizy wyników badań, stwierdzających przydatność danego wyrobu do stosowania w określonych warunkach. Badania wyrobów przeprowadzane są więc zgodnie z wypracowanymi procedurami badawczymi lub wręcz zgodnie z zaleceniami do wykonywania badań aprobowanych. W IBDiM opracowywano procedury badawcze spójne z procedurami i normami krajowymi, które mają doświadczenie w stosowaniu analizowanych wyrobów, poszerzone o krajowe wymagania.

Na podstawie odpowiednich badań i analiz technicznych IBDiM w Żmigrodzie przygotował szereg aprobat technicznych na systemowe rozwiązania odwodnień obiektów mostowych, wykonanych praktycznie ze wszystkich dostępnych materiałów (polipropylen, żeliwa, kamionki, a także GRP).

7. Podsumowanie

Sprawnie funkcjonujący system odwodnienia jest istotnym elementem trwałości obiektu mostowego, mającym istotne znaczenie z punktu widzenia zrównoważonego rozwoju w budownictwie.

Z uwagi na dużą liczbę rozwiązań systemów odwodnień mostów, zarówno materiałowych, jak i konstrukcyjnych oraz dowolność ich stosowania, zagadnienia te należy jak najszybciej uporządkować. Celowi temu służą *Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania dróg i obiektów inżynierskich*, opracowywane na zlecenie GDDKiA.

Autorzy *Zaleceń...* wyrażają nadzieję, iż problematyka LCA i prowadzone wyniki badań systemów odwodnień tą metodą,

które obecnie są w początkowej fazie, pozwolą w przyszłości określić optymalny system odwodnień pod względem rozwiązania materiałowego i jego oddziaływania na środowisko.

Szerokie badania, prowadzone od kilku lat przez IBDiM w Żmigrodzie dla systemów krajowych i zagranicznych, umożliwiają wybór najbardziej trwałych i efektywnych konstrukcji odwodnień zarówno w mostach, jak i szerzej – w budownictwie komunikacyjnym.

Literatura:

1. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. DzU 2000, nr 63, poz. 735.
2. Adamczyk J.: *Wykorzystanie LCA (Life Cycle Assessment) do oceny środowiskowej budynku*. Rozprawa doktorska. Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska. Uniwersytet Zielonogórski. Zielona Góra 2005.
3. Jasiński W., Wysokowski A.: *Projekt zaleceń projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia obiektów mostowych*. Materiały konferencyjne. *Odwodnienia dróg i ulic a ekologia – Prawo, projektowanie, wykonawstwo*. „Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej Oddział w Krakowie” 2006, nr 77, z. 131.
4. Germaniuk K.: *Czy można budować most bez odwodnienia?*. Międzynarodowa Konferencja EKO MOST 2006. Trwałe obiekty mostowe w środowisku. Kielce, 16–17 maja 2006. Materiały konferencyjne. Warszawa 2006.
5. Jasiński W., Wysokowski A.: *Materiały na odwodnienia drogowych obiektów mostowych*. „Materiały Budowlane” 2005, nr 12.
6. Jasiński W., Wysokowski A.: *Nowoczesne rozwiązania materiałowe od-*

wodnień drogowych konstrukcji mostów. IV Ogólnopolska Konferencja Mostowców, Wisła 12-14 października 2005.

7. Jasiński W., Wysokowski A.: *Nowoczesne rozwiązania materiałowe odwodnień drogowych konstrukcji mostów*. VI Konferencja Naukowo-Techniczna. Nowe technologie w sieciach i instalacjach wodociagowych i kanalizacyjnych. Wisła marzec 2006.
8. Jasiński W., Wysokowski A.: *Nowoczesne rozwiązania materiałowe odwodnień drogowych obiektów mostowych*. Międzynarodowa konferencja EKO MOST 2006. Trwałe obiekty mostowe w środowisku. Kielce 16-17 maja 2006. Materiały Konferencyjne. Referaty. Warszawa 2006.
9. Madryas C., Kolonko A., Wysocki L.: *Konstrukcje przewodów kanalizacyjnych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2002. Wydanie Specjalne. Wydawnictwo Elamem, 2006, s. 20-26.
10. Jasiński W., Edel R., Kaszuba P., Łęgosz A., Nowak A., Wysokowski A.: *Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania obiektów mostowych - projekt*. Praca wykonywana na zlecenie GDDKiA. Żmigród 2006.
11. Assani A., Kołodziejczyk U., Nadolna M., Staszczuk A., Szymańczyk A., Wę-

clewski S.: *Ekologiczne zagadnienia odwadniania pasa drogowego - projekt*. Praca wykonywana na zlecenie GDDKiA, 2006.

12. Jasiński W., Madryas C., Rowińska W., Wysokowski A.: *Metodyka badań przewodów kanalizacyjnych stosowanych w budownictwie komunikacyjnym w świetle obowiązującej legislacji*. Badania materiałowe budowlanych i konstrukcji inżynierskich. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Wrocław 2000.
13. Jasiński W., Madryas C., Rowińska W., Wysokowski A.: *Metodyka badań przewodów kanalizacyjnych w świetle obowiązującej legislacji*. XLVI Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN i Komitetu Nauki PZiTb. T. 4. *Infrastruktura inżynierska miast. Ulice, sieci uzbrojenia podziemnego, garaże, obiekty mostowe, tunele, podziemne przejścia dla pieszych*. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Wrocław-Krynica 2000.
14. Jasiński W., Madryas C., Rowińska W.: *Metodyka badań przewodów kanalizacyjnych w świetle obowiązującej legislacji*. VIII Konferencja naukowo-techniczna. Infrastruktura podziemna miast. „Prace Naukowe Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej” 2002, nr 50.

15. Helak J., Jasiński W., Wysokowski A.: *Badania sprawdzająco-aprobacyjne dla systemu rur Hobas z łącznikami wykonanych z tworzywa GRP metodą odlewania odśrodkowego*. Nowatorskie zastosowania rur Hobas w infrastrukturze podziemnej miast. XLVI Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN i Komitetu Nauki PZiTb. T. 4. *Infrastruktura inżynierska miast. Ulice, sieci uzbrojenia podziemnego, garaże, obiekty mostowe, tunele, podziemne przejścia dla pieszych*. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Wrocław-Krynica 2000.
16. Jasiński W., Wysokowski A., Madryas C.: *Badania trwałościowo-wytrzymałościowe betonowych i żelbetowych elementów prefabrykowanych studni kanalizacyjnych wg PN-EN 1917:2004*. Konferencja Dni Betonu. Wisła 9-11 października 2006.
17. Jasiński W., Wysokowski A.: *Badania rur systemu Drokran DV*. „Materiały Budowlane” 2000, nr 11.

* prof. Uniwersytetu Zielonogóskiego, IBDiM - Żmigród; Uniwersytet Zielonogórski, Zakład Dróg i Mostów

** Uniwersytet Zielonogórski, Zakład Dróg i Mostów



MASZYNY DO TECHNIK BEZWYKOPOWYCH TRACTO-TECHNIK GmbH

niemiecka jakość poparta ponad 40-letnim doświadczeniem w budowie maszyn

- ▲ **GRUNDOMAT** - najcięższe i najtrwalsze krety z ruchomą głowicą *
- ▲ **GRUNDORAM** - najmocniejsze i najtrwalsze maszyny do wbijania rur *
- ▲ **GRUNDODRILL** - precyzyjne i niezawodne wiertnice HDD wspomagane udarem *
- ▲ **GRUNDOBURST** - wymiana rur przy pomocy bezgwintowych żerdzi **QuickLock** *

* rozwiązania techniczne i materiałowe użyte w maszynach są chronione licznymi patentami

TRACTO-TECHNIK w Polsce

DTA-TECHNIK Sp. z o.o.
63-200 Jarocin-Bachorzew, ul. Graniczna 2
www.tracto-technik.pl
E-MAIL: biuro@dta-technik.pl
TEL. 062 505 78 78, TEL. 062 505 78 77, FAX 062 505 78 76, MOBILE: 0609 549 564

