

Rola osłon słonecznych w ograniczaniu zysków solarnych latem w pasywnej szkole podstawowej



dr inż.
ANNA DUDZIŃSKA
Politechnika Krakowska
Wydział Inżynierii Lądowej
ORCID: 0000-0003-1349-6108



mgr inż.
KATARZYNA NOWAK-DZIESZKO
Politechnika Krakowska
Wydział Inżynierii Lądowej
ORCID: 0000-0002-5484-7747

W nowo projektowanych budynkach edukacyjnych o radykalnie zmniejszonym zapotrzebowaniu na energię do ogrzewania oraz wysokim oporze cieplnym przegród budynku poszukuje się rozwiązań zapewniających bezpieczne oraz komfortowe warunki dla młodych ludzi. To, co jest niezwykle pożądane zimą, latem może stanowić problem w uzyskaniu komfortu cieplnego.

Wprowadzenie

Odpowiednie parametry środowiska wewnętrznego w obiektach edukacyjnych są szczególnym wyzwaniem w obliczu ocieplającego się klimatu. Budynki pasywne o radykalnie obniżonym zapotrzebowaniu na ciepło mają niemal zerową zdolność rozpraszania energii latem. W nowo projektowanych szkołach poszukuje się rozwiązań ograniczających niekorzystne nadmierne oddziaływanie energii słonecznej w miesiącach letnich przy jednoczesnym zapewnieniu odpowiedniego dostępu światła dziennego w czasie użytkowania obiektu. Jedną z podstawowych i naj-

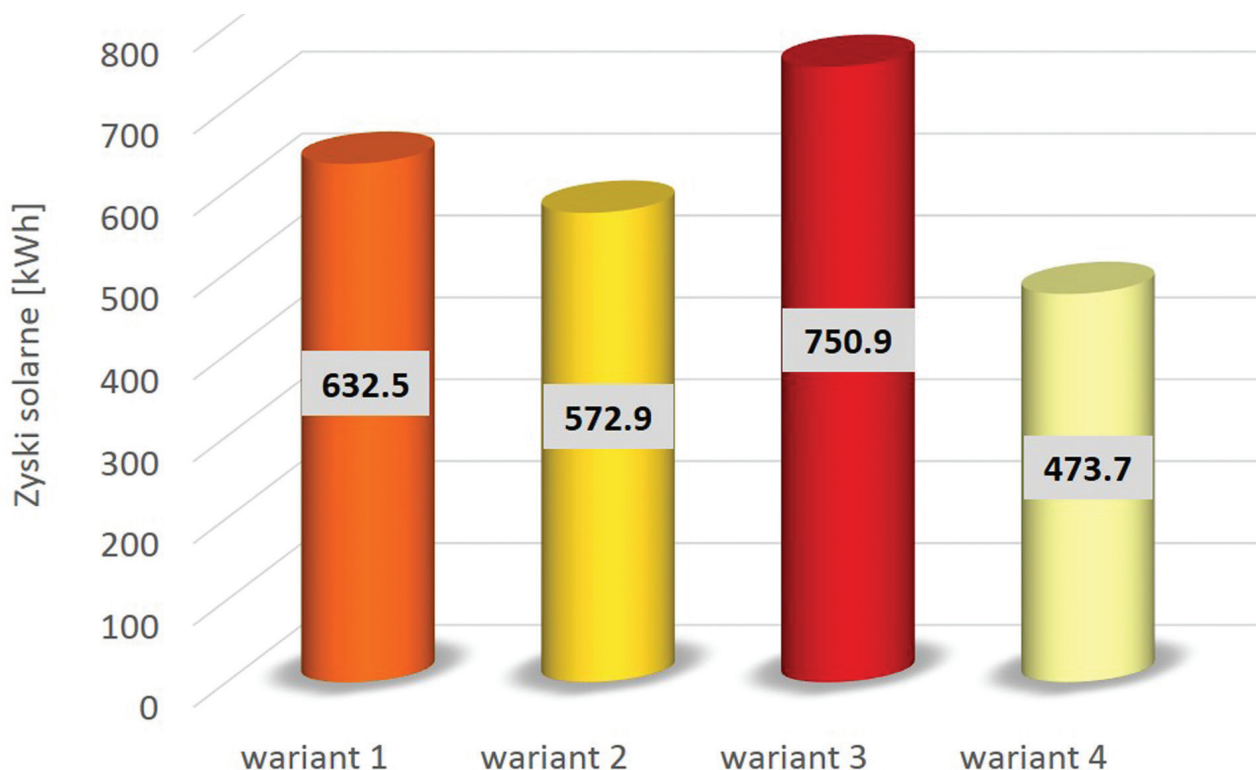
prostszych możliwości ograniczania nadmiernych zysków solarnych w okresach wysokiej temperatury zewnętrznej jest zastosowanie różnego rodzaju konstrukcji zacięniających. Osłony pełnią istotną funkcję w kształtowaniu korzystnych warunków środowiska wewnętrznego oraz pozytywnie wpływają na zmniejszenie zużycia energii do chłodzenia w budynku. Regulację ilości światła i dostarczanej energii zapewniają między innymi skrzydła zacięniające, nadwieszona pozioma (łamacze światła), żaluzje czy rolety znajdujące się po wewnętrznej lub zewnętrznej stronie oszklenia [1–4]. Wymagania techniczno-

-użytkowe dotyczące ochrony przed przegrzaniem zostały określone m.in. w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury [5]. O skuteczności ochrony przeciwsłonecznej danego rozwiązania decyduje współczynnik redukcji promieniowania ze względu na zastosowane urządzenia przeciwsłoneczne, którego wartość zależy od koloru, intensywności perforacji czy rodzaju materiału.

Szczelna obudowa zewnętrzna analizowanej szkoły w połączeniu z wysoką izolacyjnością przegród oraz niekorzystnym usytuowaniem budynku względem stron świata mogą stanowić poważne wyzwanie dla



Rys. 1. Szkoła pasywna w Budzowie z zaznaczeniem badanej klasy (po lewej) oraz światłolamcze na elewacji wschodniej (po prawej) (archiwum autorki)



Rys. 2. Zyski solarne dla całego okresu dwumiesięcznego i czterech założonych wariantów (oprac. aut.)

ochrony budynku przed przegrzewaniem. W ramach niniejszego artykułu sprawdzono, w jakim stopniu modyfikacje zastosowanych w szkole systemów osłon zewnętrznych i wewnętrznych warunkują wielkość otrzymanych zysków solarnych latem. Z uwagi na budzącą duże wątpliwości wyjątkowo małą długość łamaczy światła na elewacji wschodniej równą 0,4 m zwiększono ich wysięg do 1,24 m i oceniono zasadność przyjętego rozwiązania. Kolejną modyfikacją dotyczyła wpływu rolet wewnętrznych na ograniczenie zysków solarnych.

Pasywna szkoła podstawowa w Budzowie

Analizowane pomieszczenie o powierzchni ok. 55 m², zorientowane w kierunku wschodnim, znajduje się w dwukondygnacyjnym budynku szkoły zlokalizowanym w Budzowie na Dolnym Śląsku (rys. 1). Niezgodne z rekomendacją obiektów pasywnych The Passive House Institute w Darmstadt usytuowanie szkoły najdłuższą osią wzdłuż linii północ – południe jest konsekwencją niekorzystnego kształtu działki. Głównym materiałem, z którego wykonano ściany, są bloczki siłkatowe o grubości 25 cm ocieplane styropianem o grubości 32 cm. Wartość współczynnika przenikania ścian zewnętrznych, zbieżna z wymogami budownictwa pasywnego, wynosi ok. 0,1 W/m²K [6]. Pomieszczenia po stronie wschodniej i zachodniej szkoły są doświetlone pasmem okien o wymiarach 900 x 1900 mm. Zamontowane okna Aluplast Energeto mają szyby zespolone dwu-

komorowe. Współczynnik przenikania ciepła całego zestawu spełnia warunek $U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, a współczynnik przepuszczalności całkowitej energii słonecznej (SHGC) jest równy 0,63 [6].

Zyski z nasłonecznienia latem mają ograniczyć zewnętrzne nieruchome aluminiowe światłolamace o wysięgu 0,4 m na elewacji wschodniej (rys. 1.) oraz 1,24 m na elewacji zachodniej. Od strony wewnętrznej okna zastosowano dodatkowo rolety zacieniające o parametrach:

- przepuszczalność energii słonecznej osłony – 0,05;
- odbicie energii słonecznej osłony – 0,5.

W programie Design Builder stworzono model całej bryły szkoły w Budzowie. Uwzględniono w nim parametry, struktury i instalacje obiektu oraz harmonogramy przebywania osób. Przeprowadzono symulacje dla okresu dwumiesięcznego 1.05–31.06. Przyjęto następujące warianty symulacji:

- wariant 1.: łamace światła typu Overhangs o wysięgu 0,4 m, rolety zacieniające usytuowane po wewnętrznej stronie okna, zasłanianie w godzinach użytkowania 7.00–15.00, gdy temperatura wewnątrz osiągnie wartość 24°C;
- wariant 2.: łamace światła typu Overhangs o wysięgu 1,24 m, pozostałe założenia jw.;
- wariant 3.: łamace światła typu Overhangs o wysięgu 0,4 m, rolety przez cały czas odsłonięte;
- wariant 4.: łamace światła typu Overhangs o wysięgu 0,4 m, rolety zacienia-

jące usytuowane po wewnętrznej stronie okna, zasłanianie w godzinach użytkowania 7.00–15.00, gdy natężenie promieniowania słonecznego >100 W/m².

Analiza symulacyjna w programie Design Builder

Na rys. 2. zestawiono obliczone zyski solarne w klasie dla założonych czterech wariantów symulacji. W modelowaniu największe wygenerowane w całym okresie dwumiesięcznym zyski solarne równe 750,9 kWh dotyczą oczywistej sytuacji z odsłoniętymi roletami wewnętrznymi i są aż o 37% wyższe w porównaniu z najkorzystniejszą opcją czwartą. Najniższa wartość, równa 473,7 kWh, dotyczy sytuacji, kiedy zasłanianie rolet uzależniono od natężenia promieniowania (wariant 4.). Otrzymany wynik jest rezultatem zasłaniania rolet już od wczesnych godzin rannych w związku z osiągnięciem wymaganego poziomu natężenia 100 W/m².

W przypadku zwiększenia długości łamaczy w modelu 2. suma zysków wynosi 572,9 kWh i jest o 9% niższa w odniesieniu do wariantu 1. Różnica w zyskach solarnych pomiędzy najmniej korzystnym przypadkiem z odsłoniętymi przestonami a wariantem wyjściowym to prawie 16%. Z uwagi na tor przemieszczania się słońca w ciągu dnia oraz jego wysokość w okresie letnim łamace na elewacji wschodniej tylko w bardzo ograniczonym zakresie czasowym redukują dostęp promieniowania. Zorientowanie budynku szkoły najdłuższą osią wzdłuż linii północ – południe powoduje penetrację promieniowania

słonecznego do wnętrza od wczesnych godzin rannych.

Na wielkość otrzymanych pomiędzy wariantami dysproporcji wpływa także rodzaj zastosowanego zespolonego, dwukomorowego zestawu szybowego o współczynniku przepuszczalności całkowitej energii słonecznej (SHGC) równym 0,63. Szyby potrójnie szklonego okna pasywnego są pokryte powłoką niskoemisyjną w celu ograniczenia strat ciepła drogą promieniowania od szyby do otoczenia. To rozwiązanie umożliwia pozyskanie zysków od promieniowania słonecznego i ograniczenia strat ciepła przez okna [7]. Współczynnik przepuszczalności energii określa, jaki ułamek promieniowania słonecznego dociera do wnętrza budynku [8]. Rodzaj oszklenia zastosowany w analizowanej szkole, z relatywnie wysoką wartością tego współczynnika, jest niezbędny do pozyskania zysków solarnych zimą w budynkach pasywnych. W sezonie letnim z kolei może być poważnym utrudnieniem dla ograniczenia niepożądanych wówczas zysków od słońca.

Wnioski

W konsekwencji przeprowadzonych analiz dotyczących wpływu osłon przeciwslonecznych na zyski solarne można stwierdzić:

- Zewnętrzne łamcze światła ograniczają dostęp promieni słonecznych do wnętrza, jednak ich skuteczność jest silnie zależna od pory roku, pory dnia, usytuowania bryły względem stron świata oraz intensywności nasłonecznienia. Światłolamcze skutecznie chronią budynek przed promieniowaniem południowym o wysokim kącie padania, natomiast na elewacji wschodniej, ze względu na niższy kąt padania promieni, w bardzo ograniczonym zakresie redukują zyski solarne latem.
- Trzykrotne zwiększenie wysięgu wspornika na elewacji wschodniej spowodowało zmniejszenie sumy zysków solarnych zaledwie o 9% w stosunku do wariantu wyjściowego. Kąt nachylenia tych osłon jest stały dla całego roku, dlatego wpływ łamczy na wielkość zysków solarnych latem jest nieznaczny. Przeszklenia wschodnie osiąga promieniowanie niższe, wnikające głębiej do wnętrza budynku, co wpływa na otrzymane wyniki.
- Najkorzystniejszą opcją regulacji zacienienia jest uzależnienie zastłania rolet wewnętrznych od natężenia promieniowania. Różnica w zyskach solarnych pomiędzy najmniej korzystnym przypadkiem z odsłoniętymi przesłonami a wariantem, w którym rolety zastłaniają się już od wczesnych godzin rannych w związku z osiągnięciem wymaganego poziomu natężenia, wynosi 37%.
- Wysokie wartości współczynnika przepuszczalności energii słonecznej w pa-

sywnych szkleniach generują niepożądane latem znaczne zyski solarne, z którymi osłony wewnętrzne nie są w stanie sobie dostatecznie poradzić w okresach użytkowych. Umożliwiają one jednak płynną regulację natężenia wpadającego światła, dlatego powinny być uwzględniane w projektowaniu jako prosty sposób zacienienia wnętrza czy ochrony przed oślnieniem.

- Minimalizacja zysków solarnych latem, jako jeden ze sposobów ograniczania przegrzewania w szklonych obiektach pasywnych, jest warunkiem koniecznym do uzyskania odpowiednich warunków mikroklimatu wewnątrz. Jednak osłony przeciwsloneczne dopiero w połączeniu z innymi pasywnymi rozwiązaniami mogą dać oczekiwane rezultaty w kształtowaniu komfortu cieplnego.

Literatura

- [1] Maleki B.A., 2011, Shading: passive cooling and energy conservation in buildings, „International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering”, Issue 9, Vol. 3, pp. 72–79.
- [2] Tymkiewicz J., Koncepcja ochrony przeciwslonecznej jako ważny element projektu elewacji nowoczesnych budynków, Monografia 6/3, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2012.
- [3] Tymkiewicz J., Systemy osłon przeciwslonecznych – wady i zalety różnych rozwiązań, „Czasopismo Techniczne”, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2/2011, s. 214–220.
- [4] Valladares-Rendón L.G., Shang-Lien Lo, 2014, Passive shading strategies to reduce outdoor insolation and indoor cooling loads by using overhang devices on a building, „BUILD SIMUL” 7(6), China, 671–681, DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12273-014-0182-7>.
- [5] Dziennik Ustaw 2017.2285, Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, z dnia 14 listopada 2017 roku.
- [6] Projekt wykonawczy gminnej szkoły podstawowej w Budzowie – Architektura, arch. Bożena Bořca-Tomaszewska z pracowni architektonicznej Bořca-Studio.
- [7] Santamouris M., 2005, Passive Cooling of Buildings, Advances of Solar Energy, ISES, James and James Science Publishers, London.
- [8] Idczak M., Firląg S., 2006, Okna w budynkach pasywnych – funkcje, wymagania, bilans energetyczny, komfort cieplny, „Świat Szkła”, wyd. specjalne: Stolarka budowlana w budownictwie pasywnym i energooszczędnym, nr 7–8 [99], s. 38–45.

DOI: 10.5604/01.3001.0015.2665

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA
Dudzińska Anna, Nowak-Dzieszko Katarzyna, 2021, Rola osłon słonecznych w ograniczaniu zysków solarnych latem w pasywnej szkole podstawowej, „Builder” 10 (291). DOI: 10.5604/01.3001.0015.2665

Streszczenie: W nowo projektowanych budynkach edukacyjnych o radykalnie zmniejszonym zapotrzebowaniu na energię do ogrzewania oraz wysokim oporze cieplnym przegród budynku poszukuje się rozwiązań zapewniających bezpieczne oraz komfortowe warunki dla młodych ludzi. To, co jest niezwykle pożądane zimą (dobra izolacyjność, duże przeszklenia po stronie południowej, wysoka szczelność), latem może stanowić problem w uzyskaniu komfortu cieplnego. Ochrona pomieszczeń przed przegrzewaniem staje się działaniem równie ważnym co zapewnienie odpowiednich warunków użytkowych zimą. Przy użyciu programu symulacyjnego

Design Builder utworzono model szkoły. Sprawdzono, w jakim stopniu modyfikacje zastosowanych w szkole systemów osłon zewnętrznych i wewnętrznych wpłyną na zyski solarne w trakcie wybranych miesięcy wiosenno-letnich. Na podstawie analizy stwierdzono, że zewnętrzne łamcze światła na elewacji wschodniej w bardzo ograniczonym zakresie redukują zyski solarne latem. Z kolei wysokie wartości współczynnika przepuszczalności energii słonecznej w pasywnych szkleniach generują niepożądane latem znaczne zyski solarne, z którymi zastosowane osłony wewnętrzne nie są w stanie sobie dostatecznie poradzić w okresach użytkowych.

Słowa kluczowe: zyski solarne, osłony przeciwsloneczne, pasywna szkoła, Design Builder

Abstract: THE ROLE OF SOLAR SHADING IN REDUCING SOLAR GAINS IN SUMMER IN THE PASSIVE PRIMARY SCHOOL. In newly designed educational buildings with a significantly reduced heating energy demand and the high thermal resistance of building partitions, the solutions should ensure safe and comfortable conditions for young people. What is extremely desirable in winter (good insulation, large glazing on the southern side, high tightness) may be a problem in obtaining thermal comfort during the summer season. The protection of rooms against overheating becomes as important as ensuring appropriate operating conditions in winter. Using the Design Builder simulation program, a model of the school was created. It was checked to what extent the modifications of the internal and external shielding systems used in the school will affect the solar profits during the selected spring and summer months. Based on the analysis, it was found that external light breakers on the eastern façade reduce solar gains in the summer to a very limited extent. On the other hand, high values of the solar energy transmittance coefficient in passive glazing generate significant solar gains undesirable in summer, which cannot be effectively reduced using the internal covers during the usage periods.

Keywords: solar gains, solar shading, passive school, Design Builder