www.biswbis.pb.edu.pl

CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING 7 (2016) ISSN: 2081-3279 BUDOWNICTWO I INŻYNIERIA ŚRODOWISKA

CZY JEST TO PRAWDZIWA OPTYMALIZACJA PARAMETRÓW STOLARKI OKIENNEJ?

Walery JEZIERSKI, Joanna BOROWSKA*

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok

Streszczenie: Każdy budynek mieszkalny posiada okna, jednakże są one jego najsłabszymi elementami pod względem izolacyjności cieplnej. Stale dąży się do tego, by bilans ciepła dla stolarki budowlanej był porównywalny do tego dla ścian, przy jednoczesnym spełnieniu niezbędnych wymagań. W pracy scharakteryzowano opisane dotychczas w artykułach specjalistycznych próby zoptymalizowania parametrów stolarki okiennej. Dokonano ich analizy oraz oceny czy w rzeczywistości są przykładem optymalizacji. Podane zostały również parametry, które jednoznacznie określają właściwości termoizolacyjne okien.

Słowa kluczowe: optymalizacja, stolarka okienna, parametry cieplne.

1. Wprowadzenie

Producenci stolarki, czy to okiennej czy drzwiowej, stale dążą do tego, by osiągnąć jak najkorzystniejsze parametry energetyczne oraz izolacyjne swoich wyrobów przy jednoczesnym wykorzystaniu dostępnych surowców, maszyn i receptur.

Budując nowy dom czy wymieniając okna w budynkach mieszkalnych już istniejących, inwestorzy biorą pod uwagę kilka aspektów. Nowa, lepsza stolarka powinna być funkcjonalna, a także dostosowana do potrzeb zarówno estetycznych, jak i energetycznych odbiorcy. Przede wszystkim zwraca się uwagę na parametry techniczne okien jako kompleksowej przegrody. Muszą one spełniać nie tylko aktualne wymagania normowe, ale przede wszystkim wymagania użytkowników, którzy chcą jak najbardziej zaoszczędzić na ogrzewaniu budynku.

W artykule przedstawione zostaną stanowiska różnych autorów odnośnie optymalizacji parametrów stolarki okiennej w aspekcie energetycznym, a także próba określenia, czy to co autorzy nazywają optymalizacją jest nią w rzeczywistości.

2. Próby optymalizacji parametrów cieplnych stolarki okiennej

Na przestrzeni ostatnich lat w czasopismach naukowych o profilu technicznym opublikowano kilka artykułów, które zdaniem ich autorów dotyczyły optymalizacji stolarki okiennej zarówno pod względem powierzchni, jak i w aspekcie energetycznym. Jednak warto skupić się nad tym czy faktycznie autorzy opisywali optymalizację parametrów okien, czy tylko użyli takiej nazwy nie zawsze mając do tego słuszne podstawy. Według Słownika Języka Polskiego (PWN, 2015), optymalizacja to „poszukiwanie za pomocą metod matematycznych najlepszego, ze względu na wybrane kryterium, rozwiązania danego zagadnienia gospodarczego, przy uwzględnieniu określonych ograniczeń".

Pierwszą publikacją, którą warto przeanalizować, jest „Optymalizacja parametrów energetycznych okien" (Duda, 2011). Autor stwierdza, że przy wyborze okien trzeba kierować się aspektem ekonomicznym. Zaproponowana przez niego optymalizacja opiera się na bilansie energetycznym wykonanym dla każdej elewacji budynku odrębnie, a zmiennymi parametrami są: współczynnik przenikania ciepła U oraz współczynnik transmitancji g, a także parametry klimatyczne. Według autora optymalne okno to takie, dla którego suma kosztów okna oraz eksploatacji (czyli ilości energii, która przenika przez okno przemnożona przez cenę energii) podzielona na czas kredytowania będzie najniższa. Dodatkowo autor uwzględnia wpływ rolet zewnętrznych na wyniki start ciepła przez okno dla średniego sezonu grzewczego. Wyniki w tym aspekcie są o tyle zaskakujące, że nawet w przypadku okien nowoczesnych o niskim współczynniku przenikania ciepła przy wykorzystaniu rolet można zaoszczędzić ponad 10% ciepła, które ucieka przez okno. Zaproponowana przez autora optymalizacja parametrów cieplnych okien słusznie posiada taką nazwę, gdyż zostały uwzględnione współczynniki wpływające na izolacyjność termiczną okna (niezbędne ograniczenia)

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: joannaborowska91@gmail.com

oraz dokonano skomplikowanych obliczeń matematycznych do rozwiązania problemu względem określonego kryterium, jakim w tym przypadku były względy ekonomiczne. Jedyne, z czym można by polemizować to fakt, czy optymalizowane były, tak jak nadmieniono w temacie artykułu, parametry energetyczne okna czy też optymalizacji poddane zostały koszty okna. Odnosząc się do tego jak autor podsumowuje swój wywód: „/…/ Okno, dla którego suma ta (bilans ekonomiczny – przyp. J. Borowska) będzie najmniejsza, jest optymalne", wątpliwości mogą mieć solidne podstawy.

Następną publikacją, na która trzeba zwrócić uwagę jest „Optymalizacja energetyczna okien nowych i wymienianych" (Matusiak, 2011a, b, 2012) wydana w trzech częściach. Podstawowym parametrem energetycznym charakteryzującym stolarkę okienną, na który zwrócono uwagę (Matusiak, 2011a), jest współczynnik przenikania ciepła U_w dla okna. Wyraża się on wzorem:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g}{A_g + A_f} \tag{1}$$

gdzie: U_w jest średnim współczynnikiem przenikania ciepła okna w W/(m^{2}K), U_f jest współczynnikiem przenikania ciepła ramy w W/(m^{2}K), U_g jest średnim współczynnikiem przenikania ciepła szyby w W/(m^{2}K), ψ_g jest liniowym współczynnikiem przenikania ciepła mostka cieplnego na styku szyby z ramą okna w W/(mK), przyjętym według normy PN-EN ISO 14683:2008 *Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne*, A_f jest polem powierzchni ramy o współczynniku U_f w m^2, A_g jest polem powierzchni szyby w m^2, l_g jest długością liniowego mostka cieplnego na styku szyby z ramą w m.

Optymalizacja w tej części publikacji dotyczy jedynie szacunkowej kalkulacji współczynnika U_w dla kilku wybranych okien i porównania ich cen. Autor podsumowując pisze: „/…/ z przedstawionych powyżej okien, najlepiej jest zoptymalizowane okno na parterze /…/". W tym przypadku określenie „optymalizacja" jest użyte niewłaściwie, gdyż nie można zoptymalizować okna, a jedynie parametry je charakteryzujące.

Część druga publikacji „Optymalizacja energetyczna okien nowych i wymienianych" (Matusiak, 2011b) odnosi się do sprawdzenia opłacalności wykorzystania wcześniej opisanych okien, które składają się z trzech zasadniczych części: szyby, ramy oraz ramki. Otrzymane wyniki odniesione zostały do obliczeń dla okna referencyjnego. Zaś za podstawę optymalizacji został przyjęty prosty czas zwrotu poniesionych nakładów finansowych (SPBT). Tutaj, podobnie jak w pierwszym omawianym artykule, skupiono się na analizie ekonomicznej i optymalizacji poddane zostały koszty okien, a nie tak jak zaznaczono w temacie publikacji – optymalizacja miała nosić miano energetycznej.

Część trzecia publikacji „Optymalizacja energetyczna okien nowych i wymienianych" (Matusiak, 2012) nosi tytuł „Bilans energetyczny okien w sezonie grzewczym". Tutaj zasadniczy wpływ na wyniki obliczeń miały strefy klimatyczne w Polsce oraz natężenie promieniowania słonecznego dla poszczególnych lokalizacji.

Poniżej przedstawiony został wzór do obliczania zysków energii od promieniowania słonecznego:

$$Q_{sol,H} = \sum_i C_i \cdot A_i \cdot I_i \cdot F_{sh} \cdot F_{sh,gl} \cdot g_{gl} \tag{2}$$

gdzie: C_i jest udziałem pola powierzchni płaszczyzny szklonej do całkowitego pola powierzchni okna, jest zależny od wielkości i konstrukcji okna, a jego wartość średnia wynosi 0,7, A_i jest polem powierzchni okna lub drzwi balkonowych w świetle otworu w przegrodzie w m^2, I_i jest wartością energii promieniowania słonecznego w rozpatrywanym miesiącu na płaszczyznę, w której usytuowane jest okno o powierzchni A_i według danych dotyczących najbliższego punktu pomiarów promieniowania słonecznego w kWh/(m^2 m-c), F_{sh} jest czynnikiem redukcyjnym ze względu na zacienienie od przegród zewnętrznych, $F_{sh,gl}$ jest czynnikiem redukcyjnym ze względu na zacienienie dla ruchomych urządzeń zacieniających, g_{gl} jest całkowitą przepuszczalnością energii promieniowania słonecznego dla przezroczystej części okna, drzwi balkonowych lub powierzchni oszklonej.

Jedynie w tej części publikacji (Matysiak, 2012) autor dokonał optymalizację energetyczną okien. Wynikiem jego obliczeń była suma dwóch składników, mianowicie: zysków ciepła od nasłonecznienia i strat ciepła dla okien przez przenikanie. Dokonując optymalizacji poddawał zmianie parametry energetyczne, takie jak współczynnik przenikania ciepła dla poszczególnych elementów okna czy współczynnik transmitancji. Jednakże nie wszystkie niezbędne parametry zostały poddane analizie i nie wszystkie składniki zostały uwzględnione w bilansie cieplnym, by tę próbę móc w pełni zakwalifikować jako optymalizację energetyczną stolarki okiennej.

Następnym omawianym artykułem jest publikacja „Optymalizacja wymiany okien z uwzględnieniem efektu solarnego" (Święcicki, 2014). Autor już w pierwszych słowach powołuje się na procedurę optymalizacyjną jaka jest zamieszczona w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 17 marca 2009 roku *w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytu, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego* (Dz.U. 2009, poz. 347). Jak sama nazwa tegoż dokumentu mówi, są w nim zawarte procedury odnośnie sprawdzenia czy dane działania dadzą efekt korzystny pod względem ekonomicznym. Zaproponowana w owym rozporządzeniu metoda dotyczy wyboru optymalnego rozwiązania termo-modernizacyjnego czego skutkiem jest wprowadzanie do budynku ulepszeń, takich jak wymiana stolarki na nową, docieplanie ścian czy innych przegród. Dokument ten nie określa w jaki sposób dokonać optymalizacji parametrów energetycznych czy powierzchni stolarki okiennej. Autor przedstawia dwa stanowiska bilansu energetycznego przeszklenia – wykorzystywanego w aktualnej procedurze

optymalizacyjnej oraz poddanego modyfikacji. Oba odnoszą się do uzyskania określonych efektów ekonomicznych, jednakże wariant zmodyfikowany dodatkowo uwzględnia zyski ciepła od promieniowania słonecznego. Podany przez autora przykład optymalizacji dotyczy wyliczenia prostego czasu zwrotu nakładów finansowych SPBT (podobnie jak w publikacjach przytoczonych wcześniej) i nie uwzględnia ograniczeń jakimi są parametry energetyczne stolarki okiennej. Mimo, że efekt solarny został wzięty pod uwagę, to żadne ze znaczących wskaźników zapewniających ochronę cieplną okien nie zostały poddane analizie. Jest to zatem kolejny przykład optymalizacji ekonomicznej wymiany okien.

Kolejną publikacją, jakiej nie można pominąć, jest „Określenie optymalnego udziału okien w budynku mieszkalnym" (Zając i Pomorski, 2015). Głównym założeniem pracy było wyliczenie energochłonności budynku mieszkalnego dla zmiennych udziałów stolarki okiennej w przegrodach zewnętrznych. Dodatkowo, podjęta została próba optymalizacji powierzchni okien dla sezonu grzewczego przy uwzględnieniu różnych orientacji względem stron świata. Nie skupiono się w tym przypadku na zmiennych parametrach cieplnych stolarki okiennej. Jedyne co ulegało zmianie to była powierzchnia okien oraz procent udziału części przezroczystej w całości okna. Artykuł można zakwalifikować jako taki, który w rzeczywistości opisuje proces optymalizacyjny, aczkolwiek owa optymalizacja dotyczy jednego parametru technicznego jakim jest powierzchnia otworu okiennego w ścianie zewnętrznej budynku mieszkalnego.

Ostatnią analizowaną publikacją jest „Określenie optymalnego udziału powierzchni przegrody przezroczystej w całkowitej powierzchni przegrody budowlanej" (Pomorski i Pietrowicz, 2010). Celem artykułu było, podobnie jak w publikacji (Zając i Pomorski, 2015), zoptymalizowanie powierzchni okien w budynku mieszkalnym. W tym artykule zostały wzięte pod uwagę jednak niemal wszystkie parametry energetyczne dla przegród przezroczystych. Obliczeń dokonano dla zmiennych wartości: współczynnika przenikania ciepła dla okien oraz współczynnika przenikania ciepła dla ściany. Autorzy wyrazili potrzebę wykonania dalszych obliczeń uzależnionych od parametrów termicznych okien oraz usytuowania względem stron świata.

Mimo podjęcia wielu prób optymalizacji parametrów stolarki okiennej, do tej pory chyba nikomu nie udało się tego dokonać w stu procentach. We wszystkich wymienionych w pracy publikacjach starano się osiągnąć konkretne wyniki, wszyscy autorzy je otrzymali, ale żaden z nich nie wziął pod uwagę wszystkich zmiennych. Części artykułów nadano nieodpowiednie nazwy, powołując się na wykonywanie optymalizacji, której nie przeprowadzono, czy też odwołując się do optymalizacji energetycznej, kiedy w rzeczywistości wyliczano prosty czas zwrotu nakładów finansowych.

Można z całą pewnością stwierdzić, że pełna optymalizacja parametrów energetycznych okien byłaby dokonana wówczas, gdyby wzięto pod uwagę wszystkie niezbędne zmienne. Wśród nich byłyby parametry, takie jak: współczynnik transmitancji, udział powierzchni szklonej w całej powierzchni okna, współczynniki przenikania ciepła dla ramy i szyby okna oraz powierzchnia okna. Jednak wszystkie te parametry powinny występować i ulegać zmianie wspólnie. Dodatkowo trzeba zwrócić uwagę również na usytuowanie okna względem stron świata, a także na mostki termiczne występujące na styku ściana – rama oraz rama – szklenie. Otrzymane wyniki powinny dotyczyć wyłącznie bilansu cieplnego, tylko w takim przypadku można mówić o optymalizacji parametrów stolarki okiennej pod względem energetycznym.

3. Podsumowanie

W celu poprawnego zoptymalizowania parametrów cieplnych okien, należy wykonać wszystkie obliczenia prawidłowo i nie pominąć żadnej zmiennej.

Dokonując optymalizacji parametrów okien należy wziąć pod uwagę wszystkie niezbędne parametry stolarki okiennej, a także usytuowanie budynku względem stron świata i jego lokalizację. Należy także pamiętać, by odpowiednio opracować model matematyczny i wykonując obliczenia opierać się na obowiązujących przepisach.

Literatura

Duda L. (2011). Optymalizacja parametrów energetycznych okien. *Profiokno*, 2/2011, 10-11.

Matusiak W. (2011a). Optymalizacja energetyczna okien nowych i wymienianych. Część 1. *Twój Filar*, 2/2011, 10-11.

Matusiak W. (2011b). Optymalizacja energetyczna okien nowych i wymienianych. Część 2. Szyby, profile, ramki dystansowe. *Twój Filar*, 4/2011, 12-14.

Matusiak W. (2012). Optymalizacja energetyczna okien nowych i wymienianych. Część 3. Bilans energetyczny okien w sezonie grzewczym. *Twój Filar*, 1/2012, 15-18.

Pomorski M., Pietrowicz S. (2010). Określanie optymalnego udziału powierzchni przegrody przezroczystej w całkowitej powierzchni przegrody budowlanej. *Polska Energetyka Słoneczna*, 2-4/2010, 12-16.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytu, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. 2009, Nr 43 poz. 347).

Słownik Języka Polskiego (2015). *Wyd. PWN*, 2015.

Święcicki A. (2014). Optymalizacja wymiany okien z uwzględnieniem efektu solarnego. *Materiały Budowlane*, 12/2014, 55-57

Zając B., Pomorski M. (2015). Określanie optymalnego udziału okien w budynku mieszkalnym. *Zeszyty naukowe Politechniki Rzeszowskiej*, lipiec-wrzesień 2015, 269-276.

IS THAT A REAL OPTIMALISATION OF WINDOW PARAMETERS?

Abstract: Every residential building has windows, however they are the weakest elements in terms of thermal insulation. It is constantly strived to ensure that the heat balance for the woodwork was comparable to that of the walls, while meeting the necessary requirements. In the paper, attempts to optimize the parameters of window woodwork, described previously in specialist articles, were characterised, as well as the analysis and evaluations of whether, in reality they are an example of the optimalisation. There were also given indicators, which clearly control the parameters of the windows.