

# Zawilgocenie warstw termoizolacyjnych w dachach zielonych - zapobieganie i metody zwalczania

**Usuwanie zawilgocenia i jego skutków to trudny proces. Są dwie możliwości: usunięcie hydroizolacji i zawilgoconej termoizolacji lub próba osuszania z wykorzystaniem kominków wentylacyjnych montowanych w hydroizolacji.**

Negatywne skutki zawilgocenia materiałów termoizolacyjnych na dachach zielonych na szczęście nie są problemem nagminnym. Dzięki wiedzy i doświadczeniu w projektach zwraca się uwagę na taką możliwość, jednak praktyka budowlana dowodzi, że lepiej zapobiegać, niż ponosić konsekwencje nieprawidłowego wykonania.

Dachy zielone wykonywane są na uszczelnionych i zaizolowanych termicznie stropach lub dachach. Wybór rozwiązania izolacyjnego jest jedną z pierwszych i kluczowych decyzji, którą należy podjąć na etapie projektowania. Dachy zielone można równie dobrze wykonywać zarówno na dachach ocieplonych, jak też na dachach odwróconych. Różnią się one jednak znacząco pod kątem zawilgocenia warstw termoizolacyjnych i jego możliwych niepożądanych następstw.

## Dachy ocieplone

Dach zielony w układzie ocieplonym (strop-paroizolacja-termoizolacja-hydroizolacja) wykonywany jest zazwyczaj nad pomieszczeniami ogrzewanymi, przeważnie nad ostatnią kondygnacją. Założeniem takiej konstrukcji jest stabilna izolacyjność termiczna układu warstw uzyskiwana dzięki stale suchej termoizolacji. Aby właściwie dobrać materiały termoizolacyjne, należy sprawdzić ich współczynnik przewodności cieplnej ( $\lambda$ ), który podawany jest dla materiałów suchych. W wilgotnym materiale współczynnik  $\lambda$  wzrasta, co wpływa na pogorszenie parametrów izolacyjności całej przegrody.

Głównymi przyczynami zawilgocenia termoizolacji w układzie dachu ocieplonego mogą być przecieki, kondensacja pary wodnej lub wykonywanie robót w niesprzyjających warunkach atmosferycznych.

Najczęściej wina leży po stronie projektowej i wykonawczej. Do przecieku może dojść z powodu nieprawidłowo dobranej hydroizolacji. Hydroizolacja do dachów zielonych musi być przystosowana do przebywania w warunkach stale wilgotnych w szerokim przedziale temperatury. Nie wszystkie materiały są w stanie sprostać tym zadaniom, a ich ewentualna naprawa lub wymiana jest niezwykle utrudniona i kosztowna ze względu na to, że są przykryte kolejnymi warstwami, z których zbudowany jest dach zielony. Stosując na przykład papę termozgrzewalną, trzeba mieć pewność, że zachowa ona odporność na wpływ kwasów humusowych. Przykładem może być zdjęcie z naprawy dachu zielonego, na którym papa niskiej jakości dosłownie rozkleiła się w „agresywnym” środowisku (fot. 1).



Fot. 1. Papa zdegradowana przez kwasy humusowe

Inną przyczyną przecieku może być uszkodzenie hydroizolacji przez korzenie roślin, niespotykane w innych zastosowaniach hydroizolacyjnych. Dach zielony z natury jest środowiskiem stworzonym do wzrostu i rozwoju korzeni roślin. Z tego powodu wszystkie materiały hydroizolacyjne stosowane na dachach zielonych muszą spełniać normę PN-EN 13948:2007, określającą odporność materiału hydroizolacyjnego i łącz na przebicie przez korzenie roślin. Nie jest to łatwe do osiągnięcia, ponieważ na przykład bitum, z którego zrobione są papy, nie jest szkodliwy dla korzeni roślin, co często można zaobserwować na starych dachach, na których z powodzeniem rośliny wrastają w papę. Aby tego uniknąć, materiały hydroizolacyjne muszą być łączone homogenicznie (na przykład metodą zgrzewania na gorąco folii PCV lub TPO) lub w strukturę materiału muszą być wbudowane środki odpychające korzenie (jak warstwa folii miedzianej lub herbicydy w papach termozgrzewalnych).

Do przecieku dochodzi także w wyniku nieprawidłowego wykonania warstwy hydroizolacji. Tu przyczyną jest czynnik ludzki, często najsłabsze ogniwo. W przetargach, w których najistotniejsze jest kryterium najniższej ceny, doświadczona firma dekarzka często przegrywa, a firmy, które wygrały poniżej racjonalnych kosztów, muszą stale oszczędzać, także na pracownikach. Niedoświadczony pracownik stwarza ryzyko słabej jakości robót. Hydroizolacja na dachu to kilometry zgrzewów i łącz, wymagające starannego wykonania, a następnie surowej kontroli. Najskuteczniejszą metodą sprawdzenia szczelności pokrycia jest próba wodna, czyli zalanie dachu wodą na kilka dni. Należy jednak pamiętać, że próba wodna jest badaniem inwazyjnym, ponieważ w przypadku wykrycia przecieku zalane zostaną warstwy termoizolacji, co będzie skutkowało ich zawilgoceniem.

Do przecieku może dojść również w wyniku niezastosowania się wykonawcy do zaleceń producenta. Wykonywanie hydroizolacji dachu w nieodpowiednich temperaturach oraz przy niesprzyjającej aurze może się okazać bombą z opóźnionym zapłonem. Na przykład roboty dekarzkie z użyciem pap termozgrzewalnych należy wykonywać w temperaturze nie niższej niż 0°C, a w przypadku pap z dodatkiem polimeru SBS – nie niższej niż 5°C. Temperatury te mogą być nieco niższe, kiedy rolki papy są przechowywane w pomieszczeniach ogrzewanych o temperaturze ok. 20°C i wynoszone na dach bezpośrednio przed ich układaniem. Nie należy również prowadzić robót dekarzskich na dachach przy silnym

wietrze oraz na zawilgoconej lub oblodzonej powierzchni, a także podczas opadów atmosferycznych. Takim zaleceniom trudno jest sprostać w praktyce, ponieważ eliminowałyby to możliwość wykonywania robót w Polsce przez co najmniej cztery miesiące w roku. Niestety nie ma prostej metody sprawdzenia jakości wszystkich parametrów złączy i zgrzewów hydroizolacji. Do rozszczelnienia może dojść w kolejnych latach po oddaniu budynku do użytkowania. Przykładem może być dach z pokryciem z elastomeru EPDM, które się rozszczelniło po pierwszej zimie (fot. 2).



Fot. 2. Rozszczeliony EPDM

Należy pamiętać, że na dachu zielonym hydroizolacja pionowa musi być wyniesiona co najmniej 20 cm ponad warstwy substratu oraz musi być zakończona doszczelnioną listwą stalową zabezpieczającą przed wciekaniem wody. Za hydroizolację może się dostawać woda płynąca po ścianach lub woda stojąca na dachu zielonym, powodując zawilgocenie termoizolacji. Jest to błąd bardzo trudny do wykrycia, ponieważ w czasie próby wodnej nie zalewa się dachu do wysokości powyżej izolacji pionowej. Przykładem może być poszukiwanie na jednym z dachów zielonych przecieku, którego przyczyną było niedoszczelnienie izolacji pionowej, a woda dostawała się po skrzynce odgromowej (fot. 3).



Fot. 3. Poszukiwanie przecieku na dachu zielonym

W katalogu przyczyn przecieków istotną kategorię stanowią uszkodzenia mechaniczne, które mogą powstać w trakcie wykonywania pozostałych robót, w tym warstw dachu zielonego, lub w trakcie eksploatacji obiektu. Dekarz, który wykonał szczelny dach, co potwierdziła próba wodna, teoretycznie może spać spokojnie, ale niestety to tylko marzenie. Po zakończeniu robót dekarских pozostają często do wykonania: ocieplenie i tynk na ścianach cokołowych i kominach, obróbki blacharskie, instalacja anten lub innych urządzeń, instalacja kanałów wentylacyjnych i wreszcie sam dach zielony. Należy bezwzględnie zminimalizować ilość robót prowadzonych po zakończeniu prac dekarских. Często pada pytanie, czy najpierw wykonywać dach zielony czy pozostałe roboty na dachu? Nie ma jednoznacznej odpowiedzi. Z jednej strony dach zielony na pewno zabezpiecza przed uszkodzeniami mechanicznymi, ale on sam może również zostać zniszczony i stratowany przez ekipy budowlane i instalacyjne. W przypadku uszkodzenia hydroizolacji, a nawet jego podejrzenia należy bezwzględnie i bezzwłocznie wezwać dekarza, jednak w praktyce to rzadkość. Uszkodzenie jest bagatelizowane, a pozostawione na pewno będzie skutkowało przeciekiem (fot. 4).



Fot. 4. Wykonanie dachu zielonego oraz innych robót budowlanych i instalacyjnych

Kondensacja pary wodnej w termoizolacji to pseudoprzeciek, który może wystąpić w efekcie nieprawidłowo dobranej lub wykonanej paroizolacji. Zjawisko powstaje na skutek kondensacji pary wodnej, która przenika przez strop, a następnie się gromadzi w termoizolacji, by zimą się skroplić do postaci kondensatu. Kondensatu stale przybywa, ponieważ termoizolacja przykryta jest dyfuzyjnie szczelną hydroizolacją. Jest to zjawisko bardzo rozłożone w czasie i niewidoczne, dlatego często bagatelizowane. Należy zatem pamiętać, że paroizolacja musi się charakteryzować bardzo wysokim oporem dyfuzyjnym, posiadać paroszczelne łączenia, a najlepiej kiedy stanowi również wodoszczelną przegrodę. Wodoszczelna paroizolacja zapewnia dodatkowo funkcję hydroizolacji, która odprowadzi wodę do wpustów w przypadku przecieku. Aby to było możliwe, wpusty dachowe muszą być wyposażone w dwa kołnierze zbierające wodę. Dach zielony nie chroni przed kondensacją pary wodnej, ponieważ nie izoluje przegrody zimą, lecz jedynie zmniejsza liczbę cykli zamarzania.

Wykonywanie termoizolacji w niesprzyjających warunkach atmosferycznych. Tym razem nie chodzi o szczelność pokrycia dachu i przeciek, ale o zamknięcie wody w termoizolacji w trakcie wykonywania robót izolacyjnych. Padający deszcz lub śnieg moczy termoizolację i gdy ta jest przykrywana hydroizolacją, woda może pozostać na trwale uwięziona bez możliwości odparowania. To błąd, który wynika z konieczności prowadzenia robót przez cały rok, i bardzo trudno go uniknąć w warunkach klimatycznych Polski. Zapobieganie zawilgoceniu termoizolacji w dachu ocieplonym polega na niedopuszczeniu do przecieków, przemysłieniu i skoordynowaniu robót na dachu oraz na ich rzetelnym wykonaniu. Natomiast usuwanie zawilgocenia i jego skutków to trudny proces. Są dwie możliwości – usunięcie hydroizolacji i zawilgoconej termoizolacji lub próba osuszania z wykorzystaniem kominków wentylacyjnych montowanych w hydroizolacji. Osuszanie takie jest możliwe wyłącznie latem, kiedy w nagrzanym słońcem dachu zgromadzona woda zamienia się w parę wodną. Niestety dach zielony tego nie ułatwia, ponieważ jego zaleta, to że chłodzi dach latem, w tym przypadku pogarsza wentylację w warstwie termoizolacji dachu, nie podnosząc temperatury pary wodnej. Dodatkowo dach zielony balastuje hydroizolację, która się nie unosi i nie ułatwia migracji parze wodnej. Woda jest zmuszona do przeciskania się między płytami termoizolacji lub do dyfuzji w materiale termoizolacyjnym. Należy zaznaczyć, że materiały termoizolacyjne różnią się współczynnikiem oporu dyfuzyjnego (określanym według PN-EN 12086) od bardzo dyfuzyjnej wełny

mineralnej, przez średniodyfuzyjne pianki poliuretanowe, styropiany i XPS-y po całkowicie dyfuzyjnie szczelne szkła piankowe.

#### Dachy odwrócone

Dachy zielone w Polsce wykonywane są głównie na stropach garaży podziemnych, na których ze względu na obciążenia statyczne i dynamiczne występuje konieczność stosowania dachu odwróconego (strop-hydroizolacja-termoizolacja). Zawilgocenie dachu odwróconego to stan naturalny (hydroizolacja jest zawsze mokra), ponieważ jest to układ przewidziany do przebywania w warunkach stałej wilgotności i obecności wody. Przykładem może być fot. 5, która ilustruje przygotowanie do układania termoizolacji bezpośrednio na mokrej hydroizolacji. A zatem choć niczym niezwykłym jest zawilgocenie termoizolacji, tu też mogą powstać błędy, które doprowadzą do niepożądanych skutków. Mogą wystąpić dwa bardzo groźne zjawiska: drastyczne pogorszenie się współczynnika przenikania ciepła (U) przez przegrodę oraz nieodwracalne procesy gnilne w termoizolacji.



Fot. 5. Przygotowanie do układania termoizolacji

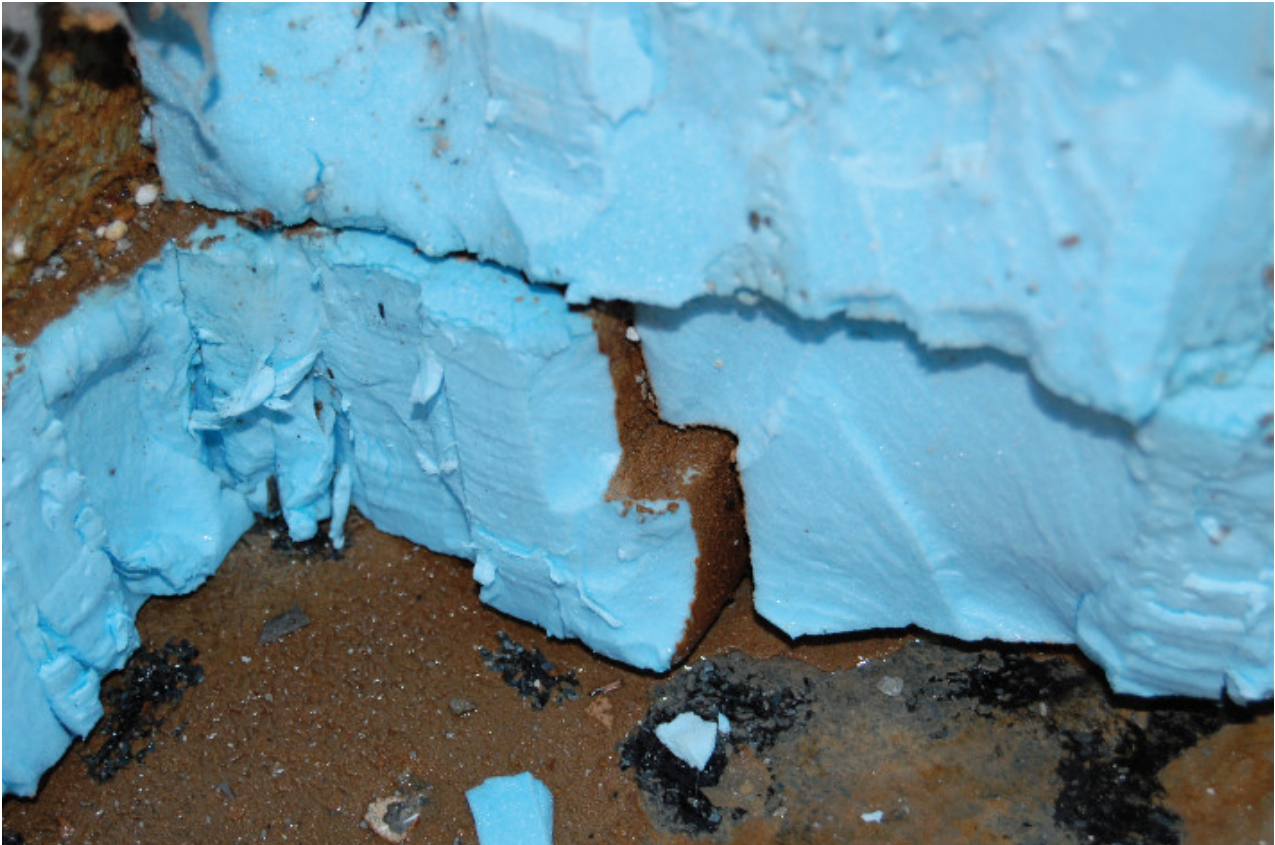
Przyczyny to: nieprawidłowo dobrana termoizolacja lub nieprawidłowo dobrane i wykonane warstwy dachu zielonego.

Właściwa analiza i dobór termoizolacji są konieczne, ponieważ termoizolacja w dachu odwróconym poddana jest bardzo rygorystycznym i trudnym warunkom, a nieprawidłowo dobrana termoizolacja z czasem na pewno będzie wymagała całkowitej wymiany. Jako termoizolacja dachu odwróconego powinny być stosowane wyłącznie materiały bardzo odporne na zawilgocenie, co możemy określić, sprawdzając parametry danego materiału według norm:

■ PN-EN 12088 Absorpcja wody przy długotrwałej dyfuzji – gdzie poziom absorpcji obecnie się określa symbolem WD(V) z dodatkiem cyfry, która określa maksymalną nasiąkliwość procentową według poziomów 3-5-7-10-15

■ PN-EN 12087 Nasiąkliwość wodą przy długotrwałym zanurzeniu – gdzie poziom nasiąkliwości obecnie się określa symbolem WL(T) z dodatkiem cyfry, która określa maksymalną nasiąkliwość procentową według poziomów 0,7-1-2-3-4-5.

Materiały odporne na zawilgocenie są droższe, więc czasami pomimo przyjętego w projekcie właściwego materiału stosowane są zamienniki o dużo gorszych parametrach. Główna batalia toczy się między XPS (polistyren ekstrudowany) o strukturze zamkniętokomórkowej a styropianami wodoodpornymi (polistyren ekspandowany), które dzięki technologii produkcji w autoklawach (nie są cięte z bloku, tylko wtryskiwane w formach) wykazują zbliżone parametry nasiąkliwości. Jednak w praktyce nawet styropiany wodoodporne zamieniane są na zwykły styropian, którego parametry nie przewidują możliwości stosowania w rozwiązaniach stale wilgotnych. Niektórzy mieli możliwość się przekonać, że zwykły styropian zastosowany na dachu odwróconym potrafi nasiąknąć wodą do tego stopnia, że zwykłą płytę o grubości 10 cm muszą podnosić dwie osoby. Tymczasem o odporności na zawilgocenie XPS może świadczyć fot. 6 pokazująca, że mimo stałego przybywania w wodzie na powierzchni termoizolacji osadziły się sole węglanów wapnia, a w środku nadal jest sucha.



Fot. 6. Płyty termoizolacji XPS z nieszczelnego tarasu

Często kluczową kwestią są nieprawidłowo dobrane i wykonane warstwy dachu zielonego, ponieważ nie zapewniają możliwości oddychania warstwom termoizolacji. Stwierdzenie to w pierwszej chwili wydaje się bezzasadne, bo czego mamy się obawiać, skoro termoizolacja jest odporna na zawilgocenie? I jak może oddychać termoizolacja? Na wstępie należy zaznaczyć, że woda przepływająca przez dach zielony wypłukuje i niesie ze sobą mikroorganizmy i składniki mineralne, które osadzają się w warstwie termoizolacji. W warunkach stabilnej temperatury i przy minimalnej ilości tlenu szybko się tworzy siedlisko dla bakterii, pleśni lub grzybów. W uproszczeniu można stwierdzić, że dach zaczyna gnić od środka. I niestety nie jest to czcza teoria.

Aby nie dopuścić do rozwoju procesów gnilnych, należy bezwzględnie zastosować materiały i technologie odpowiednie do dachu zielonego. Pierwszym materiałem jest warstwa ochronna układana na termoizolacji w postaci geowłókniny, której zadaniem jest zabezpieczenie termoizolacji przed uszkodzeniami wywołanymi parciem warstwy drenażowej. Fotografia 7 ilustruje, jak termoizolacja została wgnieciona przez drenaż.

Zasada działania jest prosta – geowłóknina o odpowiednich parametrach mechanicznych (odporności na rozciąganie) jest napinana między punktami nacisku, przez co ostatecznie na termoizolację przenosi nacisk całą powierzchnią.



Fot. 7. Termoizolacja uszkodzona przez drenaż

W dachu zielonym warstwę tę oraz geowłókninę nazywamy dyfuzyjną. Drugim zadaniem geowłókniny dyfuzyjnej jest umożliwienie dostępu tlenu do termoizolacji oraz umożliwienie dyfuzji pary wodnej z termoizolacji. Zastanawiając się nad wyborem geowłókniny dyfuzyjnej, musimy się zdać na doświadczenie producentów materiałów do dachu zielonego, ponieważ geowłókniny nie są badane pod kątem współczynnika oporu dyfuzyjnego. Badań się nie prowadzi, ponieważ opór dyfuzyjny geowłókniny nie występuje (jest bliski 1, czyli materiał nie stanowi bariery dyfuzyjnej). Niestety nie każda geowłóknina jest jednakowo dobrym materiałem do zastosowania jako warstwa dyfuzyjna, na przykład geowłókniny igłowane, przebywając w środowisku stale wilgotnym, nasiąkają wodą, przez co ich opór dyfuzyjny rośnie aż do paroszczelności.

Budowa dachu zielonego zakłada konieczność wytworzenia warstwy drenażowej, która może być wykonana z różnych materiałów, jak na przykład: tłoczone folie lub maty z tworzyw sztucznych, siatki przestrzenne, wytłaczane płyty ze styropianu, kruszywa lekkie lub grysy. Podstawowym zadaniem tej warstwy jest odprowadzenie wody do odbiorników. W rzeczywistości woda płynie pod drenażem, czyli po termoizolacji przykrytej geowłókniną dyfuzyjną. Jak już wiemy, część tej wody wnika między płyty termoizolacji. Dobór warstwy drenażowej jest podyktowany równocześnie kilkoma kryteriami: wielkość odwadnianej powierzchni, spadki na stropie, zdolność do magazynowania wody oraz odporność na ściskanie. Należy do tego dodać kolejny istotny parametr, czyli zdolność dyfuzyjną drenażu. O ile w przypadku drenaży z kruszyw układanych na geowłókninie dyfuzyjnej automatycznie powstaje przestrzeń dla przepływu powietrza, o tyle w przypadku pozostałych materiałów konieczne jest, aby nie przylegały one całą powierzchnią do geowłókniny dyfuzyjnej, ponieważ uniemożliwia to wymianę gazową. Dodatkowo tłoczone folie lub styropiany muszą być perforowane, aby pozwolić na dalszą wymianę gazową, która się odbywa poprzez warstwy filtracyjne i substraty glebowe.

W przypadku dachów ekstensywnych o małej miąższości substratu woda zgromadzona w termoizolacji jest



podgrzewana i przechodzi w stan gazowy, a następnie jako para wodna jest usuwana, pokonując geowłókniny dyfuzyjne, drenaże, geowłókniny filtracyjne i substraty. Trudniejsze zadanie ma woda zgromadzona w termoizolacji na dachach intensywnych, których miąższość często przekracza metr, na których wykonywane są mocno zagęszczone nawierzchnie jezdne lub inne szczelne elementy. Konieczne staje się zatem poszukiwanie innych dróg ujścia pary wodnej. Jediną możliwą drogą stają się opaski żwirowe wykonywane przy ścianach oraz skrzynkach kontrolnych nad wpustami. Dzięki nim możliwy jest zarówno dostęp tlenu do wewnątrz, jak i dyfuzja pary wodnej na zewnątrz z warstw drenażu. Można to nazwać wyrównywaniem ciśnień w warstwie drenażowej. Prawidłowo wykonana opaska żwirowa dzięki pozbawieniu jej geowłókniny filtracyjnej staje się przedłużeniem drenażu lub – innymi słowy – kominkiem wentylacyjnym. Niestety, jeśli czegoś nie widzimy, to nie wierzymy, dlatego w nieustającym procesie poszukiwania oszczędności bagatelizujemy problem. Często spotykaną na budowach praktyką jest imitacja opaski żwirowej, która wykonywana jest z użyciem grubej warstwy piasku i geowłókniny pod cienką warstwą żwiru (fot. 8). Taka przegroda na pewno nie umożliwi wyrównywania ciśnień, ale z pewnością jest znacznie tańsza.



Fot. 8. Nieprawidłowo wykonana opaska żwirowa

Niestety, nie tylko parametry fizyczne mają znaczenie, jak widać potrzebne jest też doświadczenie i głęboka wielokryterialna analiza. Prawidłowo zaprojektowany i wykonany dach zielony sam w sobie nie jest zagrożeniem dla termoizolacji. Zagrożeniem może być źle wykonany dach zielony, a za to odpowiada najbliższe ogniwo – człowiek.

Paweł Kożuchowski  
Laboratorium Dachów Zielonych  
Zdjęcia autora