

## SYSTEM ZACIENIAJĄCO-IZOLUJĄCY – BUDOWA, DZIAŁANIE, OPŁACALNOŚĆ

Piotr KĘSKIEWICZ\*

Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wroclawska, Wyb. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono ideę systemu mającego przynieść oszczędności energii, poprzez ograniczenie przenikania ciepła przez przegrody przezroczyste. Oszczędności wynikają z okresowego zwiększenia izolacyjności przegród przezroczystych w okresie zimnym oraz z dodatkowego zacienienia pomieszczeń w okresie ciepłym. Przybliżono budowę i zasady działania systemu. Przedstawiono możliwości oraz różne parametry sterowania. Przedstawione zostały przewidywane korzyści i potencjalne zastosowania wynikające z zastosowania systemu. Wstępna, teoretyczna analiza ekonomiczna została oparta na zmodyfikowanej metodzie obliczania wskaźnika wartości zaktualizowanej netto, tzn. wskaźnika NPV. Uwzględniono zastosowania różnych źródeł i cen energii cieplnej oraz okresu zwrotu inwestycji. Analizę przedstawiono na przykładzie hali magazynowo-produkcyjnej zlokalizowanej w IV strefie klimatycznej. Symulacje przeprowadzono w programie Purmo OZC 4,0.

*Słowa kluczowe:* zużycie energii, bilans cieplny, aktywne zacienienia, termomodernizacja, nowoczesne budownictwo.

### 1. Konieczność ograniczania zużycia energii

Szybko rosnące ceny energii, kurczące się zasoby paliw kopalnych i postępująca degradacja środowiska naturalnego skłaniają do oszczędzania energii. Beztroskie energetycznie budownictwo, rozrzućta eksploatacja, niskie sprawności urządzeń i rozwiązań, jak i w konsekwencji trwonienie energii muszą stać się przeszłością. Stare standardy dopuszczające wznoszenie obiektów bez izolacji termicznej, przynajmniej najprostszej automatyki, czy też kotłowni produkujących głównie zanieczyszczenia i dostarczających ułamki energii, którą mogłyby potencjalnie przekazać, są stopniowo zastępowane o wiele bardziej wymagającymi standardami. Przykładem rozwiązania mającego sprostać nowym wymogom oszczędności energii są budynki pasywne, które osiągają bardzo dobre wyniki w redukcji zużycia dostarczonej energii. Obiekty tego typu wykorzystują nowoczesną myśl architektoniczną, zmodyfikowane rozwiązania stosowane w przeszłości i naj-nowocześniejsze technologie. Coraz bardziej popularne staje się także wykorzystanie pomp ciepła, kolektorów słonecznych, różnego rodzaju metod odzysku energii, czy też całych budynków podążających za słońcem (Krajowy Ruch Ekologiczno-Społeczny, 2006). Minimalizację zużycia energii budynki pasywne okupują jednak dużą złożonością, zapotrzebowaniem na trudno dostępne technologie i projekty, ale przede wszystkim nadal wysokimi kosztami inwestycyjnymi, co wpływa na ich jeszcze małą popularność. Niestety tego typu

budownictwo wciąż jest bardzo mało popularne w Polsce. Na dzień dzisiejszy w kraju wybudowanych zostało zaledwie kilka budynków pasywnych, większość jako obiekty pokazowe. Standardy budownictwa pasywnego, choć obiecujące, szybko nie ograniczą obecnego zapotrzebowania na energię. Aby już teraz dążyć do minimalizacji zużycia energii wykorzystuje się rozwiązania pośrednie: termomodernizacje już istniejących obiektów i stopniowe zaostrzanie wymagań przy wznoszeniu nowych.

Termomodernizacja w chwili obecnej przynosi wymierne efekty w redukcji zapotrzebowania na energię cieplną w budownictwie. Dzięki standardowym rozwiązaniom, nieskomplikowanej i zakrojonej na szeroką skalę realizacji i względnie niskim nakładom inwestycyjnym, metoda ta jest bardzo popularna. Niestety dobre efekty uzyskuje się poprzez ilość wykonywanych prac, a nie ich jakość. Przekształca się obiektów przestarzałe, znacząco przekraczające wszystkie stosowane normy na budynki z trudem spełniające obowiązujące na dzień dzisiejszy standardy. W obliczu kolejnych zmian prawnych, już teraz pojawia się potrzeba stworzenia nowych metod termomodernizacyjnych, łatwych do wdrożenia, atrakcyjnych ekonomicznie i będących w stanie nadążyć za szybko zmieniającymi się wymogami energooszczędności.

Uzasadnioną potrzebę redukcji zapotrzebowania na energię obserwuje się w przypadku budowy i późniejszej eksploatacji nowych obiektów. Stosowane na dzień dzisiejszy standardowo technologie zaczynają być

\* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: piotr.keskiewicz@pwr.wroc.pl

niewystarczające. Zjawisko to obserwuje się szczególnie w przypadku dużych magazynów czy też hal produkcyjnych. Także tu spełnienie zastrzegających się wymogów staje się coraz trudniejsze. Dobrym przykładem są charakterystyczne dla tego typu budynków względnie duże powierzchnie przeszklone. Zapewniają one naturalne doświetlenie hali, ale powodują jednocześnie duże straty ciepła. Aby im zapobiec stosuje się stale drożące okna nowszych generacji, których dalsze możliwości poprawy parametrów izolacyjności termicznej powoli się kończą.

Artykuł ten ma na celu zaprezentowanie pomysłu na system możliwy do wykorzystania podczas termomodernizacji, budowy nowych obiektów, czy też w budownictwie pasywnym. System mogący stać się częścią szeregu nowych rozwiązań, które przynajmniej na jakiś czas zaspokoją zapotrzebowanie na nowe pomysły wspierające ograniczanie zużycia energii w budownictwie.

## 2. System zacieniająco-izolujący

### 2.1. Podstawowa budowa i zasada działania

Proponowane jest wykorzystanie trzech wersji systemu: standardowej, o zwiększonej izolacyjności oraz uproszczonej. Zasada działania i budowa wszystkich wersji została opisana w dalszej części artykułu.

Pierwsze dwa warianty systemu mają być zbudowane z ruchomych, sterowanych automatycznie elementów wykonanych z materiałów o dobrych właściwościach izolacyjności cieplnej. Elementy te zainstalowane po zewnętrznej stronie przegród przezroczystych poprzez zmianę swojego położenia, w sposób aktywny wpływać będą na ogólny bilans energetyczny pomieszczeń. W trzecim wariantcie zamontowane na stałe płyty z materiału izolującego w sposób ciągły ograniczą wymianę ciepła z otoczeniem. Wszystkie wersje, w okresie zimowym, poprzez zwiększenie izolacyjności okien, ograniczać będą straty ciepła. Natomiast w okresie letnim, poprzez dodatkowe zacienienie pomieszczenia, zostaną ograniczone nadmierne zyski ciepła od nasłonecznienia (niemożliwe w przypadku wersji o zwiększonej izolacyjności). Zastosowanie konkretnego wariantu systemu uzależnione będzie od orientacji przegrody według kierunku światła, konstrukcji okna, przeznaczenia pomieszczenia, a także od rachunku ekonomicznego.

### 2.2. Wersja uproszczona

Wersja uproszczona jest najmniej złożona, a co za tym idzie, najtańsza wersja systemu. Budowa oparta jest na zamocowanej na stałe płycie z poliwęglanu komorowego o grubości 25 mm i o podwyższonej wytrzymałości. Tego rodzaju poliwęglan komorowy charakteryzuje się współczynnikiem przenikania ciepła  $U$  równym  $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  wg ROBELIT (2010) i razem z niewentylowaną warstwą powietrza zapewnia dodatkową izolację termiczną. Połączenie płyty z konstrukcją budynku jest dodatkowo uszczelnione,

dzięki czemu zostaje ograniczona niekontrolowana wentylacja pomieszczenia.

Główną zaletą tego wariantu jest jego prostota. Brak elementów ruchomych, automatyki i sterowania znacznie zmniejsza koszty zarówno inwestycyjne (szacunkowo o ponad 50% w stosunku do wersji standardowej), jak i eksploatacyjne. Płyty zapewniają dodatkowo ochronę przeszkleń przed uszkodzeniami mechanicznymi a także wytłumiają hałas. Jednak istotną wadą tego rozwiązania jest znaczne pogorszenie komfortu pomieszczenia związane ze stałym ograniczeniem dostępu światła naturalnego. Zastosowanie tego wariantu może spowodować konieczność dodatkowego doświetlenia pomieszczenia, co zwiększy pobór energii pierwotnej.

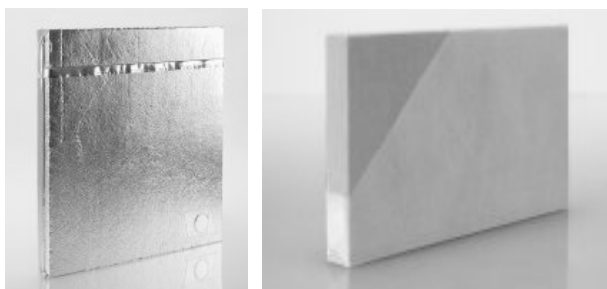
### 2.3. Wersja standardowa-żaluzje zewnętrzne

Konstrukcja żaluzji oparta jest na już istniejących i eksploatowanych rozwiązaniach zacieniających powszechnie stosowanych w budownictwie pasywnym. Lamelle zainstalowane są poziomo na zewnątrz przeszklania, połączone ze sobą w sposób umożliwiający jednoczesną, mechaniczną zmianę ich położenia, na przykład przez układ zębatek poruszany silnikiem krokowym małej mocy. Całość sterowana jest automatycznie. Przewidziano trzy położenia lamel: otwarta, częściowo zamknięta oraz zamknięta. Podstawową modyfikacją, w stosunku do standardowego systemu zacieniającego, jest zastosowanie do wykonania lameli bezbarwnych płyt z poliwęglanu komorowego o grubości 25 mm, zamiast zwykle stosowanych: aluminium czy stali. Nowością jest także zapewnienie większej szczelności całości układu w pozycji zamkniętej.

W przypadku zastosowania systemu ze stolarką starego typu o współczynniku przenikania ciepła równym  $2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ , uwzględnieniu oporu cieplnego niewentylowanej warstwy powietrznej oraz mostków cieplnych, zastępczy współczynnik przenikania ciepła wyniesie  $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Wartość ta zbliżona jest do wymogów stawianych stolarkę okiennej stosowanej w budynkach pasywnych (Krajowy Ruch Ekologiczno-Społeczny, 2006).

### 2.4. Wersja o zwiększonej izolacyjności-okiennice

Wersja bazuje na konstrukcji klasycznych okiennic. Zastosowano jedno bądź dwa skrzydła okiennic w zależności od powierzchni okna oraz dostępnych możliwości montażu. Skrzydło wykonane z paneli izolacji próżniowej tak zwanej VIP (*vacuum insulation panel*). Wymagana jest dodatkowa ochrona przed uszkodzeniami mechanicznymi na przykład warstwą tworzywa sztucznego, ze względu na łatwość perforacji paneli VIP. System pracuje w dwóch pozycjach: otwarta, zamknięta. Ruch skrzydła osiągany jest przy pomocy siłownika, sterowanego automatycznie. Całość w pozycji zamkniętej zapewnia dodatkowe ograniczenie wymiany powietrza przez przegrodę (rys. 1).



Rys. 1. Panel oraz wypełnienie paneli VIP  
(<http://www.wa-q-tec.com>, 2001)

Współczynnik przenikania ciepła dla paneli VIP o grubości 20 mm wynosi  $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  według VA-Q-TEC VACUUM INSULATION (2010). W przypadku zastosowania systemu ze stolarką starego typu o współczynniku przenikania ciepła równym  $2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ , uwzględnieniu oporu cieplnego niewentylowanej warstwy powierzchni, warstw tworzywa ochronnego oraz mostków cieplnych, zastępczy współczynnik przenikania ciepła wyniesie  $0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Wartość ta spełnia dzisiejsze wymagania dla ścian zewnętrznych w budownictwie standardowym.

### 3. Działanie instalacji

Głównymi zaletami proponowanego systemu są wielowariantowość oraz możliwość zróżnicowanego sterowania. Automatyczna regulacja może odbywać się w oparciu o pomiar podstawowych parametrów, takich jak: temperatura powietrza zewnętrznego i wewnętrznego oraz obecność osób w pomieszczeniu. Dodatkowymi parametrami, które mogą być brane pod uwagę są: przeznaczenie i sposób użytkowania pomieszczenia, natężenie promieniowania słonecznego padającego na przegrodę, działanie systemu centralnego ogrzewania i wiele innych, zależnych od charakterystyki danego obiektu.

Zastosowanie złożonego systemu automatyki zwiększa efektywność działania instalacji oraz poprawia komfort jej użytkowania, wiąże się jednak ze znacznym zwiększeniem nakładów inwestycyjnych, przez co inwestycja może stać się nieopłacalną. Aby uniknąć takiej sytuacji, sugeruje się wykonanie szczegółowych bilansów ekonomicznych, uwzględniających różne warianty budowy i sterowania systemem.

W proponowanym rozwiązaniu uwzględniono zastosowanie wersji standardowej z automatyczną regulacją bazującą na pomiarze temperatury wewnątrz pomieszczenia i temperatury powietrza zewnętrznego. Uwzględniany jest także sygnał z czujników ruchu zlokalizowanych w pomieszczeniu. Zmiana pozycji układu odbywa się na podstawie zestawienia pomiarów z zadanymi wartościami minimalnymi i maksymalnymi. Żaluzje pracują w trzech pozycjach lamel: otwarte, częściowo zamknięte oraz zamknięte. Działanie systemu w tym zestawieniu przedstawia tab. 1.

Tab. 1. Parametry sterowania systemem

Lp	$t_w$	$t_z$	Ob	Pozycja
1	$t_w < t_{w,min}$	$t_z > t_{z,min}$	+	Otwarta
2	$t_w < t_{w,min}$	$t_z > t_{z,min}$	-	Zamknięta
3	$t_w < t_{w,min}$	$t_z < t_{z,min}$	+/-	Zamknięta
4	$t_w > t_{w,max}$	$t_z > t_{z,min}$	+/-	częściowo zam.
5	$t_w > t_{w,max}$	$t_z < t_{z,min}$	+/-	Otwarta

$t_w$  jest temperaturą powietrza wewnętrznego,

$t_z$  jest temperatura powietrza zewnętrznego,

Ob jest obecnością osób w pomieszczeniu,

„+” jest stwierdzeniem obecności osób w pomieszczeniu,

„-” jest brakiem osób w pomieszczeniu,

min, max są odpowiednio wartościami minimalnymi i maksymalnymi temperatur

Warianty opisane w wierszach drugim i czwartym (tab. 1) reprezentują zwykle działanie systemu. W okresie zimnym, gdy w pomieszczeniu nie przebywają ludzie, a temperatura wewnętrzna spada poniżej wartości zadanej, system zamyka się, redukując ucieczkę ciepła na zewnątrz. Natomiast w okresie ciepłym, gdy temperatura pomieszczenia wzrośnie ponad wartość maksymalną, żaluzje zostaną przymknięte, zaciemniając wnętrze, co ograniczy nagrzewanie się pomieszczenia.

Na szczególną uwagę zasługują przypadki pierwszy oraz trzeci. W warunkach opisanych w wariantach pierwszym, pomimo spadku temperatury w pomieszczeniu poniżej wartości minimalnej, lamele pozostają otwarte. Dzieje się tak, ponieważ konieczność zachowania komfortu osób przebywających w pomieszczeniu uzasadnia ponoszone straty energii cieplnej przez niechronione przeszklenie. Jednak, gdy temperatura zewnętrzna spadnie poniżej wartości minimalnej, a co za tym idzie straty ciepła przez niechronione okno będą znaczne, system bez względu na obecność osób w pomieszczeniu, zamknie się, poprawiając izolacyjność przegrody. Pogorszenie komfortu, wynikające z odcięcia światła słonecznego, usprawiedliwione będzie znacznym ograniczeniem strat energii cieplnej.

Sytuacja opisana w wierszu piątym (tab. 1) może mieć miejsce w przypadku pomieszczeń o dużych, zyskach ciepła, które znacznie przewyższą statyczne straty energii. Instalacja mimo niskiej temperatury zewnętrznej pozostanie otwarta, dzięki czemu pomieszczenie szybciej się wychłodzi, poprawiając komfort w pomieszczeniu.

### 4. Potencjalne zastosowania systemu

Ze względu na właściwości fizyczne, dużą elastyczność w doborze algorytmów sterowania oraz stosunkowo prostą, wariantową budowę, system zaciemniająco-izolujący może znaleźć szerokie zastosowanie w budownictwie. Opisany system wraz z innymi podobnymi technologiami, może przyczynić się do znacznego ograniczenia zużycia energii potrzebnej do eksploatacji budynków.

Hale produkcyjne i magazynowe są dużą grupą obiektów, w których zastosowanie omawianego systemu może przynieść najlepsze rezultaty. Charakterystyczną

cechą części tego typu budownictwa jest wykorzystanie w nich bardzo dużych przeszkleń, o słabych parametrach izolacyjności cieplnej i o zmiennym wpływie na całkowity bilans energetyczny obiektów jest znaczny. W związku z tym, znaczący jest również potencjał możliwości ograniczenia zużycia energii. Okna są najczęściej źródłem większych nadwyżek ciepła wynikających z przenikania przez nie dużych ilości promieniowania słonecznego. Zjawisko to ograniczane jest przez stosowanie różnego rodzaju markiz, zewnętrznych konstrukcji zacięniających, powłok refleksyjnych i podobnych rozwiązań. Jednak sposoby te nie zapobiegają utracie ciepła z pomieszczeń w okresie zimnym. Problem ten rozwiązywany jest poprzez stosowanie okien o coraz lepszych parametrach izolacyjności cieplnej, ale także o bardziej złożonej budowie, niestety coraz droższych. System zacięniająco-izolujący jednocześnie łączy w sobie zalety wymienionych elementów zacięniających ze znaczącą poprawą izolacyjności przeszkleń, nawet przy zastosowaniu tańszych standardowych okien. Wykorzystanie systemu może przyczynić się do ograniczenia ilości stosowanych do tej pory elementów, daje nowe możliwości architektoniczne, ale przede wszystkim potencjalnie zmniejsza nakłady inwestycyjne. Dodatkowo, ze względu na okresowe wykorzystanie pomieszczeń w tego typu budownictwie, istnieje możliwość stosowania systemu przez dłuższe okresy w ciągu doby, co przyczyni się do jeszcze większej poprawy całorocznej skuteczności jego działania.

Budynki pasywne, podobnie jak wymienione wyżej hale, charakteryzują się dużym udziałem przeszkleń w przegrodach zewnętrznych. Także w tej sytuacji, z podobnych przyczyn, zasadne staje się zastosowanie systemu zacięniająco-izolującego. Dodatkowo, aby budynek został uznany za pasywny musi spełnić szereg rygorystycznych standardów. Jednym z nich jest wymóg ograniczenia rocznych strat ciepła poniżej 15 kWh na metr kwadratowy obiektu. Jest to granica, którą w polskich warunkach klimatycznych trudno jest spełnić. Zastosowanie systemu, pozwalającego w połączeniu z najnowszymi typami okien, osiągnąć izolacyjność przegród przezroczystych na poziomie wymogów stawianych murem zewnętrznym, w znaczący sposób ułatwi uzyskanie certyfikatu. Lamelle mogą zostać także wykorzystane jako dodatkowa powierzchnia montażu ogniw fotowoltaicznych, dzięki którym uzyska się dalszą poprawę bilansu energetycznego całego budynku.

System zacięniająco-izolujący może znaleźć także zastosowanie przy termomodernizacji już istniejących budynków. Dzięki wykorzystaniu systemu, przegrody przezroczyste mogą spełnić wymagania nakładane przez dzisiejsze normy, nawet bez wymiany przestarzałej stolarki okiennej o współczynnikach przenikania ciepła rzędu  $2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  i gorszych. Brak konieczności wymiany okien starego typu na nowocześniejsze w sposób znaczący ogranicza wymagany nakład prac oraz koszty z nimi związane. Także montaż systemu instalowanego podczas termomodernizacji będzie znacznie tańszy, ze względu na możliwość wykorzystania rusztowań stawianych podczas izolacji ścian zewnętrznych budynku. Dodatkową zaletą

systemu, szczególnie ważną w budynkach zlokalizowanych w centrach miast, jest redukcją hałasu nawet o 20 dB.

## 5. Analiza ekonomiczna zastosowania systemu w budynku hali leków weterynaryjnych

### 5.1. Analizowany obiekt

Do przeprowadzenia wstępnej analizy ekonomicznej zastosowania systemu zacięniająco-izolującego wykorzystano program Purmo OZC w wersji 4,0. Teoretyczną analizę przeprowadzono na przykładzie hali, w której znajdują się magazyn, sortownia leków weterynaryjnych oraz pomieszczenia firmy zajmującej się dystrybucją przechowywanych produktów. Obiekt znajduje się w czwartej strefie klimatycznej Polski. Zbudowany został według wytycznych obowiązujących w latach dziewięćdziesiątych, stąd wynika bardzo niekorzystny wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło  $EA$  równy  $360 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$ . Blisko połowa strat ciepła powodowana jest przez wentylację. Zaledwie 6% ciepła tracone jest przez  $160 \text{ m}^2$  przeszkleń, jednak przy sezonowych stratach ciepła budynku wynoszących przeszło 2700 GJ, przekłada się to na 160 GJ rocznie. Tak wysokie straty sugerują zasadność przeprowadzenia termomodernizacji obiektu, między innymi, przez zastosowanie systemu zacięniająco-izolującego.

### 5.2. Założenia i potencjalne efekty

Ze względu na charakter wykorzystania pomieszczeń oraz konieczność ich doświetlenia światłem naturalnym, zrezygnowano z zastosowania wersji uproszczonej. Uwzględniając budowę, dużą jednostkową powierzchnię okien oraz potrzebę okresowego zacięniania pomieszczeń, zdecydowano się na zastosowanie wersji standardowej. Stosując panele z poliwęglanu komorowego o grubości 25 mm uzyskano zastępczy współczynnik przenikania ciepła wynoszący około  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ . W celu obniżenia kosztów inwestycyjnych, zrezygnowano z zastosowania systemów automatycznej regulacji i założono ręczną jego obsługę. W sezonie grzewczym lamelle pozostają w pozycji zamkniętej, w okresie ciepłym przysmykają, natomiast w okresach przejściowych całkowicie otwartej. Po uwzględnieniu czasu trwania sezonu grzewczego w okolicach Białegostoku oraz rozkładu występowania niskich temperatur w tym okresie, oszacowano zastępczy współczynnik przenikania ciepła przeszkleń, który wyniósł  $1,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Tak znaczący wzrost izolacyjności powierzchni przeszklonych, przyczynił się do redukcji strat ciepła przez okna o ponad 40% do poziomu około 68 GJ/rok.

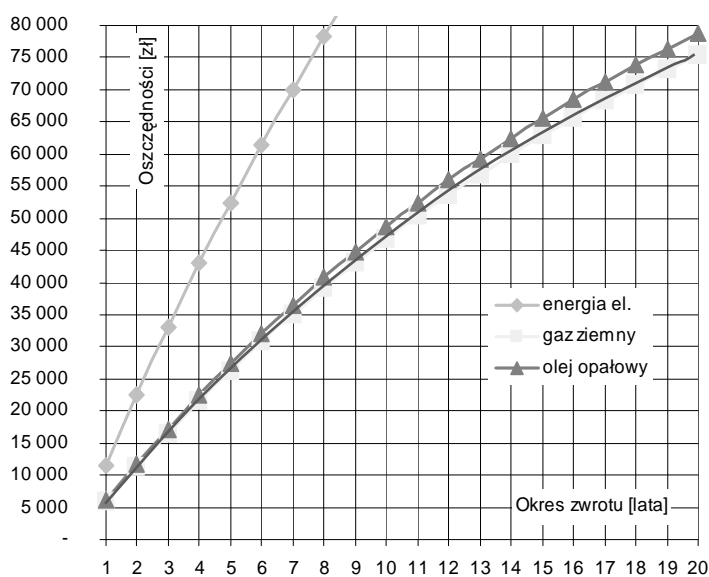
Do przedstawienia potencjalnych oszczędności wynikających z zastosowania systemu w analizowanym obiekcie posłużono się zmodyfikowaną metodą obliczania wskaźnika wartości zaktualizowanej netto tzw. wskaźnika  $NPV$ , przy pięcioprocentowej stopie dyskonta.

Pod uwagę brano ogrzewanie budynku energią

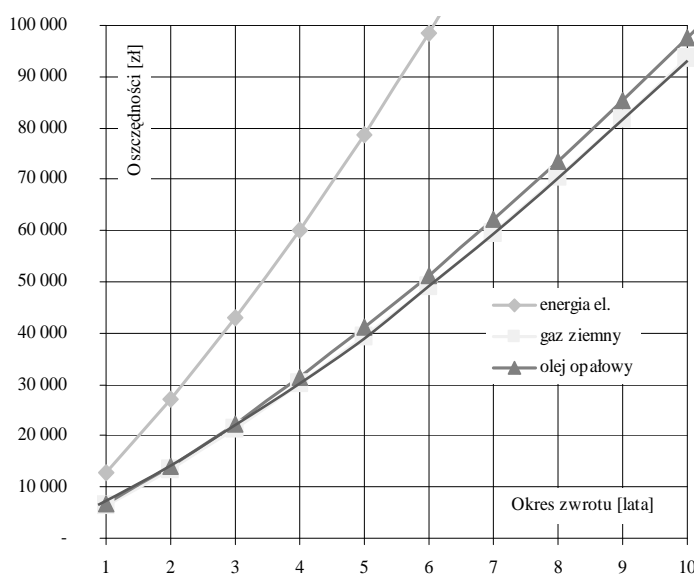
elektryczną, gazem ziemnym oraz olejem opałowym, ze względu na częste wykorzystanie tych nośników energii w Polsce. Do obliczeń przyjęto koszty wytworzenia jednego GJ: z energii elektrycznej na poziomie 140 zł/GJ, z gazu ziemnego równe 70 zł/GJ, oraz z oleju opałowego 73 zł/GJ – wartości aktualne na dzień 20.01.2010 według MONEY.PL (2010). Wartością zmienną w obliczeniach był zakładany okres zwrotu inwestycji. Uzyskano potencjalne oszczędności wynikające z zastosowania systemu w różnych warunkach eksploatacyjnych i w różnym czasie.

Rys. 2 obrazuje zdyskontowane oszczędności, jakie z upływem czasu, można uzyskać z zastosowania systemu. Jednak dopiero ich zestawienie z kosztami inwestycyjnymi daje możliwość oceny opłacalności inwestycji. Po szacunkowym określeniu kosztów

materiałów, transportu i montażu otrzymano przybliżony koszt zastosowania systemu w rozpatrywanym przypadku i wyniósł on w granicach 1200 zł na okno. Całkowity koszt inwestycji wyniósłby około 62 tysięcy złotych. W przypadku, gdy hala ogrzewana byłaby elektrycznie okres zwrotu inwestycji wyniósłby około sześciu lat; inwestycja była by opłacalna. W przypadku ogrzewania olejowego czy gazowego okres ten byłby dłuższy i wyniósłby prawie 15 lat. Przy tego typu inwestycji wartość ta nie jest zadowalająca. Koszty inwestycyjne można byłoby zredukować stosując wersję uproszczoną systemu. Całość kosztów wyniosłaby około 22 tysięcy złotych (okres zwrotu mniej niż pięć lat), niestety pogorszyłby się komfort użytkowania pomieszczeń oraz zwiększyłyby się wydatki na sztuczne doświetlenie pomieszczeń.



Rys. 2. Możliwe do uzyskania oszczędności wynikające z zainstalowania systemu, przy założeniu 5% stopy dyskonta i aktualnych kosztów wytwarzania energii



Rys. 3. Możliwe do uzyskania oszczędności wynikające z zainstalowania systemu, przy założeniu 5% stopy dyskonta i stałego wzrostu cen energii (jednokrotny wzrost cen nośników do 2020 roku)

Obliczenia przy wykorzystaniu wskaźnika *NPV* nie uwzględniają zmian cen nośników energii. Ceny te dotychczas stale rosły, w tempie znacznie przewyższającym inflację. Według obecnych założeń trend ten utrzyma się na pewno, a nawet prawdopodobnie ulegnie znacznemu przyśpieszeniu. Niektóre szacunki mówią nawet o dwu- trzykrotnym wzroście cen energii do końca 2020 roku. Przy uwzględnieniu mniej dramatycznego, jednokrotnego wzrostu cen przez kolejne dziesięć lat z przeprowadzonej analizy uzyskano dane przedstawione na rys. 2. Na tym rysunku widać, że przy takich założeniach i ogrzewaniu nawet gazem ziemnym, okres zwrotu inwestycji nie przekroczy ośmiu lat. Nawet przy tak postawionych, ostrożnych założeniach inwestycja będzie atrakcyjna ekonomicznie.

## 6. Podsumowanie

W niniejszym artykule przedstawiono ideę systemu zacieniająco-izolującego. Pokazano pomysły na jego działanie, budowę i sposoby sterowania oraz wskazano potencjalne korzyści, jakie może przynieść jego zastosowanie. Przedstawiono również, szeroki zakres możliwości jego wykorzystania, zarówno podczas wznoszenia nowych obiektów jak i modernizacji już istniejących. Zaprezentowana uproszczona, teoretyczna analiza ekonomiczna daje wyniki zachęcające do dalszych prac i rozwoju idei.

Osiągnięty został główny cel tej pracy – propagowanie idei świadomej i oszczędnej gospodarki energią w budownictwie. Zwrócono uwagę na konieczność opracowywania i wspierania nowych rozwiązań, choćby takich jak opisywany system. Dzięki nowym technologiom ograniczenie zużycia energii może stać się zadaniem o wiele prostszym do zrealizowania.

## Literatura

- KRAJOWY RUCH EKOLOGICZNO-SPOŁECZNY (2006). Budynki pasywne – mistrzowie oszczędzania energii. *KRES*, Piaseczno, 2-25.
- ROBELIT (2010). Dane techniczne płyt z poliwęglanu komorowego, <http://www.robelit.pl>
- VA-Q-TEC VACUUM INSULATION (2010). Va-Q-vip product data sheet. <http://www.va-q-tec.com>.
- MONEY.PL (2010). Kalkulator kosztów ogrzewania, <http://dom.money.pl>.

### SHADING/INSULATION SYSTEM – CONSTRUCTION, PERFORMANCE, PROFITABILITY

**Abstract:** Presentation of shading/insulation system, which is supposed to reduce losses (gains) of energy through transparent surfaces. Periodic increase of insulation properties of transparent surfaces during winter period (lower heat loss) and additional protection against excessive sun exposure during warm days (lower demand on cooling energy) which will generate savings. Construction possibilities and operating principles and were shows. Ways to control system, as well as benefits and potential uses. Discussion of economic balance including usage of system, deferent sources of heat energy, theoretical money gains, and potential increase in heat energy costs. The economic balance sheet for an example of theoretical storage depot. Simulation performed on popular computer program Purmo OZC version 4,0.