

Racjonalne gospodarowanie wodą deszczową w mieście

Problem ścieków deszczowych dla środowiska naturalnego nie istnieje. Człowiek, poprzez wprowadzanie do środowiska zabudowy, stanowiącej dla powierzchni ziemi barierę dla opadów atmosferycznych – spostrzegł problem gromadzenia się wokół zabudowy wody i poświęcił olbrzymią ilość przysłowiowego czasu, energii i pieniędzy, żeby ją usunąć. Przez stulecia na całej Ziemi powstawały miliony kilometrów sieci kanalizacyjnych, transportujących deszczówkę do oddalonych zwykle miejsc, w których to obecnie organizuje się oczyszczalnie ścieków.

Wieloletnia praktyka człowieka, polegająca na jak najszybszym odprowadzaniu wód opadowych do kanalizacji deszczowej, wywołała stosowane uregulowania prawne w tym zakresie, co przyczyniło się do dalszego pogorszenia sytuacji. Polskie prawo nie należy w tym wypadku do wyjątków.

§28. 1. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie stanowi, iż „*działka budowlana, na której sytuowane są budynki, powinna być wyposażona w kanalizację umożliwiającą odprowadzenie wód opadowych do sieci kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej*”.

Jakkolwiek w p. 2 tegoż paragrafu dodano, że „*w razie braku możliwości przyłączenia do sieci kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej, dopuszcza się odprowadzanie wód opadowych na własny teren nieutwardzony, do dołów chłonnych lub do zbiorników retencyjnych*”, to jednak ta ewentualność, w sferze uregulowań prawnych, pozostaje jedynie jako tzw. zło konieczne. W dalszej części przedmiotowego rozporządzenia (§ 126. 1) czytamy, że *dachy i tarasy, a także zagłębienia przy ścianach zewnętrznych budynku powinny mieć odprowadzenie wody opadowej do wyodrębnionej kanalizacji deszczowej lub kanalizacji ogólnospławnej*. Taki stan rzeczy doprowadził i utrwalił poważne zmiany w naturalnych warunkach hydrologicznych, co stało się obecnie nie tylko problemem ekologicznym, ale również technicznym i ekonomicznym.

Skutkiem odprowadzania ścieków deszczowych z miejsca ich naturalnych zlewni obserwujemy niemal rokrocznie powtarzające się zagrożenia powodziowe lub też przeciwnie problem przesuszenia terenów. Sytuacje te wywołują niepożądane zmiany klimatyczne. Szybkie odprowadzanie wód deszczowych powoduje zachwianie stosunków wodnych określonych terenów i stanowi degradację środowiska wodnego. Mieszkańcy starorzeczy (jako terenów szczególnie zagrożonych) starają się opuszczać zamieszkiwane dotąd obszary. Niejednokrotnie gęsto zabudowane tereny znajdujące się w depresji stanowią szczególnie za-

grożenie. Szereg zabezpieczeń technicznych mających na celu ograniczenie niebezpieczeństwa powodzi staje przed bardzo trudnym, nieraz niemożliwym do wypełnienia zadaniem ochrony ludzi i mienia.

Kanalizacja deszczowa przyczynia się do ograniczenia zjawisk naturalnych parowania wody z powierzchni terenu, wsiąkaniu wody do terenu (roślinność znajdująca się na terenie skanalizowanym otrzymuje znacznie mniej wody, przez co procesy transpiracji ulegają ograniczeniom). Systemy kanalizacji poprzez zbieranie wód powierzchniowych zmniejszają ich naturalne wsiąkanie w teren, obniżają poziom wody w studniach, a także przyczyniają się do zatrzymywania procesów mineralizacji wody¹⁾, niezbędnych dla wielu procesów życiowych organizmów żywych. W innych miejscach skutkiem przesuszenia terenów pojawiają się problemy techniczne związane z utratą nośności gruntu. Ubożeje roślinność, tym samym wzmagają się erozja gleby.

Z punktu widzenia zawartości niezbędnej ilości wilgoci w powietrzu, miasto i jego mieszkańcy cierpią. Nienaturalne wypróbowanie olbrzymich mas wód opadowych poza obszar miejski wywołuje zbytne przegrzanie utwardzonych nawierzchni, ścian budynków i dachów. Konsekwencją tego zjawiska jest nadmierne wysuszenie powietrza, unoszenie się kurzu i spalin, a tym samym pogorszenie warunków zamieszkiwania. W celu zmniejszenia uciążliwości tego zjawiska gospodarze miast organizują polewanie powierzchni ulic i chodników ze specjalnych cystern. Paradoks polega na tym, że wodę, którą rozwożą po ulicach pozyskują z cieków wodnych, do których to uprzednio skierowano drogą kanalizacji wody deszczowe. Takie postępowanie wymaga dodatkowej energii na paliwa, kosztów eksploatacji i utrzymania wozów, których użytkowanie niestety również przyczyniają się do skażenia środowiska.

Rozwój miast, coraz większa powierzchnia dachów i nawierzchni podlegająca tradycyjnemu odwodnieniu, przyczynia się do wzmożenia i powstawania dalszych zagrożeń powodziowych.

Model miasta gospodarującego wodą deszczową

Woda deszczowa jest potrzebna dla miasta. Jej naturalne odparowywanie poprawia mikroklimat, wpływając korzystnie na samopoczucie mieszkańców. Woda deszczowa może i powinna być wykorzystana do celów gospodarczych przez użytkowników miasta. Konieczna jest więc zmiana dotychczasowego postępowania. Miasto zamiast odprowadzać wody deszczowe poza swoje granice powinno świadomie nimi gospodarować. Przyniesie to

Dr inż. arch. B. Szuba, prof. PWSZ w Nysie, Instytut Architektury, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nysie, 48-300 Nysa, ul. Grodzka 19, bs@pwsz.nysa.pl

¹⁾ Procesy mineralizacji wody odbywają się głównie w trakcie jej penetrowania poprzez poszczególne warstwy gruntu.

nie tylko poprawę stosunków wodnych, lecz także wymierne oszczędności ekonomiczne. Na terenie miasta ten sam wodociąg dostarcza wodę zarówno do celów spożywczych jak i gospodarczych. Większa ilość dostarczanej wody nie musi być uzdatniana, bowiem nie wymagają tego czynności o charakterze gospodarczym, takie jak: mycie posadzek, splukiwanie toalet, podlewanie ogródków, czyszczenie domowych sprzętów, samochodów etc.

Aby móc tak przekształcić funkcjonowanie miasta, niezbędna wydaje się zmiana podejścia do projektowania miast. Wodę opadową powinien zużywać nie tylko człowiek zamieszkujący dany obszar zlewni, ale także odtwarzane w miastach środowisko naturalne, niezbędne do modyfikacji zanieczyszczonego powietrza i ziemi. Chłonność przejmowanej wody deszczowej przez tak zbudowany system techniczno-przyrodniczy powinien być równy chłonności pierwotnie istniejącego na tym obszarze ekosystemu przyrodniczego. Ocenia się, że w środowiskach miejskich o znacznej wielkości, 30–40% powierzchni biotopu miejskiego zajmują zmineralizowane ulice, place, parkingi, przestrzenie o charakterze publicznym. Następne 30% zajmuje zabudowa martwymi powierzchniami ścian i dachów. Jedynie ok. 30% powierzchni obiektów przestrzennych w mieście stanowi biotop z biologicznie aktywną biocenozą roślinną. Rozkład ten powoduje, że ilość czynnej roślinności w środowisku mieszkalnym nie jest wystarczająca. Konieczne jest zwiększenie powierzchni biologicznie czynnych terenów zielonych na terenie miasta, nie tylko poprzez wprowadzanie nowych parków i skwerów – te wymagają dodatkowej przestrzeni, której zwykle w mieście brakuje.

Miasto, które gospodaruje wodą deszczową obniża odpływ wysokich wód, zmniejsza obciążenia oddziaływujące na okoliczne ekosystemy przyrodnicze, odciąża istniejące systemy kanalizacji (zwłaszcza podczas ulewnych deszczów), pozwala wygospodarować dodatkowe wykorzystanie sieci kanalizacyjnych dla nowych, niezbędnych podłączeń.

Rozwiązania techniczne

Współczesne rozwiązania techniczne związane z odprowadzeniem wody deszczowej są ogólnie znane. Pojawiło się wiele nowatorskich rozwiązań technicznych, np. amerykański system komór drenazowych do miejscowego zagospodarowania wód opadowych firmy Infiltrator Systems, Inc., System komorowy ma wszystkie zalety drenazu rurowego a jednocześnie eliminuje wiele jego wad. Wśród zalet systemu warto wyróżnić: dużą pojemność pojedynczej komory, łatwy i szybki montaż, znaczną drożność systemu, możliwość czyszczenia systemu, ograniczenie powierzchni pola drenazowego, dużą wytrzymałość mechaniczną, alternatywne rozwiązanie do tradycyjnych zbiorników retencyjnych, studni chłonnych, rowów odwadniających, możliwość stosowania przy wysokim poziomie wód gruntowych oraz ograniczenie zużycia tłuczni. System może być zaprojektowany jako bezodpływowy. System spełnia zadania zatrzymania pierwszej fali spływu ze zlewni²⁾, infiltracji do gruntu³⁾, retencji wód deszczowych⁴⁾:⁵⁾

Problem stanowią odbiorniki wody deszczowej, których na terenie miasta jest często niewiele. Z punktu widzenia oszczędności w zużyciu energii, przechwytywanie wody deszczowej do celów

gospodarczych człowieka powinno następować jak najwyżej (już w partiach dachowych obiektów kubaturowych). Jeden z przykładów rozwiązania tego zagadnienia stanowią dachy bezodpływowe⁶⁾. Zakłada się, że określona ilość wody opadowej musi być przechwycona przez dach – pełniący rolę bezodpływowego zbiornika, nadmiar wody może być odprowadzony do kanalizacji deszczowej lub też rozsączony do przyległego przy obiekcie terenu. Znajdująca się na najwyższym z możliwych poziomów do przechwycenia woda może być przejęta w formie wody użytkowej do części gospodarczo-technicznych obiektu (obsługa toalet, mycie posadzek i sprzętu etc.) Rozwiązanie to wykazuje olbrzymie zalety zwłaszcza, że w tej sytuacji możemy wykorzystać siłę grawitacji jako całkowicie naturalną energię do zasilania urządzeń wymagających używania wody.

Jednak nie wszędzie możemy zastosować dach bezodpływowy, który ze względu na swoją funkcję musi być płaski. Rynny towarzyszące dachom wielospadowym powinny wylapywać wodę deszczową do zbiorników usytuowanych na jak najwyższych kondygnacjach w budynku. W razie braku możliwości zastosowania zbiorników w górnych partiach budynku pozostaje jedynie lokalizacja w podpiwniczeniu. Niestety, aby wykorzystać wodę w kondygnacjach nadziemnych trzeba ją transportować wyżej, ale biorąc pod uwagę możliwość wykorzystania energii słonecznej do zasilania niewielkiej mocy pompy – rozwiązanie to wydaje się być całkowicie zadawalające. Trzeba tu dodać, że woda opadowa składowana w kondygnacjach najniższych może być bardzo przydatna do zasilania roślin znajdujących się wokół budynku.

Zieleń jest jednym z odbiorników wody opadowej. Miasto niejednokrotnie wykazuje się brakiem miejsca dla konwencjonalnego kształtowania terenów zielonych. Stąd też istnieją racjonalne przesłanki do rozwijania rozwiązań zmierzających do zazieleniania dachów, tarasów i ścian obiektów budowlanych. Dach może być elementem przestrzennym wykorzystywanym do wprowadzania aktywnych powierzchni biotycznych. W kontekście przechwytywanej wody deszczowej zazielenione dachy zyskują na wartości nie tylko jako jej naturalny odbiornik, ale również wartościowy element architektoniczny, znacząco poprawiający warunki zamieszkiwania w zespołach miejskich. Da-

2) System ten powinien zapewniać zatrzymanie pierwszych 13 do 25 mm wysokości opadu dla danej zlewni. Pierwsza fala spływu wód opadowych z chodników i innych nieprzepuszczalnych powierzchni niesie największy ładunek zanieczyszczeń. Zatrzymanie tego spływu i poddanie go przefiltrowaniu przez warstwę gruntu (oczyszczanie mechaniczne) z możliwością odnowy jest bardzo korzystne dla ochrony zasobów wód podziemnych. Przepływ większy od pierwszego strumienia musi zostać skierowany do systemu przechowywania typu komorowego, kanału burzowego lub innego odbiornika.

3) Na obszarach, gdzie przewiduje się zastosowanie takiego systemu, należy zwrócić szczególną uwagę na stopień przepuszczalności gruntu oraz głębokość występowania wód gruntowych. W systemie infiltracji do gruntu bardzo istotne jest zatrzymanie osadów i części organicznych zawartych w wodach opadowych przed systemem komór drenazowych.

4) W takim systemie obliczeniowa objętość wód opadowych musi być czasowo zatrzymana w komorach urządzenia przed ich odprowadzeniem do środowiska. Projektowany czas opróżniania systemu zwykle nie powinien być dłuższy niż 48 godzin.

5) Informacje podane w przypisach 1–4 podano na podstawie: [6].

6) Autor zetknął się z rozwiązaniami dachów bezodpływowych w Belgii. Dachy te zrealizowano w zespole budynków uniwersyteckich w miejscowości Haselet.

chy pokryte warstwą biologicznie czynnej roślinności korzystnie ograniczają temperaturę w lecie, powodują wzrost wilgotności powietrza, wzbogacają powietrze w tlen, stabilizują warunki cieplne poprzez ograniczenie wahań temperatury w wyniku zjawiska parowania kondensacji i akumulacji ciepła. Ponadto przyczyniają się do ochrony budowli przed wypromieniowaniem energii cieplnej w okresie nocnym, nadmiernym hałasem i stratami ciepła.

Dach o powierzchni pokrytej roślinnością korzystnie wpływa na parametry fizyczne i chemiczne otaczającego nas powietrza wskutek pochłaniania dwutlenku węgla i natleniania powietrza. Pomimo, że roślinność wegetująca na dachach przysparza wiele problemów związanych z jej utrzymaniem w kontekście kontrolowania jej nadmiernego wzrostu – doświadczenia wykazują, że nieskoszony dach trawiasty wytwarza znacząco więcej tlenu niż taka sama skoszona powierzchnia trawiasta na trawniku miejskim. Powietrze środowiska mieszkalnego za pomocą zielonych dachów zostaje poddawane oczyszczaniu. Powierzchnie liści powodują wiązanie cząsteczek kurzu, szkodliwych zawiesin i aerozoli. Te zaś po spłukaniu deszczem są wprowadzane do warstwy ziemi będącej podstawą wegetatywnych czynności roślin.

Zastosowanie zielonych dachów przyczynia się do odciążenia kanalizacji miejskiej. Woda pochodząca z opadów atmosferycznych jest częściowo zużywana na potrzeby biologicznie czynnych powierzchni budynku, następnie częściowo przechowywana w objętości masy roślinnej oraz oddawana poprzez parowanie do atmosfery. Taka gospodarka wodą opadową w porównaniu do tradycyjnie stosowanego układu sanitarnego, mającego na celu odprowadzenie wody deszczowej poza obszar zainwestowania, jest znacznie bardziej naturalna i pożądana. W myśl jednej z fundamentalnych zasad stosowanych w dziedzinie ekologii „To, co zostało wzięte naturze – ma być jej zwrócone w miejscu, w którym zostało pobrane”, dach o powierzchni biologicznie czynnej roślinności jest jednym z przykładów prawidłowego zastosowania przytoczonej tu reguły.

Dach o powierzchni biologicznie czynnej roślinności posiada korzystne cechy energooszczędne. W warstwie roślinnej tworzy się ciepłochronna warstwa powietrza, powodująca zmniejszenie strat ciepłych powstających w wyniku zjawiska konwekcji. Gruba warstwa roślinności powoduje zatrzymanie negatywnego oddziaływania wiatru w bezpośrednim sąsiedztwie powierzchni konstrukcji poszycia dachu. Przy niskim poziomie ochrony cieplnej straty ciepła wynikające z konwekcji w wyniku wzmoczonego przepływu wiatru mogą osiągnąć 50% łącznych strat. Do zmniejszenia strat ciepła z budynku w razie zastosowania dachu o powierzchni zielonej przyczynia się zjawisko pochłaniania części ciepła wypromieniowywanego na zewnątrz w procesie oddawania ciepła przez budynek w godzinach nocnych.

Jednym z problemów przy rozwiązywaniu dachu o powierzchni roślinnej jest fakt, że powierzchnie te są zwykle odcięte od przyrodniczego obiegu roślinności znajdującej na danym terenie.

Ciekawym rozwiązaniem, zapewniającym pewną ciągłość ekosystemu powierzchni biologicznie czynnych, jest łączenie połaci dachowych z otaczającym terenem. Rośliny wegetujące na powierzchni ziemi wspinają się na połacie dachowe by ponownie połączyć się z ziemią po przeciwnej stronie dachu. Powstaje tym samym wymiana mikroorganizmów zamieszkujących w rodzi-

mej glebie z mikroorganizmami przebywającymi w poszyciu roślinnym zielonych połaci dachowych. Przy rozwiązaniu tym jednocześnie upraszcza się wędrowka wody, której nadmiar nie musi być sprowadzany z dachu za pomocą dodatkowych urządzeń, gdyż spływa ona do ziemi bezpośrednio z połaci dachu.

Powierzchnie płaskie wyprowadzone na zewnątrz budynków w formie tarasów i balkonów można starać się podobnie zagospodarować. Woda zasilająca zieleni znajdującą się na tych powierzchniach mogłaby być przechwytywana wprost z rynien i spustów prowadzonych po elewacji budynków.

Ściany obiektów architektonicznych mogą stanowić korzystne podłoże dla wegetacji roślin. W efekcie stosowania roślin umieszczonych wprost na ścianie zewnętrznej obiektu można uzyskać: dodatkową ochronę cieplną przed zimą i wiatrem⁷⁾, wzmoczoną ochronę przed deszczem⁸⁾, zwiększoną ochronę przed oddziaływającym z otoczenia hałasem⁹⁾, zabezpieczenie przed szybkim wypromieniowaniem ciepła z obiektu w okresie nocy¹⁰⁾, zwiększenie efektu napromieniowania cieplnego przez słońce skierowanego na ściany obiektu na skutek zmniejszenia zjawiska odbicia promieni słonecznych¹¹⁾.

Na ścianach obiektów budowlanych można stosować roślinność samopnącą – wolno rosnącą, rusztową – wijącą, pnącą – rozłożystą oraz szybko rosnącą rozłożysto-pnącą wprowadzaną na powierzchnię ścian za pomocą rusztów drewnianych, siatek drucianych lub plastikowych, sznurów itp.

7) Dodatkowa ochrona termiczna ściany zewnętrznej jest efektem uzyskanej warstwy stojącego powietrza utrzymującej się pomiędzy powierzchnią liści a istniejącą ścianą. Grubość warstwy powietrza o 5 cm odpowiada współczynnikiem $K=2,9W/m^2K$, co można przyrównać do podwójnego szklenia zwykłym. Z uwagi na to, że przy większych grubościach warstwy powietrza powstaje zjawisko konwekcji stąd też maksymalny efekt docieplenia ściany zewnętrznej poprzez zastosowanie powierzchni roślinności uzyskać można przy szerokości warstwy powietrza do 5 cm[5].

8) Maksymalną ochronę ściany przed deszczem można uzyskać przy roślinach o bogatym ulistowaniu. Utrzymanie ściany w stałych warunkach wilgotnościowych wpływa korzystnie na jej trwałość, powoduje stabilną pracę ściany względem wymiany gazowej (oddychania) powietrza znajdującego się wewnątrz obiektu z powietrzem utrzymującym się na zewnątrz budynku.

9) Ochrona przed hałasem poprzez stosowanie pasów zieleni wzdłuż pasów ulicznych jest stosowana od dawna. Roślinność, która często nie może być zastosowana bezpośrednio na ulicy (ze względu na brak dostatecznej przestrzeni, niedostatek podłoża o odpowiedniej zawartości wartościowej ziemi itp.) może pełnić podobną rolę zastosowana bezpośrednio na ścianach obiektu. Im większa jest miąższość poszycia roślinnego tym skuteczniej będzie ona pochłaniać energię niepożądanych dźwięków.

10) Ściany zewnętrzne powinny się charakteryzować możliwie dużą statecznością cieplną, tj. długim okresem wypromieniowywania zgromadzonej w swym wnętrzu energii cieplnej. Dodatkowa ochrona cieplna stworzona w postaci wprowadzonej pustki powietrznej pomiędzy powierzchnią poszycia roślinnego a ścianą – sprzyja wydłużeniu okresu wypromieniowania energii cieplnej z przegrody.

11) Względy ekonomiczne nakazują poszukiwania rozwiązań energooszczędnych. Te między innymi polegają na stosowaniu ścian zewnętrznych o dużym współczynnikiem pochłaniania dostarczanej przez słońce energii cieplnej. Jak wiadomo, jedną z istotnych ról pełni tu odpowiednio dobrana paleta barw. Kolory jasne sprzyjają odbiciu energii słonecznej, kolory ciemne natomiast powodują jej pochłanianie. Jednak stosowanie ciemnych kolorów na ścianach obiektów architektonicznych nie zawsze jest pożądane ze względów estetycznych i psychologicznych kształtowanego środowiska. Roślinność w tym wypadku stanowi bardzo dobre rozwiązanie. Rośliny postrzegane zwykle pozytywnie ze względu na ich cechy estetyczne przez człowieka przyczyniają się (z racji swej barwy) do zwiększonej absorpcji energii cieplnej promieniowania słonecznego.

Innym sposobem wprowadzania zazieleniania ścian jest sadzenie roślin (drzew i krzewów) bezpośrednio przed powierzchnią przedmiotowych przegród budowlanych (szpalerowe drzewa i krzewy, żywopłoty).

Istnieje możliwość wprowadzania zieleni przed zewnętrzną powierzchnię ścian za pomocą roślinności „wiszącej” – rozwijającej się w kierunku pionowym w dół, z powierzchni dachów, tarasów, balkonów, gzymsów.

Sposób wprowadzania roślinności oraz jej doboru gatunkowego winien być uzależniony od warunków lokalnych (klimatycznych, uwarunkowań związanych funkcją, kształtem geometrycznym obiektu budowlanego).

Pewne ogólne zalecenia związane z wprowadzaniem zieleni na powierzchnię ścian zewnętrznych – dotyczą uwarunkowań związanych ze stronami świata, po której to poszczególne przegrrody obiektu się znajdują.

Ściana południowa otrzymuje w zimie znacznie więcej nasłonecznienia niż ściany zachodnia i wschodnia oraz powierzchnia terenu. Jednak w lecie sytuacja się odwraca: ściana południowa otrzymuje mniej nasłonecznienia w stosunku do ściany zachodniej i wschodniej oraz powierzchni terenu. Stąd też, w celu umożliwienia lepszego usłonecznienia obiektu, jest pożądane by po jego południowej stronie stosować rośliny zrzucające w zimie liście oraz te rośliny, które do wzrostu potrzebują dużego usłonecznienia (rośliny owocowe, jarzynowe, samonośne dzikie wino). Na ścianie zachodniej zaleca się stosowanie samopnących wieczozielonych roślin, mocowanych do rusztu znacznie oddalonego od ściany – co sprzyja jej przewietrzaniu. W naszych warunkach klimatycznych korzystne jest nasadzenie gęstych żywopłotów po zachodniej stronie obiektu – ze względu na ochronę obiektu przed wiatrem (przeważający z kierunku zachodniego). Ściana wschodnia obiektu często znajduje się (ze względu na ww. kierunek wiatru) w cieniu padającego deszczu. Poranne słońce powoduje szybkie odparowanie istniejącej rosy. Są to przyczyny częstego niedoboru wody niezbędnej do prawidłowego rozwoju roślin stosowanych po wschodniej stronie obiektu. Stąd też należy tu stosować rośliny o zwiększonej odporności na niedobór wody lub też zapewnić ich odpowiednie, dodatkowe nawadnianie. O ile z przyczyn lokalnych występują silne wiatry również po stronie wschodniej obiektu – należy stosować podobne zazielenianie jak po stronie zachodniej. Na ścianie znajdującej się po stronie północnej obiektu jest zalecana roślinność samopnąca, wieczozielona, stosowana na gęstym ruszcie drewnianym, wzbogacona żywopłotem w celu zwiększenia ochrony przed wiatrem.

Poszukiwanie „żywych” elementów przestrzennych kształtowanego środowiska miejskiego, mogących stanowić odbiorniki opadów atmosferycznych przez cały rok skłania się w kierunku zastosowania zimowych ogrodów.

Możliwość zamykania bądź otwierania ogrodu do wnętrza obiektu lub na zewnątrz sprawia, że ogród zimowy stanowi pewnego rodzaju element buforowy pomiędzy światem wewnętrznym a otoczeniem. Odpowiednio ukształtowane wnętrze zespołu ogrodowego, wielkość kubatury, zastosowana roślinność, ekspozycja w kierunku uprzywilejowanym względem dostępności promieni słonecznych, wpływa bezpośrednio na jakość wytworzonego mikroklimatu. Lokalizacja zimowych ogrodów poza zewnętrzną częścią obiektów kubaturowych jest także możliwa

w ich wnętrzu w postaci tzw. patii przekrytego dachem zapewniającym wprowadzenie światła. Poza możliwością przechwytywania wody opadowej przez roślinność znajdującą się w ogrodach zimowych¹²⁾ należy tu dodać, że ogrody te nadają cechy energooszczędne obiektom architektonicznym.

Nagromadzona energia cieplna w przestrzeni ogrodu jest przekazywana kubaturze obiektu. W lecie ogród zimowy może obniżyć zbyt wysoką temperaturę panującą w otoczeniu – w wyniku odcinania nagrzanego powietrza zewnętrznego i wypuszczania go w „strefie buforowej” ponad dach. Ponadto ogrody zimowe wpływają na: utrzymanie odpowiedniej ilości wilgoci w powietrzu, obniżenie poziomu kurzu, zawiesin i aerozoli, obniżenie ilości dwutlenku węgla¹³⁾, wzrost ilości tlenu w powietrzu, stan jonizacji powietrza (w wyniku stosowania odpowiedniego rodzaju roślin), a także korzystnie oddziałują na psychikę człowieka.

Kanalizacja deszczowa i jej przyszłe zadania

Rozwiązania tradycyjne polegające na kanalizacji ogólnospławnej lub też rozdzielczej w świetle powyższych rozważań powinny być zmodyfikowane. Kanalizacja ogólnospławna powinna być całkowicie uwolniona ze ścieków deszczowych, które trzeba przechwycić i zagospodarować jeszcze na terenie działek, na których powstają opady. Być może łatwiej byłoby wybudować nową sieć ścieków sanitarnych – a pozostałe kolektory wykorzystać jako urządzenia rozprowadzające deszczówkę do różnego rodzaju odbiorników (sztucznych i naturalnych), znajdujących się, bądź możliwych do zrealizowania w pobliżu przebiegu istniejących sieci. Wydaje się, że w uzasadnionych wypadkach byłoby racjonalne stosowanie układów mieszanych (składających się częściowo z nowych układów sanitarnych i częściowo wykorzystanych kanałów ogólnospławnych dla ścieków deszczowych).

W wypadku sieci rozdzielczej istniejąca kanalizacja deszczowa może wprost być przedmiotem modyfikacji.

Jednak w obu wypadkach modyfikacje powinny prowadzić do systematycznego wykorzystania deszczówki na terenie miasta, natomiast jej nadmiar powinien dać się wyprowadzić poprzez oczyszczalnię ścieków do naturalnych odbiorników znajdujących się w środowisku. Oznacza to, że oczyszczalnie mogłyby praktycznie zostać uwolnione z obowiązku przyjmowania i oczyszczania ścieków deszczowych, niejednokrotnie o natęże-

¹²⁾ W zimie woda może pochodzić z topniejącego na dachu śniegu. Powstająca woda odprowadzana do wnętrza budynku może być rozprowadzona po gruncie znajdującym się w ogrodach zimowych.

¹³⁾ Jedną z ciekawszych możliwości zastosowania ogrodu zimowego jest możliwość sprzęgnięcia ogrodu w system wentylacji obiektu. Dwutlenek węgla uzyskany w procesie oddychania przebywających w pomieszczeniach ludzi jest pożytecznym gazem dla rozwoju roślin. Te, wynikiem procesów biologicznych wytwarzają tlen, który powtórnie może być użyty do procesów oddychania organizmu ludzkiego. Przy odpowiedniej ilości masy roślin wytwarzających tlen – można wyobrazić sobie krążenie ww. gazów w obiegu zamkniętym. Takie kształtowanie wentylacji stwarza podstawy uzyskania rozwiązań daleko bardziej energooszczędnych niż stosowanych dotychczas. Odzyskiwanie ciepła z nagrzanego powietrza wydostającego się na zewnątrz obiektu drogą kanałów wentylacyjnych nie jest możliwe w 100 procentach. Sugerowane ww. rozwiązanie stanowi rodzaj „aktywnej wentylacji” tym bardziej pożądanej im bardziej szersze względem możliwości uzyskania prawidłowej wymiany gazowej pozostają ściany zewnętrzne czy też stolarka.

niach nieprzewidywalnych, w razie gwałtownych nawałnic niosących olbrzymi ładunek zanieczyszczeń, stanowiących olbrzymi problem techniczny dla ich prawidłowego uzdatnienia i ponownego wprowadzenia do środowiska.

Zadanie to wiąże się z koniecznością dokonania analizy działania całego systemu istniejących kanalizacji sanitarnych i deszczowych na terenie naszych miast, poszukiwania w obrębie miasta odbiorników wody deszczowej i systematycznego ich podłączania do sieci.

Gospodarka wodą deszczową a planowanie przestrzenne

Istnieje potrzeba uważniejszego traktowania problemu wody deszczowej w obszarach zurbanizowanych już na etapie planowania przestrzennego. Strategia kompleksowego wykorzystywania opadów atmosferycznych zmusza do podejmowania wysiłków na rzecz jak najszerzego projektowania różnego rodzaju odbiorników wody deszczowej na terenie miasta. Naturalne staje się w tym wypadku łączenie terenów zielonych z miejscami przechwytywania wody opadowej – niezbędnej do prawidłowego rozwijania się roślin. Projekty ujęć wody deszczowej w obszarze miasta mogą stanowić ciekawe elementy małej architektury, wywołującej nie tylko wrażenia estetyczne, ale również spełniać konkretne zadania, związane z utrzymaniem czystości ulic i placów zasilaniem w wodę publicznych toalet etc.

Plan zagospodarowania przestrzennego powinien wskazywać na możliwości lokalnego rozwiązywania problemów zagospodarowywania ścieków deszczowych jako priorytet szczegółowych rozwiązań funkcjonalno-przestrzennych i technicznych przez przyszłych inwestorów działających na terenie miasta. W wielu wypadkach decyzje te są uzależnione od miejscowych warunków gruntowych, które mogą nie pozwolić na wdrożenie tego typu rozwiązań, jednak ostatecznie nie powinno to decydować o porzuceniu zasady zagospodarowania ścieków deszczowych na rzecz ich wyprowadzenia do oczyszczalni ścieków. Ogólnym celem postępowania ze ściekami wód opadowych powinno być ograniczenie do minimum zmian naturalnych zlewni oraz przyspieszenia spływu wód opadowych, a także unikanie wynikających stąd przeciążeń odbiorników.

W kontekście przeprowadzonych rozważań wydaje się słuszne, że formowanie przestrzeni powinno odbywać się w ścisłym związku i w odniesieniu do naturalnych zlewni kształtowanego terenu, bowiem tylko w taki sposób można uzyskać rozwiązania najprostsze, oparte na działaniu sił grawitacji i możliwie maksymalnie zachowujące dotychczasowe krążenie wody w środowisku naturalnym.

Wnioski

- Konieczne jest wypracowanie nowej strategii w postępowaniu z wodą deszczową, skierowanej na kompleksowe zagospodarowanie wody opadowej na terenie miasta.
- Poza środkami technicznymi wspomagającymi zatrzymanie i zagospodarowanie wody opadowej na terenie miasta w pełni uzasadnione wydaje się stosowanie środków biotektonicznego kształtowania obiektów architektonicznych w postaci szaty biologicznie czynnej roślinności wzbogacającej powierzchnie dachów, tarasów i ścian naszych domów, ogrodów zimowych, a także możliwie maksymalne wprowadza-

nie czynnych biologicznie przestrzeni w rejonie zamieszkania w postaci łąk, lasów itp.

- W wyniku zazieleniania ścian i dachów budynków, tworzenia w ten sposób przyrodniczych powierzchni biotopowych, można zmniejszyć zanieczyszczenie powietrza środowiska mieszkalnego, zwiększyć jego wilgotność poprzez wpływ na gospodarkę wodną i parowanie roślin. Takie traktowanie zewnętrznych powierzchni obiektów budowlanych umożliwia uzyskanie właściwego rozkładu temperatur oraz poziomu wilgotności powietrza wraz ze zwiększoną ilością tlenu przy jednoczesnym obniżeniu poziomu zawartości kurzu oraz zanieczyszczeń
- Sugerowane rozwiązania powinny prowadzić do sukcesywnego przekształcania istniejącej infrastruktury kanalizacji deszczowej w system sieci zbierających wody opadowe do celów gospodarczych.

LITERATURA

- [1] Althaus D., Gabriel I., Kruche M., Kruche P.: *Ökologisches Bauen*. Bauverlag GmbH, Wiesbaden, 1982
- [2] Suligowski Z., Gudelis–Taraszkiewicz K.: Alternatywne rozwiązanie kanalizacji wód opadowych. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* nr 12/2003
- [3] Suligowski Z., Gudelis–Taraszkiewicz K.: Infiltracja do gruntu – alternatywa dla tradycyjnej kanalizacji wód opadowych, *Przegląd Komunalny* nr 5/2003
- [4] Suligowski Z., Gudelis–Taraszkiewicz K.: Propozycje w zakresie projektowania alternatywnej kanalizacji wód opadowych – część 2. *Wiadomości Izby Projektowania Budowlanego* nr1/2005
- [5] Sumień T., Wegner-Sumień A.: *Ekologiczne miasta osiedla budynki*. A.W. I.G.P.iK. Warszawa, 1991
- [6] *Komory drenażowe – Wytyczne do projektowania i instalowania systemów magazynowania i odprowadzania wód opadowych do gruntu za pomocą komór drenażowych firmy Infiltrator*

Dyrektywa 2001/80/WE

dot. emisji SO₂ ze spalania węgla przez wielkie obiekty spalania paliw

okres dostosowawczy:

1.01.2008–31.12.2015