15. Przegląd historycznych i współczesnych wskaźników światła dziennego

The review of historic and contemporary daylight design indicators

Sokół Natalia
Katedra Urbanistyki i Planowania Regionalnego, Wydział Architektury, Politechnika Gdańska
Opiekun naukowy: dr hab. Justyna Martyniuk-Pęczek

Natalia Sokół: natalia.sokol@gmail.com

Słowa Kluczowe: strategie światła dziennego, wskaźniki światła dziennego, projektowanie światła dziennego, projektowanie w oparciu o dane klimatyczne

Streszczenie

Artykuł ten jest fragmentem pracy doktorskiej, która koncentruje się na badaniach roli nowoczesnych narzędzi projektowania światła dziennego w tworzeniu zrównoważonej architektury osiedli mieszkaniowych. Jednym z celów badań jest określenie, w jaki sposób współczesne narzędzia projektowe w zakresie światła dziennego mogą zaistnieć w projektowaniu urbanistycznym w Polsce. W artykule omówiono wybrane historyczne i współczesne parametry i metody oceny światła dziennego, takie jak: *Daylight Factor, Daylight Autonomy, Climate Based Daylight Modelling* w tym *Useful Daylight Illuminance*[1] oraz 'wskaźniki komfortu' światła dziennego, takie jak *Daylight Glare Probability*. Zestawienie metod oceny światła dziennego ma na celu przybliżenie charakterystyki nowoczesnych narzędzi projektowania światła dziennego. W swoich badaniach autorka formułuje hipotezę, że zastosowanie współczesnych narzędzi projektowania światła dziennego może przyczynić się do optymalizacji architektoniczno-urbanistycznych rozwiązań projektowych, zwłaszcza w zakresie ograniczenia zużycia energii elektrycznej jak i tworzenia architektury odnoszącej się do potrzeb mieszkańców.

1. Wstęp

Zgromadzenie Ogólne Narodów Zjednoczonych (ONZ) 20 grudnia 2013 roku proklamowało rok 2015 Rokiem Światła i Technologii Wykorzystujących Światło (International Year of Light and Light-based Technologies: IYL 2015). Międzynarodowy Rok Światła był globalną inicjatywą, mającą na celu zwrócenie uwagi na znaczenie technologii wykorzystujących światło dla rozwoju społeczeństwa (United Nations 2014). Inicjatorom IYL 2015 chodziło o uświadomienie opinii publicznej, jak dużą rolę technologie oświetleniowe odgrywają w promocji zrównoważonego rozwoju oraz w poszukiwaniach nowych rozwiązań dla światowych wyzwań energetycznych, edukacyjnych, komunikacyjnych i zdrowotnych.

John Dudley, przewodniczący komitetu IYL 2015 i jeden z inicjatorów Międzynarodowego Roku Światła, na Sympozjum Światła Dziennego w Londynie, które odbyło się w dniach od 2-3 września 2015 roku (6th Velux Daylight Symposium), podkreślił rolę światła dziennego, jako istotnego czynnika w tworzeniu współczesnej architektury (Dudley 2015).

Artykuł jest fragmentem pracy doktorskiej, która koncentruje się na badaniach roli nowoczesnych narzędzi projektowania światła dziennego w tworzeniu zrównoważonej architektury osiedli mieszkaniowych. Jednym z celów badań jest określenie, jakie narzędzia projektowe i w jaki sposób mogą zaistnieć w projektowaniu urbanistycznym w Polsce. Poniższy tekst przybliża definicje wybranych historycznych i współczesnych metod opisu i obliczeń światła dziennego.

[1] Brak tłumaczeń na język polski, znanych autorce.

2. Opis zagadnienia

Architektura istnieje w świetle. Symbolika i rola światła dziennego w kreowaniu architektury oraz planowaniu przestrzennym jest badana i opisywana od czasów starożytnych po współczesne (Rewers 2005). Wyznaczniki i parametry charakteryzujące światło dzienne ewoluują i również podlegają historycznej analizie (Kittler 2007; Kota i Haberl 2009; Kittler i in. 2012; Kittler i Darula 2011). Ponad 250 lat temu opublikowano prace o fotometrii Bouguera i Lamberta (Kittler i in. 2010), a w 1966 pracę G. Hopkinsona, P. Petherbidga i J. Longmore'a Daylight in Architecture. Ostatnie 10 lat przyniosło wiele publikacji z zakresu światła dziennego w projektowaniu architektoniczno-urbanistycznym autorstwa P. Tregenzy (Tregenza i Wilson 2011), D. Loe (Tregenza i Loe 2014), J. Mardaljevica (Mardaljevic i Janes 2012) lub C. F. Reinharta (Reinhart 2014). W Polsce, 55 lat temu po raz pierwszy wydano (cztery wydania, ostatnie w 1996 roku) książkę Mieczysława Twarowskiego Słońce w architekturze, w której pojawia się rozdział o nasłonecznieniu wnętrz mieszkalnych (Twarowski 1960).

2.1 Światło dzienne w projektowaniu architektonicznym: definicja oraz znaczenie

Światło dzienne na przestrzeni lat było różnie określane, w zależności od dziedziny nauki i stanu wiedzy. Współcześnie, w naukach architektonicznych i technice oświetleniowej spotkać można definicje, w których światło dzienne przedstawione jest jako suma światła dziennego - światła naturalnego bezpośredniego i pośredniego. Definicja ta obejmuje światło promieni słonecznych, czyli bezpośrednie światło Słońca (*direct sunlight*) oraz światło nieboskłonu, czyli rozproszone promieniowania nieba (*diffuse sky radiation*) oraz światło odbite od ziemi i obiektów na niej usytuowanych (*refelected light*) (Boyce 2003). Pod pojęciem światła dziennego rozumie się promieniowanie słoneczne, czyli strumień fal elektromagnetycznych i cząstek elementarnych docierający ze Słońca do Ziemi, który przechodząc przez atmosferę ulega osłabieniu w wyniku procesów absorpcji i rozpraszania[1] (Commission Internationale de l'Éclairage -CIE 2015). Światło dzienne (*daylight*) to część całkowitego promieniowania słonecznego, które może powodować wrażenie wizualne (CIE 2015, 17-278). W wycofanej w 2005 roku normie polskiej z 1971 roku Oświetlenie wnętrz światłem dziennym. Warunki ogólne, światłem dziennym przyjmowanym do obliczeń określono „światło dzienne rozproszone, promieniowane przez nieboskłon o założonym lub znanym rozkładzie luminancji" (Polski Komitet Normalizacyjny 1971).

Na wzrost zainteresowania technikami projektowania, które wykorzystują światło dzienne wypłynęły:

- wykorzystanie potencjału w światła dziennego w celu redukcji zapotrzebowania na energię elektryczną (synchronizacja projektów oświetlenia elektrycznego i dziennego, oraz ograniczenia energii zużytej na klimatyzację)
- badania wykazujące korzystny wpływ światła dziennego (w tym widoku z okna) na wydajność pracy, samopoczucie i zdrowie użytkowników budynków
- tworzenie zrównoważonych rozwiązań projektowych wykorzystujących naturalną energię słoneczną.

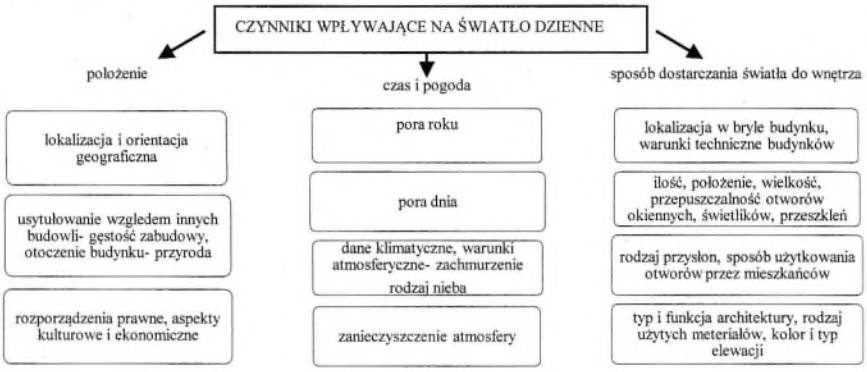
2.2 Charakterystyka światła dziennego

Światło dzienne w projektowaniu architektonicznym i urbanistycznym zależne jest od wielu czynników (Rys.1). Jego cechą główną jest ciągła zmienność oraz nieregularność poziomów natężenia światła. W słoneczny dzień natężenie światła dziennego może wynosić

[1] Obliczenia natężenia promieniowania słonecznego wskazują, w dużym przybliżeniu, że około 30% promieniowania słonecznego dochodzącego do naszej planety jest odbijane przez atmosferę, 20% jest przez nią pochłaniane, a tylko 50% energii dociera do powierzchni Ziemi.

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

150 000 lx, a w pochmurny dzień natężenia mogą sięgać od 1000 lx do 10 000 lx na zewnątrz budynku (Boyce 2003 s.28). Światło dzienne zmienia się jeśli chodzi o jego ilość, zawartość widmową oraz równomierność dystrybucji, w zależności od pory roku oraz dnia, warunków meteorologicznych, położenia geograficznego, lokalizacji w bryle budynku oraz wielkości i liczbie przeszkleń (Rys.1).



Rys.1 Czynniki wpływające na światło dzienne w projektowaniu architektonicznym i urbanistycznym.

Zmienność światła dziennego stanowi wyzwanie dla opisu, pomiaru i wykorzystania charakterystyki oświetlenia dziennego w projektowaniu architektonicznym. Dlatego współczesne badania dotyczące charakterystyki światła dziennego i możliwości jego wykorzystania w projektowaniu zrównoważonym koncentrują się głównie na określeniu dostępności światła dziennego (Littlefair 2001; Ng 2003, Lau i in. 2012; Mardaljevic 2008; Deroisy i Deneyer 2013), średnich jego natężeń (Mardaljevic 2008), kontroli strumienia świetlnego, unikania olśnień i przegrzania wywołanego przez promienie słoneczne; Cantin i Dubois 2011), a także wpływu promieniowania dziennego oraz widoku z okna na efektywność i samopoczucie człowieka (Andersen i in. 2012; Veitch i Galasiu 2012; Veitch i Galasiu 2012; Farley i in. 2001), systemach zacienienia (Wong i Istiadji 2004) i energooszczędności.

2.3 Funkcje narzędzi projektowych światła dziennego

W celu pełnego wykorzystania światła dziennego w złożonym projektowaniu architektoniczno-urbanistycznym, a także w projektowaniu świata elektrycznego, należy jak najlepiej opisać charakter światła dziennego w danym miejscu lub danym budynku. Wskaźniki, wyznaczniki lub współczynniki światła dziennego mogą być wykorzystane jako narzędzia projektowe. Mają one na za zadanie:

- opisywanie, przewidywanie i wizualizację dostępności i równomierności dystrybucji a także zmienności natężenia światła dziennego w danej przestrzeni w określonym czasie
- przewidywanie ekspozycji i wizualizacje dynamiki zachowań promieni słonecznych
- ocenę komfortu wzrokowego
- identyfikację źródeł olśnienia w celu ich eliminacji
- opisanie widoku w z okna i łączności ze środowiskiem naturalnym
- określenie oszczędności energii elektrycznej przy zastosowaniu poprawnych rozwiązań projektowych dotyczących światła dziennego
- opisanie sposobów sterowania i kreowania światła dziennego w budynku lub w zespole budynków.

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

Projektowanie wielorodzinnych zespołów mieszkaniowych w centrach miast jest złożonym procesem, na który mają wpływ uwarunkowania lokalne, normalizacyjne, społeczne i ekonomiczne. Symulacje i wizualizacje dotyczące oświetlenia dziennego mogą wpłynąć na decyzje projektowe już we wczesnych etapach budowania strategii urbanistycznych (DeKay 2010). Poznanie i wykorzystanie narzędzi projektowych określających współczynniki światła dziennego może znacząco wpłynąć na decyzje dotyczące usytuowania, formy i przezierności bryły architektonicznej (Mardaljevic i Janes 2012). Ilość i jakość światła dziennego, we wnętrzach mieszkalnych ma bezpośredni wpływ na komfort życia, pracy i zdrowie mieszkańców (Veitch i Galasiu 2012). Dlatego przestudiowanie narzędzi projektowania światła dziennego oraz ich stosowanie jest istotne w pracy architekta i urbanisty.

2.4 Przegląd narzędzi i wyznaczników światła dziennego.

Narzędzia światła dziennego zazwyczaj odnoszą się do ilości, jakości, wydajności oraz energooszczędności światła dziennego dostarczonego przez otwory świetlne (górne, boczne), to jest: otwory okienne, atria, świetliki lub inne przeszklenia na wybraną płaszczyznę w danym pomieszczeniu. Do narzędzi pomagających przybliżyć charakter światła dziennego należą:

- formuły, tabele, nomogramy diagramy, kątomierze, linijki słońca MT, wykresy zacienienia lub nasłonecznienia, metody obliczania wartości współczynnika oświetlenia dziennego (*Daylight Factor*), metody uwzględniające różne rodzaje nieboskłonów o znanym rozkładzie luminancji,
- metody wsparte analizą modeli fizycznych budynków,
- metody oparte o analizę modeli i właściwości powierzchni w symulatorach nieba (pokojach lustrzanych, heliodonach lub laboratoriach światła dziennego),
- wizualizacje i symulacje komputerowe oparte o metody śledzenia promieni, metody energetyczne, *photon mapping* i inne,
- metody wykorzystujące doświadczenie i wrażenia projektantów, użytkowników lub wykorzystujące dane pomiarowe,
- metody oparte o dane statystyczne dotyczące klimatu i pogody.

Historyczny rozwój i przemiany wyznaczników, współczynników czy narzędzi projektowania światła dziennego przedstawiono w licznych opracowaniach (Kittler i in. 2010; Kota i Haberl 2009; Turlej 2012). Najczęściej wskazywanym wyznacznikiem światła dziennego jest zaproponowany 1895 roku (Kota i Haberl 2009) „współczynnik oświetlenia dziennego (*Daylight Factor, DF*), czyli miara względnego natężenia oświetlania dziennego w danym punkcie danej płaszczyzny, wyrażona (procentowo) stosunkiem natężenia oświetlenia w tym punkcie wnętrza do równocześnie występującego natężenia oświetlenia w otwartej przestrzeni na płaszczyźnie poziomej, pochodzącego od całkowitego nieboskłonu o założonym lub znanym rozkładzie luminancji" (Polski Komitet Normalizacyjny 1971). Wiele narzędzi historycznych jak: diagramy Waldrama z 1923 roku (*Waldram diagrams*) lub diagramy kropkowe Pleijela z 1954, czy nomogramy rekomendowane przez BRE (*The English Building Research Establishment*), umożliwiało określenie składowych współczynnika oświetlenia dziennego takich jak: składowa nieboskłonu (SC), składowa odbić wewnętrznych (IRC) i składowa odbić zewnętrznych (ERC). Poniższa tabela (Tab.1) zawiera próbę systematyzacji rodzajów narządzi projektowych służących do oceny światła dziennego.

Mimo ograniczeń DF czyli współczynnika oświetlenia dziennego, do których należy brak informacji o dyskomforcie wywołanym przez bezpośrednie światło słoneczne, systemy oceniające energooszczędność budynku, takie jak brytyjski BRE *Environmental Assessment Method* (BREEAM) i *Leadership in Energy & Environmental Design* (LEED) sugerują jego obliczanie. Współcześnie regulacje dotyczące oświetlenia dziennego, w tym projekt nowej normy europejskiej dotyczącej światła dziennego opracowywany przez Komitet Techniczny 169

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

CEN (**European Committee for Standardization),** nadal powołują się na współczynnik oświetlenia dziennego.

Tab.1 Wybrane narzędzia, metody i wyznaczniki światła dziennego.

NAZWA NARZĘDZIA/ METODY /WYZNACZNIKA	CHARAKTERYSTYKA
Reguła kciuka (*Rule of thumb*)	Przydatne światło dzienne wpadające przez okno osiągnie odległości 2,5 razy wysokości od góry okna do płaszczyzny roboczej (wysokość płaszczyzny zwykle na 60-80 cm) W standardowym budynku biurowym o wysokości 2,5 m oznacza to maksymalnie około 5-7 metrów.
Proktraktory światła słonecznego (*Stereographic Sunpath diagrams*)	Do określenia nasłonecznienia
Waldram diagram	Oblicza się składową odbić zewnętrznych ERC i składową nieboskłonu SC
Diagramy Kropkowe Pleijela (*Pepper Pot diagrams*)	Obliczenia składowej nieboskłonu
BRE kątomierze (*protractors*), tabele	Narzędzia projektowe: do obliczania składowej nieboskłonu SC proponowane przez *Building Research Establishment*
Linijki słońca i nomogramy	Obliczanie składowej odbić wewnętrznych IRC
Obliczenia współczynnika światła dziennego *(Daylight Factor)* $D = \frac{E_i}{E_{dh}} \times 100\%$ *(Average Daylight Facto)* $\overline{DF}$	*Miara względnego natężenia oświetlania dziennego w danym punkcie danej płaszczyzny, wyrażona stosunkiem natężenia oświetlenia w tym punkcie wnętrza do równocześnie występującego natężenia oświetlenia w otwartej przestrzeni na płaszczyźnie poziomej, pochodzącego od całkowitego nieboskłonu o założonym lub znanym rozkładzie luminancji.*(Polski Komitet Normalizacyjny 1971)jw.
Modele fizyczne oceniane w warunkach naturalnych	Ocena natężenia i równomierności światła dziennego na zewnątrz i wewnątrz modelu Na ich podstawie można dokonać oceny środowiska oświetleniowego dziennego wewnątrz modelu. Dokładność analizy zależna jest od skali i precyzji wykonania modelu.
Modele fizyczne oceniane w symulatorach nieba w laboratoriach światła dziennego	Czujniki umieszczone we wnętrz modelu mierzą natężenie światła, luminancje lub DF. Ilustrują tez rozkład promieni słonecznych
Symulacje komputerowe oparte o metodę śledzenia promieni, metodę obliczeń energetycznych, *photon mapping* lub kombinacje metod	Wizualizacje, obliczenia, wykresy i schematy wartości natężenia lub luminancji (Radiance, Desktop Radiance, Daysim, Velux Daylight Visualizer, Relux , LightCalc, IESVE, DIAlux, RADIANCE, Ecotect)
Zapis warunków oświetlenia: zdjęcia, szkice, rysunki, wykresy, *High-dynamic-range imaging* (HDRI)	Pomiary natężenia lub luminancji, określenie jakości oświetlenia dla danego zadania wzrokowego

Do najprostszych narzędzi określania światła dziennego w pomieszczeniu służy określenie stosunku powierzchni otworów świetlnych do powierzchni podłogi (WFR). W Polsce, w pomieszczeniu przeznaczonym na pobyt ludzi, stosunek powierzchni okien, liczonej w świetle ościeżnic, do powierzchni podłogi powinien wynosić co najmniej 1:8, natomiast w innym pomieszczeniu, w którym oświetlenie dzienne jest wymagane ze względu na przeznaczenie, WFR powinien wynosić co najmniej 1:12. (Warunki Techniczne… 2002). Do bardziej zaawansowanych narzędzi, należą metody, określające progi minimalnego natężenia światła dziennego w konkretnych przedziałach czasowych, metody wartościujące widok z okna i oceniające stopień komfortu wzorkowego. Miedzy tymi metodami pojawiły się propozycje tworzenia wyznaczników światła dziennego w oparciu o dane klimatyczne. Termin *Climate*-Based Daylight Modelling (CBDM,) użyty przez J. Mardaljevica w 2006 roku na CIBSE National Conference (Mardaljevic 2008), pojawia się w większości współczesnych opracowań dotyczących parametrów światła dziennego. CBDM to propozycja polegająca na analizie parametrów oświetleniowych w kontekście określonych warunków nieboskłonu wynikających ze statystycznych danych pogodowych. W oparciu o ten pomysł rozwijają się obecnie wyznaczniki typu Useful Daylight Illuminance (UDI), Dayllight Autonomy (DA), Spatial Daylight Autonomy (sDA) i Annual Sunlight Exposure (ASE) oraz 'wskaźniki komfortu' światła dziennego, takie jak Daylight Glare Probability. Zestawienie i krótką charakterystykę wspomnianych narzędzi oceny światła dziennego, przedstawia poniższa tabela (Tab.2).

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

Tab.2 Wybrane współczesne 'dynamiczne' wyznaczniki światła dziennego. Ze względu na brak polskiego nazewnictwa, zestawienie jest przedstawione w języku angielskim.

CHOSEN DAYLIGHT METRICS	CHARACTERISTICS
Daylight Factor *DF* , DF, Trotter A.P. Daylight Factor Concept was first introduced (1895)	Daylight factor is defined as the ration of the luminance at a point within a building. For the Standard Overcast Sky daylight factor is the sum of three components: the sky component , the internally reflected component and the externally reflected component. DF is expressed as a percentage (Kota & Haberl 2009) and (Kittler et al. 2012).
Daylight Autonomy DA (2005)	It is represented as a percentage of the annual daytime hours (how often) that a given point in a space is above a specified illumination level-500lx . It was originally proposed by the Association Suisse des Electriciens in 1989 and was improved by Christoph Reinhart between the years 2001 and 2004. The limitations are: *DF fails to give significance to those daylight illuminances that are below the threshold. DA makes no account of the amount by which the threshold luminance was exceeded* (Reinhart et al. 2006). Therefore, there is no information about thermal discomfort of glare (Kota & Haberl 2009).
Useful Daylight Luminance UDI (2005)	UDI is a modification of Daylight Autonomy suggested by Mardaljevic and Nabil in 2005. (Nabil & Mardaljevic 2005), (Nabil & Mardaljevic 2006). *UDI is defined as the annual occurrence of illuminances across the work plane that are within a range considered "useful" by occupants* (Mardaljevic et al. 2009b). *The UDI scheme is applied by determining at each calculation point the occurrence of daylight levels where:* • *The luminance is less than 100 luxe, i.e. UDI 'fell-short' (or UDI-f).* • *The luminance is greater than 100 luxe and less than 300 luxe, i.e. UDI supplementary (or UDI-s).* • *The luminance is greater than 300 luxe and less than 3,000 luxe, i.e. UDI autonomous (or UDI-a).* • *The luminance is greater than 3,000 luxe, i.e. UDI exceeded (or UDI-e* (Mardaljevic 2015).
Climate Based Daylight Modelling CBDM	*CBDM is the prediction of various radiant or luminous quantities (e.g. irradiance, illuminance, radiance and luminance) using sun and sky conditions that are derived from standard meteorological datasets. Climate-based modelling delivers predictions of absolute quantities (e.g. illuminance) that are dependent both on the locale (i.e. geographically-specific climate data is used) and the building orientation (i.e. the illumination effect of the sun and non-overcast sky conditions are included), in addition to the building's composition and configuration* (Mardaljevic et al. 2009b), (Mardaljevic, 2015).
Annual Light Exposure	Annual Light Exposure is a performance indicator defined as the cumulative amount of a visible light incident on a point of interest over the course of the year. It is used to design spaces that contain light-sensitive artwork. Annual Light Exposure is expressed in lux per year (Reinhart et al. 2006)
Annual Sunlight Exposure ASE or aSE (ASE1000lx,250h) Metrics introduced by Illuminating Engineering Society (IES) Daylight Metrics Committee Included in the LEEDv4 daylighting compliance requirements (2013)	**Annual Sunlight Exposure** describes the number of hours per year at a given point were direct sun is incident on the surface. In other words, how much of a space receives too much direct sunlight, which can cause visual discomfort (glare) or increase cooling loads. Specifically, ASE measures the percentage of floor area that receives at least 1000 lux for at least 250 occupied hours per year. ASE incorporates potential issues of thermal discomfort but it does not address issues of glare and veiling reflections. LEEDv4- Annual Sunlight Exposure (ASE1000lx250h) below 10% in all regularly occupied floor areas.
Spatial Daylight Autonomy sDA Metrics introduced by Illuminating Engineering Society (IES) Daylight Metrics Committee	**sDA is the percentage of an area that is above 300 lx 50% of the time or more during the working hours.** LEEDv4 goal is to Achieve a Spatial Daylight Autonomy (sDA300lx,50%) in 55% (2pts) or 75% (3pts)
Daylight Glare Probability DGP	DGP is a metric to predict the appearance of discomfort glare in daylight spaces, metric calculated at the eye point, proposed in 2005 by Jan Wienold and Jens Christoffersen (Wienold & Christoffersen 2006), (Wienold 2009), (Reinhart & Wienold 2011)

3. Podsumowanie

Zmienność i uzależnienie światła dziennego od wielu czynników geograficznych, klimatycznych i przestrzennych wpływa na trudność jego opisu. Zestawienie metod oceny światła dziennego ma na celu przybliżenie charakterystyki historycznych i nowoczesnych narzędzi wykorzystywanych do projektowania światła dziennego. Przegląd materiału zgromadzonego w drugiej tabeli (Tab.2) wskazuje na dużą dynamikę poszukiwań alternatywy dla współczynnika światła dziennego. Brak materiałów w języku polskim o wyznacznikach światła dziennego, opartych o analizę danych klimatycznych, świadczy o niskim upowszechnieniu tych narzędzi w Polsce. Z drugiej strony, inicjatywa IYL 2015, rosnąca liczba publikacji międzynarodowych i prace nad regulacjami europejskim z zakresu światła dziennego, zmuszają do podjęcia tego tematu także w realiach polskich. Prawidłowo zaprojektowane strategie oświetleniowe mogą przyczynić się do ograniczenia zużycia energii eklektycznej i tworzenia architektury zrównoważonej. Dlatego popularyzacja wiedzy o nowoczesnych narzędziach projektowych, a także zwiększenie udziału światła dziennego w budownictwie polskim jest zadaniem pilnym (Turlej 2012).

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

Artykuł ten stanowi wycinek opisu metod i narzędzi oceny światła dziennego, szerzej przedstawionych w pracy doktorskiej. W swoich dalszych badaniach, autorka formułuje i testuje hipotezę, że zastosowanie wybranych współczesnych narzędzi projektowania światła dziennego może przyczynić się do optymalizacji architektoniczno-urbanistycznych rozwiązań projektowych w Polsce, zwłaszcza w kontekście potrzeb mieszkańców, jakości życia, zdrowia i energooszczędności.

4. Literatura

Andersen M, Mardaljevic J, Lockley SW (2012) A framework for predicting the non-visual effects of daylight-Part I: Photobiology-based model. Lighting Research & Technology, 44: 37–53.

Cantin F, Dubois MC (2011) Daylighting metrics based on illuminance, distribution, glare and directivity. Lighting Research and Technology, 43(3): 291–307.

DeKay M (2010) Daylighting and urban form: An urban fabric of light. Journal of Architectural and Planning Research, 27(1): 35–56.

Deroisy B, Deneyer A (2013) Daylight and solar access at urban scale : a methodology and its application to a high density developmnet in Brussels. In CIE Centenary Conference Toward a New Century of Light, Paris.

Eklund NH, Boyce PR, Simpson S (2000) Lighting and sustained performance. Journal of the Illuminating Engineering Society, 29 (July 2015):116–130.

Farley KMJ, Veitch JA (2001) A room with a view: a review of the effects of windows on work and well-being. IRC research report, (RR-136).

Kittler R (2007) Daylight Prediction and Assessment: Theory and Design Practice. Architectural Science Review, 50(2): 94–99.

Kittler R, Darula S (2011) Research of quantitative and qualitative daylighting characteristics in buildings Contribution to the new daylight standard prEN: xxxx2011 for EU countries. Raport

Kittler R, Kocifaj M, Darula S (2012) Daylight Science and Daylighting Technology, Springer.

Kittler R, Kocifaj M, Darula S (2010) The 250th anniversary of daylight science: Looking back and looking forward. Lighting Research and Technology, 42(4): 479–486.

Kota S, Haberl JS (2009) Historical Survey of Daylighting Calculations Methods and Their Use in Energy Performance Simulations. Proceedings of the Ninth International Conference for Enhanced Building Operations, Austin, Texas, 17-19 November: 1-9.

International Year of Light and Light-based Technologies 2015. (2014) Resolution adopted by the General Assembly of United Nations on 20 December 2013. 68/221,A/REE/68/2(February 2013), p.68 session agenda item 21 (b).

Lau KL, Ng E, He JZ (2012) Preferred solar access in high-density, sub-tropical housing. Lighting Research and Technology,45: 317–330.

Littlefair P (2001) Daylight, sunlight and solar gain in the urban environment. Solar Energy, 70(3):.177–185.

Mardaljevic J (2008) Climate-Based Daylight Analysis. Sustainable Development, 44 (October): 1–16.

Mardaljevic J (2008) Sky model blends for predicting internal illuminance: a comparison founded on the BRE-IDMP dataset. Journal of Building Performance Simulation, 1 (3): 167-173.

Mardaljevic J, Janes GM (2012) Multi-Scale Daylight Modelling For Urban Environments. W: Solar Energy at Urban Scale, ed: B. Beckers, ed John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA., 1–30.

Ng E (2003) Studies on daylight design and regulation of high-density residential housing in Hong Kong. Lighting Research and Technology, 35(2): 127–139.

Oświetlenie wnętrz światłem dziennym. Warunki ogólne. *Natural interior daylighting. Code of practice*, (1971) Polska Norma, Polski Komitet Normalizacyjny: 1-9.

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

Reinhart CF (2014) Daylighting Handbook I Fundamentals and Designing with the Sun.
Rewers E (2005) Post-polis. Wstęp do filozofii ponowoczesnego miasta 1st ed., Kraków: Universitas.
Rozporzadzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (2002) Ministerstwo Infrastruktury.
Tregenza PR, Loe D(2014) The Design of Lighting, Routledge.
Tregenza PR, Wilson M (2011) Daylighting: Architecture and Lighting Design. London: Taylor & Francis.
Termlist (2015) Commission Internationale de l'Éclairage -CIE 2015
Turlej Z (2012) Narzędzia projektowania oświetlenia dziennego w budynkach. Prace Instytutu Elektrotechniki PW, zeszyt 256.
Twarowski M (1960) Słońce w architekturze 1st ed., Warszawa: Arkady.
Veitch JA, Galasiu AD (2012) The physiological and psychological effects of windows, daylight and view at home: Review and Research Agenda, Ottawa.
Wienold J (2009) Dynamic daylight glare evaluation. Eleventh International IBPSA Conference: Building Simulation : 944–951.
Wong, Istiadji AD (2004) Effect of external shading devices on daylighting penetration in residential buildings. Lighting Research and Technology, 36(4): 317–333.

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl