

TERESA KUSIONOWICZ\*

BIOLOGIA ENERGOOSZCZĘDNYCH ŚCIAN  
ZEWNĘTRZNYCH BUDYNKÓW MIESZKALNYCHTHE BIOLOGY OF ENERGY-SAVING EXTERNAL WALLS  
OF RESIDENTIAL BUILDINGS

## Streszczenie

Ściana zewnętrzna to element struktury materialnej budynku podlegający oddziaływaniu wielu czynników środowiskowych. Element ten oprócz funkcji konstrukcyjnej wydzielenia przestrzeni bytowania człowieka pełni funkcję ochronną dla środowiska wewnętrznego. We współczesnym, energooszczędnym budownictwie właśnie ta rola ściany stała się zagadnieniem bardzo istotnym. Przyczyną znaczących zmian w technologii wykonywania ścian jest obecnie wymóg oszczędzania energii. Nie należy jednak zapominać, że podstawową funkcją tych konstrukcji powinno być dostosowywanie warunków środowiska geograficznego do potrzeb środowiskowych, głównie klimatycznych i zdrowotnych.

*Słowa kluczowe: zagrożenia biologiczne, ściany zewnętrzne, budynki mieszkalne*

## Abstract

External wall is an element of a material structure of a building which is subject to the impact of numerous environmental factors. This element, apart from the structural function of separating human existence sphere, has a protective function towards the internal environment. In the contemporary, energy-saving building industry this particular function of a wall has become a very significant aspect. The cause of significant changes regarding the technology of wall manufacturing is the energy-saving aspect. However it should be remembered that the primary function of such structures should be the adjustment of geographical environment conditions to environmental needs, primarily the ones regarding the climate and health aspects of a human being.

*Keywords: biological hazards, external walls, residential buildings*

\* Dr hab. inż. arch. Teresa Kusionowicz, Instytut Projektowania Budowlanego, Wydział Architektury, Politechnika Krakowska.

## 1. Wstęp

Przegroda zewnętrzna budynku oddziela środowisko wewnętrzne od środowiska zewnętrznego i warunki klimatyczne panujące w tych przestrzeniach bardzo często są wyraźnie różne. Prawidłowe funkcjonowanie przegrody wymaga uwzględnienia zarówno aspektu konstrukcyjnego, jak i warunków środowiskowych, czyli czynników oddziałujących na nią zarówno od środka, jak i od zewnątrz. Problemy energetyczne spowodowały rozwój badań i doprowadziły do istotnej modyfikacji w technologii wykonywania konstrukcji ścian. W latach 70. XX wieku szczególnie ważne stało się zagadnienie prawidłowego funkcjonowania przegród zewnętrznych w zakresie ochrony cieplnej środowiska wewnętrznego. Sytuacja ta spowodowała rozwój badań nad zjawiskami zachodzącymi w strukturze przegród wielowarstwowych [2, 3].

Oczywiste jest, że w różnych strefach klimatycznych funkcja ochronna ścian zewnętrznych realizowana jest w bardzo różny sposób. W naszych warunkach klimatycznych niezwykle istotnym zagadnieniem jest problem ochrony cieplnej. W ramach doskonalenia rozwiązań budowlanych ścian pod kątem tej funkcji, a głównie z uwagi na problemy energetyczne, przegrody te uległy w ostatnim trzydziestoleciu wyraźnej modyfikacji. Te nowe rozwiązania są obecnie testowane w praktyce i to właśnie doświadczenia praktyczne skłaniają do oceny ich jakości.

Doskonalenie rozwiązań technologicznych powinno uwzględniać wszystkie aspekty funkcjonowania przegrody budowlanej. W odniesieniu do jakości środowiska wewnętrznego istotnym zagadnieniem jest zarówno problem energetyczny, jak i zagrożenia wilgotnościowe i związane z nim zjawiska biologiczne w strukturze materialnej [4, 5].

Dotychczas szczególnie mocno podkreślany był jedynie wpływ zjawisk biologicznych na trwałość i wytrzymałość konstrukcji. Zniszczenie materiału budowlanego nie jest niestety jedynym zagrożeniem, jakie pociąga za sobą korozja biologiczna. Zjawisko to ma niekorzystny wpływ na prawidłowe funkcjonowanie przegród w zakresie wymogu ochrony cieplnej. Nie bez znaczenia jest też wpływ rozwoju procesów biologicznych na wygląd estetyczny obiektu, kojarzący się negatywnie i odbierany jako wyraz znacznej degradacji struktury budowlanej.

Ostatnio zagadnienie procesów biologicznych w budynkach nabrało jeszcze jednego bardzo istotnego znaczenia. W świetle ostatnich badań rozwój mikroorganizmów jest także zjawiskiem niezwykle szkodliwym dla zdrowia człowieka. Zagadnienia wpływu korozji biologicznej na wytrzymałość konstrukcji budowlanych i procesy ciepło-wilgotnościowe w przegrodzie są już właściwie dość dobrze rozpoznane, natomiast problem niekorzystnego wpływu tego zjawiska na organizm człowieka jest jeszcze ciągle zbyt mało znany i wyraźnie niedoceniany.

## 2. Biologia budynków

Dziedzina nauki zwana biologią budynków zapoczątkowana została na początku lat 30. XX wieku powstaniem w 1931 roku dyscypliny naukowej, określanej mianem biologii materiałów. Zasady tej dyscypliny sformułował Niemiec Bruno Schulze. Według niego dziedzina ta jest nauką, w ramach której bada się relacje pomiędzy materiałami a organizmami żywymi, oraz zmianami w materiałach pod wpływem niektórych grup zwierząt, roślin i mikroorganizmów [5]. Biologia budynków to zagadnienie, z którym budownictwo zmagają się właściwie

od zarania dziejów. Procesowi temu podlegają zasadniczo wszystkie materiały stosowane zarówno w budownictwie tradycyjnym, jak i współczesnym [4].

Wiadomo jest powszechnie, że procesy biologiczne w strukturze materialnej indukują długotrwałe zawilgocenie materiału. W naszych warunkach klimatycznych narażenie obiektów na zawilgocenie jest niezwykle duże. W związku z tym problem rozwoju procesów biologicznych w budynkach jest zagadnieniem ciągle jeszcze aktualnym. Pomimo istotnego postępu w zakresie materiałów i technologii zabezpieczenia przeciwwilgociowego struktury materialnej współczesne budownictwo nie zdołało się uporać z tym problemem. Co gorsza, nowe energooszczędne rozwiązania stwarzają zupełnie nowe warunki do rozwoju zagrożeń biologicznych i nie gwarantują bezpieczeństwa w zakresie tego zjawiska.

Istnieją co najmniej cztery istotne powody, dla których dbałość o zabezpieczenie struktury konstrukcyjnej budynków przed rozwojem zjawisk biologicznych jest ważnym zagadnieniem w architekturze:

- zabezpieczenia trwałości struktury budowlanej;
- ochrona prawidłowego funkcjonowania pod względem energooszczędności przegród budowlanych;
- ochrona walorów natury estetycznej;
- dbałość o warunki higieniczne środowiska w budynkach i ochrona zdrowia człowieka.

Z uwagi na tak znaczną ilość powodów niezbędne wydaje się poszerzenie wiedzy architektów na temat biologii budynków w odniesieniu do aktualnych rozwiązań technologicznych, ze szczególnym uwzględnieniem problemu biologii materiałów budowlanych. W praktyce jednak aspekt biologicznego zarażenia materiałów jest obecnie zupełnie pomijany w opracowaniach podręcznikowych z zakresu materiałoznawstwa budowlanego. W pracach poświęconych konstrukcjom budowlanym zagadnienie korozji biologicznej i związanych z nią zagrożeń w budownictwie traktowane jest jedynie w kontekście destrukcyjnej roli korozji biologicznej. Wydaje się, że jest to jednak niewystarczające w procesie kształcenia przyszłych architektów i wiedza z zakresu tej problematyki powinna być poszerzona o wszystkie aspekty zagrożeń biologicznych w budownictwie. Wiedza ta jest niezbędna w sprostaniu wymogom projektowania środowiskowego w ramach zadań zrównoważonego rozwoju, który jest wymogiem naszych czasów.

### 3. Szkodliwość zdrowotna zjawisk biologicznych

Jak wykazują badania prowadzone głównie przez lekarzy, mikroorganizmy mogą stwarzać bezpośrednie lub pośrednie zagrożenie dla zdrowia człowieka. Zagrożenie bezpośrednie stanowią dla człowieka tylko nieliczne gatunki drobnoustrojów należące głównie do mikroorganizmów chorobotwórczych. Znacznie większe jest zagrożenie pośrednie, które polega na toksycznym oddziaływaniu na nasz organizm produktów metabolizmu mikroorganizmów. W trakcie swoich procesów fizjologicznych mikroorganizmy produkują niezwykle groźne dla nas substancje, tj. toksyny i mykotoksyny (metabolity toksynotwórcze). Powodują one biodegradację struktury materialnej, a szkodliwość uwolnionych w tym procesie substancji zależy od rodzaju materiału podłoża. W ostatnim czasie do omawianej grupy oddziaływania pośredniego doszedł jeszcze jeden, już trzeci z kolei rodzaj zagrożenia – negatywny wpływ na nasz organizm unoszących się w powietrzu zarodników tych mikroorganizmów. Korozja biologiczna może przebiegać bardzo powoli, co nie umniejsza jej szkodliwego wpływu na nasze zdrowie.

Wszystkie przedstawione powyżej zagrożenia zdrowia człowieka mogą mieć działanie uciążliwe, toksyczne lub chorobotwórcze. Najbardziej szkodliwe, bo utajone, jest działanie długofalowe. Ma ono charakter mutageny, kokarcinogeny teratogeny. Powoduje osłabienie naszej odporności i przez to zwiększoną podatność organizmu na niektóre choroby, takie na przykład, jak różnego typu alergie. Mykotoksyny oprócz alergii mogą być także przyczyną grzybic, chorób płuc i groźnych zatruc. Mogą działać toksycznie już nawet w małych dawkach. Mogą wywoływać tak groźne efekty patologiczne, jak aplazja układu szpikowego czy uszkodzenie wątroby i przewodów żółciowych. Ostatnio lekarze upatrują w nich także jednej z przyczyn powstawania astmy, choroby niezwykle uciążliwej, jak na razie nieuleczalnej, a powodującej trwałe uszczerbek na zdrowiu u człowieka.

#### 4. Biologia budynków – technologie tradycyjne

W budownictwie tradycyjnym zarówno murowanym, jak i drewnianym problem zagrożeń biologicznych koncentrował się w strefie podziemnej i przyziemnej budynku. Prawidłowo wykonane i zabezpieczone przed wodami opadowymi i wilgocią kapilarną części nadziemne budynków nie stanowią podłoża dla rozwoju zagrożeń biologicznych. Szczególnej uwagi i dbałości w zabezpieczeniu przed zawilgoceniem wymagają jednak takie fragmenty przegród zewnętrznych, które przylegają do elementów wystających z elewacji i narażających pewne ich partie na dodatkowe zawilgocenie odbitymi wodami opadowymi. Problem prawidłowego zabezpieczenia takich fragmentów ściany przed rozwojem zjawisk biologicznych jest zagadnieniem obszernym i obejmującym zarówno budownictwo tradycyjne, jak i energooszczędne i wymaga odrębnej analizy.

Korzystne pod względem zagadnień biologicznych wykonanie tradycyjnych ścian murowanych potwierdza praktyka, między innymi ponad pięćdziesięcioletnie konstrukcje ścian budynków starej części Nowej Huty. W konstrukcjach tych procesy biologiczne rozwinęły się jedynie w strefach ich dodatkowego zawilgocenia odbitymi wodami opadowymi. Korzystne funkcjonowanie tych przegród pod względem ochrony przed korozją biologiczną jest możliwe ze względu na infiltrację i przepływ powietrza. W zależności od wilgotności powietrza i kierunku przepływu, dyfuzja powietrza może okresowo prowadzić do wzrostu wilgoci w przegrodzie, ale jednocześnie umożliwia systematyczne osuszanie ich struktury. Pokazuje to, że okresowe zawilgocenie wodami opadowymi elewacji budynków wykonanych metodami tradycyjnymi i wykończonych tynkami cementowo-wapiennymi nie jest powodem rozwoju korozji biologicznej. Zapewne ważną rolę w ochronie tynków zewnętrznych tego typu dawało stosowanie wapna, które jak wiadomo, ma właściwości odkażające i zapobiega rozwojowi mikroorganizmów. Nie bez znaczenia jest w tym przypadku odpowiednia porowatość ich struktury sprzyjająca co prawda wchłanianiu wilgoci, ale jednocześnie umożliwiająca szybkie jej usunięcie na drodze wysuszenia.

Odmierna sytuacja występuje w budynkach zabytkowych, w których izolacje przeciwwilgociowe i przeciwwodne nie były wykonywane lub uległy zniszczeniu. Strefa przyziemna tych budynków narażona jest na wykruszanie się tynku oraz utrzymywanie się zawilgocenia umożliwiającego rozwój porostów i glonów. Natomiast wyższe partie ścian zewnętrznych podlegające zawilgoceniu wodami opadowymi ulegają korozji, ale jest to głównie korozja mechaniczna. Powoduje ona odspajanie powłok malarskich, wypraw tynkarskich i elementów okładzinowych, ale nie wykazuje oznak rozwoju glonów inicjujących rozwój procesów biologicznych.

## 5. Biologia budynków – technologie energooszczędne

Stosowane obecnie rozwiązania energooszczędne przegród budowlanych nie tylko nie poprawiły sytuacji zagrożenia ze strony korozji biologicznej, lecz stworzyły zupełnie nowe warunki dla rozwoju tego procesu. Są nimi: problem kondensacji pary wodnej w przegrodzie i utrudnione wysychanie zawilgoconych konstrukcji.

Wprowadzenie warstwowej budowy ścian zewnętrznych skutkuje zmienionymi warunkami funkcjonowania tych przegród pod względem procesów wilgotnościowych. Istotnym problemem staje się w tych konstrukcjach zagadnienie kondensacji pary wodnej. Na początku lat 80. opracowana została pierwsza polska norma poświęcona zagadnieniu ochrony cieplnej budynków i określająca wymagania w zakresie cieplno-wilgotnościowego funkcjonowania przegród [6]. W nowelizacji tej normy w 1991 roku pojawił się załącznik określający zasady projektowania przegród pod względem wilgotnościowym [7]. W załączniku tym określono zasady doboru i układu warstw w przegrodzie w zależności od wielkości oporu dyfuzyjnego materiałów składających się na ich konstrukcje. Według tego załącznika dla uniknięcia nadmiernej kondensacji wewnątrz struktury przegrody opór dyfuzyjny warstwy konstrukcyjnej i okładziny wewnętrznej powinien być równy lub większy od oporu dyfuzyjnego warstwy zewnętrznej. Przepływ dyfundującego powietrza z wnętrza na zewnątrz powinien być możliwy dzięki malejącemu oporowi dyfuzyjnemu materiałów zestawionych w przegrodzie. W innym przypadku zalecane było stosowanie izolacji paroszczelnej pomiędzy warstwami wewnętrznymi i warstwą izolacji termicznej.

Norma PN-91/B-02020 podawała także klasyfikację przegród zewnętrznych pod względem liczby i układu warstw. W klasyfikacji tej wyróżnione zostały cztery typy przegród:

- typ 1 – przegrody jednomateriałowe;
- typ 2 – przegrody dwuwarstwowe z izolacją od strony pomieszczenia;
- typ 3 – przegrody dwuwarstwowe z izolacją termiczną od strony powietrza zewnętrznego lub szczeliny powietrznej wentylowanej;
- typ 4 – przegrody trójwarstwowe z izolacją termiczną między dwoma warstwami konstrukcyjnymi lub okładzinowymi.

Cienkie warstwy materiałowe – tynki, izolacje paroszczelne – nie zostały uwzględnione w tej klasyfikacji. Praktyka pokazuje jednak, że właściwości fizyczne tych warstw mają jednak istotny wpływ na funkcjonowanie przegród w zakresie zagadnień wilgotnościowych i są w związku z tym bardzo ważne, a niekiedy wręcz kluczowe dla omawianych zagrożeń biologicznych. Projektowanie warstwowych przegród pod względem cieplno-wilgotnościowym powinno uwzględniać właściwości fizyczne materiałów wszystkich warstw, a więc także wypraw tynkarskich [8, 9]. W zestawieniach właściwości fizycznych materiałów budowlanych podawane są jednak tylko współczynniki oporu dyfuzyjnego tradycyjnych wypraw tynkarskich [10]. Istotnym mankamentem jest w tej sytuacji brak informacji na temat współczynników oporu dyfuzyjnego wypraw tynkarskich nowej generacji, np. akrylowych. Praktyka pokazuje, że pomijanie wpływu tych warstw na funkcjonowanie cieplno-wilgotnościowe przegrody w projektowaniu ścian energooszczędnych, głównie w konstruowaniu dociepleń, przyczyniło się do rozwoju procesów biologicznych na znacznych powierzchniach ścian zewnętrznych, a nie tylko w strefach narażonych na zawilgoconie odbitymi wodami opadowymi.

Funkcjonowanie przegród energooszczędnych jednorodnych materiałowo jest zbliżone do funkcjonowania przegród w budownictwie tradycyjnym i nie powinno stwarzać zagrożeń

w zakresie rozwoju zjawisk biologicznych. Dla procesów wilgotnościowych, także i w tych przegrodach, istotny jest jednak rodzaj zastosowanych wypraw wewnętrznych i zewnętrznych.

Szczelne wyprawy elewacyjne są przyczyną utrudnionego wysychania zawilgoconych konstrukcji we współczesnym budownictwie. Wyprawy te chronią materiał przegród przed wilgocią z wód opadowych, ale ich zawilgocenie może nastąpić od wnętrza. W niesprzyjających okolicznościach może też dojść do wykroplenia pary wodnej. Nie można zapominać też o bardzo ważnym zjawisku, jakim jest kapilarne podciąganie wody. W sytuacji wystąpienia któregoś z wymienionych wyżej przypadków szczelna wyprawa staje się istotnym utrudnieniem wydłużającym proces wysychania przegrody.

Szczelne wyprawy zewnętrzne narażone na duże wahania termiczne ulegają spękananiu i na skutek tego wilgoć przedostaje się do wnętrza przegrody. O ile wnikanie wilgoci przez pęknięcia i mikrootwory jest możliwe, to niestety nie jest możliwe wysuszenie materiału na tej samej drodze. W wyniku tego dochodzi do narastania zawilgocenia materiału konstrukcyjnego przegrody. W przegrodach wykończonych od wnętrza paroprzepuszczalnymi wyprawami wysuszenie konstrukcji dokonuje się do wnętrza. Prowadzi to do wzrostu wilgotności powietrza wewnętrznego i zaburza warunki komfortu cieplnego w pomieszczeniu. W przypadku szczelnej wyprawy wewnętrznej następuje kumulowanie się wilgoci w przegrodzie, które w wyniku przedłużającego się zawilgocenia materiału doprowadzi do rozwoju mikroorganizmów z grupy pleśni i grzybów. Należy w tym miejscu przypomnieć, że mikroorganizmy te cechuje wysoki stopień akomodacji do warunków środowiska bytowania i brak dostępu do tlenu nie jest przeszkodą dla ich rozwoju. Utrudniony dopływ powietrza, a co za tym idzie brak tlenu nie powoduje zahamowania tego procesu, gdyż i do takich warunków środowiska niektóre mikroorganizmy zdołały się już przystosować.

Podobne sytuacje występują w przypadku zastosowania w konstrukcji ścian dwuwarstwowych i trójwarstwowych warstwy ciepłochronnej wykonanej z materiału o współczynniku przepuszczania pary wodnej niższym od współczynnika przepuszczania pary wodnej materiału części konstrukcyjnej, czyli zasadniczo niezgodnej z wymaganiami normy z roku 1991. W praktyce jest to jednak dość częste. Powszechnie stosowanym materiałem ocieplającym zarówno w nowo projektowanych, jak i docieplanych konstrukcjach jest styropian. Współczynnik przepuszczania pary wodnej styropianu [współczynnik przepuszczalności pary wodnej  $\delta - 12 \text{ g}/(\text{m} \times \text{h} \times \text{hPa})$ ] jest wyraźnie mniejszy od współczynnika przepuszczania pary wodnej takich materiałów konstrukcyjnych, jak: żelbet [ $\delta - 30 \text{ g}/(\text{m} \times \text{h} \times \text{hPa})$ ], czy też beton [ $\delta - 30-300 \text{ g}/(\text{m} \times \text{h} \times \text{hPa})$ ], i takich konstrukcji jak: ściana z betonu komórkowego [ $\delta - 150-226 \text{ g}/(\text{m} \times \text{h} \times \text{hPa})$ ], czy też mur z cegły [ $\delta - 105-135 \text{ g}/(\text{m} \times \text{h} \times \text{hPa})$ ].

Zawilgocenie materiału konstrukcyjnego prowadzi do zawilgocenia materiału warstwy ciepłochronnej, co obniża jej skuteczność. Wzrasta zagrożenie kondensacji pary wodnej, co skutkuje pojawieniem się zagrożeń natury wilgotnościowej i biologicznej.

Odrębnym zagadnieniem w zakresie zawilgocenia ścian jest ochrona izolacji termicznej przed zawilgoceniem poprzez paroizolację. Sposób ochrony materiałów termoizolacyjnych za pomocą paroizolacji nie budziłby takich zastrzeżeń, gdybyśmy mogli mieć całkowitą pewność co do jej szczelności i trwałości. Niestety takiej pewności ani gwarancji co do jakości jej wykonania na placu budowy nie mamy. Musimy się liczyć z mechanicznymi uszkodzeniami tej powłoki w trakcie montażu. Nawet drobne uszkodzenia mogą przyczynić się do przenikania wilgoci. Nie można również zapomnieć o szybkim procesie starzenia się tworzyw sztucznych, w efekcie którego paroizolacje wykonywane przeważnie z folii mogą

z czasem utracić swoją elastyczność i ulegać wykruszeniu, a co za tym idzie utracić właściwości parochronne. Musimy także brać pod uwagę możliwości uszkodzenia tej powłoki już w trakcie eksploatacji obiektu. W przypadku zaistnienia takich sytuacji korzystne działanie paroizolacji może ulec odwróceniu i niezwykle utrudnić wysychanie zawilgoconego materiału, czego nie jesteśmy w stanie wtedy uniknąć.

Materiały izolacyjne z grupy tworzyw sztucznych nie tylko utrudniają wysychanie konstrukcji, utrzymując je przez dłuższy czas w stanie podwyższonej wilgotności. Sam kontakt z nimi przyczynia się także do szybszego rozwoju mikroorganizmów. Decyduje o tym dodatnia jonizacja, jaką cechują się te materiały. Dodatnia jonizacja odbierana przez nasz organizm negatywnie, jest niezwykle korzystna w procesie rozwoju bakterii i drobnoustrojów. Sprzyja ich zasiedlaniu i przyspiesza proces ich namnażania. W materiałach przylegających do tego materiału proces korozji biologicznej nabiera szczególnie szybkiego tempa nie tylko dzięki wilgoci, ale i dzięki jonizacji.

## 6. Ochrona przed zagrożeniami biologicznymi

Jak dotychczas nie posiadamy żadnych środków, które zabezpieczyłyby strukturę materiałną przegród przed rozwojem korozji biologicznej. Istniejące preparaty są skuteczne tylko przez niedługi okres, i co nie jest bez znaczenia – są jednocześnie przeważnie szkodliwe dla naszego zdrowia. W związku z tym właściwie jedyną formą naszej obrony przed tym procesem jest niedopuszczenie do jego zapoczątkowania. Zarażenie materiału czynnikami biologicznymi jest procesem nieodwracalnym i żadne dostępne nam współcześnie środki nie są w stanie go całkowicie usunąć. Jedyną skuteczną metodą ochrony struktury materiałnej budynku przed rozwojem zagrożeń biologicznych jest niedopuszczenie do pojawienia się tego rodzaju zjawisk. Istotnym czynnikiem indukującym pojawienie się i następnie rozwój zagrożeń biologicznych jest przedłużające się i narastające zawilgocenie materiału. Nie bez znaczenia w tym procesie jest zdolność zatrzymywania wilgoci przez rozwijające się w materiale mikroorganizmy, co skutkuje systematycznym narastaniem i rozprzestrzenianiem się tego zagrożenia. Musimy więc przede wszystkim przeciwdziałać przedłużającemu się zawilgoceniu konstrukcji, co w naszych warunkach klimatycznych jest dość trudne, wymaga wielu starań i nie zawsze udaje się nam uzyskać pożądany efekt. Możemy jednak zadbać o to, aby w przypadku zawilgocenia każdy z elementów i materiałów przegrody mógł ulec szybkiemu wysuszeniu.

## 7. Wnioski

Nie możemy zapanować nad możliwościami zawilgocenia przegród budowlanych, ale możemy zadbać o to, aby mogły one wyschnąć w jak najkrótszym czasie. Szybkiemu wysychaniu materiałów nie sprzyjają we współczesnych konstrukcjach szczelne przepony w ich wnętrzu i szczelne wyprawy zewnętrzne i wewnętrzne. Współczesne technologie budowlane nie ograniczają się jednak na szczęście tylko do tego typu rozwiązań. Mamy jeszcze do wyboru przegrody konstruowane warstwowo ze szczelinami powietrznymi zabezpieczającymi materiały termoizolacyjne przed nadmiarem wilgoci i nowe konstrukcje jednorodnie spełniające obowiązujące wymagania ochrony cieplnej. Możemy też stosować konstrukcje warstwowe oparte na układzie materiałów zgodnym z malejącym oporem dy-

fuzyjnym, który jest korzystny w kontekście przeszczerlenia współczesnego budownictwa. Rozwiązania te są zapewne nieco droższe w realizacji, ale warto ponieść te koszty nie tylko z uwagi na zabezpieczenie struktury materialnej budynków, ale przede wszystkim dla dobra naszego zdrowia. Ukazując skalę zagrożeń, jakie niesie dla naszego organizmu proces korozji biologicznej, możemy starać się nakłonić inwestorów do poniesienia tych kosztów, szczególnie w budownictwie mieszkaniowym jednorodzinne go typu. Dbal oś o prawidłowe funkcjonowanie naszego organizmu powinna stać się domeną cywilizacji XXI wieku, a więc i współczesnego budownictwa. Nie osiągniemy tego, choć tak sugerują nam wszechobecne reklamy, jedynie poprzez standard wykończenia wnętrz mieszkalnych. Rolą architekta jest uzmysłowienie tego faktu społeczeństwu.

#### L i t e r a t u r a

- [1] B a n a ś L., *Przegrody budowlane zdrowych budynków*, Przegląd Budowlany nr 11/1995.
- [2] H o p T., *Konstrukcje warstwowe*, Warszawa 1980.
- [3] M a s z e w s k i K., *Kształtowanie przegród pod względem cieplno-wilgotnościowym*, Murator nr 71/1993.
- [4] Z y s k a B., *Mikrobiologiczna korozja materiałów*, Warszawa 1977.
- [5] Z y s k a B., *Zagrożenia biologiczne w budynku*, Warszawa 1999.
- [6] PN-82/B-02020 *Ochrona cieplna budynków. Wymagania i obliczenia*.
- [7] PN-91/B-02020 *Ochrona cieplna budynków. Wymagania i obliczenia*.
- [8] PN-EN ISO 6946 *Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania*, listopad 2004.
- [9] PN-EN ISO 13788 *Cieplno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku. Temperatura powierzchni wewnętrznej konieczna dla uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacja międzywarstwowa. Metoda obliczania*, październik 2003.
- [10] PN-EN 12524 *Materiały i wyroby budowlane. Właściwości cieplno-wilgotnościowe. Tabelaaryczne wartości obliczeniowe*, październik 2003.