

MARIA JAWORSKA-MICHAŁOWSKA*

EKOLOGICZNY ASPEKT TERMOMODERNIZACJI – WYBRANE ZAGADNIENIA

ECOLOGICAL ASPECT OF THE THERMOMODERNIZATION – CHOSEN PROBLEMS

Streszczenie

W referacie przedstawiono ogólnie zakres prac termomodernizacyjnych możliwy do zrealizowania w obiektach istniejących. Szczegółowo omówiono koncepcje poprawiające charakterystykę energetyczną budynków, biorące pod uwagę jednoczesną ochronę pierwotnych założeń estetycznych elewacji. Uwzględniono prace, na przykład w obiektach poprzemysłowych, związane z dociepleniem poziomych przegród zewnętrznych izolacją o ponadnormatywnej grubości. Na konkretnych przykładach pokazano również koncepcje związane z izolowaniem ścian od wewnątrz innowacyjnymi materiałami, a także omówiono metody poprawy mikroklimatu we wnętrzu obiektów.

Słowa kluczowe: zewnętrzne przegrody, termoizolacja, podwójne fasady wentylowane

Abstract

In the paper there was generally presented thermomodernizational line, which is possible to realize in the existing buildings. Particularly, conceptions improving energy characteristic of the buildings, taking into account simultaneous protection of the original esthetical principles of the elevations, were analyzed in this article. Works in the postindustrial objects, connected with the heating of the horizontal exterior partitions by insulations with a bigger thickness than it is needed in the normal conditions, were also included in this presentation. In the chosen examples, were shown ideas connected with the insulation of the walls from the interior, by modern materials. There were also described methods improving microclimate in the interiors. thanks to usage of the 'double-skin' facades and PMC materials.

Keywords: exterior partitions, thermoinsulation, ventilated facades double skin

* Dr inż. arch., Maria Jaworska-Michałowska, Instytut Materiałów i Konstrukcji Budowlanych, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Krakowska.

1. Wstęp

Ustalenia Konferencji Sztokholmskiej z roku 1972 i Raport premier Norwegii Gro H. Brundtland wytyczyły kierunki poszukiwań sposobów zapobiegania zniszczenia środowiska poprzez określenie polityki ekologicznej. Ogłoszona treść dokumentu poświęcona była jakości środowiska, która zależna jest od poziomu życia społeczeństw. Był to moment, w którym pojawiło się po raz pierwszy hasło zrównoważonego rozwoju (z ang. *sustainable development*) – współcześnie strategii powszechnie wdrażanej do działalności projektowej, ujmującej skutki oddziaływania inwestycji na środowisko. Idee te wpłynęły na zwiększanie wymagań w stosunku do projektu „uzbrojenia technicznego budynku”, który powinien być elastyczny, adaptowalny, posiadać rozsądną charakterystykę energetyczną i zdrowy mikroklimat wewnętrzny. Ważne jest, aby oferował również nową jakość w zastanej tkance miejskiej i strukturze przestrzennej budynku, umiejętnie łącząc dziedzictwo kultury z ideami epoki [1].

Obiekty historyczne ulegają przemianom. Wysoka ich jakość estetyczna wzbudza wciąż duże zainteresowanie inwestorów. Prymat gospodarki objawia się w adaptacjach budynków do różnorodnych funkcji, w nadbudowach, ale także, niejednokrotnie, w powierzchniowej „fasadowości” remontów. Trwałość zrównoważonego rozwoju natomiast jest zależna w dużej mierze od energooszczędności. Aspekt ekologiczny, który należy uwzględniać w procesie modernizacji wpływa na rozwiązania architektoniczno-przestrzenne, techniczne i materiałowe. Czynnikiem energetycznym w powiązaniu z zasadą minimalizacji oddziaływania obiektu na środowisko w istotny sposób zmienia przesłanki podejmowania decyzji. Projektanci uwzględniają w rozwiązaniach zagadnienia związane z ochroną cieplną obiektu, wyniki badań nad innowacyjnymi technologiami i materiałami, ale również z biernym pozyskiwaniem odnawialnej energii z promieniowania słonecznego i jej przetworzeniem w aktywnych instalacjach, w których może dojść do konwersji fotowoltaicznej lub fototermicznej.

2. Ochrona istniejącego budynku przed stratami ciepła – propozycje zakresu prac

2.1. Działania związane z poprawą izolacyjności przegród zewnętrznych

W Dzienniku Ustaw Nr 201 z 13 listopada 2008 roku ukazały się podpisane przez Ministra Infrastruktury trzy rozporządzenia dotyczące charakterystyki energetycznej budynków: rozporządzenie zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 201, poz. 1238); rozporządzenie zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. Nr 201, poz. 1239); rozporządzenie w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącego samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz.U. Nr 201, poz. 1240). Wyraźną nowością dla architekta jest wymóg wykonania na etapie projektowania analizy możliwości racjonalnego wykorzystania odnawialnych źródeł

energii oraz ciepła z kogeneracji dla obiektów o powierzchni użytkowej powyżej 1000 m². Według przepisów, potwierdzenie spełnienia warunków cieplnych i zgodności budynku z wymogami warunków technicznych można realizować na dwa sposoby. W pierwszym – projektant sprawdza, czy spełnione są wszystkie tzw. wymagania cząstkowe, dotyczące m.in. izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych, okien i instalacji. Druga metoda polega na obliczeniu wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną, tzw. EP. Istotne jest wskazanie, że jest on mniejszy od maksymalnej wartości, wynikającej z WT2008, która zależy m.in. od rodzaju i współczynnika kształtu budynku, zapotrzebowania na cwu oraz ewentualnego wyposażenia obiektu w klimatyzację. Jeżeli projektant chce zastosować metodę „cząstkową”, to w odniesieniu do ścian zewnętrznych wymagane wartości izolacyjności przegród zostały sprowadzone do poziomu $U = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Architekt został zobligowany do liczenia mostków cieplnych punktowych. Mostki liniowe natomiast powinien uwzględnić przy obliczaniu wartości wskaźnika EP, który jest jednym z elementów świadectwa energetycznego. Jeżeli budynek podlega modernizacji, to zgodnie z wymaganiami technicznymi może mieć do 15% wyższy współczynnik U i o nie więcej niż 15% wyższe zapotrzebowanie na EP niż nowy obiekt o takim samym współczynniku kształtu oraz powierzchni przegród. Ściany obiektów istniejących są najczęściej słabo zaizolowane. Dlatego też pierwszym punktem prac termomodernizacyjnych jest docieplenie przegród i wymiana okien na nowe z nawiewnikami. Po takich zmianach dostosowuje się moc systemu grzewczego do nowego zapotrzebowania domu na energię. Należy wspomnieć, że do budynków zwolnionych z posiadania świadectwa energetycznego należą m.in. obiekty zabytkowe objęte ochroną oraz przeznaczone na miejsca kultu oraz do działalności religijnej. W wielu budynkach prace dociepleniowe są jednakże przeprowadzane ze względu na możliwość obniżenia kosztów eksploatacyjnych związanych z ogrzewaniem.

Zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem, obowiązkowe jest spełnienie również wymagań dotyczących uniknięcia kondensacji powierzchniowej, zawilgocenia wewnątrz przegrody i ryzyka rozwoju pleśni. Oznacza to, że prace dociepleniowe należy wykonywać od strony, po której panuje niższa temperatura – w klimacie umiarkowanym od zewnątrz. Oprócz doboru grubości termoizolacji i rodzaju materiału, bardzo ważne jest prawidłowe wykonanie wszystkich szczegółów budynku. Chodzi przede wszystkim o wyeliminowanie możliwości powstania mostków termicznych. Straty ciepła przez takie miejsca mogą sięgać nawet 25%. W przypadku błędnego projektu mostki cieplne występują głównie w ościeżach otworów, na nadprożach oraz podokiennikach, na wieńcach wspornikowych płyt balkonowych, w węzłach konstrukcyjnych ścian zewnętrznych i stropów. W miejscach tak wyziębionych wystąpi zjawisko skroplenia się pary wodnej i następnie pojawi się pleśń [1].

Zagadnienie związane z dociepleniem przegród pionowych zewnętrznych jest w wielu obiektach historycznych złożone, ponieważ punktem wyjścia w odnowie elewacji jest zachowanie jej pierwotnego założenia, z uwzględnieniem dbałości o tektynikę i detal. W tych obiektach najczęściej nie można stosować tradycyjnych technik związanych z dociepleniem ścian, dlatego też akceptację konserwatorską uzyskują propozycje związane z poprawą izolacyjności przegród poziomych zewnętrznych, uwzględniające zastosowanie materiału o ponadnormatywnej grubości. Izolacja ścian od zewnątrz nie jest z reguły uwzględniana np. w obiektach przemysłowych, których architekturę definiują ceglane mury. Budynki te, wyróżniające się niejedno-

krotnie jednoprzestrzennym wnętrzem z uwzględnionymi jedynie pomieszczeniami pomocniczymi, posiadają zmienną grubość ścian, zawierającą się w przedziale np. od 65–140 cm [2]. Duże powierzchnie otworów okiennych, które są przeszklone pojedynczymi szybami, zamontowanymi w „zimnej” stalowej ślusarce, powodują również znaczne straty ciepła. Współczynnik przenikania ciepła U dla ścian o podanej grubości wynosi od 1,24 do 0,60 $W/m^2 \cdot K$ i nie spełnia obowiązujących przepisów. W celu uzyskania wartości na wymaganym normatywnie poziomie, należałoby ocieplić ściany od strony zewnętrznej. Z uwagi na ochronę materiału elewacji prace takie nie mogą być uwzględnione. Z kolei zły stan konstrukcji i pokryć dachowych oraz zmiany funkcjonalne wpływające na rozwiązania nowych podłóg na gruncie lub warstw nad piwnicami, skłaniają do rozważenia możliwości zaprojektowania nowych poziomych przegród zewnętrznych o podwyższonej izolacyjności. Ponadnormatywna grubość izolacyjnego materiału może zbilansować straty ciepła wynikające z braku docieplenia ścian, tak aby łączne zapotrzebowanie na ciepło pozostało niezmiennione. Zasadność takich działań poddana została analizie, do której wybrano murowany budynek przemysłowy z XIX wieku, o zmiennej grubości ścian, podanej wyżej [2]. Podstawą do dalszych analiz numerycznych stał się projekt przebudowy obiektu, uwzględniający nową konstrukcję dachu, podłogi i wymianę okien na nowe o współczynniku $U = 1,3 W/m^2 \cdot K$. Wyniki badań potwierdziły istnienie alternatywy dla konieczności docieplenia pionowych przegród zewnętrznych. W omawianym przykładzie, w odniesieniu np. do ścian o $U = 1,24 W/m^2 \cdot K$, wskazane jest zastosowanie izolacji o grubości ok. 50 cm w dachu i 25 cm w podłodze, tak aby uzyskać zapotrzebowanie na ciepło, takie jakie posiada budynek zaprojektowany zgodnie z obowiązującymi wymaganiami ochrony cieplnej. Dodatkowo należy wspomnieć, że sterowanie pracą instalacji grzewczej, z okresowym obniżeniem temperatury wewnętrznej, przynosi oszczędności energii na poziomie 5% [2].

W ostatniej dekadzie prowadzono również doświadczenia związane z koncepcjami opartymi na zastosowaniu podwójnych fasad wentylowanych, które po przeprowadzonej modernizacji umożliwiają włączenie w nowy czas również obiekty biurowe wznoszone w latach 60. i 70. XX wieku. Podstawowe problemy fizyko-budowlane w tych budynkach wynikały z ich szkieletowej konstrukcji i dużych powierzchni przeszklonych zastosowanych w elewacjach. Takie rozwiązania generowały podwyższone straty ciepła przez przenikanie. Z drugiej strony, słupowo-ryglowy układ konstrukcyjny sprzyja podwieszeniu od strony zewnętrznej dodatkowej ściany osłownej, tym samym poprawie charakterystyki termicznej ściany, bez konieczności gruntownej modernizacji istniejącej elewacji. Taka koncepcja znalazła praktyczne zastosowanie podczas prac modernizacyjnych w trzynastopiętrowym budynku niemieckiego uniwersytetu w Braunschweigu, wybudowanym w żelbetowej technologii szkieletowej w 1976 roku. W celu dokładnego określenia efektów wynikających z zastosowania podwójnej fasady oraz ustalenia ewentualnych mankamentów zdecydowano się w 2000 roku na wykonanie fragmentu konstrukcji na wybranych dwóch kondygnacjach elewacji zachodniej. Szerokość strefy pomiędzy istniejącą a nową powłoką wynosi 1 m. Fasada została rozdzielona na obie kondygnacje przez pełną przegrodę wykonaną z blachy stalowej. Nie przewidziano wymiany powietrza pomiędzy poszczególnymi kondygnacjami. Po wykonaniu serii pomiarów stwierdzono, że najkorzystniejsze, ze względu na przewietrzanie, będzie otwarcie klap

wentylacyjnych w nowej powłoce o kąt 10° . Zaprezentowany sposób modernizacji pozwolił na poprawę komfortu cieplnego, zarówno w okresie lata, jak i zimy, oraz na zmniejszenie poziomu hałasu w przestrzeni międzypowłokowej. Ułatwił również skuteczną eliminację mostków termicznych i poprawę wydajności systemu wentylacji. Podwójną fasadę wentylowaną zastosowano również z powodzeniem na całej elewacji w modernizowanym obiekcie biurowym – Východečeská energetyka w Hradec Králové [3].

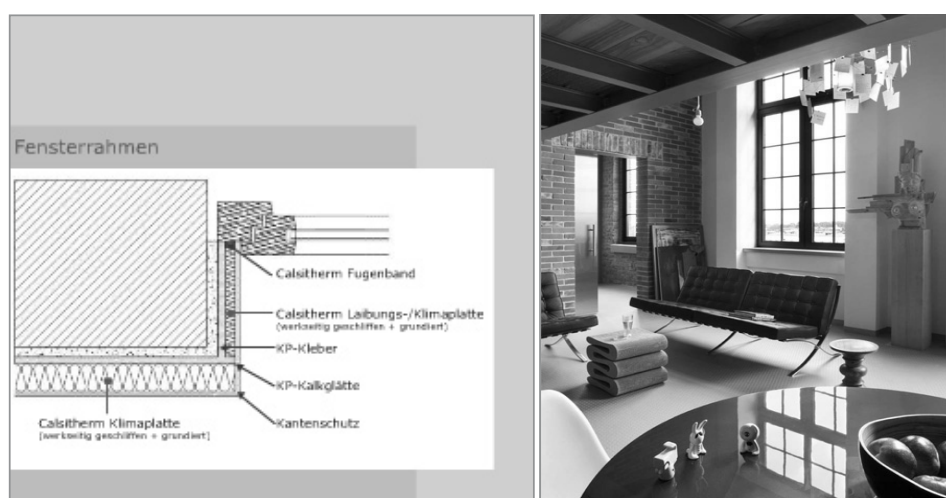
2.2. Prace dociepleniowe od wewnątrz budynku

Doświadczenia wykazują, że w przypadku budynków zbudowanych z materiałów ciężkich i o wysokiej przewodności cieplnej, np. z wielkiej płyty, docieplenie od wewnątrz jest źródłem kondensacji pary wodnej i rozwoju pleśni, głównie pod izolacją, ponieważ beton ma duży opór dyfuzyjny w porównaniu z materiałem izolacyjnym. Kondensacja pary wodnej natomiast na powierzchni przegród prostopadłych do murów zewnętrznych na krawędzi izolacji wynika z faktu obniżenia dopływu ciepła od wewnątrz pomieszczenia do powierzchni ściany. Zjawisko to skutkuje obniżeniem temperatury powierzchni wewnętrznej na obwodzie izolacji poniżej punktu rosy powietrza wewnętrznego w przeciętnych warunkach użytkowania pomieszczeń.

Docieplenie od wewnątrz może być z kolei niezbędne w obiektach historycznych, których elewacja jest chroniona, aczkolwiek uwzględnienie pełnego zakresu prac jest niejednokrotnie utrudnione. Projektant powinien wziąć pod uwagę wpływ zmiany struktury na warunki przepływu ciepła i pary wodnej w jej wnętrzu. Termoizolacja umieszczona od wewnątrz może spowodować zmniejszenie masy termicznej całego obiektu, okresowe przemarzanie części nośnej z możliwością kondensacji pary wodnej wewnątrz przegrody, pogorszenie warunków higieniczno-sanitarnych panujących w pomieszczeniu. Osiągnięcie wartości współczynnika przenikania ciepła ściany zgodnej z wymaganiami nie może być celem nadrzędnym. Należy przede wszystkim uniknąć procesów destrukcyjnych w przegrodzie i zapobiegnięcia korozji biologicznej. Aby zmniejszyć prawdopodobieństwo powstawania pleśni na ścianach, wykonuje się na przykład kratki nadmuchu powietrza wzdłuż ścian [1]. Z uwagi na fakt, że strefa wykrapiania się pary wodnej może powstać na styku płaszczyzny wewnętrznej muru z termoizolacją, zaleca się stosowanie paraizolacji. Docieplenie od wewnątrz nie eliminuje mostków cieplnych, dlatego też projektuje się m.in. „przedłużenie” warstw ocieplających na ściany wewnętrzne poprzeczne, a także na odcinki stropów przylegające do ścian zewnętrznych od strony zewnętrznej lub wewnętrznej. Tego typu działania wywierają wpływ na architekturę, toteż projektant powinien liczyć się z efektem nie zawsze pożądanym. Dobór metody docieplenia od wewnątrz zależy od materiału, z jakiego zbudowana jest ściana, ponieważ należy uwzględnić paroprzepuszczalność ściany [1].

Dobrze sprawdzają się w omawianym zakresie prac rozwiązania przy zastosowaniu płyt krzemianowo-wapiennych CALSITHERM KLIMAPLATTE, które posiadają Aprobata Techniczną ITB AT-15-7325/2007 (il. 1). Właściwości materiału to m.in.: gęstość $225 \pm 10\%$ kg/m^3 , deklarowana przewodność cieplna $0,059 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, wygląd – powierzchnia z jednej strony z rowkowaną fakturą w celu polepszenia przyczepności; nieszkodliwość dla zdrowia i środowiska. Dzięki bardzo szybkiemu podciąganiu

kapilarnemu na poziomie $\geq 10\ 500\ \text{g}\ [\text{m}^2\cdot\text{min}^{1/2}]$, w przypadku gdy nastąpi kondensacja pary wodnej pod materiałem, kondensat wydostaje się na powierzchnię, skąd wilgoć odparowuje. Po przyklejeniu płyt, wykańcza się powierzchnię wapienną gładzią szpachlową, następnie maluje się ją farbami wapiennymi i silikatowymi, o jak najmniejszym współczynniku oporu dyfuzyjnego. Zalecane są farby wg normy PN EN 1062. Można również zastosować tapety papierowe, a także płytki ceramiczne, ale tylko do 2/3 wysokości; 1/3 pozostawia się na odparowanie wilgoci i „oddychanie” ściany. Przykładem realizacji docieplenia murów od wewnątrz omawianymi płytami są budynki: Rijksmuseum w Amsterdamie i obiekt „Lofty de Girarda” w Żyrardowie [4].



II. 1. Detal docieplenia ścian od wewnątrz płytami – CALSITHERM KLIMAPLATTE

III. 1. Insulation details in the interior – CALSITHERM KLIMAPLATTE panels

3. Modyfikowanie własności cieplnej przegród od wewnątrz obiektu, poprawa mikroklimatu i komfortu cieplnego

Duże powierzchnie przeszklone, projektowane zwłaszcza od strony południowej, ułatwiają penetrację słońca we wnętrzu i magazynowanie energii w jego elementach. Przy tego typu rozwiązaniach pojawia się problem okresowego przegrzewania pomieszczeń. Zjawisko związane jest z często występującym brakiem odpowiednio dużej pojemności cieplnej wewnętrznych przegród konstrukcyjnych, na przykład ścian, stropów. Zastosowanie elementów o dużej masie termicznej zwiększa koszt inwestycji bez istotnego wpływu na korzyści wynikające ze zmniejszenia zużycia na cele grzewcze. Problemy te występują również w obiektach, w których wykorzystano ściany kolektorowo-akumulacyjne [5]. Wzrost temperatury we wnętrzu spowodowany jest również często brakiem możliwości precyzyjnego dostosowania parametrów termicznych w zależności od potrzeb użytkownika i przeznaczenia obiektu. Samoczynny powrót do temperatury wymaganej wymusza konieczność zastosowania

systemów automatycznej regulacji wraz z klimatyzacją lub systemem żaluzjowym. Alternatywą dla tych skomplikowanych i kosztownych rozwiązań jest możliwość wykorzystania ciepła utajonego przemiany fazowej. Energia promieniowania słonecznego może być magazynowana w postaci ciepła właściwego oraz ciepła utajonego, czyli ciepła przemiany fazowej. Elementy magazynujące energię w postaci ciepła właściwego mogą być wykonane z materiałów kamiennych, ceramicznych, betonowych i wody. W układach wykorzystujących ciepło przemiany fazowej stosuje się organiczne związki chemiczne (stearyny, parafiny, wosk lub kwasy tłuszczowe) lub nieorganiczne (różnego rodzaju sole), nazywane materiałami fazowo-zmiennymi MFZ. W praktyce są to przejścia fazowe od ciała stałego do cieczy. Przemiana materiału akumulującego zachodzi w stałej temperaturze, która zależy od jego składu chemicznego. Z uwagi na komfort cieplny użytkowników, w przypadku elementów wewnętrznych, temperatura topnienia i krystalizacji powinna zawierać się w przedziale 17–25°C. Istnieje kilka metod wprowadzenia MFZ do porowatej struktury tradycyjnych materiałów budowlanych. Dzielą się na trzy grupy: bezpośrednie dodanie MFZ do zaczynu; nasączenie gotowych wyrobów poprzez ich zanurzenie w roztworze MFZ; podciśnieniowe wprowadzenie MFZ w istniejącą strukturę. Na kształtowanie parametrów związanych z komfortem cieplnym duży wpływ ma temperatura powierzchni wewnętrznych ścian, podłogi i stropu. Jej dobowe wahania, wynikające ze zmiany temperatury powietrza wewnętrznego, zależne są od oporów przejmowania ciepła i zdolności akumulacyjnych przegród. Szczególną rolę w tym procesie pełni wewnętrzna warstwa wykończeniowa przegród, będąca w kontakcie z powietrzem. Ustalona wartość temperatury na jej powierzchni zapewnia korzystny mikroklimat i eliminuje ryzyko występowania okresowej kondensacji pary wodnej. Stałą temperaturę na wewnętrznej powierzchni przegrody można osiągnąć m.in. poprzez zastosowanie okładziny ściennej z kompozytu modyfikowanego MFZ. Prace nad różnego rodzaju kompozytami gipsowymi, modyfikowanymi materiałem fazowo-zmiennym, prowadzone są na Politechnice Łódzkiej od połowy lat 90. Badania wykazały, że kompozyty o niskich temperaturach przemiany pracują w okresach przejściowych (wiosna, jesień) i ich głównym zadaniem jest ograniczenie dobowych wahań temperatury, magazynowanie energii promieniowania słonecznego oraz obniżenie zapotrzebowania na ciepło. Kompozyty o wyższych temperaturach przemiany funkcjonują głównie latem i mają za zadanie zapewnienie odpowiednich parametrów komfortu cieplnego [5]. Przykładem obiektów, w których trakcie prac termomodernizacyjnych wykorzystano innowacyjne rozwiązanie, są budynki modernistycznego osiedla Brunck w Ludwigshafen. Od strony wewnętrznej ściany wykończono tynkiem akumulującym ciepło utajone z domieszkami granulek wosku w stężeniu 750–1500 g/m². Wosk topiąc się absorbuje nadmiar ciepła z powietrza wewnętrznego, a tężąc zaczyna je oddawać [1].

W drugiej połowie XX wieku, a zwłaszcza w latach 70. i 80., problemy budowlano-energetyczne skupiły się na ograniczeniu strat energii cieplnej przez przegrody zewnętrzne. Współcześnie tematem równorzędnym stało się przegrzewanie pomieszczeń. Problem ten w dużym stopniu rozwiązują fasady, których istotność polega na zamontowaniu dodatkowych elementów wspomagających sterowanie dwustronnym przepływem energii cieplnej. Koncepcje z zastosowaniem różnorodnych osłon przeciwslonecznych, wykonanych również z blach perforowanych, umożliwiają efektywną modernizację elewacji w obiektach istniejących. Przykładem jest projekt duńskie-

go biura architektonicznego SHL. Architekci przekształcili budynek z nieczynnych zakładów papierniczych w Silkeborg (Dania) w liceum o profilu artystycznym. Szkole potrzebny był gmach, w którym można byłoby stworzyć duże, komfortowe pomieszczenia dla młodych aktorów i tancerzy. Elewacja budynku składa się głównie z blachy pokrytej rdzą, z niewielkimi otworami. W miejscu zamontowanych okien przewidziano ruchome okiennice. Cały przeszklony parter umożliwia natomiast dobre doświetlenie sal prób.

4. Wnioski

Prace modernizacyjne uznaje się w pełni jako działania zgodne ze strategią zrównoważonego rozwoju, jeżeli do kontekstu ekologicznego dodaje się szeroko pojęty aspekt społeczny i ekonomiczny. Jest to powód łączenia proekologicznych rozwiązań również z programem estetycznym, który bierze pod uwagę idee ciągłości kultury i tradycji. Realizacje np. przeszklonych struktur w istniejącej tkance miejskiej, biernie pozyskujących promieniowanie słoneczne lub stanowiących bufor klimatyczny, wypełniając puste miejsca w zagęszczonych centrach, niejednokrotnie tworzą udany dialog z tłem kreacji.

Obiekty, których elewacje pozbawione są rzeźbiarskiego detalu historycznego, poddane procesom termomodernizacji, wzbogacą swoją bryłę również o nowe elementy, współgrające z pierwotnym założeniem. Oprócz omówionych rozwiązań, będą to detale charakterystyczne dla architektury energooszczędnej, np. urządzenia instalacyjno-techniczne (kolektory słoneczne, baterie fotowoltaiczne), izolacje transparentne, przeszklone balkony na odrębnej konstrukcji nośnej, osłaniająca zieleń itd. Projektant powinien uwzględniać energoświadomy „wystrój”, czyli zgodny z ekspozycją ścian.

W rozważaniach dotyczących racjonalnego wykorzystania energii pomija się niejednokrotnie problemy związane z zawilgoceniem budynków [6]. W większości obiektów historycznych nie projektowano izolacji przeciwwilgociowych i przeciwwodnych w pojęciu współczesnych osiągnięć wiedzy technicznej. Woda we wszystkich postaciach: pary, cieczy i lodu wywiera bardzo szkodliwe działanie na wiele materiałów oraz konstrukcji. Posiadając przewodność cieplną 0,600 W/m·K, zastępuje powietrze o przewodności 0,025 W/m·K. Osłabiona izolacyjność muru wpływa na zwiększenie kosztów za ogrzewanie oraz pogorszenie mikroklimatu. Wszelkie działania termomodernizacyjne powinny zostać zatem poprzedzone pracami związanymi ze wzmocnieniem podłoża, osuszeniem ścian oraz naprawą lub wykonaniem hydroizolacji. Najtrudniejsze do rozwiązania problemy dotyczą z reguły ścian piwnic i przyziemia.

Literatura

- [1] Jaworska-Michałowska M., *Wpływ termomodernizacji na architekturę obiektów zabytkowych*, praca doktorska, Politechnika Krakowska, Kraków 2006.
- [2] Heim D., *Rewitalizacja zabytkowych obiektów przemysłowych*, Izolacje nr 5, 2005.
- [3] Bielek B., Bielek M., *New knowledge about regime of natural physical cavity of double-skin transparent facade under windless climate conditions – experimental research*, IX Międzynarodowe Seminarium Naukowo-Techniczne „Energodom 2008”, Politechnika Krakowska, Kraków 2009.
- [4] Pogorzelski J.A., *Koncepcje ocieplenia od wewnątrz ściany zewnętrznej w budynku zabytkowym*, Materiały Budowlane, nr 3, 2009.
- [5] Heim D., *Zastosowanie MFZ do modyfikowania własności cieplnych przegród wewnętrznych*, Izolacje nr 18, 2006.
- [6] Jaworska-Michałowska M., *Wybrane metody zabezpieczenia obiektów istniejących przed destrukcyjnym działaniem wody*, Materiały Budowlane, nr 3, 2009.