



Temat specjalny

ODWODNIENIA DRÓG, ULIC I MOSTÓW

tekst: **MARIAN KOWACKI**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne

Sprawny system odwodnienia zapewnia jak najszybsze i możliwie całkowite ujęcie i odprowadzenie wód opadowych spływających z dróg, mostów, poboczy, skarp oraz przyległego terenu. Współczesne systemy odwadniające powinny w miarę możliwości technicznych umożliwiać wodzie bezpośrednie wsiąkanie do gruntu, tak aby maksymalnie zbliżyć się do rozwiązań, które reguluje sama natura, zachowując równowagę pomiędzy ilością opadów a wsiąkaniem, spływem i parowaniem wody.

fot. Mr Twister – Fotolia.com



Rosnąca urbanizacja i uszczelnienie terenu na skutek gęstej zabudowy przy jednoczesnych zaniedbaniach w zakresie dostatecznego odpływu wód deszczowych były jeszcze w XIX w. przyczyną epidemii, które pochłonęły w Anglii dziesiątki tysięcy ofiar. Ponadto uszczelnienie powierzchni miejskich znacznie przyspiesza i podwyższa falę powodziową małych rzek [1]. Dziś już nikogo nie trzeba przekonywać o konieczności stosowania systemów odwodnienia, które mają także wpływ na trwałość budowli inżynieryjnych.

Funkcje właściwego systemu odwodnieniowego

Do podstawowych funkcji systemu odwodnienia dróg należy skuteczne ujęcie i odprowadzenie wód opadowych w celu zmniejszenia ich wpływu na degradację nawierzchni i bezpieczeństwo użytkowników drogi oraz skuteczne ujęcie i odprowadzanie wód przenikających do spodu konstrukcji nawierzchni i podłoża. System powinien także zapewniać: obniżenie zwierciadła wód gruntowych do poziomu wymaganego od spodu konstrukcji nawierzchni, drenaż skarp, niezbędny, gdy torowisko ziemne przecina warstwa wodonośna, oraz drenaż ochronny w terenach osuwiskowych. Do podstawowych funkcji systemu należy również odprowadzanie wód poza koronę drogi i oczyszczanie wód ze szkodliwych zanieczyszczeń pochodzących z użytkowania drogi. Sprawnie działający system odwodnienia musi zapewnić szybkie odprowadzenie wód opadowych oraz wgłębnych przenikających do konstrukcji nawierzchni. Jego zadaniem jest także wprowadzanie wód do środowiska zgodnie z wymogami ochrony wód i Prawa wodnego [2]. W przypadku obiektów mostowych właściwe odwodnienie ma niebagatelny wpływ na trwałość elementów nośnych, dlatego system odwodnienia powinien zapewniać sprawne odprowadzanie wody z konstrukcji obiektu mostowego.

Zalecenia odnośnie do odwodnienia dróg i obiektów mostowych opracowała w 2009 r. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, powołując w tym celu grupę roboczą. Efekty jej pracy zawarto w siedmiu zeszytach: *Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i przystanków komunikacyjnych; Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia obiektów mostowych; Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia tuneli, przejść podziemnych i przepustów; Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia konstrukcji oporowych; Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia parkingów i MOP-ów; Wytyczne diagnostyki odwodnienia dróg i obiektów inżynierskich; Zagadnienia ekologiczne odwodnienia pasa drogowego.*

Sposoby odwadniania dróg

Konstrukcje nawierzchni dróg są narażone na bezpośrednie działanie zmiennych obciążeń dynamicznych, drgań oraz czynników atmosferycznych. Ich podłoże podlega zwykle ciągłym zmianom wilgotności, a w polskim klimacie także okresowemu przemarzaniu. Ruch pojazdów powoduje uszkodzenia w nawierzchniach drogowych, a zalegające płytko pod powierzchnią wody podziemne zimą mogą powodować groźne dla samochodów wysadziny. Dlatego też o trwałości nawierzchni w dużym stopniu decyduje jej staranne odwodnienie. Do najskuteczniej działających urządzeń zalicza się rowy, ścieki oraz korytka odwodnień liniowych, których niewątpliwymi zaletami są prosta konstrukcja, łatwość kontroli stanu technicznego i prowadzenia remontów zapobiegawczych. Z drugiej strony zajmują one znaczne powierzchnie terenu, utrudniają komunikację, a ich konserwacja bywa uciążliwa z racji stale odrastającej roślinności. Rolą tych urządzeń jest szybkie odprowadzenie wody powierzchniowej, co ma zapobiegać także powstawaniu poślizgu wodnego, tzw. aquaplaningu, podczas którego opona, jadąc po mokrej nawierzchni, traci przyczepność z podłożem [3].

W zależności od klasy drogi, warunków gruntowych oraz ukształtowania terenu, a także w zgodzie z obowiązującymi przepisami zaleca się projektowanie odwodnień powierzch-



Systemy odwodnienia stanowią znaczny procent całkowitych kosztów realizacji i utrzymania inwestycji, mają również ogromne znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu drogowego. Dlatego bardzo ważne jest ich właściwe wymiarowanie oraz dobór odpowiednich materiałów, bez niepotrzebnego zwiększania nakładów finansowych. Jakimi kryteriami należy kierować się przy wyborze urządzeń odwadniających?

Zgodnie z odpowiednimi dyrektywami Unii Europejskiej, obiekty budowlane powinny być po pierwsze bezpieczne, po drugie – spełniać wymagania użytkowników, po trzecie – być trwałe i po czwarte – być ekologiczne. Z oczywistych względów przepisy te odnoszą się również do urządzeń i systemów odwadniających, które w tym przypadku powinny zapewnić spełnienie wymienionych wyżej wymagań.

Tym samym elementy odwodnienia powinny tworzyć ze sobą spójny system, optymalnie zaprojektowany pod względem wielkości przepływu wód opadowych, z odpowiednim prawdopodobieństwem wystąpienia opadów na terenie przyjętej zlewni, właściwie obliczone, skonstruowane i wbudowane. Dodatkowo przy ich projektowaniu należy stosować materiały zapewniające odpowiednią trwałość i bezproblemową późniejszą eksploatację. Równie ważne jest, aby urządzenia odwadniające spełniały aktualne wymagania ekologii.

**Prof. Uz dr hab. inż. Adam Wysokowski,
kierownik Zakładu Dróg i Mostów, Uniwersytet Zielonogórski**

niowych, wgłębnych (filtracyjnych) oraz podziemnych. Wśród rozwiązań stosowanych w ramach odwodnień powierzchniowych można wymienić:

- rowy przydrożne – to proste i najbardziej popularne odwodnienie. W Polsce najczęściej spotyka się tradycyjne rowy trapezowe, które nie mogą być zalecane ze względu na bezpieczeństwo ruchu (projektuje się je tylko wtedy, gdy nie ma innego rozwiązania odprowadzania wód). Rowy przydrożne, by mogły sprawnie funkcjonować, wymagają systematycznej konserwacji;
- muldy podłużne (przydrożne) – to płytkie, wyokrąglone ziemne wykopy, które w zależności od spadków podłużnych umacnia się za pomocą różnego rodzaju materiałów, m.in. geomatami;
- ścieki lub rynny uliczne – ścieki drogowe przeznaczone są dla małych ilości wody, a dzięki temu, że zajmują mniej miejsca w pasie drogowym oraz nie naruszają estetyki oraz warunków bezpiecznej jazdy, stanowią alternatywę dla rowów przydrożnych. Rynny uliczne stosuje się na tych odcinkach szlaków komunikacyjnych, gdzie rowy odwadniające wypadłyby bardzo szerokie oraz w silnie nawodnionych gruntach słabych;
- przepusty – buduje się je zwykle w celu przepuszczenia wód opadowych, zbierających się w najniższych miejscach zlewni, z jednej strony szlaku komunikacyjnego na drugą;
- zbiorniki retencyjne – służą zatrzymaniu opadu atmosferycznego w okresie, gdy wielkość dopływu jest większa od wielkości odpływu z tego zbiornika i powoduje podniesienie

się w nim zwierciadła wody. Ich skuteczne działanie zależy od trafności lokalizacji, wyboru rodzaju zbiornika oraz jego prawidłowego wymiarowania i wykonania [3].

Przykładem rozwiązania mieszanego, które może pełnić zarówno funkcję odwodnienia wgłębne, jak i powierzchniowego jest drenaż francuski, stosowany w drogownictwie w sytuacjach, gdy konieczne jest ujęcie i odprowadzenie wody gruntowej o zwierciadle swobodnym lub napiętym oraz wody infiltracyjnej. Drenaż francuski to rodzaj sączka wykonanego z materiału mineralnego (kruszywa, tłucznia), otoczonego materiałem geotekstylnym, którego rolą jest uniemożliwienie przedostawania się drobnych cząstek gruntu do wnętrza sączka. Zasada działania drenażu francuskiego polega na zmniejszeniu prędkości wody poprzez jej przepływ przez bardzo dużą liczbę porów na powierzchni geowłókniny. Drenaż francuski w porównaniu do wykonywanego technologią tradycyjną pozwala znacznie zmniejszyć koszty budowy i eksploatacji oraz wydłużyć okres bezawaryjnej pracy, głównie dzięki eliminacji zamulania gruntem. Zapewnia też dobry transport wody do odbiornika [4].

Jednym z popularnych ostatnio rozwiązań jest odwodnienie liniowe, które powstało z potrzeby szybkiego i skutecznego odprowadzania wody opadowej z małych zlewni, cechujących się pewną ciągłością spadku. Podstawowymi elementami tego typu odwodnienia są korytka skrzynkowe i ruszty. Na korytka, zwykle wykonane z polimerobetonu, nakładane są ruszty, które odbierają wody deszczowe i jednocześnie zapewniają estetyczny wygląd tego rozwiązania. Łączenie korytka z rusztem może przyjmować różne kombinacje, w zależności od potrzeb. Odwodnienia liniowe znajdują zastosowanie we wszystkich sześciu klasach obciążeń dróg [3].

Elementy właściwego systemu odwodnienia konstrukcji mostu

Woda pochodząca z opadów deszczu i śniegu jest głównym czynnikiem niszczącym obiekty mostowe, dlatego też hydroizolacje i urządzenia do odprowadzenia wód opadowych są jednymi z ważniejszych elementów wyposażenia mostów, odgrywając istotną (jeżeli nie jedną z najważniejszych) rolę w zapewnieniu ich trwałości [5]. Właściwie zaprojektowane hydroizolacje, ułożone na odpowiednio przygotowanym podłożu, są nieprzepuszczalne dla wody, pary wodnej i gazów oraz odporne na działanie substancji chemicznych związanych z eksploatacją i utrzymaniem dróg. Ponadto cechuje je gładka powierzchnia ułatwiająca spływ wody, dobra przyczepność do podłoża oraz dobre połączenie z warstwą ochronną lub z nawierzchnią. Z kolei prawidłowo zaprojektowany i zrealizowany system odwodnienia mostu powinny cechować:

- odpowiednio przyjęte nachylenie niwelety jezdni na obiekcie,
- optymalnie przyjęte spadki poprzeczne (w tym ukształtowania trasy w planie),
- uszczelnienia miejsc styku elementów wyposażenia, mające na celu uniemożliwienie przenikania wody w głąb, a tym bardziej zalegania jej w tych stykach,
- trwała i szczelna powłoka izolacji przeciwwodnej wykonana na powierzchni konstrukcji nośnej,
- sprawny i trwały system drenażowy na poziomie izolacji, umożliwiający odpływ wody spod nawierzchni, odpowiednio dobrany do potrzeb i zainstalowanych elementów odbierających wodę (wpusty, sączki, dreny) oraz ich właściwe podłączenie do kolektorów instalacji zbiorczej,

- właściwie zaprojektowany i zlokalizowany system kolektorów zbiorczych i rur spustowych,
- właściwy i wydajny odbiór wody z systemu odwodnienia – odwodnienie wgłębne (np. system kanalizacji zbiorczej, systemy retencji, rozsączania) [6].

Prawidłowo działający system odwodnienia mostów powinien składać się z odwodnienia powierzchniowego, drenaży, wpustów i sączków, kolektorów zbiorczych i rur spustowych, elementów wyposażenia, odwodnienia podpór i odwodnienia wgłębne.

Odwodnienie powierzchniowe obejmuje odwodnienie nawierzchni jezdni w obrębie przyczółka za pomocą ścieków skarpowych i podłączenia do odbiorników. W zależności od przewidywanego kierunku napływu wody opadowej ścieki skarpowe umieszcza się na skarpie nasypu za lub przed przyczółkami. W celu odprowadzenia wody przesiąkającej przez nawierzchnię stosuje się wykonany na warstwie hydroizolacji drenaż podłużny, który zapewnia odpływ wody zebranej na hydroizolacji w kierunku podłużnym; drenaż podłużny układa się w osi odwodnienia, w której usytuowane są sączki i wpusty, a także ściek przykrawężnikowy. Z kolei drenaż poprzeczny stosuje się do odprowadzenia wody przesiąkającej przez nawierzchnię w rejonie urządzenia dylatacyjnego. Jeśli woda dopływa z drogi na obiekt mostowy, wówczas na przyczółku w obrębie skrzydła powinno się zamontować wpusty drogowe. Wpusty mostowe, składające się z kraty wlotowej, korpusu i dodatkowego wyposażenia, mogą umożliwić dostanie się do nich wody opadowej i technologicznej z góry, z boku, jednocześnie z góry i z boku, dołem. Wpusty mostowe powinny być projektowane poza jezdnią, obniżone w stosunku do poziomu nawierzchni od 0,01 do 0,02 m.

Wody przesiąkające przez warstwy nawierzchniowe i zbierane przez drenaż z powierzchni hydroizolacji są przejmowane przez sączki, które mogą być wykonane z tworzywa sztucznych lub stali nierdzewnej. Prawidłowo zamontowany sączek zapewnia szczelność na połączeniu hydroizolacji z lejkiem wlotowym sączka. Urządzeniami odbierającymi wody deszczowe i ścieki z wpustów mostowych i sączków i sprowadzającymi je do odbiorników są przewody zbiorcze i rury spustowe, wykonane z żeliwa, stali nierdzewnej lub tworzywa sztucznych (tworzywa termoplastyczne i duroplasty). W ciągu instalacji odprowadzającej rozmieszcza się czyszczaki służące do celów konserwacyjnych i kontrolnych [7].

Na system odwodnienia obiektu mostowego składają się także różnego rodzaju elementy wyposażenia, których zadaniem jest gwarantowanie prawidłowego funkcjonowania wykonanej instalacji. Dlatego też wszelkiego rodzaju kształtki, rewizje, kompensatory i zawiesia muszą się charakteryzować dużą odpornością na promieniowanie UV i korozję, być odpowiednio wytrzymałe, lekkie i możliwie estetyczne, tak aby komponowały się z całością obiektu mostowego [8].

System odwodnieniowy mostu obejmuje także odwodnienie podpór (przyczółków i filarów). Właściwe odwodnienie podpór mostowych, a szczególnie przyczółków, gwarantuje prawidłowe wykonanie kolejno dojazdów do mostu, płyt przejściowych, ścian pionowych korpusu podpór, elementów poziomych góry fundamentu, odprowadzenia opaskowego wody z poziomu fundamentu oraz odprowadzenia wody do zbiorników retencyjnych, rozsączających, separatorów itp. [9].

Odwodnienie wgłębne, na które składa się zespół urządzeń i elementów przejmujących wody podziemne przedostające się

INNOWACYJNY SYSTEM ODPROWADZANIA WÓD OPADOWYCH DLA DROGOWNICTWA

NOWOŚĆ



przewód elastyczny z króćcami
przeście szczelne
uszczelka

System Odprowadzania Wód Opadowych dla Drogownictwa powstał z myślą o ochronie środowiska. Jego innowacyjność tkwi w elastyczności i szczelności, którą gwarantuje zestawienie kluczowych elementów w jeden hermetyczny system: elastycznego przewodu z króćcami oraz akcesoriów rurowych z PVC-U. Wykorzystane elementy są gwarantem 100% szczelności systemu m.in. dzięki bardzo dużej odporności chemicznej i mechanicznej przewodów elastycznych, charakteryzujących się wysoką zdolnością do przyjmowania zewnętrznych obciążeń.

Szczelny System Odprowadzania Wód Opadowych dla Drogownictwa może być rozbudowany o kolejne produkty, które są stosowane jako dodatkowe zabezpieczenie skarp przed erozją. W razie gdy zaistnieje taka potrzeba, można zastosować dodatkowe rozwiązanie – uszczelnienie skarp folią hydroizolacyjną FolGam, która dzięki swojej wodoszczelności i odporności chemicznej, jest znakomitym uzupełnieniem systemu.

Właściwości		Parametry deklarowane				Metoda badania
Przewód elastyczny z króćcami	Średnica wewnętrzna części elastycznej [mm]	160		200		PN-EN ISO 4671 dopuszcza się wg PN-EN ISO 3994
	Szywność obwodowa przewodu [kN/m ²]	SN2	SN4	SN2	SN4	PN-EN ISO 9969:2008, parametry: 23°C ± 2°C, szybk. odksz. 5 mm/min
	Grubość spirali [mm]	7,5	9,0	8,2	9,5	PN-EN ISO 4671 dopuszcza się wg PN-EN ISO 3994
	Grubość ścianki przewodu (między spiralą) [mm]	≥ 2,9	≥ 9,5	≥ 3,2	≥ 11,0	PN-EN ISO 4671 dopuszcza się wg PN-EN ISO 3994
	Minimalny promień zgięcia w temp. 23 ± 2°C [mm]	700	1280	900	1600	PN-EN ISO 1746
	Średnica zewnętrzna króćca [mm]	160		200		AT-15-8095/2010

elementy przewodów oraz kształtki uzupełniające wykonane z twardego PVC posiadają sztywność minimum o jedną klasę wyższą

GAMRAT Spółka Akcyjna
ul. Mickiewicza 108, 38-200 Jasło
www.gamrat.pl

Informacja techniczna
tel. +48 606 787 140
e-mail: ptrzeciak@gamrat.com.pl

Dział Obsługi Klienta i Logistyki
tel. +48 13 491 47 49
fax. +48 13 491 50 93

w nasyp drogowy w obrębie połączenia z obiektem mostowym, obejmuje odwodnienie nasypu przy przyczółkach realizowane przez budowę poziomej, pionowej i ukośnej warstwy filtracyjnej, odwodnienie fundamentów przyczółków realizowane przez wykonanie drenażu poprzecznego oraz odprowadzenie wody zebranej za przyczółkami [7]. Właściwie zaprojektowany i wykonany system odwodnienia wgłębnego pozwala na odpowiednie zagospodarowanie wody opadowej sprowadzonej z powierzchni obiektu mostowego nawet przy intensywnych i długotrwałych opadach deszczu.

Prawidłowe utrzymanie systemów odwodnienia

Właściwie zaprojektowane i wykonane systemy odwodnienia dróg i obiektów mostowych wymagają prawidłowego utrzymania, by móc w dłuższej perspektywie zapewnić ich trwałość i bezpieczną eksploatację. Zgodnie z zaleceniami GDDKiA, powinno się przeprowadzać okresowe przeglądy tych systemów, a w razie występowania uszkodzeń przeprowadzić prace konserwacyjne. Rowy, ścieki i zbiorniki retencyjne należy systematycznie czyścić z zalegającego namułu i warstw osadów. W zależności od potrzeb, na podstawie przeprowadzonego przeglądu systemu odwodnienia, powinno się także czyścić elementy zapewniające stałą drożność oraz przewody w sposób mechaniczny lub hydrauliczny. Do robót utrzymaniowych należy również prowadzenie bieżących napraw z uzupełnianiem brakujących elementów systemu [7].

Dobrze zaprojektowane odwodnienie gwarantuje wiele korzyści, nie tylko technicznych i finansowych, ale także bezpieczeństwo i komfort użytkowników obiektów drogowo-mosto-

wych. Mając na uwadze te zalety, warto zadbać o późniejszą właściwą eksploatację, aby zapewnić sprawność techniczną inwestycji na lata.

Literatura

- [1] Geiger W., Dreiseitl H: *Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowych. Poradnik retencjonowania i infiltracji wód deszczowych do gruntu na terenach zabudowanych*. Przeł. J. Brzeski. Bydgoszcz 1999.
- [2] *Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i przystanków Komunikacyjnych*, PG1, z. 1. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad. Warszawa 2009.
- [3] Szling Z., Paczeński E.: *Odwodnienia budowli komunikacyjnych*. Wrocław 2004.
- [4] Gudelis-Taraszkiewicz K.: *Metody odwadniania dróg w XXI wieku*. „Inżynier Budownictwa” 2013, nr 5, s. 76–82.
- [5] Wysokowski A., Staszczuk A.: *Systemy odwodnienia obiektów mostowych*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2007, nr 4 (13), s. 42–48.
- [6] Wysokowski A.: *Odwodnienie parkingów i miejsc obsługi podróżnych*. Cz. 2. *Odwodnienie wgłębne*. „Inżynier Budownictwa” 2010, nr 11, s. 62–66.
- [7] *Zalecenia projektowania, budowy, utrzymania odwodnienia drogowych obiektów mostowych*, PG2, z. 2. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad. Warszawa 2009.
- [8] Wysokowski A.: *Odwodnienie konstrukcji obiektów mostowych*. Cz. 2. „Inżynier Budownictwa” 2013, nr 11, s. 69–74.
- [9] Karda J., Wysokowski A.: *Wpływ systemu odwodnienia na trwałość mostu*. „Materiały Budowlane” 2007, nr 4, s. 65–67.
- [10] Tagi – Budownictwo inżynieryjne [online]. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” [dostęp: 10 sierpnia 2015]. Dostępny w Internecie: <http://www.nbi.com.pl/tagi/>.



TRANSPORT RESEARCH ARENA – TRA2016

Podczas trwania TRA2016 będą Państwo mogli zaprezentować swoje osiągnięcia oraz przedstawić firmy, korzystając z aktualnie oferowanych możliwości:

- ▶ WYSTAWA / EXHIBITON
- ▶ GIEŁDA POMYSŁÓW / TRAMARKETPLACE

Wystawa Plakatów / Poster Session
Forum Wymiany Doświadczeń / Results Forum
Prezentacje Projektów w stoisku KE / Outreach Sessions

- ▶ KONKURS DLA NAUKOWCÓW TRA VISIONS

Szczegóły dostępne na www.traconference.eu i www.ibdim.edu.pl

REJESTRACJA NA KONFERENCJĘ ROZPOCZNIE SIĘ W PAŹDZIERNIKU 2015 r.

Serdecznie zapraszamy!



WARSAW

18-21 April 2016

6th European Transport
Research Conference
MOVING FORWARD:
Innovative Solutions
for Tomorrow's Mobility

Poland
National Stadium