

# Blaski i cienie efektywności energetycznej szklanych fasad

DR HAB. INŻ. IRENA ICKIEWICZ

ZAKŁAD PODSTAW BUDOWNICTWA I FIZYKI BUDOWLI  
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA

W latach 90. XX w. nastąpił szybki rozwój nowoczesnych technologii produkcji szkła stosowanego w budownictwie, głównie do przegród przezroczystych (szklanych fasad, okien). Szklane fasady zaczęto masowo wykonywać w reprezentacyjnych budynkach administracyjnych (biurowce, hotele, lotniska itp.). Podstawową rolę w projektowaniu szklanych fasad odgrywały przede wszystkim funkcjonalność i estetyka. Niestety często okazywało się, że to co dla projektanta (architekta) było funkcjonalne i estetyczne, dla użytkowników już takie nie było.

Zastosowanie zbyt dużej powierzchni przeszkleń najczęściej w postaci zimnych fasad, było przyczyną dużych strat ciepła budynków w zimie oraz przegrzewania pomieszczeń w lecie. By zapobiec przegrzewaniu pomieszczeń, szklane fasady zaczęto wykonywać ze szkła przeciwsłonecznego, tj. szkła o stałych parametrach optycznych (nie zawsze w pełni odpowiadających potrzebom użytkowemu budynku). Szkło skutecznie chroniące przed przegrzaniem, niestety nie przepuszczało również energii cieplnej (słonecznej) zimą. Stąd też budynek z tak wykonanymi fasadami charakteryzował się wysokim wskaźnikiem zapotrzebowania na energię pierwotną do ogrzewania i chłodzenia, co pociągało za sobą znaczne koszty utrzymania budynku (zwłaszcza za dostarczoną energię, której cena w latach 2006-2013 znacznie wzrosła, np. cena energii elektrycznej wzrosła 3-krotnie).

Nadmierne zapotrzebowanie na energię pierwotną do ogrzewania i chłodzenia budynków ze szklanymi fasadami zmusiło technologów i projektantów do nowych, bardziej „wyrafinowanych”, rozwiązań zmierzających do racjonalizacji wykorzystania energii i wdrażania nowych, wysokoefektywnych systemów okiennych i fasadowych (Ickiewicz I., 2012); Fedorczyk-Cisak M., Kowalska-Koczwara A., 2013; Piekarczyk A., 2013).

Niewątpliwie bezpośrednim (dodatковым) bodźcem „zmuszającym” kraje europejskie (w tym Polskę) do wdrażania wysokoefektywnych systemów okiennych i fasadowych jest ukazanie się (4 lata temu) Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Głównym celem „nowej” dyrektywy jest poprawa charakterystyki energetycznej budynków poprzez ograniczenie zużycia energii oraz zwiększenie wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych z uwzględnieniem opłacalności ekonomicznej. Dyrektywa 2010/31/UE wprowadza również obowiązek realizacji budynków o niemal zerowym zużyciu energii.

W „odpowiedzi” na powyższą dyrektywę, 15 kwietnia 2011 r. ukazała się w Polsce ustawa o efektywności energetycznej wprowadzająca obowiązek realizacji budynków o niemal zerowym zużyciu

Irena Ickiewicz



Pracownik Zakładu Podstaw Budownictwa i Fizyki Budowli na Wydziale Budownictwa Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej. Swoje zainteresowania naukowe skupia wokół tematów: budynki energooszczędne, efektywność energetyczna, OZE, ochrona klimatu, akustyka budowlana.

[i.ickiewicz@pb.edu.pl](mailto:i.ickiewicz@pb.edu.pl)

## STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono krótką charakterystykę czynników wpływających na efektywność energetyczną stosowanych w Polsce szklanych fasad oraz ich charakterystykę cieplną. W związku z tym, że na efektywność energetyczną szklanych fasad znaczący wpływ ma rodzaj zastosowanego szkła, przedstawiono również charakterystykę szkła aktywnego słonecznie, mającego zdolności zmiany swoich właściwości optycznych. Artykuł zawiera również informacje dotyczące skomplikowanych obliczeń bilansu cieplnego uwzględniającego energię słoneczną, uzyskaną dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii aktywnego szklenia na dużych powierzchniach.

## SUMMARY

### The light and dark sides of energy efficiency of glass facades

The article presents a short characteristics of the factors influencing the energy efficiency and thermal characteristics of glass facades used in Poland. Since the type of glass used in facades significantly affects their energy efficiency, a characteristics of solar-active glass which is capable of changing its optical properties is also provided. Furthermore, the article includes information on complex calculations of the thermal balance taking into consideration the solar power generated owing to the application of modern technologies of active glazing of large areas.

## SŁOWA KLUCZOWE

fasady szklane,  
efektywność energetyczna, szkło aktywne słonecznie

## KEYWORDS

glass facades, energy efficiency, solar-active glass



Fot. 1. Przykład "szklanego domu" wybudowanego w XXI w. (budynek koncernu UMICORE) [12]

energii. Ponadto od 1 stycznia 2014 r. zaczęło w Polsce obowiązywać nowe rozporządzenie dotyczące warunków technicznych, w którym to rozporządzeniu znacznie zaostrzono wymagania dotyczące granicznego współczynnika przenikania ciepła  $U$  przegród przezroczystych, np. dla okien z 1,8 do 1,3, a docelowo – od roku 2021 – do 0,9 W/(m<sup>2</sup>·K).

#### Czynniki efektywności energetycznej przegród przezroczystych

Czynniki wpływające na efektywność energetyczną przegród przezroczystych w tym szklanych fasad to:

- wielkość przeszklenia,
- usytuowanie elewacji względem stron świata,
- współczynnik przepuszczalności promieniowania słonecznego ( $g$ ), tzw. *Solar Factor*,
- współczynnik przepuszczalności światła ( $LT$ )
- współczynnik przenikania ciepła ( $U$ ),
- rodzaj zastosowanych fasad szklanych,
- rodzaj zastosowanych rozwiązań przeciwsłonecznych.

Nie bez znaczenia dla użytkowników pomieszczeń pozostaje również wskaźnik izolacyjności akustycznej  $R_w$  [dB] .

Duża powierzchnia przeszkleń znacząco zwiększa zapotrzebowanie na moc zamówioną do ogrzewania, a w przypadku budynków wyposażonych w klimatyzację na moce urządzeń chłodniczych. Przegrody przezroczyste z jednej strony przyczyniają się do strat ciepła (ich współczynnik  $U$  jest najczęściej dużo wyższy niż pozostałych przegród zewnętrznych), z drugiej – umożliwiają pozyskanie energii ze słońca. Stąd należałoby (w miarę możliwości) tak dobrać wielkości powierzchni przeszklonych (uwzględnić przy tym usytuowanie względem stron świata), aby bilans strat i zysków przegród przezroczystych był dodatni.

#### Usytuowanie względem stron świata a wykorzystanie energii słonecznej

Od strony północnej, poza minimalizacją powierzchni, wskazane jest zastosowanie unikalnie neutralnego szkła, w zestawie 3-szybowym ( $U_g = 0,6$  W/(m<sup>2</sup>·K)), co pozwoliłoby na wykorzystanie nawet o 27% więcej energii słonecznej. Dodatkowo szkło to przepuszcza więcej światła naturalnego, co od strony północnej jest szczególnie istotne, gdyż powierzchnie przeszklone są zazwyczaj mniejsze. Ze strony wschodniej, południowej czy zachodniej optymalnym rozwiązaniem może być zastosowanie szkła z minimalną wartością współczynnika  $U_g = 1,0$  W/(m<sup>2</sup>·K) w zestawie 2-szybowym. Szkło to filtruje niewidzialne, wysokoenergetyczne frakcje promieniowania

słonecznego odpowiedzialne za nadmierne nagrzewanie się pomieszczeń.

Stosowanie jednakowych przegród przezroczystych (okien) ze wszystkich stron świata może spowodować zwiększone zapotrzebowanie na energię do chłodzenia z jednej strony i do ogrzewania z drugiej, bowiem w jednych pomieszczeniach będzie za gorąco, a w innych za zimno.

#### Współczynnik przepuszczalności promieniowania słonecznego

Współczynnik przepuszczalności promieniowania słonecznego ( $g$ ) charakteryzuje ilości promieniowania słonecznego, które przejdą przez przegrodę przezroczystą do pomieszczenia. Optymalne dobranie wartości tego współczynnika jest bardzo istotne w przypadku wyposażenia budynku (z fasadą szklaną), w klimatyzację. W polskich warunkach klimatycznych na 1 m<sup>2</sup> powierzchni dociera rocznie średnio ~ 1000 kWh odnawialnej energii słonecznej. Otrzymuje się ją jednak nierównomiernie: przez 7 miesięcy sezonu grzewczego dociera zaledwie ok. 1/3 tej energii, a przez pozostałych 5 miesięcy (V-IX), prawie dwukrotnie więcej. Stąd też więcej energii zużywa się na chłodzenie obiektu niż na jego ogrzewanie [6]. Biorąc powyższe pod uwagę, optymalna wartość współczynnika  $g$  to wartość ~ 0,35 (w budynkach pasywnych 0,1–0,25). W „starym” rozporządzeniu zalecana wartość  $g$  wynosiła 0,5. Zmiana ta spowodowała, że mniej energii zostanie zużyte na chłodzenie, ale również uzyska się mniejsze zyski energii słonecznej zimą. Jednak z bilansu energii (trochę więcej zimą i znacznie mniej latem) wynika, że jest on korzystny (dodatni), również pod względem finansowym, gdyż w Polsce 1 kWh energii elektrycznej stosowanej do chłodzenia jest znacznie droższa od 1 kWh energii używanej do ogrzewania (taniej jest ogrzewać niż schładzać pomieszczenia).

#### Współczynnik przenikania ciepła $U_{cw}$

Optymalna (zalecana) wartość dla przegród przezroczystych to 0,9 W/(m<sup>2</sup>·K), natomiast w budynkach o niemal zerowym zużyciu energii 0,40 W/(m<sup>2</sup>·K).

Inne parametry:

- przepuszczalność światła, zalecana wartość to 15-35 %,
- współczynnik izolacyjności akustycznej właściwej, zalecana wartość  $R_w = 45-60$  dB.

#### Wielopowierzchniowe przeszklone powłoki – fasady

W przypadku obiektów typu biurowce oraz hotele, w których udział przeszkleń w elewacji nieustannie wzrasta, uzyskanie optymalnej efektywności energetycznej przegród przezroczystych jest bardzo skomplikowane. Wykorzystuje się tu fasady strukturalne – wielkopowierzchniowe przeszklone powłoki.

#### Rodzaje fasad

Zasadniczo wyróżnia się trzy rodzaje fasad (Costa O., Greiner R., Rinkens R., 2013):

- fasady ciepłe,
- fasady zimne,
- fasady wentylowane.

Ciepła fasada to system, gdzie za nieprzezierną taflą szklaną, chroniącą przed wpływami atmosferycznymi, znajduje się izolacja cieplna od strony pomieszczenia, tworząc panel szklany. Szczelność, zabezpieczającą przed dyfuzją pary wodnej w panelu, zapewnia odpowiednio uszczelniona listewka na krawędziach. W ten sposób zarówno nieprzezroczyste, jak i przezroczyste elementy pełnią nie tylko funkcję zamykającą dla pomieszczenia i funkcję ochrony przed warunkami atmosferycznymi, ale również funkcję izolacji cieplnej oraz izolacji akustycznej i ewentualnie ochrony przeciwpożarowej (Tarczoń T., 2007).



Fot. 2. Przykłady stosowanych fasad wentylowanych [13]

### Fasada zimna

Zimne fasady mają długą tradycję w budownictwie. Panel podokienny ma dwuwarstwową konstrukcję, gdzie warstwa zewnętrzna pełni funkcję ochronną i estetyczną. Jest to szyba wentylowana od tyłu, dzięki czemu nagromadzone ogrzane, wilgotne powietrze jest odprowadzane. Szyba ta jest wykonana ze szkła przeciwsłonecznego. Izolację cieplną fasady stanowią panele ściennie znajdujące się za nieprzezroczystymi szklanymi elementami.

### Fasada wentylowana

Fasada wentylowana, zwana również „drugą skórą”, zasadniczo jest podobna do opisanej wyżej zimnej fasady, jednakże przestrzeń między dwiema warstwami panelu jest szersza. Ponadto przezroczyste elementy fasady, czyli okna z szybami zespolonymi, są zintegrowane z resztą. „Drugą skórę” można zamontować na zewnątrz istniejącej fasady, np. ze względów optycznych oraz dla poprawy izolacyjności akustycznej. Wariant ten określa się jako fasadę interaktywną. Przestrzeń wewnętrzna jest z reguły wykorzystywana do montowania dodatkowych instalacji przeciwsłonecznych, np. rolet. Powietrze, które ulega tam ogrzaniu, oraz powstający kondensat wyprowadzane są z poszczególnych kondygnacji na zewnątrz do otoczenia (Tarczoń T., 2007).

Aby polepszyć efektywność energetyczną fasad, w ostatnich latach pojawiły się takie propozycje rozwiązań, jak: aktywna fasada wentylowana, fasada interaktywna.

W aktywnej fasadzie wentylowanej alternatywnie zastosowano wewnętrzną wysuniętą warstwę, a w przestrzeni wewnętrznej umieszczono dodatkowe instalacje przeciwsłoneczne. Zgromadzone tam powietrze, ogrzane przez promieniowanie słoneczne, jest automatycznie odbierane i doprowadzane przez odpowiednie agregaty do systemu zarządzania energią w budynku. Ten wariant, określany jako aktywna fasada wentylowana z drugą skórą, może przyczynić się do istotnego obniżenia kosztów eksploatacji budynku. W przeszłości takie wysunięte panele wewnętrzne były najczęściej wykonywane z przeciwsłonecznego szkła hartowanego. Obecnie zmierzają się ku stosowaniu szkła laminowanego bezpiecznego, składającego się z dwóch szyb ze szkła pół hartowanego (Piekarczuk A., 2013; Tarczoń T., 2007).

### Rodzaje szkła stosowane w fasadach

Na funkcjonalność i efektywność energetyczną fasady ma podstawowy wpływ rodzaj zastosowanego szkła. Stąd też w ostatnich latach nastąpił znaczący postęp nie tylko w projektowaniu

przeszklonych fasad, ale, a może przede wszystkim, w technologii stosowanych materiałów – głównie szkła. W przeszłości, ze względów technologicznych stosowane były mniej zaawansowane szkła przeciwsłoneczne. Obecnie projektanci mają do dyspozycji szkła przeciwsłoneczne wykonane w wysoko zaawansowanych technologiach.

Wśród szkła płaskiego, używanego do tworzenia wielkoformatowych elewacji budynków, jest m.in. szkło aktywne słonecznie. Aktualnie istnieje kilka rodzajów szkła aktywnego słonecznie mającego zdolność zmiany swoich właściwości optycznych. Zmiana właściwości następuje wskutek oddziaływań zróznicowanych czynników zewnętrznych.

Ze względu na czynniki zewnętrzne szkło aktywne słonecznie zostało sklasyfikowane jako:

- szkło fotochromatyczne – zmiana przepuszczalności jest funkcją dawki nasłonecznienia,
- szkło termochromatyczne – zmiana przepuszczalności odpowiada na zróznicowanie wartości temperatury szklenia,
- szkło termotropowe – całkowita przepuszczalność energii słonecznej zmniejsza się wraz ze wzrostem rozproszenia światła widzialnego w pewnym zakresie wartości temperaturowych,
- szkło elektrochromatyczne, ciekłokrystaliczne i SPD – właściwości optyczne zmieniają się pod wpływem oddziaływania prądu elektrycznego,
- szkło gazochromatyczne – zmiana właściwości optycznych zachodzi dzięki wykorzystaniu mieszanki gazowej wewnątrz systemu (Marchwiński J., 2007).

Technologię aktywnego szklenia dzieli się na dwie podstawowe grupy. Pierwsza grupa dotyczy rozwiązań charakteryzujących się samoczynną (automatyczną) zmiennością parametrów na skutek oddziaływań zewnętrznych. Do tej grupy należy szkło termotropowe, szkło fotochromatyczne i szkło termochromatyczne. Druga grupa jest bardziej zaawansowana technologicznie, tu parametry są regulowane w sposób kontrolowany, niezależnie od warunków otoczenia. Do tej grupy należy szkło elektrochromatyczne, szkło SPD, szkło cienkokrystaliczne i szkło gazochromatyczne (Zielonko-Jung K., 2007; Marchwiński J., 2007).

Rozwój zaawansowanych szkielek powlekanych oraz możliwości ich dalszego przetwarzania, tj. hartowania, laminowania czy gięcia dają dużą swobodę architektom w oferowaniu ciekawych rozwiązań dla fasad szklanych. Poza tym wykorzystując nowoczesne produkty szklane, architekci mogą już na etapie projektu dobrać takie rozwiązania, które pozwolą pozyskać energię ze słońca, wykorzystaną później do produkcji energii cieplnej (kolektor słoneczny) bądź elektrycznej (fotowoltaika) (Zielonko-Jung K., 2006; Ickiewicz I., 2013).

### Efektywność energetyczna fasad szklanych – obliczenia

Aby określić optymalną efektywność energetyczną budynku z fasadą szklaną (uwzględniając jednocześnie opłacalność ekonomiczną), należy w pierwszej kolejności wykonać obliczenia zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia oraz uwzględnić przy tym zyski pochodzące z energii słonecznej zimą i energię niezbędną do klimatyzacji latem.

W przypadku dużych obiektów typu biurowce, hotele itp., w których udział powierzchni szklanych w elewacji nieustannie wzrasta, obliczenia takie są bardzo skomplikowane. Podstawowe wzory i dane tabelaryczne niezbędne do obliczeń są zawarte m.in. w normie PN-EN ISO 13790 *Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia*. Norma jest bardzo obszerna, zawiera 169 stron, w tym 11 załączników na stronach 92-167. Przykładowo Załącznik E (normatywny) zawiera obliczenie dotyczące przenoszenia ciepła i zysków ciepła od nasłonecznienia dla elementów specjalnych. W załączniku tym są

zawarte obliczenia zysków ciepła od nasłonecznienia, na podstawie efektywnych powierzchni zbierających w odpowiednich elementach budynku i korekty na zacienienie przez zewnętrzne przeszkody. Podaje się również korekty dla promieniowania cieplnego do nieboskłonu.

Powierzchniami zbierającymi, które należy wziąć pod uwagę, są: oszklenie (z uwzględnieniem wszystkich zintegrowanych lub dodanych urządzeń zacieniających), zewnętrzne elementy nieprzezroczyste, ściany wewnętrzne i podłogi przestrzeni słonecznych oraz ściany za przezroczystą obudową lub izolacją transparentną. Charakterystyki zależą od klimatu oraz takich czynników zależnych od czasu i usytuowania, jak położenie słońca i stosunek promieniowania bezpośredniego do rozproszonego. W konsekwencji, charakterystyki generalnie zmieniają się w czasie, zarówno godzinowo jak i w ciągu roku [8].

Na podstawie tej normy 16 grudnia 2013 r. został opublikowany projekt Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju „nowej” metodologii charakterystyki energetycznej budynku, który nie został jeszcze zatwierdzony.

Kolejną normą, w której zamieszczono niezbędne wzory (dane) do obliczeń, jest norma EN -15603:2008. *Całkowite zużycie energii i definicja energii znamionowej. Charakterystyka energetyczna budynków. Całkowite zużycie energii i definicje energii znamionowej. Obliczenia.* Poza tym ukazało się kilka norm branżowych związanych z zużyciem energii do ogrzewania i chłodzenia w budynkach ze szklanymi fasadami.

Zagadnienia dotyczące uwzględnienia zysków słonecznych (ogrzewanie zimą i chłodzenie latem) w bilansie cieplnym budynku z fasadami szklanymi są na tyle obszerne i skomplikowane, że wymagają odrębnego opracowania.

#### Podsumowanie i wnioski

Fasady szklane były w Polsce stosowane już w drugiej połowie XX w. Stosowane tam technologie w postaci zimnych fasad były przyczyną dużych strat ciepła budynków w okresie zimy oraz przegrzewania pomieszczeń w lecie. Nadmierne zapotrzebowanie na energię pierwotną do ogrzewania i chłodzenia budynków ze szklanymi fasadami zmusiło technologów i projektantów do nowych rozwiązań zmierzających do racjonalizacji wykorzystania energii i wdrażania nowych, wysokoefektywnych systemów okiennych i fasadowych.

Na funkcjonalność fasady podstawowy wpływ ma rodzaj zastosowanego szkła. Stąd też w ostatnich latach nastąpił znaczący postęp w technologii stosowanych materiałów – głównie aktywnych słonecznie. W dobie zrównoważonego rozwoju, do kształtowania

szklanych fasad budynku zasadne staje się wykorzystanie paneli kolektorów słonecznych oraz paneli fotowoltaicznych zintegrowanych z systemem grzewczym budynku. Efektywnym energetycznie rozwiązaniem jest zestawienie okien i półprzezroczystych paneli szklanych stanowiących kolektor słoneczny, uzyskując w ten sposób estetyczną jednolitą szklaną fasadę.

Aby określić optymalną efektywność energetyczną budynku z fasadą szklaną (uwzględniając jednocześnie opłacalność ekonomiczną), należy w pierwszej kolejności wykonać obliczenia zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia oraz uwzględnić przy tym zyski zimą i straty (latem) pochodzące z energii słonecznej.

W przypadku dużych obiektów typu biurowce, hotele itp., w których udział powierzchni szklanych w elewacji nieustannie wzrasta, obliczenia takie są bardzo skomplikowane i wymagają indywidualnego podejścia do każdej zaprojektowanej fasady, gdyż na charakterystykę cieplną takiego budynku ma wpływ nie tylko klimat, ale również inne czynniki zależne od czasu i usytuowania (np. położenie słońca, stosunek promieniowania bezpośredniego do rozproszonego itp.).

#### LITERATURA

- [1] Ickiewicz I. (2012). *Wpływ odnawialnych źródeł energii na wartość wskaźnika energii pierwotnej na cele grzewcze*. IX Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Energia w nauce i technice” 2012. PB s. 202-217
- [2] Fedorcak-Cisak M., Kowalska-Koczwara A. (2013). *Fasady szklane w budynkach energooszczędnych*, [w:] „Szkło i Ceramika” 6/2013, s. 12-15
- [4] Tarczoń T. (2007). *Fasady. Rozwój i nowoczesność*, [w:] „Świat Szkła” 1/2007, s. 30-37
- [5] Zielonko-Jung K. (2007). *Możliwości technologiczne szkła a poszukiwanie rozwiązań proekologicznych*, [w:] „Świat Szkła” 2/2007, s. 14-19
- [6] Marchwiński J. (2007). *Szkło termotropowe i fotochromatyczne w budownictwie*, [w:] „Świat Szkła” 12/2007
- [7] Zielonko-Jung K. (2006). *Kierunki rozwoju w projektowaniu elewacji przeszklonych*, [w:] „Świat Szkła” 12/2006
- [8] Ickiewicz I. (2013). *Energetyka słoneczna – analiza efektywności cieplnej i ekonomicznej w polskich warunkach klimatycznych*. Konferencja Naukowo-Techniczna „Fizyka budowlanej w teorii i praktyce 2013”, Łódź, s. 313-318
- [9] Costa O., Greiner R., Rinkens R. (2013). *Glass Time. Technical Manual*, Alsdorf, Germany, August 2013
- [10] PN-EN ISO 13790 *Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia*, s. 14-15, 28-29, 60-64, 105-107
- [11] PN-EN -15603:2008 *Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Całkowite zużycie energii i definicja energii znamionowej*.
- [10] Piekarczyk A. (2013). *Metody projektowania szkła budowlanego*, [w:] „Szkło i Ceramika” 6/2013, s. 16-18
- [12] <http://isabelbarrosarchitects.ie/blog/tag/double-skin/>
- [13] <http://seed100.com/air-condition/green%20building001.html>



Szanowni Państwo – Profesorowie, Doktorzy, Doktoranci

Zachęcamy do nadsyłania publikacji. Także w języku angielskim.

Publikacja u nas to 4 pkt. w ocenie MNIŚW oraz obecność w następujących bazach: BazEkon, Index Copernicus oraz BazTech. Artykuły po opublikowaniu są również dostępne w portalu informacji technicznej [www.sigma-not.pl](http://www.sigma-not.pl) i na stronie [www.szklo-ceramika.pl](http://www.szklo-ceramika.pl).

Szczegółowe informacje nt. przyjmowanych do druku tekstów znajdą Państwo w zakładce „Dla Autorów” na stronie [www.szklo-ceramika.pl](http://www.szklo-ceramika.pl).

Z wyrazami szacunku,

Redakcja SiC