

Koncepcja rozwiązania pozyskiwania wody deszczowej jako aspekt projektowania proekologicznego

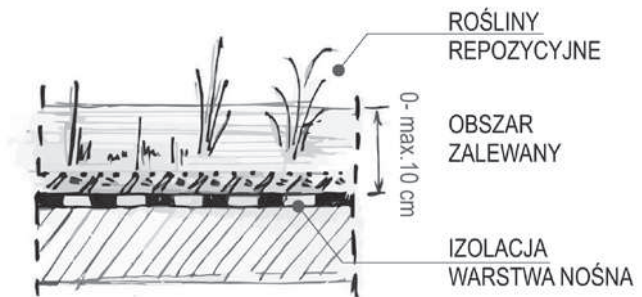
Dr inż. Barbara Ksit, Politechnika Poznańska, mgr inż. Agata Pożegowiak W.P.I.P.

1. Wprowadzenie

Najstarszą techniką wykorzystywania wód opadowych jest gromadzenie „deszczówki” w zbiorniku oraz późniejsze jej wykorzystanie np. do pielęgnacji terenów zielonych. Element ten jest jednym z punktów kluczowych w certyfikacji zrównoważonej w Australii. Aspekt ten inaczej jest jednak sformułowany w polskim ustawodawstwie. W Dzienniku Ustaw stwierdzono, że dokument jasno określa, że „działka budowlana, na której sytuowane są budynki, powinna być wyposażona w kanalizację umożliwiającą odprowadzenie wód opadowych do sieci **kanalizacji deszczowej** lub ogólnospławnej” [1]. W ostatnich latach klimat Polski znacząco się zmienił – coraz częściej występują okresy upałów oraz zachodzą gwałtowne zjawiska atmosferyczne takie jak burze, silne wiatry, a także trąby powietrzne. Nadmiernie szybki transport odpływu (wód opadowych) do magistrali i intensywne zjawiska przyrodnicze powodują częste przesilenie możliwości odbioru wody – kanalizacje nie są projektowane na najbardziej krytyczny moment ulewy, lecz na wartość uśrednioną [2]. Spowolnienie odpływu oraz częściowe jego zagospodarowanie może się okazać złotym środkiem, który pozwoli odciążyc sieci kanalizacyjne, poprawi wilgotność powietrza w okolicy oraz polepszy walory krajobrazowe przestrzeni.

2. Dachy bagienne

Dachy zielone są doskonałym przykładem wykorzystania, dodatkowej, pomijanej powierzchni budynku na cele ekologiczne. Tradycyjne dachy są projektowane tak, aby odprowadzić całą wodę opadową jak najszybciej ze swych połaci. Dachy zielone umożliwiają wydłużenie procesu odprowadzenia – roślinność częściowo wykorzystuje pozyskaną wodę, a tym samym ilość wody odprowadzonej do kanalizacji jest znacznie mniejsza. Oprócz znanych dachów intensywnych oraz ekstensywnych powstają nowe rozwiązania, takie jak dachy pływakowe, dachy bagienne. Jako przykład rozwiązania pozyskiwania wody deszczowej zostanie przybliżona technologia dachów bagiennych. Wszelkie izolacje i elementy ochronne powinny być



Rys. 1. Przekrój przez dach bagienne (opracowanie autorskie)

wykonane zgodnie z technologią wykonywania dachów zielonych, natomiast warstwy usytuowane wyżej, tj. obszar zalewania i posadowienia roślinności, wymaga nowego podejścia (rys. 1). Ciężar dachu bagiennego w dużej mierze zależy od retencji, na jaką jest projektowany – w przybliżeniu obciążenie to 0,5–2 kN/m². Kolejnym ważnym aspektem jest pielęgnacja dachu – należy pamiętać, aby w okresie suszy zapewnić nawodnienie znajdującej się tam roślinności.

W celu przybliżenia tematyki dachów bagiennych przedstawiono pokrótce poszczególne rodzaje dachów płaskich zatrzymujących wodę.

Dachy bezsubstratowe. Jest to najszybszy i najłatwiejszy sposób wykonania dachu bagiennego – na uprzednio umieszczonej hydroizolacji rozkłada się fragmenty maty wegetacyjnej, która składa się ze splecionych korzeni helofitów (roślin błotnych – szuwarowych). Taki dach jest lekki, ale jego wadą jest mniejszy stopień filtracji i akumulacji wody w stosunku do dachu wykonywanego na substracie (opisanego poniżej).

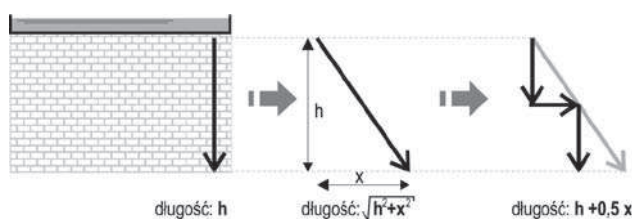
Dachy na substracie. W tym przypadku bezpośrednio na uszczelnionym dachu rozmieszcza się warstwę substratową – np. torf, perlit, keramzyt. Takie podłoże tworzy florę bakteryjną, która przyczynia się do usuwania zanieczyszczeń organicznych. Stosując różnego rodzaju dodatki, można „wyspecjalizować” dach pod kątem różnych zanieczyszczeń, np. dodatki wapieni pomagają usuwać fosforany.

Dachy z matami pływającymi. Istnieją dwa rodzaje mat pływających: maty unoszące się na powierzchni wody

oraz maty na stałe zakotwiczone. Maty pływające nie mają substratu i są bardziej odporne na dużą amplitudę poziomu wody. Natomiast maty stałe pozwalają na retencje wody nad powierzchnią roślin [3].

3. Koncepcja kaskadowego odwodnienia

Dachy zielone świetnie zatrzymują opad, dlatego podstawowym zagadnieniem, jakim należy się zająć jest sposób odwodnienia pionowego. Obecnie odwodnienie to przyjmuje formę rynien lub łańcuchów sprowadzających wodę. Rozwiązania te mają za zadanie jak najszy-

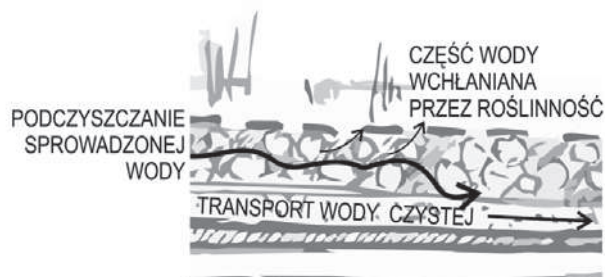


Rys. 2. Schemat analizy długości ścieżki odwodnienia (opracowanie autorskie)

sze pozbycie się nagromadzonej wody i transportowanie jej do systemu kanalizacyjnego. W celu odciążenia zlewni należy wykorzystać rozwiązania spowalniające odprowadzenie wód deszczowych, na przykład wydłużając drogę transportu wody. Na poniższych schematach przedstawiono analizę wydłużania tej drogi (rys. 2).

W układzie kaskadowym pozyskuje się dodatkowe miejsca na chwilowe zatrzymanie wody na poziomie każdej kondygnacji lub innych punktów poziomych. W ten sposób uzyskuje się kolejną możliwość jej wykorzystania. W proponowanym rozwiązaniu zbiornikiem docelowym jest płytka zbiornik o konstrukcji żelbetonowej, z betonu klasy min. C25/30. Wstępnie przyjęto podłużną geometrię zbiorników, stanowiącą obrzeże dla tarasu lub dachu płaskiego. Dzięki stworzeniu dodatkowej przestrzeni (rys. 2) jest możliwość parowania wody z większej powierzchni, co korzystnie wpływa na parametry mikroklimatu. Woda do betonowego koryta jest dostarczana bezpośrednio z góry oraz odprowadzana przez przepust w ścianie czołowej.

Kolejnym ważnym zadaniem systemu jest filtrowanie wody deszczowej. W rozwiązaniu przyjęto naturalny



Rys. 3. Schemat transportu i zagospodarowania wody opadowej (opracowanie autorskie)

sposób oczyszczania wody przechodzącej przez różne frakcje gruntu o uziarnieniu od 8–32 mm. Odptyw doprowadza się do kruszywa grubszej frakcji. W tym miejscu następuje oczyszczenie wody z większych drobin oraz następuje możliwość wchłonięcia części wody przez roślinność. W warstwach poziomych na dnie zbiornika umieszcza się kruszywo drobne, które ma za zadanie zatrzymać wodę oraz w razie jej nadmiaru przetransportować ją na kolejny poziom, gdzie może być powtórnie zagospodarowana. Każdy poziom powinien być zakończony progiem spiętrzającym wodę. Dodatkowym zadaniem progu jest uniemożliwienie przedostania się na niższy poziom większej ilości drobnej frakcji kruszywa – w koncepcji systemu zakładano transport wody (rys. 3).

Kaskadowy system odwodnienia jest systemem koncepcyjnym – wymaga dopracowania detali połączeń poszczególnych elementów. Zakłada się możliwe prowadzenie systemu zarówno wewnątrz budynku, jak i na zewnątrz.

4. Studium przypadku

Przedstawiony obiekt został funkcjonalnie zaprojektowany jako moduł mieszkalny, który może być swobodnie powielany. Efektem końcowym jest blok mieszkalny składający się z ośmiu mieszkań o różnej powierzchni wraz z garażem podziemnym (rys. 4). Specyficzna bryła obiektu zapewnia własny taras dla każdego mieszkania. Tarasy zlokalizowano od strony południowej – przesunięte względem siebie, tak aby na jednym poziomie były od siebie oddzielone. Intensywne rozróżnienie elewacji wymagało specyficznego sposobu odwadniania zarówno dachu, jak i poszczególnych tarasów. Kaskadowy system odwodnienia doskonale współgra z bryłą obiektu – system przestaje być płaskim sposobem odprowadzenia wody i zyskuje trzeci wymiar. Zakłada się, że każdy taras zostanie ograniczony zbiornikiem w postaci podłużnych donic o głębokości 40 cm, grubości ścianek 12 cm, o długości koryt od 2 m do 4 m. Donice staną się poziomym elementem zatrzymującym wodę w kaskadowym systemie odwodnienia [5, 6].



Rys. 4. Wizualizacja powielonych modułów [5]

5. Analiza

W obliczeniach wykorzystano wzór pozwalający określić, ile wody byłoby odprowadzane do kanalizacji deszczowej lub do zbiornika.

$$Q_{max.a} = H \cdot \Psi \cdot F \text{ [l/rok]}$$

gdzie:

$H_{max.a}$ – suma rocznego opadu deszczu, dla Poznania

$$H = 550 \text{ [l/m}^2\text{]}$$

Ψ – współczynnik materiałowy pokrycia dachu:

$\Psi = 0,9$ – dachówka glazurowana,

$\Psi = 0,8$ – dachówka ceramiczna/deska kompozytowa,

$\Psi = 0,8$ – łupek,

$\Psi = 0,6$ – dachówka cementowa,

$\Psi = 0,6$ – dach płaski z posypką żwirową,

$\Psi = 0,3 - 0,5$ – dach trawiasty,

F – powierzchnia dachu.

Tabela 1. Zestawienie powierzchni tarasu

Poziom	Taras bez obrzeży	Taras z obrzeżem	
	Powierzchnia tarasu	Powierzchnia tarasu	Powierzchnia czynna obrzeża
1 kondygnacja	91,10 m ²	85,25 m ²	5,85 m ²
2 kondygnacja	67,84 m ²	63,12 m ²	4,72 m ²
3 kondygnacja	62,53 m ²	58,62 m ²	3,91 m ²
Suma	221,47 m ²	206,99 m ²	14,48 m ²

6. Podsumowanie

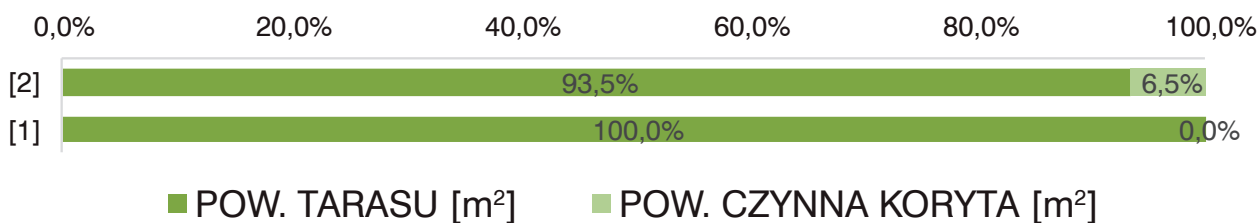
Dachowe kaskadowe ogrody gromadzą opad, a wodę oddają kilka godzin później, czyli pracują tak jak małe zbiorniki retencyjne. Wydłużenie drogi transportowej wody, podczyszczenie oraz wtórne jej zagospodarowanie przed odprowadzeniem do kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej jest głównym atutem zaproponowanego rozwiązania. Z szacunkowych obliczeń wynika, że napełnienie obrzeży nastąpiłoby po 5 dniach. Przy niewielkiej powierzchni tarasu przeznaczony na obrzeża można stworzyć przestrzeń do gromadzenia deszczówki, która zamiast zostać odprowadzona do kanalizacji może służyć do lokalnego nawodnienia drobnych roślin lub może odparować do atmosfery, poprawiając warunki wilgotnościowe lokalnego klimatu.

Należy pamiętać o pozytywnych efektach, jakie niesie powierzchniowe zatrzymanie wody – w upalne dni poprawia wilgotność powietrza, co powoduje poprawę mikroklimatu oraz w porze deszczowej pozwala odciążyć kanalizację od efektów gwałtownych ulew.

Zielony dach stwarza nową przestrzeń życiową dla ludzi i zwierząt, pochłania dźwięki, wytwarza tlen i przyczynia się do redukcji stężenia szkodliwych gazów w powietrzu.

Dachy zielone dają również wiele korzyści praktycznych, które zdecydowanie poprawiają ekonomię użytkowania budynku. Mają znakomite własności termo-

Powierzchnia koryt w stosunku do powierzchni tarasu



Rys. 5. Porównanie procentowe powierzchni wariantów: [1] taras bez obrzeży, [2] taras z obrzeżami

Wariant 1. Taras z powierzchnią z desek kompozytowych/bez obrzeża:

Ilość wody opadowej na rok:

$$Q_7 = 550 \text{ [l/m}^2\text{/rok]} \cdot 0,8 \cdot 221,47 \text{ [m}^2\text{]} = 97446,8 \text{ [l/rok]}$$

Na dzień: 97446,8 [l/rok]: 365 dni = 266,98 [l/doba]

Na godzinę: 266,98 [l/doba]: 24 = **11,12 [l/h]**

Wariant 2. Taras z obrzeżem:

Ilość wody opadowej na rok:

$$Q_7 = 550 \text{ [l/m}^2\text{/rok]} \cdot (0,8 \cdot 206,99 + 0,4 \cdot 14,48) \text{ [m}^2\text{]} = 94261,2 \text{ [l/rok]}$$

Na dzień: 94261,2 [l/rok]: 365 dni = 258,25 [l/doba]

Na godzinę: 258,25 [l/doba]: 24 = **10,76 [l/h]**

Możliwość akumulacji (założono max wypełnienie 25% wodą objętości donic)

$$14,48 \text{ m}^2 \cdot 0,1 \text{ m (max wypełnienie)} = 1,448 \text{ m}^3$$

$$= 1448 \text{ l}$$

Wypełnienie donicy nastąpi po: 1448 l/258,25 [l/doba]

$$= 5,6 \text{ [dobach]}$$

izolacyjne, które korzystnie wpływają na mikroklimat wewnątrz budynku; latem przeciwdziałają przegrzaniu, a zimą chronią przed utratą ciepła. Oszczędność energii grzewczej w porównaniu z dachami konwencjonalnymi wynosi od 10% do 30% [4].

BIBLIOGRAFIA

- [1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U z 2002r. Nr 75 poz. 690)
- [2] Januchta-Szostak A., Woda w krajobrazie miasta, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2009
- [3] Kozuchowski P., Dachy zielone bagienne i retencyjne jako magazyn wody opadowej, Inżynier Budownictwa 4/2016
- [4] Ksit B., Pożegowiak A., Poliuretan jako materiał termoizolacyjny dachów kaskadowych, Materiały Budowlane 03/2017
- [5] Pożegowiak A., Praca inżynierska pt. Zespół zabudowy jedno i wielorodzinnej, działka 5/32 ul. Biskupińska – ul. Literacka Poznań – Strzeszyn, pod kierunkiem dr inż. M.Kozaczko, Politechnika Poznańska, Wydział Architektury, 2014
- [6] Pożegowiak A., Praca inżynierska pt. Projekt konstrukcji budynku wielokondygnacyjnego z analizą materiału, pod kierunkiem dr inż. B. Ksit, Politechnika Poznańska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 2016