

Porównawcza ocena spełnienia PN-EN 17037+A1:2022-02 – standardów światła dziennego i LEED v4.1 w przykładowym pomieszczeniu



dr hab. inż. arch.
MARCIN BRZEZICKI, PROF. PWR
Wydział Architektury
Politechnika Wrocławska
ORCID: 0000-0002-3901-144X

W artykule przedstawiono wymogi standardów PN-EN 17037+A1:2022-02 i LEED v4.1 służących weryfikacji prawidłowości oświetlenia światłem dziennym. Następnie, metodą Climate-Based Daylight Modelling, przeprowadzono obliczenia wartości natężenia światła E_h w przykładowym pomieszczeniu biurowym o wymiarach szer. 4 m i gł. 8 m. i wys. 3 m, w całości przeszklonym od strony południowej.

Światło dzienne jest nie tylko istotnym elementem kształtowania odpowiednich, zgodnych z wymogami warunków pracy, ale również istotnym elementem wpływającym na mikroklimat wnętrza. Bezpośrednie promieniowanie słoneczne składa się nie tylko ze światła widzialnego (380 do 780 nm), ale również ciepła (promieniowania podczerwonego), które gromadzi się w pomieszczeniu w wyniku występowania tzw. efektu cieplarnianego. Ponieważ we współczesnych budynkach przezroczysta część fasady zajmuje coraz więcej miejsca, ten efekt może w istotny sposób wpływać na bilans cieplny w pomieszczeniu. Ciepło może zostać usunięte mechanicznie, ale nadmierna ilość bezpośredniego promieniowania słonecznego powoduje olśnienie i wystąpienie tzw. dyskomfortu wizualnego, który jest szczególnie dokuczliwy dla użytkowników.

Ograniczenie przenikania bezpośredniego promieniowania słonecznego do wnętrza dokonywane jest przy wykorzystaniu różnego rodzaju systemów regulujących dostęp światła dziennego.

Standardy i metryki oceny światła dziennego

Ograniczenie przenikania bezpośredniego promieniowania słonecznego do wnętrza dokonywane jest przy wykorzystaniu różnego rodzaju systemów regulujących

dostęp światła dziennego: żaluzji, żeber, markiz lub poziomych póltek. Obecnie ocena skuteczności tych rozwiązań dokonywana jest zazwyczaj na drodze przeprowadzenia odpowiednich symulacji komputerowych, w świetle wielu możliwych standardów: obowiązkowych i deklaracyjnych. Na terenie Unii Europejskiej obowiązującym standardem jest norma PN-EN 17037+A1:2022-02 (2022) [1], która – w dużym skrócie – określa minimalne wymogi natężenia światła w pomieszczeniu, stosując metrykę $sDA_{300/50\%}$ (ang. spatial daylight autonomy – przestrzenna autonomia światła dziennego). Wymóg jest spełniony, jeśli natężenie oświetlenia przekracza 300 luksów na 50% i jednocześnie 100 luksów na 95% powierzchni tzw. płaszczyzny roboczej przez ponad połowę godzin ze światłem dziennym w roku (2190 h). Oznacza to, że w wyznaczonym czasie nie jest konieczne korzystanie ze światła sztucznego.

Najczęściej stosowane są standardy np. LEED v4.1 lub BREEAM – zarówno w krajach Unii Europejskiej, jak i poza nimi – których spełnienie nie jest obowiązkowe, ale inwestorzy deklarują ich spełnienie w celu zdobycia najmocniej nieruchomości komercyjnych. Standardy te przyznają określoną liczbę punktów za spełnienie określonych wymogów. Na przykład standard LEED v4.1 [2] określa trzy możliwe sposoby zdobycia punktów (1, 2 lub 3 punkty) za doświetlenie światłem dziennym w kategorii Indoor Environmental

Quality: (i) wykazanie za pomocą symulacji, że metryka $sDA_{300/50\%}$ (podobna jak warunek zawarty w EN 17037) jest spełniona dla 55%, 75% lub 90% powierzchni płaszczyzny roboczej w pomieszczeniu; (ii) wykazanie za pomocą symulacji, że natężenie światła (E_h) na płaszczyźnie roboczej będzie wynosić od 300 do 3000 luksów o godz. 9.00 i o godz. 15.00 w dniu równonocy dla 75% lub 90% powierzchni płaszczyzny roboczej przy symulowaniu światła dziennego przy bezchmurnym nieboskronie, (iii) wykazanie ww. warunku za pomocą pomiarów, których sposób przeprowadzenia standard szczegółowo określa. Porównanie standardów jest utrudnione, ponieważ operują one na różnej liczbie godzin czasu zajętości pomieszczenia.

Dodatkowe metryki

Poza wymogami definiowanymi przez standardy używane są również inne metryki do oceny światła dziennego. Podstawową wykorzystywaną metryką jest $sDA_{300/50\%}$, która została szczegółowo omówiona wcześniej. Jej konstrukcja pozwala wyłącznie na stwierdzenie, czy pomieszczenie spełnia minimalne wymogi. W 2006 r. została wprowadzona do użytku metryka określona jako użyteczne natężenie światła dziennego UDI (ang. usefull daylight illuminance), która określa, przez jaki procent czasu w ciągu roku wartości natężenia światła dziennego E_h mieszczą się w określonych granicach (wykorzystywane są różne progi, autor wykonał obliczenia dla progów 300–3000 luksów). To zdecydowanie lepsze narzędzie, ponieważ definiuje zakres użytecznych wartości natężenia światła. Dodatkowa metryka UDI_{up} lub $E-UDI$ pokazuje procent czasu, kiedy próg 3000 luksów jest przekroczony, co pozwala na ocenę obszarów ew. oświetlenia. Standard LEED v4.1 ogranicza liczbę godzin i powierzchnię płaszczyzny roboczej, która może być wystawiona na działanie bezpośredniego światła słonecznego. Metryka, która to opisuje, nazywa się roczna ekspozycja na słońce, $ASE_{1000,250}$ (ang. annual sunlight exposure) i określa procent powierzchni płaszczyzny roboczej, na której natężenie oświetlenia przekracza 1000 luksów, przez nie więcej niż 250 godz. w roku. Przekroczenie tych 250 godz. na więcej niż 10% powierzchni metryka definiuje jako dodatkowe godziny oświetlenia. Zarówno PN-EN 17037+A1:2022-02, jak i LEED v4.1 definiują również dodatkowe wymogi dotyczące tzw. widoku na zewnątrz, które nie są uwzględnione w niniejszej analizie.

Pytanie badawcze i metoda

Zróznicowanie standardów oceny światła dziennego rodzi pytania, dotyczące tego, w jaki sposób są one spełnione (lub nie) w przykładowych pomieszczeniach biurowych. W niniejszym artykule autor proponuje sprawdzenie spełnienia określonych

Zróznicowanie standardów oceny światła dziennego rodzi pytania, dotyczące tego, w jaki sposób są one spełnione (lub nie) w przykładowych pomieszczeniach biurowych.

standardów światła dziennego, opartych na obliczeniach wartościach natężenia światła E_h dla przykładowego pomieszczenia biurowego o wymiarach szer. 4 m i gł. 8 m., wys. 3 m, wyposażonego w przeszklenie na całej wysokości pomieszczenia. Jako narzędzie regulacji dostępu światła dziennego została przewidziana pozioma półka w wysięgu 1,6 m. Pierwowzorem dla geometrii tego pomieszczenia jest podwójna fasada, w której właściwe przeszklenie pomieszczenia jest wycofane o 1,6 m w stosunku do zewnętrznej płaszczyzny podwójnej fasady. W obliczeniach celowo nie uwzględniono żaluzji regulujących dostęp światła dziennego (istotne było ukazanie, jak metryki będą odwzorowywały obszary oświetlenia).

Obliczenia poziomu natężenia światła dziennego zostały wykonane dla płaszczyzny roboczej na wysokości 0,85 m nad posadzką pomieszczenia testowego, dla 128 wirtualnych sensorów, rozmieszczonych w siatce 8×16 (w rozstawie $0,5 \times 5$ m), dla warunków klimatycznych Wrocławia metodą symulacji komputerowej CBDM (ang. Climate-Based Daylight Modelling), która korzysta z realnych, historycznych danych pogodowych. W symulacji autor wykorzystał silnik obliczeniowy Radiance, który jest współcześnie standardem, zintegrowany z wtyczką Ladybug/Honeybee programu CAD Rhino/Grasshopper. Metoda pracy umożliwiła wykorzystanie do obliczeń światła dziennego, tego samego modelu, który jest wykorzystywany do projektowania [3]. Otrzymanie wyników wymagało wykonania obliczenia 560 640 wartości natężenia światła dla wszystkich dziennych godzin w roku dla 128 sensorów.

Wyniki

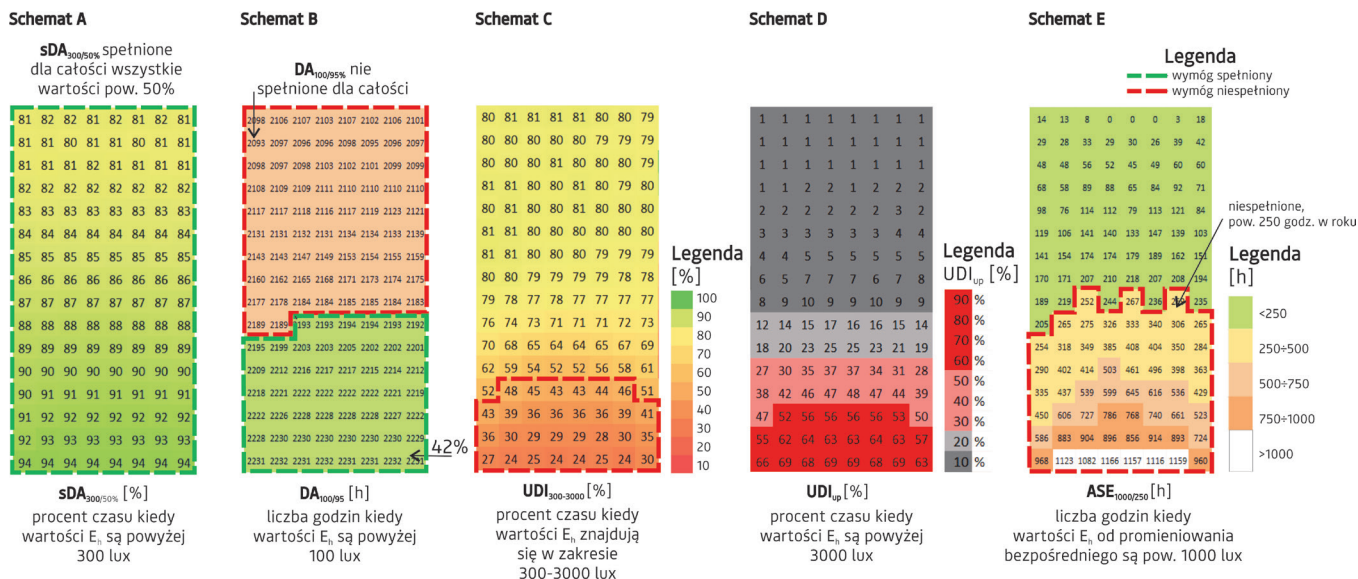
Wyniki symulacji pokazano na schematach ukazujących pomieszczenie testowe w rzucie (rys. 1). Schematy są zorientowane, przeszklenie znajduje się u dołu. Schemat „A” pokazuje rozkład wartości metryki $sDA_{300/50\%}$ narzucie pomieszczenia. Wynika z niego, że wartości 300 luksów są przekroczone na powierzchni całego pomieszczenia przez 81–94% procent analizowanego czasu. Oznacza to, że metryka $sDA_{300/50\%}$, czyli wartości min. 300 luksów dla połowy powierzchni pomieszczenia, przez potowę czasu jest spełniony (czyli spełniony jest warunek 1 dla normy

PN-EN 17037+A1:2022-02 oraz warunek 1 dla LEED v4.1). Schemat „B” jednocześnie pokazuje liczbę godzin o E_h pow. 100 luksów. Na powierzchni 58% płaszczyzny roboczej warunek nie jest spełniony (wartości 100 luksów występują dla mniej niż 2190 godzin w roku). To oznacza, że warunek 2 z PN-EN 17037+A1:2022-02 nie jest spełniony. Schemat „C” pokazuje metrykę $UDI_{300-3000}$ czyli procent czasu, kiedy wartości znajdują się w zakresie 300–3000 luksów. W głębi pomieszczenia wartości są podobne jak wartości metryki sDA , ale w sąsiedztwie fasady wartości są mniejsze niż 50%, co oznacza potencjalne wystąpienie obszaru oświetlenia. Diagnozę tę potwierdza schemat „D”, który pokazuje metrykę UDI_{up} , czyli procent czasu, dla którego wartości 3000 luksów są przekroczone. Wyraźnie widać, że w bezpośrednim sąsiedztwie fasady znajduje się obszar charakteryzujący się znacznym prześwietleniem, nawet przez 70% analizowanego czasu. Z perspektywy spełnienia standardu LEED v4.1 szczególnie interesujący jest schemat „E”, który pokazuje, przez ile godzin w roku natężenie światła od bezpośredniego promieniowania słonecznego przekracza 1000 luksów. Poziomy poniżej 250 godzin notowane są wyłącznie w głębi pomieszczenia i występują na powierzchni 54% płaszczyzny roboczej. To oznacza ich przekroczenie na powierzchni pozostałych 46%, a standard LEED v4.1 dopuszcza to przekroczenie jedynie na 10% powierzchni płaszczyzny roboczej. Oznacza to, że z perspektywy tego standardu pomieszczenie spełnia warunek 1 (czyli $sDA_{300/50\%}$ dla ponad 90% powierzchni), ale nie spełnia jednocześnie warunku 2, czyli przekroczona jest liczba godzin z natężeniem oświetlenia pow. 1000 luksów pochodzącym z bezpośredniego promieniowania słonecznego. Pomieszczenie jest prześwietlone i nie może otrzymać punktów.

Wnioski i dyskusja

Pokazane symulacje dowodzą, że porównanie standardów jest trudne. Operują one na odmiennych okresach zajętości pomieszczenia (2190 godz. dla PN-EN 17037+A1:2022-02, 3600 godz. dla LEED v4.1) i odmiennie definiowanych progach E_h . Przeprowadzone analizy pokazują, że pomieszczenie testowe nie spełnia normy PN-EN 17037+A1:2022-02, ponieważ jest za ciemne (wartości pow. 100 luksów nie obejmują 95% pow. płaszczyzny roboczej przez co najmniej 2190 godz. dziennych w roku), ale również nie spełnia standardu LEED v4.1, ponieważ jest za jasne. Przekroczone są graniczne wartości metryki ASE dla więcej niż 10% pow. płaszczyzny roboczej, co może powodować oświetlenie. O ile oczywiście jest, że pomieszczenie prześwietlone nie spełnia standardu, o tyle konstatacja, że to samo pomieszczenie jest za ciemne, budzi wiele pytań. Sytuację tę komentują





O ile oczywiste jest, że pomieszczenie prześwietlone nie spełnia standardu, o tyle konstatacja, że to samo pomieszczenie jest za ciemne, budzi wiele pytań.

Hraška i Čurpek w artykule [4], którzy piszą, że „kryteria (dla EN 17037 – przyp. aut.) można jedynie spełnić dla mocno przeszklonych fasad, nawet przy niewielkich przeszkodach zewnętrznych i w płytkich pomieszczeniach”, stwierdzają oni również, że „nawet minimalne cele dotyczące światła dziennego (dla PN-EN 17037+A1:2022-02 – przyp. aut.) są ustawione zbyt ambitnie”, a podobne wątpliwości dotyczące wymiarów okien mają Darula i Kittler [5]. Jednocześnie proponują oni przyjęcie nieco paradoksalnego rozwiązania, które jest dopuszczalne przez PN-EN 17037+A1:2022-02, a które polega na celowym zmniejszeniu analizowanego obszaru płaszczyzny roboczej w pomieszczeniu, aby mógłby być spełniony warunek minimalnego oświetlenia 100 luksów.

Ograniczenia

Należy mieć świadomość, że wykorzystanie do obliczeń pomieszczenia testowego o innej geometrii oraz innych danych klimatycznych mogłoby przynieść inne wyniki symulacji.

BIBLIOGRAFIA

- [1] EN 17037:2018+A1:2021, Daylight in Buildings.
- [2] LEED BD+C: Healthcare v4 - LEED v4, Daylight, Indoor Environmental Quality, <https://www.usgbc.org/credits/healthcare/v4-draft/eqc-0> (dostęp: 15.04.2024)
- [3] Bellia L., Fragiasso F., Pedaceb A., Evaluation of Daylight Availability for Energy Savings, „Journal of Daylighting” 2015, 2, 1, s. 12–20.
- [4] Hraška J., Čurpek J., The practical implications of the EN 17037 minimum target daylight factor for building design and urban daylight in several European countries, „HELIYON” 2024, 10, 1, e23297.
- [5] Darula S., Kittler, R. (2018, September). The window size in residential house facades after the current and new CEN standard. In 2018 VII. Lighting Conference of the Visegrad Countries (Lumen V4), s. 1–5.

DOI: 10.5604/01.3001.0054.6638

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA
 Brzezicki Marcin, 2024, Porównawcza ocena spełnienia PN-EN 17037+A1:2022-02 – standardów światła dziennego i LEED v4.1 w przykładowym pomieszczeniu, „Builder” 08 (325). DOI: 10.5604/01.3001.0054.6638

STRESZCZENIE:

W artykule przedstawiono wymogi standardów PN-EN 17037+A1:2022-02 i LEED v4.1 służących weryfikacji prawidłowości oświetlenia światłem dziennym. Następnie, metodą Climate-Based Daylight Modelling, przeprowadzono obliczenia wartości natężenia światła E_h w przykładowym pomieszczeniu biurowym o wymiarach szer. 4 m i gt. 8 m. i wys. 3 m, w całości przeszklonym od strony południowej. Do oceny wykorzystano metryki $sDA_{300/50\%}$, UDI, oraz $ASE_{1000,250}$. Przeprowadzone obliczenia wykazały, że to samo pomieszczenie biurowe jest niewystarczająco doświetlone z perspektywy standardu PN-EN 17037+A1:2022-02, i jednocześnie prześwietlone, zgodnie z LEED v4.1.

SŁOWA KLUCZOWE:

światło dzienne, natężenie światła dziennego, pomieszczenie biurowe, normy

ABSTRACT:

COMPARATIVE ASSESSMENT OF EN 17037 AND LEED V4.1 DAYLIGHT STANDARDS IN A TEST OFFICE ROOM. The article presents the requirements of PN-EN 17037+A1:2022-02 and LEED v4.1 standards for verifying daylight provision. Then, the Climate-Based Daylight Modelling method was used to calculate the value of illuminance E_h in a test office room with dimensions of 4 m by 8 m and 3 in height, fully glazed on the south side. The metrics used for the evaluation were $sDA_{300/50\%}$, UDI, and $ASE_{1000,250}$. The calculations showed that the same office room is insufficiently illuminated from the perspective of the PN-EN 17037+A1:2022-02 standard while at the same time overexposed, according to LEED v4.1.

KEYWORDS:

daylight, illuminance, office room, standards