



FOT. 1. Połączenie fotowoltaiki i dachu zielonego; fot.: Piotr Wolański, APK Dachy Zielone

powierzchni dachu zielonego. Średnio (pomiar prowadzony w lipcu 2003 r.) temperatura powierzchni dachu standardowego była wyższa o 19°C od temperatury powierzchni dachu zielonego w ciągu dnia i niższa o 8° nocą.

Zastosowanie paneli fotowoltaicznych na dachu obsadzonym roślinnością podnosi efektywność działania instalacji solarnych. Jest to korzystne ze względu na efekt synergii przy wytwarzaniu prądu – stosunkowo niska temperatura powierzchni zazielenionej (w porównaniu z dachami tradycyjnymi) prowadzi do mniejszego nagrzewania się modułów fotowoltaicznych, co poprawia ich



FOT. 2. Rozchodniki na dachu biosolarnym; fot.: Piotr Wolański, APK Dachy Zielone

sprawność. Rośliny na zielonym dachu pochłaniają zanieczyszczenia, dzięki czemu panele PV nie są tak bardzo zanieczyszczone jak na tradycyjnym dachu.

Potwierdzają to badania dr Petera Irgi z University of Technology Sydney w Australii, który porównywał wydajność systemów fotowoltaicznych na dwóch dachach na biurowcach zlokalizowanych obok siebie w centrum Sydney: instalację PV na tradycyjnym dachu oraz połączenie dachu zielonego z fotowoltaiką.

Wyniki badań potwierdziły liczne zalety dachów, gdzie połączono fotowoltaikę i dach zielony: »

- » » w ciągu ośmiu miesięcy instalacja fotowoltaiczna z zielonym dachem wykazała o 3,6% większą wydajność niż instalacja bez zielonego dachu,
- » 20°C mniej – tyle miał zielony dach w porównaniu z dachem budynku bez zieleni,
- » podczas całego eksperymentu zielony dach pochłoniął prawie 9 ton gazów cieplarnianych,
- » poprawa bioróżnorodności – na dachu zamieszkały licznie owady oraz zaczęły pojawiać się ptaki,
- » zielony dach znacznie zmniejszył odpływ wody deszczowej,
- » 69 MWh energii elektrycznej wyprodukowano na zielonym dachu w porównaniu z 59,5 MWh na drugim dachu (bez roślin) [1].

Jeśli chodzi o badania prowadzone na terenie Europy, to możemy przywołać badania prowadzone w Niemczech, gdzie stwierdzono, że wydajność energetyczna systemu fotowoltaicznego na ekstensywnym zielonym dachu obsadzonym rozchodnikami w Berlinie wykazała wzrost o około 6% w porównaniu do dachu bitumicznego [2].

Ważne jest również to, że na dachach zielonych nie rozprzestrzenia się ogień. Więc jeśli panele fotowoltaiczne zamontujemy na dachu zielonym, to dzięki roślinom będziemy mieć mniejsze ryzyko pożaru.

OKIEM PRAKTYKA

Jeśli chodzi o technikę montażu instalacji fotowoltaicznych na dachach, to mogą one być mocowane z naruszeniem warstw izolacji wodochronnej lub bez konieczności przechodzenia przez powłokę tej izolacji. W przypadku dachów biosolarnych moduły fotowoltaiczne montowane są bez ingerencji w powłokę dachową i nie są kotwione do konstrukcji stropu, a ciężar warstw dachu zielonego pełni rolę kotwiącą, balastującą i stabilizującą dla instalacji fotowoltaicznej. Należy przy tym przestrzegać wymogów statycznych w odniesieniu do obciążenia wiatrem, a także obciążenia konstrukcji budynku.

Instalacje fotowoltaiczne i dach zielony wymagają konserwacji i pielęgnacji, dlatego należy zastosować ścieżki serwisowe i elementy zabezpieczenia przed upadkiem z wysokości. Należy także zapewnić wystarczający odstęp od krawędzi dachu i odstęp rzędów modułów od siebie. Kable i inne elementy należące do instalacji solarnej należy montować tak, aby nie utrudniały konserwacji i pielęgnacji dachu zielonego.

Montaż instalacji solarnej na dachu zielonym powoduje zróżnicowanie naświetlenia roślin i wilgotności podłoża, co prowadzi do występowania różnorodnych warunków siedliskowych. Może to też przyczyniać się do zwiększenia bioróżnorodności na dachach, czyli zwiększenia różnorodności występujących tam gatunków flory i fauny.

Aby uzyskać odpowiednią ilość światła dla roślin, także światła rozproszonego, należy dopasować odstęp rzędów modułów między sobą, głębokość modułów lub transparentę rzędów modułów do roślinności.

Zastosowanie paneli fotowoltaicznych na dachu zielonym prowadzi do zróżnicowania warunków wilgotnościowych, jakie mają rośliny. Instalacje fotowoltaiczne wytwarzają z jednej strony cień opadowy, a z drugiej strony na krawędzi dolnej modułów woda opadowa spływa, co powoduje, że rośliny znajdujące się pod spodem mają bardziej wilgotną lokalizację. Należy to wziąć pod uwagę projektując dach i planując prace pielęgnacyjne.



FOT. 3. Dach biosolarny w trakcie montażu; fot.: Piotr Wolański, APK Dachy Zielone

Jest kilka innych ważnych kwestii, na które warto zwracać uwagę projektując dach, który będzie połączeniem dachu zielonego i paneli fotowoltaicznych. Kluczowa jest bliska współpraca pomiędzy inwestorem, architektem, dostawcą technologii dachów zielonych oraz dostawcą ogniw fotowoltaicznych, a także firmą wykonawczą. Od dostawcy technologii dachów biosolarnych możemy oczekiwać skonsultowania projektu, zwłaszcza układu rozmieszczenia na dachu zielonym ogniw fotowoltaicznych w takich odstępach, aby zapewnić roślinom odpowiednie warunki.

Należy zachować wystarczający odstęp dolnej krawędzi modułów od podłoża w zależności od wysokości roślinności. Odstęp minimalny przy zazielenieniu w uprawie ekstensywnej powinien wynosić 20 cm i może być większy, w zależności od wysokości przewidzianych w projekcie roślin.

Ważna jest także antykorzenność izolacji wodochronnej oraz obciążenie konstrukcyjne budynków.

Zastosowanie ogniw fotowoltaicznych na dachu zielonym powinno się przełożyć na obniżenie kosztów konserwacji paneli fotowoltaicznych, ponieważ rośliny na dachu będą pochłaniać zanieczyszczenia znajdujące się w powietrzu, co oznacza mniejszą ilość pyłu i zanieczyszczeń osiadających na panelach fotowoltaicznych.

PRZYKŁADOWE REALIZACJE

Na całym świecie istnieje wiele dachów biosolarnych, które łączą dachy zielone z produkcją energii słonecznej. Jako przykłady z Londynu można podać dach Olympic Park Media Center lub Standard Chartered Bank. W Szwajcarii jest np. dach biosolarny na Messe Hall w Bazylei. W Niemczech wiele dachów zielonych połączonych z panelami słonecznymi znajduje się we Fryburgu i innych częściach kraju. Dachy biosolarne występują również w Holandii, Francji i Austrii.

W Polsce połączenie instalacji fotowoltaicznych z dachami zielonymi można spotkać na kilku inwestycjach. Tego typu budynek powstał np. w 2020 r. przy obwodnicy Krakowa, w sąsiedztwie Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego. Jest to nowa siedziba austriackiej firmy Schachermayer. Hala magazynowa wraz z budynkiem biurowym mają 2600 m² powierzchni użytkowej.

Na stosowanie dachów biosolarnych otwarci są też inwestorzy indywidualni.

ZWROT Z INWESTYCJI

Możliwość połączenia dachów zielonych i paneli fotowoltaicznych oraz efektywność takiego rozwiązania była przedmiotem badań na Uniwersytecie Illinois w Urbanie i Champaign w Stanach Zjednoczonych. Dokonano tam analizy zwrotu z inwestycji, biorąc pod uwagę trzy opcje:

- » sam zielony dach,
- » same panele fotowoltaiczne zamontowane na standardowym dachu,
- » połączenie dachu zielonego z panelami fotowoltaicznymi.

Wyniki tych badań prowadzonych w amerykańskich uwarunkowaniach prawnych i klimatycznych pozwoliły ustalić, że okres zwrotu dla samych paneli fotowoltaicznych wyniósł 13 lat. Ze względu na większą efektywność pracy paneli fotowoltaicznych na dachu zielonym, inwestycja polegająca na połączeniu dachu zielonego z PV, pomimo większych kosztów początkowych, na etapie instalacji (większe koszty nakładu pracy i użytych materiałów), zwraca się w tym samym czasie, czyli okresie 13 lat. Oczywiście badania te wykonano biorąc pod uwagę amerykańskie uwarunkowania klimatyczne i realia cenowe, z czasu przed powstaniem raportu (końcowy raport został opracowany w 2017 r.) [3].

OPŁACALNOŚĆ W POLSCE

Analizując opłacalność finansową realizacji dachów zielonych w uwarunkowaniach polskich powinno się wziąć pod uwagę między innymi: oszczędności na ogrzewaniu zimą i klimatyzacji latem wynikające z tego, że dachy zielone stanowią izolację termiczną budynku, korzyści wynikające z zagospodarowania na dachu zielonym wody opadowej, ewentualne dotacje związane z zielonymi dachami, np. ogólnopolski program „Moja Woda” oraz podniesienie wartości nieruchomości.

Dla inwestorów ma również duże znaczenie to, że 50% powierzchni dachów zielonych można zaliczyć jako teren biologicznie czynny. Uzyskanie odpowiednich wskaźników udziału terenu biologicznie czynnego w intensywnej zabudowie w miastach, gdzie grunty są bardzo drogie, to duże wyzwanie. Inwestorzy poza powierzchnią zabudowy muszą zapewnić drogi dojazdowe i miejsca parkingowe. Dlatego możliwość zaliczenia 50% powierzchni dachów zielonych do wskaźnika terenu biologicznie czynnego to duża korzyść.

Zgodnie z aktualnymi polskimi przepisami [4] przez teren biologicznie czynny należy rozumieć teren o nawierzchni urządzonej w sposób zapewniający naturalną roślinność i retencję wód opadowych, a także 50% powierzchni tarasów i stropodachów z taką nawierzchnią oraz innych powierzchni zapewniających naturalną roślinność, o powierzchni nie mniejszej niż 10 m² oraz wodę powierzchniową na tym terenie.

Podobnie powinniśmy przeanalizować korzyści finansowe wynikające z zastosowania paneli fotowoltaicznych oraz efekt synergii, czyli fakt, że zastosowanie paneli na dachu zielonym zwiększa efektywność pracy samej instalacji solarnej.

Efektywna pod względem ekonomicznym inwestycja, walka ze skutkami zmian klimatu, bioróżnorodność, transformacja energetyczna i poprawa efektywności energetycznej budynku – takie cele można osiągnąć stosując połączenie paneli fotowoltaicznych z dachami zielonymi.

LITERATURA

1. Green Roof & Solar Array – Comparative Research Project Final Report July 2021, <https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/150142/2/City%20of%20Sydney%20Final%20Report%20EPI%20R3%20201920005.pdf>
2. M. Köhler, W. Wiertalla, R. Feige, „Interaction between PV-Systems and extensive green roofs. Session 3.3: Energy and Thermal Performance at the Fifth Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference“, Minneapolis 2007.
3. K. Kessling, A. Cohen, J. Jasso, „Feasibility of Combining Solar Panels and Green Roofs on the Activities and Recreation Center“, 2017.
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa, z dnia 14 listopada 2017 r., zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2017 r., poz. 2285).
5. „Wytyczne dla dachów zielonych. Wytyczne do projektowania, wykonywania i utrzymywania dachów zielonych“, Stowarzyszenie Wykonawców Dachów Płaskich i Fasad DAFA, Opole 2021.

ABSTRAKT

W artykule przedstawiono korzyści wynikające ze stosowania paneli fotowoltaicznych w połączeniu z dachami zielonymi. Wyjaśniono różnice między dachem biosolarnym a dachem zielonym solarnym. Podano przykłady inwestycji z dachami biosolarnymi.

English text English text English text English text English text
English text English text English text English text English text
English text English text English text English text English text
English text English text English text

PIOTR WOLAŃSKI od 16 lat zajmuje się dachami zielonymi, konsultuje projekty i opracowuje opinie eksperckie, realizuje inwestycje, współpracuje ze środowiskiem naukowym przy projektach innowacyjnych dla branży, publikuje artykuły. Uczestniczy w charakterze eksperta w zajęciach dydaktycznych dla studentów. Współzałożyciel Grupy Merytorycznej Dachy Zielone w ramach Stowarzyszenia DAFA i pierwszy jej koordynator, a także jeden z inicjatorów wydania w Polsce „Wytycznych dla dachów zielonych” FLL. Aktywnie uczestniczył w pracach Zespołu Redakcyjnego DAFA, opracowującego dwa polskie wydania wytycznych. Jest członkiem Polskiego Stowarzyszenia „Dachy Zielone”.

KATARZYNA WOLAŃSKA jest publicystką specjalizującą się w tematyce zielonej infrastruktury i wykorzystywania dachów zielonych w procesach adaptacji do zmian klimatu. Uczestniczy w charakterze eksperta w zajęciach dydaktycznych dla studentów. Współpracuje z miastami przy projektach w zakresie zielonej infrastruktury. Koordynator Grupy Merytorycznej Dachy Zielone w Stowarzyszeniu Wykonawców Dachów Płaskich i Fasad DAFA w latach 2019–2021. Aktywnie uczestniczyła w pracach Zespołu Redakcyjnego DAFA, opracowującego dwa polskie wydania „Wytycznych dla dachów zielonych” FLL. Członek Zarządu Polskiego Stowarzyszenia „Dachy Zielone”.