

Piotr RATAJKIEWICZ\*, Hanna MICHALAK\*\*

## STRATEGIA OŚWIETLENIA JAKO ELEMENT ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU MIAST

Artykuł stanowi przegląd najnowszej wiedzy dotyczącej możliwości pogodzenia nowych potrzeb oświetleniowych z ich konsekwencjami oraz możliwości wpisania masterplanu oświetlenia w strategię zrównoważonego rozwoju. Zazwyczaj dopiero obowiązek prawny miast dotyczący budowania i realizacji strategii zrównoważonego rozwoju powoduje urzeczywistnienie działań dotyczących lepszego gospodarowania zasobami. Jak dowodzą badania prowadzone w ostatnich kilkunastu latach, sztuczne oświetlenie nocne poza niezliczonymi zaletami może mieć również negatywny wpływ na zdrowie ludzi, jak i rytm dobowy zwierząt oraz roślin. Oświetlenie zużywa energię elektryczną, której produkcja związana jest z emisją gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń. Oświetlenie sztuczne zapewniło użytkownikom przestrzeni publicznych bezpieczeństwo i komfort przebywania w porze nocnej, a także stało się narzędziem podkreślenia prestiżu miasta za pomocą iluminacji ważnych budynków i instalacji świetlnych. W artykule określono oraz zweryfikowano, na przykładzie trzech europejskich miast: Poznania, Warszawy oraz Kopenhagi, plany modernizacji oświetlenia publicznego oraz ich wdrożenie. Wnioski z analiz mogą stanowić wytyczną przy tworzeniu kolejnych masterplanów oświetlenia w duchu zrównoważonego rozwoju miast.

**Słowa kluczowe:** oświetlenie miejskie, oświetlenie uliczne, zrównoważony rozwój, strategia oświetleniowa, masterplan oświetlenia

### 1. WPROWADZENIE

Oświetlenie uliczne jest niezwykle istotne dla bezpieczeństwa w systemie komunikacji w miastach. Wymaga ono zaawansowanych technologicznie rozwiązań, ale także uwzględnienia subiektywnych aspektów, takich jak percepcja środowiskowa użytkowników. Oświetlenie uliczne jest jednym z kluczowych elementów

---

\* Szkoła Doktorska Politechniki Poznańskiej. ORCID: 0000-0002-6884-1098.

\*\* Politechnika Poznańska, Wydział Architektury, Instytut Architektury i Planowania Przestrzennego. ORCID: 0000-0003-3283-458X.

infrastruktury miejskiej, które wpływa na bezpieczeństwo i komfort mieszkańców. Jednocześnie, oświetlenie uliczne jest jednym z największych źródeł zużycia energii w miastach i gminach. W kontekście zrównoważonego rozwoju miast oświetlenie uliczne musi być zaprojektowane w taki sposób, aby zapewnić bezpieczeństwo i wygodę mieszkańców, jednocześnie minimalizując jego negatywny wpływ na środowisko. W ciągu ostatnich 100 lat miały miejsce trzy różne zmiany paradygmatu dotyczące rozwoju podejścia do planowania urbanistycznego, z których każda była napędzana innym czynnikiem: warunki techniczne dla dróg i samochodów; warunki bezpieczeństwa drogowego i widoczności dla pieszych i rowerzystów; oraz warunki środowiskowe i ich wpływ na ciemne niebo, rośliny, zwierzęta i ludzi [Zielińska-Dąbkowska, Bobkowska 2022]. Zmiany te podyktowane były fluktuacją potrzeb oraz rozwojem wiedzy i wzrostem świadomości dotyczącej wpływu światła sztucznego na ludzi oraz faunę i florę. Złożoność i zróżnicowanie potrzeb oraz wpływ światła na środowisko skłania do oświetlenia publicznego, a także obliguje miasta do stworzenia strategii oświetlenia opartej na zrównoważonym rozwoju. Co więcej, strategia dotycząca oświetlenia publicznego powinna obejmować zarówno oświetlenie drogowe i uliczne, iluminacje obiektów architektonicznych czy wybranych obiektów inżynierskich, oświetlenie sportowe, oświetlenie parków czy skwerów, jak i rekomendacje dla oświetlenia zewnętrznego dla obszarów zarządzanych przez podmioty prywatne oraz samych mieszkańców, tak by uzyskać efekt synergii i najwyższą skuteczność wdrożonej strategii [Wasserfurth-Grzybowski 2019].

Badania przedstawione w niniejszym artykule zostały opracowane na podstawie danych dostępnych w publikacjach książkowych i artykułach naukowych. W celu weryfikacji wiedzy wyjściowej przeanalizowano podejście do strategii i zrównoważonego rozwoju trzech miast europejskich: Poznania, Warszawy i Kopenhagi. W badaniach przeanalizowano strategie rozwoju tych miast, wdrażanie strategii i sposoby realizacji wyznaczonych celów.

## 2. ROZWÓJ ZRÓWNOWAŻONY

Można by przytoczyć i analizować setki [Rudkiewicz 2020] definicji rozwoju zrównoważonego dotyczącego wielu aspektów życia. Rozwój zrównoważony to taki, który realizowany jest w trzech wymiarach: celowym, terytorialnym i czasowym [Meyer, Elbe 2004], gdzie celowy wymiar rozwoju zrównoważonego wiąże się z integracją kapitału społecznego, gospodarczego i przyrodniczego. Miasta, w których w Europie żyje ponad 70% ludzkości, a konsumpcja wielokrotnie przeważa produkcję, skupiają jak w soczewce problemy nadmiernej eksploatacji zasobów. Zamieszkujący i pracujący w miastach, są konsumentami ogromnych ilości energii, dóbr materialnych i usług przy ograniczonej przestrzeni. Miasta to także obszary potencjalnych konfliktów przestrzennych oraz miejsca występowania problemów

społecznych [Kistowski 2003]. Ideą życia zarówno człowieka, jak i miasta jest jednak ciągły rozwój. Stabilizacja traktowana jest jako cofanie się w stosunku do wszystkich pozostałych, którzy dążą do rozwoju. Konsekwencją pędu w rozwoju jest zanieczyszczenie środowiska, nadmierna emisja gazów cieplarnianych, niekontrolowana eksploatacja zasobów. Z drugiej strony postęp życia ludzi i miast obciążony jest kosztami walki ze skutkami niekontrolowanego rozwoju, pochłaniając coraz większe ilości pieniędzy i zasobów w finałowym bilansie, niwelując korzyści z rozwoju społeczno-gospodarczego i w ostatecznym rozrachunku zahamowując drastycznie możliwości dalszego progresu. Błędnie rozumiany rozwój skutkuje również niekorzystnymi zmianami w ekosystemie oraz w społeczeństwie. Sam człowiek także bezpośrednio odczuwa skutki swoich działań w niepożądanym rozwoju. Ceną, jaką płać społeczeństwa, są choroby cywilizacyjne (nowotwory, otyłość, choroby psychosomatyczne, alergie, choroby układu krążenia i oddychania), a utrzymanie zdrowego (normalnego) trybu życia samo w sobie wiąże się z wysiłkiem [Sitek, Ziętański 2019]. Rolą świata nauki jest szerzenie wiedzy i uświadamianie konsekwencji działań, które oprócz krótkowzrocznych zysków wielokrotnie wiążą się z poważnymi konsekwencjami. „Całość to więcej niż suma jego części” – ta maksyma bardzo dobrze opisuje dążenia świadomych społeczeństw. Chcemy i dążymy do miast, które tętnią życiem. To ożywienie miasta jako pierwszy przyrównał z żywym organizmem Abel Woolman w artykule *The metabolism of cities* [Woolman 1965]. Miasta podobnie do organizmów potrzebują energii i zasobów, takich jak paliwa, woda i składniki odżywcze, w celu podtrzymania życia. Składniki te pobierane do „organizmu” zostają metabolicznie przetworzone i ostatecznie wydalone z powrotem do środowiska (otoczenia).

Teoretycznie możemy określić, że mamy nieograniczone zasoby światła generowanego w ogromnych ilościach przez słońce. Niestety, fizycznie nie jesteśmy w stanie w sposób bezpośredni zmagazynować światła i dystrybuować w porach niedoboru tego medium. Światło ukształtowało nasze organizmy, to dzięki niemu i naszemu wzrokowi postrzegamy 82% otoczenia [Grzonkowski, Pracki 2013]. Światło jest dla naszych organizmów elementem podstawowym, niezbędnym do życia ludzi i społeczeństw, jakie tworzą. Od kilkuset lat ludzkość w miastach w celu poprawy bezpieczeństwa stara się kompensować ciemności nocy poprzez zastosowanie sztucznego oświetlenia. Początkowo światło produkowane było w procesie spalania materiałów palnych jak: oliwy, łuczywo, drewno, następnie gaz, aż do wymyślenia światła „elektrycznego”, które zrewolucjonizowało funkcjonowanie ludzi w porach nocnych [Martyniuk-Pęczek 2014]. Dziś powszechne oświetlenie ulic jest jednym z najbardziej energochłonnych czynników w bilansie energetycznym samorządów. Ten faktor może zmieniać się od kilku do nawet kilkudziesięciu procent w zależności od miasta czy gminy, ale zawsze ma istotny wpływ na końcowy bilans zużycia energii elektrycznej. Dla jak największego komfortu widzenia w nocy powinniśmy teoretycznie produkować jak największą ilość światła. Ten eksperyment społeczny nie przeszedł jednak próby. Na początku XX w. w USA zastosowano maszty z lampami łukowymi, które rozmieszczone w odległości kilkuset metrów od siebie produ-

kowały ogromne ilości światła. Po kilku latach całkowicie zrezygnowano z tego sposobu oświetlania, nie ze względu na ogromne zużycie energii, ale negatywny odbiór społeczny związany z zaburzeniami snu, chorobami będącymi jego konsekwencją [Martyniuk-Pęczek 2014]. Zrównoważony rozwój w zakresie oświetlenia publicznego to idea<sup>1</sup> stosowania „światła jak na lekarstwo: wtedy, kiedy potrzeba, w dawkach jakich potrzeba”. Oświetlenie miast przynosi znaczącą poprawę bezpieczeństwa w ruchu drogowym, zmniejszając ilość wypadków, napadów oraz innych zdarzeń kryminalnych. Miasta oświetlone to miasta piękne, z architekturą widoczną, monumentalną, stanowiącą budulec tożsamości miejsca, miasta integrujące społeczeństwa terytorialnie [Bevolo, Rosenius 2014]. Jednak to również konsekwencje w postaci konieczności produkcji energii i emisji z nią związanych [KOBIZE 2023], potencjalnych zaburzeń snu w przypadku źle opracowanych projektów oświetlenia oraz negatywny wpływ na rytm biologiczny fauny i flory. Oświetlenie realizowane w sposób niekontrolowany, to również zaśmiecanie nieba światłem i brak dostępu do gwiazdzistego nieba będących naturalnych dachem, nie tylko dla ludzi, ale i zwierząt [Goronczy 2020]. Prowadzenie polityki zrównoważonego rozwoju w zakresie oświetlenia to oprócz zapewnienia mieszkańcom możliwości bezpiecznego poruszania się w przestrzeniach publicznych, także budowanie miejsc socjalizacji i tożsamości społeczeństw poprzez iluminacje i oświetlenie artystyczne. Tu z ogromną atencją należy podchodzić do kwestii energochłonności rozwiązań, a także zasadności oświetlania i świadomości wszelkich konsekwencji stosowania światła w nocy, co przyczyni się do tworzenia i trwania miast będących środowiskiem zamieszkania dla przyszłych pokoleń.

### 3. WYMAGANIA PRAWNE

Samorządy zarówno w Polsce, jak i Europie mają wiele możliwości co do stanowienia własnej polityki. Samostanowienie skutkuje uchwalaniem prawa miejscowego i decyzjami politycznymi władz miejskich, ale podlega również regulacjom prawodawstwa krajowego. Pomijając pozapolityczne decyzje, jednym z kluczowych motywatorów do działania w samorządach jest krajowe ustawodawstwo oraz obowiązki z niego wynikające. W Polsce w większości przypadków samorządy odpowiadają za zapewnienie oświetlenia publicznego. Od kilku lat wyjątek stanowią autostrady, które zarządzane są przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad. Na tym podmiocie ciąży obowiązek zapewnienia bezpieczeństwa w porze nocnej. Kolejnym wyjątkiem mogą być tereny osiedli mieszkaniowych, które w przypadku polskich blokowisk powstałych w latach 1950-1990 należą wielokrotnie do

---

<sup>1</sup> Według twierdzenia Marcina Ciupaka, jednego z współautorów Masterplanu Oświetlenia Poznania, Studio DL.

spółdzielni i nie są, co do zasady, obszarami zarządzanymi przez władze samorządowe (w praktyce jednak wielokrotnie miasta i gminy zarządzają oświetleniem w tych obszarach). Jak pokazuje praktyka, istnieją samorządy, które nawet prawnie zobligowane do obowiązku, ze względów budżetowych, chętnie zrezygnowałyby z oświetlenia publicznego. W krajowej prasie wielokrotnie publikowano materiały dotyczące wyłączenia oświetlenia drogowego, bez zważania na konsekwencje związane z bezpieczeństwem ruchu drogowego i komfortem życia mieszkańców z czysto ekonomicznych pobudek [Horbaczewski 2023]. Te same przyczyny zmuszają wielokrotnie włodarzy miast do wygaszania podnoszących estetykę miasta iluminacji obiektów architektonicznych.

Finansowanie oświetlenia dróg i ulic regulują przepisy ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz. U. z 2006 r. Nr 89, poz. 625, z późn. zm.). Na podstawie art. 18 ust. 1 pkt 2 i 3 tej ustawy do zadań własnych gminy w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną, ciepło i paliwa gazowe należy planowanie oświetlenia miejsc publicznych i dróg znajdujących się na terenie gminy oraz finansowanie oświetlenia ulic, placów i dróg publicznych, dróg pieszych i rowerowych znajdujących się na terenie gminy. Przez finansowanie oświetlenia ustawa Prawo energetyczne rozumie finansowanie kosztów energii elektrycznej pobranej przez punkty świetlne oraz koszty ich budowy i utrzymania (art. 3 pkt 22 ustawy). Jak już wspomniano, finansowanie oświetlenia dróg publicznych przez samorząd obejmuje wszystkie drogi publiczne, z wyjątkiem autostrad i dróg ekspresowych. Przepisom ustawy Prawo energetyczne odpowiada art. 7 ust. 1 pkt 3 ustawy z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (Dz. U. z 2001 r. Nr 142, poz. 1591, z późn. zm.), zgodnie z którym do zadań własnych gminy należy zaspokajanie potrzeb wspólnoty. Zapewnienie oświetlenia ulic, placów i dróg publicznych znajdujących się na terenie gminy stanowi więc zbiorową potrzebę wspólnoty, jaką jest tworzy gmina.

Art. 167 ust. 2 ustawy z dnia 30 czerwca 2005 r. o finansach publicznych (Dz. U. Nr 249, poz. 2104, z późn. zm.) warunkuje wydatkowanie z budżetu jednostek samorządu terytorialnego środków na realizację m.in. zadań własnych jednostek samorządu terytorialnego, jakim jest określony w art. 18 ust. 1 pkt 3 ustawy Prawo energetyczne, obowiązek finansowania oświetlenia ulic i dróg publicznych. Przepisy ww. ustawy nie przewidują konieczności posiadania przez gminę prawa własności tego oświetlenia. W praktyce oznacza to obowiązek finansowania oświetlenia będącego zarówno na majątku własnym gminy, jak i tego należącego i zarządzanego przez spółki energetyczne (np. ENEA, ENERGA, TAURON, PGE) oraz podmioty jak Oświetlenie Uliczne i Drogowe Sp. z o.o. będącego spółką samorządową należąca do 110 gmin [OUiD 2023].

Gmina realizuje zadania, o których mowa w ust. 1, zgodnie z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego, a w przypadku braku takiego planu – ze strategią rozwoju gminy lub strategią rozwoju ponadlokalnego. Wspomniany obowiązek planowania oświetlenia publicznego miejsc publicznych i dróg w praktyce realizowany jest poprzez projekty modernizacyjne przygotowywane w ramach realizacji inwentaryzacji i audytów energetycznych. Konieczność posiadania audytu

energetycznego oświetlenia wymuszona jest niejako poprzez możliwość pozyskania dodatkowych środków z tytułu sprzedaży tzw. białych certyfikatów. System świadectw efektywności energetycznej, czyli białych certyfikatów, oparty jest na zapisach Ustawy z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. 2016, poz. 831). Mechanizm pozwala na otrzymanie dodatkowych środków pieniężnych za wykonanie modernizacji służących poprawie efektywności energetycznej skutkujących oszczędnością energii. Jak wynika z praktyki rynkowej, projekty wykonywane są w sposób bardzo uproszczony, dotyczą tylko oświetlenia drogowego, realizując jedynie cele energetyczne i ekonomiczne, a pomijając aspekty estetyczne, środowiskowe czy społeczne, oraz nie uwzględniają aspektów zrównoważonego rozwoju obszarów je obejmujących. Docelowo każdy samorząd powinien posiadać masterplan oświetlenia [Sozen et al. 2019] będący wypracowaną w wielobranżowych zespołach strategią nocnego wizerunku miasta czy gminy.

Polskie ustawodawstwo z zakresu planowania i zagospodarowania przestrzennego wprowadziło również ideę zrównoważonego rozwoju. Ustawa z 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym za podstawę działań formowanie polityki przestrzennej przyjmuje ideę zrównoważonego rozwoju. W art. 47 ustawy podkreśla się, że przy sporządzaniu koncepcji przestrzennego zagospodarowania kraju uwzględnia się zasady rozwoju zrównoważonego (Ustawa z 27 marca 2003 r.; Dz. U. 2003, nr 80, poz. 717). Jednocześnie warto mieć na uwadze krocząca legislacje uchwalane w EU. Każdy kraj członkowski Unii Europejskiej zobowiązany jest do integracji swojego prawa z prawem Wspólnoty. Podstawą prawną implementacji jest art. 4 Traktatu Unii Europejskiej, który obliguje państwa członkowskie do współpracy w osiąganiu celów Unii poprzez zagwarantowanie skuteczności prawa unijnemu.

W kontekście stworzenia strategii zrównoważonego rozwoju dla oświetlenia publicznego, konieczna jest zatem analiza aktualnych uwarunkowań prawno-administracyjnych z uwzględnieniem ustawodawstwa w zakresie prawa planowania przestrzennego, prawa ochrony środowiska i przyrody, prawa budowlanego i wymogów dla oświetlenia drogowego, a także organizacji i funkcjonowania samorządu terytorialnego. Istotne zdaje się być również uwzględnienie planowanych założeń ogólnokrajowych oraz europejskich, w zakresie wymagań odnośnie do energooszczędności, ochrony środowiska, a także cyfryzacji urzędów czy wprowadzania inteligentnych systemów zarządzania miastem w kontekście tzw. smart city. Uwzględnienie wskazanych aspektów może pozwolić również na potencjalne wykorzystanie programów dofinansowania modernizacji czy budowy oświetlenia, co może przyczynić się do szybszej i sprawniejszej realizacji celów strategii oświetlenia w samorządach.

#### 4. MASTERPLAN OŚWIETLENIA JAKO ELEMENT STRATEGII ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Zrównoważony rozwój zakłada, że dążymy do takiej eksploatacji zasobów, że efekty naszych działań uwzględniać będą integrację kapitału społecznego, gospodarczego i przyrodniczego, a wspomniane zasoby ciągle dostępne dla przyszłych pokoleń. Masterplan oświetlenia zakłada kompleksowe podejście do zagadnienia oświetlenia sztucznego uwzględniające potrzeby bezpieczeństwa, ale i samostanowienia miasta jako wizytówki jej mieszkańców [Żagan 2003]. Naturalne światło, stale zmieniające się intensywnością i kolorem, nadaje światu fizycznemu kształt i formę. Jednak gdy zapada ciemność, widok się zmienia. Struktura obiektów znika, a kształty stały się trudne do rozpoznania. W tych warunkach uwidaczniają się możliwości, jakie daje sztuczne oświetlenie. Podstawowym celem oświetlenia miejskiego jest zapewnienie wystarczającego oświetlenia, aby postrzegać środowisko i ułatwiać orientację, bezpieczeństwo i ochronę. Sposób, w jaki miasto jest oświetlone, nie tylko ujawnia jego fizyczną naturę, ale także wpływa na użytkowanie miasta w nocy. Determinuje jego nocny wizerunek. Nie jest łatwo zaplanować miejski nocny krajobraz w sposób holistyczny. Dzieje się tak, ponieważ oświetlenie jest zapewniane i kontrolowane przez liczne instytucje: samorządy lokalne, zarządców dróg, parków, lasów, ale również terenów i budynków prywatnych. Trudno oczekiwać specjalistycznej wiedzy oświetleniowej od wszystkich stron, które z różnych pobudek chcą, aby ich tereny czy obiekty były w nocy oświetlone. Masterplan oświetlenia miasta czy gminy pozwala nie tylko na zbudowanie wytycznych dotyczących oświetlenia ulic, dróg i obiektów, ale także solidnych fundamentów wiedzy o oświetleniu jako integralnym elemencie urbanistyki oraz ułatwia stworzenie struktur decyzyjnych, pozwalających w sposób skuteczny, świadomy i zrównoważony rozwijać oświetlenie miejskie.

Podstawowym celem masterplanu oświetlenia jest zidentyfikowanie wszystkich form oświetlenia, które przyczyniają się do miejskiego krajobrazu nocnego oraz zapewnienie, że są one dostarczane i obsługiwane w sposób, który tworzy zrównoważoną ogólną atmosferę w odniesieniu do działań użytkowników i aspektów energetycznych/środowiskowych [Sozen et al. 2019]. Aby to osiągnąć, należy wziąć pod uwagę nie tylko cele wizualne, ale także aspekty legislacyjne, zarządcze i ekonomiczne. Ponieważ oświetlenie jest również znaczącym i oczywistym wizualnie konsumentem energii i potencjalnym źródłem zanieczyszczenia światłem, główny plan oświetlenia powinien zapewniać jasne wskazówki dotyczące osiągnięcia optymalnej równowagi między zużyciem energii a korzyściami płynącymi z atrakcyjnie oświetlonego miasta. Kolejny aspekt planowanego oświetlenia miejskiego odnosi się do nocnej gospodarki miasta. Relacja między miastem, które zainwestowało w wysokiej jakości oświetlenie, a jego zdolnością do przyciągania i zatrzymywania gości po zmierzchu [Januchta-Szostak 2010; Michalak, Suchanek 2018, 2019] jest

obecnie oparta w dużej mierze na anegdotycznych dowodach. Te kwestie z uwagi na swój wielkowszątkowy charakter są trudne do udowodnienia ze względu na złożoność zjawisk, jakim podlegają. Wybudowanie dobrej jakości instalacji oświetleniowej, podobnie jak wybudowanie parku, przyczyni się do poprawy komfortu życia i zdrowia mieszkańców go odwiedzających, ale niezwykle trudno jest udowodnić bezwzględnie w sposób wymierny korzyści z tego wynikające.

Aby skutecznie zoptymalizować oświetlenie w mieście, tak by spełniało oczekiwane i różne zadania, ważne jest, aby pamiętać, że wszystkie elementy funkcjonalności, ekspresji i kwestii środowiskowych mogą i najczęściej zmieniają się w czasie. Ma to miejsce w godzinach nocnych, ale także w różnych porach roku. Plan generalny musi być otwarty na nowe rozwiązania technologiczne w technikach oświetleniowych i systemach sterowania [Korenik 2019]. Dzięki ich wykorzystaniu system oświetleniowy może reagować na zmienność potrzeb w czasie i gwarantować realizację optymalnego oświetlenia. Zastosowanie systemów sterowania oraz zapewnienie zasilania w infrastrukturze oświetlenia pozwoli na wykorzystanie infrastruktury oświetleniowej do instalacji i zasilania peryferyjnych urządzeń, takich jak np. kamery monitoringu, czujniki zanieczyszczenia powietrza, systemy parkingowe, systemy odczytów liczników. Wykorzystanie infrastruktury oświetleniowej do innych celów, w znaczący sposób przyczynia się do łatwości rozwoju i implementacji systemów smart city. Systemy sterowania stosowane w oświetleniu zewnętrznym pozwalają na uzyskiwanie znaczących oszczędności energii elektrycznej, co pozytywnie wpływa na gospodarkę energią. Sama możliwość zarządzania zużyciem energii i możliwość reakcji na energię dystrybuowaną w sposób ciągły w sieciach energetycznych pozwalać może w lepszy sposób zarządzać systemem energetycznym.

Światło oprócz swojego pozytywnego wpływu na wizerunek otoczenia i przebywającego w nim człowieka, związanego z umożliwieniem bezpiecznego funkcjonowania w czasie nocy, poza kosztami budowy i energii elektrycznej może nieść za sobą negatywny wpływ na zdrowie ludzi oraz zaburzenia w funkcjonowaniu fauny i flory [Evans 2023]. Jako główne źródło emisji zanieczyszczeń świetlnych postrzega się oświetlenie uliczne, ale na całość zjawiska wpływ ma również oświetlenie parkingów, obszarów przemysłowych i magazynowych, oświetlenie stosowane w handlu i reklamach świetlnych oraz pochodzące z okien domów i mieszkań, a także to z reflektorów i lamp samochodowych. Obecnie w wielu częściach świata (szacuje się, że w Polsce „ledyfikacja” osiągnęła poziom ok. 20% w oświetleniu ulicznym) przechodzi się na technologię diod LED. Skutkuje to wzrostem niebieskiej części widma widzialnego, która jest bardziej szkodliwa dla bioróżnorodności i zdrowia ludzi [Karan, Shweta, Anusha 2023]. Jednocześnie źródła LED można modyfikować i dostosowywać dużo łatwiej niż konwencjonalne lampy wyładowcze, dostosowując ich intensywność, widmo oraz inne cechy systemów oświetlenia ulicznego. Plan oświetlenia powinien uwzględniać również koszty środowiskowe, jakie światło sztuczne za sobą niesie dla zwierząt i roślin, z uwzględnieniem obszarów, w jakim światło sztuczne jest stosowane, jego intensywności, kierunkowości i czasu pracy. Oświetlenie zrównoważone to również materiały, jakie są stosowane



do jego budowy, rodzaje instalacji, trwałość urządzeń i koszty związane z eksploatacją i utylizacją czy możliwość recyklingu i dalszego wykorzystania materiałów. Masterplan oświetlenia jako projekt indywidualny wskazuje również na sposoby realizacji procesów decyzyjnych [Wasserfurth-Grzybowski 2019; CIE 2019] i budowlanych. Niezwykle istotnym elementem całego przedsięwzięcia jest też metodologia komunikacji wewnętrznej pomiędzy interesariuszami, a także komunikacji zewnętrznej, uświadamiającej społeczność o zachodzących w mieście procesach oraz edukujących mieszkańców w zakresie światła sztucznego jako dobra wspólnego.

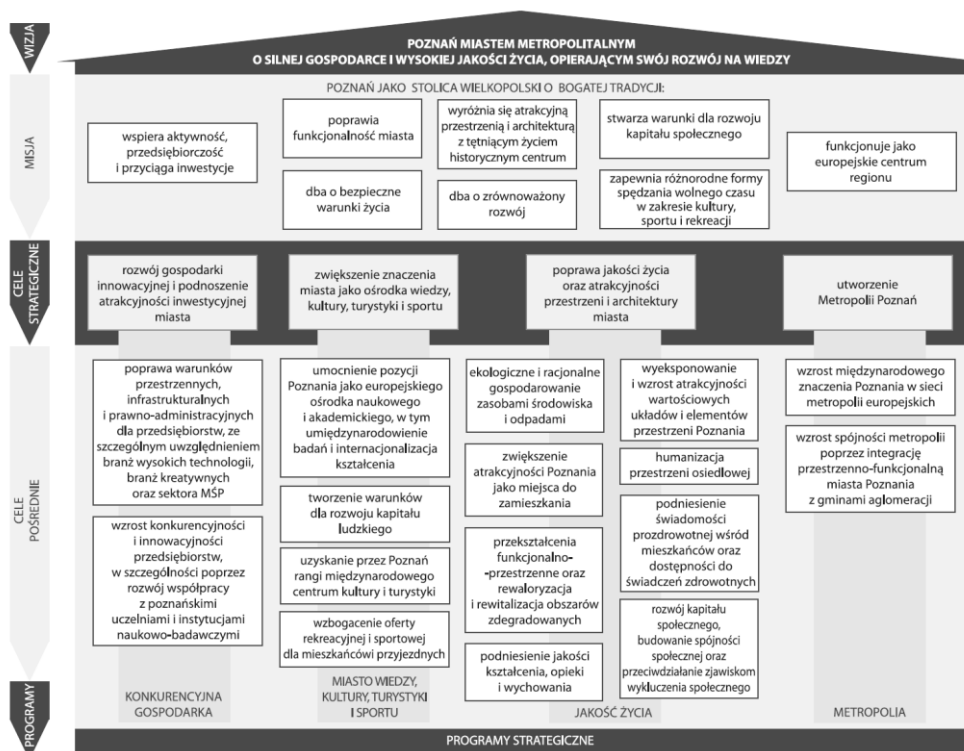
## **5. ANALIZA STRATEGII OŚWIETLENIOWYCH I ICH REALIZACJI W WYBRANYCH MIASTACH**

### **5.1. Poznań**

Zasada zrównoważonego rozwoju jest jednym z aspektów wyróżnionych w Strategii Rozwoju Miasta Poznania do roku 2030. Uwzględniana jest ona zarówno w wizji Poznania, misji miasta („Poznań... dba o zrównoważony rozwój...”), jak i celach strategicznych (np. „Poprawa jakości życia oraz atrakcyjności przestrzeni i architektury miasta”), celach pośrednich („Ekologiczne i racjonalne gospodarowanie zasobami środowiska i odpadami”) oraz programach strategicznych (rys. 1). Celem programu jest realizacja wyzwań wspólnotowej polityki ochrony środowiska, w tym w szczególności zapewnienie funkcjonowania zrównoważonego systemu gospodarki odpadami, zapewnienie odpowiedniego potencjału infrastruktury technicznej, gwarantującego ekologiczną gospodarkę zasobami: wody, energii elektrycznej, cieplnej, gazowej oraz odprowadzanie ścieków, dywersyfikację źródeł energii, a także dbałość o środowisko naturalne i właściwe warunki sanitarno-porządkowe miasta oraz podnoszenie świadomości ekologicznej społeczeństwa Metropolii Poznań.

W opracowaniu odnajdziemy wiele obszarów, które pośrednio dotyczą oświetlenie miejskiego. Wskazania dotyczą:

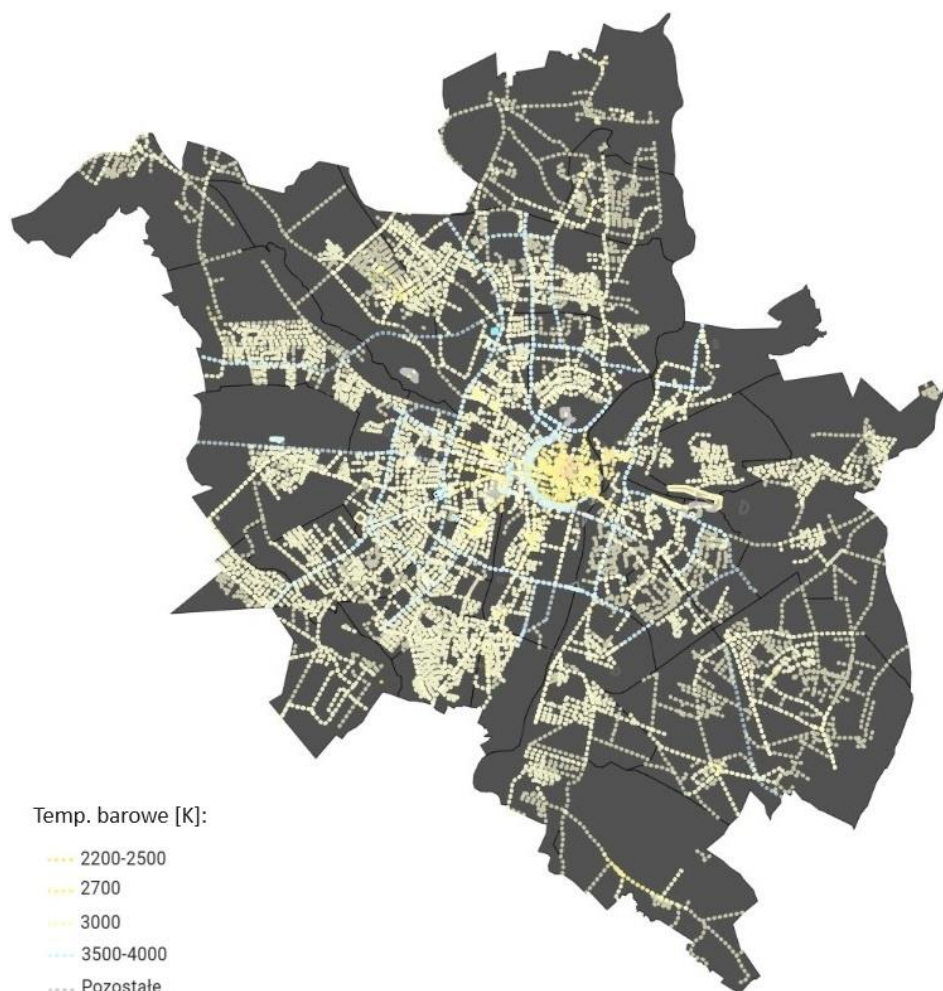
- podnoszenia atrakcyjności inwestycyjnej przez poprawę warunków przestrzennych i infrastrukturalnych;
- zwiększenia znaczenia miasta jako ośrodka kultury, turystyki i sportu przez wzbogacenie oferty rekreacyjnej oraz podniesienie rangi w zakresie kultury i turystyki;
- poprawy jakości życia i atrakcyjności przestrzeni miasta, w tym: wyeksponowania i wzrostu atrakcyjności wartościowych układów i elementów przestrzeni Poznania;
- zwiększenia atrakcyjności miasta Poznania; przekształceń funkcjonalno-przestrzennych oraz rewitalizacji obszarów zdegradowanych;
- ekologicznego i racjonalnego gospodarowania zasobami środowiska;
- wzrostu spójności metropolii poprzez integrację przestrzenno-funkcjonalną;
- bezpiecznych warunków życia.



Rys. 1. Poznań. Dom strategii. Źródło: C. Kochalski oraz Oddział Strategii Rozwoju Miasta, Wydział Rozwoju Miasta UMP [Kochalski 2011]

Wśród 21 programów strategicznych ujętych w Strategii, podejmujących problematykę zrównoważonego rozwoju nie znalazł się program poświęcony stricte oświetleniu publicznemu. Miasto Poznań w 2019 r. wspólnie z ENEA Oświetlenie (właścicielem ok. 65% infrastruktury oświetleniowej) podjęło decyzję o wykonaniu strategii oświetlenia, zlecając opracowanie masterplanu dotyczącego oświetlenia ulicznego oraz architektonicznego [Ciupak et al. 2022]. Dokument ten powstał w roku 2022 i obecnie jest powoli, ale sukcesywnie realizowany.

Cele masterplanu wyrażają się w aspektach zarówno ekonomicznych, środowiskowych, jak i estetycznych. Masterplan objął swoim zakresem całe oświetlenie uliczne i drogowe (rys. 2) oraz architektoniczne, gdzie wskazano ok. 650 obiektów wraz z ich hierarchizacją ważności pod kątem budowania wizerunku nocnego Poznania (rys. 3). Wymagania obejmują aspekty dotyczące oświetlenia zapewniającego bezpieczeństwo w ruchu drogowym, aspekty środowiskowe, czynniki urbanistyczne i miastotwórcze, elementy budujące tożsamość całego miasta, jak i tożsamość lokalną. Opracowanie wskazuje również rozwiązania i ustrukturyzuje przestrzeń publiczną w zakresie estetyki latarni (wysokości słupów i kształty opraw oświetleniowych).



Rys. 2. Poznań. Plan temperatur barwowych dla oświetlenia ulicznego i drogowego.  
Opracowanie: zespół STUDIO DL. [Ciupak et al. 2022]

Wskazane wymagania nie określają jednak czynników ekonomicznych i energetycznych. Jak twierdzą autorzy, związane jest to z brakiem w czasie tworzenia dokumentacji, szczegółowej wiedzy dotyczącej inwentaryzacji infrastruktury oświetleniowej oraz ciągłym rozwojem technologii i poprawą efektywności energetycznej. Wskazuje to konieczność określenia wymagań w tym zakresie w momencie realizacji poszczególnych modernizacji oświetlenia czy budowy nowego z uwzględnieniem najnowszych danych. W ramach strategii oświetlenia wypracowano Lighting DNA [Wasserfurth-Grzybowski 2019] miasta Poznania obejmującą pięć reguł oświetleniowych [Ciupak et al. 2022]:



Rys. 3. Poznań. Plan głównych temperatur barwowych dla iluminacji wybranych obiektów w Poznaniu. Opracowanie zespół STUDIO DL [Ciupak et al. 2022]

- Reguła 1: Autentyczność – wyeksponowanie klasycznego i romantycznego ducha miejsca: wyeksponowanie ciągów komunikacyjnych prowadzących na Stary Rynek, drogi z dworca, zaimplementowanie nocnych ścieżek; umożliwienie nocą percepcji ważnych obiektów; rozróżnienie przestrzeni centrum i jego otoczenia – strefowa polityka reklamowa, „światłne” murale;
- Reguła 2: Stworzenie bazy do oświetlenia miasta – polityka reklamowa z podziałem na trzy strefy i specjalne wymagania: Strefa 1 – złota, ścisłe centrum (zaleca się zrezygnowanie z banerów, dużych szyldów, oklejania okien; dopuszczalne są złote szyldy oraz reklamy świetlne w formie podświetlanych napisów, ale z ciepłą barwą światła); Strefa 2 – bufor dla ścisłego centrum: reklamy na budynkach i w przestrzeni miasta w ograniczonym zakresie (wskazana realizacja reklam w formie estetycznych, graficznych murali; niedopuszczalne kolorowe reklamy świetlne oraz większe płaszczyzny świecące – ekrany; preferowane reklamy świetlne w formie szyldów lub napisów); Strefa 3 – reszta miasta (wskazane ograniczenie liczby reklam w przestrzeni miasta do minimum, w tej strefie brak ograniczeń jakościowych);
- Reguła 3: Porządek światła – temperatura barwowa i dystrybucja światła. Wprowadzenie stref: ciepłe temperatury barwowe w centrum, ciepła ścieżka światła, system welonu świetlnego;
- Reguła 4: Aranżacja światłem – kompozycja, iluminacje i detal świetlny. Historyczny charakter starego miasta – ciepłe barwy, gra światłocieniem, iluminacja z dołu z doświetlaniem akcentów i górnych partii obiektów – równoważenie powstałych cieni; podkreślenie ważnych alejek tymczasową bądź stałą instalacją świetlną;

- Reguła 5: Oświetlenie małej architektury i roślinności. Według projektu w przestrzeni miasta pojawi się więcej zieleni.

W podobny sposób określono ogólne wytyczne i założenia koncepcyjne dla oświetlenia iluminacyjnego w mieście. Na tej podstawie autorzy opracowania przygotowali karty wymagań dla obiektów wraz z implementacją wypracowanych reguł. Szczegółowe wytyczne opracowano dla 80 wybranych obiektów (z listy 650), 50 placów i skwerów. Masterplan oświetlenia Poznania przygotowano zarówno w postaci dokumentu w formie klasycznej, jak i w wersji cyfrowej. Dokumentacja w formie cyfrowych map GIS zawarto w specjalnej aplikacji webowej: ILS I Inteligent Light Space. Aplikacja pozwala użytkownikom na łatwy dostęp do warstw analitycznych, będących podstawą opracowanej strategii, jak i wytycznych dotyczących ulic, obiektów, placów, osiedli czy dzielnic. Wytyczne zebrane są w postaci kart wymagań, które w sposób aktywny można edytować i korygować w zakresie niezbędnych zmian i dostosować do aktualnych na dany moment wymagań. Miasto Poznań w swoich dotychczasowych działaniach zrealizowało wymianę ok. 10 000 opraw oświetleniowych (po 5000 opraw na majątku Zarządu Dróg Miejskich oraz ENEA Oświetlenie). Stanowi to ok. 20% wszystkich urządzeń zainstalowanych na terenie miasta. Do modernizacji pozostaje zatem 80% sprzętu oświetlenia drogowego.

## 5.2. Warszawa

Miasto stołeczne Warszawa w 2015 r., w wyniku szeroko zakrojonych konsultacji społecznych uchwaliło strategię „Strategia #Warszawa2030” [UM Warszawa 2018]. Wizja Warszawy roku 2030 będzie możliwa dzięki realizacji czterech celów strategicznych oraz uszczegóławiających je 13 celów operacyjnych. Jak określiło miasto: „Odzwierciedlają one założenia koncepcji zrównoważonego rozwoju oraz inteligentnego miasta. Są wyrazem zintegrowanego podejścia Warszawy do kształtowania polityki rozwoju w wymiarze społecznym, gospodarczym i przestrzennie-funkcjonalnym” [UM Warszawa 2018]. W dokumencie wskazano cele strategiczne, które mogą być realizowane pośrednio poprzez realizację celów strategicznych takich jak:

- wygodna przestrzeń sąsiedzka,
- funkcjonalna przestrzeń, korzystanie z: atrakcyjnej przestrzeni publicznej, czystego środowiska przyrodniczego oraz przyjaznego systemu transportowego,
- twórcze środowisko,
- generowanie innowacji.

W opracowaniu wskazuje się na potrzebę „ukształtowania miasta zwartej, o policentrycznej i hierarchicznej strukturze funkcjonalno-przestrzennej, z siecią centrów dzielnicowych i subdzielnicowych skupiających ofertę usług. Należy zatem położyć nacisk na zmniejszanie różnic rozwojowych między dzielnicami oraz rewitalizację zdegradowanych obszarów” [UM Warszawa 2018].

Warszawa podkreśla konieczność budowania wysokiej jakości przestrzeni i nadanie jej wysokie walorów estetycznych. Przestrzeń publiczna rekomendowana jest jako miejsce działań kulturalnych oraz ekspozycji zasobów dziedzictwa kulturowego i przyrodniczego oraz walorów krajobrazowych. Wskazuje się, że przestrzeń publiczna jest „nośnikiem wartości i komunikatów, których odbiorcami są wszyscy w niej przebywający. Jest wizytówką miasta, ale i Polski, z racji pełnionych przez Warszawę funkcji reprezentacyjnych” [UM Warszawa 2018]. Kolejnym istotnym elementem strategii zrównoważonego rozwoju jest środowisko przyrodnicze, które ma stać się jednym z elementów wpływającym na charakter miasta. Miasto zakłada ograniczenie emisji zanieczyszczeń i gazów cieplarnianych oraz stosowanie rozwiązań efektywnych ekologicznie. Poprawione zostanie bezpieczeństwo ruchu drogowego, ze szczególnym uwzględnieniem ruchu pieszego i rowerowego.

Miasto stołeczne Warszawa jest obecnie w trakcie opracowania „Zielonej Wizji Warszawy – Planu działań na rzecz zielonego miasta i klimatu” (ang. GCCAP – Green City and Climate Action Plan) [UM Warszawa 2023]. Jak podaje ARUP, „Warszawa jako pierwsze miasto w Polsce przystąpiła do programu Europejskiego Banku Odbudowy i Rozwoju (EBOR), Zielone Miasta, w ramach którego stworzony zostanie indywidualny dla miasta plan strategiczny, który pomoże stolicy w dążeniu do neutralności klimatycznej” [ARUP 2023]. Jak przekazuje miasto, „We współpracy z odpowiednimi biurami i jednostkami przeanalizowaliśmy różne obszary funkcjonowania miasta, takie jak energetyka i ciepłownictwo, transport miejski, gospodarka odpadami, adaptacja do zmiany klimatu, termomodernizacja, oświetlenie uliczne i inne, czego efektem jest zestaw szytych na miarę działań dla Warszawy” [ARUP 2023]. Prace nad strategią „Zielonej Wizji Warszawy” powinny zakończyć się w 2024 r., jednak patrząc na działania miasta oraz deklaracje prasowe, już dziś możemy dostrzec, że swoim zakresem obejmują one również wytyczne dla oświetlenia miejskiego.

Podobnie więc jak w Poznaniu, Warszawa w generalnej strategii zrównoważonego rozwoju nie wskazuje oświetlenia miejskiego jako potencjalnego celu działań. Cel ten znajdzie się planie „Zielonej Wizji Warszawy” [UM Warszawa 2023]. Oświetlenie uliczne staje się celem pośrednim w realizacji celów głównych strategii. Miasto nie opracowało masterplanu oświetlenia, które pozwoliłoby by na strategiczne podejście do modernizacji i budowy infrastruktury oświetleniowej uwzględniające wielowymiarowe aspekty oświetlenia przestrzeni publicznej, ale za to bardzo skutecznie realizuje politykę modernizacji infrastruktury.

W Warszawie głównym zarządcą oświetlenia jest Zarząd Dróg Miejskich, który posiada w eksploatacji ok. 134 000 opraw oświetleniowych. ZDM sukcesywnie realizuje politykę modernizacji infrastruktury i wymienia sprzęt oświetleniowy. W swoich działaniach ZDM realizuje wymianę opraw w ramach działań bieżących i przebudów oświetlenia oraz prowadzi duże postępowania przetargowe dotyczące wymiany oświetlenia. Dotychczasowe inicjatywy modernizacyjne ZDM możemy podsumować w działaniach:

- 20 000 szt.: wymiana bieżąca i w ramach przebudów dróg,

- 42 000 szt.: wymiana w ramach przetargu, tzw. SAVA1,
- 35 000 szt.: wymiana w ramach przetargu, tzw. SAVA2 – realizacja do końca 2024 r. (stan prac na grudzień 2023 r. zamieszczono na rys. 4).

Łącznie na koniec 2024 r. Warszawa powinna mieć zmodernizowanych 97 000 szt. opraw, co stanowi 72% opraw zarządzanych przez ZDM. W ramach wymiany oświetlenia ZDM podchodzi do projektów bardzo indywidualnie w zakresie doboru parametrów technicznych, projektując ulicę z najwyższą starannością. Uzyskało przy tym wynik ograniczenia mocy zainstalowanej na poziomie 62% dla postępowania SAVA1 czy poprawie jakości oświetlenia.



Rys. 4. Warszawa. Postęp realizacji modernizacji oświetlenia realizowanych w ramach poszczególnych projektów [ZDM Warszawa 2024]

W ramach postępowania SAVA1 opracowano indywidualny dla Warszawy wzór oprawy oświetlenia drogowego. Z jednej strony, takie podejście wprowadza spójność w zakresie stylistyki infrastruktury stanowiącej tzw. małą architekturę, z drugiej jednak rodzi obawy o utechniczanie przestrzeni publicznej i tzw. indywidualizację masową [Martyniuk-Pęczak 2013]. Miasto jednak w swoim sztympowym podejściu omija najbardziej reprezentacyjne obszary ścisłego centrum i parków, planując realizację tych projektów w sposób zindywidualizowany.

Zarząd Dróg Miejskich w Warszawie jest obecnie partnerem projektu smartEPC [Energy-Cities 2022]. SMART EPC – Next Generation of Energy Performance Contracting to międzynarodowy projekt realizowany w ramach programu Horyzont 2025, którego liderem jest organizacja Regea z Zagrzebia. Projekt ma na celu opracowanie inteligentnych rozwiązań w zakresie modernizacji oświetlenia przestrzeni publicznych w europejskich miastach, które wspomogą proces przechodzenia lokalnych organów władzy publicznej na inteligentne i zrównoważone rozwiązania. W ramach projektu SMART EPC Warszawa planuje opracować rozwiązania i zmodernizować ok. 10 000 opraw/latarni, będących w większości w obszarach ochrony konserwatorskiej lub zainstalowanych w parkach miejskich. Kolejnym planowanym na rok 2024 krokiem, jakie Warszawa zamierza zrealizować w dążeniu do poprawy jakości oświetlenia w mieście oraz sprawnego zarządzania majątkiem, jest wprowadzenie dla zmodernizowanych opraw oświetleniowych oraz zasilających je szaf centralnego systemu sterowania oświetleniem. Ma to pozwolić miastu na jeszcze bardziej efektywne zarządzanie infrastrukturą oraz redukcję zużycia energii elektrycznej o kolejne kilkanaście, kilkadziesiąt procent.

### 5.3. Kopenhaga

Stolica Danii jest zdaniem autorów przykładem w wyznaczaniu standardów w zakresie wprowadzenia strategii zrównoważonego rozwoju i stosownych dokumentów planistycznych. Pomijając Strategię rozwoju miasta, Rada Miasta Kopenhagi przyjęła w 2012 r. plan działań na rzecz klimatu (KBH 2025 Klimaplanen), który zakłada, że do 2025 r. Kopenhaga będzie pierwszą na świecie stolicą neutralną pod względem emisji dwutlenku węgla. Emisja CO<sub>2</sub> w mieście pochodzi również z oświetlenia publicznego, więc jako jeden z celów planu klimatycznego wskazano redukcję zużycia energii na oświetlenie o 50% w porównaniu z rokiem 2010. Kopenhaga w swych działaniach dąży do współistnienia dokumentów kluczowych dla funkcjonowania i rozwoju miasta, stąd spójne założenia dotyczące zrównoważonego rozwoju oświetlenia ulicznego znalazły się w trzech dokumentach strategicznych [Szlachetko 2023], takich jak:

- Plan Adaptacji do Zmian Klimatu (KBH 2025), w którym zaprogramowano działania związane z modernizacją i wymianą urządzeń infrastruktury oświetlenia zewnętrznego jako środki osiągnięcia celu neutralności klimatycznej;



- Strategia oświetlenia dla Kopenhagi [UiWE 2007], określająca kierunki rozwoju infrastruktury oświetlenia w mieście;
- Masterplan oświetlenia zewnętrznego [UiWE 2014], gdzie określono zasady i wytyczne dotyczące modernizowania i budowy oświetlenia miejskiego (rys. 5).



FARVETEMPERATURER FOR BELYSNING PÅ KOMMUNENS VEJNET



Rys. 5. Masterplan Kopenhagi. Mapa temperatur barwowych oświetlenia ulicznego<sup>2</sup> [UiWE 2014]

Komitet Techniczny i Ochrony Środowiska opracował w 2007 r. Strategię oświetlenia dla Kopenhagi „Noc w świetle miasta” (Natten i byens lys). W Strategii uwzględniono pięć części, które odpowiadają zamierzonym funkcjom oświetlenia zewnętrznego w Kopenhadze. „Życie miejskie”, Identyfikacja, Idea i estetyka, funkcjonalność i technologia. Strategia zawiera niezwykle istotną konkluzję dla zrównoważonej polityki oświetlenia zewnętrznego – wiele urządzeń infrastruktury oświetleniowej i zbyt duże natężenie światła wcale nie są „bezpieczne”. Prawidłowe oświetlenie użytkowe (rys. 6) musi zapewnić możliwość „widzenia i bycia widzianym” w ciemności, ale oświetlenie zewnętrzne musi być realizowane w sposób odpowiedzialny, tj. bezpieczny dla środowiska i przyrody.

<sup>2</sup> Mapa zawiera wytyczne w zakresie temperatur barwowych oświetlenia ulicznego i drogowego. Wyznaczono trzy zakresy temperatur barwowych: varmt hvidt – 2800-3000 K; neutralt hvidt – 3500 K, dagslyshvidt – 4000 K. Biały obszar na mapie wskazuje odrębną jednostkę administracyjną – miasto Frederiksberg.



Rys. 6. Światła Kopenhagi z budynkiem Opery Narodowej w tle (po prawej)  
[archiwum H. Michalak]

Narzędziem wykonawczym związanym z modernizacją, wymianą i rozwojem infrastruktury oświetlenia zewnętrznego w Kopenhadze jest Masterplan oświetlenia zewnętrznego [UiWE 2014]. Masterplan oświetleniowy składa się z dwóch części, które wdrażają założenia strategii dla Kopenhagi, a zarazem realizują cele Planu Adaptacji do Zmian Klimatu (KBH 2025):

- część pierwsza opisuje modernizację oświetlenia ulicznego w Kopenhadze w latach 2014-2015;
- część druga określa przyszłe zadania związane z rozwojem infrastruktury oświetleniowej, które Kopenhaga będzie realizować z udziałem mieszkańców i we współpracy z komitetami dzielnicowymi<sup>3</sup>.

W masterplanie oświetlenia Kopenhagi wskazano, że jego realizacja wspiera cel neutralności miasta pod względem emisji dwutlenku węgla do 2025 r. Cele zrównoważonej polityki oświetlenia wymusiły wykonanie kompleksowej oceny środowiskowej obejmującej analizę czułości środowiska przyrodniczego na zanieczyszczenie światłem. Opracowany masterplan miał zawierać również wytyczne i podstawy do współpracy z pozostałymi interesariuszami, którzy zarządzają oświetleniem zewnętrznym w mieście. W procedurze tworzenia dokumentu uwzględniono ekspertyzy od zewnętrznych ekspertów w zakresie ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju. Głównym celem była ochrona miejskich ekosystemów, zapobieżenie zmniejszaniu populacji owadów, ptaków, nietoperzy, żab i innych gatunków występujących na obszarze miejskim przed zanieczyszczeniem światłem.

W Kopenhadze do końca 2016 r. zrealizowano wymianę 20 000 opraw ulicznych, co umożliwiło osiągnięcie zakładanego celu, jakim było zmniejszenie o połowę zużycia energii używanej na oświetlenie uliczne. W planie działania na lata 2017-2020 przewidywano całkowitą oszczędność energii w oświetleniu ulicznym aż do 57% w porównaniu z poziomem odniesienia z 2010 r. Całość realizacji Planu Klimata

<sup>3</sup> Partnerem Kopenhagi w realizacji strategii została firma Citelum, która przygotowała projekt masterplanu w ramach partnerstwa z miastem.

tycznego na lata 2021-2025 obejmuje aż 17 inicjatyw mających na celu redukcję emisji CO<sub>2</sub>, w tym kontynuację modernizacji i wymiany oświetlenia ulicznego w technologii LED oraz wprowadzenie zautomatyzowanych systemów sterowania optymalizujących zużycie energii elektrycznej w mieście. Zwrócono uwagę, że chociaż w okresie do 2016 r. znaczną część oświetlenia ulicznego zastąpiono bardziej zrównoważonymi rozwiązaniami, nadal istnieje niewykorzystany potencjał w zakresie efektywności energetycznej. Dlatego w planie działań na lata 2021-2025 przewidziano wymianę pozostałych opraw w mieście na energooszczędne. Okresowa ocena realizacji planu klimatycznego umożliwiła systematyczne dostosowywanie działań zapewniających neutralność węglową Kopenhagi, m.in. poprzez politykę zrównoważonego oświetlenia w mieście.

## 6. WNIOSKI I PODSUMOWANIE

Obligatoryjność rozwijania się gospodarek i społeczeństw w sposób zrównoważony jest gwarantem ochrony środowiska i Ziemi dla przyszłych pokoleń. Pożyteczność i użyteczność światła sztucznego do poprawy bezpieczeństwa ruchu, poczucia bezpieczeństwa ludzi oraz ich komfortu jest bezdyskusyjna. Jednocześnie w XXI w. stosowanie światła sztucznego do oświetlenia obszarów publicznych stało się przez technologiczną dostępność powszechnie stosowane, ale też jest wielokrotnie użytkowane w sposób nieracjonalny, nieadekwatny do rzeczywistych potrzeb ludzi. Niestety, powszechne i zwiększone wykorzystanie sztucznego oświetlenia w nocy, zakłóca naturalne wzorce oświetlenia do jakich przyzwyczały się organizmy żywe. Negatywne dla ludzi skutki to m.in. zaburzenia układu sercowo-naczyniowego i nerek, otyłość raz cukrzyca typu II; zakłócenia rytmu dobowego u roślin, zaburzenia wzorców migracji ptaków i zwiększenie presji środowiskowej na owady i ich populacje. Zanieczyszczenie światłem zmniejsza jakość siedlisk i zakłóca połączenie między krajobrazami gatunków nocnych, co stanowi poważne zagrożenie dla bioróżnorodności.

To samo oświetlenie sztuczne buduje piękne krajobrazy nocne, potrafi zachwycać, podkreślać tożsamość miejsc i budować społeczeństwa utożsamiające się z danym obszarem. Daje nieocenione poczucie bezpieczeństwa i komfortu psychicznego przebywania, podróżowania w obszarach publicznych w porze nocnej [Michalak, Ratajkiewicz 2020], ale i może być przyczyną konieczności produkcji ogromnych ilości energii. Potencjalne korzyści nie mogą ukryć długofalowych konsekwencji stosowania niewłaściwego oświetlenia.

Analiza rzeczywistego podejścia przez wytypowane do badań miasta ukazała modelowe podejście do strategii oświetlania Kopenhagi, które może posłużyć za przykład dla wszystkich miast i miejscowości na świecie. Miasta takie jak Poznań i Warszawa również wykazują dużą aktywność w zakresie poprawy jakości oświe-

tlenia publicznego, jednak realizują swoje działania bez jednolitej, spójnej strategii (Warszawa) lub odwlekają (Poznań) realizację masterplanu. Należy tu jednak pochwalić obydwa polskie miasta. Warszawa wykazuje dużą determinację i dążenie do jak najszybszej modernizacji oświetlenia publicznego. Poznań z kolei może wykazać się wyjątkowo kompleksowym podejściem do zagadnień oświetlenia w mieście, uwzględniając czynniki ekonomiczne, ekologiczne, ale też socjalno-wizerunkowe. Jak możemy zaobserwować, złożoność zagadnienia powoduje, że istnieje duża potrzeba opracowania inteligentnych rozwiązań i odpowiednich strategii zrównoważonego rozwoju dla oświetlenia publicznego w celu budowania pięknych energooszczędnych miast, ale i minimalizowania niekorzystnych skutków światła sztucznego i pomocy w odbudowie różnorodności biologicznej.

### LITERATURA

- ARUP, 2023, *Warsaw Green Vision* <https://www.arup.com/projects/warsaws-green-vision-green-city-action-plan> (dostęp: 18.12.2023).
- Bevolo M., Rosenius T., 2014, *Create The Livable City. City. People. Light*, Aj Publishing, London.
- Ciupak M. et al., 2022, *Masterplan Oświetlenia Poznania*, Studio DL, Warszawa.
- Energy-Cities, 2022, <https://energy-cities.eu/project/smart-epc-project-outputs/> (dostęp: 12.01.2024).
- Evans D.M., 2023, *Mitigating the impacts of street lighting on biodiversity and ecosystem functioning*, "Philosophical Transactions of the Royal Society", <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rstb.2022.0355> (dostęp: 16.12.2023).
- Goronczy E., 2020, *Light Pollution In Metropolises: Analysis, Impacts And Solutions*, Springer, Wiesbaden.
- Grzonkowski J., Pracki P., 2013, *Technika Świetlna, '09, Tom 2*, „Letter Quality”, s. 157-167.
- Horbaczewski R., 2023, *Miasta Oszczędzają Na Oświetleniu Ulicznym*: Prawo.pl: <https://www.prawo.pl/samorzad/miasta-oszczedzaja-na-oswietleniu-ulicznym,523951.html> (dostęp: 16.12.2023).
- Januchta-Szostak A., 2010, *The role of public visual art in urban space recognition*, Cognitive Maps, Karl Perusich, IntechOpen.
- Karan S., Shweta S., Anusha B.S., 2023, *Light pollution and the impacts on biodiversity: the dark side of light, biodiversity*, "The Dark Side of Light, Biodiversity", vol. 24(4), pp. 194-199, <https://doi.org/10.1080/14888386.2023.2244920>.
- Kistowski M., 2003, *Regionalny model zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska Polski, a strategie rozwoju województw*, Uniwersytet Gdański, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Gdańsk, Warszawa.
- Kochalski C., 2011, *Strategia rozwoju miasta Poznania do roku 2030*, Wydział Rozwoju Miasta UMP, Poznań.
- Korenik A., 2019, *Rozwój zrównoważony na przykładzie miast inteligentnych (Smart Cities)*, „Ekonomiczne Problemy Usług”, nr 129, s. 165-175.

- Martyniuk-Pęczek J., 2013, *Od pragmatyzmu do masowej indywidualizacji*, Politechnika Gdańska, Wydział Architektury, Gdańsk.
- Martyniuk-Pęczek J., 2014, *Światła Miasta*, Marina, Wrocław, s. 157-184.
- Meyer W., Elbe S., 2004, *Local network governance. Perspectives and problems for the German rural sector*, XI World Congress Of Rural Sociology – globalisation, risks and resistance in rural economics and societies, Trondheim.
- Michalak H., Ratajkiewicz P., 2020, *Oświetlenie w służbie bezpiecznej przestrzeni publicznej*, s. 85-96, w: *Nauka dla obronności i środowiska*, red. T. Łodygowski, M. Ciałkowski, A. Żyłuk (red.), Wydawnictwo Instytutu Wojsk Lotniczych, Warszawa.
- Michalak H., Suchanek J., 2018, *Light as a tool and as a material in architecture*, in: *Beauty and Architecture. Tradition and Contemporary Trends. Implementations*, eds. B. Szuba, T. Drewniak, Publishing Office PWSZ w Nysie, Nysa, pp. 201-214.
- Michalak H., Suchanek J., 2019, *Przestrzeń dla światła i czas dla dźwięku*, w: *Integracja Sztuk Wszelkich w XXI Wieku. Architektura Teatru*, red. J. Flizikowski, G. Rzepecki, K. Pawłowski, Wydaw. Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego, Bydgoszcz, s. 149-160.
- OUID, 2023, <https://www.oswietlenie.kalisz.p/spolka/> (dostęp: 16.12.2023).
- Panasiewicz A., 2013, *Światło jako medium w sztuce*, „Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia De Arte Et Educatione”, vol. 147, s. 87-97.
- Rudkiewicz J., 2020, *Rozwój zrównoważony wielkich miast w Polsce*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
- Sitek M., Zientarski P. (red.), 2019, *Wybrane aspekty realizacji zasady zrównoważonego rozwoju samorządu terytorialnego*, Centrum Informacyjne Senatu, Dział Edycji i Poligrafii, Warszawa.
- Sozen M. et al., 2019, *CIE 234:2019 A Guide to Urban Lighting Masterplanning*, Commission Internationale De L'eclairage Cie Central Bureau, Vienna.
- Szlachetko K., 2023, *Zrównoważona polityka oświetlenia zewnętrznego w mieście. Studium przypadku Kopenhagi*, „Studia Iuridica Toruniensia”, nr XXXIII, s. 225-247, <https://repozytorium.bg.ug.edu.pl/info/article/UOG80c2298976ae453f9b532158eeb95b31/> (dostęp: 16.12.2023).
- UiWE Kulturdesignbureau, 2014, *Belysningsmasterplan For København*, Kopenhaga.
- UM Warszawa, 2018, *Strategia #Warszawa2030*, Miasto Stołeczne Warszawa.
- UM Warszawa, 2023, <https://um.warszawa.pl/waw/strategia/jak-tworzylismy-strategie> (dostęp: 16.12.2023).
- UM Warszawa, 2023, *Zielona Wizja Warszawy, Załącznik do uchwały nr LXXX/2648/2023 Rady Miasta Stołecznego Warszawy z 20 kwietnia 2023 roku w sprawie przyjęcia „Zielonej Wizji Warszawy”*, <https://eko.um.warszawa.pl/-/zielona-wizja-warszawy> (dostęp: 16.12.2023).
- Wasserfurth-Grzybowski N.W., 2019, *The light code. Light encodes reality*, Via-Verlag, Gütersloh.
- Woolman A., 1965, *The metabolism of cities*, “Scientific American”, vol. 213, no. 3, pp. 179-190.
- Zespół zarządzania krajową bazą KOBIZE, 2023, *Wskaźniki emisyjności CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2022 rok*, Instytut Ochrony Środowisk – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

Zielińska-Dąbkowska K.M., Bobkowska K., 2022, *Rethinking sustainable cities at night: paradigm shifts in urban design and city lighting*, "Sustainability", vol. 14(10), <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/10/6062> (dostęp: 29.12.2023).

Żagan W., 2003, *Iluminacje Obiektów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, s. 12-18.

## LIGHTING STRATEGY AS A PART OF SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT

### Summary

This article reviews the state of the art in balancing new lighting needs with their impacts and how a lighting masterplan can be embedded in a sustainable development strategy. Typically, it is only when cities are required by law to develop and implement a sustainability strategy that measures are taken to improve resource management. Research in recent years has shown that artificial night-time lighting, while providing countless benefits, can also have a negative impact on human health and the diurnal rhythm of animals and plants. Lighting consumes electricity, the production of which is associated with the emission of greenhouse gases and other pollutants. Artificial lighting has provided safety and comfort to users of public spaces at night and has also become a tool for enhancing the prestige of the city by illuminating important buildings and lighting installations. This paper identifies and reviews public lighting modernisation plans and their implementation in three European cities: Poznań, Warsaw and Copenhagen. The conclusions of the analyses can be used as a guideline for the creation of further lighting master plans in the spirit of sustainable urban development.

**Keywords:** city lighting, street lighting, sustainable development, lighting strategy, lighting masterplan