

MAREK CYUNEL¹, ANNA CZAPLIKA², JADWIGA STOCHEL-CYUNEL³

¹*Wydział Architektury*

²*Wydział Inżynierii Środowiska*

Politechnika Krakowska

Warszawska 24, 31-155 Kraków

³*JSC DESIGN*

Malawskiego 26, 31-471 Kraków

E-mail: mcyunel@pk.edu.pl

anna.czaplicka@pk.edu.pl

jscyunel@gmail.com

OŚWIETLENIE MIEJSKIE W KONTEKŚCIE ZANIECZYSZCZENIA ŚWIATŁEM

WSTĘP

Dobowe cykle światła i ciemności są jednym z najważniejszych czynników środowiskowych dla życia na Ziemi. Poziom oświetlenia otoczenia reguluje metabolizm, wzrost i behavior wielu gatunków organizmów żyjących zarówno w ekosystemach lądowych, jak i wodnych. Naturalny poziom oświetlenia nocą jest zaburzony poprzez oświetlenie przede wszystkim dużych miast, ale również innych obiektów, jak np. zakłady przemysłowe, bazy wojskowe, platformy wiertnicze. Emitowane światło rozprasza się na pyłach zawieszonych i powodu-

je powstawanie łun świetlnych nad dużymi miastami. W czasie zachmurzenia odbijają się one od chmur i powodują zanieczyszczenie świetlne odległych od miast obszarów. Zanieczyszczenie świetlne działa niekorzystnie na florę i faunę zaburzając ich reakcje, co może być m.in. przyczyną wzrostu troficzności wód, a ponadto uniemożliwia obserwacje astronomiczne. W niniejszej pracy zwrócono uwagę na wpływ zanieczyszczenia światłem na organizmy żywe oraz zastosowanie odpowiedniego oświetlenia obszarów zurbanizowanych.

ZANIECZYSZCZENIE ŚWIATŁEM I JEGO WPŁYW NA ORGANIZMY ŻYWE

Z literatury wiadomo, że jedynie 18,1% kontynentalnej powierzchni Ziemi jest oświetlone przez naturalne światło pochodzące ze źródeł astronomicznych (CINZANO i współaut. 2001). Pozostała część kontynentów oświetlona jest źródłami antropogenicznych zanieczyszczeń świetlnych. W największym stopniu na zanieczyszczenie światłem wpływa światło miejskie z jego oświetleniem wysokich budynków, ulic, placów, zabytków. Światło to najczęściej nie pada tylko na pożą-

dany obiekt, ale również na jego sąsiedztwo, a w konsekwencji rozprasza się na pyłach zawieszonych. W wyniku tego zjawiska nad dużymi miastami występuje luna świetlna. Zachmurzone niebo powoduje około 10-krotne zwiększenie intensywności łuny świetlnej w centrach dużych miast i oświetlenie jest wówczas około 4-krotnie większe niż w czasie jasnych, księżycowych nocy na terenach wiejskich (KYBA i współaut. 2011). Wykazano również, że nawet tereny niesąsiadujące bez-

Słowa kluczowe: zanieczyszczenie światłem, projektowanie oświetlenia, oświetlenie obiektów

pośrednio z terenami miejskimi nie zachowują pierwotnych, naturalnych ciemności. Zanieczyszczenia te związane są z odbitym od chmur światłem pochodzącym z dużych ośrodków miejskich (KYBA i współaut. 2011, ŚCIEŻOR i współaut. 2012). W przypadku nieba bezchmurnego podstawowym czynnikiem zanieczyszczenia świetlnego są zanieczyszczenia lokalne rozproszone na mgłę lub pyłach zawieszonych (ŚCIEŻOR i współaut. 2012). Z punktu widzenia ekologii zanieczyszczenie światłem ma wpływ na żerowanie, rozmnażanie, migrację i komunikację organizmów w ich naturalnym środowisku (MORE i współaut. 2000, LONGCORE i RICH 2004, RICH i LONGCORE 2005). Pod wpływem zwiększonego oświetlenia dochodzić może również do zaburzenia równowagi ekologicznej w środowisku, np. wzrostu drapieżnictwa (GLIWICZ 1986, 1999; GOTTHARD 2000; KALETA 2007) czy wymierania gatunków zagrożonych wyginięciem podlegających ochronie (KALETA 2007). Potencjalnym zagrożeniem dla ssaków, w tym i dla człowieka, przeby-

wających w środowisku zanieczyszczonym światłem może być zaburzenie wytwarzania melatoniny, hormonu o działaniu m. in. antyoksydacyjnym i antykancerogennym (patrz KALETA 2007). W ekosystemach wodnych w wyniku większego oświetlenia glony zwiększają produkcję biomasy (CZAPLICKA-KOTAS i LODOWSKA 2014). Ponadto stwierdzono, że pod wpływem zanieczyszczenia światłem w podmiejskich jeziorach *Daphnia* (należąca do zooplanktonu) wykazuje mniejszą amplitudę i wielkość migracji, a w efekcie następuje mniej intensywne wyjadanie glonów w nocy (MOORE i współaut. 2000). Reasumując, konsekwencją zanieczyszczenia światłem może być zwiększenie biomasy glonów w jeziorach, zbiornikach wodnych, wodach przybrzeżnych i wzrost troficzności ich wód (MOORE i współaut. 2000). ŚCIEŻOR i KUBALA (2011) zwracają uwagę na szczególne zagrożenie eutrofizacją zbiorników wody pitnej na skutek zanieczyszczenia światłem, co wiąże się z pogorszeniem jakości wody.

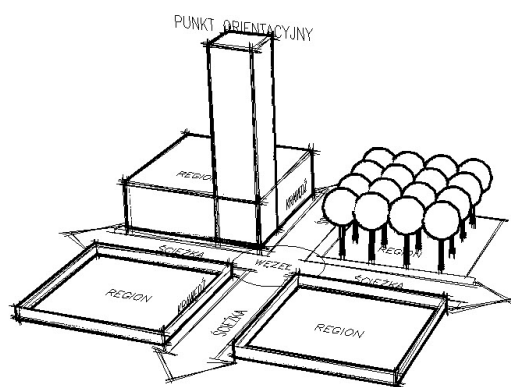
PROJEKTOWANIE OŚWIETLENIA OBSZARÓW ZURBANIZOWANYCH.

Projektowanie oświetlenia wymaga interdyscyplinarnej wiedzy łączącej elementy inżynierii (FILA i współaut. 2004), sztuki, psychologii, ekologii, ergonomii, medycyny i bezpieczeństwa. Prawidłowe oświetlenie jest niezbędne dla wykonania zadań wymagających dokładności wzrokowej, rozróżniania kolorów, rozpoznawania kształtów (GALER 1987), czy utożsamiania rzeczy z ich intuicyjną funkcją zwanego afordancją (GIBSON 1977). Projektując oświetlenie miejsca modelujemy jego właściwości fizyczne wpływając na aktywność użytkowników i ich odbiór przestrzeni (CANTER 1977), np. wysoki poziom oświetlenia zwiększa aktywność, a niski prowadzi do zwiększenia intymności i wyciszenia (SAUNDERS i współaut. 1974). Prawidłowe oświetlenie jest jednym z elementów zapewnienia komfortu środowiska wewnętrznego (PN-EN 15251, 2012 „Parametry wejściowe środowiska wewnętrznego dotyczące projektowania i oceny charakterystyki energetycznej budynków, obejmujące jakość powietrza wewnętrznego, środowisko ciepłe, oświetlenie i akustykę”).

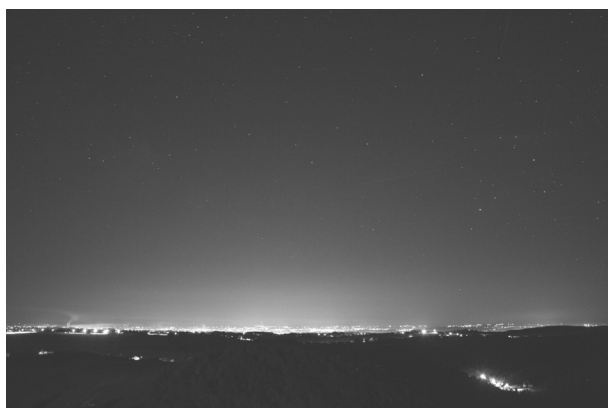
Zgodnie z założeniami i badaniami urbanisty Kevina LYNCHA (1960), obraz miasta powstający w ludzkiej świadomości polega na rejestrowaniu charakterystycznych cech

znanego środowiska. Proces ten zwany jest mapowaniem. Cechy środowiska można opisać za pomocą pięciu elementów: ścieżek, krawędzi, regionów, węzłów i punktów orientacyjnych, które tworzą mapę poznawczą (Ryc. 1)

Dobrze zaprojektowane miasto składa się z bardzo wyraźnych części i jest natychmiast rozpoznawalne dla przeciętnego odbiorcy.



Ryc. 1. Diagram obrazujący elementy mapy poznawczej Lyncha wymagające odrębnej metody oświetlenia (rys. Marek Cyunel).

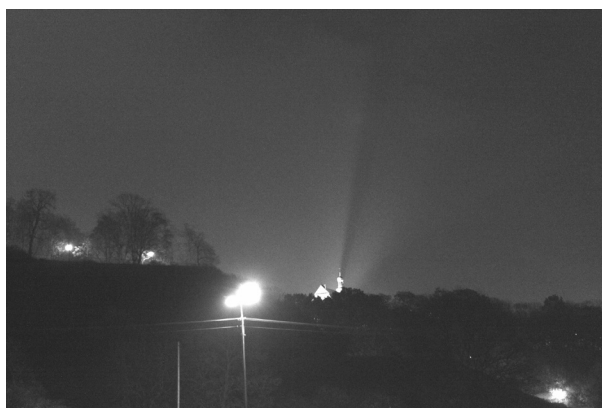


Ryc. 2. Łuna świetlna nad Krakowem (fot. Marcin Filipek).



Ryc. 3. Oświetlenie powodujące odbłaski, skierowane ku górze (fot. Darek Ślusarski, Wawel, Fotografia, <http://www.darekslusarski.pl/>).

Jednym z warunków czytelności elementów jest ich odpowiednie oświetlenie, szczególnie oświetlenie ciągów komunikacyjnych w sposób jednoznaczny, wzmacniający czytelność kierunku. Podobnie, pozostałe elementy



Ryc. 4. Płock, oświetlenie powodujące odbłaski, skierowane ku górze (fot. Tomasz Ścieżor).

wymagają iluminacji dostosowanej do funkcji jaką pełnią w strukturze miasta. Percepcja nocna, zależna od sposobu i poziomu oświetlenia, powinna być tożsama z odbiorem tych samych elementów w ciągu dnia. Jeśli w świetle dziennym odbieramy jakiś obiekt jako punkt orientacyjny, powinien on pozostać tym punktem w oświetleniu nocnym. Tę prawidłowość zakłócają np. silnie iluminowane banery reklamowe.

Wadliwe, nadmierne oświetlenie przestrzeni może powodować u odbiorcy dezorientację, zaburzać zachowania społeczne czy wywoływać stany chorobowe. Jest też przyczyną zanieczyszczenia światłem, które wywołuje:

- efekt łuny świetlnej osłabiający nasze widzenie nocnego nieba (Ryc. 2);
- wytwarzanie odbłasków wpływających na ostrość widzenia kierowców i pieszych (Ryc. 3, 4);
- zmiany behawioru u roślin i zwierząt (MONTROYA 2011).

FUNKCJE OŚWIETLENIA

Prawidłowe oświetlenie jest niezbędnym elementem przestrzeni, w której podejmowane są działania wymagające dokładności wzrokowej (BELL i współaut. 2004).

Światło na terenach zurbanizowanych pełni też inne funkcje:

- jest elementem dekoracyjnym, bowiem zwiększa atrakcyjność przestrzeni (Ryc. 5);
- może być wyrazem artystycznym i oddziaływać na odbiorcę w formie sztuki audiowizualnej (Ryc. 6);

– stanowi oprawę ważnych spotkań społecznych, np. sztuczne ognie podnoszą rangę imprez;

– pełni funkcje informacyjne (oznaczenia świetlne, znaki świetlne, itp.);

– zwiększa poczucie bezpieczeństwa i komfortu;

– przyciąga uwagę pełniąc funkcje marketingowe, np. banery reklamowe (Ryc. 7) lub iluminacje wystaw sklepowych (Ryc. 8).



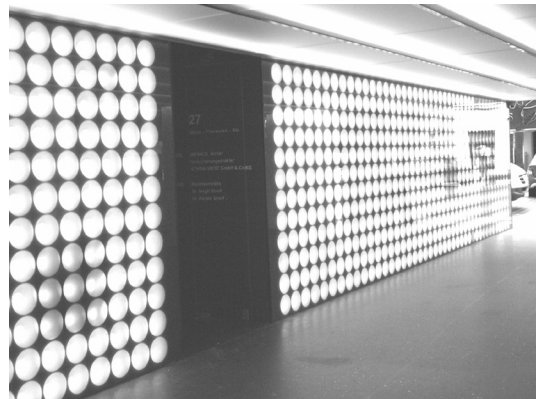
Ryc. 5. Pawilon Chiński. EXPO 2015, Mediolan (fot. Jadwiga Stochel-Cyunel).



Ryc. 6. Spektakl Światła „Drzewo Życia”. EXPO 2015, Mediolan (fot. Marek Cyunel).



Ryc. 7. Wejście do Pawilonu Amerykańskiego. EXPO 2015, Mediolan (fot. Jadwiga Stochel-Cyunel).



Ryc. 8. Pasaż handlowy w Innsbrucku (fot. Jadwiga Stochel-Cyunel).

KRYTERIA DOBORU OŚWIETLENIA

Aby zastosować zasadę doboru właściwego oświetlenia do funkcji użytkowej i czasu pracy należy przed przystąpieniem do projektowania wykonać niezbędne analizy interesującej nas przestrzeni, sposobu jej użytkowania i preferencji użytkowników.

Dla zapewnienia prawidłowego oświetlenia przestrzeni konieczne jest dostosowanie projektu do obowiązujących aktów prawnych, m.in.: Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane* (Dz. U. z 2013 r. poz. 1409, z późniejszymi zmianami), *Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami), Ustawa z dnia 27.04.2001 r. *Prawo ochrony środowiska* (Dz.U. z 2013 r., poz. 1232, z późniejszymi zmianami) oraz do obowiązujących norm w zakresie:

- oświetlenia pomieszczeń (PN/EN 12464-1 „*Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Miejsca pracy we wnętrzach*”);
- oświetlenia terenów zewnętrznych oraz ulic (PN-CEN/TR 13201-1 „*Oświetlenie dróg. Część 1: Wybór klas oświetleniowych*”; PN-EN 13201-2 „*Oświetlenie dróg. Część 2: Wymagania oświetleniowe*”; PN-EN 13201-3 „*Oświetlenie dróg. Część 3: Obliczenia oświetleniowe*”; PN-EN 13201-4 „*Oświetlenie dróg. Część 4: Metody pomiarów parametrów oświetlenia*”);
- oświetlenia awaryjnego (PN-EN 1838 „*Zastosowanie oświetlenia. Oświetlenie awaryjne*”);
- bezpieczeństwa i higieny pracy (PN-N-18001);
- bezpieczeństwa przeciwpożarowego (<http://strazpozarnaplock.pl/wykaz>);



Ryc. 9. Zurich. Kamienica po prawej – zbyt wysoki poziom luminancji oświetlenia wewnętrznego (fot. Marek Cyunel).

przepisow-i-norm-z-zakresu-ochrony-przeciwpozarowej/).

Podczas doboru parametrów oświetlenia, oprócz norm oświetleniowych i wytycznych projektowych (NEUFERT 1999), należy też wziąć pod uwagę aspekt energooszczędności, zadbać o niską energochłonność, łatwą obsługę, niskie nakłady konserwacyjne oraz długą żywotność projektowanych rozwiązań. Istotny jest też aspekt ochrony środowiska: ograniczenie emisji światła ku górze, projektowanie oświetlania o najniższym możliwym poziomie luminancji (Ryc. 9).

Dobre praktyki doboru poszczególnych komponentów projektu, zmierzające do uzyskania optymalnego rozwiązania, korzystne zarówno pod względem ekonomicznym, społecznym, jak i środowiskowym, zostały wypracowane w systemach certyfikacyjnych obejmujących wielokryterialną ocenę budynków (amerykański LEED, brytyjski BREEAM, niemiecki DGNB, szwajcarski MINERGIE).

ZASADY OŚWIETLANIA OBIEKTÓW BUDOWLANYCH I SPOSOBY ZAPOBIEGANIA ZANIECZYSZCZENIU ŚWIATŁEM

Oświetlenie wewnętrzne budynku powinno być zaprojektowane w sposób zapewniający tylko niezbędny poziom oświetlenia dla poszczególnych funkcji wykorzystania przestrzeni. W celu ograniczenia zużycia energii na potrzeby oświetlenia, projektując obiekt, należy pamiętać o zapewnieniu dostępu naturalnego światła słonecznego w maksymalnej liczbie pomieszczeń. Powierzchnie przeszklone powinny mieć największe możliwe rozmiary, przy uwzględnieniu korekty na ewentualne straty ciepła przez przenikanie oraz zyski energii słonecznej.

Przy oknach, na wysokości ok. 30–50 cm od górnej ich krawędzi, można instalować półki wykonane z materiałów silnie odbijających światło w celu „wprowadzenia” światła

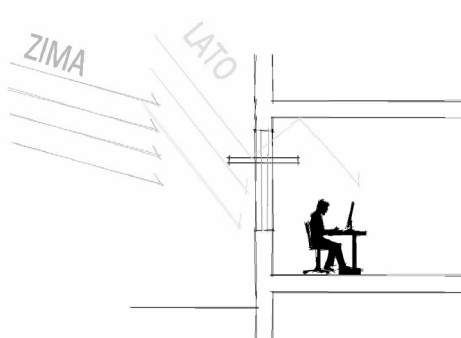
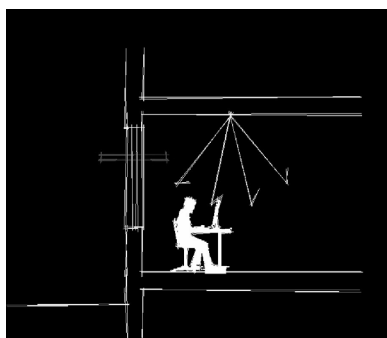
naturalnego jak najdalej w głąb pomieszczeń (Ryc. 10).

Aby zapobiec wydostawaniu się światła na zewnątrz obiektu należy:

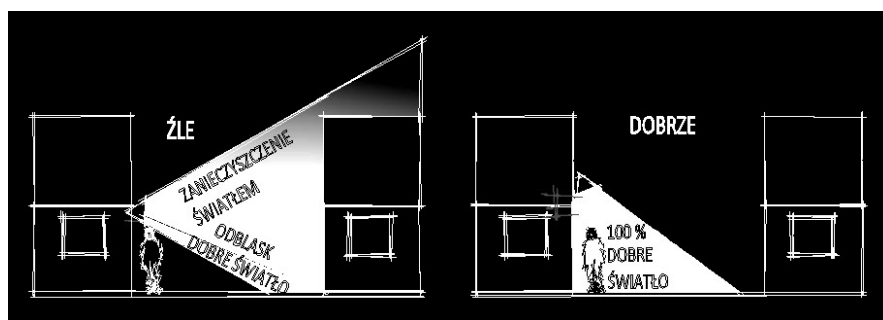
- skierować strumień światła na mato-we, nieprzeźroczyste powierzchnie tak, aby zapobiec odbiciom światła od zamierzonego obszaru luminancji i jego ucieczki przez okna;
- stosować osłony w formie żaluzji, rolet lub wykorzystać technologię inteligentnego szkła, czyli aktywne lub zmienne szkło, które pod wpływem przyłożonego napięcia elektrycznego zmienia właściwości odnoszące się do transmisji światła. Po aktywacji, większość rodzajów szkieł ze stanu nieprzeźrystego staje się całkowicie przezroczyste;

– stosować półki odbijające światło. To rozwiązanie, oprócz wcześniej opisanej funkcji, zapobiega też wprowadzaniu do pomieszczeń niechcianego światła w miesiącach letnich (Ryc. 10), jak również blokuje strumień światła odbitego od innych powierzchni przed przedostaniem się na zewnątrz (MONTAYA 2011);

– wprowadzić możliwość regulacji oświetlenia, dostosowując jego parametry i czas pracy do rzeczywistych po-



Ryc. 10. Przechodzenie światła przez okno z zamontowaną półką (rys. Marek Cyunel).



Ryc. 11. Rozkład strumienia światła oświetlającego zewnętrzną przestrzeń budynku (rys. Marek Cyunel).

trzeb użytkowych, np. poprzez systemy inteligentnego zarządzania budynkiem (BMS).

Projektując oświetlenie zewnętrzne obiektu należy dobrać jego parametry w sposób zapewniający minimalną ilość światła niezbędnego dla bezpieczeństwa i komfortu oraz zainstalować liczniki i czujniki ruchu, które wyłączą światło, gdy nie jest ono potrzebne.

W celu wyeliminowania tworzenia się luny świetlnej osłabiającej nasze widzenie nocnego nieba i wytwarzania odbłasków należy instalować oświetlenie w oprawach lub montować specjalne osłony, które nie pozwalają świecić w górę lub poza granice ob-

szaru wymagającego doświetlenia (Rys. 11). Należy unikać stosowania światła o barwie niebieskiej (światło zimne o temperaturze barwowej powyżej 5000 K). Człowiek najlepiej odbiera światło ciepłe białe o temperaturze barwowej ok. 3000 K.

Oświetlenie drogi powinno uczytelniać jej funkcję i kierunek (LYNCH 1960) oraz do-

starczać wskazówek o zbliżaniu się do obszarów wymagających zwiększonej koncentracji, takich jak np. węzły ruchu. Informacje o znaczeniu obszaru mogą być przekazywane poprzez wykorzystanie źródeł światła o różnej barwie.

Iluminacja punktów orientacyjnych powinna harmonizować z oświetleniem obszarów przyległych. W strefach słabiej oświetlonych do podkreślenia rangi obiektu wystarczy niewielkie natężenie światła, natomiast w strefach o wyższym poziomie oświetlenia należy zastosować silniejsze źródło światła.

PODSUMOWANIE

Po przeanalizowaniu sytuacji potencjalnego zagrożenia zanieczyszczeniem światłem i istniejących regulacji prawnych wymaganych przy oświetlaniu obszarów miejskich, w tym: Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane* (Dz. U. z 2013 r. poz. 1409, z późniejszymi zmianami), *Warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami), Ustawy z dnia 27.04.2001 r. *Prawo ochrony środowiska* (Dz.U. z 2013 r., poz. 1232, z późniejszymi zmianami), Ustawy z dnia 27 marca 2003r. *O planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym* (Dz.U. 2003Nr 80 poz. 717, z późniejszymi zmianami) oraz obowiązujących norm, nasuwają się następujące wnioski:

- niezbędne jest stworzenie egzekwowanych regulacji prawnych zapobiegających zanieczyszczeniu światłem;
- niezbędne jest wprowadzenie wymogu projektowania oświetlenia na etapie tworze-

nia planu zagospodarowania przestrzennego miasta i jego terenów przyległych;

– w planie zagospodarowania przestrzennego należy wziąć pod uwagę podział zurbanizowanych obszarów na przestrzenie o określonych dopuszczalnych parametrach natężenia światła;

– należałoby wyznaczyć strefy ciemnego nieba w celu ochrony ważnych, z punktu widzenia ochrony środowiska, ekosystemów o szczególnych wartościach przyrodniczych (np. parki narodowe, rezerваты przyrody, tereny ochrony rzadkich gatunków) i użytkowych (np. zbiorniki wody pitnej).

PODZIĘKOWANIA

Autorzy niniejszego artykułu bardzo dziękują Panom: Marcinowi Filipkowi, Dariuszowi Ślusarskiemu i Tomaszowi Ścieżorowi za udostępnienie zdjęć.

LITERATURA

- BELL P. A., GREENE TH. C., FISCHER J. D., BAUM A., 2004. *Psychologia środowiskowa*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk.
- CANTER D., 1977. *The Psychology of Place*. The Architectural Press, London.
- CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C. D., 2001. *The first world atlas of the artificial night sky brightness*. Mon. Not. R Astron. Soc. 328, 689–707.
- CZAPLICKA-KOTAS A., LODOWSKA J., 2014. *Biomonitoring of surface water by synchronous culture of *Chlorella vulgaris* algae*. Environ. Protect. Engin. 40, 29–40.
- FILA K., FURMAN M., GINTOWT J., 2004. *Illumination of architecture. The problem of light pollution*. Technical Transaction, Z-B/5-2014. Cracow University of Technology.
- GLIWICZ Z. M., 1986. *A lunar cycle in zooplankton*. Ecology 67, 883–897.
- GLIWICZ Z. M., 1999. *Predictability of seasonal and diel events in tropical and temperate lakes and reservoirs*. [W:] *Theoretical reservoir ecology and its applications*. TUNDISI J. G., STRASKRABA M. (red.). International Institute of Ecology, São Carlos.
- GALLER I. A. R., 1987. *Applied ergonomics handbook*. Butterworths, London.
- GIBSON J. J., 1977. *The theory of affordances. Perceiving, Acting, and Knowing: Toward an Ecological Psychology*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- GOTTHARD K., 2000. *Increased risk of predation as a cost of high growth rate: an experimental test in a butterfly*. J. Anim. Ecol. 69, 896–902.
- KALETA T., 2007. *Wpływ niektórych antropogenicznych zmian środowiskowych na zachowanie się zwierząt*. Życie Weterynaryjne 85, 375–379.
- KYBA C. C. M., RUHTZ T., FISCHER J., HÖLKER F., 2011. *Cloud coverage acts as an amplifier for ecological light pollution in urban ecosystems*. PLoS ONE 6, e17307. doi:10.1371/journal.pone.0017307.
- LONGCORE T., RICH C., 2004. *Ecological light pollution*. Front. Ecol. Environ. 2, 191–198.
- LYNCH K., 1960. *The image of the city*. MA, M.I.T. Press, Cambridge.
- MONTOYA M., 2011. *Green Building Fundamentals. A Practical Guide to Understanding and Applying Fundamental Sustainable Construction Practices and the LEED System*. Pearson Education, Inc.
- MORE M. V., PIERCE S. M., WALSH H. M., KVALVIK S. K., LIM J. D., 2000. *Urban light pollution alters the diel vertical migration of *Daphnia**. Ver. Internat. Verein. Limnol. 27, 1–4.
- NEUFERT P., 1999. *Podręcznik Projektowania Architektoniczno-Budowlanego*. Arkady, Warszawa.
- RICH C., LONGCORE T., 2005. *Ecological consequences of artificial night lighting*. Island Press, 191–198.
- SAUNDERS M., GUSTANSKI J., LAWTON M., 1974. *Effect of ambient illumination on noise levels of groups*. J. Appl. Psychol. 59, 527–528.
- ŚCIEŻOR T., KUBALA M., 2011. *Zanieczyszczenie świetlne w otoczeniu wybranych zbiorników retencyjnych Małopolski*. Czasopismo Techniczne PK 2-Ś/2011 6, 235–245.
- ŚCIEŻOR T., KUBALA M., KASZOWSKI W., 2012. *Light pollution of the mountain areas in Poland*. Arch. Environ. Protect. 38, 59–69.

MAREK CYUNEL¹, ANNA CZAPLICKA², JADWIGA STOCHEL-CYUNEL³

¹ Wydział Architektury

² Wydział Inżynierii Środowiska

Politechnika Krakowska

Warszawska 24, 31-155 Kraków

³ JSC DESIGN

Malawskiego 26, 31-471 Kraków

OŚWIETLENIE MIEJSKIE W KONTEKŚCIE ZANIECZYSZCZENIA ŚWIATŁEM

Streszczenie

Metody oświetlenia obszarów zurbanizowanych mają znaczny wpływ na poziom zanieczyszczenia światłem. Natężenie i kierunek oświetlenia poszczególnych elementów struktury miejskiej zależne są od funkcji, formy oraz prestiżu obiektu. Niewłaściwe oświetlenie, niedostosowane do sposobu użytkowania obiektów powoduje znaczne straty w aspekcie zarówno ekonomicznym, społecznym jak i środowiskowym.

Zanieczyszczenie światłem, poprzez zjawiska rozpraszania i odbicia, rozciąga się daleko poza obszary miejskie wywołując zaburzenie dobowych cykli światła i ciemności. Organizmy roślinne i zwierzęce silnie reagują na te bodźce. Poziom oświetlenia otoczenia reguluje ich metabolizm, wzrost i behavior. W efekcie dochodzi do zaburzeń funkcjonowania ekosystemów.

Celem niniejszej pracy jest zwrócenie uwagi na wpływ zanieczyszczenia światłem na organizmy żywe oraz przedstawienie, w jaki sposób należy oświetlać obiekty miejskie, aby minimalizować ich negatywne oddziaływanie na środowisko.

MAREK CYUNEL¹, ANNA CZAPLICKA², JADWIGA STOCHEL-CYUNEL³

¹ Faculty of Architecture

² Faculty of Environmental Engineering

Cracow University of Technology

Warszawska 24, 31-155 Kraków

³ JSC DESIGN

Malawskiego 26, 31-471 Kraków

URBAN LIGHTING IN THE CONTEXT OF LIGHT POLLUTION

Summary

The methods of illumination of urban areas have a significant influence on the level of light pollution. Function, form and prestige of the urban structure elements determine the direction and intensity of their lighting. Unsuitable lighting, inadequate to the way of the objects usage, causes considerable losses in economic, social and environmental aspects.

Due to the phenomena of light scattering and reflection light pollution is spreading far beyond urban areas leading to disruption of circadian cycles of light and darkness. Plant and animal organisms are highly sensitive to these stimuli. Ambient lighting level regulates their metabolism, growth and behavior. As a result, it comes to disturbances in ecosystems.

The purpose of this paper is to stress the impact of light pollution on living organisms and to show how to illuminate city facilities to minimize its negative environmental effects.