

# AKUMULACJA CIEPŁA W BUDYNKACH A BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE

dr inż. Jacek GAJ, dr inż. Marian SOBIECH

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

Artykuł recenzowany

## Streszczenie

W referacie przedstawiono istotne właściwości materiałów budowlanych używanych do konstruowania przegród budowlanych współczesnych budynków, które mają wpływ na akumulowanie ciepła. Rozważania odnoszą się do podłóg, ścian wewnętrznych stanowiących jednocześnie istotne elementy konstrukcji poprzecznej lub podłużnej budynku oraz ścian zewnętrznych, pełniących rolę ścian konstrukcyjnych lub osłonowych. Analiza literatury w zakresie wpływu materiału budowlanego danej przegrody na jej właściwości akumulacyjne ciepła wskazuje, że materiały cechujące się dużą gęstością spełniają wymagania odnośnie akumulacji ciepła. W budownictwie prowadzone są i będą badania nowych kompozycji materiałowych, które pozwolą co najmniej zachować właściwości konstrukcyjne, odporność na ścieranie, estetykę i jednocześnie będą dobrym akumulatorem ciepła, co ostatecznie wydłuży proces wychładzania się budynków. Istotną rolę odgrywają instalacje ogrzewania-chłodzenia budynków, które cechują się kumulacyjnością energii, aby ostatecznie, jako system skojarzony prowadzić do rozwiązań „zero energetycznych” budynków.

**Słowa kluczowe:** ciepło, budynki, bezpieczeństwo energetyczne

## Summary

The paper shows the important parameters of construction materials applied to building elements, like walls, floors, etc. in a context of the heat accumulation. The approach is based on literature of construction concerning heat accumulation in internal and external walls and floors. The construction materials decide about the heat accumulation capability, specially materials characterized by the high density. In accordance with this parameter the research and development works have been done for last few years and provide to a new composition of construction materials which gives the high value of heat accumulation. The akubet is an example of the heat accumulation in construction materials. The importance is also given to research, development and application of the heating-cooling installation with the accumulation capability. The final approach is to have “zero energetic” building.

**Keywords:** heat, buildings, energetic safety

## 1. Oszczędność energii cieplnej

Obserwowane w ostatnich latach powszechnie rosnące zapotrzebowanie na energię cieplną wytwarzaną ze źródeł nieodnawialnych, staje się coraz większym problemem ekologicznym, społecznym i gospodarczym. Ocenia się, że budynki zużywają około 40% wytwarzanej energii pierwotnej. Można wyróżnić dwa zasadnicze podejścia do zagadnienia ograniczania zapotrzebowania na energię cieplną dla budynków:

- ograniczenie zapotrzebowania na energię pierwotną ze źródeł nieodnawialnych – jako eliminacja tego źródła energii na rzecz odnawialnych źródeł energii,
- ograniczenie zapotrzebowania na energię końcową, służącą do ogrzewania, chłodzenia i wentylacji – jako minimalizacja zużycia energii w ogóle, a tym samym do rozwoju budownictwa pasywnego.

Obydwa sposoby ograniczenia zapotrzebowania na energię cieplną w budownictwie przyczyniły się do sformułowania wymagań technicznych w zakresie ochrony cieplnej oraz do uznania celowości sporządzania świadectw energetycznych, jako możliwości porównywania skuteczności wdrożonych rozwiązań.

## 2. Akumulacja ciepła

Podstawy teoretyczne wymiany ciepła dobrze opisuje prawo Fouriera'a, mówiące, że gęstość strumienia ciepła jest wprost proporcjonalne do gradientu temperatury, co w postaci skalarnej opisuje wzór:

$$q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial n} \quad [\text{W} / \text{m}^2]$$

gdzie:

$q$  – natężenie strumienia ciepła [ $\text{W} / \text{m}^2$ ],

$\lambda$  – współczynnik przewodzenia ciepła [ $\text{W} / \text{m} \cdot \text{K}$ ],

$T$  – temperatura [K],

$\frac{\partial T}{\partial n}$  – pochodna temperatury w kierunku prostopadłym do powierzchni izotermicznej.

Zgodnie z pierwszą zasadą termodynamiki w układzie zamkniętym zmiana energii w czasie  $dU/dt$  bilansuje się, zatem:

$$\frac{dU}{dt} = \rho c_A \frac{dT}{dt} \delta$$

Iloczyn  $\rho c$  przedstawia akumulacyjność cieplną lub inaczej pojemność cieplną i w przypadku przegród budowlanych z racji, że są one niezmiennie co do objętości w warunkach eksploatacji, zatem ciepło właściwe materiału budow-

lanego „c” przyjmuje jedną wartość zarówno przy stałym ciśnieniu jak i przy stałej objętości.

Po porównaniu i przekształceniach powyższych równań, otrzymuje się wyrażenie:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{\rho c}{\lambda} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{a} \frac{\partial T}{\partial t}$$

Powyższe równanie jest równaniem różniczkowym opisującym jednowymiarową wymianę ciepła. Równanie to można rozwiązać względem temperatury i opisać w ten sposób wymianę ciepła bez potrzeby określania nieznanego strumienia cieplnego  $q$ . Rozwiązując to równanie względem temperatury w zależności od  $x$  i  $t$  ( $T(x,t)$ ) opiszemy wymianę ciepła przez przewodzenie w przestrzeni jednowymiarowej. Uwzględniając, że:

$$a = \frac{\lambda}{\rho c}$$

otrzymujemy parametr, jakim jest współczynnik przejścia (oddawania) ciepła przez ciało stałe, który określa, jak szybko materiał może przyjąć lub oddać ciepło. Współczynnik „a” [ $J/K m^3$ ] jest współczynnikiem napływu (odpływu) ciepła, inaczej określanymi współczynnikiem wyrównania temperatury i zawiera zarówno składnik przewodzenia ciepła „ $\lambda$ ”, jak i akumulacji „ $\rho c$ ”. Szybkość z jaką ciepło dociera do miejsc o niższej temperaturze i wywołuje w nich efekt wzrostu temperatury (wyrównania) jest tym większa im lepiej jest ciepło przewodzone, czyli duża wartość współczynnika „ $\lambda$ ” i im mniej ciepła jest akumulowane po drodze, co oznacza małą pojemność cieplną „ $\rho c$ ”. W odniesieniu do „magazynowania” ciepła potrzebujemy zatrzymania ciepła w materiale akumulującym ciepło, oznacza to, że dobre będą materiały budowlane o dużej wartości pojemności cieplnej „ $\rho c$ ”.

Akumulacyjnością cieplną przegrody budowlanej można nazwać jej zdolność do gromadzenia ciepła, która zależy przede wszystkim od masy przegrody oraz materiału, z którego jest wykonana.

W budynku energię cieplną akumulują materiały o dużej pojemności cieplnej czyli np. beton, cegła itp. Zasadnym jest w związku z tym stosowanie materiałów akumulujących ciepło również wewnątrz bryły budynku, np. od strony słonecznej, należy przewidywać zastosowanie elementów monolitycznych (ściany, słupy), które nagrzeją się od słońca za dnia, aby potem w nocy oddawać ciepło.

Pojemność cieplną budynku najczęściej liczymy tylko dla niewielkiej grubości ściany, a zatem im większa masa tych kilku centymetrów grubości, tym większa akumulacja ciepła w ścianie.

Jeśli budynek pasywny wybudujemy głównie z materiałów lekkich i o dużej izolacyjności cieplnej (gruba warstwa styropianu, ściany z betonu komórkowego), to taki budynek będzie miał mniejszą pojemność cieplną niż budynek wykonany z materiałów akumulujących ciepło.

Im większa akumulacja ciepła w przegrodzie budowlanej tym wyższa bezwładność cieplna, czyli mniejsze wahania dobowe temperatury wewnętrznej, powstające jako „odpowiedź” obiektu na dynamiczne zmiany dostarczanej

energii grzewczej (czy od instalacji grzewczej, czy od np. nasłonecznienia).

Budynki murowane, o masywnej konstrukcji nośnej, mają zdecydowanie większą akumulacyjność cieplną niż budynki drewniane oraz lekkie budynki szkieletowe (o szkieletcie drewnianym lub stalowym z izolacją termiczną).

Zależnie od masy i rodzaju materiału budowlanego, nie różniące się izolacyjnością termiczną przegrody zewnętrzne budynków mogą mieć bardzo różną akumulacyjność cieplną. Zdolność do akumulacji ciepła pozwala także wykorzystywać tzw. zyski ciepła pochodzące od słońca lub innych źródeł.

Od akumulacyjności cieplnej zewnętrznych przegród budowlanych, wielkości ich izolacyjności cieplnej oraz rodzaju konstrukcji (ściany warstwowe) zależy stateczność cieplna budynku, czyli czas, w jakim utrzymuje się wewnątrz budynku stała temperatura, pomimo zmian termicznych warunków zewnętrznych (np. występowania silnego mrozu albo porywistego wiatru, intensywnie wychładzających przegrody zewnętrzne) albo wyłączenia układu grzewczego. Aby przegrody mogły akumulować ciepło wewnątrz i oddawać je do pomieszczeń, muszą być ocieplone od strony zewnętrznej.

Na przykład tradycyjna ściana wykonana z pełnej cegły silikatowej, ocieplona styropianem spełnia minimalne wymagania określone przez przepisy budowlane niezależnie od tego, czy ocieplenie znajdzie się po stronie zewnętrznej, czy od strony pomieszczenia.

Jednakże technicznie właściwe jest rozwiązanie z ociepleniem od zewnątrz, gdyż wtedy ciężka warstwa konstrukcyjna nie jest narażona na przemarzanie, natomiast może akumulować od wewnątrz bardzo dużo ciepła i na stosunkowo długo je zatrzymać.

Utratę ciepła do otoczenia skutecznie powstrzymuje warstwa izolacji termicznej, stykającej się z zimnym powietrzem zewnętrznym. Ściana warstwowa o takiej konstrukcji ma dużą stateczność cieplną, a tym samym w budynku z takimi ścianami można długo utrzymywać stabilną temperaturę w pomieszczeniach, nawet w przypadku krótkotrwałych przerw w działaniu ogrzewania.

W przypadku ściany jednowarstwowej z ceramiki poryzowanej można założyć, że ma ona podobny do tradycyjnego rozwiązania współczynnik przenikania ciepła i niewiele mniejszą masę jednostkową, a tym samym zbliżoną akumulacyjność termiczną.

Jednak wadą takiego rozwiązania jest to, że zakumulowana w jej masie energia cieplna nie utrzyma się tak długo jak w ścianie o tradycyjnej konstrukcji wobec braku bariery, jaką jest tam warstwa izolacji termicznej ułożona po zewnętrznej stronie przegrody. Akumulujący ciepło z pomieszczenia materiał konstrukcyjny ma wtedy bezpośredni kontakt z zimnym powietrzem zewnętrznym, a zatem temperatura wewnętrzna powierzchni ściany znacznie szybciej będzie spadała wraz ze spadkiem temperatur w przekroju ściany.

W budynkach mieszkalnych duża stateczność cieplna jest pożądana, gdyż pozwala łatwiej ustabilizować temperaturę w pomieszczeniach mieszkalnych.

W budynkach użytkowanych i ogrzewanych okresowo, np. tylko w weekendy, mała stateczność cieplna jest niekorzystna, z uwagi na konieczność długotrwałego ogrzewania i zakumulowania ciepła w przegrodach po wychłodzeniu takiego obiektu. W przypadku takiego sposobu wykorzystania budynku lepszym wyborem będzie zastosowanie konstrukcji ścian szkieletowych.

Akumulacyjność cieplna materiałów konstrukcyjnych przegród budowlanych ma znaczenie tylko wtedy, gdy są one osłonięte warstwą izolacji termicznej, wówczas mogą oddawać do wnętrza nagromadzone przedtem ciepło.

Z tego względu dla komfortu cieplnego wewnątrz budynku nie ma znaczenia akumulacyjność cieplna murowanej zewnętrznej warstwy elewacyjnej (osłaniającej warstwę izolacyjną) która wprawdzie może gromadzić znaczne ilości ciepła (np. z nasłonecznienia), ale oddaje to ciepło tylko do otoczenia zewnętrznego.

Dlatego budynki murowane, a więc o ciężkiej konstrukcji, mają zdecydowanie większą akumulacyjność niż budynki drewniane oraz lekkie budynki szkieletowe (o szkieletcie drewnianym lub stalowym).

Od akumulacyjności przegród, ich izolacyjności oraz konstrukcji (np. układu warstw) zależy **stateczność cieplna budynku**, czyli czas, w jakim utrzymuje się w nim stała temperatura wewnętrzna, mimo zmian warunków zewnętrznych (np. wystąpienia silnego mrozu albo porywistego wiatru) lub wyłączenia ogrzewania. Aby przegrody mogły akumulować ciepło i oddawać je do wnętrza, muszą być ocieplone od strony zewnętrznej.

Duża stateczność cieplna jest pożądana w budynkach stale zamieszkałych, bo pozwala ustabilizować temperaturę w pomieszczeniach.

Jest jednak niekorzystna w domach użytkowanych i ogrzewanych okresowo, np. tylko w weekendy, bo po wychłodzeniu takiego domu potrzeba dużo czasu na jego ponowne ogrzanie. W tej sytuacji zdecydowanie lepszym wyborem będzie dom szkieletowy.

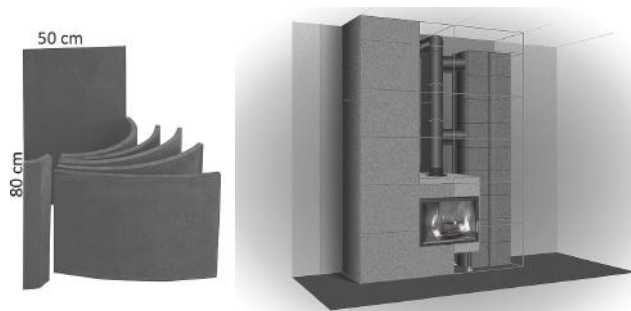
### 3. Kierunki badań akumulacji ciepła

Badania odnoszące się do problematyki akumulacji ciepła dotyczą:

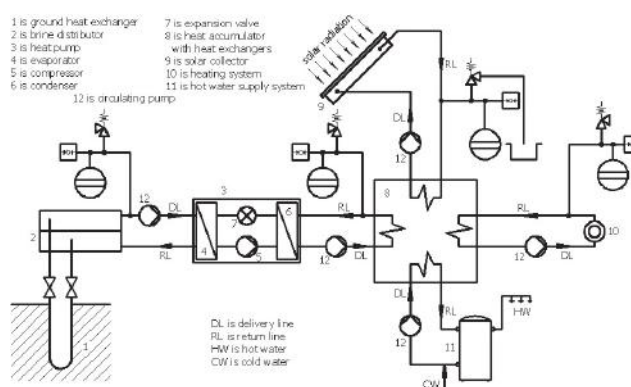
- materiałów budowlanych definiowanych, jako innowacyjne materiały budowlane,
- rozwiązań instalacji do ogrzewania budynków, które w swoim układzie technologicznym zawierają zbiorniki spełniające rolę akumulatorów energii cieplnej, w tym z uwzględnieniem energii pochodzącej z OZE,
- rozwiązań budynków, a szczególnie odnosi się to do ich architektonicznej formy i lokalizacji w terenie, które sprzyjają akumulacji energii cieplnej i chłodniczej z uwzględnieniem najnowszych zastosowań materiałów budowlanych i instalacji do ogrzewania (chłodzenia) budynków.

Wymienione grupy tematyczne dotyczące akumulacji energii stanowią kierunki badawczo-rozwojowe współczesnych instytutów naukowo-badawczych i firm popularyzujących nowe technologie w budownictwie. Poniżej

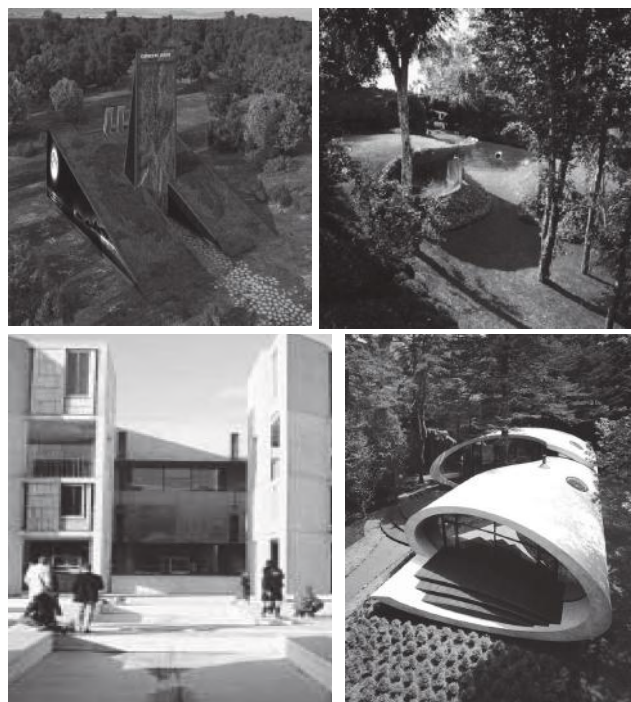
przedstawiono przykłady odnoszące się do wymienionych dziedzin aplikacji właściwości pod nazwą „akumulacja energii” cieplnej lub chłodniczej.



Fot. 1. Przykład materiału budowlanego.



Fot. 2. Przykład instalacji.



Fot. 3. Przykłady budynków.

### 4. Rozwój zastosowań akumulacji ciepła

Akumulacja ciepła ma swoje zastosowanie w budownictwie od czasów starożytnych, a szczególnie dotyczy



to budownictwa z epoki rzymskiej, gdzie do ogrzewania pałaców stosowano paleniska połączone kanałami murywanymi pod całym obiektem i w ścianach, w których przepływające spaliny nagrzewały mury kamienne lub ceglane i tworzyły dla użytkowników przyjemne warunki w pomieszczeniach. Były to tzw. „hypocausty”. Do czasu, kiedy zastosowano instalacje centralnego ogrzewania, akumulacja ciepła w materiałach budowlanych zamków, pałaców i innych budynków była jedyną formą stosowania w gospodarce energetycznej obiektów budowlanych. Instalacje do ogrzewania, a następnie chłodzenia budynków otworzyły nowe kierunki zastosowania „akumulacji” w gospodarowaniu energią cieplną i chłodniczą. Szczególnie istotne stało się skojarzone podejście do problematyki ogrzewania i chłodzenia budynków, które ma prowadzić do minimalizacji zużycia podstawowych nośników energii, jakimi są paliwa stałe ciekłe lub gazowe, na rzecz zwiększonego udziału energii odnawialnej. Budynki współczesne muszą zawierać najnowsze zdobycze w technice materiałów budowlanych i instalacji do ogrzewania i chłodzenia, aby ostatecznie w sezonie ogrzewania – chłodzenia budynku, zużycie energii ze źródeł pierwotnych osiągało wartość zbliżoną do zera. Dążymy więc do budynków pod nazwą „zeroenergetyczne”, podczas gdy około 30 lat temu nie stosowano materiałów izolacyjnych na przegrodach zewnętrznych obiektów budowlanych. W okresie 30 lat dokonał się wielki postęp w dziedzinie oszczędności energii cieplnej w budownictwie poprzez stosowanie materiałów o właściwościach akumulacji energii (ciepło i chłód), izolowanie przegród zewnętrznych, aktualnie dążenie do budynku „pasywnego”, którego współczynnik przenikania ciepła  $U$  przegród zewnętrznych jest mniejszy niż  $0,1\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  i stosowanie instalacji do ogrzewania (chłodzenia) z możliwością, również, akumulacji ciepła oraz pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych.

## 5. Akumulacja ciepła gwarancją zabezpieczenia przed wziębieniem

Akumulacja ciepła w przegrodach budowlanych wynika bezpośrednio z pojemności cieplnej materiałów budowlanych użytych do ich wykonania i jest jednym z najważniejszych elementów komfortu termicznego mieszkania.

Wysoka akumulacja cieplna zapewnia stabilność cieplną przegrody budowlanej, a tym samym względnie ustaloną temperaturę powierzchni wewnętrznej ścian, przy zmianach temperatur zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz budynku.

Masywne ściany z silikatów bardzo dobrze akumulują ciepło, umożliwiając zniwelowanie skutków szybkich zmian temperatur w zimie, przy spadku, a latem przy wzroście temperatur na zewnątrz budynku. Zaletą tego materiału jest, że w zimie dokładne przewietrzenie pomieszczeń w prawidłowo ogrzewanym budynku ze ścianami z silikatów nie powoduje zauważalnego obniżenia temperatury powietrza. Podobnie w przypadku przerw w ogrzewaniu – zmagazynowane w ścianach ciepło długi czas gwarantuje utrzymanie ustalonej temperatury powietrza w pomieszczeniach.

Na wielkość akumulacji cieplnej ścian zasadniczy wpływ ma pojemność cieplna materiałów zastosowanych do ich wykonania. Zastosowanie np. silikatów do wykonania wszystkich ścian w budynku w znaczącym stopniu zwiększa możliwość „magazynowania” ciepła w ścianach w zimie i zapewnienia chłodu w lecie.

Znaczenie akumulacji ciepła na ochronę termiczną w zimie związane jest z poczuciem komfortu ludzi przebywających w pobliżu ścian oraz ze zminimalizowaniem niebezpieczeństwa skraplania się pary wodnej na powierzchni i we wnętrzu ściany. Do ogrzania ścian może być wykorzystywane ciepło z różnych źródeł: system ogrzewania, oświetlenie, promieniowanie słoneczne, ludzie i zwierzęta przebywające w pomieszczeniu itp.

Akumulacja ciepła w ścianach zewnętrznych:

- w ścianie jednowarstwowej ciepło akumulowane jest tylko w ok. 1/3 grubości ściany;
- w ścianie z ociepleniem zewnętrznym cały przekrój muru akumuluje ciepło;
- w ścianie z ociepleniem od wewnątrz i w ścianach szkieletowych tylko warstwa tynku wewnętrznego akumuluje niewielkie ilości ciepła.

Akumulacji ciepła także w ścianach wewnętrznych sprzyja wysoka masa przegrody wykonanej z silikatów, dając im przewagę nad innymi materiałami budowlanymi – do akumulacji ciepła wykorzystywany jest cały przekrój ściany.

Znaczenie akumulacji ciepła w zewnętrznych przegrodach budowlanych na ochronę termiczną w lecie jest szczególnie widoczne przy znaczących różnicach temperatur w ciągu nocy i za dnia. Długi czas nagrzewania się ciężkich, masywnych ścian powoduje z jednej strony tłumienie wahań temperatury powietrza zewnętrznego w porównaniu ze zmianą temperatury przegrody po stronie wewnętrznej, a z drugiej – przesunięcie faz wzrostu temperatury, czyli opóźnienie z jakim dotrze podwyższona temperatura ze strony zewnętrznej do wnętrza budynku.

Beton, jako popularny materiał budowlany, posiada wiele korzyści związanych z jego właściwościami do akumulowania ciepła.

Główną korzyścią energetyczną stosowania betonu w budynkach jest jego wysoka masa termiczna, która prowadzi do stabilności termicznej. Oszczędza to energię i stwarza lepsze środowisko wewnętrzne dla użytkowników budynku.

### Charakterystyka ścian masywnych termicznie latem:

Dniem: w gorące dni okna są zamknięte, żeby trzymać gorące powietrze na zewnątrz, należy dostosować osłony, żeby zminimalizować nasłonecznienie. Masa termiczna chłodzi. Jeżeli temperatury są mniej ekstremalne, można otworzyć okna, w celu wentylacji.

Nocą: jeżeli dzień był gorący, mieszkaniec otwiera okna, żeby zapewnić nocne chłodzenie masy termicznej.

### Charakterystyka ścian masywnych termicznie zimą:

W godzinach dnia: od 10:00 do 17:00 światło słoneczne wchodzi przez południowe okna i uderza w masę termicz-

na. To ogrzewa powietrze i masę termiczną. W większość słonecznych dni, ciepło słoneczne może pomóc utrzymać komfort od przedpołudnia do późnego popołudnia.

W godzinach wieczornych: od 17:00 do 23:00 tj. po zachodzie słońca, znaczna ilość ciepła została zmagazynowana w masie termicznej. Teraz jest powoli oddawana, pomagając utrzymać komfortowe warunki wieczorem.

W godzinach nocnych: od 23:00 do 07:00 mieszkańiec reguluje ogrzewanie, tak żeby potrzebne było tylko minimalne uzupełniające ogrzewanie. Dobra szczelność i izolacja minimalizują straty ciepła.

W godzinach porannych: 07.00 do 10.00 – wczesny rano to najtrudniejszy czas, żeby utrzymać komfort przy pasywnym ogrzewaniu słonecznym. Masa termiczna zwykle oddała już większość nagromadzonego ciepła i mieszkańiec musi polegać na ogrzewaniu uzupełniającym. Jednakże dobra szczelność i izolacja pomagają minimalizować tę potrzebę.

Bezpieczeństwo energetyczne budynków jest podnoszone zarówno poprzez zastosowane materiały budowlane, ale istotną rolę odgrywają również instalacje do ich ogrzewania i chłodzenia, co w skojarzeniu ma prowadzić do „zeroenergetycznego” obiektu.

## 6. Podsumowanie

Akumulacja energii odnosi się do:

- materiałów budowlanych definiowanych, jako innowacyjne materiały budowlane,

- rozwiązań instalacji do ogrzewania budynków, które w swoim układzie technologicznym zawierają zbiorniki spełniające rolę akumulatorów energii cieplnej, w tym z uwzględnieniem energii pochodzącej z OZE,
- rozwiązań budynków, a szczególnie odnosi się to do ich architektonicznej formy i lokalizacji w terenie, które sprzyjają akumulacji energii cieplnej i chłodniczej z uwzględnieniem najnowszych zastosowań materiałów budowlanych i instalacji do ogrzewania (chłodzenia) budynków.

Bezpieczeństwo energetyczne budynków jest podnoszone zarówno poprzez zastosowane materiały budowlane, ale istotną rolę odgrywają również instalacje do ich ogrzewania i chłodzenia, co w skojarzeniu ma prowadzić do „zero energetycznego” obiektu i jest to cel przyszłych pokoleń, który oprócz braku rachunków za energię, daje autonomiczność i brak wzrostu zanieczyszczeń atmosfery zarówno dwutlenkiem węgla, jak i innymi substancjami.

## Bibliografia

1. Eicker U., 2014, *Energy efficient buildings with solar and geothermal resources*. Stuttgart University of Applied Sciences, Germany.
2. Gdula S.J., 1984, *Przewodzenie ciepła*, Wydawnictwo PWN, Warszawa.
3. Juchniewicz-Lipińska, *Modelowy dom pasywny na Dolnym Śląsku*.
4. Osiecka E., 2010, *Materiały budowlane*. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa.

# Prenumerata czasopisma

Prenumerata roczna	Prenumerata dwuletnia	Prenumerata trzyletnia
<b>5%</b> rabatu	<b>10%</b> rabatu	<b>15%</b> rabatu

Cena 1 egzemplarza poza prenumeratą - **20 zł** (w tym 5% VAT)

ING Bank Śląski 37 1050 1012 1000 0090 9862 0017

Szczegółowe informacje dostępne na stronie: [www.inzynieriabezpieczenstwa.com.pl](http://www.inzynieriabezpieczenstwa.com.pl)

W celu zamówienia prenumeraty należy na adres: [redakcja@crb.com.pl](mailto:redakcja@crb.com.pl) przesłać zgłoszenie zawierające informacje:

<p>Imię i nazwisko _____</p> <p>Firma _____</p> <p>Adres _____</p> <p>_____</p> <p>NIP _____</p> <p>e-mail _____</p> <p><b>Zamawiam prenumeratę:</b></p> <p>roczna <input type="checkbox"/>      dwuletnia <input type="checkbox"/>      trzyletnia <input type="checkbox"/></p>	<p><b>Centrum Rzecznawstwa Budowlanego Sp. z o.o. ul. Chopina 26s lok. 1 05-092 Łomianki</b></p>
--	--