



**PHILIPS**

Lighting Application

Peter Kort

# Przewodnik po oświetleniu dla branży odzieżowej

Broszura handlowa pozwalająca zwiększyć przychody dzięki właściwemu oświetleniu

# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wprowadzenie</b>	<b>4</b>
1.1	Emocje	5
1.2	Kontekst i odbiór	6
<b>2</b>	<b>Światło</b>	<b>7</b>
2.1	Kształt wiązki światła	8
2.2	Jasność	11
2.3	Olśnienie a połysk	13
<b>3</b>	<b>Cień</b>	<b>16</b>
3.1	Kontrast	17
3.2	Modelowanie	20
3.3	Kierunek padania światła	23
<b>4</b>	<b>Nasycenie barw</b>	<b>26</b>
4.1	Barwa	27
4.2	Temperatura barwowa	30
4.3	Oddawanie barw	32
<b>5</b>	<b>Dynamika</b>	<b>36</b>
5.1	Barwa, oświetlenie i wiązka światła	37
5.2	Wytyczne dotyczące typowych zastosowań	42

# 1 Wprowadzenie

## Emocje, kontekst i odbiór



# 1.1 Emocje

## Zakupy a światło

W dzisiejszych czasach wizyta klienta w sklepie jest dynamiczna i ma wiele wymiarów. Wejściem do sklepu często nie są już drzwi, a smartfon! Jednak niezależnie od tego, czy klient robi zakupy przez Internet, czy w centrum handlowym, przed podjęciem decyzji o zakupie zawsze przechodzi przez pewien proces. Proces zakupowy zasadniczo składa się z trzech etapów: przyciągnięcia uwagi, wzbudzenia zainteresowania klienta i zakupu. Proces ten zachodzi podświadomie podczas wizyty w sklepie; dobrym przykładem jest tak zwany zakup impulsywny. Nasze emocje odrywają w procesie decyzyjnym kluczową rolę, a ponadto są silnie połączone z poczuciem tożsamości. Czy nasza tożsamość odpowiada tożsamości sklepu? Czy dana marka przyciąga uwagę i czy się z nią identyfikujemy? Czy dany sklep zapewnia odpowiednie wrażenia? Odpowiedź na powyższe pytania jest silnie uwarunkowana naszymi emocjami.

Oświetlenie w sklepach odzieżowych musi przyciągać uwagę klienta oraz umożliwiać mu prawidłowe rozpoznanie produktów (Rea)<sup>1</sup>. Krótko mówiąc, to jest właśnie zadanie oświetlenia sklepowego. To jakość światła umożliwia wyróżnienie towarów i przedstawienie ich w atrakcyjny sposób. Jednocześnie to właśnie wrażenia wywołane przez oświetlenie w danym sklepie prowadzą klienta do zakupu oraz decydują o atmosferze i nastroju w sklepie.

## Projektowanie oświetlenia a zwiększanie przychodów

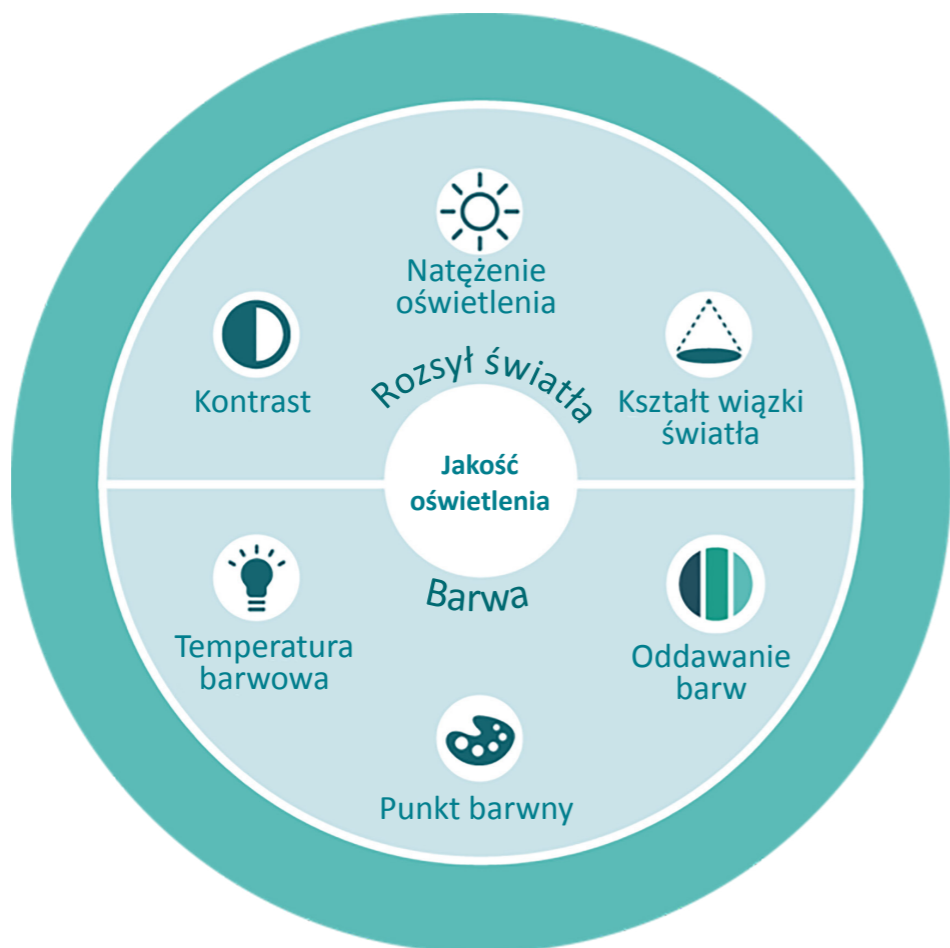
Dowody na wpływ wywierany przez oświetlenie na nasze zachowania zakupowe są aż nadto przekonujące. W niniejszej broszurze opisano, które kryteria oświetlenia i elementy jego konstrukcji wpływają na ludzkie zachowania. Ponieważ na nasz nastrój często wpływają jednocześnie czynniki inne niż oświetlenie, trudno jest dokładnie przewidzieć i zmierzyć efekty zastosowanego oświetlenia. Aby maksymalnie wpływać na ludzkie zachowania za pomocą oświetlenia, należy podejść kompleksowo do projektu docelowego rozwiązania. Gdy oświetlenie jest wykorzystywane we właściwy sposób, będzie mieć ciągły, korzystny wpływ na przykład na czas spędzony w sklepie oraz na nastrój, co w konsekwencji zapewni sprzedawcy większe przychody. Właściciele sklepów, architekci i projektanci mogą skorzystać z niniejszej broszury przy tworzeniu nowych rozwiązań oświetleniowych dla sklepów. Wszystko z uwzględnieniem ostatecznego celu sprzedawcy: sprawić, aby klienci stali się lojalnymi ambasadorami marki!

(1) Mark Stanley Rea, IESNA Lighting handbook, lipiec 2000 r., s. 662



(Rys. 1.1.1) Wpływ oświetlenia na sprzedaż

# 1.2 Kontekst i odbiór



(Rys. 1.1.2) Główne kryteria jakości oświetlenia

### Główne kryteria jakości oświetlenia

„Jakość oświetlenia nie jest nieodłączną cechą danej przestrzeni lub konstrukcji oświetlenia, lecz sposobem, w jaki światło lub oświetlenie wpływa na ludzi” (Skanski)<sup>2</sup>. Na subiektywny odbiór jakości światła mają zasadniczo wpływ dwa czynniki. Pierwszym z nich jest rozsył strumienia świetlnego. Rozmieszczenie oraz nacelowanie opraw oświetleniowych w przestrzeni decyduje o poziomie natężenia oświetlenia oraz uzyskiwanym kontraście luminacji, czyli uzyskiwanym rozkładzie akcentów świetlnych we wnętrzu. Ostateczny efekt w dużej mierze zależy od kształtu wiązki światła emitowanego przez wybraną oprawę. Kolejnym czynnikiem jest barwa światła, określana przez parametr temperatury barwowej [CCT] wyrażanej w Kelwinach. Zostało to omówione w rozdziale 4 wraz z temperaturą barwową i oddawaniem barw. To te kryteria będą decydowały o poziomie nasycenia i atrakcyjności określonych kolorów prezentowanych przedmiotów.

W zależności od kontekstu poszczególne kryteria oświetlenia mogą mieć różną wagę. Przy dobieraniu podstawowych parametrów oświetlenia najważniejsze jest umieszczenie w centrum uwagi kontekstu i percepcji, tj. ludzkich odczuć. Dzięki temu możemy ocenić, w jaki sposób światło będzie wpływać na doznania klienta w sklepie, a jednocześnie kreować i tworzyć skuteczniejsze i lepsze rozwiązania oświetleniowe.

(2) Ranko Skansi, *The ergonomics of light*, *Professional Lighting Design*, nr 102, sierpień/wrzesień 2016, s. 40

# 2 Światło

## Kształt wiązki światła, jasność, oślnienie i połysk



# 2.1 Kształt wiązki światła

## Odcisk palca

Przy projektowaniu oświetlenia jednym z najważniejszych elementów jest kształt wiązki światła, zwany fachowo rozsyłem strumienia świetlnego, determinowany układem optycznym danej oprawy oświetleniowej. Każdy rodzaj układu optycznego cechuje się własnym kształtem i parametrami technicznymi decydującymi o właściwościach wiązki światła. W tym sensie, przy wyborze oprawy do danego zastosowania, kształt wiązki światła można postrzegać jako unikalny „odcisk palca”.

Z jednej strony kształt wiązki światła będzie decydował o możliwości spełnienia w danym miejscu wymagań przepisów i norm (dotyczących np. natężenia oświetlenia). Jest tak przede wszystkim w przestrzeniach podlegających ścisłym wymogom, takich jak biura czy obiekty przemysłowe. Z drugiej - gdy istotne są walory estetyczne, kształt wiązki należy analizować ze względu na jakość efektów jakie można dzięki niej uzyskać. Dobór i określanie kształtu wiązki światła w zastosowaniach, w których szczególnie liczy się estetyka (np. w branży mody), opiera się na myśleniu projektowym i koncepcyjnym.

Prezentacja oczekiwanego efektu świetlnego lub koncepcji projektowej jest zazwyczaj standardowym elementem w procesie projektowym. Jej właściwe przygotowanie wymaga specjalistycznej wiedzy i odpowiedniego zrozumienia współdziałania efektów świetlnych w rzeczywistości oraz umiejętności ich odpowiedniej analizy i prezentacji w oparciu o trójwymiarowe symulacje i obliczenia. Niewielkie detale mogą w rzeczywistości stworzyć duże różnice co do postrzeganej jasności, pojawiającego się światłocienia czy kontrastów we wnętrzu. Efekt połączenia kilku wiązek światła w jeden spójny efekt w celu podkreślenia atrakcyjności przestrzeni lub architektury wnętrza – czyli tzw. modelowanie – omówiono w rozdziale 3.2.

W większości sklepów odzieżowych preferuje się oświetlenie akcentowe. Dlatego w tym rozdziale skoncentrujemy się na oprawach punktowych i unikalnych cechach kształtów ich wiązek światła, w zależności od zastosowanego rozwiązania optycznego. Należy pamiętać, że w wielu przypadkach oprawy punktowe łączy się z innego rodzaju rozwiązaniami oświetleniowymi.

## Oprawy akcentowe

Oprawy akcentowe, zwane również źródłami punktowymi, charakteryzują się przede wszystkim bardzo precyzyjnym rozsyłem strumienia świetlnego, w większości – symetryczno-obrotowym. W przypadku tego rozwiązania bardziej niż natężenie oświetlenia interesuje nas możliwość przewidzenia ostatecznego efektu świetlnego w danej sytuacji. Dzieje się tak, ponieważ podstawowym celem jest tutaj umyślne stworzenie różnic w jasności, aby uzyskać pożądane modelowanie, kontrast lub nastrój. Znajomość rozmiaru i kontrastu plamy świetlnej wytwarzanej przez dany reflektor jest jednym z najbardziej przydatnych elementów przy projektowaniu właściwego oświetlenia. Przewidywanie rzeczywistego rozmiaru plamy świetlnej generowanej przez określoną oprawę punktową umieszczoną w danej odległości jest zadaniem, które nawet dla doświadczonych projektantów może być wyzwaniem.

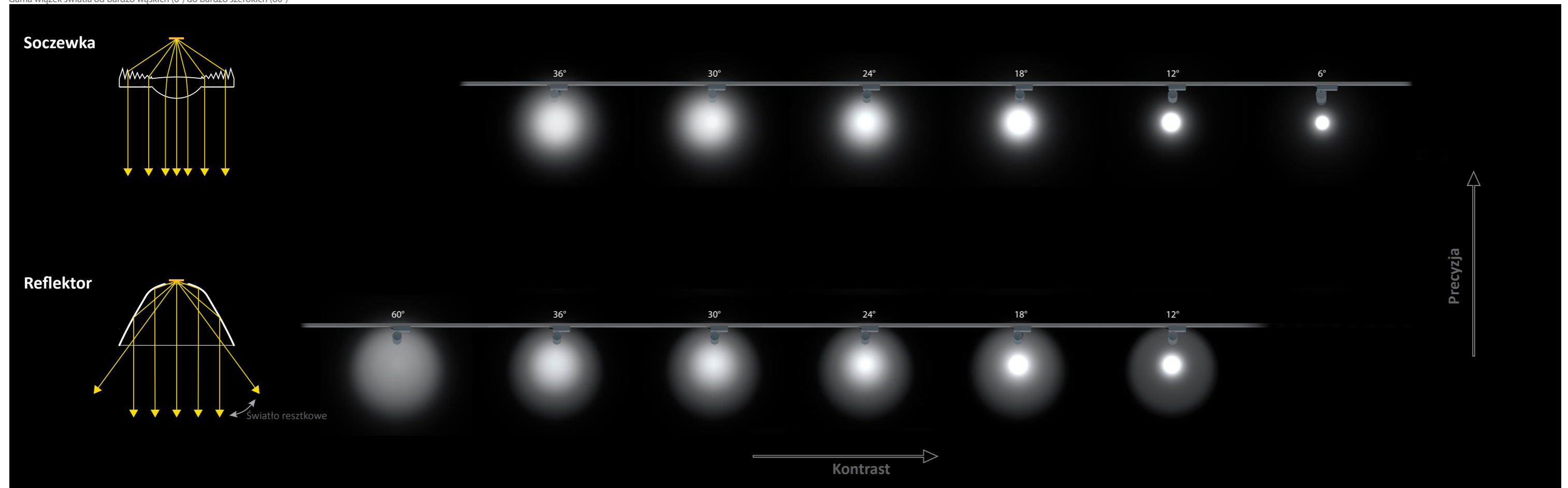
## Preferowane kształty wiązki światła

W ramach eksperymentu<sup>3</sup> poproszono 41 osób o uszeregowanie różnych kształtów wiązki światła według preferencji, w podziale na trzy kategorie – od wiązek wąskich (<18°), przez średnie (18°–30°) po szerokie (>30°). Wiązki wąskie i średnie o płynnym zaniku i bez efektu halo – tj. dodatkowego pierścienia wyraźnie widocznego w pewnej odległości od środka wiązki – były zdecydowanie bardziej popularne od wiązek z efektem halo. Ponadto wiązki wąskie o większym natężeniu światła w środku były klasyfikowane są znacznie wyżej i wskazywane jako atrakcyjniejsze. Cechy zazwyczaj charakteryzujące dobrze zaprojektowane systemy soczewkowe – tj. brak efektu halo, większa intensywność wiązki i płynny gradientowy zanik światła – są oceniane znacznie lepiej od efektów tworzonych przez standardowe reflektory. Dobrze zaprojektowane soczewki polepszają percepcję jakości światła w sklepie oraz same w sobie poprawiają wrażenia klienta związane z wizytą w sklepie.

(3) Sonia Soares, Pieter Seuntjens, Judith Wolting, Ronald de Gier, Reinier den Boer, Peter Kort. Perception and preference of beam shapes defined by different optical solutions, Signify, maj 2018

## Przegląd wiązek w oświetleniu punktowym

(Rys. 2.1.1) Soczewka a reflektor: różne układy optyczne Rząd górny: soczewki (optyka typu „fashion proof”), rząd dolny: reflektory. Gama wiązek światła od bardzo wąskich (6°) do bardzo szerokich (60°)



## 2.2 Jaskrawość

### Kąt wiązki światła

Tradycyjna metoda klasyfikacji opraw punktowych opiera się na ich kącie rozsyłu strumienia świetlnego (lub szerokości wiązki). Większość kart katalogowych określa kąt rozsyłu wiązki charakteryzujący daną gamę opraw punktowych, posługując się, zwanym profesjonalnie, kątem światłości połówkowej. Wykorzystywane zazwyczaj wykresy przedstawiają obliczony kąt rozsyłu wiązki świetlnej, w ramach którego światłość przekracza 50 procent wartości maksymalnej. Kąt rozsyłu określany na wykresach rozsyłu strumienia świetlnego poprzez światłość połówkową nie jest związany z rozmiarem oświetlanego miejsca na danej podświetlanej powierzchni, widzianego ludzkim okiem. Odnosi się on jedynie do teoretycznego kąta wiązki.

Na rys. 2.1.1 przedstawiono oprawy o takim samym kącie wiązki, ale innej konstrukcji układu optycznego. Jak widać – uzyskiwane efekty znacznie różnią się od siebie. Umiejętność zrozumienia i odpowiedniego zastosowania oświetlenia akcentującego jest elementem kluczowym, ponieważ – jak pokazują badania – poziomy kontrastu i równomierności oświetlenia mają wpływ na zachowania zakupowe konsumentów (zob. rozdział 3.1).

### Układ optyczny

Układ optyczny ma ogromny wpływ na uzyskiwany finalnie efekt oświetleniowy. Odpowiednio zaprojektowane soczewki znacznie lepiej potrafią skupiać wiązkę światła w porównaniu do standardowych reflektorów, ponieważ te ostatnie zawsze emitują pewną ilość światła rozproszonego. Światło pochodzące ze źródła (żarówki, diody LED, etc.), które nie odbija się od powierzchni reflektora można kontrolować dzięki soczewce, co oznacza możliwość redukcji przypadkowej poświaty oraz stworzenia wyrazistych akcentów

świetlnych – zob. rys. 2.1.2 i rys. 2.1.3. Aby odpowiednio zwiększyć kontrast w sklepie, oprawy marki Philips można wyposażyć w tzw. optykę typu „fashion proof” (fashion proof optics – FPO), które maksymalnie przyciągają uwagę klientów do eksponowanego towaru. Ten system optyczny został zaprojektowany specjalnie w celu uwydatnienia obiektów na wystawie bądź specjalnych stref sprzedaży. Jak wcześniej wspomniano, dzięki technologii soczewkowej możliwe jest bardzo precyzyjne kształtowanie wiązki światła. Dzięki niemal zerowej emisji niekontrolowanego światła rozproszonego oraz wyraźnej redukcji zagrożenia olśnieniem możliwa jest optymalizacja realizowanych w sklepie akcentów oraz oświetlenia ogólnego. Ponadto małe, kompaktowe soczewki – w porównaniu do reflektorów – umożliwiają miniaturyzację samej oprawy punktowej, co oznacza, że można ją łatwo zintegrować z architekturą sklepu tworząc przyjemne, estetyczne wnętrza.

### Światłość

Aby przykuć uwagę klienta i naprowadzić jego wzrok na określone produkty, należy zastosować wysoki kontrast. Można to osiągnąć dzięki wąskim wiązkom świetlnym. Istotne są dwie kwestie:

- Efekt halo redukuje kontrast i tworzy wrażenie rozmycia barw
- Maksymalna światłość oprawy wyrażona w kandelach (cd): stanowi znacznie bardziej przydatną klasyfikację opraw akcentowych niż całkowity strumień świetlny (lm), gdy wybieramy oprawy służące do uwydatnienia konkretnych produktów

Optykę typu „fashion proof” stworzono przy uwzględnieniu dwóch powyższych aspektów, co dało do 30% wyższe natężenie oświetlenia oraz niemal dwukrotnie wyższy kontrast (zob. rys. 3.1.3) w stosunku do analogicznych opraw reflektorowych.

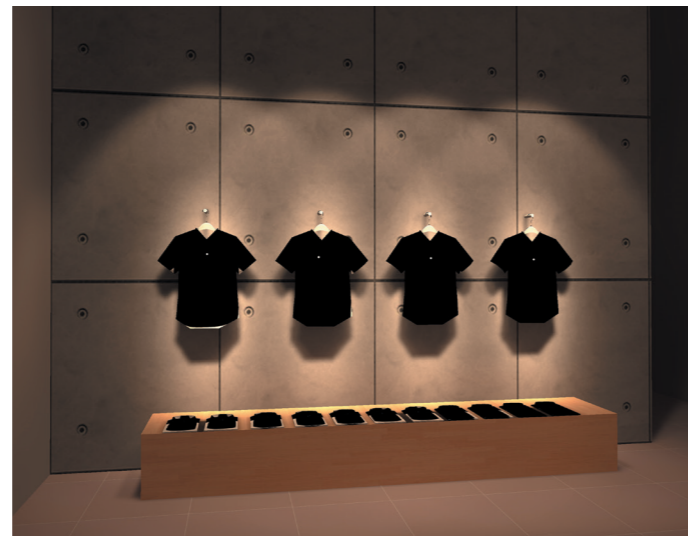


Optyka typu „fashion proof”

(Rys. 2.1.2) Cztery punkty na ścianie – wiązki o kącie 12° generowane przez soczewki



(Rys. 2.1.3) Cztery punkty na ścianie – wiązki o kącie 12° generowane przez reflektory



### Luminancja

Rozkład luminancji (albo potocznie: jaskrawości) w polu widzenia to kolejne istotne kryterium przy projektowaniu oświetlenia.

Wpływ luminancji na zachowania zakupowe klientów udowodniono w pracy Barli i wsp.<sup>4</sup>. Autorzy odkryli, że jasne światło o dużych kontrastach powoduje wyższą atrakcyjność wizualną obiektu niż miękkie światło rozproszone. Jednak stwierdzenie to należy umieścić w pewnym całościowym kontekście, obok takich czynników jak kontrast czy barwa, które również wpływają na zachowania konsumentów.

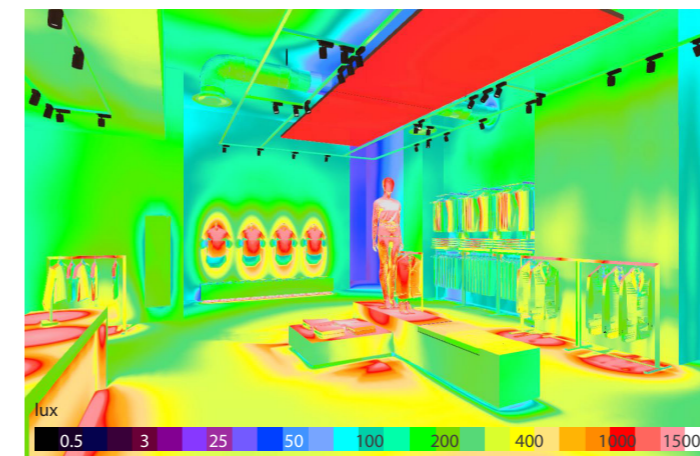
W przypadku określonego poziomu natężenia oświetlenia różnica w luminancji (zob. rys. 2.2.1 i rys. 2.2.2) wynika z różnic we współczynnikach odbicia światła od danej powierzchni. Sposób, w jaki współczynnik odbicia wpływa na światło

przed tym, jak dotrze ono do naszego oka, przedstawiono na rys. 2.2.3. W tym konkretnym przykładzie światło pochłaniane jest przez czarne garnitury, a jedynie niewielka część jest odbijana, co wyjaśnia niskie poziomy luminancji w przypadku czarnych garniturów.

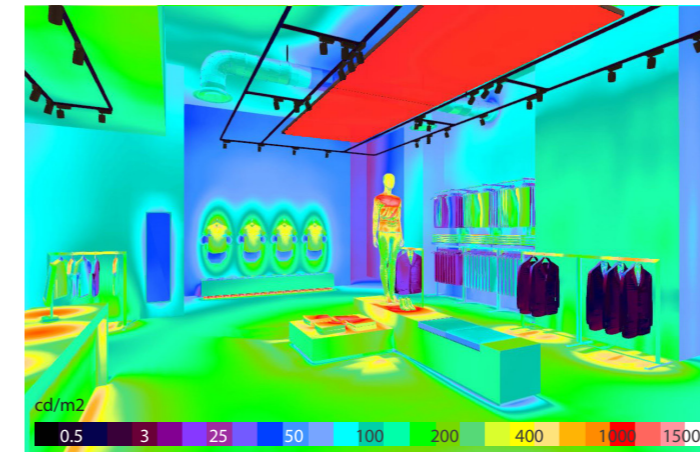
Choć natężenie oświetlenia może spełniać założenia ilościowe, to jednak nie zapewni ono akceptowalnego kontrastu luminancji w danym wnętrzu. Kontrast ten zależy od współczynnika odbicia oświetlanej powierzchni. Dlatego dobre wykończenie wnętrza powinno iść w parze ze szczegółowym projektem oświetlenia.

(4) Onder Barli, Mehmet Aktan, Bilsen Bilgili, Senol dane, Lighting, Indoor Color, Buying Behavior and Time Spent in a Store, Color research and application, tom 37, nr 6, grudzień 2012

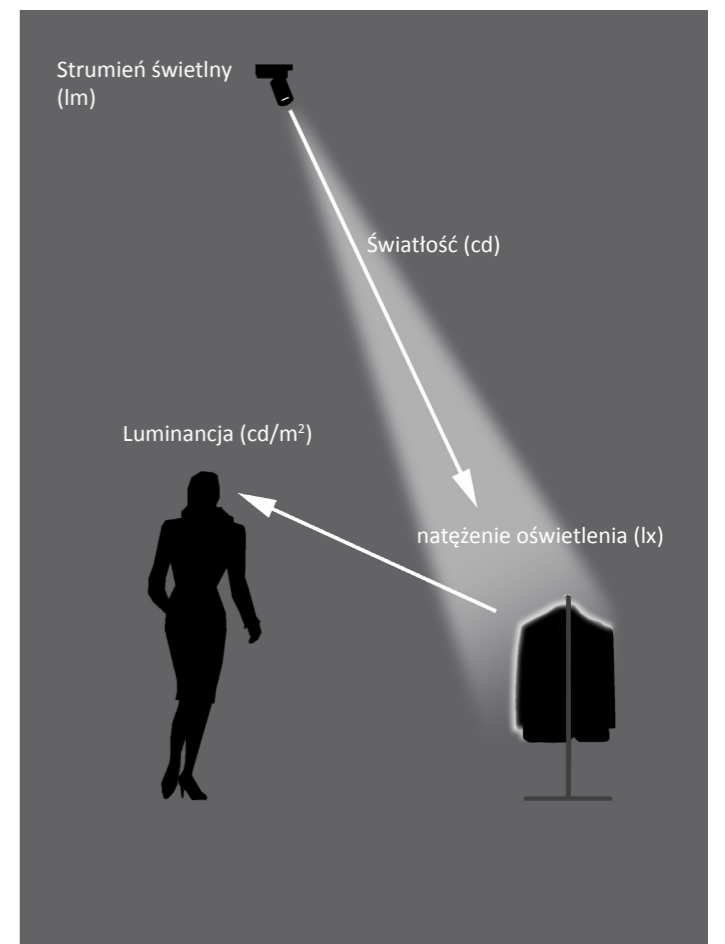
(Rys. 2.2.1) Rozkład natężenia oświetlenia przedstawiony w skali kolorów w luksach



(Rys. 2.2.2) Rozkład luminancji przedstawiony w skali kolorów w cd/m²



(Rys. 2.2.3) Zależność pomiędzy luminacją a natężeniem oświetlenia



## 2.3 Olśnienie a połysk

(Rys. 2.2.4) Sztuczny świetlik



### Kwestie architektoniczne

Wiązka światła generowana przez oprawę zamontowaną na przykład na ścianie może stworzyć niezwykle wyrazisty (potencjalnie symetryczny) wzór. Zaleca się wcześniejsze zaplanowanie, gdzie takie wzory się znajdą, aby można było ocenić ich znaczenie dla ogólnej percepcji przestrzeni. Dlatego, że jasne plamy świetlne można wykorzystać do przyciągania uwagi klienta i naprowadzania wzroku na elementy umieszczone głębiej w sklepie. Sztuczny świetlik na rysunku 2.2.4 nie tylko uwidatnia umieszczone pod nim produkty, lecz również zwraca uwagę na „ścieżkę świetlną” i naprowadza wzrok na tylną ścianę sklepu. Ściana ta cechuje się wysokim kontrastem i luminancją, która skupia uwagę na odzieży. Ubrania zdają się lewitować w powietrzu, jakby były swobodnie zawieszane gdzieś w przestrzeni. Poprzez umieszczenie pod odzieżą niskiej szafki i wykończenie jej u dołu listwą świetlną stworzono wizualne połączenie różnych elementów oświetlenia, co poprawia wygląd wnętrza sklepu.

### Przestrzeń i nastrój

Powierzchnia o wysokim poziomie luminancji sprawia wrażenie, jakby znajdowała się dalej niż powierzchnia o luminancji niskiej. Dlatego jasne ściany powiększają pomieszczenie, a ciemne je pomniejszają. Analogicznie jasny sufit będzie wydawał się znajdować wyżej niż sufit w ciemnym kolorze. Ogólnie mówiąc, stosunkowo jasne sufity i ciemne ściany sprawiają wrażenie formalności i pewnego napięcia. Jasne i jednolite panele świetlne tworzą otwartą atmosferę i optycznie podwyższają pomieszczenie, jak na rysunku 2.2.4. Z kolei jasne ściany połączone z ciemnym sufitem (zob. rys. 3.2.2) zwykle tworzą nieformalną, luźną atmosferę (Custers i wsp.<sup>5</sup>).

(5) Custers, P. J. M., Kort, de, Y. A. W., IJsselsteijn, W. A., Kruijff, de, M. *The effects of retail lighting on atmosphere perception*, 2009

### Komfort optyczny

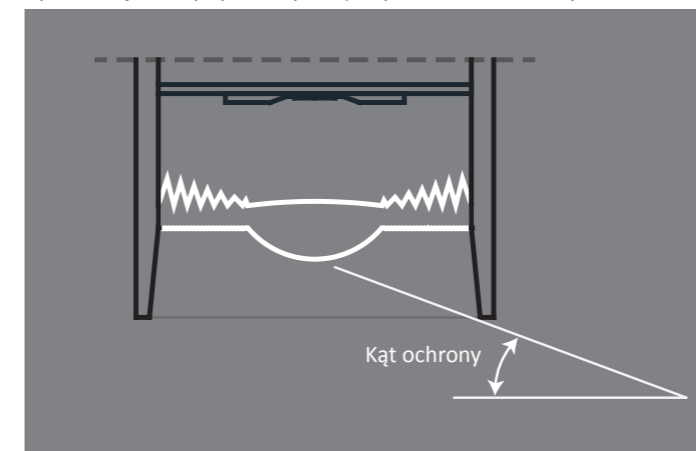
Olśnienie występuje wówczas, gdy luminancja (lub jaskrawość) w danym polu widzenia jest znacznie wyższa niż luminancja, do której określona osoba jest przyzwyczajona – może ona wywołać poczucie dyskomfortu, ograniczyć możliwość widzenia lub spowodować oba te zjawiska. Rozróżniamy olśnienie bezpośrednie lub odbiciowe. Olśnienie bezpośrednie może być spowodowane na przykład przez jaskrawą oprawę oświetleniową, umieszczoną w polu widzenia obserwatora. Olśnienie odbiciowe występuje wówczas, gdy obserwator widzi odbicie źródła światła na połyskliwej powierzchni, np. na połyskującej posadzce (zob. rys. 2.3.4). Kluczem do redukcji efektu olśnienia w sklepie jest uniemożliwienie klientom patrzenia bezpośrednio na źródło światła, poprzez usunięcie go z ich pola widzenia. Stopień, w jakim można ukryć źródło światła przed wzrokiem, wyrażany jest kątem ochrony (zob. rys. 2.3.2) – jest to kąt między płaszczyzną poziomą a kierunkiem patrzenia, przy jakim źródło światła przestaje być widoczne.

Optymalny kąt ochrony realizuje się poprzez odpowiednią konstrukcję obudowy, kształt reflektora lub dedykowane przesłony. Wyzwaniem jest to, aby ochrona ta była skuteczna - żeby nie było możliwości patrzenia bezpośrednio na źródło światła. Musi być ono umieszczone dość głęboko. Ponadto głębokość wnęki należy określić z dużą starannością, ponieważ może ona wpływać na kształt wiązki światła. Dzięki soczewkom problem ten można rozwiązać w znacznie większym stopniu. Emisja niekontrolowanego światła rozproszonego i maksymalna światłość oprawy zależą od konstrukcji soczewki znajdującej się z przodu. Gdy soczewka jest odpowiednio zaprojektowana, zmniejsza luminancję oprawy punktowej. Dzięki umieszczeniu systemu optycznego głębiej wewnątrz obudowy oprawy zdecydowanie redukuje się zagrożenie olśnieniem. Skutkuje to wyraźnym wzrostem komfortu optycznego klientów. Spowoduje to, że w danym wnętrzu chętniej spędzimy więcej czasu i częściej będziemy do niego wracać.

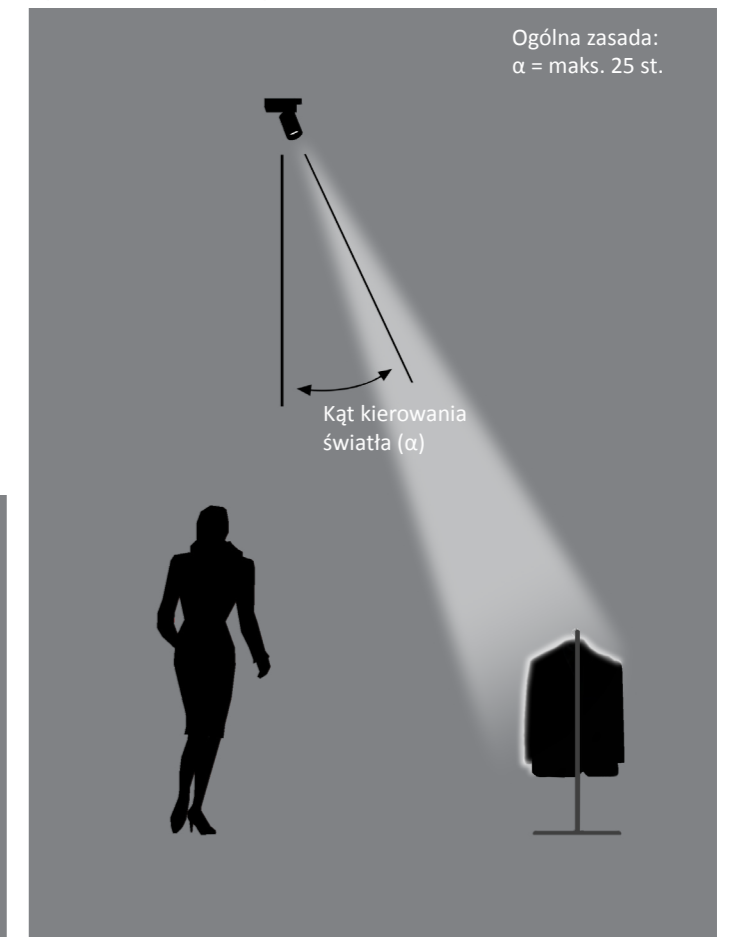
(Rys. 2.3.1) Kłapy przesłonowe



(Rys. 2.3.2) Kąt ochrony wyznaczony dla oprawy z układem soczewkowym



(Rys. 2.3.3) Stosowana w praktyce zasada kierowania światła w celu uniknięcia olśnienia



(Rys. 2.3.4) Efekt połysku i olśnienia: olśnienie bezpośrednie wywołane przez punkty świetlne umieszczone na suficie oraz olśnienie pośrednie wywołane przez połyskliwą posadzkę. Połysk srebrnych butów przykuwa uwagę.



### Estetyka

Umieszczenie systemu optycznego w zagłębieniu obudowy oprawy niesie ze sobą również efekt estetyczny. Jeszcze skuteczniejszym rozwiązaniem przynoszącym silny efekt estetyczny jest stosowanie tzw. wrót (zob. rys. 2.3.1). Tego typu osłony, wykorzystywane również przy oświetlaniu scen, nie zawsze są niezbędne z punktu widzenia komfortu, lecz są często stosowane ze względów estetycznych. Poprzez zamknięcie wrót możemy kształtować wiązkę świetlną, wyeliminować światło resztkowe albo utworzyć strumień światła w kształcie kwadratu.

### Kąt kierowania światła

Aby uniknąć olśnienia, należy uwzględnić kąt kierowania światła punkowego. Zasadniczo w centrum ogólnej powierzchni sprzedażowej należy unikać kątów kierowania większych niż 25 stopni (zob. rys. 2.3.3). Natomiast na obwodzie sklepu, w pobliżu ścian, kąt kierowania nie jest aż tak istotny, ponieważ oświetlenie kierowane jest z dala od klientów, a ponadto mogą być tutaj niezbędne większe kąty kierowania, aby podświetlić górne partie ścian.

### Połysk

Połysk jest pozytywnym odczuciem tworzoną przez źródła światła o wysokiej luminancji, które pomagają w atrakcyjny sposób przedstawić oferowane produkty. O połysku mówimy często wówczas, gdy towary zaczynają „lśnić”, jeżeli nakierujemy na nie niewielkie, lecz intensywne źródła światła. W efekcie tekstylia, biżuteria lub inne produkty będą wydawały się niezwykle żywe, w zależności od swoich cech. Intensywność wrażenia połysku zwiększa się wraz ze wzrastającą luminancją lub liczbą punktów świetlnych. Odnajdując odpowiednią równowagę między olśnieniem a połyskiem, można stworzyć atrakcyjną, interesującą, a jednocześnie komfortową i zachęcającą przestrzeń sklepu, w której klienci będą chcieli spędzić czas i zrobić zakupy.

## Produkty i systemy przedstawione w rozdziale 2

### Prefabrykowany sufit świetlny OneSpace



### Projektor TrueFashion / EasyAim (z napędem elektrycznym)



### TrueFashion Compact



### TrueFashion Mini





# 3 Cień

## Kontrast, modelowanie, kierunek



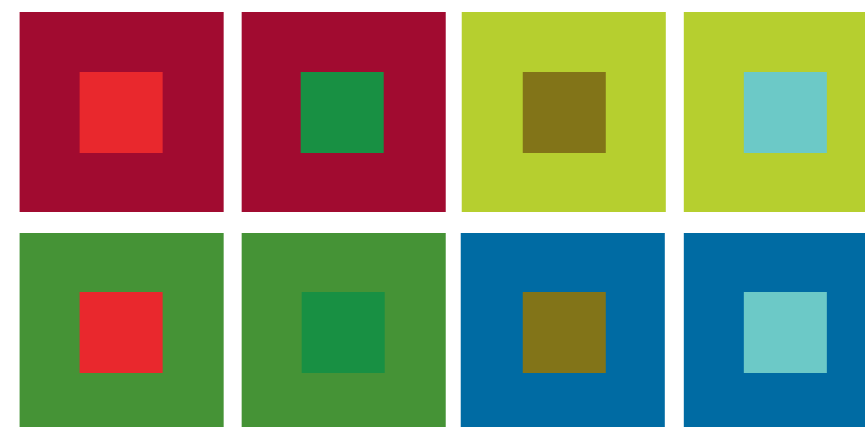
# 3.1 Kontrast

### Kontrast kolorystyczny

Kontrast można poprawić na różne sposoby. Jednym z nich jest stworzenie miejscowych różnic luminancji – tzw. kontrastu świetlnego. Kolejnym sposobem, obok kontrastu luminancji, jest kontrast kolorystyczny przedstawiony na rys. 3.1.1. Kontrast kolorystyczny powstaje na przykład poprzez zastosowanie kolorowego oświetlenia lub połączenie wysokiej i niskiej temperatury barwowej. W sklepie odzieżowym różnice kolorystyczne mogą być również wywołane kolorami ubrań (tkanin) albo kolorami samego wnętrza. Na kontrast kolorystyczny na odzieży i tkaninach wpływa oddawanie barw. Kolorowe oświetlenie, temperaturę barwową i oddawanie barw omówiono w rozdziale 4 – Nasylenie barwy.

### Kontrast świetlny

W sensie przedmiotowym kontrast świetlny to ocena różnicy w wyglądzie dwóch części pola widzenia, na które patrzymy jednocześnie bądź kolejno. W sensie podmiotowym kontrast świetlny to stosunek między naświetleniem określonego obiektu a naświetleniem jego tła, wyrażony równaniem przedstawionym na rys. 3.1.2. W warunkach miejscowych na kontrast wpływa również otoczenie, zdolność przystosowania się oczu oraz inne, drugorzędne czynniki, takie jak źródła światła powodujące olśnienie znajdujące się w polu widzenia.



(Rys. 3.1.1) Kontrast kolorystyczny

$$\text{Kontrast świetlny} = \frac{\text{Oświetlany obiekt} - \text{Oświetlane tło}}{\text{Oświetlane tło}}$$

### Kontrast świetlny (współczynnik akcentu)

Kontrast dostrzegalny	2
Niski teatralny	5
Teatralny	15
Dramatyczny	30
Wysoce dramatyczny	50

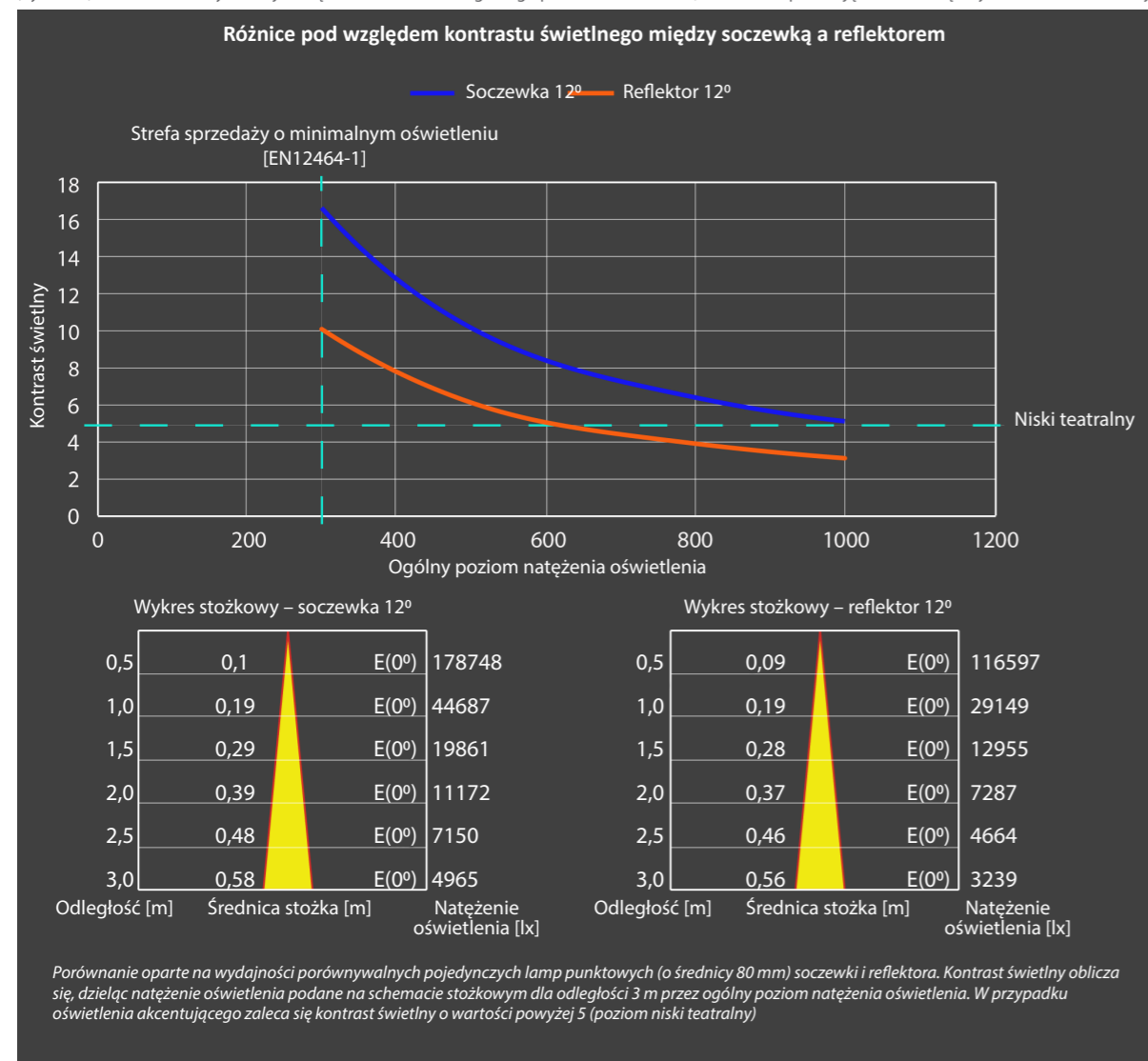
(Rys. 3.1.2) Kontrast świetlny

### Współczynnik akcentu

Jak silny musi być kontrast świetlny, aby dawał efekt, i w jakim stopniu można to zmierzyć? Jego wartość można wyrazić tak zwanym „współczynnikiem akcentu”, który określa stosunek między jasnością danego obiektu a jasnością jego otoczenia. Współczynnik akcentu o wartości 2 oznacza akcent o dwukrotnie wyższym poziomie jasności niż bezpośrednie otoczenie obiektu – jest to mniej więcej próg kontrastu dostrzegalnego. Współczynnik akcentu o wartości 5 oznacza jasność obiektu pięciokrotnie wyższą od jasności otoczenia – jest to efekt przypominający oświetlenie w teatrze. Aby uzyskać rzeczywiście teatralny efekt, należy zastosować akcent na poziomie 15. Takie efekty można stworzyć stosunkowo łatwo. Dla uzyskania jeszcze silniejszego efektu, np. efektu

dramatycznego (współczynnik akcentu 30) lub wysoce dramatycznego (współczynnik akcentu powyżej 50), konieczne są bardzo niskie poziomy natężenia oświetlenia w bezpośrednim sąsiedztwie obiektu oraz niskie współczynniki odbicia w danej przestrzeni. Oprawy punktowe o odpowiednio zaprojektowanych soczewkach zapewniają wyższy współczynnik akcentu niż reflektory – zob. rys. 3.1.3. Kontrast świetlny stanowi istotne kryterium oceny oświetlenia, ponieważ może wydłużyć czas spędzany w sklepie przez klienta, a w konsekwencji zwiększyć sprzedaż. Ponadto może on uwydatnić pewne strefy, wyróżniając je od innych, aby zwrócić uwagę klienta i naprowadzić go na pożądane miejsca w sklepie. Odpowiednie stosowanie kontrastu świetlnego pomaga zainteresować konsumentów przestrzenią w sklepie poprzez stworzenie atrakcyjnej wizualnie przestrzeni.

(Rys. 3.1.3) Kontrast świetlny zmniejsza się wraz ze wzrostem ogólnego poziomu oświetlenia; soczewki zapewniają znacznie większy kontrast niż reflektory



(Rys. 3.1.4) Oświetlenie skupione



(Rys. 3.1.6) Połączenie oświetlenia ogólnego i skupionego



(Rys. 3.1.5) Oświetlenie jednolite



### Oświetlenie ogólne a oświetlenie skupione

Jak pokazują badania, wykonywanie zadań wymagających użycia wzroku jest łatwiejsze przy wyższym kontraście lub natężeniu oświetlenia (Zielińska-Dąbkowska i wsp.)<sup>6</sup>. Kontrast można poprawić na różne sposoby, wykorzystując oświetlenie, np. zwiększając współczynnik oddawania barw (zob. rozdział 4.3), stosując bardziej skupione światło lub więcej oświetlenia nastrojowego. Ma to na celu wydłużenie czasu spędzanego w sklepie przez klientów, ponieważ istnieje zależność między tym właśnie czasem a wartością sprzedaży.

Oh<sup>7</sup> odkrył różnicę w preferencjach co do oświetlenia skupionego (rys. 3.1.4) lub równomiernego (rys. 3.1.5), zależnie od aspektów kulturowych oraz, co ważniejsze, trybu przetwarzania – zob. „Global or local processing is a fundamental visual system characteristic used by consumers to process information.”

We wspomnianej pracy zasugerowano, że „oświetlenie należy projektować strategicznie, przy uwzględnieniu ścieżki przejścia klienta oraz etapów jego procesu decyzyjnego. Oświetlenie skupione może być skuteczniejsze na ostatnim etapie podejmowania decyzji, gdy klient bardziej szczegółowo ocenia poszczególne zalety analizowanego produktu, niż na etapie, gdy klient dopiero przegląda i ocenia dostępne opcje”. Przykład takiego systemu oświetlenia zaprezentowano na rys. 3.1.6. „W badaniu podkreślono, że zakres wizualny kształtowany przez czynnik nastroju tworzony przez oświetlenie ma wpływ na sposoby, w jakich klienci wykazują zainteresowanie produktami w sklepie”.

(6) Dr Karolina M. Zielińska-Dąbkowska, Veronika Labancova, dr Amardeep M. Dugar, Can we standardise the human eye? Professional Lighting Design, nr 105, marzec/kwiecień 2017, s. 62

(7) Hyunjoo Oh, How does lighting of stores interact with global versus local processing modes of shoppers in retail environment? ProQuest, 2016

# 3.2 Modelowanie

## Akcent

Modelowanie można określić jako zdolność światła do ukazywania tekstury i trójwymiarowego kształtu danego przedmiotu lub przestrzeni poprzez tworzenie odpowiedniej gry światła i cienia.

Dla właściwego modelowania bardzo istotny jest kierunek padania światła. Kierunek ten omówiono w rozdziale 3.3.

Oświetlenie akcentujące, które pomaga skupić uwagę klienta na produktach, będących w promocji, to dziś najbardziej popularny rodzaj oświetlenia w sklepach odzieżowych. Podstawową tego przyczyną jest fakt, że same wrażenia doświadczane przez klienta w sklepie są dzięki temu intensyfikowane i przypominają wrażenia z teatru. Oświetlenie skupione niezbędne jest do oświetlenia trójwymiarowych przestrzeni lub wnętrza sklepów, w których istotne jest podkreślenie formy i faktury. Pozwala ono przyciągnąć klienta do sklepu, a na etapie przeszukiwania produktów umożliwi nakierowanie klienta i zachęcenie go, aby spędził w sklepie więcej czasu.

## Nakierowanie

Oprócz oświetlenia akcentującego do nakierowania klienta na produkt zalecane jest również oświetlenie ogólne. Delikatne oświetlenie ogólne w wielu przypadkach pochodzi ze światła rozproszonego lamp akcentujących lub ze światła odbitego, tworząc subtelne cienie i zapewniając dostateczne oświetlenie alejek sklepowych.

## Wnętrze

Oświetlenie architektoniczne to oświetlenie mające ścisły związek z architekturą wnętrza. Zadaniem oświetlenia architektonicznego jest podkreślenie geometrii przestrzeni poprzez zaakcentowanie jej najważniejszych elementów – np. filarów czy elementów wyposażenia – przy użyciu ukrytych i jak najmniej widocznych opraw, takich jak te przedstawione na rys. 3.2.2 i 3.2.4.

Terminem „oświetlenie dekoracyjne” określa się zastosowanie opraw oświetleniowych o atrakcyjnym wzornictwie w celu podkreślenia istotnych punktów przestrzeni sklepowej, na przykład lady.

## Warstwy światła

Ogólny wygląd wnętrza poprawia się, gdy jego cechy architektoniczne, ludzie i obiekty są oświetlone tak, aby były wymodelowane w sposób wyraźny i miły dla oka. Odpowiednie ukształtowanie warstw światła – tj. oświetlenia ogólnego, akcentującego, architektonicznego i dekoracyjnego – pozwala wzmocnić hierarchię wystroju wnętrza, jak przedstawiono porównawczo na rys. 3.2.1 i rys. 3.2.2. O hierarchii mówimy wówczas, gdy dany element jawi się jako ważniejszy od innych elementów wystroju. Mówiąc ogólnie, w architekturze i wystroju wnętrza o hierarchii decyduje rozmiar. Naszą uwagę skupimy najpierw na obiektach największych. Dzięki oświetleniu możemy uwydatnić te obiekty lub stworzyć nowe (logiczne) wizualne grupy poszczególnych obiektów, aby wzmocnić hierarchię. Na przykład dzięki

zamontowaniu oświetlenia architektonicznego w zagłębieniu elementu wyposażenia na tylnej ścianie z koszulami na rys. 3.2.2, wszystkie trzy obiekty (tj. koszule, ściana tylna i mebel) skupiono w jedną grupę lub element wizualny. Dzięki temu ściana tylna sama w sobie przyciąga więcej uwagi. To samo dzieje się z ladą mającą za sobą kolejny mebel. Dzięki umieszczeniu oświetlenia architektonicznego obiekty te przedstawione są jako jeden element. Poprzez zastosowanie oświetlenia architektonicznego zyskujemy większą „czytelność” przestrzeni. Wnętrze nie jest już podzielone na mniejsze części, lecz jedynie na trzy strefy: ladę, ścianę tylną i wyspę z manekinem. W efekcie sklep jest dla klientów bardziej zachęcający. Nakierowanie klienta w sklepie staje się znacznie łatwiejsze, co przekłada się na dużo przyjemniejszą przestrzeń, w której można miło spędzić czas.

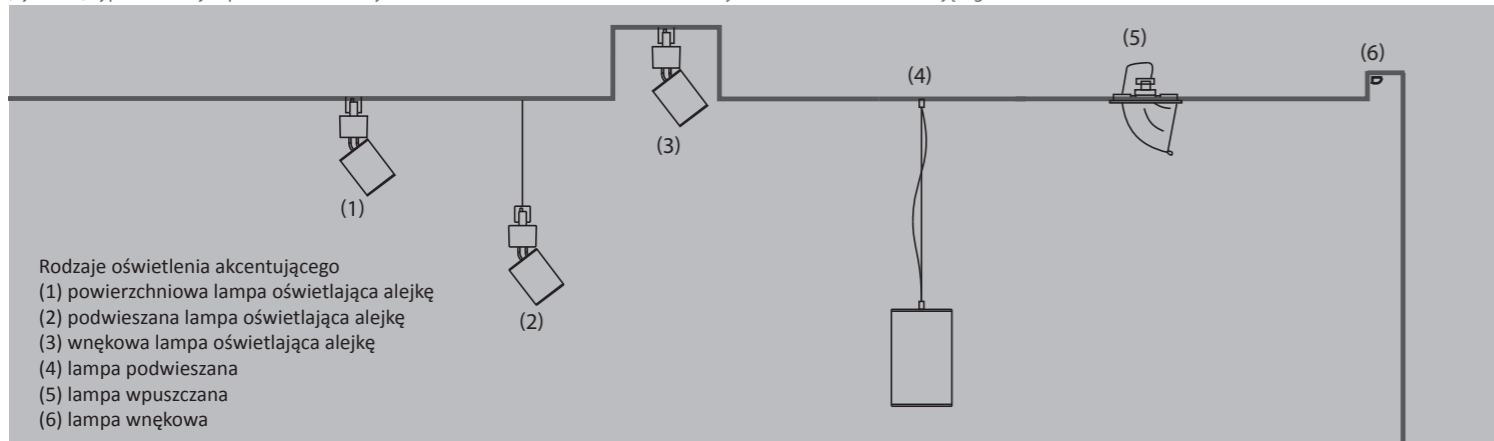
(Rys. 3.2.1) Sklep wyposażony jedynie w oświetlenie akcentujące



(Rys. 3.2.2) Sklep wyposażony w oświetlenie architektoniczne



(Rys. 3.2.3) Typowe rodzaje opraw oświetleniowych i możliwości ich montażu dla uzyskania oświetlenia akcentującego



(Rys. 3.2.4) Oprawy zamontowane w zagłębieniach sufitu

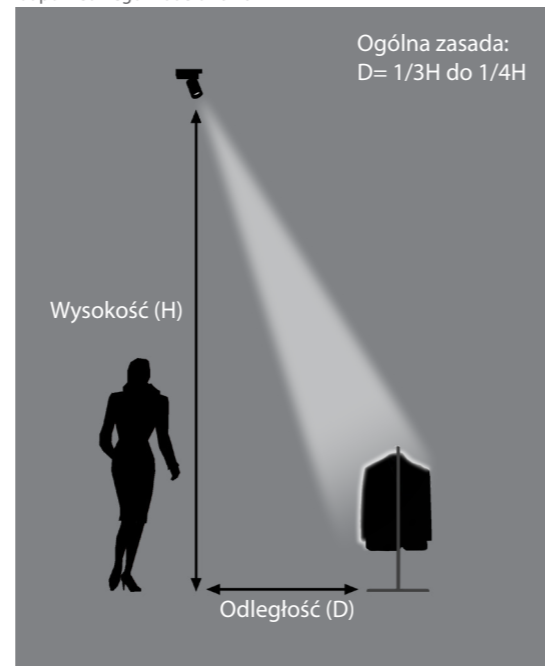


## 3.3 Kierunek padania światła

### Odległość, nakierowanie, odstęp

Po ustaleniu koncepcji oświetlenia i związanych z nim wymagań, należy zastosować oprawy oświetleniowe najodpowiedniejsze do realizacji założonej strategii oświetlenia. Dobór odpowiedniej oprawy (zob. rys. 3.2.3) stanowi ważny etap jej realizacji. Odległość, nakierowanie i odstęp między poszczególnymi oprawami są w dużej mierze uzależnione od kształtu wiązki i pożądanego efektu świetlnego, a z drugiej strony są one determinowane przez proponowany układ opraw w połączeniu z wystrojem wnętrza – zob. rys. 3.2.6. Aby umożliwić dobre wymodelowanie przestrzeni handlowej, lamp nie można instalować zbyt daleko od towarów, aby uniknąć cieni i efektu olśnienia. Jednocześnie lampy nie powinny znajdować się zbyt blisko – spowoduje to ograniczenie oświetlenia przodu i boków regałów i odzieży. Ogólną zasadę ustawiania oświetlenia akcentującego przedstawiono na rys. 3.2.5.

(Rys. 3.2.5) Wyznaczenie odległości i wysokości w celu odpowiedniego modelowania



(Rys. 3.2.6) Elastyczne oświetlenie alejek, nad ladą oświetlenie jest mniej elastyczne, ponieważ zainstalowano je w zagłębieniu w „sieci” na suficie



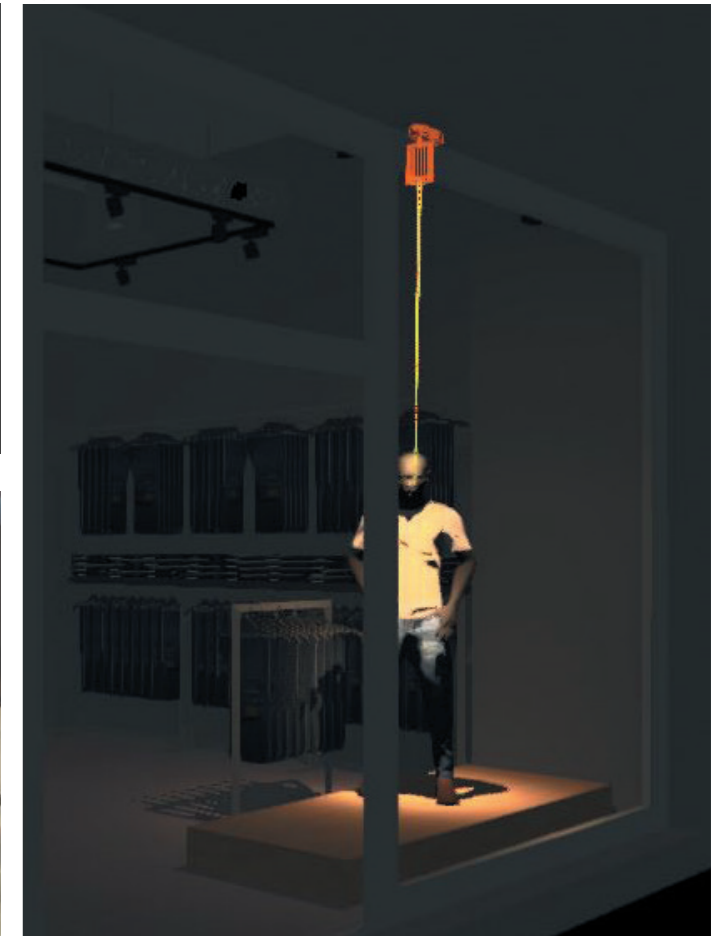
(Rys. 3.3.1) Różne techniki prezentowania produktów przy użyciu wielu opraw punktowych do oświetlenia manekinów



(Rys. 3.3.2) Łatwa regulacja oświetlenia wystawy sklepowej za pomocą aplikacji mobilnej



(Rys. 3.3.3) Światło padające z góry



### Efekty modelowania

To kierunek padania światła decyduje o modelowaniu i postrzeganiu faktury materiału

- Większy kąt padania światła (np. światło padające z góry) przynosi bardziej dramatyczny efekt oraz silniej podkreśla fakturę materiałów. Jednak możliwość identyfikacji danego przedmiotu ograniczyć mogą mocne cienie, jak na rys. 3.3.3.
- Mniejszy kąt padania światła (np. światło padające z przodu – zob. rys. 3.3.4) wiąże się z wyższym ryzykiem olśnienia odbitego.

### Łatwość nakierowania światła

Nie tylko oświetlenie we wnętrzu sklepu wymaga wysokiej elastyczności (możliwości dopasowania do aktualnej aranżacji) – wystawy zewnętrzne i inne ekspozycje produktów wymagają jej jeszcze więcej. Elastyczność tę można uzyskać, mocując lampy punktowe na dedykowanych szynach zasilających. Ponieważ lampy zamontowane na wystawie sklepowej są często trudno dostępne ze względu na ograniczoną przestrzeń i aranżację wnętrza (wysoko położone sufity mogą nawet wymagać skorzystania z usług wykwalifikowanego personelu), kwestia nakierowania światła staje się problematyczna. Szczególnie jeżeli przedmioty umieszczane na sklepowej wystawie są często wymieniane, oprawy punktowe nie kierują światła w odpowiednie miejsca. W efekcie wystawa wygląda na nieuporządkowaną i nie zachęca kupujących, co z kolei zmniejsza jej zdolność przykuwania uwagi i generowania ruchu w sklepie. Dzięki reflektorom z napędem elektrycznym – sterowanym aplikacją, jak na rys. 3.2.2 – można w prosty sposób ustawić właściwy kierunek światła z opraw punktowych w miejscu ich instalacji, bez wchodzenia na drabinę czy przesuwania elementów wnętrza. Atrakcyjna wystawa sklepowa pozwoli zwiększyć liczbę klientów odwiedzających sklep (zob. rozdział 5.1).

(Rys. 3.3.4) Manekin na wystawie sklepowej, oświetlony od przodu



### Światło główne, światło wypełniające i podświetlenie

Istnieje szereg technik ekspozycyjnych, które mają na celu maksymalne podkreślenie różnego rodzaju przedmiotów i materiałów. Są one również wykorzystywane w fotografii. Poniżej wymieniono techniki najważniejsze dla oświetlenia w branży odzieżowej:

**Światło główne** – podstawowe źródło oświetlenia kierunkowego padającego na dany obiekt lub powierzchnię. Podkreśla ono przestrzeń dzięki wysokiej jasności i głębokim cieniom.

**Światło wypełniające** – oświetlenie uzupełniające wykorzystywane do osłabienia cieni i stworzenia kontrastu na odpowiednich poziomach.

**Podświetlenie** – światło padające z tyłu (zwykle z góry). Służy ono do oddzielenia danego obiektu od otoczenia poprzez zaakcentowanie konturów. Ukazuje ono przezroczyste elementy lub faktury.

Oświetlenie skierowane w górę – źródła światła umieszczone w pobliżu posadzki, służące zaakcentowaniu określonych elementów. Dzięki temu oświetleniu można również uzyskać dramatyczny efekt.

Oświetlenie tła – lampy skierowane na tło obiektu. Oświetlenie to nadaje wymiarowości otoczeniu oświetlanego przedmiotu.

(Rys. 3.3.4) Manekin na wystawie sklepowej, oświetlony od przodu

Wymienione techniki oświetlania ekspozycji są powszechnie stosowane w sklepach odzieżowych. Manekiny, stojaki na odzież i inne obiekty najlepiej jest oświetlić z różnych stron i pod różnymi kątami, używając wielu lamp i wiązek światła służących przede wszystkim jako oświetlenie główne i wypełniające.

### Stanowisko do zdjęć selfie

Jak już wspomniano, opisane techniki oświetlenia są często wykorzystywane również w fotografii. Stanowisko do zdjęć selfie jest elementem, w którym połączone są różne techniki ekspozycji, aby zrobić idealne zdjęcie. Milenials bardzo często przesyłają sobie takie idealne zdjęcia za pośrednictwem telefonów komórkowych lub mediów społecznościowych. Jest to przykład wyjścia z prezentacją produktu poza przestrzeń sklepu. Pomaga to jednak klientowi w znalezieniu określonego produktu, zainteresowania się nim i dokonania jego oceny. A co dzisiaj ważne, chodzi tu również o reprezentowanie marki w świecie wirtualnym.

## Produkty i systemy przedstawione w rozdziale 3

### Reflektory akcentujące GreenSpace, Mini i Gridlight



### Lampa kolankowa LuxSpace



### TrueFashion EasyAim



### Stanowisko do zdjęć selfie



# 4 Nasycenie barw

Barwa, temperatura barwowa, oddawanie barw



## 4.1 Barwa

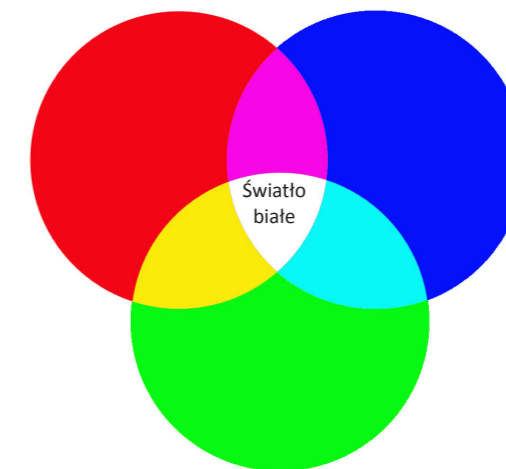
### Spektrum

Widzimy kolory, ponieważ powierzchnie przedmiotów odbijają jedynie pewną część widzialnego spektrum światła oraz częściowo pochłaniają inne części jego widma. Na przykład biel można utworzyć, mieszając trzy barwy światła: czerwoną, niebieską i zieloną – zob. rys. 4.1.1. Gdy białe światło pada np. na niebieskozieloną powierzchnię, wówczas odbijana będzie jedynie niebieska i zielona część występująca w spektrum białego światła, natomiast pozostała część spektrum (barwa czerwona) zostanie wchłonięta, jak na rys. 4.1.2. Każda barwa światła cechuje się określoną długością fali (zob. rys. 4.1.5). Dlatego światło odbite od powierzchni, docierające do oczu, występuje w

formie ograniczonego, lecz określonego zestawu długości fal. Krótko mówiąc, nasze oczy i mózg są w stanie wykrywać te długości fali i rozpoznawać je jako konkretny kolor.

Jeżeli białe światło utworzone jest jedynie z trzech barw światła, mówimy o widmie (spektrum) nieciągłym. Jeżeli światło utworzone jest ze wszystkich barw światła, np. światła słonecznego czy dziennego, mówimy o widmie (spektrum) ciągłym. Jest to istotne, aby zdać sobie sprawę z tego, że to widmo źródła światła będzie decydować o tym, czy kolory będą dobrze oddawane w porównaniu do warunków światła dziennego.

Rys. 4.1.1



Rys. 4.1.2



## Kolorymetria

Jedną z najpowszechniejszych metod wyznaczania koloru powierzchni w warunkach światła dziennego jest metoda Munsella. Opiera się ona na koncepcji mówiącej, że każdy kolor ma trzy wymiary: odcień, jasność i nasycenie. Gdy mówimy o wyglądzie oświetlenia, barwa jest zwykle wykorzystywana na dwa różne sposoby.

Po pierwsze w celu opisanego odcienia (np. czerwony, niebieski, zielony). Jest on oparty na układzie wzrokowym danej osoby i kontekstowej interpretacji widma światła emitowanego przez źródło lub odbijanego od powierzchni, jak opisano wyżej.

Po drugie, poza percepcją, barwę możemy wykorzystać, aby w prosty sposób określić spektralny rozsył promieniowania emitowanego przez źródło światła. W tym sensie kolor wiąże się z przyjętymi na całym świecie metodami opisywania promieniowania świetlnego pod względem fizycznym, co zwane jest kolorymetrią. Mówiąc ściślej, kolorymetria nie uwzględnia wyglądu kolorów. Stanowi jednak podstawę terminologii najczęściej stosowanej w branży oświetleniowej w celu opisanego wyglądu światła emitowanego przez źródło lub odbijanego od materiału. Skorelowana temperatura barwowa (CCT) opisuje wygląd barwy światła generowanego przez dane źródło (zob. rozdział 4.2). Wskaźnik oddawania barw (zob. rozdział 4.3) określa możliwości wiernego odzwierciedlenia rzeczywistych barw przedmiotów oświetlanych przez dane źródła światła.

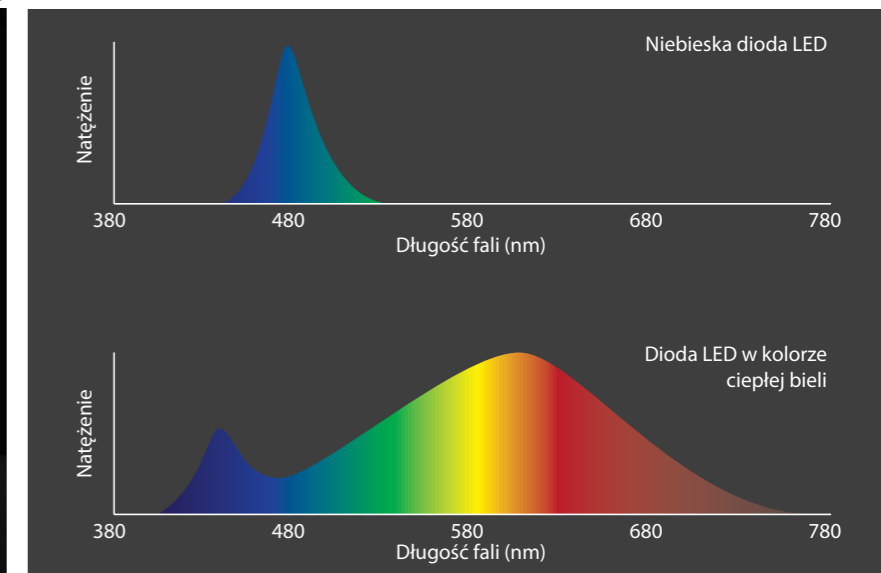
(Rys. 4.1.3) Niebieskie światło wyraźnie przykuwa uwagę przechodzących klientów



(Rys. 4.1.4) Ten sam sklep co na rys. 4.1.3, przedstawiony bez światła niebieskiego



(Rys. 4.1.5) Spektrum i długości fali światła niebieskiego i ciepłego białego



## Światło niebieskie

Jak pokazują badania, niebieskie światło dość skutecznie przyciąga uwagę. Powszechnie wiadomo, że luminancja i kolory wpływają na atrakcyjność danego obiektu.

Przeprowadzono eksperyment (Peter Kort i Luc van der Poel)<sup>8</sup>, który miał na celu ocenę siły przyciągania uwagi przez kilka źródeł światła o nasyceniu barwach (światło monochromatyczne) – w tym w kolorze czerwonym, pomarańczowym, żółtym, zielonym, niebieskozielonym, niebieskim i fioletowym – poprzez określenie luminancji niezbędnej, aby osiągnąć określony poziom zainteresowania podobny do referencyjnego źródła światła białego (achromatycznego). Wyniki eksperymentu wskazują, że w przypadku oświetlenia akcentującego światło monochromatyczne wymaga do przyciągania uwagi niższych poziomów luminancji niż światło achromatyczne. Światło niebieskie wymagało zdecydowanie najniższych poziomów luminancji, aby uzyskać taki sam poziom zainteresowania co w przypadku światła achromatycznego (Reisinger, Vogels i Heynderickx, 2012)<sup>9</sup>.

W innym badaniu przeanalizowano częstotliwość zakupów w zestawieniu z występowaniem czerwonych i niebieskich ścian. Stwierdzono, że niebieskie ściany powodowały większą liczbę zakupów i większe zainteresowanie sklepem (Bellizzi i Hite, 1992)<sup>10</sup>.

(8) Peter Kort i Luc van der Poel, Luminous, International Lighting Magazine, 2009/3, lipiec, 39-40

(9) Reisinger, M., Vogels, I., Heynderickx, I. (2012). Conspicuity of chromatic light from LED spotlights. Dziennik Międzynarodowego Stowarzyszenia ds. Kolorów, 64-72.

(10) Bellizzi, J., Hite, R. (1992). Environmental color, consumer feelings, and purchase likelihood. Psychol Market, 347-363.

# 4.2 Temperatura barwowa

## Trójkąt barw

Temperatura barwowa to miara stosowana w celu określenia wyglądu światła emitowanego przez źródło. Dowolny element (lub źródło światła) nagrzane do określonej temperatury, emituje widoczne promieniowanie w kolorze właściwym dla temperatury tego ciała. Aby jednoznacznie zdefiniować taki promiennik, jako referencję, wprowadzono tzw. ciało doskonale czarne. Źródło światła emitujące promieniowanie, analogiczne do ciała doskonale czarnego w danej temperaturze, charakteryzowane jest poprzez

## Preferencje dotyczące temperatury barwowej

Wskaźnik CCT ma wpływ na to, jak sklep jest postrzegany przez klientów – może on pośrednio wpływać na czas, jaki klient spędza w sklepie oraz na jego zachowania zakupowe. Przeprowadzono badanie mające na celu analizę wpływu różnych parametrów oświetlenia, w tym wskaźnika CCT, w różnych przestrzeniach sprzedażowych – na przykład na stołach, wieszakach czy manekinach – na preferencje klientów. Ich wyniki wskazują, że w przypadku wieszaków i stołów wskaźnik CCT wynoszący 3000K był preferowany względem wskaźnika wynoszącego 4500K, natomiast nie miał on już takiego znaczenia w przypadku manekinów (Ko, Kim, Choi i Sung, 2016)<sup>11</sup>. Choć preferowane są wskaźniki CCT na poziomie 3000K lub 3500K, wizerunek marki, towary lub wystrój wnętrza może decydować o zastosowaniu wskaźnika wyższego. Na przykład wskaźnik wynoszący 4000K jest bardzo popularny w sklepach kosmetycznych.

(11) Ko, T.-K., Kim, I.-T., Choi, A.-S., Sung, M. (2016). Simulation and perceptual evaluation of fashion shop lighting design with application of exhibition lighting techniques. Building Simulation, 641-658.

jego wartość. Temperaturę tę nazywamy temperaturą barwową (wyrażaną w Kelwinach) – CCT [K] (Correlated Color Temperature)

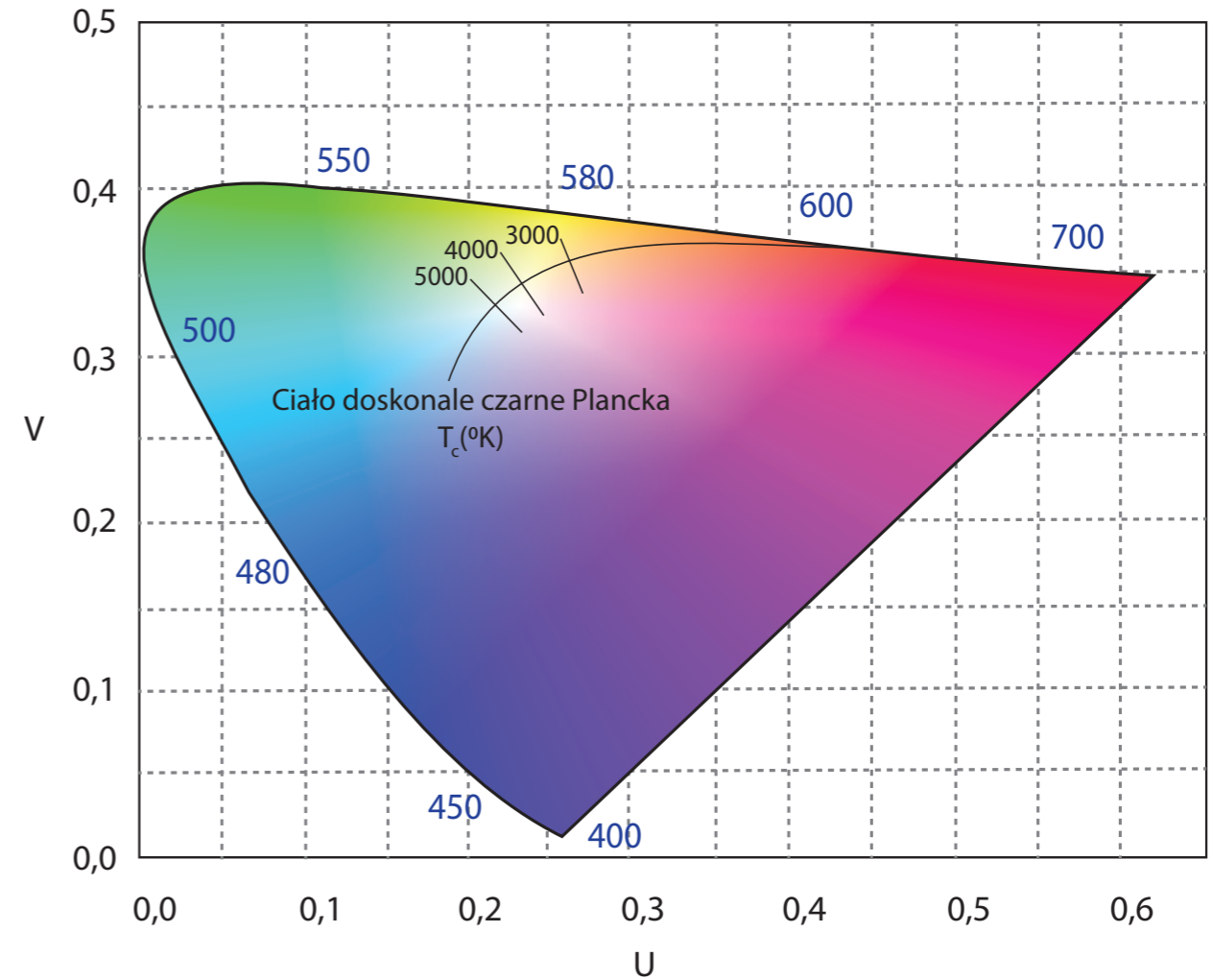
Aby dokładnie scharakteryzować barwę światła, Międzynarodowa Komisja ds. Oświetlenia (CIE – Commission Internationale De L'Éclairage) stworzyła tzw. wykres chromatyczności (rys. 4.2.1), zwany „trójkątem barw CIE”.

W wierzchołkach trójkąta znajdują się kolory podstawowe (czerwony, zielony i niebieski). Wnętrze wypełnione jest przez wszystkie kolory jakie możemy zaobserwować w rzeczywistości. Kolory o największym nasyceniu znajdują się na obwodzie trójkąta barw. Posuwając się w głąb trójkąta, kolory stają się coraz jaśniejsze, a jednocześnie coraz mniej nasyczone, natomiast w środku trójkąta widzimy biel. Czarna linia na wykresie chromatyczności zwana jest linią ciała doskonale czarnego Plancka. Reprezentuje ona kolor ciała doskonale czarnego w różnych temperaturach. Posuwając się w lewo po linii ciała doskonale czarnego, przechodzimy od promienników o niskiej temperaturze barwowej (światło ciepłe - czerwono-białe) do promienników o wysokiej temperaturze barwowej (światło zimne - niebiesko-białe). Dokładny punkt barwny można określić, posługując się współrzędnymi na wykresie.

## Kwestie dotyczące wnętrza

Na poniższych rysunkach (rys. 4.2.2 do 4.2.5) przedstawiono efekty zastosowania różnych temperatur barwowych w przestrzeni. Patrząc od lewej do prawej, materiały „cieplejsze” (np. drewno) są silnie podkreślone przy niskim wskaźniku CCT, natomiast materiały „zimniejsze” (np. beton, stal) prezentowane są lepiej przy wyższym wskaźniku CCT. Ogólnie mówiąc, światła o niższym wskaźniku CCT sprawiają wrażenie przytulności, a światła o wyższym wskaźniku CCT wydają się bardziej formalne, dlatego w celu uniknięcia zmęczenia należy zastosować wyższy poziom oświetlenia. Należy pamiętać, że istnieją różnice kulturowe w postrzeganiu poszczególnych wskaźników CCT.

(Rys. 4.2.1) Przestrzeń o jednolitej barwie CIE 1960



## Porównanie różnych wartości CCT

2700K



(Rys. 4.2.2)

3000K



(Rys. 4.2.3)

3500K



(Rys. 4.2.4)

4000K

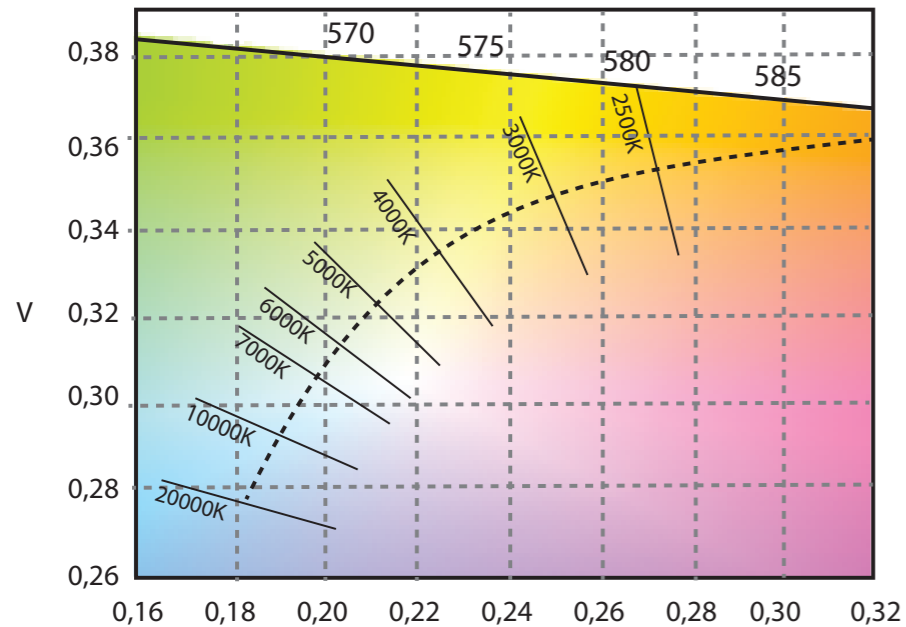


(Rys. 4.2.5)



# 4.3 Oddawanie barw

(Rys. 4.3.1) Linia ciała doskonale czarnego



## Barwy naturalne

Wskaźnik oddawania barw CRI (Color Rendering Index) jest wskaźnikiem wykorzystywanym do opisywania zdolności źródła światła do zapewnienia naturalnego wyglądu koloru oświetlanego obiektu. Dzięki niemu można opisać, jak bardzo realistycznie oddawane będą poszczególne kolory w określonych warunkach oświetlenia.

Gdy mówimy o oddawaniu barw, należy zdać sobie sprawę z tego, że „rzeczywiste barwy” nie istnieją. Ludzie zwykle oceniają kolory względem tego, co postrzegają jako naturalne (rzeczywiste) warunki oświetlenia, które zwykle utożsamiane są ze światłem dziennym. Jednak rozsył spektralny światła dziennego nie jest wartością stałą, a zmiany wraz z czasem i porą roku powodują, że kolory nie wyglądają zawsze tak samo w świetle dziennym.

Międzynarodowa Komisja ds. Oświetlenia (CIE – Commission Internationale De L’Eclairage) wprowadziła więc tzw. „ogólny wskaźnik oddawania barw” Ra (lub CRI). Wskaźnik ten opiera się na wyglądzie ośmiu kolorów testowych (R1 – R8) Munsella (rys. 4.3.5) oświetlonych danym źródłem światła w porównaniu do ich wyglądu przy zastosowaniu źródła wzorcowego. Maksymalna wartość wskaźnika wynosi 100 i występuje, gdy rozsył spektralne źródła próbnego i źródła odniesienia są identyczne. Powszechnie uważa się, że wskaźnik CRI poniżej 80 nie jest odpowiedni do zastosowania w sklepach. Jednak wysoki wskaźnik CRI niekoniecznie musi być rozwiązaniem najlepszym w środowisku sklepu.

## Ograniczenia

Należy wymienić dwa poważne ograniczenia systemu Ra. Po pierwsze należy pamiętać, że wskaźnik Ra danego źródła światła to średnia wartość oparta na analizie ośmiu pastelowych barw testowych.

Nie mówi on nam nic o barwach bardziej nasyconych, odcieniach ziemi, kolorach skóry ani o czerni i bieli. Dlatego barwy testowe od R9 do R15 są włączone do systemu, lecz nie są uwzględniane przy wyznaczaniu standardowej wartości wskaźnika CRI. Należy zdać sobie sprawę, że źródła światła mogą być pozbawione pewnych części widma, które nie są reprezentowane przez żadną z barw testowych.

Po drugie niski wskaźnik danej barwy może oznaczać, że barwa ta będzie oddawana zbyt słabo lub zbyt mocno, co czasem może nawet przynieść korzystne skutki. W określeniu, które barwy są oddawane zbyt słabo, a które zbyt mocno, może pomóc wykres zniekształceń (rys. 4.3.4) – nie oddaje tego żaden wzorzec. Umieszczając punkt barwy źródła światła nieznacznie nad lub pod linią ciała doskonale czarnego (rys. 4.3.1), możemy określić oddawanie danej barwy, aby poprawić wygląd produktów w sklepie. Należy pamiętać, że efekt zastosowania oświetlenia przedstawionego na rys. 4.3.2 (powyżej linii ciała doskonale czarnego) i 4.3.3 (poniżej linii ciała doskonale czarnego) nie jest dokładnie określony, lecz wyjaśnia, dlaczego źródła światła o tym samym wskaźniku CCT i CRI wyraźnie różnią się od siebie wyglądem barwy.

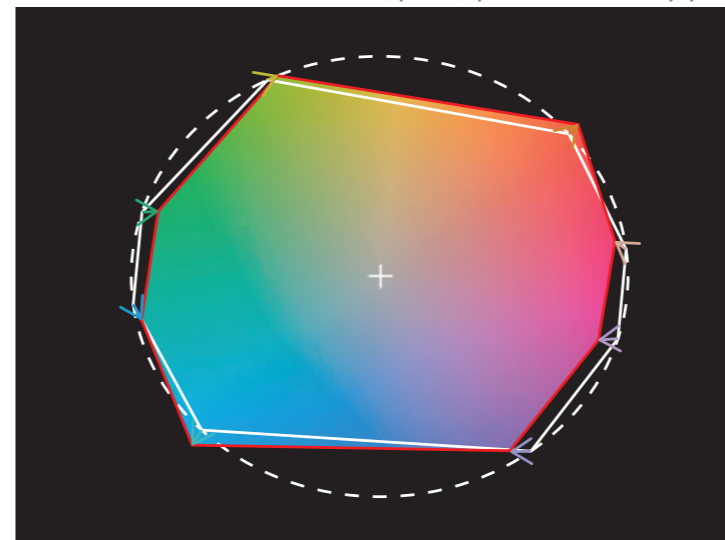
(Rys. 4.3.2) Punkt barwy powyżej linii ciała doskonale czarnego przechodzi w kolor zielonkawy



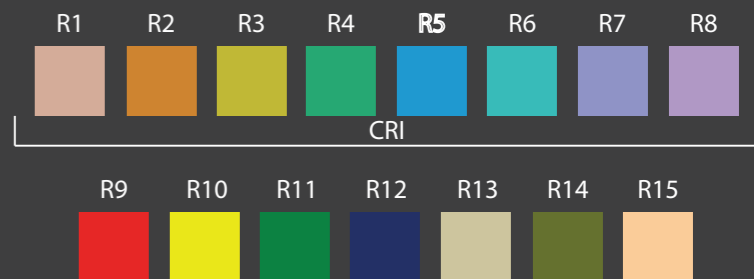
(Rys. 4.3.3) Punkt barwy poniżej linii ciała doskonale czarnego przechodzi w kolor czerwony



(Rys. 4.3.4) Wykres zniekształcenia kolorystycznego



(Rys. 4.3.5) Kolory zastosowanie w próbie CRI



## Barwy nasycone

Krajowy Instytut Norm i Technologii (National Institute of Standards and Technology – NIST), we współpracy z naukowcami z Korei Południowej, zbadał związek ludzkich preferencji z poziomami nasycenia poszczególnych barw. W badaniu wzięło udział dziewiętnaście osób. Uczestników poproszono, aby spojrzeli na misę z owocami, puszkę z napojem gazowanym i na własną twarz w lustrze w różnych warunkach oświetlenia. Oświetlenie zmieniało się pod względem nasycenia i wysycenia trzech barw: czerwonej, zielonej i żółtej. Wyniki wykazały, że ludzie wolą kolory bardziej nasycone, szczególnie jeśli chodzi o barwę czerwoną i zieloną (Lee, 2017)<sup>12</sup>.

W ramach innego badania przeanalizowano preferencje kolorystyczne za pomocą serii doświadczeń. Celem było znalezienie różnych istniejących mierników, które pozwoliłyby określić oddawanie barw oraz związane z nim preferencje, aby znaleźć lepsze spektrum wysokiej jakości oświetlenia LED do zastosowania w sklepach. W ramach jednego z doświadczeń, związanego z oświetleniem w branży odzieżowej, 32 osoby poproszono o ocenę pięciu różnych scenarii oświetleniowych pod względem ich preferencji i barwności scenarii, w której oświetlano odzież o 13 różnych kolorach.

Wyniki badania pokazały, że obserwatorzy woleli źródła światła tworzące żywsze, bardziej intensywne wrażenie (Szabo i wsp., 2016)<sup>13</sup>.

(12) Lee, J. L. (10 marca 2017 r.). A Standard for Lighting Color Preference? Źródło: Krajowy Instytut Norm i Technologii (NIST): <https://www.nist.gov/news-events/news/2017/03/standard-lighting-color-preference>  
 (13) Szabo, F., Keri, R., Schanda, J., Csuti, P., Wilm, A., Baur, E. (2016). A study of preferred colour rendering of light sources: Shop lighting. The Society of Light and Lighting, 286–306.

### Światło i kolory we wnętrzach

Aby uzyskać możliwie najlepsze efekty, materiały i kolory jakie będą zastosowane we wnętrzu należy dobierać w świetle takim samym lub bardzo podobnym do planowanego docelowo. Natomiast ostateczny wybór źródeł światła LED powinien uwzględniać również staranną analizę produktów jakie będą prezentowane w sklepie pod względem ich kolorów – dotyczy to choćby tkanin. Jak przedstawiono poniżej, kolory wyglądają inaczej, gdy są oświetlane przez różne źródła światła. Jak już wyjaśniono, wygląd nie jest determinowany wyłącznie wskaźnikami CCT lub CRI. Zaprezentowane poniżej przykłady cechują się wskaźnikiem CCT wynoszącym 3000K oraz wskaźnikiem CRI powyżej 90. Dlatego ocena i dobór źródła światła wymaga również informacji o punkcie barwy (czy znajduje się on powyżej, czy poniżej linii ciała doskonale czarnego)

albo lepiej – informacji na temat cech wybranego spektrum. Należy również pamiętać, że:

- kolorowe powierzchnie po oświetleniu działają jak dodatkowe, kolorowe źródło światła, wpływając na inne kolory;
- preferencje kolorystyczne są różne zależnie od klimatu, czasu, grupy etnicznej, mody, osobowości, płci i wieku;
- kolory „ciepłe” oświetlane światłem o cieplejszej barwie (tj. niskiej temperaturze barwnej) są oceniane jako przyjemniejsze dla oka, niż gdy oświetlane są światłem zimniejszym. Z kolei brak promieniowania z obszaru barw niebieskich w ciepłym świetle sprawia, że kolory „zimne” stają się nieciekawe (zob. rys. 4.2.2 do 4.2.5);
- fizycznie zimne lub ciepłe miejsca można „zneutralizować”, stosując odpowiednio ciepłe lub zimne światło.

Kolejnym aspektem kolorystycznym wpływającym na komfort wizualny i przyjemną atmosferę danego pomieszczenia jest dobór kolorów poszczególnych powierzchni. Mówiąc ogólnie, aby uzyskać wyższą wydajność oświetlenia, na głównych powierzchniach pomieszczenia należy stosować raczej jasne kolory.

### Odcienie LED

Oprawy marki Philips można wyposażyć w tzw. odcienie LED, tj. specjalne źródła światła, które odpowiednio oddają wygląd danego typu odzieży. Odcienie LED należy dobierać starannie ze względu na właściwości widma różnych źródeł światła, aby uwydatnić określone cechy produktów. Ma to wpływ nie tylko na wrażenia klienta w sklepie, lecz również na atrakcyjność oferowanych artykułów.

### Efekty kolorystyczne uzyskane przy oświetleniu źródłami LED firmy Philips o specjalnych odcieniach światła białego

Standard 930



Crisp White



Premium Color



Premium White



Denim



# 5 Dynamika

## Barwa, oświetlenie i typ wiązki światła



## 5.1 Barwa, oświetlenie i wiązka światła

### Trzy możliwości

Gdy wewnątrz sklepu projektuje doświadczony architekt, światło może spełniać w nim o wiele więcej funkcji niż tylko biernie oświetlać powierzchnie i przedmioty. Światło to wyjątkowo potężne narzędzie, szczególnie jeśli chodzi o przykuwanie uwagi przechodniów, wzbudzanie ich zainteresowania i zachęcanie do zakupu. Zwykle światło do zastosowań ogólnych nie oferuje niczego wyjątkowego. Niezbędne są akcenty. Każdy akcent tworzy odczucie kontrastu z otaczającą przestrzenią. Kontrast ten jest jeszcze wyraźniejszy w przypadku zastosowania oświetlenia dynamicznego. Na efekt końcowy wpływają trzy czynniki: różnorodność barw, różnice w poziomie natężenia oświetlenia i typ wiązki światła.

Ludzkie oko jest wyjątkowo wrażliwe na ruch. Według niektórych badaczy to nasze korzenie biologiczne są prawdopodobną przyczyną faktu, że jesteśmy tak wrażliwi na zmiany i dynamikę. Gdy tylko wykrywamy ruch, uruchamia się nasz instynkt przetrwania. Jedną ze strategii przeżycia jest to, aby w sytuacji zagrożenia zastygnąć w bezruchu i uważnie obserwować wykryty ruch. Taka zwiększona zdolność zatrzymywania ludzi jest skutecznym narzędziem stosowanym na wystawach sklepowych, aby przyciągać uwagę większej liczby konsumentów.

### Dynamika w kontraście jasności

Wykorzystując jasne i ciemne kolory lub miejscowo zwiększając bądź zmniejszając poziomy natężenia oświetlenia, można uzyskać zróżnicowany rozkład jasności w sklepie – kontrast kojarzący się z działaniem i szybkością. Młodzi ludzie są na ten efekt bardziej podatni niż osoby starsze. Cienie ożywiają wystawy sklepowe. Im wyraźniejsze cienie, tym efekt jest bardziej dramatyczny i agresywny. Cienie wywoływane są przez właściwie dobrane i nacelowane wiązki światła. Podkreślają one również naturalną połyskliwość i powodują, że produkty zdają się lśnić w witrynie.

Choć dynamikę można stosować w dowolnym miejscu sklepu, należy to robić ostrożnie, szczególnie w ogólnej strefie sprzedaży.

Jak wspomniano, człowiek jest bardzo wrażliwy na zmiany, a dynamika przyciąga jego uwagę. W strefie sprzedaży ogólnej często nie jest to pożądany efekt, ponieważ odciąga on klienta od artykułów oraz wpływa na jego zainteresowanie. W tworzeniu przyjemnej atmosfery w sklepie skuteczniejsza jest dynamika bardziej powolna.

Na przykład w ciągu dnia przy wejściach do sklepu można zastosować wyższe poziomy światła, aby umożliwić płynne przejście ze światła dziennego do stosunkowo ciemniejszego wnętrza sklepu. Z kolei w nocy należy zastosować rozwiązanie odwrotne. Dzięki temu nasz wzrok może się przystosować, a my unikniemy zbyt szybkiej i nieprzyjemnej zmiany jasności oświetlenia, która wpłynie na naszą zdolność widzenia oraz nastrój.



(Rys. 5.1.1) Witryna sklepu Eral 55 z dynamicznym oświetleniem, Mediolan, Włochy

### Witryna sklepowa

Jak już wspomniano, witryna sklepowa jest idealnym miejscem do wykorzystania oświetlenia dynamicznego. Jest ona pierwszym punktem kontaktu klienta z produktami oraz doskonałym miejscem, by wyrazić tożsamość marki. Dzięki dynamicznemu oświetleniu sprzedawca może wyróżnić się na ruchliwej ulicy handlowej, wzbudzając zainteresowanie klientów i zachęcając ich do odwiedzenia sklepu. Jeśli chodzi o dynamiczne oświetlenie witryn sklepowych, przy projektowaniu idealnej witryny należy uwzględnić następujące strategie:

(Rys. 5.1.1) Witryna sklepu Eral 55 z dynamicznym oświetleniem, Mediolan, Włochy

- Pomyśl o koncepcji – pomoże Ci ona później ustalić dynamikę oświetlenia. Dynamiczne oświetlenie ma opowiadać pewną historię!
- Niech drzwi sklepu będą zawsze otwarte! Nie wyłączaj jednocześnie zbyt wielu światel – Twój sklep może wydawać się zamknięty.
- Zastosuj różne warstwy światła – użyj na przykład szerokich wiązek do oświetlenia tła oraz bardzo wąskich wiązek do oświetlenia akcentującego
- Stwórz grupy światel i zmieniaj je – włączenie lub wyłączenie tylko jednej lampy punktowej może sprawić wrażenie, że oświetlenie się zepsuło

- Mniej znaczy więcej – stosuj proste rozwiązania! Projektując zaledwie kilka scenarii, możesz już stworzyć pewną dynamikę i atrakcyjność wnętrza.
- Stosuj odpowiednie tempo – zbyt „szybka” dynamika będzie irytująca, lecz z drugiej strony według badań na przyciągnięcie uwagi klienta masz maksymalnie 7 sekund.
- Nie zapomnij o odpowiednim nakierowaniu światel punktowych – kontrast wzbudza zainteresowanie!

### Eral 55

Ekskluzywny mediolański salon mody męskiej, Eral 55 (rys. 5.1.1) przez 5 tygodni eksperymentował z wykorzystaniem dynamicznego oświetlenia w swojej witrynie sklepowej. Stosowano w równym stopniu oświetlenie statyczne i dynamiczne, mierząc jednocześnie istotne wskaźniki zachowań zakupowych, takie jak liczba osób zatrzymujących się przy witrynie, liczba osób wchodzących do sklepu i poziom ruchu na ulicy. Przeprowadzono również wywiady z klientami i zebrano ich opinie, aby uzyskać szczegółowe dane na temat postrzegania efektów stworzonych przez różne scenarie oświetlenia witryny.

W dniach roboczych dynamiczne oświetlenie przyniosło 11-procentowy wzrost liczby osób zatrzymujących się przy witrynach w porównaniu do oświetlenia statycznego – wskazuje to, że oświetlenie dynamiczne jest w stanie wyróżnić sklep i przyciągnąć do niego więcej klientów. Ponadto stwierdzono znacznie większą liczbę osób wchodzących do sklepu. Szczególnie w dniach roboczych po południu, czyli w czasie małego ruchu ulicznego – wówczas zastosowanie dynamicznych scenarii oświetleniowych przyniosło 19-procentowy wzrost liczby osób odwiedzających sklep w porównaniu do zastosowania oświetlenia statycznego (rys. 5.1.4)<sup>14</sup>.

(14) Philips Lighting Holding B.V. (marzec 2016). Eral 55 – Philips Lighting. [http://images.philips.com/is/content/PhilipsConsumer/PDFDownloads/Global/ODLI20160304\\_001-UP0-en\\_AA-Casestudy-Eral55.pdf](http://images.philips.com/is/content/PhilipsConsumer/PDFDownloads/Global/ODLI20160304_001-UP0-en_AA-Casestudy-Eral55.pdf)

(Rys. 5.1.4)



11-procentowy wzrost liczby osób zatrzymujących się przy witrynach sklepu



19-procentowy wzrost liczby osób wchodzących do sklepu po południu

Współpraca:



### Odpowiedni wygląd i wrażenie

wykorzystując światło pośrednie kolorowe lub o regulowanej temperaturze barwowej. Kolejnym sposobem jest podział sklepu na strefy. Dzieląc powierzchnię sklepu na kilka stref lub obszarów, można zastosować różne odcienie LED (zob. rozdział 4.3) w poszczególnych strefach, łącząc je z odpowiednim wystrojem wnętrza lub wystawianymi artykułami. Można również wykorzystać treści multimedialne prezentowane na panelach świetlnych (Luminous Textiles), aby poprawić wrażenia klientów.

### Indywidualna regulacja oświetlenia

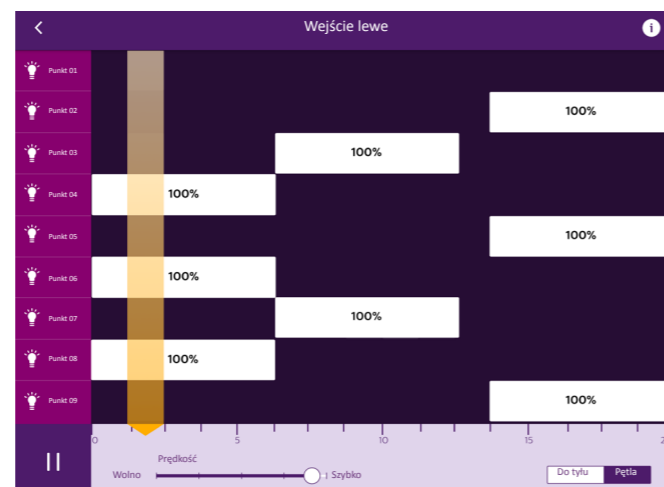
Zapewniając klientom kontrolę nad oświetleniem, spowodujemy wzrost ich zainteresowania produktami. Oczywiście jest, że klientom można zaoferować możliwość indywidualnego sterowania światłem w sklepie tylko w takich strefach, w których nie będzie to sprzeczne z potrzebami innych klientów lub z polityką danej marki. Takim miejscem jest choćby przymierzalnia – przestrzeń oddzielona od innych miejsc w sklepie, gdzie indywidualna regulacja oświetlenia nie spowoduje żadnych kolizji. Badania pokazują, że 60% decyzji o zakupie podejmowanych jest właśnie w przymierzalni. Dając klientowi możliwość wyregulowania oświetlenia poprzez zmianę jego ustawień na interaktywnym panelu sterowania (zob. ilustracje poniżej), pozwalamy mu wyobrazić sobie, jak dane ubranie będzie wyglądało w świetle dziennym lub na wieczornym przyjęciu. Dzięki możliwości samodzielnej regulacji światła klient może być bardziej zainteresowany zakupem, co zwiększy sprzedaż sklepu.



(Rys. 5.1.2) Centrum Zastosowań Oświetlenia w holenderskim Eindhoven: możliwość sprawdzenia różnych efektów świetlnych

## Produkty i systemy przedstawione w rozdziale 5

### Dynamiczna witryna i aplikacja do programowania scen świetlnych



### Przymierzalnia



# 5.2 Wytyczne

# Typowe zastosowania

System v

< Produkt

Wysoki kontrast  
Optyka typu „fashion proof”

Optymalizacja barw  
Odcienie LED

Dynamiczna witryna  
TrueFashion EasyAim

Strefa sprzedaży

Przymierzalnia



Optyka typu „fashion proof”



Standard 930

Crisp White

Premium Color

Premium White

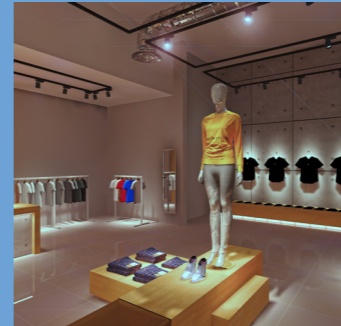
Denim



Witryna sklepowa  
Dynamiczne oświetlenie



Strefa sprzedażowa  
Oświetlenie ogólne



Punkty sprzedaży  
Oświetlenie akcentujące



Wnęki i półki  
Oświetlenie architektoniczne



Przymierzalnia  
Oświetlenie interaktywne

Reflektor akcentujący GreenSpace		✓	✓	✓		●	●		
Reflektor akcentujący GreenSpace Mini		✓	✓	✓	✓	✓	●	●	
iColor Flex / iColor cove								●	
InteGrade		✓			✓			●	
OneSpace						●			
Przymierzalnia PerfectScene									●
LuxSpace		✓	✓		✓		●		●
Oświetlenie akcentujące LuxSpace		✓	✓		✓			●	
TrueFashion EasyAim	✓				✓	●	●		
TrueFashion Compact	✓	✓		✓	✓	✓	●	●	
TrueFashion HighLight	✓				✓	●	●		
TrueFashion Mini		✓		✓	✓	✓	●	●	

# Piśmiennictwo

- (1) Ranko Skansi, The ergonomics of light, Professional Lighting Design, nr 102 sierpień/wrzesień 2016, s. 40
- (2) Mark Stanley Rea, IESNA Lighting handbook, lipiec 2000, s. 662
- (3) Sonia Soares, Pieter Seuntjens, Judith Wolting, Ronald de Gier, Reinier den Boer, Peter Kort. Perception and preference of beam shapes defined by different optical solutions, Signify, maj 2018
- (4) Onder Barli, Mehmet Aktan, Bilsen Bilgili, Senol dane, Lighting, Indoor Color, Buying Behavior and Time Spent in a Store, Color research and application, tom 37, nr 6, grudzień 2012
- (5) Custers, P. J. M., Kort, de, Y. A. W., IJsselsteijn, W. A., Kruiff, de, M. The effects of retail lighting on atmosphere perception, 2009
- (6) Dr Karolina M. Zielińska-Dąbkowska, Veronika Labancova, dr Amardeep M. Dugar, Can we standardise the human eye? Professional Lighting Design, nr 105, marzec/kwiecień 2017, s. 62
- (7) Hyunjoo Oh, How does lighting of stores interact with global versus local processing modes of shoppers in retail environment? ProQuest, 2016
- (8) Peter Kort i Luc van der Poel, Luminous, International Lighting Magazine, 2009/3, lipiec, 39-40
- (9) Reisinger, M., Vogels, I., Heynderickx, I. (2012). Cnspicuity of chromatic light from LED spotlights. Dziennik Międzynarodowego Stowarzyszenia ds. Kolorów, 64-72.
- (10) Bellizzi, J., Hite, R. (1992). Environmental color, consumer feelings, and purchase likelihood. Psychol Market, 347-363.
- (11) Ko, T.-K., Kim, I.-T., Choi, A.-S., Sung, M. (2016). Simulation and perceptual evaluation of fashion shop lighting design with application of exhibition lighting techniques. Building Simulation, 641-658.
- (12) Lee, J. L. (10 marca 2017 r.). A Standard for Lighting Color Preference? Źródło: Krajowy Instytut Norm i Technologii (NIST): <https://www.nist.gov/news-events/news/2017/03/standard-lighting-color-preference>
- (13) Szabo, F., Keri, R., Schanda, J., Csuti, P., Wilm, A., Baur, E. (2016). A study of preferred colour rendering of light sources: Shop lighting. The Society of Light and Lighting, 286–306.
- (14) Philips Lighting Holding B.V. (marzec 2016). Era1 55 – Philips Lighting. [http://images.philips.com/is/content/PhilipsConsumer/PDFDownloads/Global/ODLI20160304\\_001-UP0-en\\_AA-Casestudy-Era155.pdf](http://images.philips.com/is/content/PhilipsConsumer/PDFDownloads/Global/ODLI20160304_001-UP0-en_AA-Casestudy-Era155.pdf)

## Źródła ogólne:

Lighting manual, piąte wydanie, Podręcznik projektowania instalacji oświetlenia opracowany przez pracowników Philips Lighting, LiDAC, 1993

Basics of light and lighting, Royal Philips N.V., 2014

# Podziękowania

## Współautor:

### **Sonia Soares**

Specjalista ds. oświetlenia  
Uniwersytet Technologiczny w Eindhoven

## Autor:

### **Peter Kort, Arch**

Specjalista ds. zastosowań oświetlenia  
Signify

## Fotografie produktów i zastosowań:

Signify

## Przedstawienia i symulacje:

Peter Kort

## Recenzenci:

Dorien Treep  
Mathew Cobham  
Mark Lambooj  
Pieter Seuntings  
Reinier den Boer  
Robert Boogaard  
Ronald Gelten  
Judith Wolting  
Justyna van de Wall

## Wersja:

26.06.2018  
30.07.2018



