

mgr inż. Józef Karda\*  
doc. dr hab. inż., prof. UZ Adam Wysokowski\*\*

# Wpływ systemu odwodnienia na trwałość mostu

Za rozwój i prawidłowe funkcjonowanie dróg krajowych i autostrad odpowiedzialna jest Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad powołana przez państwo. Środki finansowe przydzielane przez budżet państwa na te działania są niewystarczające, dlatego tak ważne jest ich racjonalne wykorzystywanie. Im mniejszą część tych środków pochłaniać będą koszty utrzymania i eksploatacji, w tym remontów i odnow (działań niezbędnych dla funkcjonowania na odpowiednim poziomie już istniejącej sieci), tym większą ich część można będzie przeznaczyć na rozbudowę i budowę nowych szlaków komunikacyjnych. Duże znaczenie ma więc trwałość eksploatowanych i nowo budowanych obiektów mostowych, na którą wpływa środowisko, w tym głównie woda i środki odladzające.

## Trwałość mostów

Przez **prawidłowe funkcjonowanie obiektu** rozumie się spełnienie założonej funkcji przez określony czas, czyli zachowanie nadanych cech przez jak najdłuższy czas, a w efekcie dużą trwałość. **Duża trwałość to powolna degradacja.**

Z zestawienia specjalistów Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad wynika, że na postępie degradacji obiektów mostowych mają wpływ:

- projektowanie – 14%;
- wykonawstwo – 17%;
- utrzymanie – 10%;
- eksploatacja – 10%;
- naturalne starzenie – 24%;
- inne działania – 25%.

Istnieją jednak wątpliwości, czy takie proporcje mogą się odnosić do obiektów mostowych w Polsce.

Analizując przyczyny uszkodzeń elementów obiektów mostowych, zaobserwowanych podczas corocznych

przeглядów, w których brał udział pierwszy autor artykułu, brano pod uwagę ich rodzaj, wielkość, lokalizację i wiek obiektu.

Trwałość obiektu mostowego zależy od odporności konstrukcji na oddziaływanie środowiska, zmiennych obciążeń eksploatacyjnych i procesów naturalnego starzenia się. O odporności konstrukcji na te czynniki decyduje projektant i wykonawca.

W latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia, w okresie przyspieszonego wzrostu gospodarczego, wybudowano znaczną liczbę obiektów mostowych, które nie wytrzymały próby czasu. Wiele z nich już rozebrano lub objęto remontami, a spora część jeszcze eksploatowanych jest w bardzo złym stanie technicznym. Postawiono wtedy na ilość, a nie jakość. Czy przypadkiem obecnie nie mamy kolejnego takiego okresu? Teraz też przyspieszamy, ale godzimy się, by projektowanie, wykonanie czy remont wielu obiektów mostowych zlecać były firmom, które zaproponują najniższą cenę. Doświadczenie zawodowe, potencjał wykonawczy, sprawdzona kadra techniczna, zdolność podążania za postępem technicznym w tej dziedzinie przestały być istotnym kryterium oceny oferty, bo to kosztuje. Za najniższe wynagrodzenie nie otrzymamy najlepszej usługi. Pogoń za oszczędnością na każdym etapie realizacji to oszczędność pozorna, chwilowa, gdyż przyjdzie czas zapłacić za to za kilka lat. Wiedzą o tym ci, którzy zajmują się utrzymywaniem tych obiektów przez kolejne lata. Twórcy ustawy o zamówieniach publicznych chyba nie przywiązywali do tego szczególnej wagi, a argumenty krytycznie oceniających ją, słabo do nich docierały. Ustawa miała zapewnić zachowanie uczciwej konkurencji oraz równe traktowanie wykonawców, ale nie umożliwiła uczciwej i sprawdliwej oceny konkurentów. Doprowadziło to do spadku poziomu świadczonych usług, mimo że oczekiwano tendencji od-

wrotnej. Zdaniem autorów źle wróży to polskiemu mostownictwu oraz rozwojowi dobrych i sprawdzonych wykonawców w tej dziedzinie.

Jednym z najistotniejszych czynników (jeśli nie zasadniczym) wpływających na trwałość obiektu mostowego jest **oddziaływanie środowiska**. O odporności na ten czynnik w głównej mierze decydują **systemy odwodnienia i urządzenia dylatacyjne**.

## System odwodnienia mostów

Do systemu odwodnienia zalicza się:

- 1) odpowiednio przyjęte nachylenie niwelety drogi na obiekcie;
- 2) optymalnie przyjęte spadki poprzeczne (w tym wynikające z ukształtowania trasy drogi w planie);
- 3) zapewniony szybki i dokładny spływ wody z całej powierzchni obiektu;
- 4) możliwie maksymalne uszczelnienie miejsc styku elementów wyposażenia w celu uniemożliwienia przenikania wody w głąb, a tym bardziej zalegania jej w tych stykach;
- 5) trwałą i szczelną powłokę izolacji przeciwwodnej wykonanej na powierzchni konstrukcji nośnej;
- 6) sprawny i trwały system drenażowy na poziomie izolacji, umożliwiający odpływ wody spod nawierzchni;
- 7) odpowiednio dobrane (typ i liczba) i prawidłowo zainstalowane elementy odbierające wodę (wpusty, sączki, dreny) oraz właściwe ich podłączenie do instalacji zbiorczej;
- 8) właściwie zaprojektowaną i zlokalizowaną instalację zbiorczą – trwałą, szczelną, odpowiednio wydajną;
- 9) niezakłócony odbiór wody z instalacji – odpowiednia przepustowość studzienek i separatorów oraz ich właściwa lokalizacja.

Nadanie dwom pierwszym elementom właściwych cech jest dużo prostsze przy projektowaniu nowego obiektu, ale nie niemożliwe przy przebudowie istniejącego, oczywiście w zależności od zakresu koniecznych robót naprawczych, jakiego dany obiekt wy-

\* Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad

\*\* Instytut Badawczy Dróg i Mostów – Zmigrod, Uniwersytet Zielonogórski

maga. Najkorzystniejsze cechy będzie miał obiekt, jeżeli zlokalizujemy go na prostym odcinku drogi o jednostajnym spadku podłużnym w przedziale 0,5% – 4,0%, a jeżeli jest to niemożliwe, to przynajmniej poza wierzchołkiem łuku pionowego i w całości w obrębie łuku poziomego (między odcinkami krzywych przejściowych łuku). Takie rozwiązanie umożliwi naturalny, prosty, szybki i pewny spływ wody z całej powierzchni obiektu do punktów odbioru, czyli wpustów lub ścieków skarpowych.

Trzeci z kolei element jest pochodną właściwego doboru wymienionych. Ocena wpływu tego elementu wynika z doboru **spadków poprzecznych** na chodnikach i jezdni, ukształtowania krawędzi podłużnych obiektu, położenia i pochylecia cieku podłużnego, odległości między wpustami oraz ich usytuowania. Spadki poprzeczne decydują o szybkości spływu i jego niezakłóconym przebiegu.

**Ciek podłużny** powinien być usytuowany na styku nawierzchni jezdni z krawężnikiem, a nie odsunięty od krawężnika z zastosowaniem tzw. przeciwspadku. Takie rozwiązanie, zdaniem autorów, jest korzystniejsze z punktu widzenia zasad hydrauliki, wykonawstwa, trwałości konstrukcji i bezpieczeństwa ruchu na obiekcie. Spadek podłużny cieku, odpowiadający z reguły spadkowi niwelety jezdni, oraz szerokość tej części jezdni, z której woda spływa do cieku, powinny decydować o odstępach między kolejnymi wpustami i wyborze ich typu. Wykonanie cieku w przypadku jezdni o spadku podłużnym mniejszym niż 0,5% (co często ma miejsce na istniejących obiektach poddawanych remontowi) wymagać może zastosowania specjalnego rozwiązania, które zapewniłoby odpowiednie pochylenie dla spływu wody. Ze względu na wady, jakie te rozwiązania mają, powinno się je stosować tylko w przypadkach wyjątkowych, i to jeżeli znajdują się w bezpiecznej odległości od pasa ruchu.

Istotne znaczenie ma również **szczelność styków** elementów wyposażenia w obrębie nawierzchni jezdni i chodników. Wykonanie specjalnego ścieku wymaga najczęściej zastosowania drobnowymiarowych elementów prefabrykowanych wbudowy-

wanych w warstwy nawierzchni jezdni na połączeniu z krawężnikiem, stanowiącym dla niej sztywne i trwałe oparcie. Zapewnienie szczelności na wszystkich stykach w tym rejonie jest praktycznie nierealne, co w warunkach zmiennych obciążeń i drgań generowanych przez ruch pojazdów oraz przy obecności wody prowadzi do szybkiej degradacji tych elementów. Dotyczy to też oczywiście szczelności styków nawierzchni z krawężnikiem, krawężników między sobą, krawężnika z betonem kapy chodnikowej, kapy z prefabrykowanymi elementami gzymsowymi i między nimi samymi, kapy z podstawami słupków barier bezpieczeństwa i wielu innych miejsc. Brak szczelności prowadzi do przenikania wody w głąb.

Wyposażenie mostu stanowią różne elementy, wykonane z różnych materiałów, o różnych właściwościach fizycznych, instalowane w różnym czasie. W miejscu styku tych elementów, w różnym czasie i z różnych przyczyn następuje zerwanie pozornego zespolenia i pojawiają się większe lub mniejsze szczeliny. W trakcie eksploatacji obiektu, pod wpływem drgań wywołanych przez ruch pojazdów, odkształceń i przemieszczeń całego ustroju w wyniku zmiennego obciążenia i zmian temperatury otoczenia, szczeliny nabierają cech stałych, wyrazistych i nieodwracalnych, dodatkowych elementów tego wyposażenia. Wielu skutków negatywnego oddziaływania tych szczelin na trwałość konstrukcji można uniknąć, jeżeli świadomie zastosuje się w tych miejscach specjalne, trwałe, elastyczne, szczelne przykrycie. Problem ten musimy potraktować tak samo poważnie, jak przykrycie szczeliny **dylatacyjnej**.

Niedoskonałości elementów może zrekompensować prawidłowo zaprojektowana i wykonana **izolacja przeciwwodna** ułożona na płycie pomostu. Wysokiej jakości materiał izolacyjny, prawidłowo i starannie przygotowane podłoże oraz właściwie przyklejona powłoka (w optymalnych warunkach klimatycznych) trwale zabezpieczą konstrukcję obiektu przed destrukcyjnym działaniem wody i innych szkodliwych substancji w niej zawartych. Należy też zapewnić szczelność połączenia izolacji z kołnierzami wpustów i sączków. Mimo

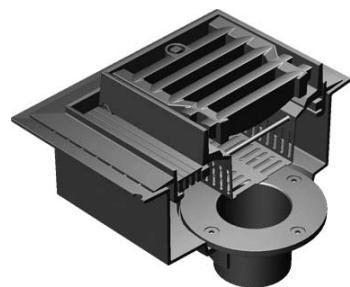
że koszty naprawy elementów wyposażenia znajdujących się ponad izolacją i samej izolacji nie są zbyt wysokie i z założenia przewidziane są nawet kilka razy podczas eksploatacji mostu, to i tak są dużo wyższe od pierwotnych, ponoszonych w trakcie budowy obiektu.

Uzupełnieniem systemu jest sprawny i trwały **drenaż** wykonany na poziomie izolacji. Ma on za zadanie odprowadzić do wpustów i sączków wodę, która przeniknęła przez warstwy nawierzchniowe. Woda nie powinna gromadzić się ani zalegać na izolacji. Szczególnie ważne jest odprowadzenie wody z izolacji w najniższych punktach płyty pomostu (co zazwyczaj ma miejsce przy dylatacji). Sprawność działania i trwałość drenażu zależy od jego usytuowania, użytych materiałów i staranności wykonania.

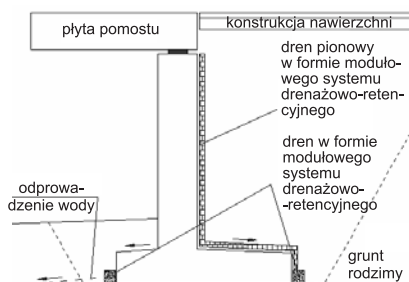
Szybko i sprawnie sprowadzoną wodę do linii cieku, na poziomie nawierzchni i izolacji, należy odprowadzić z obiektu za pomocą instalacji odwodnieniowej, do której zalicza się: wpusty mostowe, sączki, przyłącza, kolektory zbiorcze z czyszczakami, kompensatorami i systemem mocowania do konstrukcji, rury spustowe, studnie rewizyjne, separatory, odstojniki lub zbiorniki retencyjne itp.

Przykład prawidłowego rozwiązania wpustu mostowego pokazano na fotografii 1, gdzie istotna jest możliwość sprawnego odbierania wody zarówno spod nawierzchni – znad izolacji, jak i z nawierzchni, dzięki zastosowaniu śrub rektyfikacyjnych wraz z podkładkami do prawidłowego ustawienia położenia kratki wpustu w czasie wbudowywania.

Projektowanie **instalacji odwodnieniowej** w optymalnym kształcie powinno być rozpoczęte już w fazie koncepcji obiektu. Liczba wpustów, ich typ, wielkość, średnice przewo-



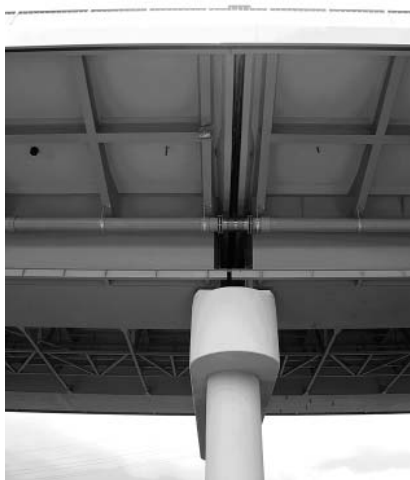
Fot. 1. Wpust mostowy



Rys. 1. Odwodnienie nasypu za przyczółkiem z zastosowaniem drenażu francuskiego

dów, właściwe ich spadki, a także usytuowanie w przekroju poprzecznym ustroju niosącego, wynikające coraz częściej z wymagań estetyki obiektów, muszą być wzięte pod uwagę we wstępnej fazie prac projektowych. Zdaniem autorów na obiektach nad drogami, na terenie miast oraz nad kanałami żeglownymi należy dążyć do montażu instalacji w strefie wewnętrznej konstrukcji nośnej. Z kolei tam, gdzie nie ma to znaczenia estetycznego, nie należy chować instalacji w konstrukcji, gdyż utrudnia to dostęp do niej przy pracach utrzymaniowych i konserwacji.

Sprawność i niezawodność instalacji zapewnia odpowiednio dobrany materiał i przekrój przewodów, ich spadki, wbudowane elementy składowe (czyszczaki i kompensatory), system mocujący ją do konstrukcji. Stosowane ostatnio rozwiązania, wprowadzania do kolektora zbiorczego rurek wszystkich sączków, autorzy uważają za błędne. Jedynie w strefach, gdzie bezpośredni wyciek wody z sączków jest niewskazany, należy



Fot. 2. Przykład instalacji odwodnieniowej w strefie dylatacyjnej

temu zapobiegać, stosując np. niezależne rynienki.

W przypadku gdy nie ma możliwości bezpośredniego odprowadzenia wody do istniejącej sieci kanalizacyjnej, instalację odwodnieniową należy zaopatrzyć w studzienki rewizyjne, separatory lub odstożniki podczyszczające. Studzienki lub separatory trzeba lokalizować w takich miejscach, by nie narazić ich na zatopienie i zamulenie w czasie eksploatacji.

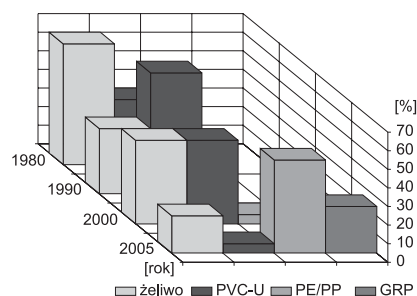
Na fotografii 2 pokazano prawidłowe rozwiązanie odwodnienia obiektu mostowego na przykładzie mostu w Płocku. W skład instalacji wchodzi również odpowiednie kształtki (kolana, trójniki, rewizje itp.), kompensatory (trwałość, szczelność i umożliwienie odpowiedniego przemieszczenia), system zawiesi, który musi gwarantować prawidłowe zamocowanie instalacji, wykazywać dużą odporność na korozję (bardzo niekorzystny mikroklimat pod obiektami mostowymi) oraz być odpowiednio wytrzymały i lekki, tak aby komponował się z obiektem.

W skład systemu odwodnieniowego obiektu mostowego wchodzi również odwodnienie podpór (przyczółków i filarów). Właściwe odwodnienie podpór mostowych, a szczególnie przyczółków, polega na prawidłowym wykonaniu (idąc od góry):

- dojazdów do mostu;
- płyt przejściowych;
- ścian pionowych korpusu podpór;
- elementów poziomych góry fundamentu;
- odprowadzenia opaskowego wody z poziomu fundamentu;
- odprowadzenia wody do zbiorników retencyjnych, rozsączających, separatorów itp.

Przykład odwodnienia nasypu za przyczółkiem z zastosowaniem drenażu francuskiego pokazano na rysunku 1.

Od ponad roku trwają intensywne prace nad opracowaniem zaleceń projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i obiektów inżynierskich, składające się z siedmiu zeszytów. Opracowywane są one na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad. *Komplet Zaleceń Projektowania Budowy i Utrzymywania Odwodnienia Dróg i Obiektów Inżynierskich* powinien ukazać się drukiem do końca 2007 r.



Rys. 2. Materiały w systemach odwodnień obiektów mostowych

## Rozwiązania materiałowe odwodnień mostów

Materiały stosowane najczęściej w systemach odwodnieniowych drogowych obiektów mostowych opisane zostały w „Materiałach Budowlanych” 12/2005. Na diagramach na rysunku 2 pokazano schematycznie, jak kształtuje się wykorzystanie poszczególnych rodzajów materiałów do odwadniania obiektów mostowych w poszczególnych latach. Wyraźnie widać tendencję wzrostową w stosowaniu tworzyw sztucznych i materiałów kompozytowych, choć wykorzystanie materiałów tradycyjnych jest dalej duże. Ma na to wpływ duży nacisk na estetykę rozwiązań.

## Wnioski

Trwałość systemu odwodnienia i obiektu zależy od projektanta i wykonawcy, a także zarządcy, a więc zamawiającego. To on określa projektantowi pośrednio wymagany poziom tych cech, mając świadomość poniesienia wyższych kosztów uzyskania. Do twórców obiektu należy też zaliczyć inspektora nadzoru (inżyniera), który w imieniu zamawiającego ma obowiązek nadzorować prawidłowość działań wykonawcy. Może warto byłoby do zakresu obowiązków inspektora włączyć współpracę i nadzór nad projektantem już na etapie opracowywania dokumentacji.

Świadomość roli każdego z uczestników w procesie, odpowiednia wiedza fachowa, doświadczenie i zaangażowanie pozwolą zrealizować obiekt mostowy o dużej trwałości.