



Temat specjalny

ZAGOSPODAROWANIE WÓD OPADOWYCH I SYSTEMY ODWODNIENI

tekst: **MARIA SZRUBA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne



Wody opadowe stanowią bardzo istotne zagadnienie w warunkach funkcjonowania osadnictwa, a ich zagospodarowanie było zawsze priorytetem. Szczególne miejsce zajmują w tej kwestii odwodnienia układów komunikacyjnych, których zasadniczą właściwością powinna być przede wszystkim skuteczność działania. Odpowiednie systemy odwodnienia gwarantują także trwałość budowli infrastrukturalnych.

fot. dbrus, fotolia.com



Odwodnienie stosowano od początku istnienia dróg, ale dopiero z biegiem czasu zaczęto doceniać rolę dobrego i sprawnego systemu. Obecnie, dzięki bogatemu zasobowi nowoczesnych technologii materiałowych, metod obliczeniowych, norm, wytycznych oraz zdobytych na polu odwodnienia budowli komunikacyjnych doświadczeń, systemy odwodnienia mogą być optymalnie dostosowane do istniejących potrzeb.

Czym jest system zagospodarowania wód opadowych?

Jak wskazuje praktyka, nawet bardzo dobra znajomość charakterystyki opadów nie stanowi gwarancji uzyskania odpowiednio skutecznych rozwiązań technicznych służących odwodnieniu. Szczególną rolę odgrywa w tej kwestii złożoność systemów, w tym różnorodność składających się na nie elementów, tworzących na obszarach zurbanizowanych tzw. systemy melioracji miejskich, na które składają się: przewody kanalizacyjne, kanały kryte i otwarte, ciekły naturalne i sztuczne, naturalne i sztuczne zbiorniki wodne, kryte i otwarte zbiorniki retencyjne (w tym stawy i jeziora dostosowane do pełnienia ich roli), drenaże budowlane oraz rowy odciążające, poldery wraz z pompowniami, a w poszczególnych przypadkach także elementy melioracji rolnych [1].

Jednym z elementów melioracji miejskich jest kanalizacja wód opadowych. W miastach stosowane są najczęściej tradycyjne metody gospodarowania wodami opadowymi, czyli kanalizacja deszczowa lub ogólnospławna. Współczesne metody stosowane w celu poprawy stosunków wodnych na terenach zurbanizowanych często wykorzystują zrównoważone systemy drenażu (ZSD), które zapoczątkowały nowy nurt kształtowania krajobrazu zgodnie z zasadami hydrologicznymi, przy użyciu specjalnych, paranaturalnych urządzeń i technik gospodarowania wodą opadową. Do elementów składowych systemów drenażu należą urządzenia odprowadzające i drenujące, chłonne, gromadzące i retencjonujące oraz oczyszczające [2].

Podstawy wymiarowania odwodnień

Aby obliczyć spływ z powierzchni dróg i ulic, niezbędna jest znajomość projektu drogowego, w tym wielkości powierzchni uszczelnionych oraz nieuszczelnionych, przebiegu trasy w przekroju podłużnym (wykopy i nasypy), długości drogi odpływu, czasu odpływu oraz usytuowania odbiornika wód opadowych, np. kanału deszczowego, rowu przydrożnego lub zbiornika wodnego (naturalnego albo sztucznego).

Obliczenie ilości opadów oparto na zaobserwowanej prawidłowości, zgodnie z którą im krótsze opady deszczu, tym intensywniejsze jest ich natężenie. Z kolei opady o małym natężeniu trwają dłużej. Do scharakteryzowania każdego deszczu można zastosować następujące wielkości:

- prawdopodobieństwo pojawienia się (p) wyrażone w procentach lub jako częstotliwość (c) określana w latach,
- czas trwania (t), najczęściej wyrażany w minutach,
- natężenie, oznaczane w mm/min lub w $\text{dm}^3/(\text{ha}\cdot\text{s})$,
- wysokość opadu (h), określana w mm,
- zasięg (F), określany w ha.

Dane wyjściowe do obliczenia ilości spływów wód opadowych to natężenie i prawdopodobieństwo pojawienia się deszczu, współczynniki spływu, czas trwania deszczu oraz

Jakie znaczenie w systemie odwadniania infrastruktury mają zbiorniki retencyjne?



inż. EWA SIEDLEC,
kierownik ds. techniczno-projektowych,
EcoBlue Polska Sp. z o.o.

Omawiając zagospodarowanie wód deszczowych z odwadnianych dróg i parkingów, a także rozpatrując znaczenie zbiorników retencyjnych

w systemie odwadniania, należy pamiętać

o zmianach w ustawie Prawo wodne, które niebawem zaczną obowiązywać. Nowelizacja wprowadza opłaty za tzw. usługi wodne, m.in. za odprowadzanie wód opadowych i roztopowych do wód powierzchniowych, a także za zmniejszenie naturalnej retencji terenowej na skutek wykonywania na nieruchomości o powierzchni powyżej 3500 m² robót lub obiektów budowlanych trwale związanych z gruntem, mających wpływ na zmniejszenie tej retencji przez wyłączenie więcej niż 70% powierzchni nieruchomości z powierzchni biologicznie czynnej. Opłata ta będzie zależeć od wielkości powierzchni uszczelnionej, jak również od zastosowanej kompensacji retencyjnej.

Rozwiązaniem przyczyniającym się do zmniejszenia wysokości opłat jest stosowanie zbiorników retencyjnych, zatrzymujących wody opadowe w miejscu ich powstania i tym samym zapobiegających lokalnym podtopieniom czy suszom. Wykonanie retencji skutkuje 10-krotnym zmniejszeniem opłat za wprowadzanie wód opadowych do odbiornika. Skutecznym rozwiązaniem może być zastosowanie zbiornika z regulatorem przepływu i skierowanie wód deszczowych na układ rozsączający bądź samego układu rozsączającego, spełniającego funkcję retencyjną.

Należy pamiętać o odpowiedniej wartości natężenia deszczu miarodajnego (q), wyrażonego w $\text{l/s}\cdot\text{ha}$. Mając na uwadze bezpieczeństwo oraz długą perspektywę działania projektowanych urządzeń, należy przyjmować znacznie większą wartość q niż dotychczas.

wielkości i sposób uszczelnienia zlewni częściowych (tzn. elementów zlewni całkowitej stanowiących odrębne jednostki obliczeniowe). Wzór do obliczania spływów deszczowych w najogólniejszej postaci można przedstawić jako

$$Q = \phi \cdot \psi \cdot q \cdot F$$

gdzie:

Q – ilość spływu [dm^3/s],

ϕ – współczynnik opóźnienia odpływu (mniejszy od 1) [-],

ψ – współczynnik spływu (mniejszy od 1) [-],

q – natężenie deszczu [$\text{dm}^3/(\text{ha}\cdot\text{s})$],

F – powierzchnia zlewni [ha].

Iloczyn $q \cdot F$ oznacza ilość opadu, natomiast iloczyn $\psi \cdot q \cdot F$ wyraża spływ z rozpatrywanej powierzchni F . Sposób stosowania współczynnika opóźnienia ϕ zależy od przyjętej metody obliczania ilości wód opadowych [3].



Fot. Isabela66, fotofla.com

Odwodnienia budowli komunikacyjnych

Zależnie od klasy drogi, warunków gruntowych oraz ukształtowania terenu, a także zgodnie z obowiązującymi przepisami zaleca się projektowanie odwodnień powierzchniowych, wgłębnych (filtracyjnych) oraz podziemnych. Do rozwiązań stosowanych w ramach odwodnień powierzchniowych należą w szczególności rowy przydrożne, stanowiące 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). Innym spotykanym rozwiązaniem są muldy podłużne (przydrożne), płytkie, wyokrąglone, ziemne wykopy, które w zależności od spadków podłużnych umacniają się za pomocą różnego rodzaju materiałów. Dla małych ilości wody stosuje się ścieki lub rynny uliczne, które dzięki temu, że zajmują mniej miejsca w pasie drogowym, a także nie naruszają estetyki oraz warunków bezpiecznej jazdy, stanowią alternatywę dla rowów przydrożnych. Rynny uliczne stosowane są tam, gdzie rowy odwadniające byłyby bardzo szerokie oraz w silnie nawodnionych gruntach słabych. W celu przepuszczenia z jednej strony szlaku komunikacyjnego na drugą wód opadowych, zbierających się w najniższych miejscach zlewni, buduje się zwykle przepusty. Z kolei 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 zwymiarowania i wykonania [4].

Za prawidłowe odwodnienie drogi, pojmowanej jako budowla wraz z drogowymi obiektami inżynierskimi, urządzeniami oraz instalacjami, stanowiącymi całość techniczno-użytkową przeznaczoną do prowadzenia ruchu drogowego, zlokalizowaną w pasie drogowym, odpowiada jej zarządca. Zgodnie z art. 61 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane, właściciel lub zarządca obiektu budowlanego jest obowiązany utrzymywać i użytkować obiekt zgodnie z zasadami, o których mowa w art. 5 ust. 2 ustawy, oraz zapewnić, dochowując należytej staranności, bezpieczne użytkowanie obiektu w razie wystąpienia czynników zewnętrznych oddziałujących na obiekt – zarówno związanych z działaniem człowieka, jak i sił natury [5].

Woda pochodząca z opadów deszczu i śniegu jest głównym czynnikiem niszczącym obiekty mostowe, dlatego hydroizolacje i urządzenia odprowadzania wód opadowych są jednymi z ważniejszych elementów wyposażenia mostów, odgrywając istotną (jeżeli nie jedną z najważniejszych) rolę w zapewnieniu ich trwałości [6]. Właściwie zaprojektowane hydroizolacje są ułożone na odpowiednio przygotowanym podłożu, nieprzepuszczalne dla wody, pary wodnej i gazów oraz odporne na działanie substancji chemicznych związanych z eksploatacją i utrzymaniem dróg. Cechuje je także gładka powierzchnia, ułatwiająca spływ wody, dobra przyczepność do podłoża oraz dobre połączenie z warstwą ochronną lub z nawierzchnią. Prawidłowo działający system odwodnienia mostów powinien się składać z odwodnienia powierzchniowego, drenaży, wpustów i sączków, kolektorów zbiorczych i rur spustowych,

elementów wyposażenia, odwodnienia podpór i odwodnienia wgłębne [7].

W przypadku tuneli, przejść podziemnych i przepustów stosuje się odwodnienie powierzchniowe i wgłębne. Zadaniem systemu odwodnienia powierzchniowego jest całkowite przejście i możliwie najszybsze odprowadzenie wód opadowych z terenu przylegającego do tunelu, przejścia podziemnego oraz przepustu. Odwodnienie powierzchniowe należy realizować przez uporządkowanie powierzchni przyległego terenu dla stworzenia dobrych warunków spływu wód opadowych i roztopowych w kierunku urządzenia odwadniającego oraz dla ograniczenia ilości wód infiltrujących w podłoże gruntowe. Kolejnym działaniem jest wykonanie poprzecznie do kierunku zjazdu, wjazdu, zejścia i wyjścia, systemu odwodnienia (zazwyczaj liniowego) przejmującego spływające po powierzchni terenu wody opadowe. Ostatnim krokiem jest wykonanie odbiornika wód opadowych albo skierowanie wód do istniejących lub projektowanych dla danej budowli komunikacyjnej urządzeń odwadniających. Jeśli chodzi o odwodnienie wgłębne, zadania tego systemu mogą być dwojakie. Pierwszym jest obniżenie poziomu wód gruntowych w obrębie głównie płytkiego tunelu lub przejścia podziemnego. Drugie zadanie polega na przejściu dopływu wód gruntowych i wyprowadzenie ich poza konstrukcję przede wszystkim tunelu głębokiego, bez obniżania poziomu zwierciadła wody podziemnej, ale ze zdjęciem ciśnienia tej wody na obudowę [8].

W budownictwie kolejowym odwadnianie należy traktować jako jeden z podstawowych sposobów zwiększania wytrzyma-

łości gruntów i stateczności podtorza. Odwodnieniu podlegają wszystkie budowle i urządzenia kolejowe, natomiast w zakresie podtorza odwodnienie obejmuje właściwe ułożenie przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych gruntów w budowlę wraz z nadaniem jej odpowiedniego kształtu oraz wbudowanie niezbędnych urządzeń odwadniających. Do elementów odwodnienia podtorza należą drenaże liniowe naziemne, liniowe podziemne do odwodnienia powierzchniowego i głębokiego wraz z siecią odprowadzającą i urządzeniami pomocniczymi, skarpowe, płytowe, pionowe oraz urządzenia specjalne i pomocnicze [9].

W obliczu zmian prawnych

W związku z koniecznością dostosowania polskiego Prawa wodnego do unijnej dyrektywy wodnej w lipcu Sejm przyjął projekt noweli Prawa wodnego, która wdraża osiem dyrektyw i zmiany do 43 innych ustaw. Na mocy nowelizacji zostaną m.in. zlikwidowane Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej i jego regionalne oddziały, a także wojewódzkie Zarządy Melioracji i Urządzeń Wodnych, a ich kompetencje niemal w całości przejmie Państwowe Gospodarstwo Wodne „Wody Polskie” - nowy gospodarz na wszystkich wodach publicznych, w którego rękach znajdują się rzeki i wały.

Nowe Prawo wodne wejdzie w życie 1 stycznia 2018 r. Obecnie w myśl art. 2 pkt 8 lit. c) ustawy o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków, wody opadowe lub roztopowe, ujęte w otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne, pochodzące z powierzchni zanieczyszczonych o trwałej nawierzchni, w szczególności z miast, portów, lotnisk,



SEPARATORY
I OSADNIKI



POMPOWNI
DESZCZOWE I SANITARNE



ZBIORNIKI RETENCYJNE



SKRZYNIKI
ROZSĄCZAJĄCE



fot. djama.fotolia.com

terenów przemysłowych, handlowych, usługowych i składowych, baz transportowych oraz dróg i parkingów traktowane są jako ścieki. Natomiast wejście w życie ustawy Prawo wodne w obecnie procedowanym kształcie pozbawia wody opadowe i roztopowe charakteru ścieku, co w praktyce będzie skutkowało usunięciem wód opadowych i roztopowych spod reżimu ustawy o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków.

Wątpliwości prawne pojawiają się m.in. w kwestii poboru przez przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne opłat, a konkretnie ustalania taryf za odprowadzanie ścieków w postaci wód opadowych lub roztopowych. Branża liczy jednak na uregulowaniu kwestii wód opadowych i roztopowych w planowanej na drugą połowę roku 2017 nowelizacji ustawy o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków [10].

Podsumowanie

Nowe sposoby zagospodarowania wód opadowych i roztopowych przyjmują postać różnych koncepcji i rozwiązań, które jednak posiadają szereg cech wspólnych. Jedną z nich jest uznanie znaczenia wody jako podstawy sprawnie funkcjonującego systemu przyrodniczego, zapewniającego liczne korzyści mieszkańcom miast. Kolejną kwestią jest akceptacja obecności wody w mieście i zaplanowanie specjalnie przeznaczonej dla niej przestrzeni. Zbieżne dla wszystkich koncepcji jest też stosowanie takich rozwiązań technicznych (konstrukcyjnych), które służą wspomaganie rozproszonej infiltracji i retencji wód opadowych w zlewni miejskiej oraz ich doczyszczaniu. Ogólnie dostrzeganą tendencją jest także dążenie do stosowania najlepszych praktyk w zagospodarowaniu wód opadowych odrębnie lub w połączeniu z metodami tradycyjnymi – kanalizacją ogólnospławną lub deszczową. Obserwuje się również działania mające na celu możliwość połączenia zagospodarowania wód opadowych z architekturą miejską i krajobrazu oraz z systemem przyrodniczym miasta.

Za stosowaniem najlepszych praktyk przemawia wiele korzyści. Jedną z nich jest uniknięcie lub zminimalizowanie powodzi i suszy miejskiej, a także ich skutków. Kolejną – możliwość stworzenia zintegrowanego systemu infrastrukturalnego, który będzie ela-

styczny wobec zmiennych warunków otoczenia: klimatycznych, rozwoju przestrzennego miasta, zmian demograficznych i gospodarczych. Najlepsze praktyki stosowane w zakresie systemów odwodnień zapewniają oczyszczanie wód opadowych i ograniczanie przemieszczania się zanieczyszczeń, a także zmniejszenie presji na odbiorniki wód dzięki ograniczeniu ilości zanieczyszczeń i stresu hydraulicznego powodowanego przez systemy kanalizacji. Kolejną zaletą jest odciążenie i lepsze funkcjonowanie kanalizacji deszczowej i ogólnospławnej w warunkach ekstremalnych oraz obniżenie kosztów zarządzania wodami opadowymi i innych kosztów funkcjonowania miasta, związanych np. z nawadnianiem terenów zielonych, obniżeniem opłat za korzystanie ze środowiska czy obniżeniem strat powodziowych. Duże znaczenie ma również zapewnienie korzyści społecznych, wynikających z usług ekosystemów oraz wielofunkcyjnej przestrzeni.

Dzięki zastosowaniu rozwiązań zrównoważonych na określonym terenie można wykorzystać go jako park, teren rekreacji, edukacji, a nawet boisko czy plac miejski, stanowiące atrakcyjne miejsca spędzania wolnego czasu [11].

Literatura

- [1] Gudelis-Taraszkiewicz K., Suligowski Z.: *Alternatywne zagospodarowanie wód opadowych. Vademecum dla przedsiębiorców. Innowacyjne rozwiązania technologiczne. Doświadczenia Partnerstwa „Budujmy Razem”* (online). Dostępny w Internecie: http://wmzdz.pl/fileadmin/user_upload/wmzdz/publikacje/03_Wyd_C_WEB.pdf (dostęp 14 sierpnia 2017).
- [2] Kozłowska E.: *Proekologiczne gospodarowanie wodą opadową w aspekcie architektury krajobrazu*. Wrocław 2008.
- [3] Edel R.: *Odwodnienie dróg*. Warszawa 2000.
- [4] Szling Z., Pacześniak E.: *Odwodnienia budowli komunikacyjnych*. Wrocław 2004.
- [5] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane. Dz.U. 2017, poz. 1332, t.j.
- [6] Wysokowski A., Staszczuk A.: *Systemy odwodnienia obiektów mostowych*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2007, nr 4, s. 42–48.
- [7] *Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia drogowych obiektów mostowych*. Zeszyt 2. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad. Warszawa 2009.
- [8] *Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia tuneli samochodowych, przejść podziemnych i przepustów*. Zeszyt 3. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad. Warszawa 2009.
- [9] *Id-3. Instrukcja o utrzymaniu podtorza kolejowego*. PKP PLK SA. Warszawa 2009.
- [10] Misiun A.: *Deszczówka w nowym prawie wodnym* (online). Dostępny w Internecie: www.prawodlasamorządu.pl/2017-06-02-deszczowka-w-nowym-prawie-wodnym (dostęp 13 sierpnia 2017).
- [11] Wagner I., Krauze K.: *Jak bezpiecznie zatrzymać wodę opadową w mieście? Narzędzia techniczne*. W: *Woda w mieście. Seria Zrównoważony Rozwój – Zastosowania*. Red. T. Bergier, J. Kronenberg, I. Wagner. Fundacja Sendzimira. Kraków 2014, s. 75–93.

