

# Retencjonowanie wody z wykorzystaniem dachów zielonych

Retencja wody (łac. retentio – zatrzymywanie), czyli zdolność do okresowego zatrzymywania wody w celu poprawienia bilansu wodnego, jest jednym z kluczowych elementów odpowiedzialnego, zrównoważonego projektowania w budownictwie. Wyzwania związane ze wzrostem uszczelnienia terenów zurbanizowanych znajdują powoli miejsce w regulacjach prawnych i administracyjnych na różnych szczeblach.

W 2020 r. uruchomiony został ogólnopolski program dofinansowania pod nazwą „Moja Woda” [1], który odbił się szerokim echem i dużą popularnością wśród beneficjentów indywidualnych. Właściciele nieruchomości zyskali narzędzie zachęcające do realizowania przedsięwzięć służących zatrzymywaniu wody opadowej i roztopowej w obrębie nieruchomości, tak aby uniknąć jej odprowadzania np. do kanalizacji bytowo-gospodarczej, deszczowej, ogólnospławnej, rowów odwadniających usuwających poza teren nieruchomości, na tereny sąsiadujące, na ulice, place. Z kolei w 2021 r. minister infrastruktury przyjął „Plan przeciwdziałania skutkom suszy” [N1], w którym wskazano katalog rozwiązań służących zwiększeniu retencji, m.in. stosowanie zielono-niebieskiej i zielonej infrastruktury, budowanie zbiorników (naziemnych lub podziemnych) do retencjonowania wód opadowych, a na terenach biologicznie czynnych stosowanie form zieleni niewymagających podlewania oraz sprzyjających infiltracji opadów. Ponadto coraz więcej miast i gmin w ciągu ostatnich kilku lat wprowadza własne rozwiązania promujące działania sprzyjające retencji.

## DACHY RETENCYJNE – DO CZEGO SŁUŻĄ I W JAKICH SYTUACJACH SĄ BUDOWANE

Jednym z rozwiązań służących poprawie bilansu wodnego są dachy zielone, które zgodnie z polskim prawem stanowią powierzchnię biologicznie czynną. Zgodnie z definicją „terenu biologicznie czynnego” (zawartą w § 3 pkt 22 rozporządzenia [N2]), jest to teren nawierzchni urządzonej w sposób zapewniający naturalną vegetację roślin i retencję wód opadowych, a także 50% powierzchni tarasów i stropodachów z taką nawierzchnią oraz innych powierzchni zapewniających naturalną vegetację roślin, o powierzchni nie mniejszej niż 10 , oraz wodę powierzchniową na tym terenie. Dach pokryty zielenią pełni istotną funkcję retencyjną – potrafi zatrzymać od 40% do nawet 100% opadów. Ponadto obowiązujące od 2018 r. przepisy ustawy o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków [N3] stanowią, że wody opadowe z dachów nie są ściekami.

Praktycznie każdy dach zielony jest urządzeniem retencyjnym – zatrzymanie wody, jej zagospodarowanie (wykorzystanie i kontrolowane odprowadzanie nadmiaru) umożliwiają przede wszystkim dachy płaskie (tj. o maksymalnym nachyleniu 5°). Do wyboru jest szereg rozwiązań technicznych, w zależności od tego, czy celem projektowym jest czasowe zatrzymanie wody na dachu, a następnie jej odprowadzenie z opóźnieniem do zewnętrznego zbiornika (np. kanalizacji ogólnospławnej lub zbiornika retencyjnego), czy też jej wykorzystanie i zagospodarowanie na powierzchni dachu/dachów, np. poprzez odprowadzenie na dach zielony na niższej kondygnacji i/lub do zbiornika wodnego z roślinnością na dachu. Możliwe jest także zbudowanie tzw. dachu błękitnego, czyli w całości pokrytego wodą np. basen zasilany okresowo opadami atmosferycznymi.

## DACHY ZIELONE JAKO „GĄBKA” – ROLA WARSTWY WEGETACYJNEJ (SUBSTRATU) I DRENAŻOWEJ

Substrat dachowy, czyli „sztucznie” odtworzone podłoże glebowe (warstwa wegetacyjna), zgodnie z Wytycznymi FLL [2], jest określony jako „warstwa wegetacyjna, która musi posiadać stabilną strukturę, magazynować przesiąkającą wodę, udostępniając ją roślinom i oddawać jedynie nadmiar wody”. Możemy porównać substrat do gąbki, której zdolność do magazynowania wody zależy od rodzaju zastosowanych

kruszyw, a także od zawartości składników organicznych oraz uziarnienia.

Według wytycznych [2] substraty do zazielenień intensywnych mogą zgromadzić od 30 do 65% wody, natomiast substraty do zazielenień ekstensywnych od 20 do 65% wody objętościowo, przy czym pojemność ta powinna zostać określona dla substratu w stanie zagęszczonym. Są to wartości orientacyjne. Nie można ich stosować do obliczeń, ponieważ w warunkach naturalnych nie jest możliwe osiągnięcie stanów krytycznych, w których substrat jest całkowicie wysuszony lub w pełni zalany wodą.

Należy przyjąć założenie, że minimalna naturalna wilgotność substratu wynosi 10%, natomiast realna możliwa maksymalna wilgotność 30–40%, a zatem można ostrożnie oszacować, że maksymalna użytkowa pojemność wodna wyniesie 20–30% objętości substratu. Jest to wartość istotnie wysoka, ponieważ nawet na dachu ekstensywnym z substratem o grubości 10 cm możemy zgromadzić do 20–30 litrów wody na m<sup>2</sup>. W przypadku dachów intensywnych pojemność wodna substratu znacznie wzrasta, proporcjonalnie do jego miąższości.

Na marginesie należy dodać, że według wytycznych [2] maksymalna miąższość substratu (podłoża vegetacyjnego) powinna wynosić nie więcej niż 35 cm. W przypadku, gdy zaistnieje potrzeba uzyskania większej miąższości podłoża, należy zastosować mineralne podglebie wypełniające. Warstwa ta (pozbawiona elementów organicznych) stosowana jest jako warstwa odwzorowująca przekrój gruntu i chroni rośliny przed narażeniem na występowanie procesów beztlenowych (gnicie). Może ona zawierać kruszywa nasiąkliwe zwiększające pojemność wodną substratu. Dla przykładu, na dachu o miąższości podłoża 50 cm można szacować, że maksymalnie chwilowo zgromadzimy do 100–150 litrów wody (20–30% razy 50 cm = 100–150 l/m<sup>2</sup>). Zgodnie z wytycznymi [2] można przyjąć, że przy miąższości podłoża powyżej 50 cm, roczny współczynnik spływu  $\Psi$  wyniesie poniżej 0,1 – co oznacza, że w ciągu roku z dachu odpłynie mniej niż 10% wody opadowej.

Rodzaj zazielenienia	Grubość warstw dachu zielonego [cm]	Średnia roczna retencja wodna [%]	Roczny współczynnik spływu $\Psi$ / wskaźnik spływu (stopień uszczelnienia powierzchni)
Zazielenienie ekstensywne	2–4	40	0,60
	> 4–6	45	0,55
	> 6–10	50	0,50
	> 10–15	55	0,45
	> 15–20	60	0,40
Zazielenienie intensywne	15–25	60	0,40
	> 25–50	70	0,30
	> 50	≥ 90	≤ 0,10

Tab. Wartości orientacyjne wielkości rocznej retencji wodnej oraz rocznego współczynnika spływu/wskaźnika spływu dla dachów zielonych w zależności od grubości warstw dachu zielonego. Dane odnoszą się do lokalizacji z wysokością opadów rocznych 650–800 mm, określonych na podstawie wieloletnich obserwacji. W regionach z mniejszymi opadami rocznymi retencjonowanie wody jest wyższe, a w regionach z wyższymi opadami rocznymi jest ono odpowiednio niższe [2]

Retencję wody w warstwie vegetacyjnej można dodatkowo wspomóc specjalnym podłożem w postaci nasiąkliwej wełny skalnej, która jest szeroko stosowana w wielkoskalowych, szklarniowych uprawach warzyw. Zaletą wełny skalnej jest duża zdolność gromadzenia wody – do 70% (objętości) przy stosunkowo niskiej masie objętościowej. Dzięki jej zastosowaniu można budować lekkie dachy ekstensywne, na przykład na pokryciu z blachy trapezowej. Dach zielony z zastosowaniem wełny skalnej waży około 50 kg/m<sup>2</sup> w stanie (pełnego) nasycenia wodą, co oznacza, że gromadzi około 25 l wody/m<sup>2</sup>. Mankamentem podłoża w postaci wełny skalnej jest jej jałowość, która powoduje konieczność częstego nawożenia dachu. Z punktu widzenia stabilności vegetacyjnej takiego rozwiązania, najkorzystniejsze jest zastosowanie podłoża z wełny skalnej oraz substratu dachowego. Taki „podwójny” układ podłoża pozwala na zabezpieczenie dostępności mikroelementów niezbędnych dla rozwoju roślin.

Niezależnie od retencjonowania wody opadowej w substracie dachowym, należy przewidzieć konieczność

stałego zaopatrzenia dachów zielonych intensywnych w wodę zapewniającą wegetację roślin, ponieważ dach intensywny wymaga znacznie więcej wody aniżeli jest w stanie retencjonować samodzielnie. Dach ekstensywny retencjonuje mniej wody jest za to „samowystarczalny”. Zatem porównując substrat do gąbki, należy pamiętać, że nawet gąbka może całkowicie wyschnąć. Aby temu zapobiec, należy zastosować dodatkowe gromadzenie wody w warstwach drenażu.

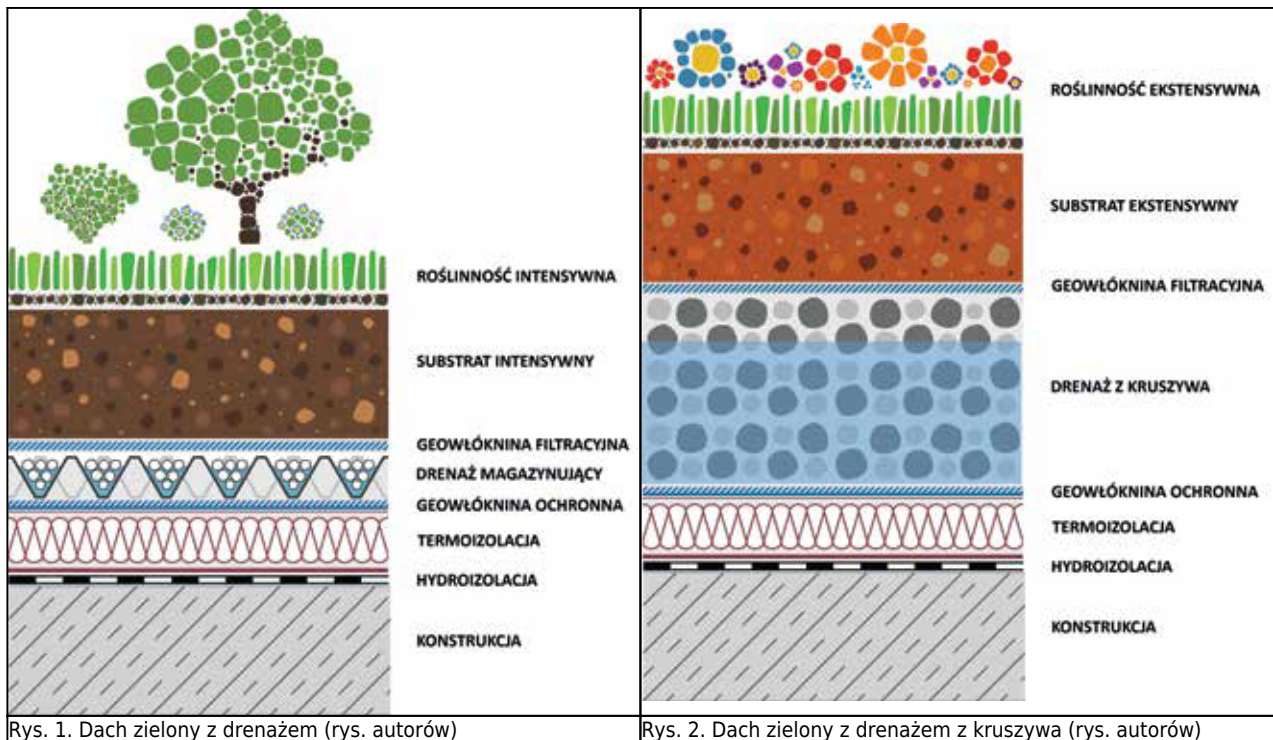
Drenaż, jak sama nazwa wskazuje, ma za zadanie odprowadzanie wody do odbiornika. Aby zgromadzić w nim wodę, należy zastosować nasiąkliwe (drenażowe) kruszywo (mineralne lub sztuczne) na grubych geowłókninach chłonno-ochronnych, bądź też posłużyć się specjalnym systemowym drenażem w postaci wytłaczanej folii z tworzyw sztucznych, tzw. folią kubełkową. Firmy związane z dachami zielonymi prześcigają się w opracowywaniu coraz to nowych kształtów folii drenażowych, które umożliwiają zgromadzenie zasobów wody lub znaczące opóźnienie jej spływu (odpływu) do odbiorników.

Ilość wody zgromadzonej w drenażu zależy głównie od jego wysokości. W praktyce najczęściej stosowane są maty drenażowe o wysokości 2 cm, które mogą zgromadzić w przetłoczeniach aż 7 l wody. Można wykorzystać całą pojemność przetłoczeń, ponieważ nie jest konieczne wypełnianie drenażu kruszywem (jako kruszywo rozumiemy: drobne grysy, drobny keramzyt lub żwir 2/8 mm). Kolejne dostępne wysokości drenażu to 2,5 cm zapewniające gromadzenie wody na poziomie od 3 do 12 l/m<sup>2</sup> również bez konieczności wypełnienia oraz tzw. wysokie drenaże o wysokości 4 i 6 cm, które bardzo często należy wypełniać kruszywem, aby zapobiec uginaniu, zapadaniu lub rozciąganiu geowłókniny filtracyjnej. Takie wypełnienie automatycznie zmniejsza pojemność wodną o połowę. Dla przykładu drenaż o wysokości 4 cm bez wypełnienia może zgromadzić od 5 do 20 l wody na m<sup>2</sup>, natomiast drenaż o wysokości 6 cm – od 15 do 36 l wody na m<sup>2</sup>.

W tym miejscu warto postawić pytania: Czy taka pojemność wodna maty drenażowej jest duża, czy mała? Czy jest stale wykorzystana przez wodę opadową? Czy i kiedy uzupełniana jest woda w macie drenażowej?

Co się dzieje z wodą w nim zgromadzoną?

Odpowiedzi nie są oczywiste. Należy zaznaczyć, że ilość wody gromadzonej w przetłoczeniach folii kubełkowych jest stosunkowo mała w porównaniu do jej ilości gromadzonej w substracie. Pojemność wodna maty drenażowej jest szybko wykorzystywana, a nadmiar wody odprowadzany jest do kanalizacji. Woda jest gromadzona tylko w sytuacji, gdy kubełki folii drenażowej są puste, a zatem każdy kolejny opad deszczu w niewielkim odstępie czasu zostanie odprowadzony do kanalizacji. Ażeby pozbyć się wody z kubełków, należy odczekać, aż odparuje lub udostępnić ją korzeniom roślin. „Wypiją one wodę” tylko w przypadku dachów o niewielkiej miąższości substratu oraz przy zastosowaniu specjalnej geowłókniny umożliwiającej przerastanie korzeni. Czas parowania wody zależy od grubości warstw substratu na dachu zielonym, jego ekspozycji na wiatr i słońce itp. Na przykład, w przypadku dachu intensywnego, na którym grubość podłoża, czyli warstw podglebia i substratu dochodzi do jednego metra miąższości, proces parowania lub odzyskiwanie wody przez korzenie w warstwie drenażowej praktycznie prawie nie zachodzi. Trudno zatem w takim przypadku brać pod uwagę wytłaczane folie kubełkowe pod substratem jako istotny, realny magazyn wody opadowej.



Rys. 1. Dach zielony z drenażem (rys. autorów)

Rys. 2. Dach zielony z drenażem z kruszywa (rys. autorów)

## PODPIĘTRZENIE WODY W DRENAŻU – DACHY RETENCYJNE

Możemy pójść o krok do przodu i wykonać dach zielony o zwiększonej zdolności retencyjnej, wykorzystując podpiętrzenie wody w warstwie drenażowej na całym dachu. Ma to olbrzymi sens, ponieważ wiosną i latem można w ten sposób wykorzystać wodę zgromadzoną na dachu w okresie jesienno-zimowym. Można także zagospodarować wodę opadową z innych nawierzchni lub dachów. W przypadku dachu intensywnego, można wykorzystać wodę do podlewania terenów zieleni, zyskując istotne oszczędności finansowe.

Dachy retencyjne wydają się stanowić kluczowy kierunek rozwoju dachów zielonych w ciągu najbliższych lat, co znajduje potwierdzenie w szerokiej ofercie rozwiązań materiałowych, z którą mieliśmy okazję się zapoznać podczas wizyty na ostatniej edycji GALABAU 2022, czyli największych targach ogrodniczych w Europie.

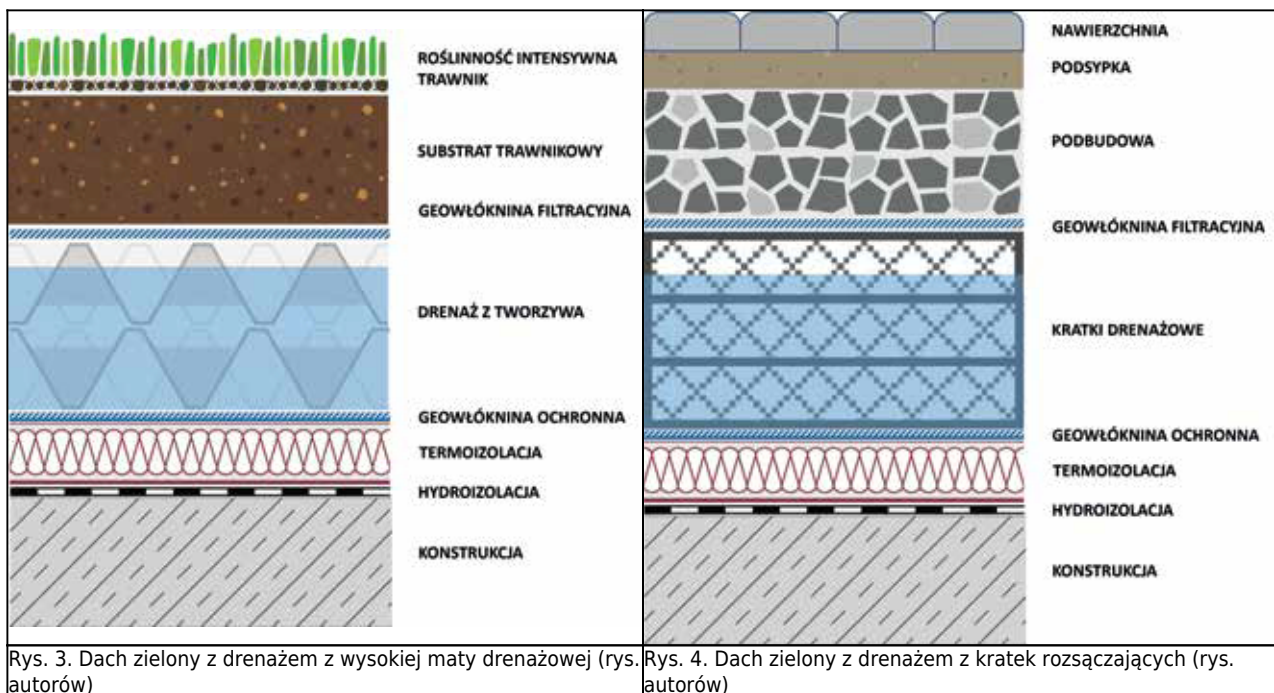
Zgodnie z wytycznymi [2] przy projektowaniu dachu retencyjnego należy uwzględnić poniższe kwestie, które uzupełniliśmy uwagami praktycznymi:

1. dach retencyjny stanowi planowane odstępstwo od zwykłego odwodnienia, co należy podkreślić na etapie projektowania – oznacza to, że należy bardzo skrupulatnie opracować bilans wody opadowej z uwzględnieniem dodatkowych powierzchni uszczelnionych, ponieważ jak wspomnieliśmy powyżej, wody z terenu zieleni do gromadzenia może nie wystarczyć; należy przewidzieć ewentualne zagrożenia wynikające z gromadzenia wody na dachu oraz ponadto przygotować instrukcję obsługi takiego dachu i przeszkolić przyszłego zarządcę/użytkownika;

2. nie można doprowadzić do długotrwałej stagnacji wody w warstwie wegetacyjnej – oznacza to konieczność zastosowania odpowiedniego drenażu, aby podpiętrzona woda nie stykała się z substratem, ponieważ jego stałe namoczenie może spowodować procesy gnilne; pomiędzy lustrem wody w drenażu a substratem musi pozostać wolna przestrzeń – min. 3 cm.

Warstwą drenażową może być kruszywo lub specjalne przestrzenne kratki z tworzywa sztucznego. Drenaż z kruszywa jest wprawdzie tańszy niż kratki lub wysoka mata drenażowa, ale należy uwzględnić jego dodatkową wagę oraz zmniejszoną pojemność wodną (szacunkowo na poziomie ½ objętości drenażu). Zaletą drenażu z kruszywa jest możliwość elastycznego kształtowania wysokości warstwy drenażowej oraz zastosowania pod nawierzchniami drogowymi z uwagi na bardzo dużą odporność na ściskanie. Drenaż z wysokich mat drenażowych (rys. 3) ma ograniczenie wysokościowe, ponieważ najwyższe dostępne drenaże mają wysokość 6 cm. Można je układać na sobie, w dwóch, trzech warstwach. Trzeba jednak pamiętać, że

im wyższe są drenaże z wytłaczanych folii, tym są mniej odporne na zgniatanie. Najnowsze, dostępne na polskim rynku rozwiązanie, to drenaż ze specjalnych kratki rozsączających, o wysokości od 4 do 15 cm (rys. 4). Kratki te są odporne na ściskanie (powyżej 1000 kN/m<sup>2</sup>) i co ważne, można je łatwo układać w kilku warstwach na sobie. Drenaże z folii i kratki są bardzo efektywne z uwagi na ich wysoką pojemność wodną sięgającą powyżej 90% objętości drenażu.



Rys. 3. Dach zielony z drenażem z wysokiej maty drenażowej (rys. autorów)

Rys. 4. Dach zielony z drenażem z kratki rozsączających (rys. autorów)

3. funkcjonalność urządzeń odwadniających powyżej żądanej objętości spiętrzenia i odwodnienia awaryjnego musi zostać zachowana - oznacza to, że we wpustach należy zamontować specjalne nadstawki wyposażone w przelew awaryjny oraz skrzynki kontrolne;
4. jeśli spiętrzenie ma następować na izolacji dachowej, korzystny jest dach bez spadku - oznacza to konieczność podziału dachu na sekcje, aby zapewnić możliwość ich ewentualnego wyłączenia z gromadzenia wody, na przykład w celu konserwacji lub naprawy;
5. należy uwzględnić statycznie maksymalną ilość wody, dodatkowo do obciążenia struktury warstwowej przy maksymalnej pojemności wodnej - oznacza to konieczność wykonania skrupulatnej analizy obciążenia, jakie będzie wywierał na konstrukcję dach zielony maksymalnie nasączony wodą wraz z drenażem oraz wodą maksymalnie podpiętrzoną w drenażu;
6. żądana objętość spiętrzenia, maksymalna ilość wody w jednostce czasu i okres, po którym objętość spiętrzenia musi zostać udostępniona, muszą zostać określone przez planistów - oznacza to, że należy przewidzieć: wodę roztopową, deszcz miarodajny oraz potencjalny deszcz nawalny; dostępne jest już na rynku specjalne oprogramowanie, które steruje specjalnymi serwo-nadstawkami przygotowując drenaż do przyjęcia wody dzięki stałej analizie prognoz opadów atmosferycznych oraz czujnikom dokonującym stałego pomiaru ilości wody zgromadzonej w drenażu;
7. osoby odpowiedzialne za projekt i konstrukcję powinny określić zatrzymaną objętość i jej maksymalną dopuszczalną ilość w jednostce czasu oraz okres, po którym zostanie odprowadzona - oznacza to, że należy zarówno przeliczyć maksymalną ilość wody, jak i najkrótszy czas, w którym może zostać odprowadzona z dachu; odprowadzenie takiej ilości wody może stanowić istotny problem techniczny w zakresie kanalizacji grawitacyjnej; taka instalacja ma ograniczoną wytrzymałość ciśnieniową oraz przepustowość; warto zastosować na dachu pompy awaryjne, które w razie potrzeby pomogą odprowadzić wodę z warstwy drenażu;
8. izolacja musi być odpowiednia do danego przypadku obciążenia - oznacza to konieczność zastosowania specjalnej hydroizolacji, która jest odporna na stałe przebywanie w wodzie oraz przeznaczona na dachy bezspadkowe; bezwzględnie należy skonsultować to rozwiązanie z producentem hydroizolacji i uzyskać gwarancję obiektową; dodatkowo należy głęboko przemyśleć i dopracować rozwiązania izolacji termicznej oraz mostków termicznych na takim dachu.



Podsumowując, dach zielony o zwiększonej zdolności retencyjnej można wykonać na prawie każdym dachu. Na fot. 1 można zobaczyć rozwiązania techniczne z realizacji dachu retencyjnego w Kolonii w Niemczech (budowa w 2020 r.) [3].



Fot. 1. Dach retencyjny w Kolonii, Niemcy [3]

## WODA NA DACHU – DACHY BAGIENNE I MULTIFUNKCJONALNE

Chociaż brzmi to jeszcze trochę niewiarygodnie, ale na dachach z powodzeniem można również wykonać otwarte zbiorniki retencyjne. Przykładem może być dach multifunkcyjny wykonany w Centrum Edukacyjno-Rekreacyjnym w Markach koło Warszawy (fot. 2), na który składają się dachy bagienne oraz dachy ekstensywne wyposażone w panele fotowoltaiczne.

W wodzie zgromadzonej na dachu, na specjalnie przygotowanym podłożu, jest roślinność bagienne. Rozwiązanie to powstało z uwagi na brak możliwości odprowadzenia z dachu wody opadowej do kanalizacji ogólnospławnej i braku systemu kanalizacji deszczowej na tym obszarze. Wykorzystano zjawisko ewapotranspiracji – łączącej ewaporację, czyli parowanie powierzchniowe, z transpiracją, czyli parowaniem przez liście roślin.



Fot. 2. Dach multifunkcyjny Centrum Edukacyjno-Rekreacyjnego w Markach (fot. Paweł Kożuchowski)

Dachy bagienne mogą być pokryte roślinnością w postaci specjalnych pływających mat, co pozwala na znaczne zwiększenie dopuszczalnej różnicy poziomu wody na dachu. Należy jednak pamiętać, że rośliny na dachu bagiennym muszą być stale pokryte wodą, co latem może być trudne do spełnienia. W sytuacjach krytycznych dla roślin należy zasilać je wodą z innych uszczelnionych powierzchni lub wodą miejską. Przy

projektowaniu dachu bagiennego należy opracować bilans wodny z uwzględnieniem bardzo dużego parowania, dlatego warto je budować w połączeniu z dachem zielonym ekstensywnym, który pomaga wyregulować okresowy nadmiar wody. Rozwiązanie takie nazywamy dachem multifunkcyjnym.

## OTWARTE ZBIORNIKI RETENCYJNE W TERENIE ZASILANE WODĄ Z DACHU

Dachy można z powodzeniem wykorzystać do zasilania otwartych zbiorników retencyjnych na terenie inwestycji. Przykładem może być osiedle Central Park Ursynów przy ulicy Kłobuckiej w Warszawie (fot. 3), gdzie wszystkie dachy wykonano jako ekstensywne (ok. 20 000 m<sup>2</sup>), z których woda gromadzona jest w dwóch zbiornikach usytuowanych na terenie osiedla.



Fot. 3. Zbiornik retencyjny, Central Park Ursynów przy ul. Kłobuckiej w Warszawie (fot. Paweł Kożuchowski)

Mankamentem otwartych zbiorników retencyjnych jest eutrofizacja wody, do której dochodzi pod wpływem promieni słonecznych. W żyznej wodzie należy redukować zawartość fosforanów, co generuje stałe wysokie koszty eksploatacyjne. Dlatego też wszystkie dachy zostały wykonane w specjalnej technologii umożliwiającej ograniczenie ilości fosforanów w wodzie opadowej gromadzonej w zbiorniku.

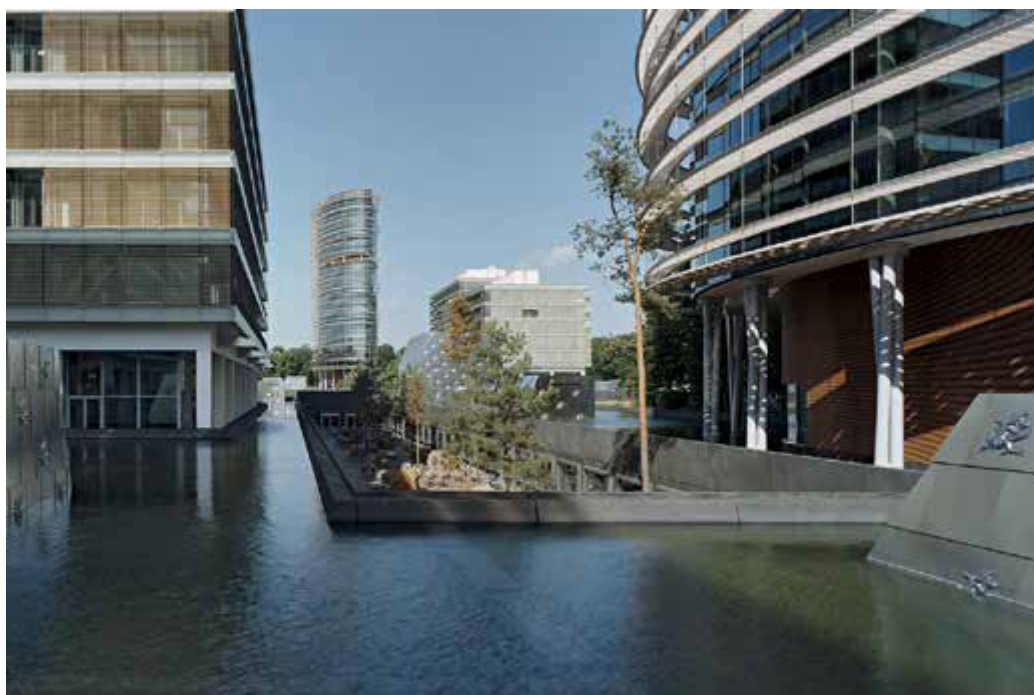
We współpracy z Centrum Wody SGGW opracowano, przygotowano i zastosowano specjalny substrat mineralny, całkowicie pozbawiony składników organicznych, oparty na nasiąkliwych kruszywach niewydzielających fosforanów. Odrębną kwestią jest podczyszczanie wody z osadów, które mogą zalegać na dnie zbiornika. W tym celu pomiędzy zbiornikiem a dachem należy wykonać pośredni zbiornik retencyjny przygotowany do łatwego oczyszczenia z zalegających osadów. Warto wyposażyć taki zbiornik w możliwość wypompowywania zgromadzonej wody na dach zielony lub na teren wokół w okresie suszy.



# DACHY BŁĘKITNE

Istnieje możliwość wykonania tzw. dachu błękitnego, czyli szczelnego dachu przygotowanego do gromadzenia wody, ale całkowicie pozbawionego roślinności. Pomysł jest kuszący, ponieważ jest to rozwiązanie stosunkowo tanie i lekkie. Tak retencjonowana woda waży niewiele w porównaniu z innymi rozwiązaniami retencyjnymi na dachu.

Wykonanie dachu błękitnego wydaje się banalnie proste, ale należy przemyśleć kilka istotnych kwestii, np. rodzaj zastosowanych materiałów hydroizolacyjnych pod kątem ich odporności na wieloletnie cykliczne zwilżanie/moknięcie i wysychanie oraz ich odporność na zwiększone oddziaływanie promieniowania UV w strefie wilgotnej. W tym rozwiązaniu sprawdzą się basenowe membrany PCV lub EPDM, niemniej należy uzyskać od producenta materiału stosowną gwarancję. Dach należy przygotować także na inne niż zwykle wyzwania, np. oddziaływanie wiatru, a zatem powstające na dachu fale oraz wypiętrzenia wynikające z cyklicznego zamarzania zgromadzonej wody. Do tego dochodzą kwestie trywialnej eksploatacji dachu, to jest remonty i naprawy lub czyszczenie. Bez względu na takie dachy należy dzielić na sekcje, umożliwiające szybkie, czasowe osuszenie danego zbiornika. Oczywiście warto wyposażyć je w system monitoringu szczelności w warstwie termoizolacji, który zawnieszcza ostrzeże o powstałym przecieku.



Fot. 4. Dach błękitny w Apeldoorn, Holandia (fot. Neutelings Riedijk Architects WBC) [4]

## PODSUMOWANIE

Analizując kwestie retencji wody opadowej w mieście, można stwierdzić, że dachy zielone są istotnym elementem błękitno-zielonej infrastruktury. Duży wybór rozwiązań technicznych pozwala na swobodne zastosowanie praktycznie na każdym dachu. Co ważne, można te rozwiązania ze sobą łączyć, wykorzystując unikatowe walory każdego z nich.

## ROZPORZĄDZENIA

- N1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15 lipca 2021 r. w sprawie przyjęcia Planu przeciwdziałania skutkom suszy (Dz.U. z 2021 r. poz. 1615).
- N2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2015 r. poz. 1422 ze zm.).
- N3. Ustawa z dnia 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków (Dz.U. z 2001 r. nr 72 poz. 747).



# LITERATURA

1. portal.wfosigw.pl/informacje-o-programie.
2. Wytyczne dla dachów zielonych. Wytyczne do projektowania, wykonywania i utrzymywania dachów zielonych, wydanie DZ 1.02, Stowarzyszenie Wykonawców Dachów Płaskich i Fasad DAFA, 2021.
3. Materiały prasowe 6 fürs Grün GmbH ([www.6-f-g.de/](http://www.6-f-g.de/)).
4. Materiały prasowe Neutelings Riedijk Architects WBC (<https://neutelings-riedijk.com/projects/central-tax-office-walterboscomplex/>).

Paweł Koźuchowski, Ewa Piątek-Koźuchowska, Laboratorium Dachów Zielonych

Artykuł zamieszczony w "Przewodniku Projektanta" nr 1/2024

