

## WPLYW ZMIANY GEOMETRII I MATERIAŁU WYKOŃCZENIOWEGO OŚCIEŻA NA WARUNKI OŚWIETLENIOWE W POMIESZCZENIU

Eliza SZCZEPAŃSKA-ROSIAK<sup>1</sup>, Justyna WOLAK

<sup>1</sup>Politechnika Łódzka, Katedra Inżynierii Środowiska  
ul. Wólczańska 213 90-924 Łódź, e-mail: eliza.szczepanska@p.lodz.pl

**Streszczenie:** W artykule przeanalizowano wpływ rozwiązań geometrii ościeża otworu okiennego oraz sposobu jego wykończenia na ilość i jakość światła dziennego dostarczonego do wnętrza. Analizę przeprowadzono dla prostokątnego pomieszczenia, w którym grubość ścian zewnętrznych wynosiła 25 cm oraz 50 cm. Wpływ zmiany grubości ściany, ukształtowania i wykończenia ościeża na jakość środowiska świetlnego określono na podstawie współczynników DA, DF oraz UDI, wyznaczonych przy użyciu programu komputerowego Daysim. Jak wynika z przedstawionych rezultatów obliczeń odpowiedniemu ukształtowaniu ościeży i użyciu materiałów o wysokiej połyskliwości towarzyszy zwiększenie dostępności promieniowania słonecznego we wnętrzu.

**Słowa kluczowe:** Komfort wizualny, ościeże, przegroda zewnętrzna, DF, DA, UDI

### 1. WSTĘP

Na ilość promieniowania słonecznego docierającego do budynku wpływa przede wszystkim kontekst urbanistyczny, w jakim się on znajduje. Dodatkowo rzeźba terenu, architektura budynków i przeszkody zmniejszające dopływ światła oraz czynniki warunkujące wpływ światła odbitego mają istotny wpływ na jakość środowiska świetlnego. Zapewnienie odpowiedniej ilości światła dziennego oraz komfortu wizualnego w obiektach, silnie wiąże się także z odpowiednim zaprojektowaniem wnętrz architektonicznych, głębokości pomieszczenia i jego proporcji oraz należytym doбором nie tylko wielkości, rodzaju i umiejscowienie otworów okiennych, lecz również odpowiedniego doboru ich kształtu czy wzniesienia nad poziom podłogi.

Ocena warunków oświetleniowych jak i możliwości efektywnego wykorzystania światła dziennego do oświetlenia wnętrz dokonywana jest na różnych etapach projektowania budynków, ale także w trakcie jego

eksploatacji [1, 2]. W fazie projektowej dokonuje się jej najczęściej za pomocą obliczeń komputerowych. Niestety w wielu analizach oświetleniowych często nie uwzględnia się możliwości poprawy komfortu wizualnego poprzez zmianę grubości przegrody, w którym zostało osadzone okno a wręcz pomija się wpływ ukształtowania geometrycznego ościeży oraz sposobu jego wykończenia. Szeroko poruszane są natomiast różne systemy doświetlania wnętrz jak półki świetlne, systemy żaluzji i rolet czy paneli pryzmatycznych [3, 4].

### 2. METODA OCENY OŚWIETLENIA WNĘTRZA

Oświetlenie pomieszczeń ma istotny wpływ na wygodę widzenia, aktywność psychofizyczną człowieka oraz precyzję, szybkość i wysiłek potrzebne do wykonania określonego zadania. Uwzględnienie potrzeb związanych z tworzeniem odpowiednich parametrów otoczenia świetlnego (przy konkretnych uwarunkowaniach wewnętrznych) z wystąpieniem wygody widzenia, wydolności wzrokowej jak i zapewnieniem bezpieczeństwa, wiąże się z przyjęciem wymagań dotyczących przede wszystkim natężenia i równomierności oświetlenia. Jakość i ilość światła dziennego we wnętrzu ocenia się także na podstawie luminancji, temperatury barwowej, wskaźnika oddawania barw czy współczynników jak DF, UDI, DSP czy DA. W pracy przeanalizowano wpływ zmiany grubości przegrody, ukształtowania i sposobu wykończenia ościeży na jakość środowiska świetlnego określonego na podstawie parametrów, uzyskanych z symulacji komputerowych, takich jak [5, 6]:

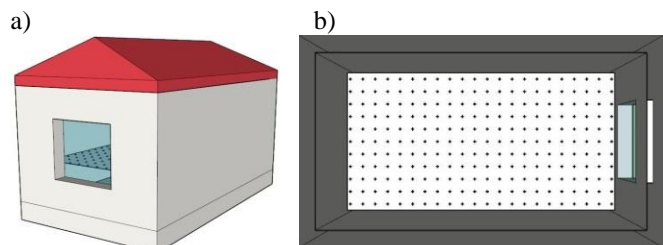
- DF (Daylight Factor) – wskaźnik wyrażony w procentach i będący miarą względnego natężenia oświetlenia dziennego w analizowanym punkcie pomieszczenia.

- DA (Daylight Autonomy) – wskaźnik określany dla okresu całego roku, powszechnie zwany "dynamicznym wskaźnikiem dziennym" i reprezentowany, jako procent godzin w roku gdzie został osiągnięty minimalny-wymagany poziom natężenia na płaszczyźnie roboczej jedynie przy udziale światła dziennego. Zazwyczaj do wyznaczenia tego parametru bierze się tylko pod uwagę godziny użytkowania pomieszczenia.
- UDI (Useful Daylight Illuminance) – wskaźnik, który jest modyfikacją współczynnika DA. Określa on procent czasu w roku, gdy na powierzchni osiągnięto natężenie światła dziennego z użytecznego przedziału natężenia oświetlenia  $E = 100-2000$  lux, przyjmując tym samym, że poziomy poza tym zakresem nie są użyteczne (zbyt niskie, gdy  $E < 100$  lux lub zbyt wysokie, gdy  $E > 2000$  lux).

### 3. WARUNKI BRZEGOWE

Obliczenia wykonano programem DAYSIM, który bazuje na oprogramowaniu RADIANCE. Symulacje przeprowadzono dla prostokątnego pomieszczenia o szerokości 2,6 m głębokości 4,2 m oraz wysokości 2,6 m, dla typowego roku meteorologicznego.

Wewnętrzne powierzchnie ścian i sufitu zdefiniowano jako białą farbę o współczynniku odbicia 0,8 a podłogę jako matową powierzchnię (współczynnik odbicia 0,6) o szarej barwie. Okno, o wymiarach 1,2 m na 1,2 m umieszczono na krótszej elewacji centralnie w osi pionowej. Wysokość dolnej krawędzi otworu okiennego nad powierzchnię podłogi przyjęto równą 0,6 m (Rys. 1a). Przeszklenie stanowił układ trójszybowy o współczynniku przepuszczalności promieniowania słonecznego wynoszącym 0,65. Płaszczyznę roboczą zdefiniowano na wysokości 0,85 m (Rys. 1b). Dodatkowo przyjęto wymagany poziom natężenia oświetlenia na płaszczyźnie roboczej równy 300 lx.



Rys. 1. Widok a) analizowanego pomieszczenia, b) siatki pomiarowej

Fig. 1. View of a) analysed room, b) measuring grid

Przeanalizowano dwie grubości przegrody zewnętrznej 25 cm i 50 cm, dla których przyjęto dwa rozwiązania materiałowe (Tabela 1): białą farbę i powierzchnię lustrzaną. Dodatkowo wzięto pod uwagę trzy kąty nachylenia powierzchni ościeży: 45, 90 oraz 22,5 stopnia (Tabela 2). Symulacje wykonano dla czterech orientacji względem stron świata: północ, południe wschód oraz zachód.

Tabela 1. Parametry materiału ościeża i jego wizualizacja.  
Table 1. Parameters of jamb material and its visualization.









Biała farba	Powierzchnia lustrzana
	
Współczynnik odbicia RGB: 0,8 0,8 0,8 Odbicie zwierciadlane: 0 Chropowatość: 0	Współczynnik odbicia RGB: 0,8 0,8 0,8 Odbicie zwierciadlane: 1 Chropowatość: 0

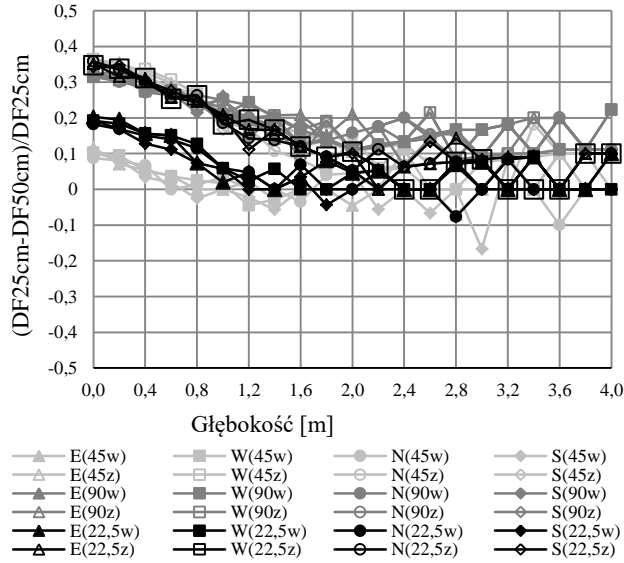
Tabela 2. Schemat ukształtowania geometrii ościeża.  
Table 2. Scheme of jambs shape and geometry.

Kąt nachylenia ościeża	Lokalizacja przeszklenia			
	Od strony wewnętrznej		Od strony zewnętrznej	
	schemat	nazwa	schemat	nazwa
45°		45° W		45° Z
90°		90° W		90° Z
22,5°		22,5° W		22,5° Z

### 4. ANALIZA WYNIKÓW

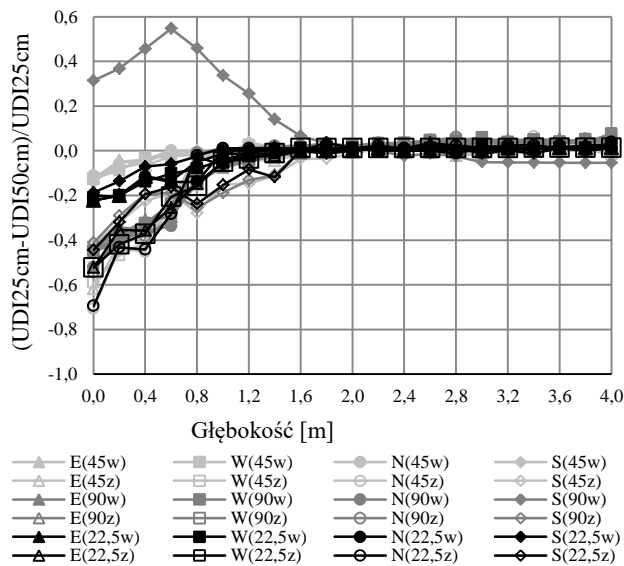
Na rysunkach 2-5 przedstawiono różnice wartości współczynnik DF, UDI 100-2000 wynikające ze zmiany grubości przegrody dla ościeża o powierzchni lustrzanej i wykończonego białą farbą. Dla wszystkich rozpatrywanych geometrii i orientacji względem stron świata, zwiększenie grubości powoduje spadek wartości współczynnika DF do głębokości 1,2 m (Rys. 2 i Rys. 4). Dla obu materiałów wykończeniowych największe różnice (sięgające 0,4) odnotowano w strefie przyokiennej dla ukształtowania ościeża 22,5°Z. W przypadku białej farby zbliżone wartości zaobserwowano także dla ościeży o kącie nachylenia 90 stopni oraz geometrii 45°Z. Najmniejszy spadek wartości współczynnika, bez względu na materiał, występuje dla ukształtowania ościeży 45°Z. Wpływ zwiększenia grubości przegrody maleje z głębokością jedynie dla powierzchni typu biała farba. Dla ościeży

z powłoką lustrzaną, w obszarach oddalonych od otworu okiennego odnotowuje się znaczne fluktuacje parametru DF - dla kąta 90 stopni obserwuje się duży wzrost wartości



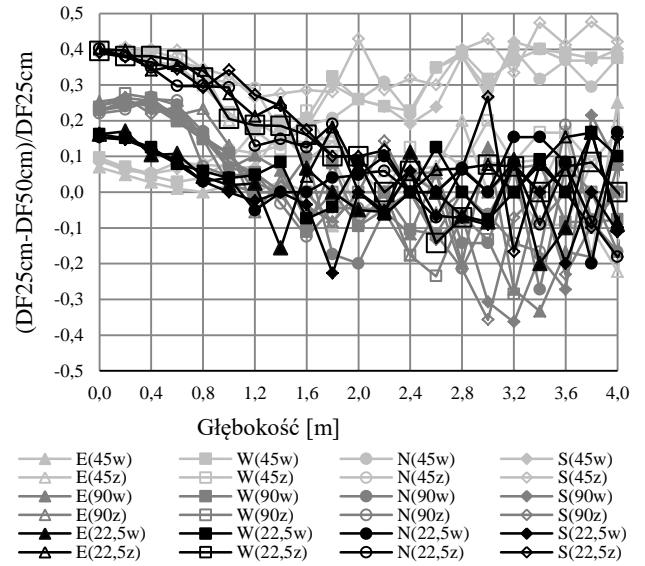
Rys. 2. Rozkład różnic DF po głębokości pomieszczenia pomiędzy grubością ściany 25 cm i 50 cm dla różnej orientacji okna i geometrii ościeża pomalowanego białą farbą.

Fig. 2. Distribution of DF differences along the room depth between 25 cm and 50 cm wall thickness for different window orientation and shape of white painted jamb



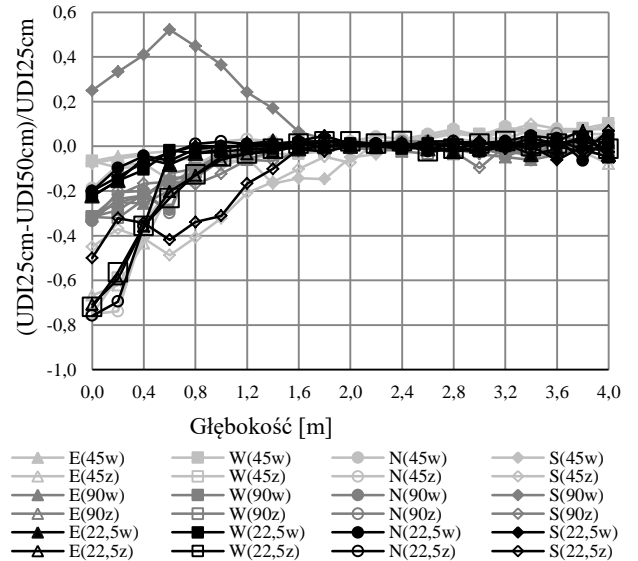
Rys. 3. Rozkład różnic UDI 100-2000 po głębokości pomieszczenia pomiędzy grubością ściany 25 cm i 50 cm dla różnej orientacji okna i geometrii ościeża pomalowanego białą farbą.

Fig. 3. Distribution of UDI 100-2000 differences along the room depth between 25 cm and 50 cm wall thickness for different window orientation and shape of white painted jamb



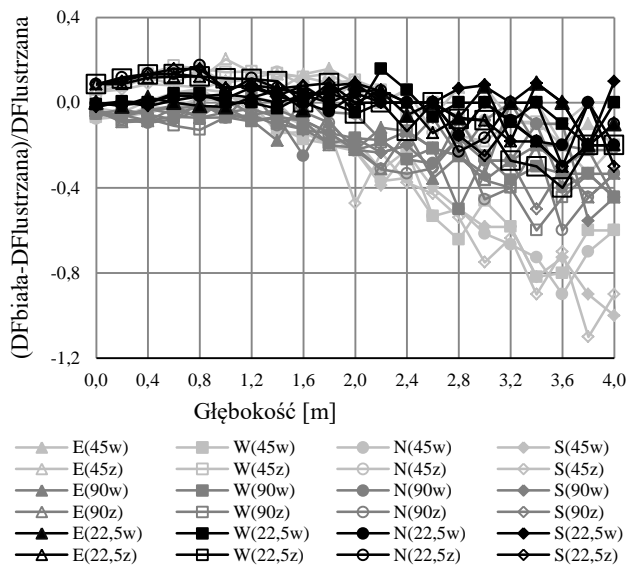
Rys. 4. Rozkład różnic DF po głębokości pomieszczenia pomiędzy grubością ściany 25 cm i 50 cm dla różnej orientacji okna i geometrii ościeża wykończonego powłoką lustrzaną.

Fig. 4. Distribution of DF differences along the room depth between 25 cm and 50 cm wall thickness for different window orientation and shape of mirror coating jamb



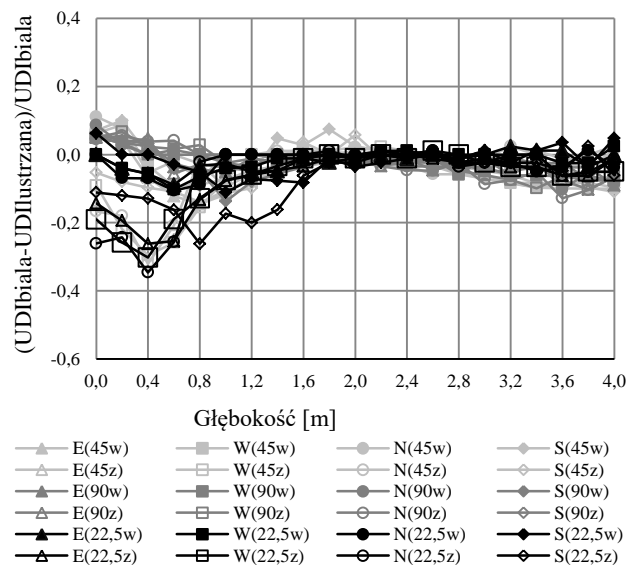
Rys. 5. Rozkład różnic UDI 100-2000 po głębokości pomieszczenia pomiędzy grubością ściany 25 cm i 50 cm dla różnej orientacji okna i geometrii ościeża wykończonego powłoką lustrzaną.

Fig. 5. Distribution of UDI 100-2000 differences along the room depth between 25 cm and 50 cm wall thickness for different window orientation and shape of mirror coating jamb



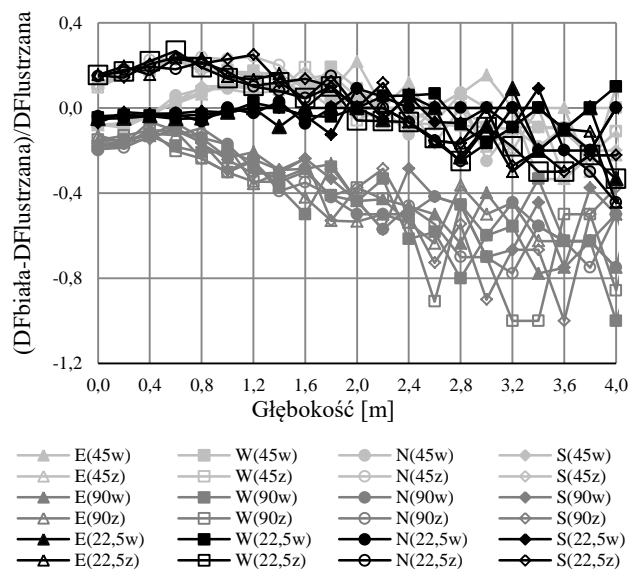
Rys. 6. Rozkład różnic DF po głębokości pomieszczenia dla zmiany materiału ościeża - różna orientacja i geometria ościeża w ścianie 25 cm.

Fig. 6. Distribution of DF differences along the room depth for jamb materials changing - different orientation and geometry of window for wall 25 cm.



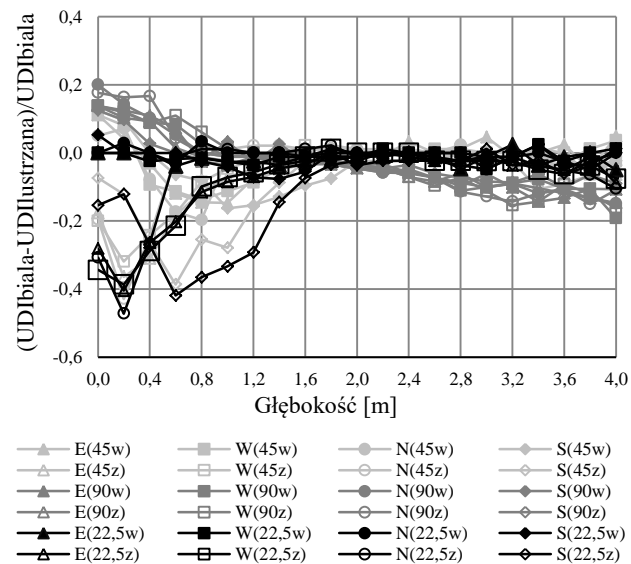
Rys. 8. Rozkład różnic DF po głębokości pomieszczenia dla zmiany materiału ościeża - różna orientacja i geometria ościeża w ścianie 50 cm.

Fig. 8. Distribution of DF differences along the room depth for jamb materials changing - different orientation and geometry of window for wall 50 cm.



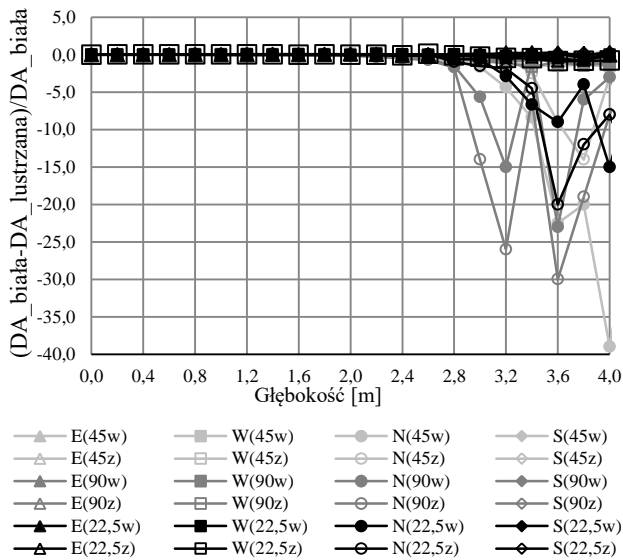
Rys. 7. Rozkład różnic UDI 100-2000 po głębokości pomieszczenia dla zmiany materiału ościeża - różna orientacja i geometria ościeża w ścianie 25 cm.

Fig. 7. Distribution of UDI 100-2000 differences along the room depth for jamb materials changing - different orientation and geometry of window for wall 25 cm.



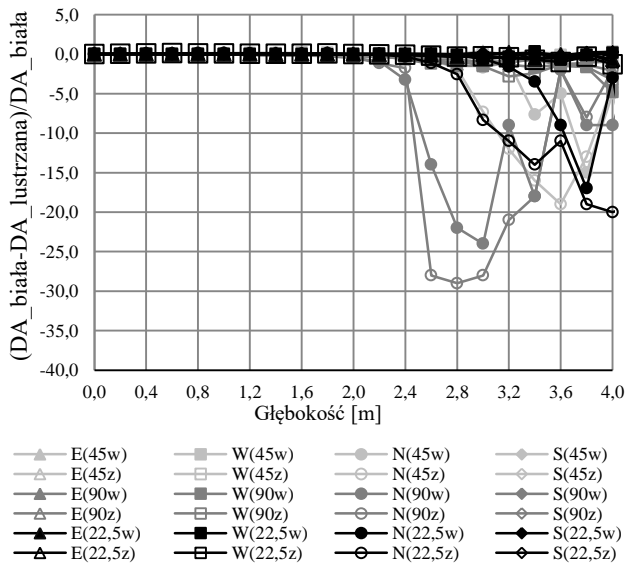
Rys. 9. Rozkład różnic UDI 100-2000 po głębokości dla zmiany materiału ościeża - różna orientacja i geometria ościeża w ścianie 50 cm.

Fig. 9. Distribution of UDI 100-2000 differences along the depth for jamb materials changing - different orientation and geometry of window for wall 50 cm.



Rys. 10. Rozkład różnic DA po głębokości pomieszczenia dla zmiany materiału ościeża - różna orientacja i geometria ościeża w ścianie 25 cm.

Fig. 10. Distribution of DA differences along the room depth for jamb materials changing - different orientation and geometry of window for wall 25 cm.



Rys. 11. Rozkład różnic DA po głębokości pomieszczenia dla zmiany materiału ościeża - różna orientacja i geometria ościeża w ścianie 50 cm.

Fig. 11. Distribution of DA differences along the room depth for jamb materials changing - different orientation and geometry of window for wall 50 cm.

Tabela 3. Rozkład przestrzenny UDI 100-2000 dla różnych orientacji ościeża o geometrii 45°w usytuowanego w ścianie 25 cm  
Table 3. Spatial distribution of UDI 100-2000 for geometry 45°W located in 25 cm thicknesses wall.

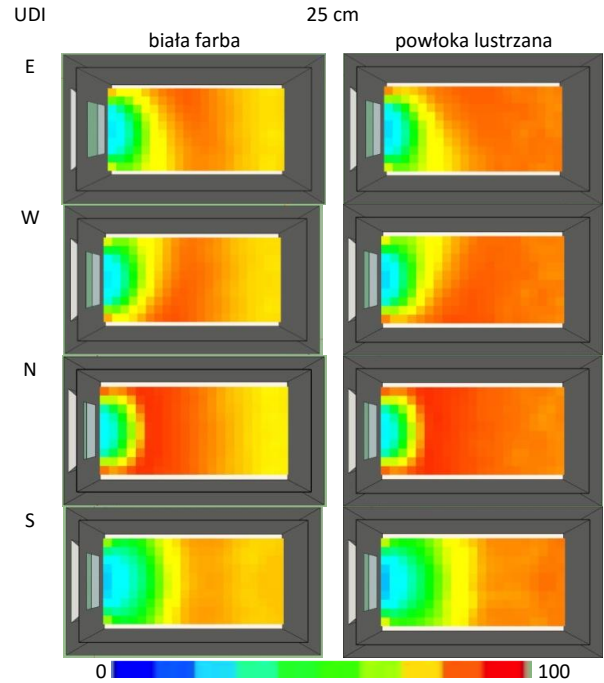
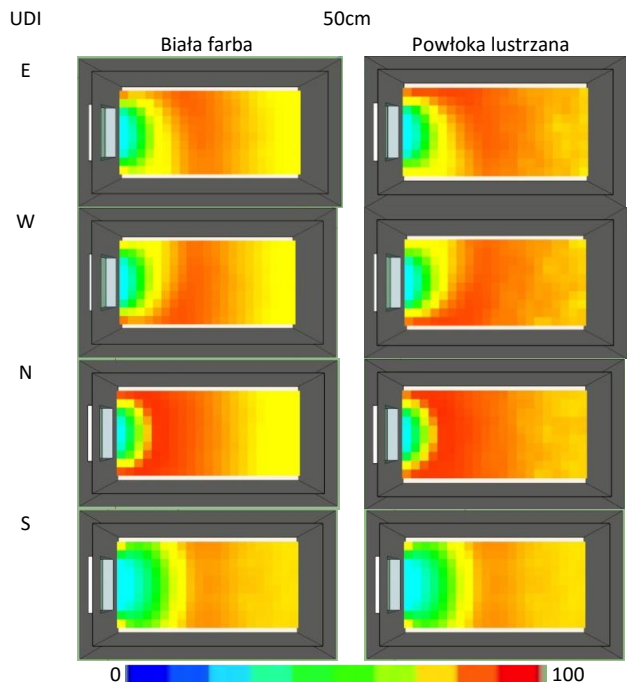


Tabela 4. Rozkład przestrzenny współczynnika UDI 100-2000 dla różnych orientacji ościeża o geometrii 45°w w ścianie 50 cm.  
Table 4. Spatial distribution of UDI 100-2000 for geometry 45°W located in 50 cm thicknesses wall.



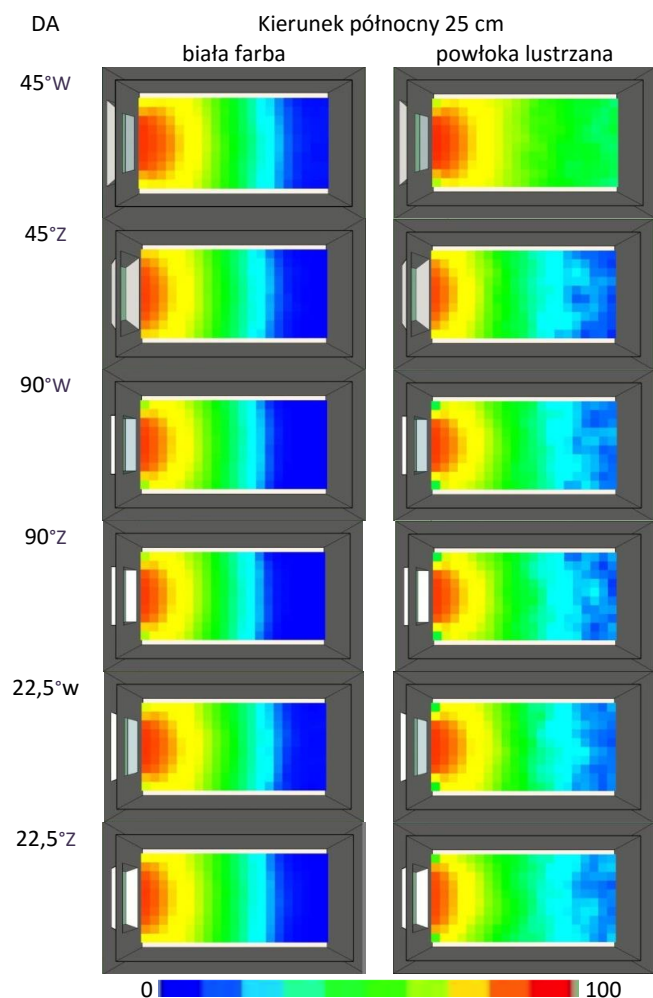
współczynnika (Rys. 4) a w przypadku geometrii 45°W jego czterokrotny spadek w porównaniu do strefy przyokiennej.

Wpływ zmiany grubości przegrody na jakość środowiska świetlnego potwierdzają również różnice wartości parametru UDI 100-2000 (Rys. 3 i Rys. 5). Wpływ ten jest istotny zwłaszcza na niewielkich głębokościach (do 1,2 m) – obserwuje się jego wzrost, z wyjątkiem przypadku 90°W dla orientacji południowej. Dla obu materiałów charakter poszczególnych krzywych jest zbliżony, a największe różnice odnotowano dla ościeża 22,5°Z.

Na ilość światła dziennego w pomieszczeniu wpływa również materiał z jakiego wykonano ościeże okna. Na rysunkach 6-11 przedstawiono różnice współczynników DF, UDI 100-2000 oraz DA pomiędzy wykończeniem białą farbą a powierzchnią lustrzaną. W analizie uwzględniono

Tabela 5. Rozkład przestrzenny współczynnika DA dla różnych geometrii i sposobu wykończenia ościeża w ścianie 50 cm.

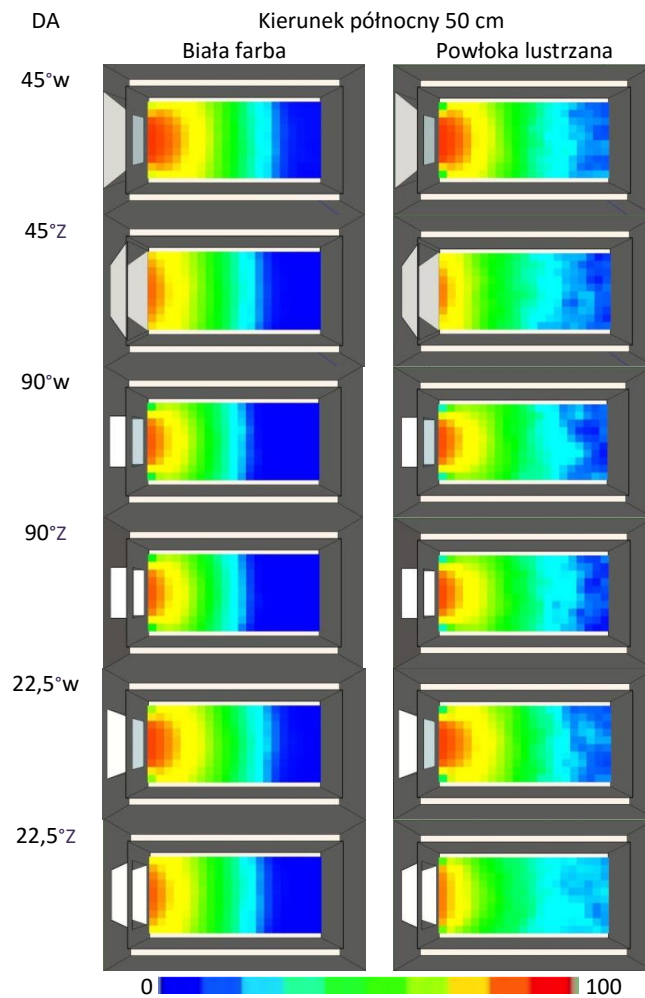
Table 5. Spatial distribution of DA for different geometry and kind of material of jamb located in 50 cm thicknesses wall.



ponownie różną geometrię okna oraz orientacje względem stron świata. W przypadku ściany o grubości 25 cm zmiana materiału ma niewielki wpływ na wartość współczynnika DF wyłącznie do głębokości 1,2 m. Wraz ze wzrostem odległości od okna obserwuje się wzrost wartości DF, zwłaszcza dla przypadków S45°Z oraz 45°W dla kierunków W oraz N. Najmniejszy wpływ odnotowano dla ukształtowania ościeży pod kątem 22,5 stopnia. W przypadku ściany 50 cm charakterystyka krzywych jest zbliżona (wraz ze wzrostem głębokości obserwuje się wzrost różnic). Dla tego przypadku największe rozbieżności wystąpiły dla ościeża pod kątem 90 stopni – znaczny wzrost wartości współczynnika DF występuje już powyżej 1,2 m. Największe spadki odnotowano zaś dla przypadku nachylenia pod kątem 22,5.

Tabela 6. Rozkład przestrzenny współczynnika DA dla różnych geometrii i sposobu wykończenia ościeża w ścianie 50 cm.

Table 6. Spatial distribution of DA for different geometry and kind of material of jamb located in 50 cm thicknesses wall.

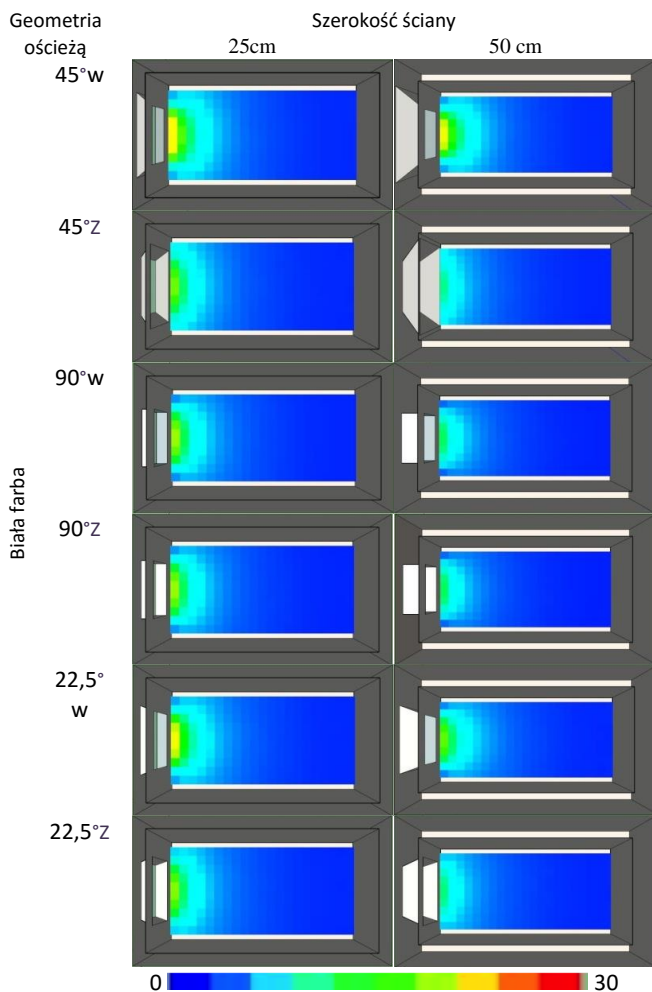




Znaczne różnice parametru UDI100-2000, uzyskane dla powierzchni białej farby oraz lustrzanej, potwierdzają konieczność uwzględnianie rodzaju ościeża w symulacjach oświetlenia. Wzrost wartości współczynnika UDI jest szczególnie widoczny w strefie przyokiennej (Tabela 3 i 4). Do głębokości 1,4 w przypadku ściany 25 cm, prawie dla wszystkich przypadków, odnotowano wzrost wartości tego współczynnika (Rys. 7). Dla ściany o grubości 50 cm zaobserwowano spadek wartości parametru w strefie 0,5 m od okna jak również jego wzrost powyżej głębokości 2,2 m dla przypadku geometrii 90 (Rys. 9). Największy wpływ ukształtowania otworu okiennego odnotowano dla współczynnika DA (Rys. 10 i 11). Dla orientacji północnej zmiana powierzchni na lustrzaną w znacznym stopniu poprawia jakość środowiska świetlnego na głębokościach powyżej 2,4 m. Poprawa ta obserwowana jest zarówno w przypadku ściany o grubości 25 cm jak i grubości 50 cm.

Tabela 7. Rozkład przestrzenny DF dla różnych geometrii ościeża, pomalowanego białą farbą.

Table 7. Spatial distribution of DF for different geometry of white jamb.



Potwierdzają to rozkłady przestrzenne parametru DA (Tabela 5 i 6) i rozkłady różnic po głębokości na rysunkach 10 i 11. W pozostałych analizowanych przypadkach zmiana materiału ma pomijalny efekt na wartość współczynnika DA. Rozpatrując ukształtowanie geometrii ościeża najmniej korzystnym przypadkiem są 45°Z i 22,5°Z, zwłaszcza dla ściany o grubości 50 cm. Rozwiązania te charakteryzują się najmniejszymi wartościami parametru DF (Tabela 7 i 8) oraz DA (Tabela 5 i 6) w strefie przyokiennej. Rozpatrując roczne wartości parametrów najlepszą geometrią ościeża charakteryzuje się przypadek 45°W. Geometria 45°Z zapewniła najskuteczniejszą ochronę przed oślepieniem – najmniejsze wartości parametru UDI>2000. Rozwiązanie to cechują także najwyższe (najbardziej korzystne) wartości parametru UDI 100-2000. Biorąc pod uwagę minimalizację strefy o UDI<100 najlepszym okazał się przypadek 45°W. Dla tej geometrii uzyskano także najwyższe wartości

Tabela 8. Rozkład przestrzenny współczynnika DF dla różnych geometrii ościeża o powłoce lustrzanej.

Table 8. Spatial distribution of DF for different geometry of mirror jamb.

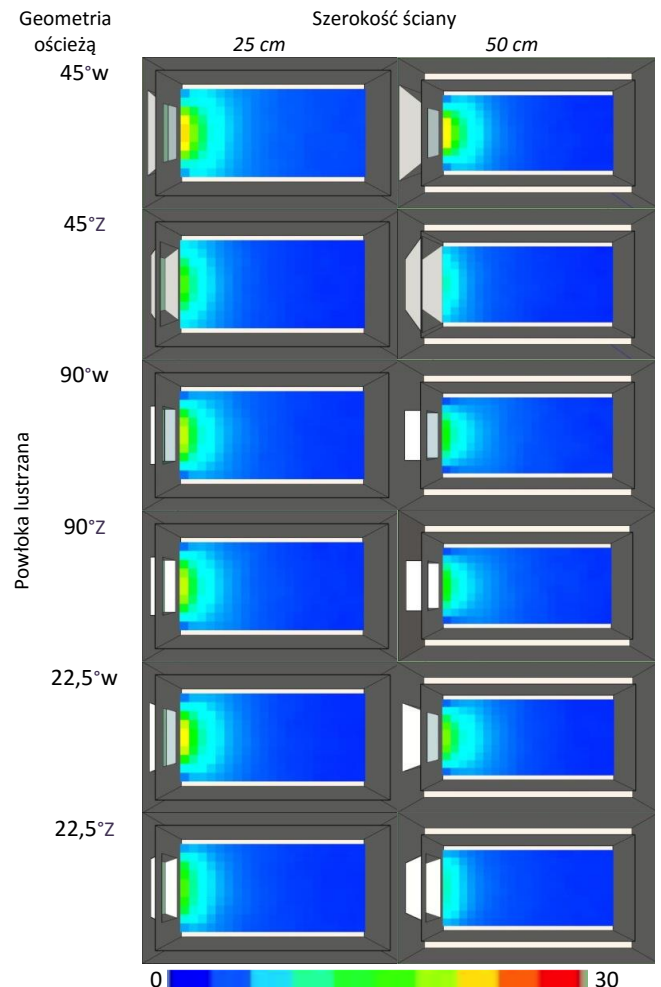


Tabela 9. Roczne wartości parametrów dla różnych orientacji i geometrii ościeża typu lustrzanego w ścianie 25 cm i 50 cm – orientacja wschodnia i zachodnia.

Table 9. The annual parameters values for different orientation and geometry of mirror jamb on the wall 25 cm and 50 cm – East and West orientation.

Powłoka lustrzana		WSCHÓD					ZACHÓD				
		DF [%]	UDI <sub>100-2000</sub> [%]	DA [%]	UDI <sub>&lt;100</sub> [%]	UDI <sub>&gt;2000</sub> [%]	DF [%]	UDI <sub>100-2000</sub> [%]	DA [%]	UDI <sub>&lt;100</sub> [%]	UDI <sub>&gt;2000</sub> [%]
grubość ściany - 25 cm	90°W	<b>50</b>	0	15-96	22	78	44	0	12-96	22	78
	90°Z	52	0	14-96	23	<b>77</b>	43	<b>1</b>	9-96	24	<b>75</b>
	45°W	48	0	18-96	<b>20</b>	80	<b>50</b>	0	15-96	<b>20</b>	80
	45°Z	42	<b>2</b>	18-96	21	<b>77</b>	45	<b>1</b>	13-96	22	77
	22,5°W	48	0	16-96	<b>20</b>	80	<b>50</b>	0	13-96	21	79
	22,5°Z	43	1	17-96	22	<b>77</b>	45	<b>1</b>	14-96	21	78
grubość ściany - 50 cm	90°W	<b>52</b>	4	10-94	26	70	38	3	6-94	27	69
	90°Z	<b>52</b>	3	8-94	28	70	36	4	6-94	27	70
	45°W	45	1	18-96	<b>19</b>	80	<b>50</b>	0	12-96	<b>21</b>	79
	45°Z	36	<b>11</b>	14-94	24	<b>65</b>	41	<b>12</b>	11-94	24	64
	22,5°W	47	1	13-96	23	76	48	1	10-96	23	76
	22,5°Z	37	<b>11</b>	15-94	22	67	41	11	13-94	22	<b>67</b>

Tabela 10. Roczne wartości parametrów dla różnych orientacji i geometrii ościeża typu lustrzanego w ścianie 25 cm i 50 cm – orientacja północ i południe.

Table 10. The annual parameters values for different orientation and geometry of mirror jamb on the wall 25 cm and 50 cm – North and South orientation.

Powłoka lustrzana		PÓLNOC					POŁUDNIE				
		DF [%]	UDI <sub>100-2000</sub> [%]	DA [%]	UDI <sub>&lt;100</sub> [%]	UDI <sub>&gt;2000</sub> [%]	DF [%]	UDI <sub>100-2000</sub> [%]	DA [%]	UDI <sub>&lt;100</sub> [%]	UDI <sub>&gt;2000</sub> [%]
grubość ściany - 25 cm	90°W	51	0	15-96	22	78	44	0	12-96	22	78
	90°Z	50	0	14-96	23	<b>77</b>	43	<b>1</b>	9-96	24	<b>75</b>
	45°W	<b>69</b>	0	18-96	<b>20</b>	80	<b>50</b>	0	15-96	<b>20</b>	80
	45°Z	42	<b>2</b>	18-96	21	<b>77</b>	45	<b>1</b>	13-96	22	77
	22,5°W	48	0	16-96	<b>20</b>	80	<b>50</b>	0	13-96	21	79
	22,5°Z	43	1	17-96	22	<b>77</b>	45	<b>1</b>	14-96	21	78
grubość ściany - 50 cm	90°W	<b>50</b>	4	10-94	26	70	38	3	6-94	27	69
	90°Z	<b>50</b>	3	8-94	28	70	36	4	6-94	27	70
	45°W	47	1	18-96	<b>19</b>	80	<b>50</b>	0	12-96	<b>21</b>	79
	45°Z	36	<b>11</b>	14-94	24	<b>65</b>	41	<b>12</b>	11-94	24	64
	22,5°W	48	1	13-96	23	76	48	1	10-96	23	76
	22,5°Z	36	<b>11</b>	15-94	22	67	41	11	13-94	22	<b>67</b>

Tabela 11. Roczne wartości parametrów dla różnych orientacji i geometrii ościeża typu biała farba w ścianie 25 cm i 50 cm – orientacja wschodnia i zachodnia.

Table 11 The annual parameters values for different orientation and geometry of white paint jamb on the wall 25 cm and 50 cm – East and West orientation.

Biała farba		WSCHÓD					ZACHÓD				
		DF [%]	UDI <sub>100-2000</sub> [%]	DA [%]	UDI <sub>&lt;100</sub> [%]	UDI <sub>&gt;2000</sub> [%]	DF [%]	UDI <sub>100-2000</sub> [%]	DA [%]	UDI <sub>&lt;100</sub> [%]	UDI <sub>&gt;2000</sub> [%]
grubość ściany - 25 cm	90°W	44	0	15-96	22	78	44	0	12-96	22	78
	90°Z	43	0	14-96	23	<b>77</b>	43	1	9-96	24	<b>75</b>
	45°W	<b>50</b>	0	18-96	<b>20</b>	80	<b>50</b>	0	15-96	<b>20</b>	80
	45°Z	45	<b>2</b>	18-96	21	<b>77</b>	45	<b>1</b>	13-96	22	77
	22,5°W	<b>50</b>	0	16-96	<b>20</b>	80	<b>50</b>	0	13-96	21	79
	22,5°Z	45	1	17-96	22	<b>77</b>	45	<b>1</b>	14-96	21	78
grubość ściany - 50 cm	90°W	37	4	10-94	26	70	38	3	6-94	27	69
	90°Z	36	3	8-94	28	70	36	4	6-94	27	70
	45°W	<b>50</b>	1	18-96	<b>19</b>	80	<b>50</b>	0	12-96	<b>21</b>	79
	45°Z	41	<b>11</b>	14-94	24	<b>65</b>	41	<b>12</b>	11-94	24	64
	22,5°W	48	1	13-96	23	76	48	1	10-96	23	76
	22,5°Z	41	<b>11</b>	15-94	22	67	41	11	13-94	22	<b>67</b>

Tabela 12. Roczne wartości parametrów dla różnych orientacji i geometrii ościeża typu biała farba w ścianie 25 cm i 50 cm – orientacja północ i południe.

Table 12 The annual parameters values for different orientation and geometry of white paint jamb on the wall 25 cm and 50 cm – North and South orientation.

Biała farba		PÓLNOC					POŁUDNIE				
		DF [%]	UDI <sub>100-2000</sub> [%]	DA [%]	UDI <sub>&lt;100</sub> [%]	UDI <sub>&gt;2000</sub> [%]	DF [%]	UDI <sub>100-2000</sub> [%]	DA [%]	UDI <sub>&lt;100</sub> [%]	UDI <sub>&gt;2000</sub> [%]
grubość ściany - 25 cm	90°W	44	1	0-96	24	75	44	0	38-96	20	<b>80</b>
	90°Z	43	1	0-96	24	75	43	0	38-96	20	<b>80</b>
	45°W	<b>50</b>	0	1-96	<b>20</b>	79	<b>50</b>	0	39-96	19	81
	45°Z	45	<b>3</b>	0-96	23	<b>74</b>	45	1	39-96	20	<b>80</b>
	22,5°W	<b>50</b>	0	0-96	22	78	49	0	41-96	<b>17</b>	83
	22,5°Z	45	2	0-96	23	75	45	<b>2</b>	41-96	18	<b>80</b>
grubość ściany - 50 cm	90°W	37	9	0-94	28	<b>63</b>	37	3	28-95	23	74
	90°Z	36	8	0-94	28	64	37	3	28-95	23	74
	45°W	<b>50</b>	0	0-96	<b>22</b>	77	<b>50</b>	0	41-96	<b>17</b>	82
	45°Z	41	<b>18</b>	0-93	25	57	41	<b>8</b>	38-94	20	<b>72</b>
	22,5°W	48	4	0-95	<b>22</b>	74	47	3	39-96	18	79
	22,5°Z	41	17	0-94	24	60	41	7	38-94	20	73



współczynnika DF, w przypadku białej farby. Dla powierzchni lustrzanej pod tym względem lepszym rozwiązaniem stanowiło tradycyjne ukształtowanie ościeża. W tabelach 9-12 przedstawiono wytłuszczonym drukiem rozwiązania ukształtowania i wykończenia ościeża najbardziej korzystne ze względu na jakość środowiska świetlnego.

## 5. WNIOSKI

Dostępność światła dziennego w pomieszczeniu jest zależna od wielu parametrów zewnętrznych i wewnętrznych. Przeprowadzone analizy potwierdzają konieczność uwzględniania ukształtowania nie tylko samego otworu okiennego, ale również jego ościeża w kreowaniu odpowiedniego środowiska świetlnego. Zmiana kąta ościeża z tradycyjnego 90 stopni na 45 czy 22,5 stopnie zwiększa ilość promieniowania docierającego do wnętrza przy jednoczesnym zachowaniu tej samej powierzchni przeszklenia. Istotnym parametrem, dzięki któremu możemy wpłynąć na poprawę komfortu wizualnego, jest także wpływ sposobu jego wykończenia. Dzięki zastosowaniu materiałów o dużej połyskliwości możemy poprawić parametry oświetleniowe zwłaszcza dla przegród o większej grubości. Zwiększeniu dostępności promieniowania słonecznego we wnętrzu, dla tego typu rozwiązań, będzie dodatkowo towarzyszył brak zwiększenia strat ciepła przez przegrody przezroczyste.

### THE IMPACT OF DIFFERENT GEOMETRY AND FINISHING MATERIAL OF JAMBS ON INDOOR LIGHT CONDITION

**Summary:** The paper presents analyzes of the effect of different window jamb geometry and its finish material on the quantity and quality of daylight entering into the building interior. The study has been carried out for rectangular space, where its outer wall thickness was 25 cm and 50 cm accordingly. Effect of changes in wall thickness, the shape and the jamb finish material on the daylight quality was determined based on a following factors DA, DF, and UDI. Analyses were done using Daysim software. As follows from the results of calculations, proper shaping of the jamb and using of high gloss materials is accompanied by increasing availability of sunlight in the interior.

#### Literatura

- [1] Baker N., Steemers K.: *Daylight Design of Buildings. A Handbook for Architects and Engineers*, James&James, Earthscan, 2002
- [2] Heim D., Klemm P., Narowski P., Szczepańska E.: *Komputerowa analiza oświetlenia dziennego i ocena parametrów komfortu wizualnego w pomieszczeniach*. (red. D. Heim) Wydawca: Katedra Fizyki Budowli i Materiałów Budowlanych, Politechnika Łódzka, 2007.

- [3] Arnesen H., Kolås T., Matusiak B.: *A guide to daylighting and solar shading systems at high latitude*. ZEB Project report 3 - 2011, SINTEF Academic Press
- [4] Park D., Kim P., Alvarenga J, Jin K., Aizenberg J., Bechthold M.: *Dynamic daylight control system implementing thin cast arrays of polydimethylsiloxane-based millimeter-scale transparent louvers*. Building and Environment 82 (2014) pp. 87-96
- [5] Hensen J. L., Lamberts R.: *Building Performance Simulation for Design and Operation*, Spon Press, 2011
- [6] Hootman T.: *Net Zero Energy Design: A Guide for Commercial Architecture*, Wiley; 1st edition, 2012