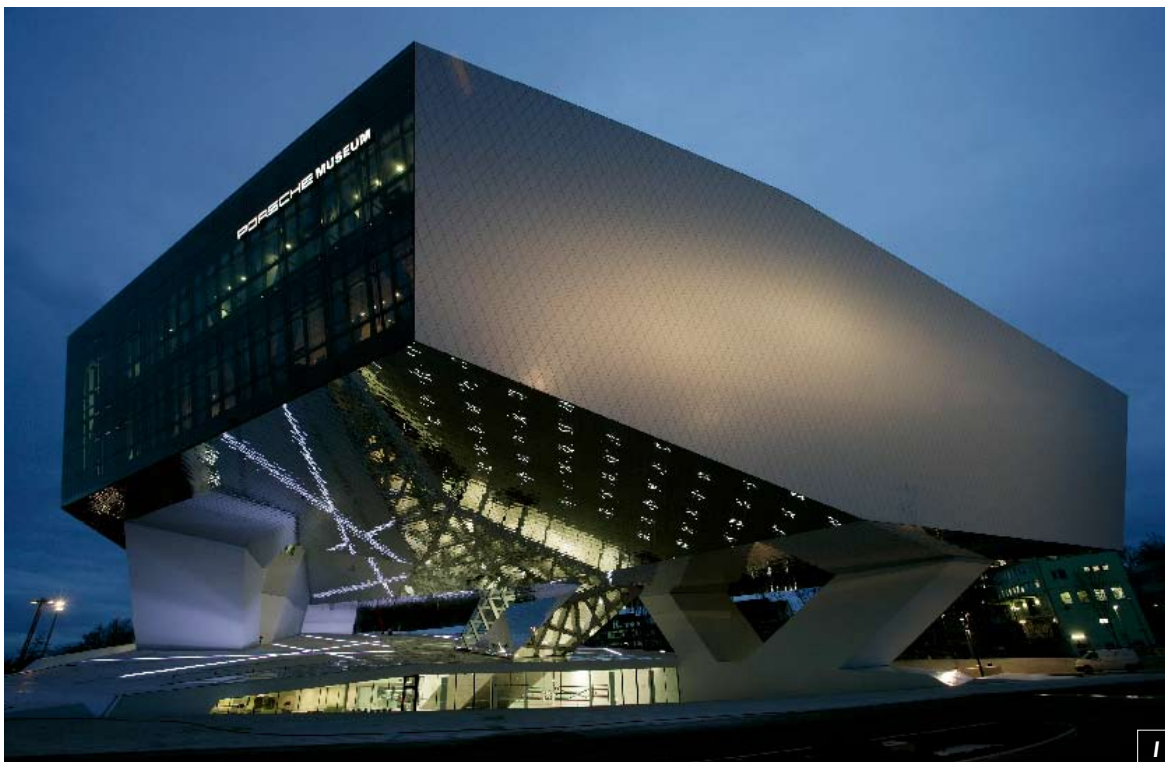


Coraz bardziej precyzyjne, energooszczędne i proste w adaptacji systemy świetlne stają się integralną częścią przestrzeni.

Trzeba jednak uważać, aby ostatecznie tandetne reklamy nie zasłoniły prawdziwej architektury

źródeł światła i sposobu rozkładu oświetlenia, w tym również cieni. Naturalnie, dobierając parametry oświetlenia musimy przede wszystkim zadać sobie pytanie o to, co chcemy uzyskać. Czy zależy nam na wrażeniu nowoczesności, czy na stworzeniu wizji klasycznej budowli. A może chcemy pójść krok dalej i spróbować połączyć zewnętrzne oświetlenie budynku z formą interakcji lub przekazu? Można tu wyodrębnić kilka podstawowych parametrów rządzących doбором oświetlenia elewacji. Po pierwsze, użyteczność opraw i źródeł światła. Wszystkie lampy czy systemy oświetleniowe do użytku zewnętrznego muszą być wodoszczelne, a więc mieć wskaźnik IP co naj-



Użycie światła w architekturze przechodzi swego rodzaju rewolucję. Wszystkie dotychczasowe rozwiązania, oparte na dualistycznej relacji podmiot – przedmiot, powoli odchodzą do lamusa. Elewacje stają się dynamiczną formą przekazu wchodzącą w interakcję z odbiorcą i będącą nośnikiem zarówno treści artystycznych, jak i informacyjnych. Dzieje się tak za sprawą rozwoju możliwości sterowania światłem. Coraz bardziej precyzyjne, energooszczędne i proste w adaptacji systemy świetlne stają się integralną częścią architektury.

Elementy oświetleniowe stanowiące część elewacji możemy dzielić na dwa rodzaje. Estetyczne, czyli mające za zadanie współgrać z architekturą budynku, uwydatniać jej zalety i przykrywać wady oraz informacyjne, głównie w postaci neonów, mówiące nam coś o obiekcie, ewentualnie będące częścią reklamy. Każdy z tych rodzajów rozwijał się swoją własną drogą, aby współcześnie, wraz z pojawieniem się medialnej technologii oświetleniowej, połączyć się w pewnych aspektach swojej architektonicznej użyteczności.

Prawo Unii Europejskiej reguluje podstawowe kwestie dotyczące natężenia czy efektu olśnienia, pozostawiając nam kwestie doboru temperatury barwowej, rodzajów

mniej 65, a także zabezpieczać przed ptakami czy wiatrem. Ze względu na to, że z reguły są w trudnodostępnych miejscach powinny być też proste w czyszczeniu i maksymalnie trwałe – dobrym rozwiązaniem są diody LED, które mają kilkunastokrotnie dłuższą żywotność niż halogeny. Po drugie, krokiem w kierunku indywidualizacji jest dobranie natężenia oraz temperatury barwowej, najlepiej z możliwością ich sterowania. Zintegrowane ściemniacze są od jakiegoś czasu dość powszechnym rozwiązaniem, ale pewnym novum jest możliwość kontroli temperatury światła białego. To prosty wynalazek polegający na stopniowym rozjaśnianiu skrajnie przeciwnych temperaturowo źródeł światła, głównie diod lub halogenów. W efekcie uzyskujemy dowolne odmiany białego – od prawie żółtego po niebieski, co pozwala na dynamiczną zmianę wizerunku budynku. Na przykład w godzinach pracy może być oświetlony zimnym, jasnym światłem, odpowiadającym komfortowi osób przebywających w biurze, podczas gdy wieczorem elewacje rozpalają się ciepłą barwą, imitującą zachodzące słońce. W takim wypadku można jeszcze podłączyć odpowiednie mierniki, które badają rodzaj oraz ilość światła dochodzącego z zewnątrz i wysyłają odpowiednie sygnały do sterowników. W efekcie tworzymy swoistą

1. Muzeum Porsche w Stuttgarcie, autorzy: Delugan Meissl Associated Architects

interakcję oświetlenia fasady z przestrzenią, sprawiając, że rozświetlają się jej niedoświetlone części, a fragmenty nasłonecznione przygasają. Naturalnie budynek może reagować na inne impulsy, chociażby na nastrój dyrektora firmy. Dobrym przykładem jest zaprojektowana przez szwajcarskie biuro Herzog & de Meuron Allianz Arena w Monachium („A-m” 1/06), która przybiera inny kolor w zależności od tego, jakie imprezy sportowe w niej się odbywają. Dla diod LED można takie kontrolery tworzyć na zamówienie u firm zajmujących się elektroniką i nie są to wysokie koszty.

Równoległe do oświetlenia elewacji i możliwości jego kontroli rozwijają się wszelkie świetlne nośniki informacji umieszczane na zewnątrz budynków. Początkowo były to wyłącznie formy neonów, czyli wygiętych odpowiednio rur fluorescencyjnych, układanych w napisy lub proste obrazy, ewentualnie podświetlane kasetony reklamowe. Nie wchodziły w interakcję, ponieważ ustawiane były na stałe i niewiele różniły się od zwykłych szyldów. Innowacyjnym rozwiązaniem użycia neonów jako pikseli, jest zaprojektowany przez Petera Cooka oraz Colina Fourniera budynek Kunsthaus w Grazu. Tam każda rura stanowi osobno sterowany punkt świetlny, co w efekcie daje możliwość wyświetlania napisów lub prostych wzorów.

Obok neonów zaczęły się jednak pojawiać telebimy oparte o diody LED. Współcześnie nie ma miasta, którego centrum nie obfitowałoby w zewnętrzne ekrany. Ich powierzchnia dochodzi czasem do kilkuset metrów kwadratowych, czego przykładem może być ten wykonany na placu Duomo w Mediolanie, przez niemiecką firmę Leurocom. Telebimy jako takie nie są jednak częścią elewacji i trudno wpisać je w ideę architektoniczną danego budynku. Pozostają jedynie dużym billboardem, służącym do celów reklamowych.

### Siatki medialne

Stanowią swoiste połączenie oświetlenia fasady ze sposobem przekazywania informacji. Pionierami w tego rodzaju rozwiązaniach są Japonia oraz Niemcy. Nie warto liczyć na produkty chińskie – po pierwsze nie są w stanie osiągnąć odpowiedniej jasności oraz precyzji chromatycznej w diodach LED, po drugie firmy je oferujące nie mają miejscowych przedstawicieli mogących odpowiednio skalibrować siatki, czyli dostosować pojedyncze piksele do budynku. Na polskim rynku działa przede wszystkim firma Leurocom, która poza wspomnianym ekranem w Mediolanie wykonała niezwykle spektakularne oświetlenie muzeum Porsche w Stuttgarcie („A-m” 7/09).

Podstawą każdej siatki medialnej jest pojedynczy piksel zrobiony z trzech lub czterech diod LED. Taki punkt jest umieszczany na odpowiedniej aluminiowej konstrukcji, która z kolei jest rozkładana na fasadzie budynku. W zależności od ilości pikseli uzyskujemy jakość odpowiednią do wymagań. Nie jest sensowne robienie z każdego budynku ekranu telewizyjnego – gdyby tak było, wkrótce wszyscy czulibyśmy się jak na Times Square. Umysł ludzki ma ograniczoną zdolność do odbierania bodźców i wszystko zlewałoby się nam w jeden rozmyty obraz. Co więcej, ze względu na możliwość rozpraszania kierowców, prawo coraz precyzyjniej określa, gdzie i jakie systemy medialne możemy stosować. Najciekawszym rozwiązaniem dla oświetlenia elewacji jest to, co Leurocom nazywa

Single Dot. Jest to układ pojedynczych pikseli montowanych pomiędzy oknami, najlepiej w miejscach, gdzie nie są widoczne i świecą światłem odbitym. Kontrola barwy oraz natężenia światła każdego punktu osobno sprawia, że budowla dynamicznie zmienia swoje oblicze, a przy odpowiedniej grze cieniem, wydaje się również odkształcać. Podobne rozwiązanie zastosowane jest na budynku firmy Uniqa w Wiedniu. Tymczasem siatkę o jakości wideo możemy obejrzeć na fasadzie siedziby T-Mobile w Bonn. Trzeba pamiętać, że takie systemy wymagają jednak użycia technologii optycznej i elektronicznej, która musi być dostosowana do indywidualnych potrzeb.



2



3

2. System Lamellae – siatka medialna jako ekran LED w Mediolanie, jeden z największych wyświetlaczy w Europie
3. Allianz Arena w Monachium, autorzy: Herzog & de Meuron

Zdjęcia i rysunki:  
1 – Porsche AG  
2 – firma Luxon  
3 – Moeller-Horcher

Wydaje się, że podstawowym zadaniem stojącym przed współczesnym twórcą oświetlenia elewacji jest takie wykorzystanie kontroli światła, na jakie pozwala dzisiejsza technologia. Możliwość wpassowania systemów wyświetlających informacje w fasady budynku otwiera nowe pole dla wyobraźni. Trzeba jednak uważać, aby w ostatecznej tandetne reklamy nie zasłoniły prawdziwej architektury.

**Marek Ostrowski**

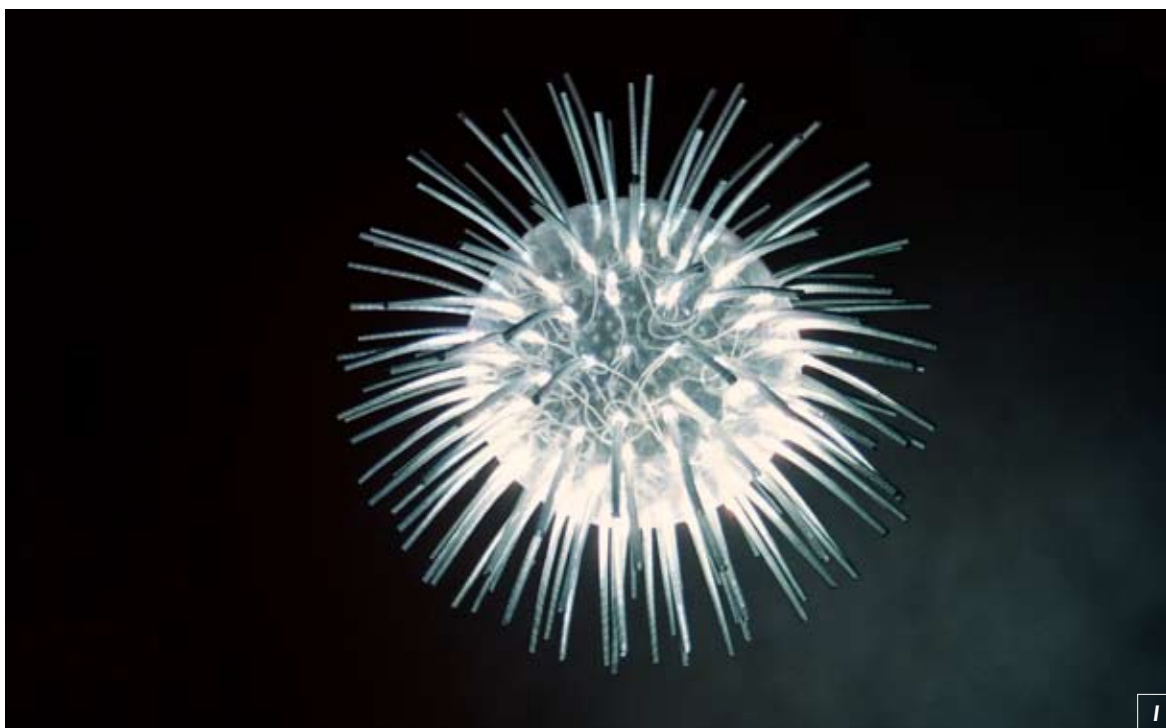
Kiedy zrobimy krótki przegląd przez produkty LED, jakie znajdujemy w sklepach oświetleniowych, okaże się, że większość z nich nie spełnia nawet 20% ze swoich deklarowanych właściwości

ści opraw niezbędne jest odprowadzanie ciepła poprzez specjalne radiatory.

## Rodzaje diod LED

– diody THT, czyli przewlekane. Są najstarszym rodzajem i obecnie producenci zdecydowanie od nich odchodzą. Ich zaletą jest możliwość łatwego ogniskowania światła – uzyskiwania wąskich kątów świecenia, można jednak śmiało powiedzieć, że większość produktów, które na nich bazują, nadaje się do wyrzucenia.

– diody SMD, w tym popularne diody PLCC są łatwe w montażu, mają lepszy rozkład ciepła, wysoką wytrzymałość



Diody LED (Light Emitting Diode) są półprzewodnikowymi źródłami światła wykorzystującymi odkryte na początku XX wieku zjawisko elektroluminescencji. W środku diody, w tzw. chipie, zostają wytworzone fale świetlne. Technologia ta, nazywana światłem IV generacji, jest obecnie najszybciej rozwijającą się na świecie. Skąd to wiemy? Z obliczeń efektywności źródeł światła mierzonej w lm/W, czyli wskaźniku mówiącym, jaką ilość światła generuje dane źródło, wykorzystując 1 W mocy. Dla żarówek jest to około 10-12 lm, dla halogenów 20-30 lm, dla świetlówek liniowych nawet 80-90 lm. O tempie rozwoju diod może świadczyć to, że w 2004 roku jeden z największych koncernów produkujących diody – należący do Philipsa Lumiled, przedstawił diodę o efektywności 20 lm/W. Obecnie każdy z czołowych producentów oferuje źródła znacznie przekraczające 100 lm/W. Co więcej, ta sprawność w dalszym ciągu błyskawicznie rośnie i prawdopodobnie w najbliższych latach osiągnie ponad 200 lm/W, zbliżając się do tzw. granicy kwantowej równej, około 290 lm/W.

Podstawowym problemem diod LED jest bardzo niska odporność na temperaturę. Wraz z jej wzrostem nie tylko drastycznie spada żywotność, ale również efektywność świetlna. Dla większości diod temperatura wewnętrzna powyżej 60-70°C zaczyna być krytyczna. Stąd w większo-

roaz szeroki kąt świecenia – 120°, co jest szczególnie istotne w przypadku aplikacji oświetlenia ogólnego.

– diody mocy, czyli Power LED. Charakteryzują się dużą mocą, co pozwala na stosowanie ich w aplikacjach, w których brakuje miejsca. Tego rodzaju diody mają moc od 0,5 W do nawet 10 W. Ich wadą jest przede wszystkim bardzo skomplikowany proces odprowadzania ciepła oraz wysoka cena jednostkowa. Takie rozwiązania są obecnie najpopularniejsze w dużych koncernach (Philips, Osram), które swoje nowe lampy oświetlenia ogólnego opierają na pojedynczych diodach o mocy nawet 1 W.

## Co obecnie znajdujemy w sklepach?

Okazuje się, że aż 90% produktów LED, dostępnych w supermarketach, lub nawet w specjalistycznych sklepach oświetleniowych, opartych jest o bardzo stare diody przewlekane, którym nie stwarza się odpowiednich warunków funkcjonowania. W konsekwencji większość z nich nie spełnia nawet 20% ze swoich deklarowanych (głównie przez chińskich producentów!) właściwości. Na przykład popularne lampki zastępujące halogeny o trzonkach GU 10 oraz GU 5,3 składają się w większości z gęsto upchanych diod przewlekanych o zintegrowanym systemie sterowania prądem, który zamienia wejściowe napięcie AC 230 na

1. Critters – lampa wisząca, korpus z twardego tworzywa, źródło światła – 120 punktów świecących – diod LED osadzonych w sprężynach z nierdzewnej stali, projekt: Puff-Buff

2. AquaLight – LED-owe lampki pływające po wodzie dostępne wraz z ładowarką indukcyjną

3. Świetlówka energooszczędna Tornado Turbo

wyjściowe DC SELV. Nie dość, że takie diody szybko się nagrzewają, to jeszcze elektronika niezbędna do wytworzenia odpowiedniego prądu nie ma prawa być odpowiedniej jakości na tak niewielkiej przestrzeni. Zatem, co z tego, że dioda sama w sobie ma deklarowaną żywotność na poziomie 100 000 h, trwałość samej lampy wynosi około 1000 h. Lepszym rozwiązaniem są nieco droższe lampy produkowane w oparciu o diody mocy, ale w ich przypadku również powinniśmy być ostrożni zakładając żywotność na poziomie kilkudziesięciu tysięcy godzin.

Mówiąc o żywotności w oświetleniu, powinniśmy brać pod uwagę nie moment, w którym dane źródło światła przesta-



2

nie zupełnie świecić, a tak zwany parametr L-70 lub L-50, czyli moment, w którym osiągnie ono odpowiednio 70% lub 50% swojej nominalnej jasności. Dla diod PLCC pokrytych silikonem o markowych chipach oraz przy zachowaniu wszystkich parametrów termicznych, powinien wynosić on powyżej 50 000 h. Należy pamiętać, że w diodach nie występuje zjawisko przepalenia, tylko powolna degradacja strumienia świetlnego.

### Prąd

Kolejnym parametrem obok temperatury, który pozwala ocenić jakość diod oraz lamp diodowych jest prąd. Diody LED pracują przy stałym prądzie, który dla diod białych wynosi przeciętnie 3,2-3,6 V. Zmienne jest natężenie, czyli ilość miliamperów. Zachowanie odpowiednich parametrów prądu jest niezwykle istotne z punktu widzenia wartości świetlnych i termicznych diody. Relacja napięcia do natężenia w diodzie jest logarytmiczna i nawet niewielki wzrost napięcia powoduje znaczny wzrost natężenia i tym samym przesterowanie lub przepalenie diody. Dlatego kupując lampy ledowe, powinniśmy mieć dostęp do specyfikacji samych diod. Wówczas możemy porównać parametry podane przez producenta źródła światła, z tymi, podanymi przez wytwórcę lampy. Zbyt duży prąd puszczony przez diodę spowoduje wzrost jej temperatury i spadek żywotności. Sterowniki prądowe zamontowane w oprawach czy też zewnętrzne zasilacze powinny być zawsze najwyższej jakości. Daje to możliwość ochrony diody przed przepięciami, które mogą je momentalnie przepalić. Jest to szczególnie istotne w warunkach przemysłowych oraz w miejscach, gdzie instalacje elektryczne są stare i zużyte. Dlatego lepszym pomysłem są zasilacze zewnętrzne (nie mylić z transformatorami do lamp halogenowych) niż systemy zintegrowane wewnątrz niewielkich lamp.

### Wskaźnik oddawania barw CRI

Diody LED mogą być produkowane w różnych wskaźnikach oddawania barw. Od bardzo niskiego, po sięgający

nawet 99%. Większość renomowanych firm oferuje lampy z CRI powyżej 86 co wystarcza do oświetlenia obiektów niewymagających specjalistycznego światła. Każde źródło światła powinno mieć umieszczone w specyfikacji dane dotyczące wskaźnika oddawania barw. Ponieważ diody o niskim CRI są tańsze niż te o wysokim, warto sprawdzać importerów i producentów również pod tym kątem.

### Kolory i temperatura bieli

W diodach LED możemy uzyskać dowolny kolor. Światło to może być monochromatyczne, co oznacza, że dioda świeci tylko taką długością fali, jakiej oczekujemy. Jeżeli zaś chodzi o temperaturę światła białego, to możliwe jest zarówno ciepłe – 2500 K, dzienne – 4500 K, jak i bardzo zimne – 6500 K. Niestety, podobnie jak w przypadku wskaźnika CRI, wytwarzanie diod o precyzyjnej – zwłaszcza cieplej – temperaturze bieli jest bardzo drogie. Z tego powodu łatwo trafić na lampy ciepłe, których zakres temperatury podany w specyfikacji wynosi np. 3000-5000 K. Tym samym możemy kupić dwie lampy z teoretycznie identycznej serii, które będą świecić bardzo różnie.

### Co kupować?

Na świecie jest kilkanaście wiodących firm diodowych, które same prowadzą całą linię produkcji. Między innymi: amerykańska Cree oraz Philips Lumiled, japońska Nichia oraz niemiecki Osram Semiconductors. W drugiej lidze, ale wciąż na całkiem wysokim poziomie, znajdują się firmy takie jak Edison czy Kingbright. Na końcu są chińscy producenci, którzy robią diody na bazie odrzutów jakościowych dużych korporacji.

Z wyjątkiem serii Ledino Philipsa, oraz kilku wyrobów Cree, żadna z tych firm nie sprzedaje gotowych lamp. Te są z reguły produkowane przez firmy zajmujące się projektowaniem opraw. W Polsce większość rynku należy do importerów chińskich produktów opartych na diodach



3

niskiej lub średniej jakości. Ani ich efektywność, ani żywotność nie wynoszą nawet połowy tego, co jest deklarowane w pseudo specyfikacjach. Lepszą jakość mają produkty importowane z Europy Zachodniej, głównie z Niemiec i Włoch, ale różnica jest również widoczna w cenie. Takie produkty znajdziemy u architektów oraz w renomowanych sklepach oświetleniowych. Są również polskie firmy, takie jak Luxon czy Lediko, zajmujące się projektowaniem lamp z wykorzystaniem diod wysokiej jakości i tworzące rozwiązania technologiczne dopasowane do LED.

**Marek Ostrowski**

### Marek Ostrowski

dyrektor techniczny firmy Luxon sp. z o.o., specjalista zajmujący się rozwiązaniami świetlnymi opartymi na diodach LED

Zdjęcia:

1 – Studio Puff-Buff Design  
2-3 – firma Philips