poradnik

ZIELONE BUDOWNICTWO

Ekologiczne projektowanie, nowoczesne technologie i energooszczędne materiały



IZOLACJE.com.pl

Partnerzy publikacji

Opracowanie
Anna Białorucka
Monika Mucha

Wydawca
GRUPA MEDIUM
Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością S.K.
ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel. 22 810 21 24, faks 22 810 27 42

© Copyright by GRUPA MEDIUM

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część tej pracy nie może być powielana czy rozpowszechniana w jakiejkolwiek formie, w jakikolwiek sposób elektroniczny bądź mechaniczny, włącznie z fotokopiowaniem, nagrywaniem na taśmy lub przy użyciu innych systemów bez pisemnej zgody wydawcy.

Redakcja techniczna

GRUPA MEDIUM

Projekt okładki
Łukasz Gawroński

Skład i łamanie
GRUPA MEDIUM

Wydanie II

Warszawa 2025

Publikacja wydana pod patronatem miesięcznika IZOLACJE

SPIS TREŚCI

Wstęp 4

Wsparcie modernizacji energetycznej budynków w Polsce – luki i kierunki zmian 6

Dlaczego ekologia w budownictwie się opłaca? 10

Rozwiązanie sprzyjające termomodernizacji – Szybki System Ociepleń TYTAN® »PREZENTACJA« 12

Małgorzata Kośla
Rola ekologii w budownictwie i zrównoważony rozwój 15

Zrównoważone certyfikowane budynki 18

Sebastian Malinowski
Ekologiczne rozwiązania w nowoczesnym budownictwie 26

Energooszczędny dom – nowoczesna i ekologiczna technologia »PREZENTACJA« 32

Krzysztof Pawłowski, Konrad Rataj
Ekologiczne rozwiązania materiałowe przegród budynku w świetle obowiązujących wymagań 36

Deklaracje środowiskowe i ślad węglowy w płytach warstwowychi »PREZENTACJA« 46

Piotr Górak, Sławomir Chłądzyński, Katarzyna Walusiak
Cementy niskoemisyjne w chemii budowlanej – zielony kierunek zmian 50

Piotr Wolański
Dachy zielone – ekologiczne rozwiązanie i poprawa jakości życia w miastach 62

Bartłomiej Monczyński
Ekologiczny aspekt piątej elewacji – wpływ konstrukcji dachu na klimat i mikroklimat 68

Marcin Baliński
Czy fotowoltaika będzie opłacalna w systemie net-billingu? 77

Joanna Ryńska
Pompy ciepła w programie „Czyste Powietrze” 80

Energooszczędna stolarka budowlana – okna, drzwi, osłony przeciwsłoneczne, bramy 90

Katalog firm 94

WSTĘP

Zarówno Polska, jak i inne kraje UE, stoją przed koniecznością poszerzenia zakresu i przyspieszenia tempa modernizacji energetycznej, co oznacza dla branży konieczność zmiany w postrzeganiu budynku i jego funkcjonalności. Natomiast rynek budowlany, chcąc sprostać nowym wyzwaniom środowiskowym i wpisać się w ideę zrównoważonego rozwoju, musi w procesie projektowania i wytwarzania materiałów budowlanych uwzględnić wymóg dekarbonizacji budownictwa. Jest to ważny krok w stronę osiągnięcia neutralności klimatycznej.

Inwestorom częściej zależy na mieszkaniu w ekologicznych domach – decydują o tym już nie tylko względy biznesowe czy wizerunkowe, ale po prostu potrzeba przebywania w przyjaznych środowisku budynkach, a także świadomość korzyści, jakie z tego wynikają – oszczędność energii, niższe koszty ogrzewania i prądu, komfort cieplny oraz lepszy mikroklimat we wnętrzach.

Jakie kryteria powinny spełniać zrównoważone budynki i jakie są ich najważniejsze cechy? W nowym poradniku piszemy m.in. o nowoczesnych, ekologicznych technologiach oraz materiałach, uwzględniających wymagania prawne i środowiskowe współczesnego budownictwa. Zobacz e-book i dowiedz się, dlaczego ekologia w budownictwie się opłaca.

Artykuły merytoryczne pochodzą z miesięcznika „IZOLACJE” oraz dwumiesięcznika „Ekspert Budowlany”.


Najważniejsze to co w środku
www.prawdziwystyropian.pl
KUPUJ POLSKIE
JAKOŚĆ ★ ZAUFANIE ★ RENOMA
POLSKA DOBRA MARKA 2022
Konsumencki Lider Jakości 2022
JAKOŚĆ ★ ZAUFANIE ★ RENOMA
SUPER MARKA 2022
prawdziwy STYROPIAN
www.arbet.pl
ARBET
FABRYKA STYROPIANU
fasada GRAFIT

Fala Renowacji

WSPARCIE MODERNIZACJI ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW W POLSCE – LUKI I KIERUNKI ZMIAN



Wnioski z raportu Stowarzyszenia Fala Renowacji

Obecnie wszystkie kraje UE mierzą się z koniecznością przyspieszenia tempa i zwiększenia głębokości oraz zakresu modernizacji energetycznej budynków. Wiele z nich zaczęło już wdrażać polityki publiczne mające odpowiedzieć na to wyzwanie. Instrumenty stosowane przez poszczególne państwa łączą pewne trendy, takie jak dążenie do integracji poszczególnych narzędzi czy wzmocnienie zachęt dla kompleksowych inwestycji. W polskim systemie wsparcia modernizacji energetycznej budynków widać jednak sporo luk.

Żyjemy w czasach rosnących gwałtownie cen energii, niestabilności jej dostaw, konieczności znalezienia zupełnie nowych źródeł jej pochodzenia oraz przyspieszenia w dążeniu do osiągnięcia celów klimatycznych, które zdecydują o przyszłości naszej planety. Splot czynników społeczno-gospodarczych, politycznych oraz środowiskowych sprawia, że to właśnie lata 20. XXI w. są kluczowym okresem dla przyspieszenia transformacji energetycznej.

Transformacja sektora budowlanego ma w tym kontekście kluczowe znaczenie. Lepsze i bardziej energooszczędne budynki poprawią jakość życia ich mieszkańców, pozwolą na obniżenie codziennych rachunków, zmniejszając zjawisko ubóstwa energetycznego, pozwolą na ograniczenie importu paliw kopalnych i przyczynią się do osiągnięcia celów energetycznych i środowiskowych Unii Europejskiej. Poprawa efektywności energetycznej budynków niesie zatem ze sobą ogromne korzyści dla poprawy bezpieczeństwa energetycznego Polski, ale i dla gospodarki oraz społeczeństwa.

Skuteczne wsparcie renowacji energetycznej budynków to ogromne przedsięwzięcie finansowe oraz organizacyjne. Zasadniczym wyzwaniem, jakie stoi przed Polską i pozostałymi krajami Unii

Europejskiej pozostaje zaplanowanie takiej ścieżki wydatkowania nadwerężonych przez pandemię środków finansowych, aby wykorzystać je w optymalny i maksymalnie efektywny sposób.

Zaprojektowany system powinien gwarantować osiągnięcie możliwie jak najtańszym kosztem celów w postaci obniżenia rachunków za prąd i ciepło, szczególnie u najmniej zamożnych grup społecznych, utworzenia dużej liczby nowych miejsc pracy, a także ograniczenia emisji gazów cieplarnianych pochodzących z sektora budowlanego. Skuteczne działania na rzecz przyspieszenia fali renowacji do 3% rocznie przyniosą te efekty.

W tym kontekście warto analizować doświadczenia innych państw europejskich, by te najbardziej efektywne i przystające do polskich potrzeb sprawdzić na naszym rynku. Na tej podstawie w raporcie zawarto wiele zaleceń dla decydentów, którzy w kontekście zmian prawa unijnego, szczególnie dyrektywy o charakterystyce energetycznej budynków, będą musieli zmierzyć się z wyzwaniem przyspieszenia fali renowacji, a także wdrożenia innych rozwiązań regulacyjnych.

ZAŁOŻENIA POLITYKI KLIMATYCZNO-ENERGETYCZNEJ

Cele klimatyczne przyjęte w ramach Europejskiego Zielonego Ładu oznaczają konieczność podwojenia tempa modernizacji energetycznej budynków w Europie poprzez wzrost inwestycji w zeroemisyjne źródła oraz upowszechnienia kompleksowych projektów, łączących poprawę efektywności i wymianę źródła ciepła, pozwalających na efektywne kosztowo osiągnięcie zeroemisyjności obiektów. Wdrożenie założeń pakietu „Fit for 55" do roku 2030 w połączeniu z dodatkowymi działaniami w ramach inicjatywy REPowerEU pozwoli na zaoszczędzenie zasobów gazu ziemnego.

W ramach pakietu „Fit for 55" kluczowe dla sektora zmiany regulacyjne zawarte są w trzech dyrektywach:

- o charakterystyce energetycznej budynków (EPBD),
- w sprawie efektywności energetycznej (EED)
- oraz o odnawialnych źródłach energii (RED).

Najważniejsze reformy dla modernizacji energetycznej budynków to m.in. wprowadzenie ogólnoeuropejskiego standardu budynku zeroemisyjnego, zobowiązanie państw członkowskich do modernizacji co roku minimum 3% budynków będących własnością instytucji publicznych, wprowadzenie minimalnych standardów energetycznych budynków oraz wzrost udziału OZE, możliwy m.in. poprzez zieloną elektryfikację ogrzewania budynków.

Na poziomie krajowym ramy dla wdrażania instrumentów wsparcia modernizacji energetycznej budynków wyznacza Długoterminowa Strategia Renowacji Budynków (DSRB). Strategia ma cele zbieżne z pakietem „Fit for 55" i stwierdza konieczność osiągnięcia odpowiedniej skali działań, wzrostu udziału głębokich renowacji oraz skoncentrowaniu się w pierwszej kolejności na modernizacji budynków o najgorszej charakterystyce energetycznej.

Niemniej, cele DSRB nie uwzględniają zrewidowanych celów unijnych na 2030 r., dlatego też proponowane reformy instrumentów wsparcia powinny uwzględniać nowe standardy zeroemisyjne budynków oraz wyższe tempo modernizacji, zakładane w ramach pakietu „Fit for 55".

Priorytetowe elementy systemów wsparcia różnią się dla kategorii budynków jednorodzinnych oraz publicznych i dlatego zostały potraktowane rozdzielnie.

WSPARCIE MODERNIZACJI BUDYNKÓW JEDNORODZINNYCH

Główne narzędzia wsparcia dla inwestorów indywidualnych to programy „Czyste Powietrze", „Stop smog" oraz ulga termomodernizacyjna. Ze względu jednak na poziom określonej w obu programach maksymalnej wartości dofinansowania niemożliwe jest przeprowadzenie z jego pomocą ambitnych, kompleksowych przedsięwzięć termomodernizacyjnych, a wszystkie systemy wymagają korekt i są wciąż zmieniane, by umożliwić skorzystanie z nich jak największej liczbie beneficjentów.

Jak naprawić luki w systemie wsparcia? Zalecane działania dla budynków jednorodzinnych obejmują:

- dostosowanie programu „Czyste Powietrze" tak, by wspierał on głębokie i kompleksowe modernizacje, w tym:
  - co najmniej podwojenie maksymalnej kwoty dotacji dostępnych w ramach programu,
  - rewizja jednostkowych limitów kosztowych (na m^2) ocieplania przegród, tak żeby uwzględniały one wyższe koszty głębokiej modernizacji,
  - dalsza indeksacja wskaźników kosztowych w przyszłości,
  - zniesienie limitu dochodów uprawniających do ubiegania się o wsparcie z „Czystego Powietrza",
  - zróżnicowanie dotacji do ocieplania przegród w zależności od skali osiąganych oszczędności,
  - wycofanie wsparcia dla paliw kopalnych.
- powiązanie wsparcia w ramach ulgi termomodernizacyjnej z efektami energetycznymi inwestycji,
- zapewnienie wielkoskalowego, efektywnego wsparcia dla najmniej zamożnych właścicieli budynków jednorodzinnych,
- integracja programów „Stop Smog" i „Czyste Powietrze" przy zredefiniowaniu roli samorządów oraz włączeniu spółek energetycznych do programu,
- umożliwienie beneficjentom otrzymania kompleksowej informacji oraz obsługi w zakresie planowania i realizacji renowacji w jednym miejscu – stworzenie ogólnopolskiej sieci punktów doradczych w zakresie efektywności energetycznej (*One-Stop-Shop*).

STANDARD ENERGETYCZNY BUDYNKÓW PUBLICZNYCH

Jak wskazuje Długoterminowa Strategia Renowacji Budynków, głównym źródłem finansowania modernizacji budynków publicznych w Polsce są fundusze UE – ponad 70% inwestycji zrealizowanych przez ten sektor było wdrażane w oparciu o środki unijne. Najważniejszy program wspierający modernizację budynków to FEnIKS na lata 2021–2027 – Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko, z budżetem 25 mln euro, z czego 620 mln euro ma być przeznaczone na inwestycje w efektywność energetyczną obiektów użyteczności publicznej.

Proponowane kierunki zmian w odniesieniu do budynków publicznych:

- wprowadzenie podwyższonego wsparcia dla modernizacji budynków publicznych osiągających zeroemisyjny standard w programach wsparcia finansowanych z funduszy unijnych, KPO oraz Funduszu Modernizacyjnego,
- wdrożenie systemu klas energetycznych ułatwiających zdefiniowane parametrów budynku w kontekście efektywności energetycznej i różnicowanie poziomu wsparcia publicznego na tej podstawie,

- uruchomienie nowego ogólnokrajowego instrumentu finansującego głęboką i kompleksową modernizację budynków publicznych,
- większe wsparcie modernizacja budynków zabytkowych, stanowiących najczęściej obiekty o najniższym standardzie energetycznym,
- stworzenie krajowej bazy danych o efektywności energetycznej budynków
- publicznych poprzez poszerzenie CEEB (Centralnej Ewidencji Emisyjności Budynków),
- stworzenie portalu zawierającego dobre praktyki w zakresie modernizacji energetycznej zabytków, powiązanego z poszerzoną bazą CEEB.

Zaproponowane w raporcie kompleksowe podejście do reformy systemu wsparcia modernizacji budynków w Polsce umożliwi nie tylko osiągnięcie celów wynikających z przepisów unijnych oraz Długoterminowej Strategii Renowacji Budynków, ale także wzmocni bezpieczeństwo energetyczne kraju oraz poprawi jakość zasobu budowlanego. Warto uświadomić sobie, że renowacja budynku to inwestycja realizowana raz na kilkadziesiąt lat. Od podejmowanych dziś decyzji zależy więc to, czy i jakim kosztem Polsce uda się osiągnąć neutralność klimatyczną do 2050 r., jak również to, jaki wpływ na zdrowie i portfele kolejnych pokoleń Polaków będą miały modernizowane w najbliższych latach budynki. ■

Cały raport „Efektywne instrumenty wspierania kompleksowej modernizacji energetycznej budynków w Polsce" na stronie www.falarenowacji.pl

PROMOCJA

ksiegarniatechniczna.com.pl

Książki z dziedziny:

budownictwa
chłodnictwa
ciepłownictwa i ogrzewnictwa
gazownictwa
instalacji sanitarnych
ochrony środowiska
wentylacji i klimatyzacji
instalacji elektrycznych
informatyki
zarządzania i obsługi nieruchomości
oraz programy, słowniki, poradniki



.e .i .b
elektrotechnika
instalacje
budownictwo

Księgarnia Techniczna Grupa MEDIUM

ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel.: 22 512 60 60, faks 22 810 27 42
e-mail: eib@ksiegarniatechniczna.com.pl

www.ksiegarniatechniczna.com.pl

DLACZEGO EKOLOGIA W BUDOWNICTWIE SIĘ OPŁACA?

Ekologia i zrównoważony rozwój odgrywają coraz większą rolę w strategiach firm. Uwzględnia je już 6 na 10 inwestorów nieruchomościowych – wynika z badania CBRE. Oprócz ochrony środowiska i dobrego wizerunku, proekologiczne podejście podnosi też wartość nieruchomości. Wyższe nakłady na energooszczędne rozwiązania zwracają się w postaci większego zainteresowania potencjalnych najemców, możliwości nałożenia wyższych czynszów, stabilnej wartości nieruchomości oraz niższych rachunków za media.

Czynniki ESG (Środowiskowe – Environmental, Społeczne – Social i Ład Korporacyjny – Corporate Governance) są uwzględniane w całym cyklu życia nieruchomości, przy zakupie obiektu, jego wynajmie, a także podczas zarządzania aktywami. Dzięki temu nowoczesne, certyfikowane i bardziej ekologiczne budynki stanowią wyższą wartość dla inwestorów, właścicieli i najemców. Są bardziej odporne na kryzysy, gwałtowne zmiany na rynku czy wprowadzane regulacje środowiskowe. Lepiej utrzymują swoją wartość i umożliwiają zwrot z inwestycji, co jest szczególnie ważne w sytuacji wzrostu cen energii. A przy tym pozwalają na bieżące oszczędności – mówi Paweł Kotlarski, dyrektor w dziale zarządzania nieruchomościami w CBRE, odpowiedzialny za wsparcie firm we wdrażaniu strategii ESG.

BUDOWNICTWO ENERGOOSZCZĘDNE I ZEROEMISYJNE

Nieruchomość spełniająca wymogi niskiej emisyjności i energooszczędności pozwala obniżyć rachunki, co jest kluczowe, zwłaszcza w kontekście rosnących cen mediów. Dodatkowo, coraz więcej firm ma w swoich strategiach osiągnięcie zeroemisyjności w najbliższych latach. Na przykład wśród najemców magazynów jest to już 78% – wskazują dane CBRE.

O ile wdrażanie rozwiązań energooszczędnych w nowoczesnych biurach i w magazynach jest już stosunkowo zaawansowane, to mocno oświetlone i energochłonne centra handlowe wymagają nowych rozwiązań. Przykładem skutecznego działania jest centrum handlowe City Square Mall w Singapurze, w którym specjalne systemy klimatyzujące pomagają utrzymać właściwą temperaturę w obiekcie i ograniczyć emisję dwutlenku węgla o ponad 4 tys. ton rocznie. Z kolei automatyczne oświetlenie schodów i parkingów oszczędza ponad 50 tys. kilowatogodzin energii elektrycznej rocznie.


fot.: www.pixabay.com

WIĘKSZA WARTOŚĆ RYNKOWA OBIEKTÓW

Zielone budynki osiągają wyższe czynsze niż porównywalne nieruchomości niecertyfikowane. Pozwalają przyciągnąć najemców, którzy zapłacą więcej za wysokie standardy środowiskowe. W Stanach Zjednoczonych czynsze za powierzchnie w biurowcach z certyfikatem LEED są o 5,6% wyższe niż w budynkach bez tego certyfikatu. Zalety dla inwestorów są zatem jasne – zielone budynki generują wyższe czynsze i wyższe przychody, jednocześnie wykazując niższe miesięczne koszty operacyjne i eksploatacyjne budynków. Dlatego, jak wynika z raportu „Global Investor Intentions Survey 2021", już 6 na 10 inwestorów uwzględnia czynniki ESG w swoich strategiach.

BUDYNKI PRZYSZŁOŚCI

Na przestrzeni ostatniej dekady znacząco wzrosła liczba regulacji promujących ESG. Przepisy są coraz bardziej restrykcyjne i nakładają wyższe wymagania w kontekście celów zrównoważonego rozwoju. Wkrótce zaczną mieć coraz większy wpływ na rynek nieruchomości. Na przykład regulacje Unii Europejskiej, częściowo obowiązujące już od 2022 r., mają na celu skierowanie strumienia inwestycji finansowych w stronę projektów, które przyczyniają się do łagodzenia skutków zmian klimatu. Również Porozumienie paryskie podpisane przez 196 krajów, w tym Polskę, ma za zadanie do 2030 r. ograniczyć unijną emisję o co najmniej 55% w porównaniu z poziomami z 1990 r. Należy spodziewać się również, że banki coraz częściej będą preferowały tego typu inwestycje i chętniej je kredytowały. Dodatkowo, technologie wykorzystywane w nowoczesnych budynkach, stosowane w rozwiniętych krajach pozwalają uniknąć konieczności ich modernizacji, w związku z przyspieszającymi zmianami w prawie, i zachować stabilną sytuację obiektu na rynku.

ODPORNOŚĆ NA KRYZYSY

W kontekście globalnym, stosowanie zasad ESG w branży nieruchomości zwiększa skuteczność i odporność strategii zarządzania ryzykiem i kosztami w sytuacjach kryzysowych, takich jak pandemia czy ekstremalne zjawiska pogodowe. Przykładowo, dzięki energooszczędności zrównoważone budynki są bardziej pożądane, jeśli sytuacja w gospodarce jest niepewna czy mamy do czynienia z wysoką inflacją oraz poszukiwaniem oszczędności przez firmy. Z kolei ekstremalne upały zwiększają zapotrzebowanie na systemy klimatyzacji i częstotliwość ich wykorzystywania, co wiąże się ze wzrostem wydatków na energię, które zielone obiekty komercyjne pozwalają ograniczać.

Zasady zrównoważonego rozwoju mają coraz większy wpływ na skuteczność inwestycji w nieruchomości. Z tego powodu inwestorzy i deweloperzy, którzy chcieliby utrzymać pozycję na rynku, powinni obserwować i wdrażać pojawiające się rozwiązania.

Źródło: CBRE

ROZWIĄZANIE SPRZYJAJĄCE TERMOMODERNIZACJI – SZYBKI SYSTEM OCIEPLEŃ TYTAN®

Termomodernizacja to zestaw działań remontowych i modernizacyjnych, które mają za zadanie zmniejszyć zużycie energii w budynkach, aby realizować wymagania prawne obowiązujące od 2021 r.

Termomodernizacja zgodna z obowiązującymi Warunkami Technicznymi jest jednym z kluczowych i niezmiernie ważnych działań, których celem jest, m.in. ratowanie i ochrona budynku przed zniszczeniem. Zwykle obejmuje poprawę standardu izolacyjnego budynku, tym samym zwiększając komfort użytkowania. Jednocześnie ograniczone zostaje zużycie energii nieodnawialnej, co korzystnie wpływa na jego enegooszczędność.

INNOWACYJNY SYSTEM OCIEPLEŃ DO CELÓW TERMOMODERNIZACYJNYCH

Szybki System Ociepleń TYTAN® jest odpowiedzią na rosnące wymagania rynku budowlanego. Bazujący na pianokleju poliuretanowym TYTAN PROFESSIONAL IS13 jest przełomową technologią w pełni odpowiadającą na obecne potrzeby rynkowe związane z koniecznością przyspieszenia, ale również ułatwienia prowadzenia prac budowlanych.

W skład prezentowanego systemu ociepleń wchodzą następujące produkty. Na początku warto wymienić 3 z nich:

1. IS13 Szybki klej do styropianu – pianoklej na bazie poliuretanu do montowania warstwy termoizolacyjnej,
2. IS22 Klej z włóknami do siatki lub IS23 Specjalistyczny klej do siatki (biały) – oba w technologii FiberGel,
3. IS53N Tynk silikonowy, natryskowy – do warstwy wykończeniowej aplikowanej mechanicznie.

SZYBKI KLEJ DO STYROPIANIU

Przewagą pianokleju poliuretanowego IS13 jest wysoka przyczepność do płyt termoizolacyjnych. Badania potwierdzają trzykrotnie wyższą przyczepność w porównaniu do tradycyjnych klejów cementowych, która gwarantuje trwałe i szybkie zamocowanie warstwy termoizolacyjnej do większości podłoży budowlanych. Dodatkowym wyróżnikiem jest znacznie niższa wartość współczyn-



nika przewodności cieplnej λ, która dla kleju poliuretanowego wynosi 0,036 W/(m·K), natomiast dla klejów cementowych 0,82 W/(m·K).

Klej poliuretanowy to jednokomponentowy produkt utwardzający się pod wpływem wilgoci znajdującej się w powietrzu. Klej produkowany jest w zakładzie mającym wdrożony System Zarządzania Jakością ISO 9001. Przeznaczony jest do montażu płyt izolacyjnych w systemach ociepleń TYTAN. Wyjątkowo gęsta formuła zapewnia szybki chwyt początkowy, precyzyjną pracę z płytą oraz silną przyczepność do klejonej powierzchni. Produkt jest rekomendowany do montowania płyt ze styropianu grafitowego, białego (EPS), płyt XPS oraz płyt PUR/PIR i wełny mineralnej. Klej może być stosowany na wszystkich typowych podłożach budowlanych takich jak beton, gazobeton, ceramika, bloczki silikatowe oraz w podłożach trudnych takich jak podłoża drewniane i drewnopochodne, metalowe i szkliwione.

Klej poliuretanowy wyróżnia się:

- błyskawicznym montażem,
- wyjątkowo dobrą przyczepnością,
- szybkim chwytem,
- kołkowaniem już po 2 godzinach.

Kolor	szary
Wydajność (pokrycie powierzchni)	6–12 m²
Wydajność [metry bieżące]	52–58 m²
Czas pełnego utwardzania	24 godz.
Czas otwarty	≤ 5 min
Czas korekty	≤ 10 min
Współczynnik przewodzenia ciepła λ	0,036 W/(m·K)
Klasa palności (DIN 4102)	B3
Klasa palności (EN 13501-1:2008)	F

TABELA. **Dane techniczne Szybkiego kleju do styropianu**

Klej zachowuje swoją przydatność do użycia w ciągu 12 miesięcy od daty produkcji pod warunkiem, że jest przechowywany w oryginalnych opakowaniach w pozycji pionowej (zaworem do góry). Pianoklej można aplikować w temperaturze otoczenia od 0 aż do 35°C – to istotna przewaga w stosunku do klejów cementowych.

TYNKI NATRYSKOWE I UNIWERSALNY GRUNT POD TYNKI

Tynki aplikowane metodą natryskową w czasach wzrastających kosztów robocizny, stają się bardzo ciekawym rozwiązaniem ułatwiającym proces budowlany i pozwalają przyspieszyć prace w celach wykończenia elewacji. Ich użytkowanie jest stosunkowo proste i wymaga jedynie obsługi kompresora.

W skład systemu ociepleń TYTAN® wchodzą dwa unikatowe produkty: tynki natryskowe (cztery rodzaje) i grunt pod tynki:

1. Strukturalne tynki natryskowe:
   - IS51N – akrylowy,
   - IS53N – silikonowy,
   - IS52N – zolokrzemowy,
   - IS55N – hybrydowy,
2. Uniwersalny grunt pod tynki IS41 – preparat gruntujący pod wyprawy tynkarskie.

Ważnym elementem prezentowanego systemu ociepleń są tynki natryskowe, przede wszystkim IS53N Tynk silikonowy, którego cechuje znaczna hydrofobowość (efekt perlenia wody na powierzchni), niska nasiąkliwość powierzchniowa oraz odpowiednio dobrana szczelność uzyskanej powłoki. Wszystkie te parametry skutecznie zabezpieczają przed wnikaniem wody w strukturę tynku. Dodatkową właściwością tynku jest efekt samooczyszczenia, który dotyczy m.in. zabrudzeń organicznych zmywanych pod wpływem opadów atmosferycznych. Cecha ta intensyfikuje odporność elewacji na brud, kurz, pył zwłaszcza w aglomeracjach miejskich i w okolicach przemysłowych. Ważną zaletą jest także odporność na promieniowanie UV oraz na starzenie warstwy wykończeniowej elewacji pod wpływem oddziaływania niekorzystnych czynników atmosferycznych. Jednocześnie elewacja jest odporna na różnice temperatur między dniem a nocą oraz na pojawiające się, zwłaszcza w okresie zimy, cykle zamarzania i rozmarzania.

Ogromną przewagą Systemu Ociepleń TYTAN® jest znacznie krótszy czas pełnego utwardzania kleju, który wynosi maksymalnie 24 godz., przy 28. dniowym okresie pełnego utwardzenia się klejów cementowych. Przystąpienie do mocowania mechanicznego (kołkowanie) można rozpocząć już po 2 godz., natomiast w przypadku klejów cementowych najszybciej po 24 godz., przy czym rekomenduje się 48 godz.

Tak dobrane produkty eliminują uciążliwe i czasochłonne czynności, redukując całkowity czas wykonania ocieplenia nawet o 50% w porównaniu do technologii tradycyjnej, bazującej wyłącznie na klejach cementowych i tynkach nakładanych ręcznie. Przedstawione rozwiązanie skutecznie eliminuje często występujące błędy przy montażu materiału izolacyjnego – potencjalne mostki termiczne odpowiedzialne za straty ciepła. Wśród istotnych wyróżników jest zdecydowanie szerszy zakres temperatur stosowania do 35°C (przy zastosowaniu dodatku letniego dla tynków). Rozwiązanie to skutecznie wydłuża możliwość prowadzenia prac budowlanych. ■

KONTAKT

TYTAN® PROFESSIONAL

Selena SA
ul. Wyścigowa 56 E, 53-012 Wrocław
tel. 71 783 83 01, faks 71 783 83 00
kontakt@selena.com, www.selena.com/pl

Małgorzata Kośla

ROLA EKOLOGII W BUDOWNICTWIE I ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ

Zrównoważone budownictwo ma na celu zmniejszenie wpływu tej gałęzi przemysłu na środowisko i już dawno przestało być jedynie chwilowym trendem, a stało się koniecznością. Ekologiczne budownictwo stale się rozwija i znacząco poprawia jakość życia mieszkańców i stan planety. Ekonomiczne wykonawstwo, oszczędna eksploatacja obiektu, ekologiczne technologie i materiały to tylko kilka warunków zrównoważonego budownictwa. Rola ekologii w budownictwie jest ogromna i pełni kluczową funkcję w zachowaniu zrównoważonego ekosystemu, optymalizacji gospodarki i mniejszej eksploatacji środowiska naturalnego. Warto dowiedzieć się, na czym polega ekologiczne budownictwo i poznać jego elementy.

Budownictwo zrównoważone czy ekologiczne to prężnie rozwijająca się gałąź budownictwa, która ma pozytywny wpływ na środowisko i gospodarkę. Obecnie można stwierdzić, że to już nie tylko trend, ale norma, a wręcz obowiązek. Wszystkie działania mające zmniejszyć emisję CO_2, takie jak redukcja zapotrzebowania na energię z zewnątrz w budynkach czy dekarbonizacja sektora energetycznego, to niemal konieczność przy planowaniu nowych inwestycji lub modernizacji istniejących bdynków. Jednak zrównoważone budownictwo ma do zaoferowania o wiele więcej, a branża budowlana jest kluczową w walce o środowisko.

Za zrównoważone budownictwo uznaje się taką działalność człowieka, która polega na projektowaniu i budowaniu obiektów w sposób zgodny z równoważonym rozwojem (ekorozwojem). Chodzi przede wszystkim o dbałość o środowisko naturalne i jego dobra oraz oszczędne dysponowanie surowcami podczas całego cyklu budowlanego, na który składają się: projekt, prace konstrukcyjne, eksploatacja budynku (w tym remont czy modernizacja) oraz rozbiórka.

Co bardzo ważne, zrównoważone budownictwo polega na utrzymaniu stałego efektu ekologicznego budynku przez cały czas, a nie okresowo. Aby tak było, wykonuje się takie działania jak np. zazielenianie budynków i terenów przyległych, a także dba się o niski pobór energii czy w końcu wykorzystuje się materiały przyjazne środowisku.

WAŻNE ELEMENTY ZRÓWNOWAŻONEGO BUDOWNICTWA

Ekologiczne budownictwo w Polsce i na świecie kieruje się kilkoma kluczowymi zasadami, m.in.:

1. Niestosowanie materiałów niebezpiecznych i uciążliwych dla środowiska naturalnego.
2. Zaprojektowanie domu w taki sposób, aby ograniczać zanieczyszczenia oraz zużycie energii.
3. Lokalizacja budynku, która nie zaburza krajobrazu i dobrze wpasowuje się w otoczenie.

Rola ekologii w budownictwie jest znacząca, a budownictwa w ekologii kluczowa. Jaki jest cel ekologii w tym aspekcie? Przede wszystkim zmniejszenie negatywnego wpływu przemysłu budowlanego na otoczenie oraz zdrowie człowieka.

Inne istotne założenia zrównoważonego budownictwa:

- wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii, zwłaszcza wody i słońca,
- korzystanie z materiałów budowlanych dostępnych „na miejscu”,
- redukcja opadów i zanieczyszczeń,
- minimalizacja szkodliwości budynków dla zdrowia i otoczenia,
- unikanie materiałów szkodliwych dla środowiska,
- korzystanie z tzw. „zielonej architektury”,
- wykorzystywanie zalet modernizacji – lepiej modernizować budynki niż wznosić nowe,
- jak najmniejsza powierzchnia nowych budynków,
- wykorzystanie wolnych przestrzeni w mieście jest lepsze niż zagospodarowywanie terenów naturalnych poza jego powierzchnią.

WYMIARY BUDOWNICTWA EKOLOGICZNEGO

Kluczową rolę w zrównoważonym budownictwie pełnią ekologiczne materiały. Za takie uważa się np. drzewo pochodzące z lasów certyfikowanych, które prowadzą kontrolowane wycinki drzew, a ich tereny są zarządzane zgodnie z zasadami ekologii. Inne materiały uznane za ekologiczne to m.in. kamień, bambus, słoma czy metale z odzysku.

Ważną rolę odgrywają też materiały wykorzystywane do ponownego użytku lub te nadające się do recyklingu, a do takich można zaliczyć m.in.:

- kokos,
- len,
- linoleum,
- wełnę owczą,
- papierowe panele,
- glinę,
- trawę morską,
- korek,
- wapień,
- płyty pilśniowe.

Bardzo ważną częścią zrównoważonego budownictwa jest tzw. zielone budownictwo, które traktuje przyrodę jako sprzymierzeńca i pozwala na budowanie zielonych dachów czy fasad. Taki sposób znany jest już ze starożytności, czego przykładem mogą być wiszące ogrody. Jakie

są zalety zielonego budownictwa? Poprawia mikroklimat oraz jakość powietrza i reguluje warunki termiczne. Co więcej, pozwala na magazynowanie wód opadowych i skutecznie zmniejsza zagrożenie spowodowane coraz niższą dostępnością wody pitnej. Zielone budownictwo pozwala także tłumić hałas miasta, podtrzymuje różnorodność biologiczną i zwiększa odporność ogniową przegród. Może również zmniejszać uszkodzenia dachu i fasad budynku.

W kontekście ochrony zasobów wodnych ważną kwestią jest także zrównoważone zagospodarowanie wód deszczowych. Polega ono przede wszystkich na ograniczaniu zrzutów wód deszczowych z przestrzeni urbanizacyjnych do kanalizacji, a także wód powierzchniowych. Ważne jest także oczyszczanie spływów deszczowych odprowadzanych do wód powierzchniowych. Robi się to w celu ponownego wykorzystania zasobów wodnych, np. poprzez tworzenie miejsc rekreacyjnych i wypoczynkowych, dzięki wykorzystaniu urządzeń zagospodarowujących wodę deszczową.

Istotną i coraz częściej wykorzystywaną metodą na pozyskiwanie energii jest fotowoltaika. Dzięki panelom słonecznym energia pochodząca ze światła słonecznego przekształcana jest w energię elektryczną. To jedna z najprężniej rozwijających się metod pozyskiwania energii ze źródła odnawialnego na świecie.

Innym obliczem ekologii w budownictwie jest naturalny sposób pozyskiwania energii, którym jest odzysk w zmodernizowanych spalarniach śmieci i RDF – pracują one dzięki piecom oscylacyjnym i rotacyjnym, w których podczas utylizacji odpadów wytwarza się energia możliwa do wykorzystania przy ogrzewaniu budynków. Innym zastosowaniem takiej energii jest także rolnictwo lub przemysł.

Przemysł cementowy to także ważna gałąź ekologicznego budownictwa. W Polsce zagospodarowuje się nawet do 15% odpadów komunalnych, dzięki zapotrzebowaniu na nośniki energii wykorzystywane do wypalania klinkieru. Także w ściekach komunalnych mamy dostępne duże zasoby naturalne, a dzięki innowacyjnym technologiom można odzyskać ogromne ilości wody, energii i surowców wtórnych. Te kwestie bada m.in. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Warty uwagi w temacie roli ekologii w budownictwie jest także transport. Współcześnie to właśnie transporty: drogowy, kolejowy, lotniczy i wodny, powodują aż 25% emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Aby to zmienić, buduje się tzw. ekologiczne drogi, rozwinięte ścieżki rowerowe czy drogi ułatwiające transport publiczny. Coraz częściej na rynek wypuszcza się samochody elektryczne, a w niektórych miastach kursują już autobusy elektryczne. Ze wszystkich środków transportu, najlepiej prezentuje się kolej, która ma najniższą emisję CO_2 – Komisja Europejska w latach 2021–2027 będzie stawiać m.in. na modernizację tej gałęzi transportu publicznego i zwiększenie ekologii transportu w ogóle. ■

PLGBC
Polskie Stowarzyszenie
Budownictwa Ekologicznego

ZRÓWNOWAŻONE CERTYFIKOWANE BUDYNKI

Coraz wyższe wymagania techniczne oraz ekologiczne wobec obiektów budowlanych oraz konieczność poprawy efektywności energetycznej budynków w Polsce sprawiają, że projektanci i inwestorzy coraz częściej biorą pod uwagę nie tylko zgodność budynków z zasadami zrównoważonego rozwoju, ale także komfort przebywania w nich i użytkowania. Jednocześnie rosnące ceny energii elektrycznej i ogrzewania zmuszają do szukania rozwiązań, które pozwolą obniżyć koszty eksploatacji.

Certyfikacja budynków to już nie wybór, a standard – efekt rosnącej świadomości ekologicznej wśród właścicieli oraz użytkowników obiektów. Środowisko, w którym żyjemy, w tym także budynki, w których mieszkamy, pracujemy, spędzamy wolny czas, mają bardzo duży wpływ na nasze samopoczucie.

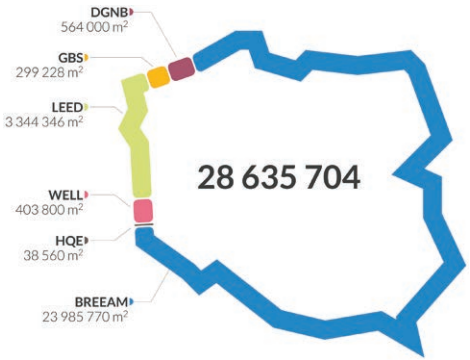
Certyfikaty takie jak LEED, BREEAM czy WELL to gwarancja, że budynek jest efektywny energetycznie oraz bezpieczny dla zdrowia użytkowników.

OBIEKTY BIUROWE, HANDLOWE, MAGAZYNOWE – WZROSTY I SPADKI

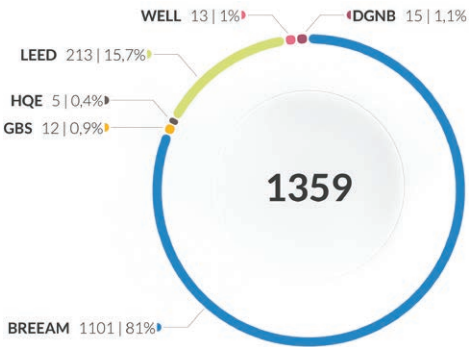
W analizowanym okresie (raport dotyczy okresu marzec 2021–marzec 2022 r.) widać wzrost certyfikowanej powierzchni magazynowej – aż o 4 mln m^2 w ciągu roku (jest to 171 nowych certyfikowanych obiektów). Tym samym certyfikowana powierzchnia magazynowa o 1,9 mln m^2 przekroczyła certyfikowaną powierzchnię biurową, która królowała we wszystkich zestawieniach od samego początku certyfikacji wielokryterialnych w Polsce.

Kolejny ważny trend to kolosalny spadek nowych certyfikacji wśród obiektów handlowych. W okresie obejmującym niniejszy raport są tylko cztery nowe certyfikowane obiekty tego typu (rok wcześniej było 45). Jest to ewidentny sygnał zmian zachodzących w tej części rynku w wyniku pandemii.

Skutkiem pandemii jest także trzecie zjawisko: duża liczba przyznawanych WELL Health & Safety Rating, których na moment zamknięcia analizy było już 43, wobec siedmiu rok wcześniej. Ta ocena nie jest jednak brana pod uwagę w całościowym zestawieniu, ponieważ nie jest to certyfikat wielokryterialny, a tylko system oceny bezpieczeństwa budynków, który pozwala stwierdzić, czy procedury zastosowane w budynku zmniejszają zagrożenie związane z COVID-19 oraz inne zagrożenia epidemiologiczne.



RYS. 1. **Powierzchnia użytkowa certyfiowanych obiektów**



RYS. 2. **Liczba certyfiowanych budynków**

LICZBA CERTYFIKOWANYCH BUDYNKÓW

Parametrem, który najlepiej przedstawia obraz zrównoważonego, certyfikowanego budownictwa w Polsce, jest powierzchnia użytkowa certyfikowanych budynków, która bardzo dynamicznie zbliża się do 30 mln m^2. Obecnie wynosi już 28,6 mln m^2 (**RYS. 1**), co daje 24-procentowy wzrost w ciągu roku. Rok temu powierzchnia ta była o ponad 5 mln m^2 mniejsza.

W bieżącym zestawieniu liczba certyfikowanych budynków osiągnęła już prawie 1400 (**RYS. 2**). BREEAM utrzymuje pozycję lidera, osiągając 81% udziału w rynku, a tegoroczna liczba budynków certyfikowanych w tym systemie przekroczyła liczbę wszystkich certyfikowanych budynków w zeszłorocznym raporcie. W LEED certyfikowanych jest prawie 16% wszystkich budynków, natomiast udział pozostałych czterech certyfikacji oscyluje w granicach 1%.

RYS. 2 obejmuje wszystkie systemy certyfikacji i wszystkie rodzaje budynków – projektowane, budowane, jak i te istniejące przed nadaniem certyfikatu. Znajdują się tu również budynki precertyfikowane (LEED i WELL) oraz posiadające certyfikat interim (BREEAM).

Roczny przyrost liczby certyfikowanych budynków wyniósł 23,5% – jest to mniejszy wzrost niż rok wcześniej. Należy jednocześnie zaznaczyć, że w analizowanym okresie przybyło 259 certyfikowanych budynków, natomiast rok wcześniej liczba ta wyniosła 255.

POSZCZEGÓLNE SYSTEMY CERTYFIKACJI

BREEAM, posiadający największy, 81-procentowy udział w rynku, zanotował roczny wzrost liczby budynków na poziomie 27%. Spośród 259 wszystkich budynków, które w ciągu roku dołączyły do zestawienia, 236 poddanych zostało certyfikacji BREEAM.

Najwięcej certyfikatów przyznano dotychczas w schemacie BREEAM In-Use (dla obiektów istniejących), jednak trzeba wziąć pod uwagę, że budynek najczęściej ubiega się o dwa osobne certyfikaty w tym schemacie, dlatego też należałoby całkowitą liczbę przyznanych certyfikatów podzielić przez dwa, aby uzyskać wiarygodny obraz.

Dotychczas 523 certyfikaty BREEAM przyznano budynkom nowym. Pośród tych budynków 80% uzyskało już finalny certyfikat, a 20% budynków posiada certyfikat interim na poziomie

Zgodnie z wynikami badania przeprowadzonego wśród najemców na polskim rynku przestrzeni biurowych, aż 60% pracowników oczekuje od pracodawcy zrównoważonych strategii w ramach środowiska pracy. Takie podejście potwierdzają również badania przeprowadzone w 2021 r. wśród inwestorów na rynku europejskim – 83% badanych spodziewa się rosnącego popytu na zrównoważone budynki ze strony najemców. Certyfikaty zmniejszają ryzyko pustostanów, mają także wpływ na wysokość stawek najmu. W najbliższych latach popyt na powierzchnie i biura certyfikowane powinien wzrosnąć. Proces certyfikacji to najbardziej wiarygodny, transparentny, porównywalny i skwantyfikowany sposób oceny nieruchomości w zakresie zrównoważonego rozwoju – uważa Anna Jarzębowska z CBRE.

projektowym. Schemat New Construction reprezentowany jest na naszym rynku już w czterech wersjach: Commercial, Industrial, Residential i Education.

Oceny uzyskiwane przez inwestycje certyfikowane w systemie BREEAM pozostają na niezmiennie wysokim poziomie. Najwyższe noty – Very Good, Excellent i Outstanding stanowią aż 84% wszystkich ocen.

Certyfikacja LEED, druga najbardziej popularna certyfikacja w Polsce, zanotowała w ciągu ostatniego roku taki sam jak rok wcześniej, 12-procentowy przyrost liczby nowych budynków. Certyfikacja LEED reprezentowana jest w Polsce przez schematy Core & Shell oraz New Construction dla budynków nowych i Existing Building Operations & Maintenance dla obiektów istniejących.

Podobnie jak w BREEAM, poziom ocen w systemie LEED jest bardzo wysoki – dwie najwyższe noty stanowią 92% wszystkich rezultatów.

W niemieckim systemie DGNB certyfikowano dotychczas 15 budynków, co w tym przypadku przekłada się na liczbę sześciu certyfikatów, ponieważ jeden z certyfikatów obejmuje aż 10 budynków należących do jednego kompleksu produkcyjnego. Jest to dokładnie taki sam wynik, jak w zeszłorocznej analizie.

We francuskim systemie HQE od końca 2018 r. nie certyfikowano żadnych nowych obiektów. Obejmuje on nadal pięć budynków mieszkalnych.

Zrównoważone budownictwo to także decyzja biznesowa. Gdy w procesie projektowania i budowy bierze się pod uwagę zrównoważony rozwój, budynki osiągają niższe koszty przez cały okres ich użytkowania. Zielone budynki zapewniają też wysoką jakość środowiska wewnętrznego, co jest korzystne dla zdrowia i komfortu ludzi. Każdy projekt może wykorzystywać zrównoważone praktyki budowlane, aby zmniejszyć swój wpływ na środowisko. Jednak certyfikacja zielonego budynku pokazuje, że projekt został zatwierdzony przez bezstronną i uznaną organizację. Certyfikat przyciąga najemców, ponieważ oczekują oni oszczędności operacyjnych, ale też możliwości korzystania z komfortowych wnętrz. Certyfikacja przynosi również korzyści wizerunkowe. Firmy, których siedziby znajdują się w obiekcie certyfikowanym, są postrzegane jako odpowiedzialne społecznie – podkreśla Hubert Wiśniewski, Wicona Poland

WAŻNE DANE I LICZBY

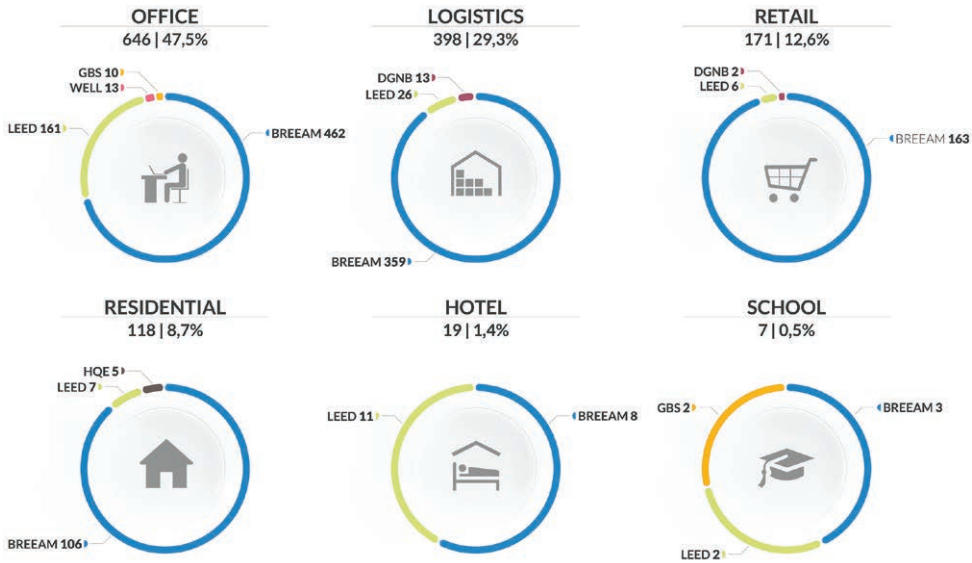
- Liczba budynków certyfikowanych w okresie marzec 2021 – marzec 2022 r. w systemie BREEAM przekroczyła liczbę wszystkich certyfikowanych budynków prezentowanych w poprzednim zestawieniu.
- The Warsaw Hub otrzymał w ostatnim czasie kilka nowych certyfikatów i aktualnie posiada: BREEAM (wrzesień 2021) i WELL Health & Safety (marzec i maj 2021), a także LEED Commercial Interiors dla biura Google (luty 2022).
- Najwyższą ocenę w BREEAM In-Use v6 (Outstanding) otrzymał w minionym roku Q22 (certyfikat tylko w części Asset Performance, czerwiec 2021)
- Pierwsze certyfikacje na poziomie Platinum w LEED Commercial Interiors v4: Fabryczna Office Park – budynki B2 i B3 (lipiec 2021) oraz biuro Google w Tertium Business Park A (sierpień 2021). Wszystkie trzy znajdują się w Krakowie.
- Warsaw Unit jest pierwszym budynkiem precertyfikowanym w systemie WELL v2 (wrzesień 2021). Jest to więc budynek oceniony w trzech systemach: certyfikat BREEAM International 2013 New Construction: Offices (listopad 2021, Outstanding), precertyfikacja WELL v2 Core & Shell i ocena WELL Health & Safety (wrzesień 2021 i styczeń 2022) oraz Green Building Standard.
- Poznański zespół biurowy Malta Office Park w listopadzie 2021 r. jako pierwszy na świecie przeszedł proces re-measurement w BREEAM In-Use v6 2020 International i uzyskał ocenę Excellent w kategoriach Asset Performance i Management Performance.
- Krakowski biurowiec V.Offices otrzymał nagrodę dla najlepszego budynku z BREEAM w Europie Środkowo-Wschodniej podczas BREEAM Summit 2022 w marcu tego roku. W zeszłym roku biurowiec otrzymał certyfikat na poziomie Outstanding z jednym z najwyższych wyników na świecie: 98,87%.

W systemie WELL w Polsce jest 14 certyfikatów wielokryterialnych oraz 43 Health & Safety Rating (ocena ta nie jest jednak brana pod uwagę w całościowym zestawieniu, ze względu na jej jednokryterialny charakter).

Polski system Green Building Standard reprezentowany jest przez 12 certyfikowanych budynków, o trzy więcej niż w roku poprzednim.

BUDYNKI NOWE I ISTNIEJĄCE

Większość systemów certyfikacyjnych oferuje możliwość ewaluacji zarówno nowych, jak i istniejących obiektów. O ile schematy dla nowych projektów można uznać za zbliżone do siebie, to te przeznaczone dla obiektów istniejących różnią się od siebie znacząco pod kątem zakresu i kosztów, co ma bezpośrednie przełożenie na liczbę certyfikowanych budynków. Udział budynków nowych w ogóle budynków certyfikowanych wynosi obecnie 63% – jest to o 2% mniej w porównaniu z rokiem poprzednim. Analogicznie, 2-procentowy wzrost udziału zanotowały



RYS. 3. **Podział branżowy certyfkowanych budynków**

certyfikowane obiekty istniejące. Roczny wzrost liczby nowych budynków certyfikowanych wyniósł 19,5% (w roku poprzednim było to 32%), co równe jest 140 obiektom. Z kolei wzrost certyfikacji budynków istniejących wyniósł 31% (119 budynków), w porównaniu z 27-procentowym wzrostem rok wcześniej.

Elementy poprawiane w ramach certyfikacji pomagają zmniejszyć koszty funkcjonowania budynków m.in. poprzez redukcję zużycia energii elektrycznej i wody, przy jednoczesnym zachowaniu komfortu użytkowania. Ważnym aspektem jest również zwiększenie udziału odpadów sortowanych w masie wytwarzanych odpadów.

CERTYFIKOWANE BUDYNKI – PODZIAŁ NA BRANŻE

W miarę rozwoju i dojrzewania rynku certyfikacji budynków w Polsce można zaobserwować coroczny spadek udziału sektora nieruchomości biurowych, które zapoczątkowały standard certyfikacji w Polsce. Biurowce nadal znajdują się na pozycji lidera, z 48-procentowym udziałem, jednak branża logistyczna wciąż stara się je „dogonić", osiągając w tym roku już 29% udziału branżowego (**RYS. 3**).

Przy podziale certyfikowanej powierzchni użytkowej według branż, w stosunku do ubiegłorocznego zestawienia, widoczne jest 5-procentowe zmniejszenie udziału certyfikowanej powierzchni biurowej i 4-procentowe powierzchni handlowej na rzecz powierzchni magazynowej. Udział nieruchomości handlowych stanowi obecnie 13% certyfikowanych obiektów. Sektor mieszkaniowy lekko zwiększył swój udział do 9%, natomiast hotele stanowią, podobnie jak w zeszłym roku, 1,5%, zaś szkoły – 0,5% wszystkich certyfikowanych budynków.

Analizując poszczególne branże, warto podkreślić roczny wzrost liczby certyfikacji. Od zeszłego roku liderem wzrostów jest branża magazynowo-przemysłowa, która zanotowała aż 171 nowych

*W ubiegłym roku tematyka ESG (dbałość o środowisko – **E**, społeczna odpowiedzialność – **S** i ład korporacyjny – **G**) przybrała na sile jako jeden z kluczowych trendów rynku nieruchomości. Wraz ze wzrostem zainteresowania zielonymi rozwiązaniami ze strony funduszy inwestycyjnych i właścicieli nieruchomości, również rynek certyfikacji stale się rozwijał. Oprócz sektora biurowego, w którym certyfikaty zagościły na dobre, dynamiczny rozwój zielonego budownictwa miał miejsce na rynku magazynów oraz centrów handlowych. Jak będzie wyglądać przyszłość? Jak wskazano w najnowszym raporcie IPCC (Międzynarodowego Zespołu ds. Zmian Klimatu) – bez niemal natychmiastowej redukcji gazów cieplarnianych ograniczenie wzrostu temperatury naszej planety do 1,5° względem epoki przedprzemysłowej będzie niemożliwe, a konsekwencje będą drastyczne. Nieruchomości odpowiadają za blisko 40-procentowy udział w emisji gazów cieplarnianych. To sprawia, że zrównoważone zmiany całego rynku mają ogromne znaczenie – ekologiczne certyfikaty i wskazane w nich dobre praktyki będą mechanizmem, który wspomoże wysiłki redukcyjne, wpisując się na dobre w strategie ESG deweloperów, właścicieli i najemców* – podsumował Andrzej Gutowski z Colliers Poland.

obiektów certyfikowanych, co daje rekordowy 75-procentowy wzrost w porównaniu z rokiem poprzednim.

Na koniec 2021 r. w Polsce było dostępnych prawie 12,2 mln m^2 nowoczesnej powierzchni biurowej[1)], z czego aż 87% to powierzchnia certyfikowana, o 4% więcej niż w roku poprzednim. Od kilku lat wszystkie powstające w Polsce nowe inwestycje biurowe podlegają certyfikacji wielokryterialnej.

Wśród warszawskich biurowców utrzymuje się stały poziom ok. 93% certyfikowanych budynków w ogóle całkowitej powierzchni nowoczesnych biurowców w Warszawie, która wyniosła ponad 6,1 mln m^2 na koniec 2021 r.[2)]

Powierzchnia certyfikowanych obiektów handlowych w zeszłym roku przekroczyła po raz pierwszy połowę całkowitej nowoczesnej powierzchni handlowej, a udział ten został zwiększony o kolejne 3% w tegorocznym zestawieniu, osiągając 54% z całkowitego zasobu nowoczesnej powierzchni handlowej, która na koniec 2021 r. osiągnęła ok. 12,3 mln m^2.[3)]

BUDYNKI MIESZKANIOWE

W sektorze mieszkaniowym widać nadal zainteresowanie certyfikacjami wielokryterialnymi. Na przestrzeni roku przybyło 29 nowych budynków. Budynki mieszkalne certyfikowane były w trzech systemach, a liczba wszystkich budynków mieszkalnych poddanych dotychczas certy-

1) Colliers, Market Insights. Raport roczny 2022, www.colliers.com/pl-pl/research/market-insights-annual-report-2022 [dostęp 05.04.2022]

2) CBRE, Poland Real Estate Market Outlook 2022, www.cbre.pl/pl-pl/raporty/Poland-Real-Estate-Market-Outlook-2022 [dostęp 05.04.2022]

3) Knight Frank, Polska. Review 2021 & Outlook 2022. Rynek nieruchomości komercyjnych, www.knightfrank.com.pl/research/review-2021-outlook-2022-pl-8874.aspx [dostęp 05.04.2022]

W 2021 r. rynek zainteresował się tematyką ESG. Certyfikacje wielokryterialne będą nabierać jeszcze większego znaczenia na rynku nieruchomości w związku z koniecznością ograniczenia emisji gazów cieplarnianych oraz wprowadzanymi europejskimi legislacjami. Inwestorzy, którzy od lat zajmują się zrównoważonym rozwojem poprzez certyfikowanie swoich nieruchomości w schematach BREEAM/LEED, będą płynniej przechodzić przez transformację. Efektywnym energetycznie budynkom, z opomiarowaniem mediów, systemami oszczędności wody, będzie łatwiej spełnić kryteria zgodności z taksonomią EU, gdyż jej wymagania pokrywają się częściowo z założeniami certyfikacji. Legislacja wprowadzana w zakresie ESG jasno wskazuje, że nie ma innego kierunku dla branży nieruchomości, niż odpowiedzialne podejście do budownictwa, jakim jest zarówno troska o ekologię, jak i zrównoważony rozwój całego biznesu – ocenia Agnieszka Wójcicka z firmy deweloperskiej White Star Real Estate.

fikacji wyniosła 118. Odnotowano 20-procentowy wzrost certyfikowanej powierzchni mieszkaniowej wobec 22-procentowego wzrostu w roku poprzednim.

Wobec zachodzących zmian klimatycznych sektor budowlany otrzymuje nowe zadanie. Nie jest to tylko zaprojektowanie budynku zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Aby mówić o architekturze zrównoważonej, rzeczywiście sprzyjającej człowiekowi i środowisku, konieczna jest zmiana definicji i zakresu projektu. Powinien on być poszerzony o etapy „zasiedlenia", eksploatacji i rozbiórki, opierając się na cyrkularnym modelu gospodarczym (obiegu zamkniętym). Zastosowanie tego modelu spowoduje, że budynki będą projektowane, budowane i ponownie wykorzystywane bez marnowania surowców, przy ograniczonej emisji CO_2, przy ograniczonej ilości odpadów, a ich wpływ na zanieczyszczanie środowiska będzie zdecydowanie mniejszy.

Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Ekologicznego opracowało i wprowadziło w zeszłym roku polską wielokryterialną ocenę dla budynków mieszkalnych ZIELONY DOM. Certyfikat wyróżnia inwestycje o wysokiej jakości ekologicznej i efektywności energetycznej oraz związanej z tym redukcji kosztów użytkowania. Powstał z potrzeby udostępnienia deweloperom i inwestorom prostego, a zarazem ambitnego narzędzia do podkreślenia jakości projektów mieszkaniowych oraz świadomego wpisania się w budownictwo ekologiczne w Polsce[4)]. Obecnie zarejestrowane w systemie są już pierwsze projekty, jednak metodologia niniejszego raportu nie pozwala na branie pod uwagę w zestawieniu rejestracji, więc nie są one wliczone do zbiorczych analiz. Oto kilka ważnych danych: zarejestrowane inwestycje mieszkaniowe obejmują 71 budynków, a w nich 478 mieszkań na prawie 35 tys. m^2 zrównoważonej powierzchni mieszkalnej.

Warto podkreślić, że zarejestrowane projekty realizują wysoką efektywność energetyczną budynków poprzez zastosowanie pomp ciepła do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz systemów wentylacji mechanicznej z rekuperacją, zarówno w budynkach jedno-, jak i wielorodzinnych. Rozwiązania wykorzystane w zgłoszonych projektach ewidentnie pokazują, jak duży potencjał tkwi w polskiej certyfikacji.

4) Więcej informacji: www.zielonydom.plgbc.org.pl

2021 był rokiem zmian i nowości na polskim rynku certyfikacji. Zaostrzono przepisy w zakresie oszczędności energii i izolacyjności cieplnej (WT 2021), debiutował także nasz rodzimy certyfikat wielokryterialny ZIELONY DOM. Co ciekawe, rynek inwestycyjny zaczął orientować się na rozwój sektora PRS (Private Rented Sector). Wszystko to sprawiło, że staliśmy się świadkami ewolucji branży inwestycyjno-projektowo-wykonawczej oraz budownictwa mieszkaniowego. Wcześniej certyfikacja dotyczyła przede wszystkim budynków biurowych, magazynowych czy handlowych. Wierzę, że certyfikat ZIELONY DOM powoli zacznie odwracać ten trend i za kilka lat Polacy nie tylko będą pracować, ale i mieszkać w budynkach zrównoważonych. Pojawiły się już pierwsze projekty, które śmiało można nazwać budownictwem nowoczesnym – mówi Łukasz Dembski, partner zarządzający w firmie Dembski-Nowak.

Certyfikacja budynków w systemach oceny wielokryterialnej zmienia standardy obiektów i uwidacznia potrzebę zwracania uwagi również na kwestie stosowanych wyrobów. Indywidualne deklaracje środowiskowe EPD, zapewniając transparentność w obszarze wpływu produktu na środowisko, pomagają interesariuszom w podejmowaniu świadomych wyborów.

Analiza LCA wpływu produktu na środowisko, zintegrowana z procesem innowacji, odgrywa kluczową rolę w opracowywaniu bardziej zrównoważonych produktów.

PODZIAŁ TERYTORIALNY CERTYFIKOWANYCH OBIEKTÓW

W podziale na województwa, niezmiennie województwo mazowieckie utrzymuje się na pierwszej pozycji. W analizowanym roku jego udział zmalał do 42% (o 3% mniej niż rok wcześniej). Kolejne trzy województwa to małopolskie, śląskie i dolnośląskie, z praktycznie takim samym, 9-procentowym udziałem.

POLSKA NA TLE EUROPY ŚRODKOWO-WSCHODNIEJ

Od początku analizowania rynku certyfikowanych budynków Polska pozostaje liderem[5)] pod względem liczby tych budynków wśród krajów Europy Środkowo-Wschodniej. Obecnie 45% wszystkich budynków certyfikowanych z regionu Europy Środkowo-Wschodniej zlokalizowanych jest w naszym kraju.

Opracowano na podstawie raportu „Zrównoważone certyfikowane budynki", wydanego przez Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Ekologicznego (PLGBC)

Zobacz pełną wersję raportu:
www.plgbc.org.pl/wp-content/uploads/2022/04/Zrownowazone-certyfikowane-budynki-2022.pdf

5) W czasie sporządzania niniejszej analizy, z ogólnodostępnych baz systemów BREEAM, DGNB, HQE, LEED i WELL uzyskano następujące liczby certyfikowanych budynków dla poszczególnych krajów: Czechy – 562, Rumunia – 375, Węgry – 262, Słowacja – 148, Litwa – 97, Bułgaria – 78, Serbia – 44, Estonia – 43, Łotwa – 38, Ukraina – 16, Chorwacja – 9, Słowenia –5, Białoruś – 1.

Sebastian Malinowski

EKOLOGICZNE ROZWIĄZANIA W NOWOCZESNYM BUDOWNICTWIE

Ekologiczne domy stają się coraz bardziej popularne. Wybierają je ludzie świadomi, wrażliwi na stan środowiska, wykorzystując połączenie naturalnych materiałów i surowców z najnowszymi rozwiązaniami technicznymi. Wyjaśniamy, co to jest dom ekologiczny, jak powinien być zbudowany i wyposażony.

Trendy w budownictwie cały czas się zmieniają. Obecnie wśród inwestorów rośnie świadomość związana z ochroną i dbaniem o środowisko. Duży wpływ na to ma zjawisko globalnego ocieplenia, które w budownictwie wymusza stosowanie coraz bardziej restrykcyjnych norm i wymagań.

Dom przyjazny środowisku to dom wybudowany w zgodzie z naturą – począwszy od wyboru projektu, źródła i rodzaju materiałów poprzez zastosowane nowoczesnych technologii, kończąc na wyposażeniu i zagospodarowaniu otaczającej przestrzeni. Rozwiązania eko można wprowadzać zarówno na etapie powstawania domu, jak i podczas jego późniejszego użytkowania.

Eksploatacja zielonego domu nie powinna negatywnie wpływać na otoczenie. Ważne jest, aby jak największa ilość potrzebnej do życia energii była uzyskiwana ze źródeł odnawialnych. Energooszczędne rozwiązania przynoszą wiele korzyści nie tylko środowisku, ale także mieszkańcom domu, np. pozwalając zmniejszyć rachunki za prąd i ogrzewanie.

Ekologiczny dom przyszłości nie powinien szpecić otoczenia. Istotne jest, aby możliwie jak najlepiej wykorzystać potencjał działki, wkomponowując budynek w krajobraz i otaczającą naturę. Z drugiej strony, mając na względzie jej dobro, ważne jest, by nie budować w miejscach przyrodniczo cennych.

KONSTRUKCJA DOMU EKOLOGICZNEGO

Domy ekologiczne to budynki o wysokiej funkcjonalności oraz często modnej stylistyce. Powstają z materiałów maksymalnie przyjaznych środowisku, niezawierających szkodliwych substancji. Najlepiej, aby surowce do budowy domu były naturalne i pozyskiwane lokalnie.

Zielony budynek charakteryzuje się zwartą i prostą bryłą, z minimalną powierzchnią przegród, najlepiej bez balkonów. Jego konstrukcja powinna być wpisana w plan kwadratu, prostokąta lub litery “L”. Wnętrze należy optymalnie doświetlić, wykorzystując naturalny obieg słońca. Okna


fot.: Pixabay

sypialni, pokoi i kuchni mają wychodzić na stronę wschodnią, jadalnia i salon być usytuowane od południa, pomieszczenie gospodarcze i garaż od północy, zaś taras od zachodu.

Izolacja termiczna powinna być wykonana z celulozy, wełny drzewnej lub mineralnej. Do wykończenia elewacji należy również zastosować materiały naturalne, takie jak kamień, cegła, drewno, czy tynk mineralny.

Domy ekologiczne budowane są często w technologii modułowej z gotowych prefabrykatów. Ich poszczególne elementy powstają w fabryce, skąd są transportowane na plac budowy i tam montowane. Istnieje kilka technologii budowy domów przyjaznych środowisku.

Zaliczamy do nich **domy szkieletowe**, których konstrukcja składa się z drewnianego szkieletu, który obudowuje się płytami OSB i wykańcza od zewnątrz deską elewacyjną. Przestrzeń wewnątrz ścian wypełnia się ociepleniem np. z wełny mineralnej, które stanowi około połowę całego budulca. Zaletą dobrze wykonanego domu szkieletowego m.in. jest wysoka termoizolacyjność.

Kolejnym przykładem ekologicznego budownictwa są **domy z bali**. Budulcem są tu drewniane bale z litego drewna (najczęściej iglastego). Konstrukcję domu wznosi się szybko, po odpowiednim zabezpieczeniu jest ona bardzo trwała. Domy z bali zapewniają naturalną regulację wilgoci.

Wewnątrz pomieszczeń panuje mikroklimat korzystnie wpływający na zdrowie i komfort mieszkańców. Aby pozostawić atrakcyjnie wyglądającą elewację, izolację i ocieplenie domu instaluje się od wewnątrz. W domu z bali można zamontować dowolne ogrzewanie.

Trzecią, typowo ekologiczną (choć najmniej popularną) technologią jest strawbale, czyli **domy z prasowanej kostki słomianej**. Drewnianą konstrukcję szkieletową domu wypełnia się kostkami ze słomy, które mogą być również użyte do izolacji dachów i stropów. Potrzebne do budowy materiały można pozyskiwać lokalnie. Kostki produkuje się ze słomy z pszenicy, orkiszu, pszenżyta

fot.: Optigrün International AG



lub żyta, wykorzystując do tego prasy kostkujące. Po umieszczeniu kostek w szkielecie domu, od zewnątrz należy je otynkować za pomocą tynku glinianego, można też użyć desek montowanych na ruszcie. Natomiast od wewnątrz do wykończenia wykorzystuje się tynk wapienny.

DACHY W DOMU EKOLOGICZNYM

W domach ekologicznych powinno się stosować dachy płaskie lub jednospadowe. Ciepło wytworzone wewnątrz budynku unosi się do góry, w kierunku dachu. Zmniejszenie kąta załamania, liczby połączeń między ścianami a stropem oraz całkowitej powierzchni dachu pozwala obniżyć straty energii. Warto też zrezygnować z lukarn i wykuszy.

Ekologiczne pokrycia dachowe wykonywane są z gontów lub wiórów drewnianych, impregnowanej strzechy trzcinowej, naturalnego łupku, dachówek cementowych lub blachy miedzianej.

DACHY ZIELONE

Innym, ekologicznym rodzajem pokrycia jest dach zielony, na którym sadzi się rośliny. Jest to konstrukcja wielowarstwowa, która wymaga dokładnego zaprojektowania oraz wykonania.

Nachylenie połaci zielonych dachów najczęściej nie przekracza 30°. Przy większym kącie nachylenia trzeba zastosować specjalne tworzywa porowate, siatki lub gotowe maty roślinne ze wzmocnieniami. Dobrze wykonany zielony dach jest świetną izolacją termiczną, wpływa też na poprawę mikroklimatu. Dzieje się tak dlatego, ponieważ gromadzi on wodę opadową, która parując podwyższa wilgotność powietrza, jednocześnie obniżając jego temperaturę. Ponadto posadzone na dachu rośliny wzbogacają powietrze w tlen, redukują zawartość dwutlenku węgla oraz regulują temperaturę wewnątrz budynku.

Zielony dach wymaga zastosowania więźby o odpowiedniej konstrukcji, która pozwoli na przeniesienie stosunkowo dużego obciążenia (od kilkudziesięciu kilogramów do nawet tony na m2 powierzchni). Nie należy zapominać, że posadzone na dachu rośliny od czasu do czasu mogą wymagać pielęgnacji. Wybierając zielone pokrycie, warto też mieć na uwadze, że dach jest miejscem, gdzie bardzo często montuje się panele fotowoltaiczne.

INSTALACJE W DOMU EKOLOGICZNYM

Dom ekologiczny winien mieć niskie zapotrzebowanie na energię, a do jego ogrzewania należy zastosować odnawialne źródła energii. Nie powinno zabraknąć tu nowoczesnych instalacji, takich jak ogrzewanie współpracujące z pompą ciepła, wentylacja z rekuperacją, czy panele fotowoltaiczne produkujące darmową energię elektryczną ze słońca. Rozwiązania te pomagają osiągnąć wysoki poziom niezależności energetycznej, są bezpieczne, wygodne w użytkowaniu i przyjazne dla środowiska.

ENERGIA Z FOTOWOLTAIKI

Odpowiednio wydajna **instalacja fotowoltaiczna** jest w stanie dostarczyć darmową energię elektryczną do całego domu. Pomaga dbać o środowisko, dzięki niej można znacząco obniżyć rachunki za prąd. Otrzymana energia może być wykorzystywana na bieżąco, magazynowana lub odsprzedawana do zakładu energetycznego.

W skład instalacji fotowoltaicznej wchodzą panele zbudowane z krzemowych ogniw, które łączy się w moduły, tworzące panel PV. Wyróżniamy kilka typów ogniw: monokrystaliczne, polikrystaliczne, z krzemu amorficznego, typu CIGS, CdTe oraz barwnikowe. Oprócz modułów niezbędny jest inwerter (falownik), który zamienia prąd stały, produkowany przez panele, na prąd przemienny. Ponadto inwerter steruje pracą całej instalacji fotowoltaicznej. Do rozliczania pracy instalacji fotowoltaicznej z zakładem energetycznym służy licznik dwukierunkowy. Jego zadaniem jest zliczanie ilości wysłanej i pobranej energii.

OGRZEWANIE POMPĄ CIEPŁA

Kolejnym elementem w ekologicznym w domu jest **pompa ciepła**. Urządzenie zasilane prądem (np. z paneli PV) ogrzewa dom, pobierając energię ze środowiska – powietrza, ziemi, wód powierzchniowych lub gruntowych. Pompa kumuluje pobraną energię i przekazuje ją do systemu grzewczego. Eksploatacja pompy ciepła nie jest droga, a w przypadku zastosowania paneli PV koszty mogą spaść do zera. Ekologiczne ogrzewanie bezobsługową pompą ciepła jest komfortowe w użytkowaniu. Wykorzystując pompę ciepła nie musimy posiadać w domu kotłowni, pomieszczenia na opał, zbędny jest też komin.

SYSTEMY WENTYLACJI Z REKUPERACJĄ

Dom ekologiczny powinien odzyskiwać energię z zużytego, wywiewanego na powietrza. Służy do tego urządzenie zwane rekuperatorem. Aby móc w domu oddychać świeżym powietrzem,

fot.: Viessmann



musi ono być stale wymieniane poprzez system wentylacji. Ogrzane, zużyte powietrze jest usuwanie poza budynek, zaś napływające świeże powietrze wymaga ponownego ogrzania. Aby tego uniknąć, do systemu wentylacji dołącza się wymiennik, zwany rekuperatorem. Redukuje on straty energii uciekającej na zewnątrz przez kominy wentylacyjne. Zasada działania rekuperatora polega na ogrzaniu jednego strumienia powietrza od drugiego bez ich wzajemnego mieszania. Zastosowanie rekuperatora może przynieść oszczędności energii sięgające nawet 30%.

REKUPERACJA WODY

Podobnie, jak w przypadku powietrza, ciepło można odzyskiwać ze ścieków odprowadzanych do kanalizacji. Przykładowo, gdy kończymy kąpiel, ciepłą wodę z wanny wypuszczamy, marnując zmagazynowaną w niej energię. Instalując wymiennik w instalacji kanalizacyjnej, ciepło z wypuszczanej wody będzie wykorzystany do podgrzania kolejnej porcji wody użytkowej, bez ponoszenia dodatkowych kosztów. Proces ten nazywany jest rekuperacją wodną.

EKOLOGICZNE OCZYSZCZALNIE ŚCIEKÓW

W przypadku, gdy domu nie można podłączyć do sieci kanalizacyjnej, do wyboru pozostaje tradycyjne szambo lub rozwiązanie ekologiczne w postaci przydomowej oczyszczalni ścieków. Neutralizacja ścieków bytowych, wytwarzanych w gospodarstwie domowym jest procesem wieloetapowym, dlatego też system składa się z wielu elementów.

W zależności od technologii unieszkodliwiania ścieków, wyróżniamy następujące rodzaje oczyszczalni: drenażowa rozsączająca (najprostsza i najtańsza w budowie, bezobsługowa, wymagająca sporej powierzchni na działce i stosowania specjalnych enzymów), z filtrem piaskowym (prosta w budowie i eksploatacji, również zajmuje sporą powierzchnię), gruntowo-roślinna

STACJE ŁADOWANIA SAMOCHODU ELEKTRYCZNEGO

Instalacja fotowoltaiczna w domu ekologicznym wytwarza prąd z energii słonecznej. Jej nadwyżki możemy wykorzystać m.in. do zasilania stacji ładowania samochodu elektrycznego. Uzupełnianie w ten sposób energii w akumulatorach jest o wiele bardziej opłacalne niż korzystanie z publicznych ładowarek. Wykorzystując odpowiednio wydajną instalację fotowoltaiczną, koszt ładowania samochodu elektrycznego lub hybrydy typu plug-in może spaść do zera.
Naścienne stacje pozwalają na pełne doładowanie auta na terenie własnej posesji. Są to proste w obsłudze urządzenia o nowoczesnym wyglądzie i trwałej konstrukcji. Obudowa wykonana jest zazwyczaj z PVC lub aluminium i jest wyposażona w wyświetlacz LCD lub wskaźnik LED umożliwiający odczytanie parametrów pracy. Wbudowana elektronika kontroluje komunikację między stacją a samochodem. Konstrukcja stacji ładowania umożliwia jej montaż na ścianie garażu lub na specjalnym słupku.
Dostępne na rynku domowe stacje występują w różnych wariantach mocy i wyposażenia. Droższe modele mają rozbudowane możliwości komunikacji z użytkownikiem poprzez sieć Wi-Fi. Umożliwia to zarządzanie stacją za pomocą smartfona, wgląd w różne informacje np. czasy i koszty ładowania. Lepiej wyposażone ładowarki pozwalają sterować obciążeniem i mają funkcje autoryzacji dostępu (możliwość obsługi wielu użytkowników).

(może być elementem dekoracyjnym działki, droższa w budowie), z osadem czynnym (skuteczna w oczyszczaniu, wymaga zasilania elektrycznego, bardziej awaryjna) oraz ze złożem biologicznym (bardzo skuteczna w oczyszczaniu, nie potrzebuje dużo miejsca, ale wymaga okresowego czyszczenia i wymiany niektórych elementów).

ZBIORNIKI GROMADZĄCE DESZCZÓWKĘ

Dom ekologiczny powinien umożliwiać ekonomiczne gospodarowanie wodą. Jednym ze sposobów jej oszczędzania jest mała retencja, czyli gromadzenie deszczówki.

Woda deszczowa posiada parametry wystarczające do różnych domowych zastosowań. W swoim składzie ma mniejszą ilość minerałów, dzięki czemu dobrze nadaje się do spłukiwania toalety, prania, zmywania, mycia okien czy samochodu. Oprócz tego deszczówka świetnie nadaje się do podlewania roślin.

W celu zagospodarowania wody deszczowej, stosuje się systemy do jej gromadzenia. System domowy pozwala wykorzystywać wodę deszczową w łazienkach i toaletach. Można go połączyć z systemem ogrodowym i używać deszczówki do nawadniania roślin, mycia chodników, podjazdu oraz innych prac na zewnątrz budynku.

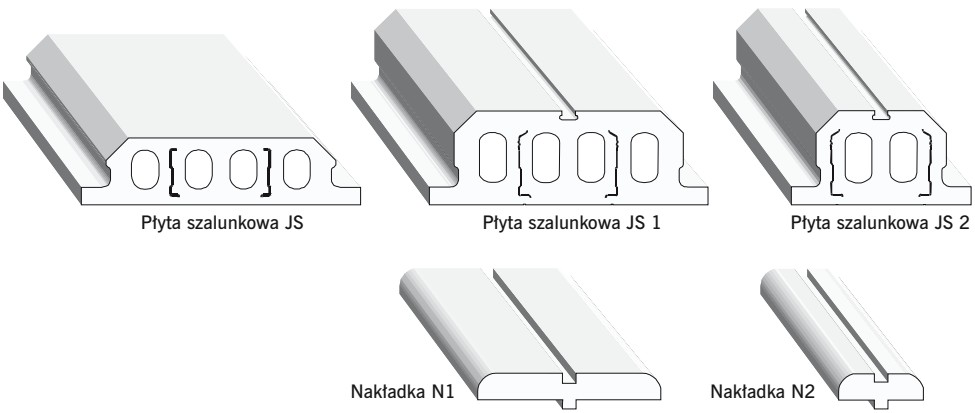
W skład instalacji wchodzą zbiornik podłączony do systemu rynnowego z samozasysającą lub zatopioną wewnątrz pompą z filtrem. Podczas silnych ulew nadmiar wody trafia przelewem do kanalizacji albo do układu rozsączającego zakopanego w gruncie. ■

ENERGOOSZCZĘDNY DOM – NOWOCZESNA I EKOLOGICZNA TECHNOLOGIA

Styropianowe stropy i ściany to energooszczędny system przyjazny środowisku, który umożliwia budowę budynków o niskich kosztach utrzymania, bez obaw o podwyżkę cen energii, a także ma realny wpływ na zmniejszenie emisji CO_2. Dom wybudowany w tej technologii to bezpieczny i trwały budynek, oparty na solidnej betonowej konstrukcji, który zachowuje swoje parametry przez długie lata.

Styropianowe płyty szalunkowe służą do wykonania stropów i stropodachów w budownictwie jedno- i wielorodzinnym oraz w obiektach przemysłowych i handlowych. Taki strop nie wymaga dodatkowego ocieplenia ani użycia dźwigów i szalunków, co pozwala na oszczędności finansowe oraz skraca czas montażu.

System szalunków styropianowych typu JS pod monolityczny strop gęstożebrowy składa się z płyt szalunkowych JS, JS 1 i JS 2, które mogą być podwyższane o nakładki N1 lub N2. Umożliwia to wykonanie monolitycznego stropu gęstożebrowego do rozpiętości 9,60 m, a w przypadku stropodachu nawet większych. Stropy wykonane na styropianowych płytach szalunkowych typu JS (z aprobatą ITB nr AT-15-2644/97) mają bardzo dobrą **izolacyjność termiczną**, co jest istotne zwłaszcza dla stropów użytkowanych nad nieogrzewanymi pomieszczeniami piwnicznymi czy pod nieogrzewanymi poddaszami.







Płyty JS stanowią jednocześnie szalunek i wypełnienie stropu, co ułatwia i skraca czas jego wykonania. **Lekkość systemu ułatwia jego montaż**, a sam strop ma stosunkowo nieduży ciężar własny i bardzo dobrą sztywność typową dla konstrukcji monolitycznych. W fazie montażu płyty są elementem konstrukcyjnym, przenoszącym obciążenia montażowe, natomiast w fazie eksploatacji pozostają wypełnieniem niekonstrukcyjnym – obciążenia zewnętrzne przenoszone są przez belki i betonową płytę stropu. Różne wysokości konstrukcyjne stropów i rozstawy żeber dają dużą **swobodę rozwiązań architektonicznych**.

Trzy rodzaje płyty szalunkowej oraz styropianowe nakładki umożliwiają projektowanie:

- 5 typów stropów o grubości płyty nadbetonu 40 mm – do rozpiętości 5,75; 7; 8,30; 7,35 i 8,80 m
- 5 typów stropów o grubości płyty nadbetonu 60 mm – do rozpiętości 6,20; 7,40; 8,70; 7,90; 9,60 m.

Płyty wykonane są **ze styropianu samogasnącego** PS-E o gęstości objętościowej 25 kg/m^3, z dwoma elementami wzmacniającymi z blachy stalowej o grubości 0,7–0,9 mm. Nie zawierają substancji szkodliwych, wpływających na organizmy w ilościach przekraczających wartości dopuszczalne.

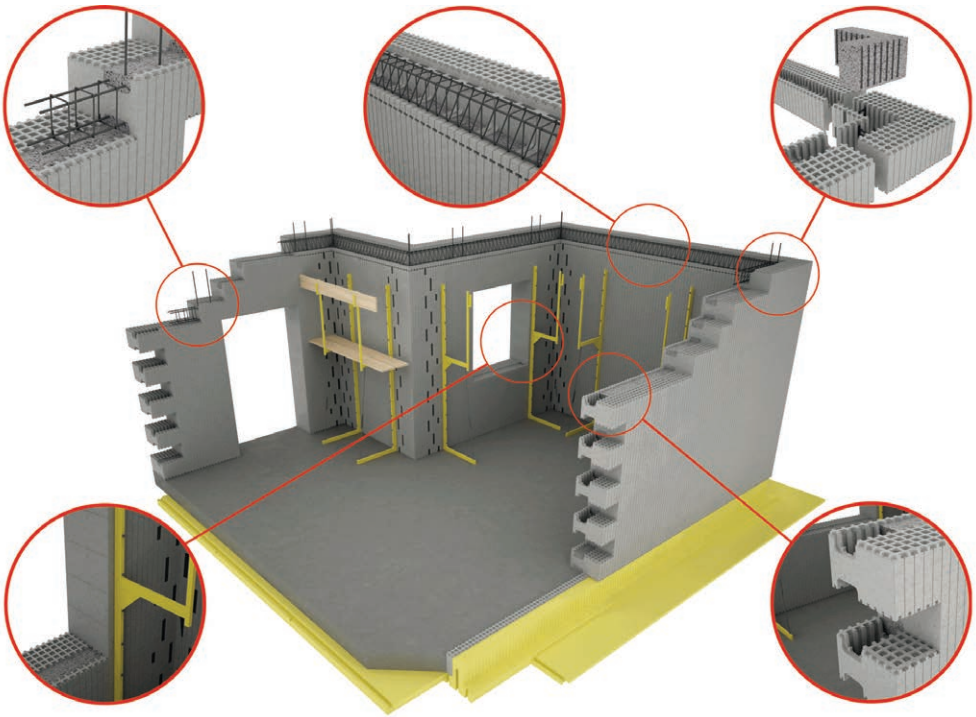
Koszt wykonania stropów na systemie styropianowych płyt szalunkowych jest średnio **20% tańszy** w stosunku do innych monolitycznych stropów gęstożebrowych o tych samych parametrach technicznych.

Styropianowe gotowe elementy do budowy domów energooszczędnych i pasywnych w technologii Izodom2000 to trwała i nowoczesna technologia zapewniająca solidność konstrukcji i ciągłość izolacji, a przy tym skrócenie czasu i obniżenie kosztów budowy.

Izodom2000 to ponad 100 elementów, które można ze sobą łączyć jak klocki. Pozwala to wznosić ściany zewnętrzne, wewnętrzne oraz ścianki działowe, które wypełniane są następnie betonem podawanym pompą. Ściana jest więc **betonową konstrukcją z systemową izolacją**, bez mostków termicznych, niewymagającą dodatkowych docieplеń.

Beton jest najtrwalszym materiałem budowlanym, styropian natomiast, jako tworzywo sztuczne, jest praktycznie niezniszczalny. Skutecznie chroni budynek nie tylko przed stratami ciepła, ale również osłania konstrukcję przed działaniem wilgoci oraz skrajnie wysokich i niskich temperatur zewnętrznych. Elementy Izodom2000 charakteryzują się **wysoką jakością**, potwierdzoną licznymi certyfikatami.

Ściany dostępne są w 3 grubościach betonowych rdzeni 15, 20 oraz 25 cm. Nowoczesne budynki wznoszone w tej technologii zużywają nawet **o 90% mniej energii**. Współczynnik prze-



nikania ciepła U dla najgrubszej ściany 45 cm to **0,10 W/(m²·K)**. Jednocześnie Izodom2000 pozwala na **zmniejszenie grubości ścian** średnio o 10 cm względem systemu tradycyjnego, dzięki czemu zyskujemy większą powierzchnię budynku.

Brak mostków termicznych, niska bezwładność cieplna ścian oraz ilość kształtek, odpowiednio izolujących newralgiczne miejsca budynku (płaszczyzna stropu, nadproża, ościeża) pozwalają istotnie **obniżyć koszty ogrzewania** oraz spełnić wprowadzone od 1 stycznia 2021 r. bardziej surowe normy dotyczące izolacyjności przegród w budynkach.

Kompletny system Izodom2000 znacznie **ułatwia i przyspiesza proces budowy**, elementy są lekkie i łatwe w obróbce. 1 m² styropianowej ściany to 3,6–9,6 kg, za to beton w ścianie to 300 kg. Dodatkowo dostępne są elementy ułatwiające budowę, takie jak gotowe narożniki, nadproża czy podparcie stropów, co wpływa na szybkość i łatwość wykonania. Postawienie jednej kondygnacji średniej wielkości domu to tylko 5 dni pracy. Budowa budynku od fundamentów aż po dach zajmuje kilka tygodni.

Z produktów Izodom2000 można wznosić wszelkiego rodzaju obiekty: domy jedno- lub wielorodzinne, bloki, szkoły, szpitale, hale produkcyjne, a nawet baseny. ■

KONTAKT

BASMAC.pl

Basmac Sp. z o.o.
ul. Baczyńskiego 7, 35-959 Rzeszów
tel. 17 852 00 47-48
faks 17 850 93 22
info@basmac.pl
www.basmac.pl



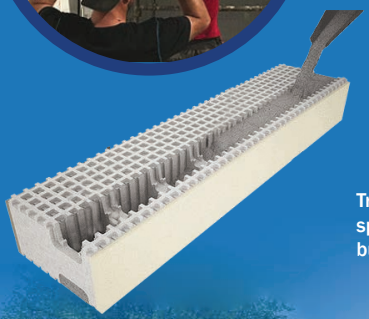




ENERGOOSZCZĘDNY DOM

nowoczesna i ekologiczna technologia

Styropianowe stropy i ściany to elementy przyjaznego środowisku systemu, który umożliwia budowę budynków o niskich kosztach utrzymania, pomagając zmniejszyć emisję CO_2. Pozwala też nie martwić się ewentualnymi podwyżkami cen energii, a mieszkańcom zapewnia komfort i bezpieczeństwo. Dom wybudowany w energooszczędnej technologii to bezpieczny i trwały budynek, oparty na solidnej betonowej konstrukcji, który zachowuje swoje parametry przez długie lata.



Styropianowe płyty szalunkowe służą do wykonania stropów i stropodachów w budownictwie jedno- i wielorodzinnym oraz w obiektach przemysłowych i handlowych. Taki strop nie wymaga dodatkowego ocieplenia ani użycia dźwigów i szalunków, co pozwala obniżyć koszty budowy oraz skraca czas montażu.

Gotowe styropianowe elementy są przeznaczone do budowy domów energooszczędnych i pasywnych w technologii Izodom2000. Trwała i nowoczesna technologia zapewnia solidność konstrukcji i ciągłość izolacji, spełniając aktualne wymagania cieplne zgodne z WT 2021. Skraca też czas budowy i umożliwia oszczędności.



B A S M A C Spółka z o.o.

BASMAC®

PL 35-959 Rzeszów ul. Baczyńskiego 7 tel. +48 17 852 00 47, 48, fax. 17 850 93 22
www.basmac.pl email: basmacrz@basmac.com.pl info@basmac.com.pl Regon: 690015599 NIP:813-03-36-168

dr inż. Krzysztof Pawłowski, prof. uczelni, inż. Konrad Rataj

EKOLOGICZNE ROZWIĄZANIA MATERIAŁOWE PRZEGRÓD BUDYNKU W ŚWIETLE AKTUALNYCH WYMAGAŃ

Budynek ekologiczny to taki budynek, który jest projektowany i wykonany z materiałów ekologicznych, uzyskanych oraz utylizowanych w sposób naturalny, a jego proces powstawania oraz eksploatacji przebiega zgodnie z zasadami ekologii i budownictwa zrównoważonego. Podstawowym celem jest obecnie projektowanie wyłącznie budynków o niskim zużyciu energii, czyli spełniających wymagania w zakresie oszczędności energii i ochrony cieplnej zgodne z WT 2021.

W artykule przedstawiono analizy w zakresie zastosowania materiałów ekologicznych do przegród zewnętrznych budynków z uwzględnieniem obowiązujących wymagań prawnych.

UKŁADY MATERIAŁOWE PRZEGRÓD ZEWNĘTRZNYCH BUDYNKÓW EKOLOGICZNYCH

W Polsce budownictwo ekologiczne zyskuje coraz większą popularność. Wielu zadaje sobie pytanie, czy budynek ekologiczny może być przykładem „budynku o niskim zużyciu energii" – spełniającego wymagania w zakresie oszczędności energii i ochrony cieplnej obowiązujące wg rozporządzenia [1] od 1 stycznia 2021 r.

Poniżej zestawiono systemowe rozwiązania materiałowe stosowane przy projektowaniu i wznoszeniu budynków ekologicznych:

- technologia hempcrete (budynek wykonany z nośnej konstrukcji szkieletowej drewnianej wypełnionej betonem konopnym odpowiadającym za izolację termiczno-akustyczną),
- technologia strawbale oparta na konstrukcji szkieletowej drewnianej wypełnionej kostkami słomy.

Technologia hempcrete, oparta na betonie konopnym jako naturalnym materiale izolacyjnym produkowanym przez mieszanie na mokro konopnych paździerzy z wapiennym spoiwem, charakteryzuje się dodatkowo zadowalającymi właściwościami termicznymi i wyjątkowo silnie wpisuje się w trend odnawialnych zasobów oraz budownictwa zrównoważonego. Optymalizowanie stosunku wapiennego spoiwa do konopnych paździerzy wpływa na wytrzymałość i właściwości termiczne betonu konopnego, co pozwala na używanie go jako „oddychającej



FOT. 1. **Przykład ekologicznego systemowego rozwiązania materiałowego – technologia hempcrete;**
fot.: www.budnews.pl



FOT. 2. **Przykład ekologicznego systemowego rozwiązania materiałowego – technologia strawbale;**
fot.: www.budownictwonaturalne.info.pl

izolacji" dla podłóg, ścian i dachu**.** Może być używany w nowym budownictwie i przy pracach remontowych.

Budynki z „kostek ze słomy" stanowią energooszczędną i ekologiczną formę nowoczesnego budownictwa zrównoważonego, chociaż dla niektórych będzie to oznaczać powrót do średniowiecza. Zasadność popularyzacji tej technologii potwierdza jej coraz powszechniejsze wykorzystanie w Wielkiej Brytanii oraz w Niemczech, gdzie w ostatnich latach powstało kilkaset budynków z kostek słomy. Podobne do polskich warunki klimatyczne w tych krajach pozwalają na zastosowanie zbliżonych technik konstrukcyjnych i przystosowania do rodzimych warunków ogólnych zasad budowania w tej technologii.

W **TABELI 1** zestawiono właściwości techniczne wybranych ekologicznych materiałów termoizolacyjnych.

Nazwa materiału termoizolacyjnego	Wybrane cechy techniczne
Kompozyt wapienno-konopny (beton konopny)	optymalizacja parametrów technicznych w różnych proporcjach wapna i paździerzy
	materiał paroprzepuszczalny
	współczynnik przewodzenia ciepła w zależności od gęstości objętościowej ($\rho_{ob.}$ = 250–600 kg/m^3) – λ = 0,065–0,120 W/(m·K)
Słoma	naturalny, zdrowy i niewyczerpalny materiał
	niski współczynnik energii pochłanianej w procesie powstawania
	gotowe bloczki dostępne w różnych rozmiarach
	współczynnik przewodzenia ciepła λ = 0,035–0,045 W/(m·K)
	zakładana wilgotność 8–14%; potrzeba ochrony przed wilgocią
Celuloza	materiał organiczny pochodzący z włókien drzewnych przetwarzanych z recyklingu makulatury gazetowej
	dodatki w ograniczeniu palności
	zastosowanie metodą wdmuchiwania, nadmuchu, natrysku na mokro
	charakteryzuje się gęstością objętościową o wartości $\rho_{ob.}$ = 25–65 kg/m^3 oraz współczynnikiem przewodzenia ciepła o wartościach λ = 0,037–0,041 W/(m·K)

TABELA 1. **Wybrane cechy techniczne ekologicznych materiałów termoizolacyjnych – opracowanie na podstawie [2]** »»

Nazwa materiału termoizolacyjnego	Wybrane cechy techniczne
Celuloza	zdolność regulacji poziomu wilgotności, która nie zmienia jego właściwości termicznych
Włókno drzewne	ekologiczny w pełni biodegradowalny; z odpadów tartakowych
	duża pojemność cieplna, dzięki czemu jest odporny na nagłe zmiany temperatur oraz uniemożliwia kondensację pary wodnej na elewacji; reguluje poziom wilgoci
	charakteryzuje się gęstością o wartości ρ = 200–400 kg/m^3 oraz współczynnikiem przewodzenia ciepła λ = 0,038–0,048 W/(m·K)
	asortyment: płyty, maty oraz granulat
	płyty formowane na sucho dzielą się na hydrofobizowane lub bitumizowane, co ma znaczny wpływ na ich gęstość objętościową $\rho_{ob.}$ od 110 do 450 kg/m^3; współczynnik przewodzenia ciepła λ = 0,036–0,045 W/(m·K); stosowane w konstrukcjach szkieletowych z uwagi na swobodne wypełnianie przestrzeni i blokowanie między elementami
	maty z wełny drzewnej (formowane na sucho) stosowane są w ociepleniach stropów, dachów oraz ścian zewnętrznych
	istnieje możliwość wdmuchania granulatu z włókien drzewnych o współczynniku przewodzenia λ = 0,038 W/(m·K) w miejsca trudno dostępne; przestrzenie te muszą być poziome lub zamknięte, ponieważ granulat nie przykleja się do podłoża
Wełna owcza	doskonale oddycha; wg badań neutralizuje szkodliwe substancje
	dobre właściwości akustyczne, nie rozprzestrzenia ognia, jest samogasnąca
	charakteryzuje się gęstością ρ = 14–100 kg/m^3 oraz współczynnikiem przewodzenia ciepła λ = 0,038–0,040 W/(m·K); absorbuje wilgoć, nie redukując przy tym wydajności termicznej
	stosowana w ociepleniach stromych dachów między krokwiami, podłóg, stropów oraz ścian działowych
Wełna konopna	– materiał naturalny, odnawialny i biodegradowalny; jego głównym składnikiem są włókna konopne (83–87%) związane krochmalem ryżowym lub kukurydzianym (10–12%) oraz dodatkiem sody odpowiadającej za ochronę przeciwpożarową (3–5%)
	reguluje poziom wilgotności w pomieszczeniach, dzięki czemu minimalizuje ryzyko kondensacji pary wodnej
	gęstość objętościowa $\rho_{ob.}$ = 38 kg/m^3, a współczynnik przewodzenia ciepła wynosi λ = 0,040 W/(m·K)
	asortyment: w postaci płyt, pasów oraz w luźnej formie

» TABELA 1. **Wybrane cechy techniczne ekologicznych materiałów termoizolacyjnych – opracowanie na podstawie [2]**

ANALIZA PARAMETRÓW CIEPLNYCH WYBRANYCH PRZEGRÓD ZEWNĘTRZNYCH BUDYNKÓW EKOLOGICZNYCH

Aby ilość energii cieplnej potrzebnej do użytkowania budynku zgodnie z jego przeznaczeniem można było utrzymać na racjonalnie niskim poziomie, przewidziano dwie metody pozwalające spełnić wymaganie w nowo projektowanych budynkach:

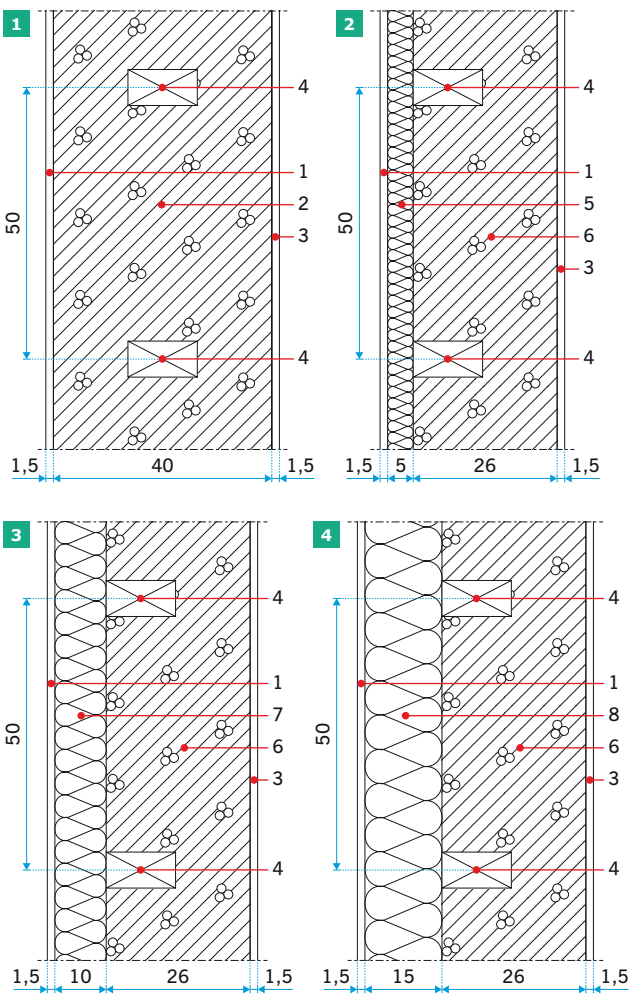
» pierwsza polega na takim zaprojektowaniu przegród w budynku, aby wartości współczynników przenikania ciepła U/U_c [W/(m^2·K)] przegród zewnętrznych, okien, drzwi oraz technika

instalacyjna odpowiadały wymaganiom izolacyjności cieplnej; kryterium w zakresie ochrony cieplnej: $U_c \leq U_{c(max)}$,

» druga to zaprojektowanie budynku pod kątem zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną na jednostkę powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza w budynku, lokalu mieszkalnym lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową – EP [kWh/(m^2·rok)]; kryterium w zakresie oszczędności energii: $EP \leq EP_{(max)}$.

Wartości maksymalne współczynników $U_{c(max)}$ dla poszczególnych przegród budynku oraz wskaźników $EP_{(max)}$ dla budynków określono w rozporządzeniu [1].

Dobór warstw materiałowych przegród zewnętrznych budynków powinien opierać się na podstawie obliczeń ich parametrów fizykalnych z uwzględnieniem wymagań prawnych sformułowanych w rozporządzeniu [1]. Poniżej przedstawiono przykłady obliczeniowe w zakresie izolacyjności termicznej ścian zewnętrznych, dachów zielonych oraz przegród stykających się z gruntem z zastosowaniem systemów ekologicznych.



PRZYKŁAD OBLICZENIOWY 1

Określenie izolacyjności termicznej wybranych ścian zewnętrznych z zastosowaniem rozwiązań ekologicznych

Do analizy wybrano cztery warianty obliczeniowe ścian zewnętrznych (**RYS. 1–4**), przyjmując następujące założenia:

RYS. 1–4. **Wariantowe rozwiązania materiałowe ścian zewnętrznych z zastosowaniem materiałów ekologicznych: bez dodatkowego ocieplenia (wariant I) (1), z dodatkowym ociepleniem – wełna konopna grubości 5 cm (wariant II) (2), z dodatkowym ociepleniem – wełna konopna grubości 10 cm (wariant III) (3), z dodatkowym ociepleniem – wełna konopna grubości 15 cm (wariant IV) (4);** *rys.: [2]*

1 – tynk zewnętrzny wapienny gr. 1,5 cm, **2** – wypełnienie wapienno-konopne z konstrukcją nośną drewnianą gr. 40 cm, **3** – tynk wewnętrzny gliniany gr. 1,5 cm, **4** – słupek drewniany 60×120 cm, **5** – płyty z wełny konopnej gr. 5 cm, **6** – wypełnienie wapienno-konopne z konstrukcją nośną drewnianą gr. 26 cm, **7** – płyty z wełny konopnej gr. 10 cm, **8** – płyty z wełny konopnej gr. 15 cm

» obliczenia przeprowadzono w oparciu o PN-EN ISO 6946:2008 [3] metodą kresów dla przegród niejednorodnych cieplnie,
» wartości współczynnika przewodzenia ciepła poszczególnych materiałów:
  – tynk wapienny $\lambda = 0{,}70$ W/(m·K),
  – drewno $\lambda = 0{,}16$ W/(m·K),
  – kompozyt wapienno-konopny $\lambda = 0{,}076$ W/(m·K),
  – tynk gliniany $\lambda = 0{,}85$ W/(m·K),
  – płyty z wełny konopnej $\lambda = 0{,}040$ W/(m·K).

Wyniki obliczeń współczynnika przenikania ciepła U_c zestawiono w **TABELI 2**.

Wariant obliczeniowy	Wartość współczynnika przenikania ciepła U_c [W/(m²·K)]
wariant I	0,19
wariant II	0,23
wariant III	0,19
wariant IV	0,16

TABELA 2. **Wyniki obliczeń współczynnika przenikania ciepła U_c ścian zewnętrznych – opracowanie na podstawie [2]**

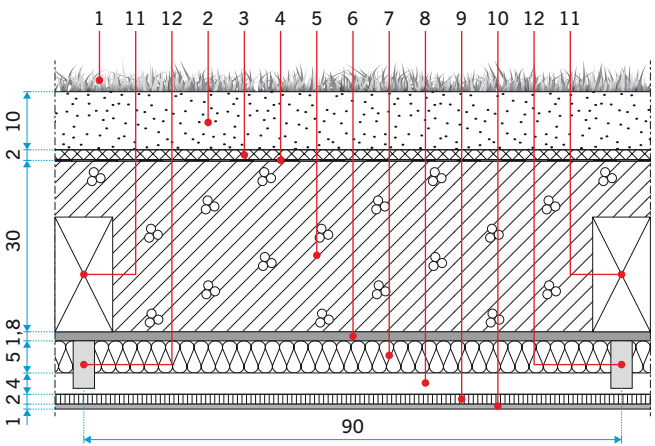
Kolorem zaznaczono w tabeli wartości współczynnika przenikania ciepła U_c ścian zewnętrznych spełniających wymaganie: $U_c \leq U_{c(max)} = 0{,}20$ W/(m²·K)

W przykładzie obliczeniowym przedstawiono tylko wybrane warianty obliczeniowe dotyczące ścian zewnętrznych. Należy podkreślić, że projektowanie cieplne ścian zewnętrznych wymaga indywidualnego podejścia z uwzględnieniem rodzaju i charakteru budynku oraz uwzględnienia analiz cieplno-wilgotnościowych złączy ścian zewnętrznych (np. połączenie ściany zewnętrznej z oknem). Procedury projektowe i wykonawcze w tym zakresie przedstawiono m.in. w pracach [4–5].

PRZYKŁAD OBLICZENIOWY 2

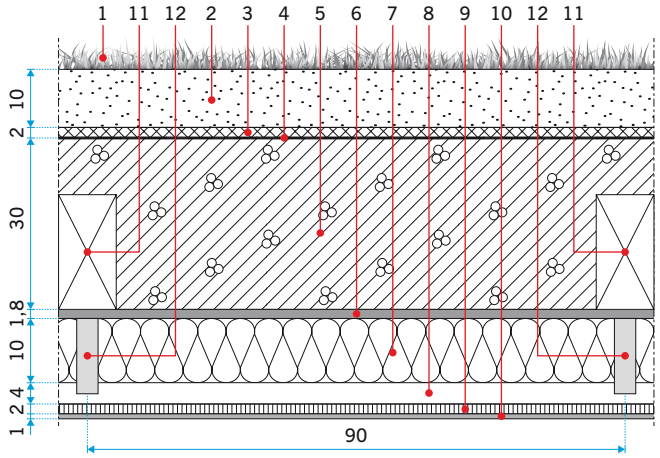
Określenie izolacyjności termicznej wybranych dachów zielonych z zastosowaniem rozwiązań ekologicznych

Do analizy wybrano trzy warianty obliczeniowe stropodachów w formie dachów zielonych (**RYS. 5–7**), przyjmując następujące założenia:



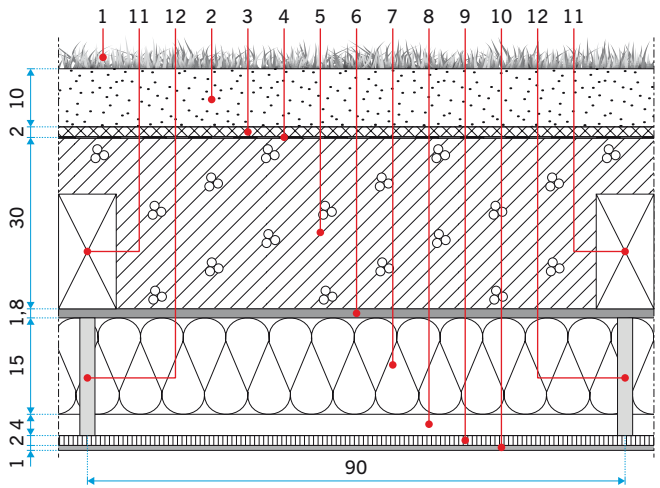
RYS. 5. **Wariantowe rozwiązania materiałowe stropodachów pełnych z zastosowaniem materiałów ekologicznych: ocieplenie stropodachu od wewnątrz grubości 5 cm (wariant I);** *rys.: [2]*

1 – roślinność, **2** – substrat dachowy gr. 10 cm, **3** – mata drenażowa z włókniną filtracyjną gr. 2 cm, **4** – folia wodochronna, **5** – beton konopny z konstrukcją nośną drewnianą gr. 30 cm, **6** – płyta wiórowa gr. 1,8 cm, **7** – wełna konopna gr. 5 cm, **8** – ruszt drewniany z pustką powietrza gr. 4 cm, **9** – płyta korkowa gr. 2 cm, **10** – tynk gliniany gr. 1 cm, **11** – krokwie z drewna klejonego 10×20 cm, **12** – kątownik ciesielski 80×80×40×2 mm



RYS. 6. **Wariantowe rozwiązania materiałowe stropodachów pełnych z zastosowaniem materiałów ekologicznych: ocieplenie stropodachu od wewnątrz grubości 10 cm (wariant II);** *rys.: [2]*

1 – roślinność, **2** – substrat dachowy gr. 10 cm, **3** – mata drenażowa z włókniną filtracyjną gr. 2 cm, **4** – folia wodochronna, **5** – beton konopny z konstrukcją nośną drewnianą gr. 30 cm, **6** – płyta wiórowa gr. 1,8 cm, **7** – wełna konopna gr. 10 cm, **8** – ruszt drewniany z pustką powietrza gr. 4 cm, **9** – płyta korkowa gr. 2 cm, **10** – tynk gliniany gr. 1 cm, **11** – krokwie z drewna klejonego 10×20 cm, **12** – kątownik ciesielski 120×95×40×2 mm



RYS. 7. **Wariantowe rozwiązania materiałowe stropodachów pełnych z zastosowaniem materiałów ekologicznych: ocieplenie stropodachu od wewnątrz grubości 15 cm (wariant III);** *rys.: [2]*

1 – roślinność, **2** – substrat dachowy gr. 10 cm, **3** – mata drenażowa z włókniną filtracyjną gr. 2 cm, **4** – folia wodochronna, **5** – beton konopny z konstrukcją nośną drewnianą gr. 30 cm, **6** – płyta wiórowa gr. 1,8 cm, **7** – wełna konopna gr. 15 cm, **8** – ruszt drewniany z pustką powietrza gr. 4 cm, **9** – płyta korkowa gr. 2 cm, **10** – tynk gliniany gr. 1 cm, **11** – krokwie z drewna klejonego 10×20 cm, **12** – kątownik ciesielski 40×200×40×2 mm

- obliczenia przeprowadzono w oparciu o PN-EN ISO 6946:2008 [**3**] metodą kresów dla przegród niejednorodnych cieplnie,
- wartości współczynnika przewodzenia ciepła poszczególnych materiałów:
  - substrat dachowy $\lambda = 0{,}50$ W/(m·K),
  - drewno $\lambda = 0{,}16$ W/(m·K),
  - kompozyt wapienno-konopny $\lambda = 0{,}065$ W/(m·K),
  - płyta wiórowa $\lambda = 0{,}14$ W/(m·K),
  - płyty z wełny konopnej $\lambda = 0{,}040$ W/(m·K),
  - płyta korkowa $\lambda = 0{,}046$ W/(m·K),
  - tynk gliniany $\lambda = 0{,}85$ W/(m·K).

Wyniki obliczeń współczynnika przenikania ciepła U_c dachów zielonych zestawiono w **TABELI 3**.

W przykładzie obliczeniowym przedstawiono tylko wybrane warianty obliczeniowe dotyczące dachów zielonych. Należy podkreślić, że projektowanie cieplne dachów i stropodachów wymaga indywidualnego podejścia z uwzględnieniem rodzaju i charakteru budynku. Procedury projektowe i wykonawcze w tym zakresie przedstawiono m.in. w pracach [**4, 6**].

Wariant obliczeniowy	Wartość współczynnika przenikania ciepła U_c [W/(m²·K)]
wariant I	0,16
wariant II	0,14
wariant III	0,13

TABELA 3. **Wyniki obliczeń współczynnika przenikania ciepła U_c dachów zielonych – opracowanie na podstawie [2]**

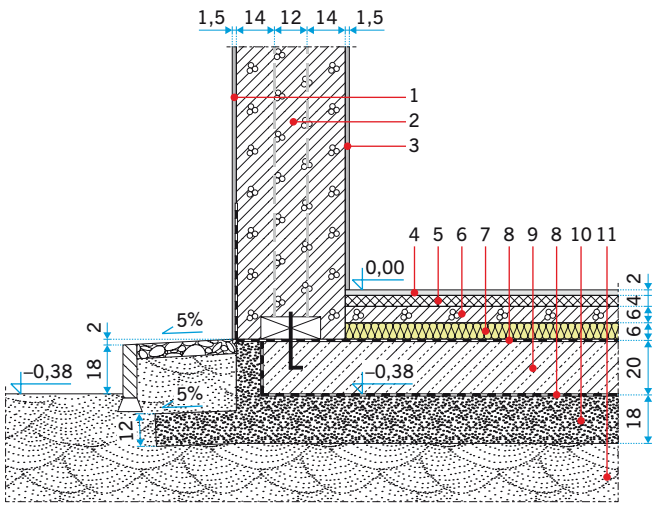
Kolorem zaznaczono w tabeli wartości współczynnika przenikania ciepła U_c stropodachów pełnych spełniających wymaganie: $U_c \leq U_{c(max)} = 0{,}15$ W/(m²·K)

PRZYKŁAD OBLICZENIOWY 3

Określenie izolacyjności termicznej wybranych podłóg na gruncie z zastosowaniem rozwiązań ekologicznych

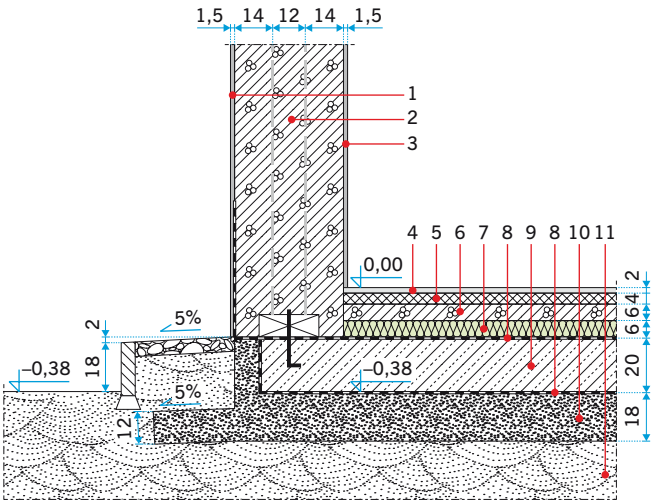
Do analizy wybrano dwa warianty obliczeniowe podłogi na gruncie (**RYS. 8–9**), przyjmując następujące założenia:

- obliczenia przeprowadzono w oparciu o PN-EN ISO 13370:2008 [**7**],
- wartości współczynnika przewodzenia ciepła poszczególnych materiałów:
  - parkiet $\lambda = 0{,}18$ W/(m·K),
  - wylewka wapienno-piaskowa $\lambda = 0{,}80$ W/(m·K),
  - kompozyt wapienno-konopny dla podłogi $\lambda = 0{,}12$ W/(m·K),
  - płyta fundamentowa $\lambda = 2{,}30$ W/(m·K),
  - keramzyt $\lambda = 0{,}10$ W/(m·K),
  - płyta z polistyrenu ekstrudowanego $\lambda = 0{,}030$ W/(m·K),



RYS. 8. **Wariantowe rozwiązania materiałowe przegród stykających się z gruntem: izolacja podłogi na gruncie/ /polistyren ekstrudowany grubości 6 cm (wariant I);** *rys.: [2]*

1 – tynk zewnętrzny wapienny gr. 1,5 cm, **2** – wypełnienie wapienno-konopne z konstrukcją nośną drewnianą gr. 40 cm, **3** – tynk wewnętrzny gliniany gr. 1,5 cm, **4** – parkiet gr. 2 cm, **5** – wylewka wapienno-piaskowa gr. 4 cm, **6** – kompozyt wapienno-konopny gr. 6 cm, **7** – polistyren ekstrudowany gr. 6 cm, **8** – izolacja przeciwwilgociowa, **9** – płyta fundamentowa gr. 20 cm, **10** – keramzyt gr. 18 cm, **11** – pospółka zagęszczona



RYS. 9. **Wariantowe rozwiązania materiałowe przegród stykających się z gruntem: izolacja podłogi na gruncie/płyta z pianki poliuretanowej grubości 6 cm (wariant II);** *rys.: [2]*

1 – tynk zewnętrzny wapienny gr. 1,5 cm, **2** – wypełnienie wapienno-konopne z konstrukcją nośną drewnianą gr. 40 cm, **3** – tynk wewnętrzny gliniany gr. 1,5 cm, **4** – parkiet gr. 2 cm, **5** – wylewka wapienno-piaskowa gr. 4 cm, **6** – kompozyt wapienno-konopny gr. 6 cm, **7** – płyta PIR gr. 6 cm, **8** – izolacja przeciwwilgociowa, **9** – płyta fundamentowa gr. 20 cm, **10** – keramzyt gr. 18 cm, **11** – pospółka zagęszczona

Wariant obliczeniowy	Wartość współczynnika przenikania ciepła U [W/(m²·K)]
wariant I	0,16
wariant II	0,14

TABELA 4. **Wyniki obliczeń współczynnika przenikania ciepła U podłogi na gruncie – opracowanie na podstawie [2]**

Kolorem zaznaczono w tabeli wartości współczynnika przenikania ciepła U_c podłogi na gruncie spełniających wymaganie: $U \leq U_{(max)} = 0{,}30$ W/(m²·K)

– płyta z pianki poliuretanowej $\lambda = 0{,}022$ W/(m·K),
– ściana zewnętrzna jednowarstwowa (słupy drewniane z wypełnieniem wapienno-konopnym o grubości 40 cm i współczynniku $U_c = 0{,}19$ W/(m²·K),
– wymiar charakterystyczny budynku $B' = 6{,}57$ m.

Wyniki obliczeń współczynnika przenikania ciepła U podłóg na gruncie zestawiono w **TABELI 4**.

W przykładzie obliczeniowym przedstawiono tylko wybrane warianty obliczeniowe. Należy podkreślić, że projektowanie cieplne przegród stykających się z gruntem wymaga indywidualnego podejścia z uwzględnieniem wymiarów powierzchni zabudowy budynku oraz usytuowania i posadowienia budynku. Procedury projektowe i wykonawcze w tym zakresie przedstawiono m.in. w pracach [**4**, **6**].

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Budownictwo zrównoważone to budownictwo przyjazne środowisku naturalnemu i człowiekowi, które realizuje zasady zrównoważonego rozwoju w wyniku oddziaływania uwzględniającego metody oszczędzania zasobów naturalnych oraz przeciwdziałania zanieczyszczeń środowiska. Najistotniejsze zagadnienia projektowe, wykonawcze i eksploatacyjne w tym zakresie obejmują m.in.: oszczędność surowców naturalnych przy zastosowaniu odnawialnych źródeł energii, zmniejszenie energochłonności procesów technologicznych, zmniejszenie ilości wytwarzanych odpadów technologicznych (przez zmianę lub modernizację stosowanych technologii produkcji

materiałów budowlanych), ograniczenie energochłonności budynków istniejących i nowoprojektowanych, monitorowanie obiektów budowlanych podczas ich eksploatacji, nowoczesne instalacje budowlane w budynkach, wspomaganie komputerowe w budownictwie zrównoważonym.

Budynki ekologiczne (z zastosowaniem ekologicznych rozwiązań materiałowych) wpisują się w opisaną powyżej oraz m.in. w pracy [8] ideę budownictwa zrównoważonego. Dobór układu materiałów przegród zewnętrznych i ich złączy nie powinien być przypadkowy, lecz oparty na podstawie obliczeń ich parametrów fizykalnych (cieplno-wilgotnościowych).

Jakość cieplna elementów obudowy budynku (przegrody zewnętrzne i złącza budowlane) generuje wartości wskaźników zapotrzebowania budynku na energię użytkową EU [kWh/(m^2·rok)], na energię końcową EK [kWh/(m^2·rok)] oraz na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m^2·rok)].

LITERATURA

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2017 r., poz. 2285).
2. K. Rataj, „Studium projektowe jednorodzinnego budynku ekologicznego", praca dyplomowa inżynierska napisana pod kierunkiem dr. inż. K. Pawłowskiego, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2021.
3. PN-EN ISO 6946:2008, „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania".
4. K. Pawłowski, „Zasady projektowania budynków energooszczędnych", Grupa MEDIUM, Warszawa 2017.
5. K. Pawłowski, „Projektowanie ścian w budownictwie energooszczędnym. Obliczanie cieplno-wilgotnościowe ścian zewnętrznych i ich złączy w świetle obowiązujących przepisów prawnych", Grupa MEDIUM, Warszawa 2017.
6. K. Pawłowski, „Projektowanie przegród poziomych w budownictwie energooszczędnym. Obliczenia cieplno-wilgotnościowe przegród stykających się z gruntem, stropów oraz dachów i stropodachów w świetle obowiązujących przepisów prawnych", Grupa MEDIUM, Warszawa 2018.
7. PN-EN ISO 13370:2008, „Cieplne właściwości użytkowe budynków. Wymiana ciepła przez grunt. Obliczenia szczegółowe".
8. A. Kaliszuk-Wietecka, „Budownictwo zrównoważone. Wybrane zagadnienia z fizyki budowli", Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa 2017.

Krzysztof Pawłowski ukończył kierunek budownictwo na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy. Pracuje w Katedrze Budownictwa Zrównoważonego na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska UTP w Bydgoszczy. Przedmiotem jego zainteresowań badawczych jest kształtowanie zewnętrznych przegród budowlanych i ich złączy w aspekcie cieplno-wilgotnościowym. Jest autorem i współautorem 9 monografii i ponad 100 artykułów w zakresie budownictwa ogólnego, budownictwa zrównoważonego, fizyki budowli i materiałów budowlanych. Posiada uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej budynków i lokali.

Konrad Rataj jest absolwentem studiów I stopnia na kierunku Budownictwo, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J. J. Śniadeckich w Bydgoszczy.

Dla Profesjonalistów

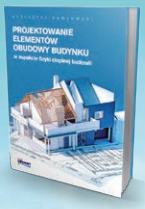
IZOLACJE

IZOLACJE.com.pl











Grupa MEDIUM

DEKLARACJE ŚRODOWISKOWE I ŚLAD WĘGLOWY W PŁYTACH WARSTWOWYCH

Płyty warstwowe na stałe wpisały się w krajobraz polskiego i szerzej, europejskiego budownictwa. Przywołanie Europy jest tu nie bez przyczyny, bo to właśnie liczne regulacje i zaostrzające się przepisy europejskie pchają producentów płyt warstwowych i innych materiałów budowlanych w kierunku tzw. zielonej certyfikacji. Najbardziej powszechnym dokumentem w tym zakresie jest deklaracja środowiskowa, a wiodącym parametrem ściśle z nią związanym jest ślad węglowy. Pytanie tylko, co to jest i jakie niesie skutki w certyfikowaniu choćby płyt warstwowych?

DEKLARACJE ŚRODOWISKOWE

Uzyskanie deklaracji środowiskowej lub inaczej EPD (z ang. *Enviromental Product Declaration*) nie jest łatwe, bowiem proces wyliczania poszczególnych parametrów jest czasochłonny. Jeszcze dłuższe jest zbieranie wszystkich niezbędnych danych stanowiących podstawę obliczeń. Ogrom pracy łatwo można sobie zobrazować wiedząc, że pod uwagę brane są etapy życia produktu przedstawione w **TABELI**.

Pośród producentów materiałów budowlanych można wyróżnić dwie grupy – tych, którzy decydują się na pakiet podstawowy, czyli obejmujący sam etap produkcji (etapy od A1 do A3) i tych, którzy rozszerzają obliczenia o kres żywotności oraz korzyści i obciążenia poza granicą systemu (etapy od C1 do C4 oraz etap D). Co ciekawe ostatni etap obejmujący ponowne wykorzystanie, odzysk i recykling materiałów wykorzystanych do produkcji, obniża ślad węglowy i inne parametry zawarte w EPD.

ŚLAD WĘGLOWY

W ramach deklaracji środowiskowych oblicza się wiele parametrów. Są to między innymi potencjał zakwaszania gleb i wód, ilość wykorzystanej energii ze źródeł nieodnawialnych i odnawialnych oraz zutylizowane odpady niebezpieczne i promieniotwórcze. Najbardziej znanym jest jednak

Etap produkcji			Proces budowy		Etap użytkowania							Kres żywotności				Korzyści i obciążenia poza granicą systemu
Dostawa surowców	Transport	Produkcja	Transport na teren budowy	Proces wbudowania	Użytkowanie	Konserwacja	Naprawa	Wymiana	Remont	Eksploatacyjne zużycie energii	Eksploatacyjne zużycie wody	Rozbiórka/wyburzenie	Transport	Przetwórstwo odpadów	Utylizacja	Ponowne wykorzystanie, odzysk i recykling
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D

bez wątpienia tzw. ślad węglowy, który jest ekwiwalentem wyrażonym w kilogramach dwutlenku węgla potencjału tworzenia efektu cieplarnianego. Jest to zatem swojego rodzaju uproszczenie poprzez sprowadzenie wszystkich działań mających na celu wyprodukowanie, wbudowanie itd. materiału budowlanego do jednego parametru. Pomaga to w sposób jednoznaczny porównywać ze sobą poszczególne grupy produktów. Dla przykładu można w sposób rzetelny określić przewagę płyt warstwowych z rdzeniem poliuretanowym nad płytami z rdzeniem z wełny mineralnej. Wykorzystując dane zawarte w deklaracjach środowiskowych udostępnionych na stronie internetowej jednego z producentów, można zanotować kilka ciekawych faktów:

- ślad węglowy przy produkcji płyty warstwowej o grubości 20 cm z rdzeniem z pianki PIR jest nieznacznie mniejszy niż płyty z rdzeniem z wełny mineralnej (niespełna 3%)
- przy obniżeniu śladu węglowego wynikającego z etapu D (odzysk, recykling) przewaga płyt warstwowych z rdzeniem PIR nad płytami wełnianymi to już ponad 17%
- sumując etap produkcji i etap recyklingu (etapy A1–A3 i D) otrzymujemy porównanie, z którego wynika, że płyty warstwowe o grubości 20 cm wykorzystujące rdzeń z wełny mineralnej generują ponad 17% większy ślad węglowy niż płyty PIR o tej samej grubości

Dodając do powyższego kwestię termoizolacyjności, gdzie płycie warstwowej wełnianej o grubości 20 cm i ze współczynnikiem przenikania ciepła U na poziomie 0,2 W/(m^2·K) odpowiada płyta warstwowa poliuretanowa o grubości 11 cm, dopiero dochodzimy do faktycznego, rzetelnego porównania śladów węglowych. Dla samego etapu produkcji (etapy A1–A3) ślad węglowy płyt wełnianych w takim zestawieniu jest o ponad 56% wyższy, a dodając do tego obniżenie śladu z uwagi na odzysk i recykling (etapy A1–A3 i D) różnica wzrasta do ponad 78%. Wniosek związany z rozwiązaniem bardziej przyjaznym dla środowiska nasuwa się zatem sam.

CERTYFIKACJA WIELOKRYTERIALNA

Mając na uwadze zawartość deklaracji środowiskowych, można komunikować parametry takie jak choćby ślad węglowy lub dokonywać analiz jak przywołane powyżej zestawienie ze sobą płyt warstwowych o różnych rdzeniach. Wszystko to jednak w dobie *greenwashingu*, czyli próbie przekonania klientów, że produkty są „eko", „bio" i ogólnie przyjazne dla środowiska bez pokrycia









w twardych danych, może być brane jako nieistotne. Na szczęście wraz ze wzrostem świadomości coraz większej liczby inwestorów pojawiła się tzw. certyfikacja wielokryterialna. Do najpopularniejszych należy brytyjski BREEAM (z ang. *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) i amerykański LEED (z ang. *Leadership in Energy and Environmental Design*). Oba opierają się na analizie podobnych parametrów takich jak sposób, w jaki zarządzany jest projekt oraz proces budowy, komfort użytkowania budynku, energooszczędność, czyli poziom zużycia energii podczas eksploatacji, lokalizacja i odległość od środków komunikacji miejskiej, zarządzanie odpadami, zarządzanie gospodarką wodno-ściekową, zagospodarowanie terenu wokół obiektu, rozwiązania służące ograniczeniu emisji zanieczyszczeń, zastosowanie innowacyjnych rozwiązań oraz wreszcie materiały zastosowane do budowy obiektu. Dla ostatniego wymienionego kryterium deklaracja środowiskowa to bazowy dokument, który jest podstawą przyznawania punktów w tym obszarze. Według danych Polskiego Stowarzyszenia Budownictwa Ekologicznego 33% certyfikatów takich jak BREEAM czy LEED przyznawanych jest w budownictwie wielkopowierzchniowym, gdzie płyty warstwowe są podstawowym budulcem ścian. Inną ciekawą statystyką jest fakt, że właściciele obiektów magazynowych twierdzą, że aż 82% najemców jest zainteresowanych rozwiązaniami proekologicznymi, a 64% z nich deklaruje, że najczęściej dostaje zapytania o obiekty z certyfikatami BREEAM lub LEED. Do wybierania certyfikowanych powierzchni motywują głównie wytyczne korporacyjne dotyczące wymagań proekologicznych – wskazało je 70% najemców. (Raport: Odpowiedzialne inwestycje. ESG na rynku nieruchomości, opracowanie ThinkCo).

PODSUMOWANIE

Czy komuś się to podoba czy nie, deklaracje środowiskowe, parametry takie jak ślad węglowy czy certyfikacja wielokryterialna będą miały coraz większy wpływ na nasze życie. Statystyki uwypuklają ten trend, a ostatecznym potwierdzeniem obranego kursu w zakresie certyfikacji np. płyt warstwowych jest zapowiadana zmiana dyrektywy dotyczącej materiałów budowlanych (CPR – z ang. *Construction Products Regulation*). Obejmuje ona wprowadzenie klas efektywności środowiskowej wyrobów oraz paszportu produktu dla wyrobów budowlanych, posiadających Deklarację Właściwości Użytkowych. Pewne jest, że czeka nas okres wytężonej pracy, mającej na celu sprostanie wymaganiom stawianym przez zmiany w legislacji. Niemniej wszystkie te działania sprowadzają się do dbania o naszą planetę, więc podskórnie każdy raczej czuje, że warto.

KONTAKT

PU Polska
Związek Producentów Płyt Warstwowych i Izolacji

PU Polska Związek Producentów
Płyt Warstwowych i Izolacji
ul. Domaniewska 24/106
02-672 Warszawa
tel. 734 494 306
www.pu-polska.pl

mgr inż. Piotr Górak, dr inż. Sławomir Chłądzyński, mgr inż. Katarzyna Walusiak

CEMENTY NISKOEMISYJNE W CHEMII BUDOWLANEJ – ZIELONY KIERUNEK ZMIAN

Branża cementowa od wielu lat podąża w kierunku neutralności klimatycznej, wdrażając w procesach produkcyjnych technologie, mające na celu obniżenie śladu węglowego w końcowym produkcie. Ważną zmianą jest powolne wypieranie cementów czystoklinkierowych z grupy CEM I przez cementy niskoemisyjne. Są to nie tylko rozwiązania bardziej ekologiczne, ale także doskonalsze pod względem jakości w kontekście rosnących wymagań dotyczących trwałości, czy też dodatkowych właściwości, jakie mogą posiadać jedynie cementy ze specjalnymi kompozycjami opartymi na składnikach nieklinkierowych.

Jednym z największych wyzwań dzisiejszej cywilizacji jest zatrzymanie zmian klimatu. Postępująca degradacja naszych zasobów naturalnych, a także industrializacja obszarów ciekawych przyrodniczo potęgują oddziaływanie efektu cieplarnianego. Globalne ocieplenie, spowodowane zwiększającą się emisją gazów cieplarnianych do atmosfery, inicjuje gwałtowne zjawiska pogodowe, wpływając na cały ekosystem Ziemi.

„Zielony ład", zielona transformacja czy strategia zrównoważonego rozwoju, dotyczące wszystkich gałęzi przemysłu, to jedyny rozsądny sposób na zatrzymanie zmian klimatu oraz uchronienie mieszkańców naszej planety przed konsekwencjami tych niebezpiecznych zjawisk. Każde działanie, które pozwoli obniżyć emisję gazów cieplarnianych, powodując spowolnienie procesu globalnego ocieplenia, jest wartością nadrzędną w długoterminowych strategiach ekologicznego rozwoju w wielu krajach oraz przedsiębiorstwach.

Te kierunki zmian mają także odzwierciedlenie w przyjmowanych nowych przepisach dotyczących branży budowlanej. W Komisji Europejskiej trwają prace nad formalnym uwzględnianiem wymagań środowiskowych przy ocenie wyrobów budowlanych oraz całych konstrukcji obiektów budowlanych.

Ważną rolę w ocenie wpływu materiałów budowlanych na środowisko odgrywa ich ślad węglowy. W ramach strategii dekarbonizacji branży budowlanej wszyscy producenci wyrobów budowlanych będą musieli się mierzyć z wymaganiami rynku dotyczącymi konieczności komunikacji nie tylko unikalnych cech wyróżniających ich produkt, ale także przekazywania i uzupełnienia informacji na temat cech środowiskowych swoich wyrobów, np. w formie deklaracji

środowiskowych typu III. Będzie to duży krok w kierunku świadomego zarządzania poziomem emisyjności.

Zgodnie z normami EN 15804 [1] oraz ISO 14025 [2] deklaracja środowiskowa III typu (EPD – ang. *Environmental Product Declarations*) zawiera komplet informacji o oddziaływaniach środowiskowych wyrobu budowlanego w deklarowanych cyklach powstawania i życia wyrobu.

Przemysł cementowy od lat aktywnie poszukuje rozwiązań oraz technologii pozwalających obniżyć emisję CO_2. Oprócz kontekstu ekologicznego, równie ważną rolę odgrywa aspekt ekonomiczny. Koszty związane z emisją CO_2 rosną z roku na rok, więc jej zmniejszenie to oczywista inwestycja w przyszłość i zieloną transformację całej europejskiej gospodarki, ale również znaczne obciążenie przemysłu ciężkiego, a w konsekwencji końcowych odbiorców produktów.

Nowoczesne technologie produkcji cementu, a także optymalizacja procesów produkcyjnych, jak również stosowanie paliw alternatywnych jako nośników energii w procesie wypalania klinkieru prowadzą do osiągnięcia zamierzonych celów klimatycznych stawianych branży cementowej.

Europejskie Stowarzyszenie Przemysłu Cementowego CEMBUREAU opracowało mapę drogową, zakładającą osiągnięcie neutralności klimatycznej dla całkowitego łańcucha wartości w układzie promującym współpracę w łańcuchu wartości: klinkier–cement–beton–budownictwo–karbonatyzacja, tzw. 5×C (ang. *Clinker, Cement, Concrete, Construction, Carbonation*) [3]. Z założenia strategia ta opiera się na poprawie efektywności energetycznej, stosowaniu paliw alternatywnych, rozwinięciu cementów z dodatkami mineralnymi, optymalizacji w procesie projektowania mieszanek betonowych oraz rozwoju technologii wychwytywania i magazynowania lub wykorzystania CO_2.

Miernikiem skuteczności podjętych działań dla branży cementowo-betonowej jest osiągnięcie do 2030 r. redukcji emisji CO_2 o 40% w całym łańcuchu wartości. W ramach przedstawionej strategii 5×C już teraz można podjąć szybkie i efektywne działania pozwalające na istotne zmniejszenie emisji CO_2 w wyniku powszechniejszego stosowania cementów niskoklinkierowych (niskoemisyjnych) oraz optymalizacji procesu wykonywania konstrukcji poprzez zastosowanie nowoczesnych i trwałych betonów, zapewniających wydłużenie okresu eksploatacji konstrukcji, elementu czy wyrobu.

Trwałość jest bowiem kluczowym dla środowiska czynnikiem, pozwalającym uniknąć napraw i remontów. Warto pamiętać, że każde dodatkowe działanie podejmowane w czasie eksploatacji konstrukcji betonowej wiąże się z dodatkową emisją, zużyciem materiałów i wykorzystaną energią.

PRODUKCJA CEMENTÓW NISKOKLINKIEROWYCH

Obecnie cement portlandzki CEM I jest najczęściej stosowanym spoiwem w recepturach suchych mieszanek. Można szacować, że na rynku krajowym rocznie wykorzystywane jest obecnie ok. 0,8–1 mln ton tego spoiwa do wytworzenia suchych mieszanek chemii budowlanej [4, 5], co stanowi ok. 4–5% sprzedaży cementu w kraju [4].

Produkowane są dwie odrębne grupy wyrobów, różniących się zasadniczo właściwościami i przeznaczeniem, w których wykorzystywane są:

- cementy portlandzkie (zwłaszcza CEM I),
- cementy glinowe.

W recepturach suchych mieszanek chemii budowlanej wykorzystywane są przede wszystkim cementy wytwarzane z klinkieru portlandzkiego, spełniające wymagania kilku różnych dokumentów odniesienia:

- EN 197-1 [6] – normy europejskiej dotyczącej cementów powszechnego użytku,
- PN-B-19707 [7] – normy krajowej dotyczącej cementów powszechnego użytku o właściwościach specjalnych,
- EN 14216 [8] – normy europejskiej dotyczącej cementów o niskim cieple hydratacji,
- oraz wdrożonej w 2021 r.:
- EN 197-5 [9] – normy europejskiej, będącej rozszerzeniem normy EN 197-1 o nowe rodzaje cementów z większą zawartością nieklinkierowych składników głównych cementu.

Zapisy ww. norm pozwalają na produkcję bardzo szerokiego asortymentu cementów, różniących się zarówno zawartością nieklinkierowych składników głównych, jak i klasami wytrzymałości (**TABELE 1–2**).

Wymienione w **TABELI 1** szerokie możliwości produkcji cementów z dodatkami mineralnymi są w znacznym stopniu wykorzystywane przez branżę cementową. Udział cementów CEM I bez dodatków w 2020 r. wynosił ok. 41% (**RYS. 1**) [10]. Należy natomiast podkreślić, że możliwości te nie są jak dotąd w pełni wykorzystane we wszystkich segmentach budownictwa. Dotyczy to szczególnie produkcji suchych zapraw, bazujących niemal wyłącznie na cementach CEM I.

Cementy glinowe stanowią wyłącznie dodatek stosowany w recepturach niektórych wyrobów (np. spoiny, kleje i wylewki szybkowiążące), aby znacznie przyspieszyć wiązanie i twardnienie produktu. Znacznie rzadziej stanowią one samodzielne spoiwo w recepturach suchych mieszanek. Podstawą podziału cementów glinowych jest zawartość tlenku glinu Al2O3. Cementy glinowo-wapienne o zawartości Al2O3 w granicach 35–58% objęte są wymaganiami normy europejskiej EN 14647:2006 [11], natomiast cementy wysokoglinowe nie mają dokumentu odniesienia i produkowane są najczęściej w oparciu o krajowe oceny techniczne.

CEMENTY W SUCHYCH ZAPRAWACH

Dotychczasowa wiedza dotycząca wykorzystania do produkcji suchych zapraw cementów innych niż CEM I nie jest duża. Wynika to z kilku czynników, wśród których należy wymienić przede wszystkim:

- stałą dostępność stosowanych dotychczas cementów portlandzkich CEM I,
- brak wykorzystania teoretycznej i praktycznej wiedzy dotyczącej stosowania cementów z dodatkami, takimi jak popiół lotny, żużel wielkopiecowy czy wapień,
- przyzwyczajenia i niezmienność receptur mieszanek ze względu na komplikacje procesu zmian,
- stereotypowe i błędne przekonanie o gorszej jakości cementów z dodatkami w porównaniu do cementów CEM I.

Tymczasem obecne wymagania rynku, zgodne z ideą zrównoważonego rozwoju, wymuszają na producentach szersze zainteresowanie takimi cementami, z przeprowadzeniem prac badawczych i przeprojektowaniem receptur włącznie. Zmiana tradycyjnego podejścia na nowoczesne powinna zatem wynikać nie tylko z ogromnych kosztów ekologicznymi związanych z wysoką

Główne rodzaje	Nazwa wyrobów (rodzaje cementów)		Skład (w procentach masy[1])										
			Składniki główne										Składniki drugorzędne
			Klinkier	Żużel wielkopiecowy	Pył krzemionkowy	Pucolana		Popiół lotny		Łupek palony	Wapień		
						naturalna	naturalna wypalana	krzemionkowy	wapienny				
			K	S	D[2]	P	Q	V	W	T	L[4]	LL[4]	
CEM I	Cement portlandzki	CEM I	95–100										0–5
CEM II	Cement portlandzki żużlowy	CEM II/A-S	80–94	6–20									0–5
		CEM II/B-S	65–79	21–35									0–5
	Cement krzemionkowy	CEM II/A-D	90–94		6–10								0–5
	Cement portlandzki pucolanowy	CEM II/A-P	80–94			6–20							0–5
		CEM II/B-P	65–79			21–35							0–5
		CEM II/A-Q	80–94				6–20						0–5
		CEM II/B-Q	65–79				21–35						0–5
	Cement portlandzki popiołowy	CEM II/A-V	80–94					6–20					0–5
		CEM II/B-V	65–79					21–35					0–5
		CEM II/A-W	80–94						6–20	–	–	–	0–5
		CEM II/B-W	65–79						21–35	–	–	–	0–5

TABELA 1. **Skład cementów wg norm europejskich EN 197-1** [6] **oraz EN 197-5** [9] »»

[1] Wartości w **TABELI** odnoszą się do sumy składników głównych i drugorzędnych.
[2] Udział pyłu krzemionkowego jest ograniczony do 10% masy.
[3] W cementach portlandzkich wieloskładnikowych CEM II/A-M i CEM II/B-M, w cementach pucolanowych CEM IV/A i CEM IV/B i w cementach wieloskładnikowych CEM V/A i CEM V/B składniki główne inne niż klinkier należy deklarować poprzez oznaczenie cementu.
[4] W cementach portlandzkich wieloskładnikowych CEM II/C-M i w cementach wieloskładnikowych CEM VI (S-P), CEM VI (S-V), CEM VI (S-L), CEM VI (S-LL) udział wapienia (suma L, LL) jest ograniczony do 6–20% masy.
[5] Cementy zgodne z normą EN 197-5.

Główne rodzaje	Nazwa wyrobów (rodzaje cementów)		Skład (w procentach masy[1])										
			Składniki główne										Składniki drugorzędne
			Klinkier	Żużel wielkopiecowy	Pył krzemionkowy	Pucolana		Popiół lotny		Łupek palony	Wapień		
						naturalna	naturalna wypalana	krzemionkowy	wapienny				
			K	S	D[2]	P	Q	V	W	T	L[4]	LL[4]	
CEM II	Cement portlandzki łupkowy	CEM II/A-T	80–94							6–20			0–5
		CEM II/B-T	65–79							21–35			0–5
	Cement portlandzki wapienny	CEM II/A-L	80–94								6–20		0–5
		CEM II/B-L	65–79								21–35		0–5
		CEM II/A-LL	80–94	–	–	–	–	–	–	–	–	6–20	0–5
		CEM II/B-LL	65–79	–	–	–	–	–	–	–	–	21–35	0–5
	Cement portlandzki wieloskładnikowy[3]	CEM II/A-M	80–88	← 12–20 →									0–5
		CEM II/B-M	65-79	← 21–35 →									0–5
	Cement portlandzki wieloskładnikowy[5]	CEM II/C-M	50–64	← 36–50 →									0–5

»» TABELA 1. Skład cementów wg norm europejskich EN 197-1 [6] oraz EN 197-5 [9] ««

[1] Wartości w **TABELI** odnoszą się do sumy składników głównych i drugorzędnych.
[2] Udział pyłu krzemionkowego jest ograniczony do 10% masy.
[3] W cementach portlandzkich wieloskładnikowych CEM II/A-M i CEM II/B-M, w cementach pucolanowych CEM IV/A i CEM IV/B i w cementach wieloskładnikowych CEM V/A i CEM V/B składniki główne inne niż klinkier należy deklarować poprzez oznaczenie cementu.
[4] W cementach portlandzkich wieloskładnikowych CEM II/C-M i w cementach wieloskładnikowych CEM VI (S-P), CEM VI (S-V), CEM VI (S-L), CEM VI (S-LL) udział wapienia (suma L, LL) jest ograniczony do 6–20% masy.
[5] Cementy zgodne z normą EN 197-5.

Główne rodzaje	Nazwa wyrobów (rodzaje cementów)		Skład (w procentach masy[1])										
			Składniki główne										Składniki drugorzędne
			Klinkier	Żużel wielkopiecowy	Pył krzemionkowy	Pucolana		Popiół lotny		Łupek palony	Wapień		
						naturalna	naturalna wypalana	krzemionkowy	wapienny				
			K	S	D[2]	P	Q	V	W	T	L[4]	LL[4]	
CEM III	Cement hutniczy	CEM III/A	35–64	36–65	–	–	–	–	–	–	–	–	0–5
		CEM III/B	20–34	66–80	–	–	–	–	–	–	–	–	0–5
		CEM III/C	5–19	81–95	–	–	–	–	–	–	–	–	0–5
CEM IV	Cement pucolanowy[3]	CEM IV/A	65–89	–	← 11–35 →					–	–	–	0–5
		CEM IV/B	45–64	–	← 36–55 →					–	–	–	0–5
CEM V	Cement wieloskładnikowy[3]	CEM V/A	40–64	18–30	–	← 18–30 →			–	–	–	–	0–5
		CEM V/B	20–38	31–49	–	← 31–49 →			–	–	–	–	0–5
CEM VI	Cement wieloskładnikowy[4], [5]	CEM VI (S-P)	35–49	31–59	–	6–20	–	–	–	–	–	–	0–5
		CEM VI (S-V)	35–49	31–59	–	–	–	6–20	–	–	–	–	0–5
		CEM VI (S-L)	35–49	31–59	–	–	–	–	–	–	6–20	–	0–5
		CEM VI (S-LL)	35–49	31–59	–	–	–	–	–	–	–	6–20	0–5

»» TABELA 1. **Skład cementów wg norm europejskich EN 197-1** [6] **oraz EN 197-5** [9]

1) Wartości w **TABELI** odnoszą się do sumy składników głównych i drugorzędnych.
2) Udział pyłu krzemionkowego jest ograniczony do 10% masy.
3) W cementach portlandzkich wieloskładnikowych CEM II/A-M i CEM II/B-M, w cementach pucolanowych CEM IV/A i CEM IV/B i w cementach wieloskładnikowych CEM V/A i CEM V/B składniki główne inne niż klinkier należy deklarować poprzez oznaczenie cementu.
4) W cementach portlandzkich wieloskładnikowych CEM II/C-M i w cementach wieloskładnikowych CEM VI (S-P), CEM VI (S-V), CEM VI (S-L), CEM VI (S-LL) udział wapienia (suma L, LL) jest ograniczony do 6–20% masy.
5) Cementy zgodne z normą EN 197-5.

Klasa wytrzymałości	Wytrzymałość na ściskanie, [MPa]				Początek czasu wiązania, [min]	Stałość objętości, [mm]
	wytrzymałość wczesna		wytrzymałość			
	po 2 dniach	po 7 dniach	po 28 dniach			
32,5L[1)]	–	≥12	≥32,5	≤52,5	≥75	≤10
32,5N	–	≥16				
32,5R	≥10	–				
42,5L[1)]	–	≥16	≥42,5	≤62,5	≥60	
42,5N	≥10	–				
42,5R	≥20	–				
52,5L[1)]	≥10	–	≥52,5	–	≥45	
52,5N	≥20	–				
52,5R	≥30	–				

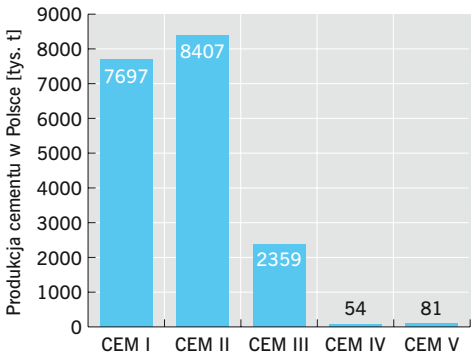
TABELA 2. **Właściwości mechaniczne i fizyczne cementów**

[1)] klasa wytrzymałości definiowana tylko dla cementów CEM III

emisyjnością cementów z dużą zawartością klinkieru, ale także niedocenianymi wciąż właściwościami cementów ze składnikami nieklinkierowymi.

Rolę cementu w suchych mieszankach opartych na spoiwie cementowym i cementowo-wapiennym opisano w kilku publikacjach [12–15]. Asortyment wyrobów na bazie cementu i wapna jest bardzo szeroki. Są to:

- zaprawy murarskie,
- tynki cementowo-wapienne,
- zaprawy specjalne (naprawcze, montażowe itp.),
- tynki dekoracyjne,
- spoiny,
- betony i podkłady podłogowe,
- masy samopoziomujące,
- kleje do okładzin,
- kleje do systemów ociepleń,
- gładzie,
- a także specjalistyczne produkty renowacyjne.



RYS. 1. **Produkcja różnych rodzajów cementu w Polsce w 2020 roku;** *rys.: [10]*

Cement jest ponadto składnikiem dwukomponentowych zapraw wodoszczelnych stosowanych do hydroizolacji balkonów, tarasów, basenów oraz różnego rodzaju zbiorników.

We wszystkich wymienionych grupach produktowych spoiwo cementowe odgrywa istotne znaczenie w kształtowaniu właściwości tych wyrobów. W wielu z tych grup wyrobów cementy

z dodatkami będą idealnym rozwiązaniem w miejsce dotychczas stosowanych cementów CEM I. Dotyczy to szczególnie zapraw murarskich, podkładów, betonów i tynków oraz gładzi, w których dodatki typu popiół czy żużel poprawiają właściwości robocze zapraw i wpływają bardzo korzystnie na ich długoterminową trwałość, z uwagi na znaczny przyrost wytrzymałości po dłuższym okresie wiązania i twardnienia.

Szczególnie ciekawym rozwiązaniem dla tego typu zapraw mogą być cementy wieloskładnikowe, np. CEM II/B-M (S-V), które wykorzystują synergistyczny efekt oddziaływania popiołu i żużla [**16**], pozwalając na skuteczną aplikację zarówno w niezaawansowanych technologicznie zaprawach, jak i wysokiej jakości wyrobach, w których stosuje się na szerszą skalę dodatki chemiczne. Składniki cementu takie jak kamień wapienny czy żużel wielkopiecowy, oprócz poprawy urabialności, zapewniają ponadto nieco jaśniejszy odcień zapraw i betonów z nich wykonanych.

Cementy z kamieniem wapiennym doskonale sprawdzają się w produktach cementowo-wapiennych, a obecność mączki wapiennej w składzie może pozwalać na ograniczenie drogiego wapna hydratyzowanego w recepturach zapraw. Cementy wapienne wykazują ponadto podwyższone wytrzymałości w początkowym okresie wiązania i twardnienia [**16–18**]. To bardzo korzystna cecha, którą można wykorzystać w recepturach produktów wymagających stosunkowo szybkiego użytkowania po aplikacji, np. klejach do ociepleń i płytek czy hydroizolacjach. Te cementy są stosunkowo mało stosowane w suchych mieszankach i wymagają szerszych badań, jednakże dotychczasowe doświadczenia wskazują, że mogą być z powodzeniem stosowane jako zamienniki cementu CEM I, zwłaszcza w klasie wytrzymałości 42,5R.

Szczególne obawy co do stosowania cementów z dodatkami mineralnymi dotyczą klejów do płytek. Z technologicznego punktu widzenia to bardzo wymagająca grupa wyrobów, z uwagi na konieczność stosowania cementów szybkotwardniejących, klasy wytrzymałości co najmniej 42,5R (a optymalnie klasy 52,5R) [**14**]. Nie bez znaczenia są tutaj także wysokie wymagania normowe, w szczególności dotyczące klejów o przyczepności w klasie C2 i dodatkowo deklarowane jako odkształcalne (oznaczenia: S1 lub S2).

Z wymienionych powodów na krajowym rynku pojawiają się rozwiązania w postaci cementów z dodatkami o najwyższej klasie wytrzymałości, a szczególną uwagę należy zwrócić na cement CEM II/A-V w klasie wytrzymałości 52,5R, który łączy w sobie zalety „szybkich" cementów CEM I oraz korzyści wynikające ze stosowania aktywnego pucolanowo składnika, tj. popiołu lotnego krzemionkowego. Cement ten doskonale sprawdza się również przy produkcji wyrobów prefabrykowanych wymagających oprócz szybkiego rozwoju wytrzymałości wczesnej, także odpowiedniego utrzymania właściwości reologicznych. Należy jednak podkreślić, że zastosowanie każdego nowego rodzaju cementu wymaga przeprowadzenia szerokich badań i nie zawsze będzie wiązało się z zastąpieniem dotychczasowego rozwiązania w oparciu o ten sam skład. Bardzo często zmiana cementu wymusza zmianę domieszek chemicznych w celu poprawy kompatybilności współpracy w układzie spoiwo–domieszka oraz uzyskania zakładanych właściwości.

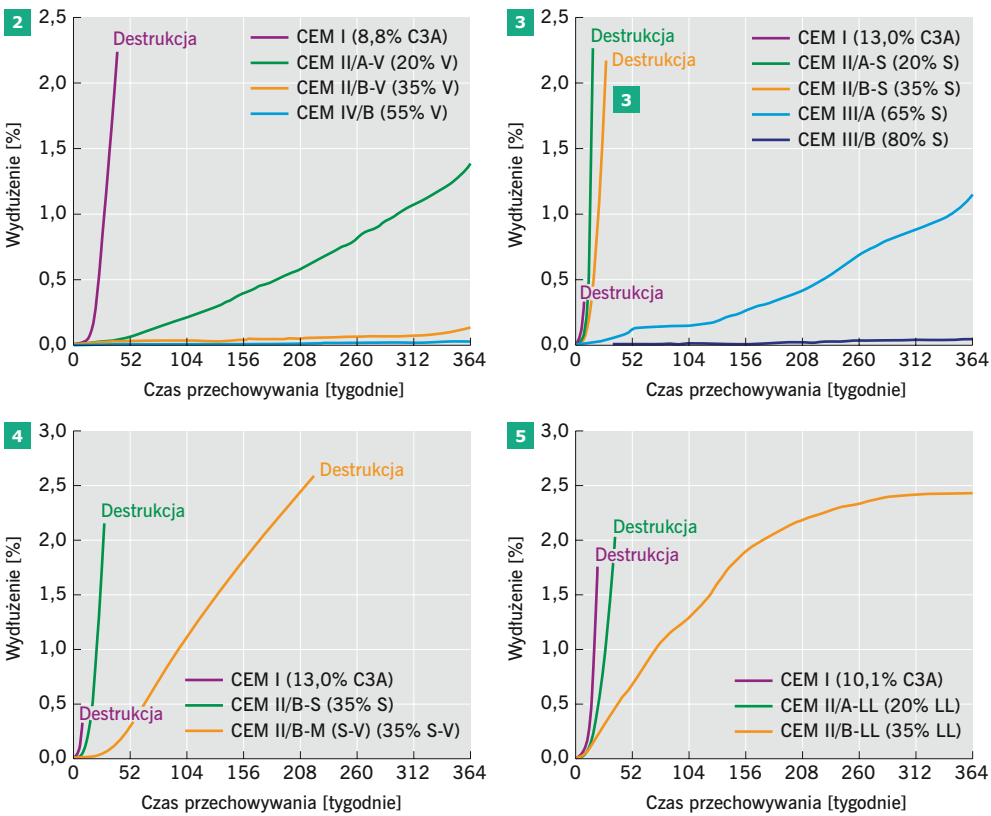
W **TABELI 3** pokazano możliwości zastosowania różnego rodzaju cementów w poszczególnych grupach suchych mieszanek chemii budowlanej.

Korzyści ze stosowania cementów zawierających popiół lotny, granulowany żużel wielkopiecowy czy kamień wapienny są w branży cementowej znane od lat [**16–19**]. Składniki te wpływają

Grupa	Cement portlandzki CEM I (bez dodatków)	Cementy popiołowe	Cementy żużlowe	Cementy wapienne
Zaprawy murarskie	■	■	■	■
Tynki cementowo-wapienne	■	■	■	■
Betony i podkłady	■	■	■	■
Kleje do ociepleń	■	■	■	■
Kleje do płytek	■	■	■	■
Hydroizolacje	■	■	■	■

TABELA 3. **Cementy w suchych mieszankach chemii budowlanej – możliwe aplikacje**

■ szczególnie polecane, ■ polecane, ■ do indywidualnej weryfikacji



RYS. 2–5. **Zmiany liniowe zapraw cementowych wykonanych z różnych cementów przechowywanych przez 7 lat w roztworze Na_2SO_4: cementy popiołowe (2), cementy żużlowe (3), cementy popiołowo-żużlowe (4) i cementy wapienne (5);** *rys.: [18]*

bardzo korzystnie na trwałość betonów i zapraw, co pokazano na przykładzie badań odporności na korozję chemiczną (**RYS. 2–5**).

Dodatki popiołu lotnego krzemionkowego V, granulowanego żużla wielkopiecowego S oraz kamienia LL znacząco zmniejszają zmiany liniowe zapraw, które nawet po wieloletnim przechowywaniu w roztworze korozyjnym nie ulegają zniszczeniu [**18**].

I tutaj wracamy do trwałości produktów wykonanych na cementach o niższej zawartości klinkieru. Cementy portlandzkie nie zapewniają zazwyczaj odpowiedniej odporności betonów i zapraw na korozję chemiczną czy biologiczną. Wprowadzając do cementu składnik mineralny, pozaklinkierowy można zdecydowanie zwiększyć odporność takich cementów czy też wyrobów z nich wykonanych, a eksploatowanych w środowisku agresywnym.

WNIOSKI

1. Przemysł cementowy od lat prowadzi szereg działań oraz inwestycji proekologicznych, obniżając niekorzystne oddziaływanie na środowisko. Związane jest to z długoterminowym zobowiązaniem branży cementowej do prowadzenia gospodarki zrównoważonej i neutralnej pod względem emisji dwutlenku węgla.
2. W ramach długofalowej strategii unijnej „Zielony Ład" branża cementowa zrzeszona w CEMUREAU opracowała „mapę drogową" wyznaczającą cel redukcji CO_2 o 80% do 2050 r. Mapę tę uzupełniono „podejściem w 5 punktach", promującym inicjatywy proekologiczne dla produkcji klinkieru, cementu, betonu, szeroko pojętego budownictwa oraz dla procesów związanych z karbonatyzacją.
3. Krajowy rynek cementów podlega obecnie szerokim zmianom dążącym w kierunku „zielonych" cementów, pozwalających na obniżenie wskaźnika klinkierowego w cemencie i na redukcję emisji szkodliwych zanieczyszczeń (głównie CO_2).
4. Jednym z głównych dokumentów opisujących ślad węglowy produktu oraz jego wpływ na środowisko na każdym etapie jego produkcji i wykorzystania są deklaracje środowiskowe producenta.
5. Stosowanie cementów niskoemisyjnych, z nieklinkierowymi składnikami, takimi jak: popiół lotny, granulowany żużel wielkopiecowy czy kamień wapienny ma uzasadnienie technologiczne z uwagi na szereg korzyści wynikających z ich stosowania w suchych zaprawach i betonach.
6. Zastosowanie każdego nowego rodzaju cementu w recepturach suchych zapraw i betonów wymaga przeprowadzenia szerokich badań sprawdzających użyteczność i trwałość.

Rozwój i wdrażanie technologii materiałów budowlanych CEMEX
jest częścią globalnego networku ds. badań i rozwoju, na czele z Centrum Badań CEMEX z siedzibą w Szwajcarii.

LITERATURA

1. PN-EN 15804+A2:2020-03, „Zrównoważenie obiektów budowlanych. Deklaracje środowiskowe wyrobu. Podstawowe zasady kategoryzacji wyrobów budowlanych".

2. PN-EN ISO 14025:2010, „Etykiety i deklaracje środowiskowe. Deklaracje środowiskowe III typu. Zasady i procedury".

3. Strona internetowa „Stowarzyszenia Producentów Cementu": https://www.polskicement.pl/mapa-drogowa-2050/.

4. P. Kijowski, „Przemysł cementowy w Polsce. Stan obecny i perspektywy rozwoju. Jakość cementu – program „Pewny Cement", prezentacja Stowarzyszenia Producentów Cementu na Konferencji „ZAKOBUILDING", Zakopane, 9–12.03.2011.
5. „Rynek chemii budowlanej w Polsce. Edycja 2021", raport analityczny IBP Research.
6. PN-EN 197-1:2012, „Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku".
7. PN-B-19707:2013-10, „Cement. Cement specjalny. Skład, wymagania i kryteria zgodności".
8. PN-EN 14216:2005-09, „Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów specjalnych o bardzo niskim cieple hydratacji".
9. PN-EN 197-5:2021-07, „Cement. Część 5: Cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II/C-M i cement wieloskładnikowy CEM VI".
10. Strona internetowa „Stowarzyszenia Producentów Cementu": https://www.polskicement.pl/wyniki-przemyslu-cementowego-2020.
11. PN-EN 14647:2007, „Cement glinowo-wapniowy. Skład, wymagania i kryteria zgodności".
12. Chłądzyński, Ł. Bąk, „Rola cementu w kształtowaniu właściwości suchych mieszanek chemii budowlanej", „IZOLACJE" 11/12/2011, s. 32–35.
13. S. Chłądzyński, A. Wójcik, Ł. Bąk, „Wybrane aspekty roli cementu w kształtowaniu właściwości wyrobów chemii budowlanej", Konferencja „Dni Betonu" 2014, s. 401–410.
14. S. Chłądzyński, K. Walusiak, „Wpływ wytrzymałości cementu na właściwości klejów do płytek", „IZOLACJE" 5/2017, s. 58–62.
15. S. Chłądzyński, K. Walusiak, „Wpływ wytrzymałości cementu na właściwości klejów do ociepleń", „IZOLACJE" 4/2018, s. 38–42.
16. S. Chłądzyński, A. Garbacik, „Cementy wieloskładnikowe w budownictwie", Stowarzyszenie Producentów Cementu, Kraków 2008.
17. W. Kurdowski, „Chemia cementu", Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1991.
18. S. Chłądzyński, „Odporność cementu na agresję siarczanową w świetle badań długoterminowych", Konferencja „Dni Betonu", s. 441–456, Wisła, 11–13.10.2004.
19. A.M. Neville, „Właściwości betonu", wyd. IV, Polski Cement, Kraków 2000.

Piotr Górak ukończył Wydział Budownictwa Politechniki Częstochowskiej. Pracuje w CEMEX Polska Sp. z o.o. na stanowisku menadżera działu doradztwa technicznego. Od ponad 20 lat zawodowo zajmuje się szeroko pojętą technologią betonu i cementu. Uczestniczył w wielu kluczowych i międzynarodowych projektach budowlanych. Lider wielu projektów badawczo-rozwojowych realizowanych we współpracy z krajowymi jednostkami badawczymi i uczelniami oraz globalnym centrum rozwoju Cemex. Jest współautorem wielu publikacji naukowych oraz monografii wydanej przez SPBT „Badanie betonu w konstrukcji w świetle aktualnych norm i wytycznych".

Sławomir Chłądzyński ukończył Akademię Górniczo-Hutniczą w Krakowie, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki. Pracuje w Cemex Polska Sp. z o.o. jako menedżer produktu. Jest autorem książki „Spoiwa gipsowe w budownictwie", współautorem książki „Cementy wieloskładnikowe w budownictwie" oraz wielu publikacji dotyczących technologii cementu i betonu, gipsu i spoiw gipsowych oraz chemii budowlanej.

Katarzyna Walusiak ukończyła Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki na AGH w Krakowie, Wydział Chemiczny na Politechnice Śląskiej w Gliwicach oraz studia podyplomowe na Politechnice Krakowskiej w zakresie farb i lakierów. Od 10 lat prowadzi badania w Laboratorium Chemii Budowlanej w Zabrzu oraz doradztwo w szerokim zakresie. Jest autorką wielu publikacji z chemii budowlanej.

BUDUJ ODPOWIEDZIALNIE DLA LEPSZEGO JUTRA



Poliuretanowa Zaprawa Murarska w porównaniu do technologii cementowej to:

- Zerowe zużycie wody
- Zerowe zużycie energii
- Nawet 30% szybsze zakończenie inwestycji
- Do 50% niższa emisja CO_2
- A w transporcie prawie o 98%

1 puszka pianokleju zastępuje ponad 50 kg tradycyjnej zaprawy cementowej

1 tir pianokleju zastąpi ponad 40 tirów tradycyjnej zaprawy cementowej



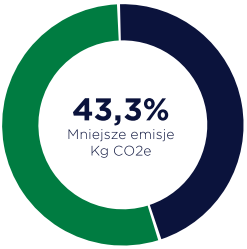


Selena – technologia poliuretanowa



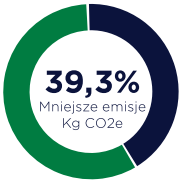
Tradycyjne zaprawy

Redukcja CO_2 w poszczególnych fazach



Wpływ na globalne ocieplenie w całym cyklu życia budynku

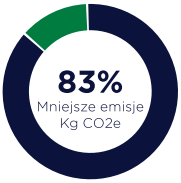
Wpływ na globalne ocieplenie



A1–A3
Faza wyboru



A4
Transport na budowę



A5
Instalacja i wbudowanie



C1–C4
Faza końca życia

INFOLINIA
801 350 500*
*Koszt połączenia z każdego miejsca w kraju – koszt połączenia lokalnego.

DZIAŁ OBSŁUGI KLIENTA
Tel: +48 71 78 38 340*
Fax: +48 71 78 38 340*

ADRES E-MAIL
scc@selena.com

Piotr Wolański

DACHY ZIELONE – EKOLOGICZNE ROZWIĄZANIE I POPRAWA JAKOŚCI ŻYCIA W MIASTACH

W polskich miastach rośnie świadomość na temat potencjału dachów zielonych w zakresie poprawy efektywności energetycznej budynków, retencji miejskiej i korzyści wynikających ze stosowania tego rozwiązania w kontekście mitygacji i adaptacji do zmian klimatu oraz oczyszczania powietrza. Zalet dachów zielonych jest wiele.

Uchwały wprowadzające zachęty finansowe do budowy dachów zielonych zostały przyjęte w wielu miastach, m.in.: we Wrocławiu, Katowicach, Kaliszu, Bielsku-Białej, Częstochowie, Opolu czy Dąbrowie Górniczej. Dopłaty do budowy dachów zielonych można było uzyskać w ogólnopolskim programie „Moja Woda".

DACHY ZIELONE W WARSZAWSKIM STANDARDZIE ZIELONEGO BUDYNKU

Dachy zielone jako ważny element zrównoważonego budownictwa zostały uwzględnione w Warszawskim Standardzie Zielonego Budynku, opracowanym przez przedstawicieli miejskiego Biura Ochrony Powietrza i Polityki Klimatycznej oraz Krajowej Agencji Poszanowania Energii (KAPE) w 2021 roku. Wcześniej zostały również uwzględnione w Warszawskim Standardzie Mieszkaniowym.

Warszawski Standard Zielonego Budynku (WSZB) ma stać się znaczącym krokiem w kierunku ograniczania emisji gazów cieplarnianych oraz przybliżania stolicy Polski do osiągnięcia neutralności klimatycznej najpóźniej do 2050 roku. Dokument ten jest zbiorem wytycznych, które mają być wykorzystywane przez miejskich inwestorów w procesie planowania, realizacji, modernizacji oraz użytkowania budynków. Opracowane propozycje mają zmniejszyć energochłonność i emisyjność miejskich budynków w całym cyklu ich życia.

Standard ten dotyczy budynków publicznych (miejskich), zarówno tych nowo budowanych, jak i modernizowanych. WSZB dotyczy budynków użyteczności publicznej, a w przypadku budynków mieszkalnych – budownictwa komunalnego i TBS-ów. W przyszłości miasto chce zachęcać do stosowania standardów również inwestorów prywatnych, np. deweloperów, czy właścicieli domów jednorodzinnych. W przypadku budynków prywatnych wprowadzenie Warszawskiego Standardu Zielonego Budynku jest więc opcjonalne.



FOT. 1. **Fotowoltaika na zielonym dachu z roślinnością w uprawie ekstensywnej;** *fot.: Optigruen International AG*

W Warszawskim Standardzie Zielonego Budynku skupiono się na następujących obszarach zrównoważonego budownictwa: zieleni i otoczeniu budynku, materiałach budowlanych i procesie budowy, energii, wodzie, odpadach oraz komforcie i bezpieczeństwie użytkowników.

Wytyczne podzielone zostały na dwie kategorie:

- Wymagania.
- Zalecenia.

Wymagania (oznaczone jako „W") to kategoria, którą każdy nowoprojektowany lub modernizowany budynek musi spełnić. Określają minimalne warunki zapewniające realizację polityki klimatycznej m.st. Warszawy oraz dbanie o komfort użytkowników.

Zalecenia (oznaczone jako „Z") zawierają propozycje, wprowadzenie których zwiększy efektywność energetyczną budynku i pozytywnie wpłynie na lokalne środowisko i lokalną społeczność. Zalecenia są dodatkowymi elementami, które można uwzględnić w procesie projektowania lub modernizowania budynków, do stosowania których będą zachęcani inwestorzy miejscy.

Wymagania odnoszące się do dachów zielonych zostały zapisane jako: *Wykonanie zielonego dachu o powierzchni nie mniejszej niż 20% powierzchni dachów (lub tarasów, jeśli budynek nie posiada dachów). Wyjątek stanowi sytuacja, w której cały dach jest przeznaczony na instalacje OZE.*[1] Jako Zalecenia[2] znalazł się zapis: *Minimalna miąższość substratu dla dachu zielonego – 20 cm*.

Należy przy tym zaznaczyć, że powyższe zapisy znalazły się w projekcie dokumentu, który został udostępniony do konsultacji społecznych. Konsultacje zakończyły się 24 stycznia 2022, ale nie jest jeszcze znany ostateczny kształt Warszawskiego Standardu Zielonego Budynku.

[1] https://konsultacje.um.warszawa.pl/warszawski_standard_zielonego_budynku, dostęp 31.01.2022).

[2] Tamże.



FOT. 2. **Dach na wiacie przy domu prywatnym w okolicach Krakowa zarośnięty różnymi gatunkami rozchodników;**
fot.: Katarzyna Wolańska

DACHY ZIELONE – POPRAWA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW ORAZ OGRANICZENIE EMISYJNOŚCI OGRZEWANIA I CHŁODZENIA

Dachy zielone nie nagrzewają się w takim stopniu jak tradycyjne. Badania prowadzone w Nowym Jorku (Rosenzweig i in. 2006) wykazały, że w upalne letnie popołudnie temperatura powierzchni dachu standardowego może być nawet o 40°C wyższa od temperatury powierzchni dachu zielonego. Średnio (pomiary prowadzone w lipcu 2003) temperatura powierzchni dachu standardowego była wyższa o 19°C w ciągu dnia i niższa o 8°C nocą od powierzchni dachu zielonego. Z kolei temperatura wewnątrz budynku pokrytego dachem zielonym była w dzień średnio o 2°C niższa, a w nocy średnio o 0,3°C wyższa.

Podstawowe zalety dachów zielonych w kontekście mitygacji i adaptacji do zmian klimatu to:

- retencjonowanie wód opadowych i zmniejszanie ryzyka powodzi miejskich,
- zapobieganie miejskiej wyspie ciepła i niwelowanie negatywnych skutków tego zjawiska,
- wspieranie różnorodności biologicznej (tworzenie siedlisk dla fauny i flory) w miastach i tworzenie zielonych korytarzy,
- oczyszczanie powietrza,
- poprawa efektywności energetycznej budynków, a co za tym idzie ograniczenie emisji CO_2 do atmosfery.

Oszczędności energii w budynkach wyposażonych w zielone dachy wynikają przede wszystkim z lepszej izolacji termicznej dachu. W okresach zimowych oznacza to oszczędności energii związane z ograniczeniem strat ciepła przez strop,



FOT. 3. **Dach zielony w uprawie ekstensywnej. Rozchodniki to rośliny, które dobrze znoszą brak opadów i duże nasłonecznienie;** *fot.: Piotr Wolański APK Dachy Zielone*

Budynki odpowiadają za około 40% zużycia energii w UE i 36% emisji gazów cieplarnianych. Jedynie 1% budynków poddaje się co roku renowacji pod kątem efektywności energetycznej, dlatego skuteczne działania w tym zakresie mają podstawowe znaczenie dla tego, aby Europa stała się neutralna klimatycznie.[3)]

w okresach letnich zmniejszają potrzebę klimatyzowania pomieszczeń. Badania przeprowadzone dla budynków wielopiętrowych w Madrycie (Alcazar i Bass, 2005) wykazały, że oszczędności energii wynoszą 0,5% w sezonie grzewczym oraz 6% w sezonie letnim.

Wykonanie zielonego dachu pozwala na obniżenie temperatury w pomieszczeniach pod nim średnio o 2–5°C. Natomiast 20 cm warstwa substratu i 20–40 cm warstwa roślinności ma identyczne właściwości izolacyjne co 15 cm warstwa wełny mineralnej.

Dachy zielone mają więc wpływ na redukcję emisji CO_2 do atmosfery, obniżając temperaturę przyczyniają się do oszczędności energetycznych, co pozwala na redukcję CO_2 emitowanego przy produkcji energii.

Rośliny posadzone na dachach pochłaniają CO_2 i produkują tlen w procesie fotosyntezy, filtrując przy tym zanieczyszczenia znajdujące się w powietrzu.

PRODUKCJA ENERGII NA ZIELONYCH DACHACH SOLARNYCH

Jeśli mówimy o efektywności energetycznej w kontekście dachów zielonych, to warto podkreślić, że zastosowanie paneli fotowoltaicznych na dachu obsadzonym roślinnością podnosi efektywność działania samej instalacji solarnej. Jest to korzystne ze względu na efekt synergii przy wytwarzaniu prądu – stosunkowo niska temperatura powierzchni zazielenionej (w porównaniu do dachów tradycyjnych) prowadzi do mniejszego nagrzewania modułów fotowoltaicznych, co poprawia ich sprawność.

Dachy płaskie w miastach mają bardzo duży potencjał. To przestrzeń, którą można zagospodarować i wykorzystać w procesach mitygacji i adaptacji do zmian klimatu, poprawiając przy tym

3) „Uchwalono strategię na rzecz fali renowacji", „IZOLACJE" 10/2020.



FOT. 4. **Dachy zielone są często stosowane na garażach, przy domach prywatnych;** *fot.: Piotr Wolański APK Dachy Zielone*

efektywność energetyczną budynków, ograniczając emisję CO_2 do atmosfery i osiągając wymierne oszczędności ekonomiczne (niższe koszty ogrzewania budynków zimą i klimatyzowania latem).

W JAKI SPOSÓB DACHY ZIELONE RETENCJONUJĄ WODY OPADOWE?

Dachy zielone pomagają zapobiegać powodziom miejskim, ponieważ nie tylko retencjonują wody opadowe i roztopowe, ale również opóźniają spływ wody do kanalizacji i odbiorników końcowych. Potwierdzają to badania naukowe prowadzone na całym świecie. A co ważne, potwierdzają to również badania realizowane w polskich uwarunkowaniach klimatycznych, prowadzone od 2009 r. przez dr hab. inż. Ewę Bursztę-Adamiak na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu.

Jak pisze Ewa Burszta-Adamiak w swojej monografii pt.: „Zielone dachy jako element zrównoważonych systemów odwadniających na terenach zurbanizowanych" *część wody dostającej się na zazielenioną połać dachu zostaje zatrzymana w substracie dachowym i w warstwie drenażowej (w przypadku zielonego dachu o konstrukcji wielowarstwowej), a następnie wykorzystywana jest przez rośliny do procesów życiowych. Część wody oddawana jest do atmosfery w procesie ewaporacji z powierzchni dachu i transpiracji z powierzchni roślin. Odpływ wody z zielonego dachu do odbiornika następuje po wyczerpaniu zdolności do przyjęcia wody przez warstwy konstrukcyjne* [1].

W monografii możemy znaleźć też informacje, że funkcjonowanie zielonych dachów w aspekcie hydrologicznym obejmuje, obok możliwości redukcji objętości odpływu (retencja wodna) także zmniejszenie szczytowej fali odpływu oraz opóźnienie spływu z dachu. Autorka monografii przywołuje badania prezentowane w literaturze, które wykazują spłaszczenie szczytowej fali odpływu na poziomie 60–90%, a opóźnienie odpływu w granicach od 5 min do ponad 2 godz. [1].

Dachy zielone wchłaniają opady deszczu, opóźniają spływ deszczówki do kanalizacji, dzięki czemu jest ona mniej przeciążona, wspomagając miejskie systemy kanalizacyjne w krytycznych sytuacjach.

Warstwy na dachu zielonym, które biorą udział w procesie zagospodarowania wód opadowych, patrząc od góry to:

- rośliny (na skutek intercepcji i transpiracji),
- podłoże (zachodzi w nim filtracja, ewapotranspiracja, retencja),
- warstwa drenażowo-retencyjna (w warstwie tej zachodzi retencja, odpływ).

DACHY ZIELONE – ROZWIĄZANIA WIELOFUNKCYJNE, ZAPEWNIAJĄCE EFEKT SYNERGII I LICZNE KORZYŚCI EKOLOGICZNE

Budując dachy czy tarasy zielone w miastach, uzyskujemy efekt synergii wynikający z łączenia licznych korzyści ekologicznych związanych z ich stosowaniem. Poza retencjonowaniem wody opadowej należą do nich:

- niwelowanie negatywnych skutków miejskiej wyspy ciepła,
- poprawa bioróżnorodności,
- ograniczenie energochłonności budynków (dachy zielone stanowią izolację termiczną budynków, co powoduje, że poprawiają ich efektywność energetyczną, a tym samym zmniejszają zapotrzebowanie na ogrzewanie zimą i chłodzenie latem),
- oczyszczanie powietrza,
- redukcja hałasu.

Dzięki tym cechom dachy zielone są uznawane za rozwiązanie wielofunkcyjne, które jest pomocne w procesach ochrony klimatu i adaptacji do istniejących już zmian klimatycznych.

LITERATURA

1. E. Burszta-Adamiak, „Zielone dachy jako element zrównoważonych systemów odwadniających na terenach zurbanizowanych", Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2014.
2. Y. Harazono, „Effect of rooftop vegetation using artificial substrates on the urban climate and the termal load of buildings", „Energy and Building", 15–16, s. 435–442.
3. R. Kumar, S. Kaushik, „Performance evaluation of green roof and shading for thermal protection of building", „Energy and Building" 40, s. 505–1511. 1990/91, 2005.
4. M. Kuhn, „Rooftop greening", „Eco Architecture", 1996.
5. Strona internetowa: https://konsultacje.um.warszawa.pl/warszawski_standard_zielonego_budynku (dostęp 31.01.2022).
6. N. H. Wong, Y. Chen, „Tropical urban heat islands. Climate, building and greenery", New York 2009.
7. „Wytyczne dla dachów zielonych. Wytyczne do projektowania, wykonywania i utrzymywania dachów zielonych", FLL/DAFA, 2021.

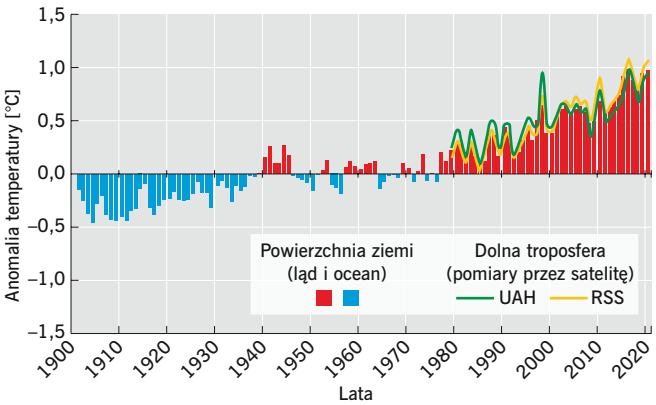
Piotr Wolański – od 15 lat zajmuje się dachami zielonymi, konsultuje projekty, realizuje inwestycje, współpracuje ze środowiskiem naukowym przy projektach innowacyjnych dla branży. Publikuje w mediach branżowych. Był współzałożycielem Grupy Merytorycznej Dachy Zielone w ramach Stowarzyszenia Wykonawców Dachów Płaskich i Fasad DAFA, a także jednym z inicjatorów wydania w Polsce „Wytycznych dla dachów zielonych" FLL. W latach 2012–2019 koordynator Grupy Merytorycznej Dachy Zielone w Stowarzyszeniu DAFA, gdzie aktywnie uczestniczył w pracach Zespołu Redakcyjnego, opracowującego dwa polskie wydania wytycznych. Członek zwyczajny Polskiego Stowarzyszenia „Dachy Zielone".

DR INŻ. BARTŁOMIEJ MONCZYŃSKI

EKOLOGICZNY ASPEKT PIĄTEJ ELEWACJI – WPŁYW KONSTRUKCJI DACHU NA KLIMAT I MIKROKLIMAT

Wśród naukowców zajmujących się klimatem panuje konsensus – 97% spośród nich łączy ocieplanie się klimatu z działalnością człowieka i uważa, że zmiany klimatu zostały spowodowane przez nadmierną emisję dwutlenku węgla i innych gazów cieplarnianych w wyniku spalania paliw kopalnych, takich jak ropa naftowa, węgiel czy gaz ziemny [1].

Średnia temperatura globalna rośnie od początku XX w. i przewiduje się, że będzie rosła dalej – rok 2016 był najcieplejszym rokiem w historii świata, drugim najcieplejszym był rok 2020, a lata 2011–2020 były najcieplejszą dekadą w historii od czasu rozpoczęcia pomiarów temperatury. Globalna średnia temperatura powierzchni rosła w średnim tempie o 0,1°C na dekadę od 1901 r. (**RYS. 1**) [2]. Efektem globalnego ocieplenia są m.in. fale ekstremalnych upałów, które są bardziej dotkliwe na obszarach miejskich i obejmują zagrożenie dla zdrowia (szczególnie osób w podeszłym wieku), wyższe stężenia zanieczyszczeń, niższą jakość wody oraz spadek wydajności pracy [3]. Efekty upałów potęgowane są dodatkowo przez efekt miejskiej wyspy ciepła (UHI, od ang. *urban heat island*), czyli zjawiska polegającego na wzroście średniej temperatury o 1 do 5°C w porównaniu z sąsiadującymi obszarami wiejskimi [4]. Wyższa temperatura w zabudowie miejskiej jest skutkiem promieniowania



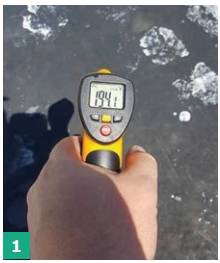
RYS. 1. **Temperatury na świecie w latach 1901–2020, UAH i RSS reprezentują dwie różne metody analizy oryginalnych pomiarów satelitarnych;**
rys.: www.epa.gov/climate-indicators

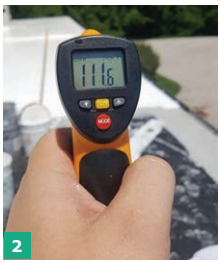
absorpcyjnego spowodowanego sztucznymi materiałami miejskimi, transpiracji z budynków i infrastruktury, uwalniania antropogenicznego ciepła od mieszkańców i urządzeń oraz efektem blokowania przepływu powietrza przez budynki – znaczny udział w tym procesie mają ciemne powierzchnie, takie jak bitumiczne pokrycia dachowe (ale również nawierzchnie asfaltowe), które mają niską zdolność odbijania światła, a w konsekwencji pochłaniają więcej energii i latem mogą rozgrzewać się do bardzo wysokiej temperatury [**3**].

Pokrycia dachowe stanowią parasol bezpieczeństwa dla najwyżej położonych zewnętrznych, poziomych przegród budynków i budowli, a tym samym dla całych obiektów budowlanych – w budownictwie stosuje się wiele, często bardzo odmiennych, technologii krycia dachów, w tym tradycyjnych, takich jak pokrycia drewniane, ceramiczne, cementowe, włókno-cementowe, papowe, z tworzyw sztucznych, stali i metalu, szkła, a nawet strzechy [**5**]. Nowoczesne rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe dachów płaskich stanowią jedną z odpowiedzi na zachodzące zmiany klimatu. Ekologiczne rozwiązania dachów płaskich to tzw. szara [**7–9**], zielona [**10, 11**] oraz błękitna [**12**] infrastruktura.

SZARA INFRASTRUKTURA – CHŁODNE DACHY

Przy rosnących cenach energii coraz większą wagę przykłada się do tego, by dachy budynków posiadały prawidłową izolację termiczną – mówiąc potocznie, aby były ciepłe, szczególnie zimą. Tymczasem zbyt wysoka temperatura dachu latem (**FOT. 1–2, TABELA 1**) również może powodować straty energii oraz wpływać na szybką degradację pokrycia dachowego. Dlatego właśnie narodziła się idea tzw. chłodnych dachów (z ang. *cool roofs*) [**7**].





FOT. 1–2. **Odczyt temperatury przed (194°F/90°C) oraz po (111°F/43°C) zastosowaniu jasnego pokrycia dachowego;** *fot.: www.buildingenclosureonline.com*

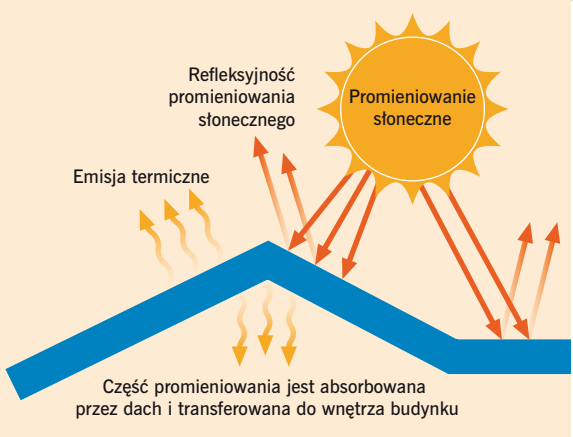
Kolor pokrycia	Temperatura powierzchni
połysk metaliczny	40°C
jasnoszare	50–60°C
czerwone (ceglaste)	60–70°C
ciemnobrązowe	70–80°C
czarne (antracytowe)	80–85°C

TABELA 1. **Wpływ koloru pokrycia na nagrzewanie się konstrukcji dachu [5]**

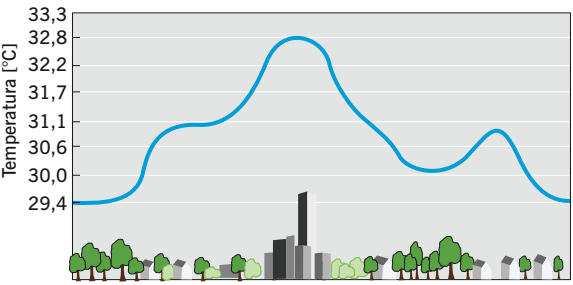
W warunkach meteorologicznych występujących w naszym kraju do zapewnienia odpowiedniego mikroklimatu wewnątrz budynku zazwyczaj dąży się, stosując odpowiednio dobraną (pod względem grubości) oraz zabezpieczoną przed wilgocią warstwę termoizolacyjną [**13**]. O ile jednak znaczne oszczędności energii można osiągnąć szczególnie w przypadku klimatu ciepłego i gorącego, korzyści z zastosowania chłodnych dachów można również uzyskać w klimacie chłodnym, zwłaszcza w przypadku klimatyzowanych latem budynków o dużej powierzchni zabudowy. Oszczędności te mogą nawet przewyższać zyski ciepła uzyskiwane zimą [**9, 14**].

Chłodne dachy odznaczają się wysoką refleksyjnością, co oznacza, że odbijają znaczną część padających promieni słonecznych i w ten sposób oddają energię z powrotem do atmosfery – tylko nieznaczna część promieniowania

absorbowana jest jako energia cieplna [15]. Dzięki zmniejszeniu emisji ciepła do wnętrza budynku, zmniejszone zostaje obciążenie urządzeń chłodzących podczas ciepłych pór roku. Szacuje się, że oszczędności energii używanej do chłodzenia powietrza, przy zwiększeniu współczynnika odbicia z istniejącego 0,10–0,20 do 0,60 mogą wynosić nawet 20% [16].



RYS. 2. **Cechy definiujące chłodny dach;** *rys.: coolroofs.org*



RYS. 3. **Miejska wyspa ciepła;** *rys.: wikimedia.org*

Materiały wykorzystywane do wykonywania pokryć dachowych charakteryzują dwie cechy fizyczne (**RYS. 2**). Pierwsza to współczynnik odbicia promieniowania słonecznego (określany również jako refleksyjność lub albedo). Jest to stosunek sumy energii słonecznej padającej na dach do ilości energii przez dach odbitej. Druga to emisja termiczna, czyli zdolność do odprowadzania zaabsorbowanej energii cieplnej [15]. Definicję „chłodnego dachu" podała Cool Roof Rating Council (Rada ds. Klasyfikowania Chłodnych Dachów): jest to produkt, który charakteryzuje się współczynnikiem odbicia promieniowania słonecznego (albedo) co najmniej 0,70 oraz emisją termiczną minimum 0,75 [17]. Należy jednak zaznaczyć, że w tym wypadku określenie „dach chłodny" odnosi się nie do przegrody, a jedynie do materiałów zastosowanych jako wierzchnia powłoka.

Obok oszczędności energii stosowanie chłodnych dachów wpływa również na obniżenie emisji gazów cieplarnianych, takich jak dwutlenek węgla (CO_2). Energia słoneczna zaabsorbowana przez dach, oddawana jest w późniejszym okresie w postaci energii cieplnej. Jak podają Akbari, Menon i Rosenfeld [16], zastosowanie jasnych powłok dachowych, zwłaszcza na obszarze wielkich aglomeracji miejskich (w połączeniu z jasnymi powierzchniami ulic), pozwoliłoby zmniejszyć emisję gazów cieplarnianych (w skali światowej) o 44 mld ton – chłodny dach na typowym nowym budynku o powierzchni 180 m^2 pozwala zredukować emisję CO_2 o ponad 103 kg/rok. Dodatkowo stosowanie chłodnych dachów w aglomeracjach miejskich pozwoliłoby ograniczyć (a być może nawet zlikwidować) zjawisko tzw. miejskich wysp ciepła (**RYS. 3**), polegające na wzroście średniej temperatury o 1–5°C w porównaniu z sąsiadującymi obszarami wiejskimi [15].

Albedo tradycyjnych materiałów używanych do pokrywania dachów mieści się w zakresie od 0,10 do 0,25 – można zatem bezpiecznie założyć, że średnie albedo dla istniejących dachów nie przekracza 0,20 [16]. Zastosowanie białych gontów nie przyniosło spodziewanych



FOT. 3. **Dach zielony może stanowić miejsce rekreacji mieszkańców;** *fot.: autor*

rezultatów, z uwagi na fakt, że szybko ulegały one zabrudzeniu [**20**]. Najlepsze parametry uzyskują natomiast jasne membrany dachowe, białe powłoki malarskie (w tym aluminiowe) oraz dachy metalowe z jednoczesnym zastosowaniem cienkich powłok malarskich.

ZIELONA INFRASTRUKTURA – DACHY ZIELONE

Stropodachy, zarówno posiadające, jak i nieposiadające funkcji użytkowej, coraz częściej wykonywane są w formie dachu zielonego. Przestrzeń dachu zielonego łączy w sobie nie tylko walory użytkowe i dekoracyjne, ale pozwala również na lepsze zagospodarowanie terenu oraz zachowuje naturalny wygląd obszarów wykorzystanych pod zabudowę.

Wykonanie pokrycia dachu w formie dachu zielonego posiada niebagatelne zalety techniczno-ekonomiczne [**21**]:

- zabezpiecza warstwy izolacyjne przed znacznymi wahaniami temperatury, jak również przed działaniem czynników atmosferycznych takich jak mróz czy promieniowanie UV,
- poprawia trwałość warstw pokrycia,
- chroni pokrycie dachowe przed uszkodzeniami mechanicznymi, wynikającymi zarówno z działania warunków atmosferycznych (grad, śnieg), jak i człowieka,
- stanowi dodatkową ochronę akustyczną i termiczną, zarówno zimą, jak i latem,
- poprawia odporność ogniową stropodachu,
- zmniejsza ilość wody opadowej odprowadzanej do kanalizacji.

Ale również, może przede wszystkim, dach zielony to rozwiązanie posiadające szereg zalet z punktu widzenia ekologii [**22, 23**]:

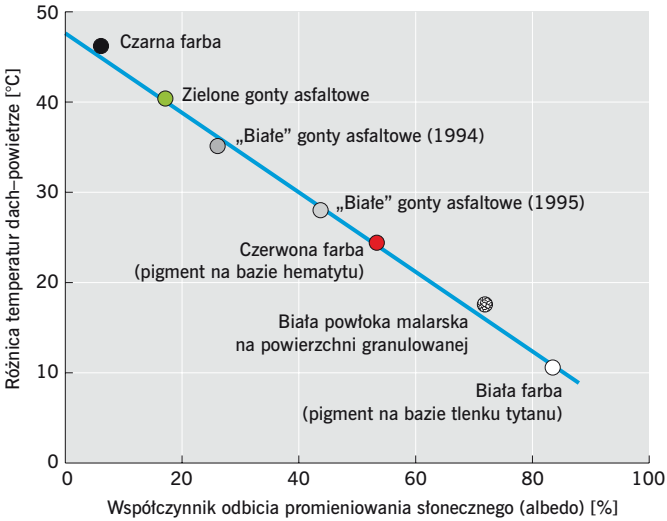
- utrzymanie i odzyskanie powierzchni biologicznie czynnej,
- poprawa wyglądu miasta i krajobrazu,
- poprawa warunków pracy i zamieszkania poprzez stworzenie dodatkowych miejsc służących do rekreacji,
- umożliwienie dodatkowego obcowania z naturą,
- przeciwdziałanie negatywnym skutkom zmian klimatu,
- poprawa jakości powietrza w miastach,
- lepszy bilans wodny.

Wykonanie dachu zielonego to stworzenie dodatkowych terenów zielonych oraz otwartych przestrzeni na tej samej powierzchni gruntu bez konieczności ponoszenia dodatkowych wydatków (na zakup gruntu) – zachowanie powierzchni biologicznie czynnej. Zgodnie z § 3 pkt 22 rozporządzenia [**24**] przez powierzchnię biologicznie czynną należy rozumieć teren z nawierzchnią ziemną urządzoną w sposób zapewniający naturalną wegetację, a także 50% powierzchni tarasów i stropodachów z taką nawierzchnią, nie mniej jednak niż 10 m^2, oraz wód powierzchniowych na tym terenie.

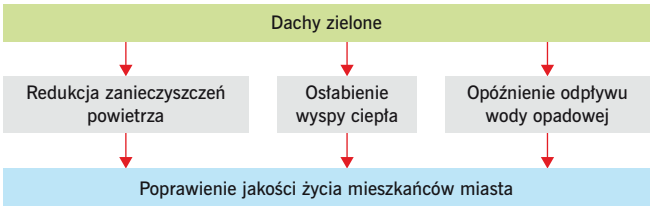
Wprowadzenie dachów zielonych do przestrzeni miasta na trzy sposoby wpływa na poprawę mikroklimatu (**RYS. 5**) [**23**]:

- redukuje zjawisko miejskiej wyspy ciepła,
- opóźnia odpływ wód opadowych,
- redukuje zanieczyszczenie powietrza.

Dachy pokryte roślinnością, podobnie jak chłodne dachy, są zdecydowanie chłodniejsze niż dachy i stropodachy z konwencjonalnym pokryciem. Jednak dachy zielone oprócz tego, że charakteryzują się zwiększonym albedo (na poziomie 0,15–0,40), również dzięki zjawiskom ewapotranspiracji, czyli parowania z powierzchni roślin (transpiracji) i gruntu (ewaporacji), oraz zacienienia – zasłonięcia powierzchni dachu roślinnością, która blokuje dopływ promieniowania słonecznego, nie nagrzewają się nadmiernie [**23**]. Jak wykazały badania prowadzone w Stanach Zjednoczonych [**25**], latem temperatura dachu zazielenionego jest średnio o 19°C w ciągu dnia i o 8°C w ciągu nocy niższa niż powierzchnia dachu standardowego, a gradient temperatury między tymi powierzchniami może sięgać nawet 40°C. Z kolei temperatura pomieszczeń poniżej dachu zielonego w ciągu dnia była średnio o 2°C niższa, a w nocy o 0,3°C wyższa.



RYS. 4. **Materiały dachowe w świetle słonecznym;** *rys: [20]*



RYS. 5. **Oddziaływanie dachów zielonych na klimat;** *rys.: [23]*

Dachy zielone przyczyniają się również do ograniczania emisji gazów cieplarnianych. Obok pochłaniania dwutlenku węgla w procesie fotosyntezy wpływają również, analogicznie do dachów chłodnych, na mikroklimat wewnętrzny – na obniżenie temperatury w budynku oraz na ograniczenie zużycia energii na potrzeby klimatyzacji.

Znajdująca się na powierzchni stropodachów roślinność przyczynia się do odfiltrowania w procesie tzw. suchej depozycji wybranych zanieczyszczeń powietrza. Dach zielony o powierzchni ok. 100 m^2 może w ciągu roku odfiltrować nawet 18 kg zawieszonego w powietrzu pyłu, co odpowiada produkcji pyłu przez 15 samochodów osobowych w tym samym czasie [**22**].

Nasadzona roślinność pozwala również opóźnić spływ wody opadowej z dachu. Możliwości retencyjne dachu zielonego, uzależnione od miąższości substratu, zagęszczenia roślinności, nachylenia dachu, jak również częstości występowania i intensywności opadów, mogą być nawet trzy-, czterokrotnie wyższe niż dachu standardowego. Pozwala to na ograniczenie ryzyka powodzi

i podtopień, zredukowanie zanieczyszczeń wody, jak również (dzięki zwiększonej ewapotranspiracji) zmniejszenie kontrastów termicznych [**26**].

Układ, liczba oraz grubość warstw dachu zielonego uzależnione są od konstrukcji dachu, planowanych w danym przypadku rodzaju roślinności i formy wegetacji, jak również typu materiałów, z których zbudowane są poszczególne warstwy. W **TABELI 2** zestawiono grubości struktur dla różnych rodzajów zazielenienia.

BŁĘKITNA INFRASTRUKTURA – DACHY RETENCYJNE

Ciągły rozwój tkanki miejskiej wymusza zmianę podejścia do gospodarki wodami opadowymi. Z jednej strony należy sprawnie odprowadzać wodę z powierzchni nieprzepuszczalnych, takich jak chodniki, ulice czy dachy, z drugiej należy zadbać o wodę niezbędną do podlewania terenów zielonych oraz zielonych dachów i elewacji. Przemyślana gospodarka wodna może sprawić, że w obrębie budynku powstanie zamknięty obieg wody opadowej, co nie tylko odciąży kanalizację deszczową (a w przypadku intensywnych opadów może nawet zapobiec lokalnym podtopieniom), ale pozwoli na oszczędności na opłatach za odprowadzanie wody do kanalizacji deszczowej, wydatkach na wodę do podlewania bądź do spłukiwania nieczystości w budynku (tzw. woda szara). Taki samowystarczalny układ wymaga jednak zastosowania specjalnego zbiornika na wodę, lub też gromadzenia wody w układzie dachów zielonych, które w tym wypadku przybierają formę dachów retencyjnych (określanych czasem jako dachy błękitne) [**12**].

Założeniem działania dachu retencyjnego jest ujemny bilans wodny między opadami (można w nim uwzględnić wodę dostarczaną z innych powierzchni, np. pozostałych, uszczelnionych dachów czy tarasów) a parowaniem. Oznacza to, że ilość wody dostarczanej nie powinna być większa od tej, jaka jest w stanie odparować. Z drugiej strony zwiększone parowanie (w stosunku do dachów zielonych) stanowi dodatkową zaletę dachów retencyjnych. Dzięki temu działają one jak tzw. pasywny solar, dodatkowo przyczyniając się do obniżenia temperatury powietrza.

W zależności od ilości i rodzaju roślinności znajdującej się na dachu, dachy retencyjne kształtowane są na cztery różne sposoby [**12**]:

- jako dachy zielone z drenażem magazynującym,
- jako dachy bagienne,
- jako dachy z roślinnością pływającą,
- jako dachowe zbiorniki wody pozbawione roślinności.

Dachy zielone z drenażem magazynującym (**RYS. 6**) konstruowane są zazwyczaj w taki sposób, że woda opadowa gromadzona jest w warstwach substratu. Można także zastosować specjalnie tłoczone folie lub elementy z tworzyw sztucznych, których zadaniem jest magazynowanie wody, lub też warstw drenujących z kruszyw mineralnych. Ilość gromadzonej wody uzależniona jest od grubości warstw glebowych i jest ona najczęściej wykorzystywana przez rosnące na dachu rośliny.

Na dachach bagiennych (**RYS. 7**) obsadza się najczęściej rośliny łąkowe i bagienne, których cechą charakterystyczną jest bardzo dobra zdolność transpiracji (800–1600 mm/m^2/rok). Buduje się je z użyciem substratów, co pozwala na poszerzenie ich zastosowania i budowanie trzcinowych oczyszczalni ścieków [**12**]. Flora na dachy z roślinnością pływającą (**RYS. 8**) dostarczana jest w formie gotowych zazielenionych mat. Zaletą tego rozwiązania jest relatywnie niska waga oraz odporność na zmienny poziom lustra wody. Umiejscowione nad najwyższą kondygnacją

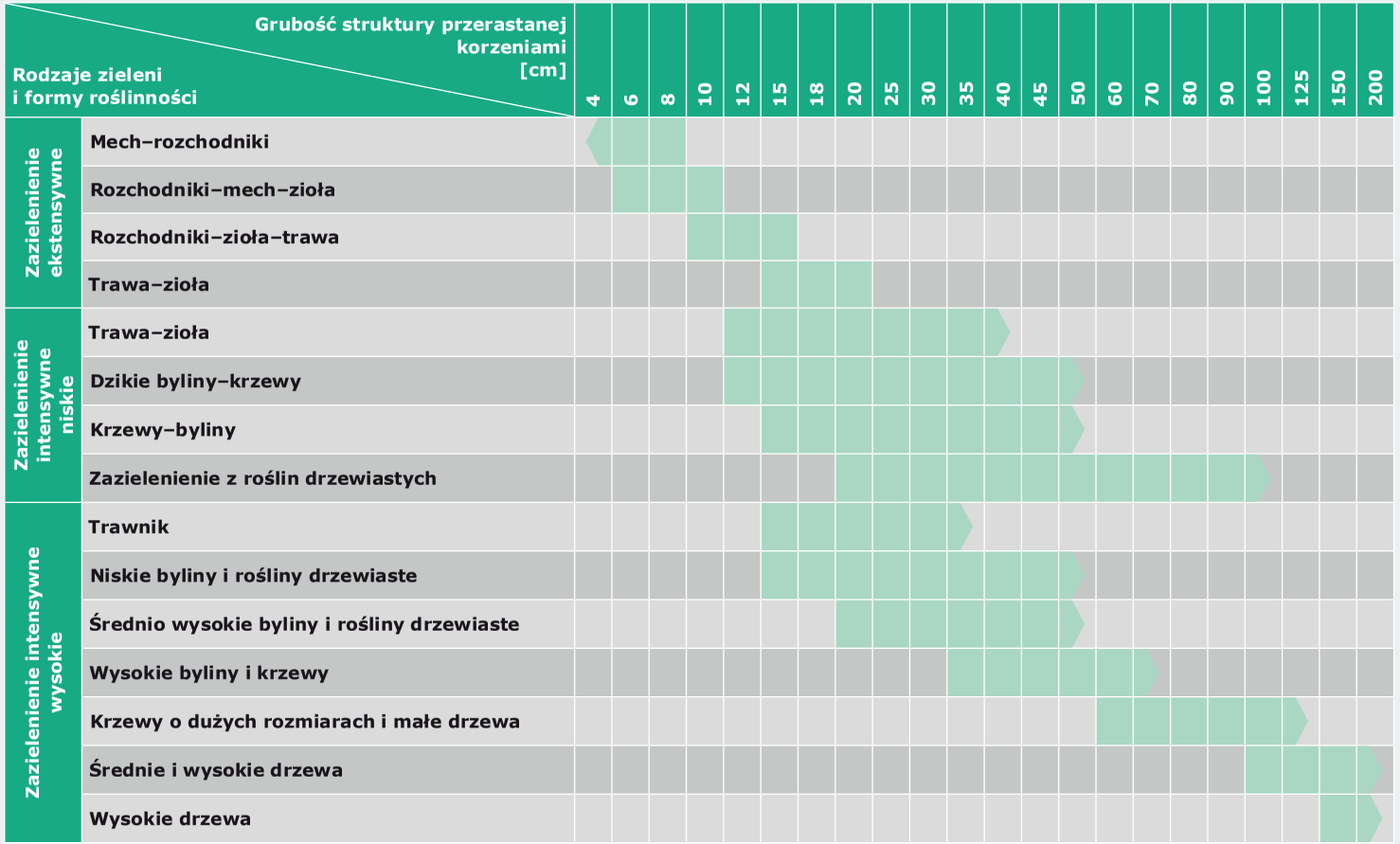
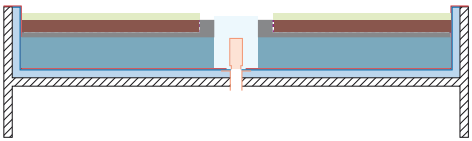
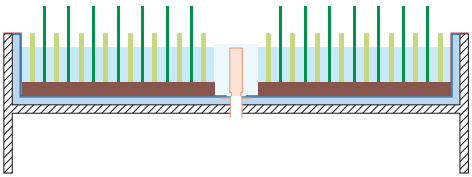


TABELA. 2. Grubości struktur dla różnych rodzajów roślinności i form wegetacji wg [20]

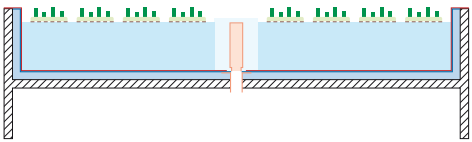
Przedstawione grubości warstw mogą w mniejszym lub większym stopniu odbiegać od podanych zakresów z uwagi na odmienne regionalne warunki klimatyczne i uwarunkowania danego obiektu.



RYS. 6. **Dach zielony z drenażem magazynującym;** *rys.: [12]*



RYS. 7. **Dach bagienny;** *rys.: [12]*



RYS. 8. **Dach z roślinnością pływającą;** *rys.: [12]*

zbiorniki wody pozbawione roślinności mogą służyć celom rekreacyjnym, na przykład jako basen dla mieszkańców.

Wykonanie dachu retencyjnego wymaga przeprowadzenia tzw. bilansu wodnego, który uwzględnia takie parametry jak wielkości opadu i parowania, zużycie wody, bilans powierzchni czy współczynnik spływu [**12**]. Musi on też jednak spełniać pozostałe wymagania stawiane tego typu konstrukcjom. Szczególnie istotne jest prawidłowe zaprojektowanie i wykonanie warstw hydroizolacyjnych, które muszą sprostać takim obciążeniom jak przy budowie basenu. Hydroizolacja nie może ponadto wpływać na jakość i skład chemiczny wody. Niezależnie od sprawnie funkcjonującej izolacji wodochronnej należy przewidzieć możliwość awaryjnego odprowadzenia nadmiaru wody z dachu, a także wykonać systemy oczyszczania i napowietrzania gromadzonej na dachu wody.

LITERATURA

1. J. Cook, D. Nuccitelli, S.A. Green, M. Richardson, B. Winkler, R. Painting, R. Way, P. Jacobs, A. Skuce, „Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature", „Environmental Research Letters" 2/2013.
2. U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), „Climate change indicators in the United States", www.epa.gov/climate-indicators (dostęp: 10.06.2022).
3. F. Pacheco-Torgal, „Introduction to eco-efficient materials for reducing cooling needs in buildings and construction", [w:] F. Pacheco-Torgal i in. (red.), „Eco-efficient Materials for Reducing Cooling Needs in Buildings and Construction", Elsevier Ltd., 2021, pp. 1–11.
4. M. Van Tijen, R. Cohen, „Dachy chłodne – sposób na obniżenie zużycia energii w budynkach" „IZOLACJE" 1/2009, s. 44–45.
5. D. Bajno, „Jak zwiększyć trwałość pokryć dachowych?", „Inżynier Budownictwa" 3/2019, s. 51–56.
6. F. Pacheco-Torgal, „Introduction to eco-efficient materials for reducing cooling needs in buildings and construction", [w:] F. Pacheco-Torgal i in. (red.), „Eco-efficient Materials for Reducing Cooling Needs in Buildings and Construction", Elsevier Ltd., 2018, 2021, pp. 1–11. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-820791-8.00001-8
7. K. Zieliński, M. Monczyńska, B. Monczyński, „Wpływ pokryć dachowych o wysokiej refleksyjności na zużycie energii w budynku", „Dachy" 2/2010, s. 13–17.
8. B. Monczyński, B. Ksit, „Komu w Polsce są potrzebne chłodne dachy", „Inżynier Budownictwa" 2/2017, s. 96–100.

9. B. Monczyński, N. Rzeszowska, „Opłacalność zastosowania chłodnych dachów w polskich warunkach klimatycznych", „IZOLACJE" 9/2018, s. 96–101.
10. B. Monczyński, N. Rzeszowska, „Wpływ typu dachu zielonego na poprawę parametrów termicznych stropu", „IZOLACJE" 5/2018, s. 96–101.
11. B. Monczyński, „Wpływ dachu zielonego na przenikanie ciepła przez jego konstrukcję", „Inżynier Budownictwa" 5/2019, s. 58–62.
12. P. Kożuchowski, „Dachy zielone bagienne i retencyjne jako magazyn wody opadowej", „Inżynier Budownictwa" 4/2016, s. 86–91.
13. K. Patoka, „Dlaczego izolacja jest najważniejsza?", „IZOLACJE" 2/2009, s. 35.
14. C.A. Novak, VS. an Mantgem, „What's So Cool About Cool Roofs?": https://coolroofs.org/documents/ /CEU_WhatsSoCool.pdf
15. M. Van Tijen, R. Cohen, „Dachy chłodne – sposób na obniżenie zużycia energii w budynkach", „IZOLACJE" 2/2009, s. 44–45.
16. H. Akbari, S. Menon, A. Rosenfeld, „Global cooling: increasing world-wide urban albedos to offset CO_2", „Climat Change" 2/2009, pp. 275–286.
17. M. Bianchi, A. Desjarlais, W. Miller, T. Petrie, „Cool Roofs and Thermal Insulation: Energy Savings and Peak Demand Reduction", [w:] „Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Buildings X", Clearwater, FL, 2007.
18. „Cool Roofing Materials Database": http://eetd.lbl.gov/coolroof
19. „Above All Roofing – Coatings": http://www.aboveallroofingct.com/coatings.asp
20. „Heat Island Group: Cool Roofs": http://eetd.lbl.gov/HeatIsland/CoolRoofs
21. M. Rokiel, „Hydroizolacje w budownictwie", Dom Wydawniczy MEDIUM, Warszawa 2009.
22. DAFA DZ 1.01, „Wytyczne do projektowania, wykonywania i pielęgnacji dachów zielonych – wytyczne dla dachów zielonych", DAFA, 2015.
23. J.P. Walawender, „Wpływ dachów zielonych na warunki klimatyczne w mieście", portal Zielona Infrastruktura: http://zielonainfrastruktura.pl.
24. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2002 r., nr 75, poz. 690).
25. C. Rosenzweig, S. Gaffin, L. Parshall, „Green Roofs in the New York Metropolitan Region: Research Report", Columbia University Center for Climate Systems Research and NASA Goddard Institute for Space Studies, New York 2006.
26. J.P. Walawender, „Miejska wyspa ciepła – negatywne skutki urbanizacji oraz możliwości przeciwdziałania (na przykładzie Krakowa)", portal Zielona Infrastruktura: http://zielonainfrastruktura.pl.

Bartłomiej Monczyński – z wykształcenia inżynier budownictwa, absolwent Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej. W 2022 r. obronił na Wydziale Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Poznańskiej doktorat nt. skuteczności wtórnych hydroizolacji poziomych wykonywanych metodą iniekcji chemicznej. Od 2005 r. jest związany z branżą chemii budowlanej. Od samego początku działalności w tej dziedzinie budownictwa jego zainteresowania koncentrują się wokół zagadnień dotyczących zabezpieczania budynków przed wodą, ze szczególnym uwzględnieniem renowacji budynków zawilgoconych. Jest autorem i współautorem szeregu publikacji technicznych i naukowo-technicznych na temat hydroizolacji w budownictwie, diagnostyki oraz renowacji zawilgoconych budynków, a także budownictwa ekologicznego.

Marcin Baliński, koordynator działu szkoleń w firmie polenergia fotowoltaika

CZY FOTOWOLTAIKA BĘDZIE OPŁACALNA W SYSTEMIE NET-BILLINGU?

Fotowoltaika jest w naszym kraju coraz bardziej popularnym rozwiązaniem zarówno dla firm, jak i gospodarstw domowych. Rok do roku liczba instalacji zwiększa się aż trzykrotnie. Jest to efekt rosnących cen prądu, czego kumulację odczujemy prawdopodobnie najmocniej w 2024 r., gdy zostaną uwolnione ceny prądu.

JAK DZIAŁA INSTALACJA?

Instalacja fotowoltaiczna składa się z dwóch kluczowych elementów: paneli fotowoltaicznych i inwertera, zwanego też falownikiem. Panele wytwarzają prąd stały, a falownik zmienia go w prąd zmienny, czyli taki, jaki mamy w gniazdkach. Resztę stanowią złączki, elementy mocujące czy uziemienie, czyli wszystko to, co ma wpływ na bezpieczeństwo mikroelektrowni fotowoltaicznej.

ZMIANY W ROZLICZENIACH OD 1 KWIETNIA

Od 1 kwietnia 2022 r. weszły w życie istotne zmiany prawne dla nowych klientów. Dotychczas rozliczenie nadwyżek energii produkowanej przez domową instalację i pobieranej z sieci odbywało się na zasadach ilościowych. Prosument odzyskiwał 70 lub 80% energii oddanej do sieci, w zależności od tego, czy jego instalacja przekraczała wielkość 10 kW, czy nie. System ten był wygodny, choć nie idealny. Skutkował m.in. tym, że klienci z zapotrzebowaniem mocy 11 czy 12 kW zmuszeni byli kupować instalacje zawyżone, właśnie na skutek zwiększonego potrącenia z 20 na 30%.

Od 1 kwietnia br. prosumenci nie rozliczają się z zakładem energetycznym na podstawie ilości energii oddanej do sieci i pobranej. Obecny system jest oparty o wycenę energii. Mamy więc z jednej strony stawki, po których posiadacze instalacji odkupują niedobór energii oraz cenę, po jakiej zakład energetyczny skupuje nadwyżki. I to właśnie różnica między kursem kupna i sprzedaży była przez ostatnie półrocze przyczyną wielu obaw dotyczących opłacalności zakupu na tzw. nowych zasadach.

Obecnie wiemy już, że czas zwrotu wydatków na instalację, dla klientów zdanych na rozwiązania czysto ustawowe, wynosi w przybliżeniu 11 lat. Natomiast prosumenci, którzy skorzystają z dotacji



fot.: Polenergia Fotowoltaika

programu „Mój Prąd" i ulgi termomodernizacyjnej skrócą ten okres do około 8 lat. Jest to zatem rozwiązanie, które nadal się opłaca. Efekt zmiany można również zminimalizować poprzez zwiększenie autokonsumpcji, czyli zwiększyć udział energii wykorzystywanej w czasie, gdy instalacja produkuje prąd. Dzięki temu mniejsza ilość energii, przepływając przez licznik, będzie rozliczana przez zakład energetyczny.

JAK DZIAŁA NET-BILLING?

Nowy system rozliczeń, zwany net-billingiem, jest wprowadzany w trzech fazach:

1. Okres przejściowy: 1.04–30.06.2022 r. To czas, gdy nowi prosumenci będą rozliczani tak jak ci, którzy kupili instalacje jeszcze przed zmianami, czyli według kryteriów ilościowych. Jest to też idealny czas, aby zmienić nieco nawyki i od lipca uruchamiać urządzenia o dużym poborze prądu (pralka, zmywarka) za dnia, w godzinach, w których nasza instalacja pracuje.
2. Drugi okres przejściowy: 1.07.2022–30.06.2024 r. W tym czasie prosumenci będą odsprzedawać nadwyżki energii po średniej, miesięcznej cenie giełdowej. Niedobory zaś będę kupować po cenach zakładu energetycznego.
3. Wersja finalna nowelizacji: start 1.07.2024 r. W tym okresie prosumenci będą kupować i sprzedawać energię tak jak w drugim okresie przejściowym. Różnica będzie natomiast taka, że ceny będą rozliczane nie średniomiesięcznie, a godzinowo. Czyli np. w godzinach 13–14 posiadacz instalacji odsprzeda nadwyżkę energii po innej stawce niż ta, po której będzie musiał ją odkupić w godzinach 21–22, gdy instalacja już nie produkuje energii.

Nowym pojęciem, które wprowadza nowelizacja ustawy o Odnawialnych Źródłach Energii, jest depozyt prosumencki. Nadwyżki energii z miesięcy, gdy dzień jest dłuższy (wiosna i lato), których nie zużyje właściciel instalacji są dopisywane do depozytu. Z kolei jesienią i zimą, gdy instalacja pracuje krócej, posiadacz może czerpać z energii zapisanej w depozycie. Taki cykl trwa 12 miesięcy i jeśli na koniec tego okresu, na depozycie pozostaje niewykorzystana

energia, wówczas za całość lub część tej nadwyżki zakład energetyczny wypłaci prosumentowi pieniądze.

Jedną z głównych zalet w stosunku do wcześniejszego systemu jest to, że unikamy „niespodzianek" w postaci wysokich, skumulowanych przez kilka miesięcy, rachunków w sytuacji, gdy kupiliśmy zbyt małą instalację. W nowym systemie, jeśli instalacja wyprodukuje zbyt mało energii, a nie mamy rezerwy w depozycie prosumenckim, fakturę zapłacimy po miesiącu.

Klienci pytają czasami, czy w sytuacji, gdy będą odsprzedawać energię, warto kupić większą instalację, aby na niej zarabiać? Nie warto. Ustawodawca wprowadził ograniczenie, którego celem jest, aby nowelizacja służyła prosumentom, a nie po to, aby uczynić z naszych domów zakłady energetyczne, co miałoby negatywny wpływ na obciążenie sieci energetycznej. W przypadku pozostałej nadwyżki energii prosument otrzyma za nią pieniądze z zakładu energetycznego, jednak nie więcej niż ekwiwalent 20% wartości energii wprowadzonej do sieci w miesiącu, w którym powstała nadwyżka.

Warto więc dobierać instalacje proporcjonalnie do swoich potrzeb, zwracając przy tym uwagę nie tyle na wielkość samej instalacji, ile na jej produkcję. Taką informację powinniśmy otrzymać od firmy instalatorskiej w projekcie mikroelektrowni. ■

MARCIN BALIŃSKI – absolwent politologii na Akademii im. Aleksandra Gieysztora w Pułtusku oraz studiów podyplomowych na kierunku zarządzanie w Wyższej Szkole Bankowej we Wrocławiu. Koordynator Działu Szkoleń w firmie Polenergia Fotowoltaika, oferującej innowacyjne rozwiązania z zakresu fotowoltaiki, ciepła i optymalizacji zużycia energii. Jego zainteresowania obejmują procesy i techniki sprzedaży, zagadnienia dotyczące szeroko pojętego rynku OZE oraz samej energetyki, a także psychologię społeczną.

PROMOCJA

IZOLACJE.com.pl
budownictwo | przemysł | ekologia



Archiwalne numery IZOLACJI można zamówić:

telefonicznie: 22 512 60 78

lub e-mailem: pzaremba@medium.media.pl

IZOLACJE
budownictwo | przemysł | ekologia

Joanna Ryńska

POMPY CIEPŁA W PROGRAMIE „CZYSTE POWIETRZE”

Program „Moje Ciepło” pozwala uzyskać dofinansowanie do zakupu pomp ciepła – gruntowych, powietrze/woda i powietrze/powietrze – montowanych w nowych domach, pod warunkiem spełnienia przez budynek standardu energetycznego wyższego niż WT 2021. Program ten promuje budynki o niskich kosztach eksploatacyjnych i w standardzie bezemisyjnym, który za kilka lat będzie obowiązkowy dla wszystkich nowych obiektów. Urządzenia, które mogą być przedmiotem dotacji, muszą spełnić także określone wymagania techniczne.

W dniu 29 kwietnia 2022 r. rozpoczął się pierwszy nabór do programu „Moje Ciepło”, skierowany do inwestorów budujących nowe domy i wyposażających je w pompy ciepła. Do 31 grudnia 2026 r. dotacje mają otrzymać wszyscy chętni, którzy spełnią wymagania programu i złożą poprawnie wypełniony wniosek (pod warunkiem dostępności środków). W programie tym nie określono kryterium dochodowego, jednak dla posiadaczy Karty Dużej Rodziny intensywność (ale nie kwota!) wsparcia jest większa.

Pozytywnie rozpatrzone zostaną wnioski, w przypadku których spełniono następujące wymagania [1]:

- wnioskodawca zamontował i odebrał nie wcześniej niż 1 stycznia 2021 r. nową, tj. wyprodukowaną maks. 24 miesiące przed zakupem, pompę ciepła powietrze/powietrze, powietrze/woda lub grunt/woda na cele grzewcze lub dwufunkcyjną pompę ciepła – program nie dotyczy urządzeń przeznaczonych wyłącznie do produkcji c.w.u.;
- zamontowana pompa ciepła współpracuje z wodnym ogrzewaniem niskotemperaturowym (temperatura zasilania wody grzewczej ≤ 35°C) – dotyczy pomp ciepła, dla których górnym źródłem jest woda (nie dotyczy pomp ciepła powietrze/powietrze);
- budynek ma podwyższony standard energetyczny – wskaźnik EP (rocznego zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej na ogrzewanie, chłodzenie, oświetlenie, wentylację oraz produkcję c.w.u.) musi wynosić maks. 63 kWh/(m^2·rok) w 2022 roku, a w kolejnych latach kalendarzowych maks. 55 kWh/(m^2·rok) [1];
- w budynku może się znajdować inne urządzenie grzewcze, pompa ciepła może być również elementem rozwiązania hybrydowego. Dodatkowe źródło ciepła nie może jednak spalać paliw stałych (przy czym kominek rekreacyjny nie jest traktowany jako źródło ciepła).

Po spełnieniu powyższych warunków można uzyskać dotację o wartości maksymalnej 7 tys. zł na powietrzne pompy ciepła lub 21 tys. zł na gruntowe, jednocześnie nie wyższą niż 30% kosztów

DOKUMENTY, KTÓRE TRZEBA DOŁĄCZYĆ DO WNIOSKU O DOFINANSOWANIE

Dokumenty związane z budynkiem lub pompą ciepła:

- pozwolenie na budowę lub zgłoszenie budowy,
- projektowana charakterystyka energetyczna budynku (dla domu w budowie) lub świadectwo charakterystyki energetycznej wykonane przez osobę uprawnioną,
- karta produktu i etykieta energetyczna zakupionej i zamontowanej pompy ciepła,
- protokół odbioru urządzenia na formularzu stanowiącym załącznik do regulaminu programu,
- zawiadomienie o zakończeniu budowy lub decyzja o pozwoleniu na użytkowanie (jeśli dotyczy),
- dokumentacja geologiczna dla gruntowej pompy ciepła (jeśli dotyczy).

Pozostałe dokumenty:

- imienne (na wnioskodawcę) faktury wraz z potwierdzeniem dokonania płatności lub faktury wraz z oświadczeniem dotyczącym nabywcy – dotyczy sytuacji, gdy urządzenie kupował ktoś inny niż wnioskodawca, np. instalator,
- oświadczenie o posiadaniu zgód współwłaścicieli (jeśli dotyczy),
- pełnomocnictwo do złożenia wniosku o dofinansowanie (jeśli dotyczy),
- kopia Karty Dużej Rodziny (dla posiadaczy).

Rodzaj pompy ciepła	Typ	Dofinansowanie w formie dotacji		
		Procentowy udział w kosztach kwalifikowanych	Procentowy udział w kosztach kwalifikowanych dla osób fizycznych posiadających Kartę Dużej Rodziny	nie więcej niż [zł]
Gruntowe	x	do 30%	do 45%	21 000
Powietrzne	typu powietrze/powietrze w systemie centralnym	do 30%	do 45%	7000
	typu powietrze/woda	do 30%	do 45%	7000

TABELA. **Dofinansowanie do gruntowych i powietrznych pomp ciepła w ramach programu „Moje Ciepło”**

kwalifikowanych, a dla posiadaczy Karty Dużej Rodziny – niż 45% kosztów kwalifikowanych. Posiadacze KDR zyskują na tej różnicy tylko przy stosunkowo niskich jak na takie instalacje kosztach kwalifikowanych, wynoszących ok. 46,5 tys. zł dla pomp ciepła grunt/woda i ok. 15,6 tys. zł dla pomp ciepła powietrze/woda. Przy takich kosztach beneficjent uprawniony do dofinansowania o wartości 30% mógłby uzyskać odpowiednio 14 tys. zł dotacji na instalację z pompą ciepła gruntową i 4,7 tys. zł na instalację z pompą powietrzną, a posiadacz KDR – odpowiednio 21 tys. i 7 tys. zł. Przy wyższych kwotach zakupu i montażu różnica ta jest coraz mniejsza, a od pułapu

odpowiednio ok. 70 tys. zł i ok. 23,3 tys. zł wszyscy beneficjenci mogą otrzymać dofinansowanie maksymalne – 21 tys. i 7 tys. zł.

ROLA POMPY CIEPŁA W ZAPEWNIENIU WSKAŹNIKA EP

Rosnące zainteresowanie inwestorów pompami ciepła widać, nawet abstrahując od wprowadzonego właśnie programu. Wpływają na to także wysokie ceny nośników energii i niepewna przyszłość tanich dotąd: węgla, gazu ziemnego i biomasy, spowodowane nie tylko planami dekarbonizacji ogrzewania, ale i sytuacją geopolityczną wynikającą z wojny Rosji z Ukrainą. Energia elektryczna ma największe szanse bycia najtańszym „paliwem" dla ogrzewania, m.in. z uwagi na możliwość jej wytwarzania ze źródeł odnawialnych, które nie są obarczone opłatami za emisję CO_2, oraz wykorzystania własnych (prosumenckich) instalacji fotowoltaicznych. Nowe zasady sprzedaży energii elektrycznej do sieci i jej odkupowania są nadal korzystne finansowo dla prosumentów zużywających ją na potrzeby ogrzewania nowych domów, o dobrej charakterystyce energetycznej, za pomocą pomp ciepła.

W 2021 r. w Polsce sprzedano 93 tys. pomp ciepła – wśród urządzeń przeznaczonych na cele grzewcze ich wzrost sprzedaży wyniósł rok do roku aż 80% [2]. Według analiz PORT PC czy SPIUG [3] największym zainteresowaniem inwestorów cieszą się niezmiennie pompy ciepła powietrze/woda – stanowiły one ok. 85% urządzeń sprzedanych w 2021 r. [2]. Jednocześnie widać systematyczny, choć powolny wzrost zainteresowania gruntowymi pompami ciepła – o ok. 7% rok do roku [2], który może wynikać z trudności w dostawach pomp powietrze/woda i zastępowania ich łatwiej i szybciej dostępnymi urządzeniami gruntowymi [3].

Obrazu rynku dopełniają dane GUNB: 100 tys. deklaracji (ok. 3%) złożonych do tej pory w Centralnej Ewidencji Emisyjności Budynków wskazywało na pompę ciepła jako źródło ciepła w budynku. Dane te obejmują obecnie ok. 66% budynków, dla których taka deklaracja powinna zostać złożona, i dotyczą głównie budynków mieszkalnych (96% deklaracji) [4].

Wydaje się zatem, że w Polsce już teraz wielu inwestorów może być zainteresowanych programem i uprawnionych do skorzystania z niego. Może tu jednak wystąpić pewna istotna bariera – choć inwestorzy postrzegają „Moje Ciepło" jako promujące zastosowanie pomp ciepła, jest to raczej program wspierający budowanie domów o coraz wyższym standardzie energetycznym. Niezbędnym wymaganiem technicznym dla uzyskania dotacji w tym programie jest wskaźnik EP wynoszący 63 kWh/(m^2·rok) w roku przejściowym (czyli do końca 2022 r.) oraz 55 kWh/(m^2·rok) w latach kolejnych.

Widoczna jest tu spójność z dążeniem do realizacji nowych domów jako budynków bezemisyjnych (ZEB – *zero-emission buildings*), zgodnie z projektem nowelizacji dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej do 2030 r. [5, 6]. Budynek bezemisyjny ma mieć niskie zapotrzebowanie na energię, wykorzystywać miejscowe OZE, nie korzystać ze źródeł spalania paliw kopalnych i wykazywać niską emisję (wyrażoną w tonach ekwiwalentu CO_2/m^2) w całym cyklu życia. W załączniku III [6] wskazano, że dla oceanicznej strefy klimatycznej UE (w obszarze której w rozumieniu projektu znajduje się Polska) EP miałoby wynosić poniżej 60 kWh/(m^2·rok) [6, 7, 8].

Nowe domy jednorodzinne muszą zgodnie z WT 2021 od 31 grudnia 2020 r. spełniać wymóg $EP \leq 70$ kWh/(m^2·rok) – wcześniej było to $EP \leq 95$ kWh/(m^2·rok) [9]. Chcąc spełnić ten warunek przy zastosowaniu nawet wysoce efektywnej energetycznie pompy ciepła i założeniu wysokich

wartości izolacyjności budynku, inwestor musiał zaplanować także inne rozwiązania, np. wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła czy panele fotowoltaiczne [10]. Podobne podejście jest konieczne przy realizacji domów w standardzie zgodnym z wymaganiami programu „Moje Ciepło”.

Dzieje się tak pomimo tego, że dzięki wysokiej efektywności energetycznej i sprawności pompy ciepła zapewniają niski wskaźnik energii końcowej EK. Jednak zgodnie z obowiązującym prawem cechują się one najwyższym współczynnikiem nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej spośród wszystkich źródeł ciepła, ponieważ dotyczy ich współczynnik dla sieciowej energii elektrycznej $w_i = 3{,}0$ [11]. Wartość ta nie jest spójna ze stanem faktycznym – wystarczy wskazać, że nie dotyczy obecnej kondycji polskiego systemu elektroenergetycznego [12], a w nowszych polskich i europejskich aktach prawnych wskazywano inne parametry:

- $w_i = 2{,}5$ dla sieci elektroenergetycznej systemowej i energii elektrycznej pochodzącej z produkcji mieszanej – rozporządzenie Ministra Energii z 2017 r. [13];
- $w_i = 2{,}1$ jako rekomendowana wartość współczynnika domyślnego – dyrektywa (UE) 2018/2002 z 2018 r. [14].

Zmiana współczynnika wi w odniesieniu do pomp ciepła jest postulowana przez środowiska naukowe i branżowe zajmujące się efektywnością energetyczną [5, 12], jednak dopóki ona nie nastąpi, konieczne jest łączenie pomp ciepła z urządzeniami wykorzystującymi OZE i mającymi niski współczynnik. W tym kontekście nie dziwi popularność paneli PV, dla których $w_i = 0{,}0$ (wartość dla energii słonecznej) [11, 13]. Instalacja PV może pokrywać nawet do 30% sezonowego zapotrzebowania na energię elektryczną do napędu pomp ciepła i urządzeń pomocniczych [10], tym samym udział nieodnawialnej energii w całkowitym zużyciu energii przez budynek jest znacznie mniejszy. Ponadto decentralizacja i digitalizacja energetyki to cele, do których zmierzamy w UE w ramach działań związanych nie tylko z ochroną klimatu, ale i bezpieczeństwem energetycznym.

POMPY CIEPŁA POWIETRZE/POWIETRZE W PROGRAMIE „MOJE CIEPŁO”

Rozwiązaniem rzadko wykorzystywanym przez inwestorów, a wskazanym w „Moim Cieple” są pompy ciepła powietrze/powietrze. Zgodnie z wymaganiami programu muszą to być urządzenia spełniające wymagania rozporządzeń odnoszących się do etykiet efektywności energetycznej dla klimatyzatorów [15, 16]. Klasa energetyczna dla ogrzewania w przypadku klimatu umiarkowanego musi wynosić minimum A^+. Zgodnie z rozporządzeniem UE 626/2011 oznacza to, że sezonowy współczynnik efektywności energetycznej SCOP powinien wynosić od 4,00 do 4,60 [15].

Dotację można uzyskać na system działający jako centralny, tj. obsługujący cały budynek. Dlatego rozwiązaniem technicznym spełniającym wymagania programu może być system pompy ciepła multisplit – podłączone do jednej jednostki zewnętrznej jednostki wewnętrzne obsługujące poszczególne pomieszczenia w budynku.

Układ chłodniczy pompy ciepła powietrze/powietrze składa się ze sprężarki i dwóch wymienników ciepła (np. miedzianych wężownic) – w pomieszczeniu i na zewnątrz. W trybie grzania ciekły czynnik w wymienniku zewnętrznym pobiera ciepło z powietrza atmosferycznego i odparowuje. Wężownica oddaje do pomieszczenia ciepło zawarte w gazie, co powoduje jego ponowne skroplenie. Zastosowanie w sąsiedztwie sprężarki zaworu rewersyjnego pozwala nie tylko na przejście w tryb chłodzenia (zmiana kierunku przepływu czynnika), ale także odszronienie wymiennika zewnętrznego zimą. O efektywności pracy takiej pompy ciepła decydują m.in. zawory rozprężne



FOT. 1. **Przypodłogowa jednostka wewnętrzna pompy ciepła typu powietrze/powietrze;** *fot.: Daikin*

(dokładniejsze sterowanie), zmienna prędkość obrotowa wentylatorów nadmuchowych oraz odpowiednia geometria wymiennika.

Tego typu pompy ciepła można znaleźć m.in. w ofercie producentów specjalizujących się w rozwiązaniach klimatyzacyjnych, zatem często są one oparte na czynniku chłodniczym R32. Z użytkowego punktu widzenia zachowują zalety ogrzewania powietrznego za pomocą klimatyzacji, takie jak łatwość sterowania parametrami w poszczególnych pomieszczeniach czy szeroka oferta rozwiązań zapewniających jakość fizykochemiczną i czystość biologiczną powietrza w pomieszczeniu (np. filtry czy generatory plazmy).



FOT. 2. **Przykład powietrznej pompy ciepła;** *fot.: Buderus*

Wśród innych pomp ciepła urządzenia te wyróżniają się wysokimi współczynnikami efektywności energetycznej (dla przykładowego urządzenia o nominalnej mocy grzewczej 3,0 kW SCOP wynosi 5,12), choć może być konieczne zastosowanie np. dwóch jednostek zewnętrznych, żeby za ich pomocą móc ogrzać cały budynek. Wyróżnia je łatwość instalacji na niemal każdym etapie budowy domu, jednak ze względu na konieczność montażu przewodów chłodniczych między jednostkami urządzenia instalator musi mieć uprawnienia F-gazowe (certyfikat personalny).

Na pompę ciepła typu powietrze/powietrze można uzyskać do 7 tys. zł dotacji i jednocześnie do 30% kosztów kwalifikowanych (lub do 45% kosztów kwalifikowanych dla posiadaczy Karty Dużej Rodziny).



FOT. 3. **Przykład gruntowej pompy ciepła;** *fot.: Bosch*



FOT. 4. **Przykład gruntowej pompy ciepła;** *fot.: Viessmann*

GRUNTOWE POMPY CIEPŁA

Urządzeniem, na które można uzyskać najwyższe dofinansowanie w programie „Moje Ciepło” (21 tys. zł), jest gruntowa pompa ciepła. Regulamin programu wymaga, by były to urządzenia spełniające wymagania rozporządzeń odnoszących się do etykiet efektywności energetycznej dla szeroko pojętych ogrzewaczy pomieszczeń, tj. rozporządzenia unijnego 811/2013 lub 812/2013 oraz rozporządzenia dotyczącego etykietowania energetycznego [**15**, **17**, **18**].

Klasa efektywności energetycznej gruntowej pompy ciepła ma wynosić min. A^{++} dla temperatury zasilania 55°C. Pomimo tak sformułowanego kryterium, pompa ciepła ma współpracować z wodnym ogrzewaniem niskotemperaturowym (temperatura zasilania wody grzewczej ≤ 35°C). Zgodnie z rozporządzeniem 811/2013 [17] klasa efektywności energetycznej dla niskotemperaturowych pomp ciepła zależy od wartości sezonowej efektywności energetycznej ogrzewania pomieszczeń η_s – dla klasy A^{++} η_s wynosi od 150 do 175%.

Gruntowe pompy ciepła, na które można uzyskać dotację w programie „Moje Ciepło”, obejmują zarówno urządzenia typu woda/woda, jak i grunt/woda. Cechują się wysoką efektywnością energetyczną (SCOP) oraz dużą stabilnością działania przez cały rok; zawdzięczają to właściwościom gruntu i wód gruntowych. W warunkach polskich temperatura poniżej granicy przemarzania, liczącej w zależności od metody oceny i regionu kraju od 0,8 do 1,5 m [**19**, **20**], wynosi 10°C (7–12°C).

„Ceną” wysokiej efektywności i stabilności gruntowych pomp ciepła jest nie tylko duży koszt inwestycyjny, ale i wymagania dotyczące działki, na której mają one pracować, oraz wykonania dolnego źródła. Częściowo wyjaśnia to, dlaczego gruntowe pompy ciepła rzadko wybierane są na wymianę źródła ciepła w ramach „Czystego Powietrza” – stanowią zaledwie 3,5% wszystkich urządzeń zainstalowanych od początku trwania programu [**21**]. Na przykład zastosowanie wody przepływającej w wymienniku poziomym (pompa ciepła grunt/woda z wymiennikiem poziomym) jako źródła dolnego wymaga wygospodarowania dużej powierzchni w pobliżu domu, o odpowiednim kształcie i nawierzchni (np. trawa) – wynika to z konieczności ułożenia rur wymiennika w pętlach z zachowaniem stosownych odległości oraz zapewnienia naturalnej

regeneracji (ogrzewania po sezonie grzewczym poprzez promienie słoneczne i wody deszczowej infiltrującej w gruncie). Znaczenie ma tu także rodzaj gruntu.

Z kolei dla wymiennika pionowego kosztem jest wykonanie głębokiego odwiertu pionowego (pompa ciepła grunt/woda z wymiennikiem pionowym). Jeśli źródłem dolnym ma być woda gruntowa (pompy ciepła woda/woda z sondą pionową), dodatkowym wymaganiem jest dysponowanie na działce warstwą wodonośną o odpowiedniej wydajności i jakości bezpiecznej dla instalacji oraz podzespołów pompy ciepła, szczególnie pod kątem zawartości manganu i żelaza. Dodatkowym kosztem staje się więc wykonanie dokumentacji geologicznej. Jeśli odwiert ma być głębszy niż 30 m, jego wykonanie wymaga uzyskania pozwolenia na budowę. Pompy ciepła, dla których źródłem dolnym jest woda gruntowa, mogą być jednak traktowane jako urządzenia zasilane częściowo przez energię geotermalną. Jest to tzw. geotermia płytka (niskotemperaturowa) [**22**], dla której współczynnik nakładu energii pierwotnej $w_i = 0{,}0$. Jej zastosowanie może się więc przyczynić do obniżenia wskaźnika EP.

Gruntowe pompy ciepła określane są jako „podatne na błędy wykonawcze". Punktów newralgicznych, w których można popełnić błąd, jest w tym wypadku stosunkowo dużo, a usunięcie ewentualnych błędów jest utrudnione pod względem technicznym i kosztowne.

Na pompę ciepła typu grunt/woda można uzyskać do 21 tys. zł dotacji i jednocześnie do 30% kosztów kwalifikowanych (lub do 45% kosztów kwalifikowanych dla posiadaczy Karty Dużej Rodziny). Kosztem kwalifikowanym jest tu także dokumentacja geologiczna – można na nią uzyskać dotację w wysokości 5% jej wartości.

POMPA CIEPŁA TYPU POWIETRZE/WODA

Wymagania dla pompy ciepła powietrze/woda w programie „Moje Ciepło" sformułowane zostały podobnie jak dla pomp gruntowych. Urządzenia muszą spełnić wymogi rozporządzeń odnoszących się do etykiet efektywności energetycznej [**15, 17, 18**] i cechować się klasą efektywności energetycznej min. A^{++} dla temperatury zasilania 55°C. Pompa ciepła powietrze/woda ma współpracować z wodnym ogrzewaniem niskotemperaturowym. W regulaminie programu określono, że jest to ogrzewanie, dla którego temperatura zasilania wody grzewczej ≤ 35°C, a jako przykład takiego rozwiązania podano ogrzewanie płaszczyznowe.



FOT. 5. **Przykład powietrznej pompy ciepła do podgrzewania c.w.u.**; *fot.: Buderus*

Pompy ciepła powietrze/woda od lat należą do rozwiązań najpopularniejszych wśród inwestorów indywidualnych. Decyduje o tym m.in. łatwe zastosowanie urządzenia na dowolnej działce (nie musi ona spełniać żadnych wymagań co do dostępnej powierzchni czy rodzaju gruntu), łatwość montażu i wyraźnie niższa cena niż w przypadku gruntowej pompy ciepła. Jednak w porównaniu do gruntowych pomp ciepła urządzenia powietrze/woda cechują się niższą efektywnością przy niskiej temperaturze zewnętrznej (mogą np. wymagać zastosowania nagrzewnicy wstępnej). Dlatego producenci poszukują rozwiązań, które pozwolą poszerzyć ich ofertę pracy (np. poprzez zastosowanie wtrysku par do sprężarki), co umożliwi zwiększenie zarówno efektywności pompy ciepła, jak i temperatury produkowanej wody grzewczej.



FOT. 6. **Kompaktowa pompa ciepła do podgrzewu ciepłej wody użytkowej, wspomagająca pracę istniejącego systemu grzewczego;** *fot.: Viessmann*

Na pompę ciepła typu powietrze/powietrze można uzyskać do 7 tys. zł dotacji i jednocześnie do 30% kosztów kwalifikowanych (lub do 45% kosztów kwalifikowanych dla posiadaczy Karty Dużej Rodziny).

LITERATURA

1. Strona informacyjna programu „Moje Ciepło”, https://mojecieplo.gov.pl (dostęp: 10.05.2022).
2. P. Lachman, „Wzrost o 80% sprzedaży pomp ciepła do ogrzewania budynków w 2021 r.”, https://portpc.pl/port-pc-wzrost-o-80-sprzedazy-pomp-ciepla-do-ogrzewania-budynkow-w-2021-r/ (dostęp: 10.05.2022).
3. J. Starościk, „Raport: Rynek urządzeń grzewczych w Polsce w 2021 roku”, https://spiug.pl/2022/04/25/raport-rynek-urzadzen-grzewczych-w-polsce-w-2021/ (dostęp: 10.05.2022).
4. Główny Urząd Nadzoru Budowlanego, „Liczba deklaracji składanych do Centralnej Ewidencji Emisyjności Budynków to 3 307 385 zgłoszeń (5.05.2022)”, https://www.gunb.gov.pl/aktualnosc/liczba-deklaracji-skladanych-do-centralnej-ewidencji-emisyjnosci-budynkow-3-307-385 (dostęp: 10.05.2022).
5. P. Krysik, „Zmiany w dyrektywie w sprawie charakterystyki energetycznej budynków”, „Rynek Instalacyjny” 5/2022.
6. Wniosek Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona) (COM(2021) 802 final), https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:52021PC0802 (dostęp: 10.05.2022).
7. „Działania na rzecz budynków o niemal zerowym zużyciu energii – zdefiniowanie wspólnych zasad zgodnie z dyrektywą w sprawie charakterystyki energetycznej budynków”, http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/nzeb_full_report.pdf, (dostęp: 10.05.2022).
8. PN-EN 15978:2011, „Zrównoważone obiekty budowlane. Ocena środowiskowych właściwości użytkowych budynków. Metoda obliczania”.

9. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU 2019, poz. 1065 oraz DzU 2020, poz. 1608 i 2351).
10. P. Lachman (red.), Poradnik „Dom bez rachunków", Wyd. PORT PC, Kraków 2019.
11. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (DzU 2015, poz. 376).
12. B. Maludziński, „Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej z produkcji mieszanej", „Rynek Instalacyjny" 1–2/2022.
13. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (DzU 2017, poz. 1912).
14. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2002 z dnia 11 grudnia 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej (Dz.Urz. UE L 328/210 z 21.12.2018).
15. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/1369 z dnia 4 lipca 2017 r. ustanawiające ramy etykietowania energetycznego i uchylające dyrektywę 2010/30/UE w odniesieniu do etykiet efektywności energetycznej dla klimatyzatorów (Dz.Urz. UE L 198/1 z 28.07.2017).
16. Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) nr 626/2011 z dnia 4 maja 2011 r. uzupełniające dyrektywę 2010/30/UE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do etykiet efektywności energetycznej dla klimatyzatorów (Dz.Urz. UE L 178/1 z 6.07.2011).
17. Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) nr 811/2013 z dnia 18 lutego 2013 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE w odniesieniu do etykiet efektywności energetycznej dla ogrzewaczy pomieszczeń, ogrzewaczy wielofunkcyjnych, zestawów zawierających ogrzewacz pomieszczeń, regulator temperatury i urządzenie słoneczne oraz zestawów zawierających ogrzewacz wielofunkcyjny, regulator temperatury i urządzenie słoneczne (Dz.Urz. UE L 239/1 z 6.09.2013).
18. Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) nr 812/2013 z dnia 18 lutego 2013 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE w odniesieniu do etykiet efektywności energetycznej dla podgrzewaczy wody, zasobników ciepłej wody użytkowej i zestawów zawierających podgrzewacz wody i urządzenie słoneczne (Dz.Urz. UE L 239/83 z 6.09.2013).
19. T. Godlewski, „Przemarzanie gruntu a projektowanie fundamentów – cz. I", „Inżynier Budownictwa" 7–8/2020.
20. T. Godlewski, „Przemarzanie gruntu a projektowanie fundamentów – cz. II", „Inżynier Budownictwa" 9/2020.
21. Strona informacyjna programu „Czyste Powietrze", https://czystepowietrze.gov.pl (dostęp: 10.05.2022).
22. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy: Geotermia, https://www.pgi.gov.pl/wody-mineralne/przydatne/geotermia.html (dostęp: 10.05.2022).
23. Materiały techniczne firm: Daikin, Frapol, Immergas, Kołton, Midea, Stiebel Eltron, Vaillant, Viessmann.

Joanna Ryńska jest dziennikarką branżową z wieloletnim doświadczeniem. Pracuje z Grupie MEDIUM jako redaktorka i autorka „Rynku Instalacyjnego" oraz redaktorka prowadząca portalu strefainstalatora.pl. Jej zainteresowania zawodowe obejmują przede wszystkim racjonalne wykorzystanie wody i energii dzięki zdobyczom techniki sanitarnej i grzewczej, jakość powietrza wewnętrznego, nowoczesne czynniki chłodnicze oraz prawo i instrumenty finansowe wpływające na rozwój techniki sanitarnej i grzewczej.

IZOLACJE

budownictwo | przemysł | ekologia

CZASOPISMO

Czasopismo dla inżynierów, architektów, inwestorów, a także osób pracujących w szeroko rozumianej branży budowlanej, oferujące aktualną, rzetelną i fachową wiedzę.
Dostępne również w wersji elektronicznej!





SOCIAL MEDIA

Dynamicznie rozwijające się konta w popularnych mediach społecznościowych. Znajdą tam Państwo aktualności, artykuły merytoryczne, patronaty medialne, konferencje oraz najważniejsze wydarzenia branżowe.



KSIĄŻKI

Literatura fachowa, autorstwa wykwalifikowanych i uznanych specjalistów, publikujących na łamach „IZOLACJI".



E-BOOKI

Praktyczne poradniki dotyczące renowacji, dachów, zielonego budownictwa, termomodernizacji, hydroizolacji i innych istotnych zagadnień budowlanych.



WYDANIA SPECJALNE

- Wydania tematyczne.
- Kompendium Architekta.
- Kalendarze.



NEWSLETTER

Raz w tygodniu dostarczamy subskrybentom artykuły merytoryczne, aktualności branżowe, wywiady, przeglądy produktowe, informacje o konferencjach i targach.



IZOLACJE.COM.PL

Jeden z najpopularniejszych portali branżowych, prezentujący najświeższe i najbardziej przydatne treści.



ENERGOOSZCZĘDNA STOLARKA BUDOWLANA – OKNA, DRZWI, OSŁONY PRZECIWSŁONECZNE, BRAMY

Zrównoważone budownictwo ma na celu poprawę jakości życia mieszkańców. Innowacyjne, energooszczędne rozwiązania są bowiem doskonałym sposobem na walkę ze zmianami klimatycznymi, które wpływają negatywnie na nasze zdrowie. Dlatego warto inwestować w termomodernizację domu, a przede wszystkim w ciepłe okna, ekologiczne drzwi zewnętrzne i wewnętrzne, a także osłony okienne zasilane na przykład energią słoneczną.

Z roku na rok zielone budownictwo cieszy się coraz większą popularnością. Jest ono bowiem nie tylko ekologiczne, lecz także ekonomiczne ze względu na mniejszy pobór energii, co wpływa z kolei na niższe koszty eksploatacji. Koncepcję tę popiera również Unia Europejska, systematycznie zaostrzając wymogi prawne. Domy eco-friendly są zatem naszą przyszłością. Co więcej, według założeń, do 2050 roku (zgodnie z tzw. Porozumieniem paryskim) wszystkie budynki mają charakteryzować się zerowym śladem węglowym. Niestety wciąż wiele budynków mieszkalnych w Polsce cechuje niska efektywność energetyczna. Co zatem zrobić, aby nasz dom był bardziej energooszczędny? W pierwszej kolejności opłaca się zainwestować w nowe ekologiczne okna, drzwi, osłony okienne czy bramę.

W STRONĘ DEKARBONIZACJI BUDOWNICTWA

Budynki odpowiadają za około 40% emisji CO_2 do atmosfery – są zatem znaczącym ogniwem w produkcji szkodliwych gazów cieplarnianych. Eksperci są jednomyślni, że jednym z najbardziej opłacalnych sposobów na zminimalizowanie skutków nadchodzącego załamania klimatu jest dekarbonizacja budownictwa. Realizacja tej idei musi obejmować jednak cały cykl budowlany. Najpierw architekt powinien zaprojektować nasz wymarzony dom z uwzględnieniem zerowego śladu węglowego. Następnie musimy zaopatrzyć się w ekologiczne materiały, najlepiej te pochodzące z recyklingu. Później należy zadbać o zrównoważony proces budowlany, a na samym końcu o odpowiednią eksploatację budynku. W tym przypadku największe znaczenie ma redukcja zapotrzebowania na energię. Pomocne w tym względzie są odnawialne źródła energii.



FOT. 1. **Markiza VMZ Solar 103;** *fot.: Fakro*

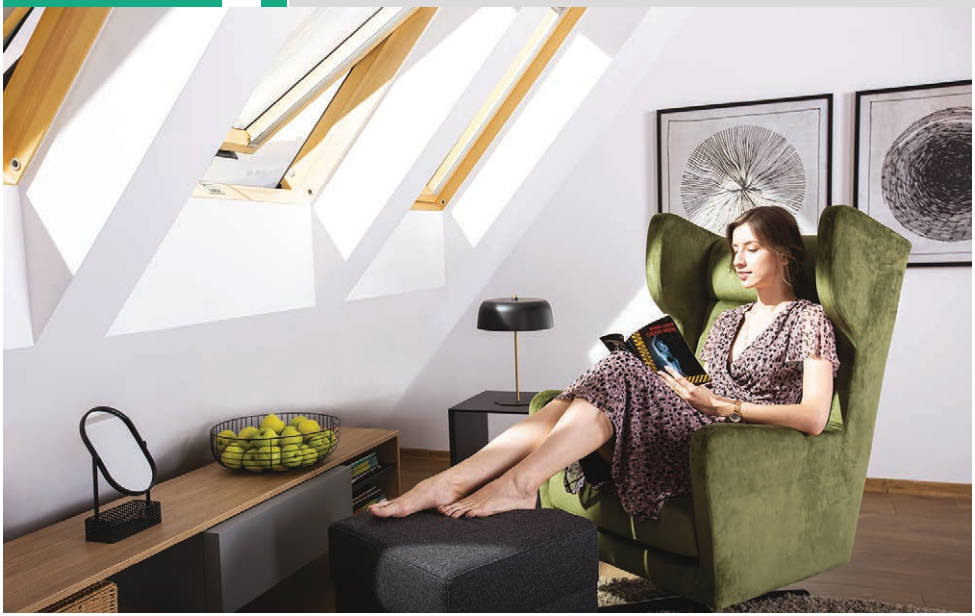
EKOLOGICZNE OKNA, DRZWI, ROLETY, BRAMY...

Ciepło ucieka z naszych domów głównie przez nieszczelne okna i drzwi zewnętrzne. Dlatego wybierając tego typu produkty do swojego domu, należy zwrócić uwagę, z czego są wykonane i jakie parametry techniczne posiadają. Warto więc inwestować w wyroby stworzone z ekologicznych materiałów bądź pochodzących z recyklingu. Sprawdzi się zatem naturalne drewno czy aluminium (łatwo poddają się recyklingowi), ale także PVC z odzysku. Co ciekawe, profile PVC mogą być przetwarzane wielokrotnie bez utraty jakości i właściwości tego materiału. Ponadto ogromne znaczenie ma współczynnik przenikania ciepła U [W/(m^2·K)] – im niższy, tym lepiej. Maksymalna jego wartość to: dla okien i drzwi balkonowych – 0,9 W(/m^2·K), dla okien połaciowych – 1,1 W/(m^2·K), drzwi zewnętrznych i bram – 1,3 W/(m2·K).

Za energooszczędną stolarkę uznaje się jednak taką, która ma współczynnik przenikania ciepła U mniejszy niż 1,0 W/(m^2·K), najlepiej, gdy wynosi on około 0,8 W/(m^2·K).

Zakup wysokiej klasy energooszczędnych produktów to jednak tylko połowa sukcesu. Liczy się jeszcze montaż, który powinien być wykonany w sposób ciepły, tzn. warstwowy, np. z użyciem taśm paroszczelnej i paroprzepuszczalnej (zamocowanie za pomocą kotew i pianki montażowej to za mało, gdyż szybko traci ona swoje właściwości, wskutek czego pojawiają się nieszczelności). W nowym budownictwie można pokusić się o zamontowanie okien, drzwi czy bramy w warstwie izolacji przy użyciu specjalnych systemów.

Należy ponadto podkreślić, że w nowoczesnym, energooszczędnym budownictwie należy montować osłony zewnętrzne na oknach (zwłaszcza od nasłonecznionej strony południowej), aby zabezpie-



FOT. 2. **Okna dachowe, obrotowe FTP-V U5 posiadają superenergooszczędny pakiet trzyszybowy. Przy zastosowaniu zestawu izolacyjnego XDP, który służy do szybkiego i szczelnego wykonania izolacji paroprzepuszczalnej i termoizolacyjnej oraz kołnierza Thermo, zyskują jeszcze lepszy współczynnik przenikania ciepła na poziomie U_w = 0,86 W/(m²·K). To wszystko razem sprawia, że stają się oknami spełniającymi wymogi zielonego budownictwa;** *fot.: Fakro*

czyć dom przed nadmiernym nagrzewaniem latem. Klimatyzacja jest bowiem zbyt energochłonna. Co więcej, najlepiej, jeśli będą one zasilane energią słoneczną – to ekologiczne i wygodne rozwiązanie.

Wielu inwestorów decyduje się także na zainstalowanie systemów inteligentnego domu, dzięki którym eksploatacja budynku jest z pewnością dużo bardziej racjonalna i ekonomiczna. Mając





FOT. 3–4. **Aluminiowe drzwi ThermoSafe firmy Hörmann spełniają wymogi domów energooszczędnych. Dzięki specjalnej konstrukcji we wzorach z pełną płytą osiągają współczynnik przenikania ciepła U_D nawet 0,87 W/(m²·K). Oferowane są w niemal 80 wzorach w dowolnym kolorze, także w wykonaniu XXL o wysokości do 2,5 m. Standardowo w klasie przeciwwłamaniowej RC 3;** *fot.: Hörmann*



FOT. 5. **Kolekcja drzwi zewnętrznych Solano to 22 unikalne modele – od klasycznych do bardzo nowoczesnych rozwiązań. Wyróżnia je m.in. wytrzymały i ciepły system profili aluminiowych, solidne wypełnienia oraz szeroka gama kolorystyczna;** *fot.: Krispol*

taki system, można sterować elementami domu na odległość, np. z poziomu aplikacji w telefonie. Tak zautomatyzować można także okna dachowe czy bramę garażową.

Opracowano na podstawie materiałów Polskiego Związku Okien i Drzwi



FOT. 6. **Energooszczędne okna Primo marki Wiśniowski znalazły się na liście Zielonych Urządzeń i Materiałów (ZUM) Instytutu Ochrony Środowiska. Współczynnik przenikania ciepła okien Primo z dużym zapasem spełnia najbardziej rygorystyczne normy. To oszczędność na rachunkach za ogrzewanie zimą i ograniczenie zużycia energii na klimatyzację latem. Można je z powodzeniem rozliczyć w ramach programu „Czyste Powietrze";** *fot.: Wiśniowski*

Basmac Sp. z o.o.
ul. Baczyńskiego 7, 35-959 Rzeszów
tel. 17 852 00 47-48
faks 17 850 93 22
info@basmac.pl
www.basmac.pl

Fabryka Styropianu ARBET
ul. Bohaterów Warszawy 32, 75-211 Koszalin
tel. 943 422 076-9, fax 943 422 390
sekretariat@arbet.pl
www.arbet.pl

PU Polska Związek Producentów Płyt Warstwowych i Izolacji
ul. Domaniewska 24/106, 02-672 Warszawa
tel. 734 494 306
www.pu-polska.pl

Selena SA
ul. Wyścigowa 56 E, 53-012 Wrocław
tel. 71 783 83 01, faks 71 783 83 00
kontakt@selena.com, www.selena.com/pl