

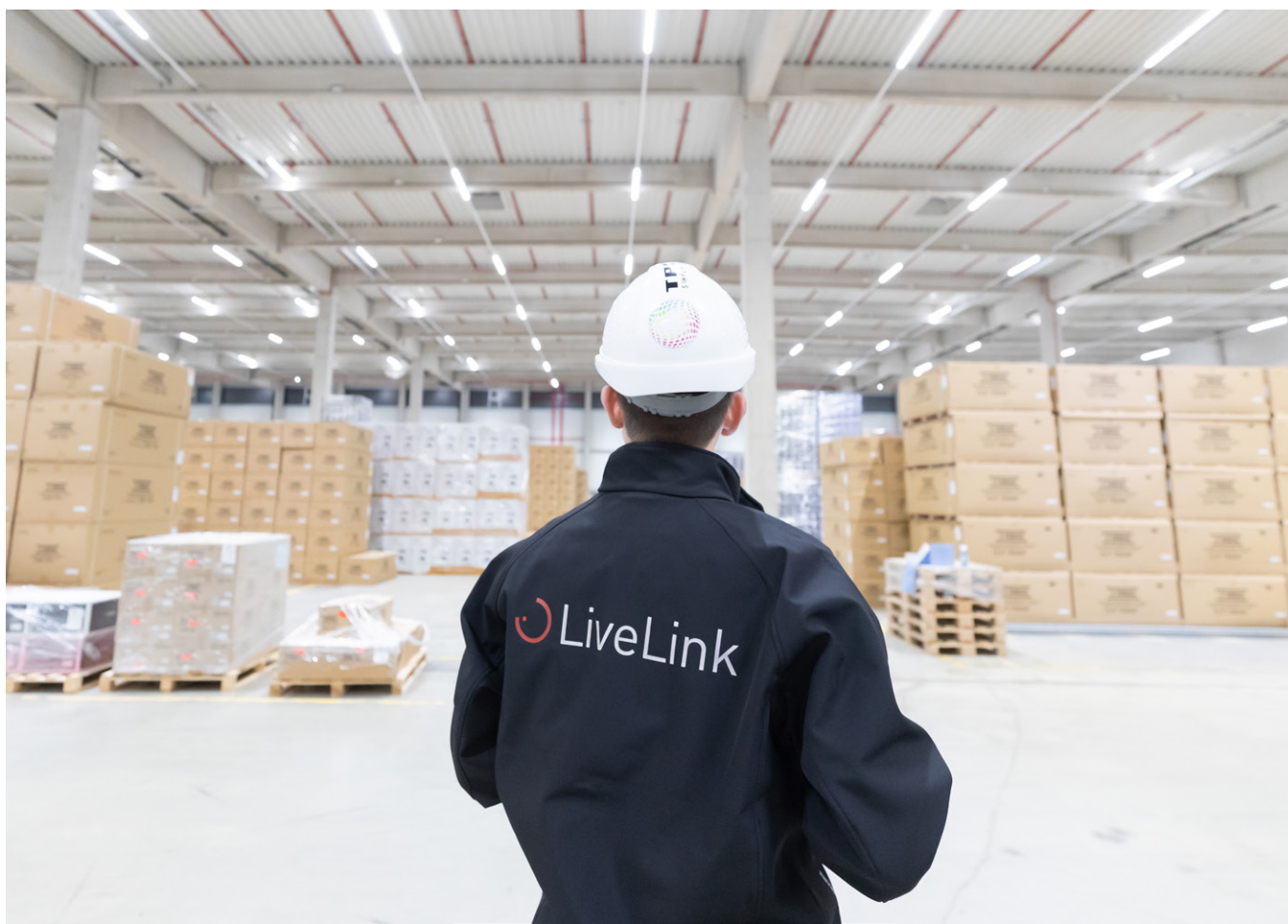
**TRILUX**  
SIMPLIFY YOUR LIGHT.

## DOPOSAŻENIE

BIAŁA KSIĘGA







W ubiegłej dekadzie oprawy oświetleniowe LED stawały się coraz bardziej popularne na rynku. Technologia LED, początkowo bardzo dynamiczna, obecnie zbliża się do poziomu docelowego dzięki swojemu stopniowemu rozwojowi. Dotyczy to również zamienników lamp LED, które są oferowane do wymiany lamp i eksploatacji w istniejących oprawach oświetleniowych. Są one dostępne w szczególności jako zamiennik dla świetlówek, które na podstawie dyrektyw uzupełniających do europejskiej dyrektywy RoHS od marca 2023 roku stopniowo będą wycofywane z rynku. Na tym tle zostanie przeprowadzona bieżąca analiza możliwości zastąpienia dotychczasowych źródeł światła.

Poprawa właściwości produktów stała się możliwa w przypadku zamienników lamp LED, podobnie jak w przypadku opraw oświetleniowych LED. Jednak wymagania oświetleniowe zgodne z aktualnym stanem techniki (patrz niżej) oraz ogólnie zadowalająca jakość światła nie mogą być osiągnięte poprzez przejście na zamienniki lamp LED, nawet jeśli w porównaniu z poprzednią pracą ze świetłówkami utrzymanie natężenia oświetlenia jest w niektórych przypadkach prawie możliwe.

Innym aspektem jest to, że zamienniki lampy LED są dostępne w bardzo dużej ilości i mają bardzo różną jakość (patrz tabela 1), a każda z nich nadaje się do zastosowania w różnych warunkach technicznych (np. w trybie HF, patrz poniżej). Dotyczy to również asortymentu uznanych producentów lamp i sprawia, że odpowiedni dobór jest dość trudny i mylący.

Przy podejmowaniu decyzji o tym, czy wymienić lampy na zamienniki lamp LED, czy też lepiej wymienić oprawy na nowe oprawy LED, należy wziąć pod uwagę następujące kwestie.

- Przy modernizacji istniejących opraw oświetleniowych z lamp świetłówkowych na lampy LED należy dokonać zasadniczego rozróżnienia między lampami zamiennymi a lampami modyfikacyjnymi.
  - Jeżeli do działania lampy konieczna jest ingerencja w układ elektryczny oprawy (np. wyłączenie statecznika), to jest to lampa modyfikacyjna.
  - Jeżeli konieczna jest tylko wymiana lampy na lampę LED i startera na urządzenie zastępcze należące do lampy, jest to lampa zamienna.
- Poprzez modernizację oprawy oświetleniowej na potrzeby działania lampy modyfikacyjnej wygasa gwarancja i odpowiedzialność producenta oprawy oświetleniowej, która przechodzi na osobę modernizującą oprawę.
- W przypadku zastosowania zamienników lamp LED w oprawach oświetleniowych dla świetlówek wygasa gwarancja i odpowiedzialność producenta opraw. Ma to zastosowanie również, gdy montowany zamiennik lampy LED posiada oznakowanie VDE.
- W takim przypadku odpowiedzialność za produkt zostaje przeniesiona na producenta lampy zamiennej.
- Symbol VDE na lampie zamiennej oznacza, że lampa zamienna została przetestowana przez VDE zgodnie z europejską normą DIN EN 62776:2015-12 (VDE 0715-16:2015-12) i że nie stanowi ona bezpośredniego zagrożenia<sup>1</sup>.
- Przy eksploatacji lamp zamiennych LED na stateczniki elektroniczne dla świetlówek (eksploatacja HF) należy pamiętać, że zalecenie dotyczące ich eksploatacji jest wydawane tylko dla typów stateczników elektronicznych wymienionych na liście kompatybilności producenta lampy – z zastrzeżeniem. Należy co najmniej upewnić się, że w oprawach instalacji oświetleniowej zamontowane są wymienione na liście stateczniki elektroniczne<sup>2</sup> (patrz ilustracja 1).
- W przypadku opraw ściemnianych zamiana na zamienne lampy LED jest możliwa tylko w szczególnych przypadkach i zgodnie z ograniczeniami wymienionymi na liście kompatybilności stateczników elektronicznych.
- Podczas eksploatacji lamp LED w oprawach z kompensacją równoległą może wystąpić bardzo mały współczynnik mocy  $\lambda$  przetwarzania i spowodować wysoki prąd bierny w instalacji elektrycznej (patrz również rysunek 2 oraz <https://www.trilux.com/de/beleuchtungspraxis/leuchten/betrieb-von-leuchten-fuer-entladungslampen/blindleistungskompensation/>).
- W przypadku obwodów tandemowych (dwie świetłówki połączone szeregowo z jednym statecznikiem), co jest powszechne w istniejących oprawach wielolampowych z lampami T8 o mocy 18 W, należy osobno sprawdzić możliwość działania zamiennych lamp LED. Może być konieczna modyfikacja oprawy (patrz wyżej).
- W przypadku zastosowania w środowisku zanieczyszczonym chemicznie określone niekompatybilności mogą prowadzić do uszkodzenia i awarii zastępczej lampy LED. Interakcje z komponentami oprawy mogą również doprowadzić do jej uszkodzenia.
- W zastosowaniach specjalnych (wysokie temperatury, naprężenia mechaniczne spowodowane wibracjami i inne) możliwe są duże odchylenia od normalnego działania zamienników lamp LED, a także w porównaniu z działaniem świetlówek.

<sup>1</sup> Niniejsza norma odnosi się wyłącznie do zamienników lamp do wymiany bezpośredniej, a nie do lamp modyfikacyjnych, których eksploatacja wymaga ingerencji w układ elektryczny oprawy. Do lamp modyfikacyjnych nie stosuje się znaku CE.

<sup>2</sup> Wskazówka z listy kompatybilności statecznika elektronicznego OSRAM: „ŚWIETŁÓWKI OSRAM SUBSTITUBE® LED

Ważna wskazówka: Ten dokument ma charakter informacyjny i należy go traktować jako rekomendację. Lista kompatybilności jest oparta na testach przeprowadzonych przez firmę LEDVANCE w warunkach symulowanych w laboratorium. W niektórych zastosowaniach terenowych wyniki mogą różnić się ze względu na różne czynniki. LEDVANCE nie ponosi żadnej odpowiedzialności, nie gwarantuje, że te wyniki mogą być osiągnięte przy użyciu urządzeń w innych warunkach lub przy użyciu następujących modeli testowanych urządzeń lub różnych modeli tego samego producenta. Nieprzestrzeganie wskazówek może spowodować zagrożenia dla bezpieczeństwa lampy LED SubstiTUBE® lub statecznika HF (statecznik elektroniczny), np. migotanie, brak światła, przegrzanie, przedwczesne starzenie się, awaria sprzętu itp. Strumień świetlny może zmieniać się w zależności od zastosowanego statecznika. ...”

- Lampy LED mają zazwyczaj małą jednolitość barwy. Zazwyczaj renomowani producenci podają wartość tolerancji koloru (początkowy MacAdam)  $\leq 6$  SDCM. W niektórych przypadkach mocniejszych produktów podawana jest wartość  $\leq 5$  SDCM. Nawet przy SDCM 5 różnice barwy są wyraźnie widoczne.
- W przypadku zamienników lamp LED zazwyczaj nie podaje się żadnych informacji na temat awaryjności lub podaje się je w bardzo minimalny sposób (np. maks. 10% awarii w ciągu 6000 godzin).
- Zamienniki lamp LED mają często mniejszy strumień świetlny niż świetlówki T8 o tej samej długości. Bezpośrednia wymiana prowadzi do znacznego zmniejszenia natężenia oświetlenia w pomieszczeniu. Oświetlenie nie spełnia już norm i nie są przestrzegane przepisy bezpieczeństwa pracy, chyba że zamiennik lampy zostanie wybrany z wielką starannością.
- Również maksymalny strumień świetlny dostępnych na rynku zamienników lamp LED jest z reguły niski (np. 3700 lm w miejsce 5000 lm w przypadku lampy T8-58W, patrz tabela 1).
- Charakterystyka rozsyłu światła zamiennika lampy LED, która różni się od charakterystyki świetlówki T8, może prowadzić do zmniejszenia natężenia oświetlenia w pomieszczeniu. W tym zakresie należy również sprawdzić zgodność z przepisami bezpieczeństwa pracy.
- Rozsył światła zamiennika lampy LED różni się od świetlówki T8 i prowadzi do znacznych odchyśleń w rozsyśle światła w powieszonych oprawach z udziałem światła pośredniego.
- Oczekiwana jakość światła może w najlepszym wypadku być przybliżona osiąganą wcześniej. Wymagania zgodne z aktualnym stanem techniki, opisane w normie DIN EN 12464-1 w aktualnej wersji 2021, nie są spełnione. W szczególności zaleca się:
  - dostępność, w razie potrzeby, jednego lub dwóch zwiększonych natężeń oświetlenia, które powinny być regulowane przez ściemniane oprawy i odpowiednie sterowanie oświetleniem, a także
  - odpowiedni rozsył światła z minimalnym natężeniem oświetlenia na ścianach i sufitach, co często nie jest osiąganą w istniejących budynkach (np. za pomocą opraw rastrowych o skupionym rozsyśle światła, opraw do ciemnego oświetlenia, patrz przykład „Oświetlenie biurowe”).
- Dane dotyczące wydajności świetlnej lamp LED podano dla ich pracy w trybie swobodnym, bez uwzględnienia strat wynikających z pracy w oprawie. Są one często zrelatywizowane, gdy pracują w oprawach świetlówek (przykłady 1 i 3). Również okres eksploatacji może znacznie skrócić się przez nagrzewanie się oprawy wewnątrz (przykład 1).
- Okres eksploatacji zamienników lamp LED jest podawany dla degradacji  $L_{70}$  (spadek strumienia świetlnego o 30% do resztkowego strumienia świetlnego 70% na końcu okresu eksploatacji). Z punktu widzenia bezpieczeństwa pracy należy więc wziąć pod uwagę, że pod koniec okresu eksploatacji pozostaje do dyspozycji tylko 70% początkowego strumienia świetlnego. W przypadku opraw LED (opraw ze zintegrowanymi na stałe diodami LED) – w przypadku opraw wysokiej jakości – okresy eksploatacji są określone dla szczytowego strumienia świetlnego wynoszącego co najmniej 80% ( $L_{\geq 80}$ ).
- Zmiana właściwości techniki świetlnej oprawy oświetleniowej przez zastosowanie zamiennego źródła światła lamp LED może być oszacowana tylko w przybliżeniu. Nie jest znany ani dostępny strumień świetlny, ani późniejszy rozsył światła. Określenie sytuacji oświetleniowej w pomieszczeniu po wymianie lamp jest z tego powodu bardzo ograniczone.
- Zamienniki lamp LED mogą wykazywać znaczne migotanie, które będzie znacznie większe w porównaniu ze świetlówką pracującą ze statecznikiem magnetycznym (patrz ilustracja 3.191 b) pod adresem <https://www.trilux.com/de/beleuchtungspraxis/leuchten/betrieb-von-leuchten-fuer-entladungslampen/vorschaltgeraete/induktive-vorschaltgeraete/>).



Poniższe przykłady pokazują, jakie korzyści mogą wynikać z wymiany oprawy w porównaniu z wymianą oprawy z zamiennikami lamp. Ważne zalety wymiany oprawy są następujące:

- nowoczesne oprawy LED ze zoptymalizowaną techniką świetlną mogą rozprowadzać światło w konkretnym zastosowaniu w sposób znacznie bardziej ukierunkowany, niż było to możliwe w przypadku opraw świetłkowych,
- większa wydajność energetyczna,
- wysoka spójność kolorów (tolerancja koloru  $\leq 3$  SDCM) dzięki wysokiej jakości kategoryzacji,
- brak usterek nowoczesnych opraw LED przez cały okres eksploatacji (wskaźnik awaryjności bliski zeru),
- spełnienie współczesnych wymagań dotyczących jakości oświetlenia,
- dostępne zestawy danych techniki świetlnej do kontroli uzyskanego oświetlenia,
- wyznaczenie niskich współczynników migotania niweluje zaburzenie komfortu widzenia przez migotanie o częstotliwości 100 Hz,
- szczegółowo znane elektrotechniczne dane eksploatacyjne oraz gwarantowane przez producenta oprawy, włącznie z odpowiedzialnością za produkt,
- w przypadku wymiany lampy z zamiennikiem LED może nie być możliwości wymiany uszkodzonych gniazd oprawy podstawowej, a także
- w ten sposób uzyskuje się lepszą efektywność ekonomiczną opraw LED w porównaniu z wymianą zamiennika lamp LED (przykłady 1, 2 i 3).

W szczególności zwiększony dostępny poziom oświetlenia z jednoczesną możliwością ściemniania, jak opisano w aktualnej normie EN 12464-1, można osiągnąć poprzez zastosowanie opraw LED w połączeniu z odpowiednim sterowaniem oświetleniem. To stwarza dodatkowy potencjał oszczędności energii przy zwiększonej jakości oświetlenia.

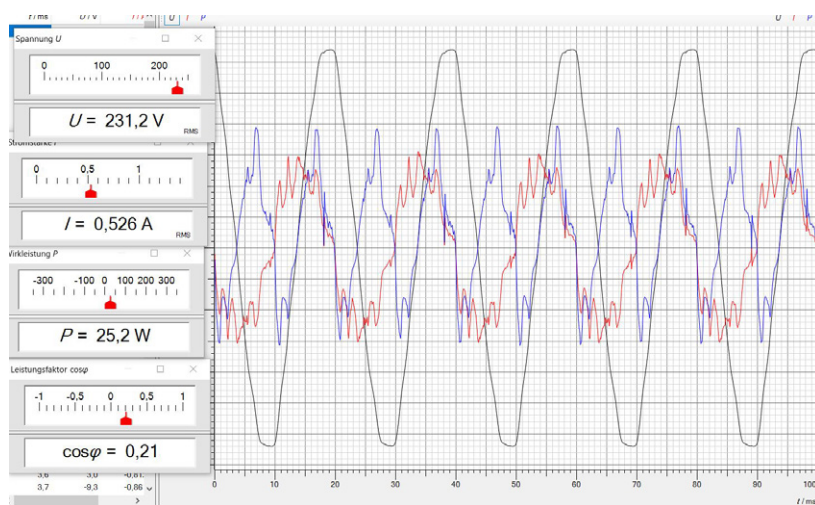


# ZAMIENNIK LAMPY LED T8 KONTRA OPRAWA LED

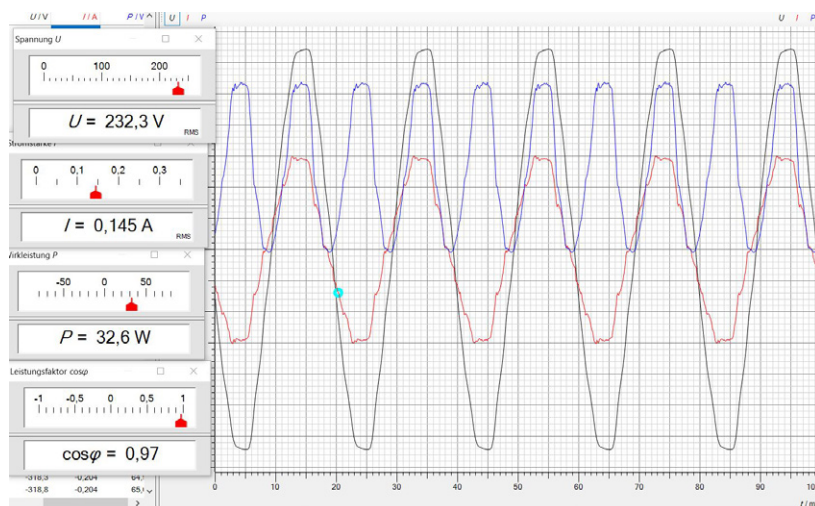
| T8              | OSRAM SubstiTUBE PRO UO UN | SubstiTUBE Value         | Philips Master           | CorePro                |
|-----------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| 18 W<br>1300 lm | 6,7 W<br>1100 lm (-15%)    | 7,3 W<br>800 lm (-38%)   | 8 W<br>1050 lm (-19%)    | 8 W<br>800 lm (-38%)   |
| 36 W<br>3200 lm | 14,3 W<br>2500 lm (-22%)   | 16,4 W<br>1800 lm (-44%) | 15,5 W<br>2500 lm (-22%) | 18 W<br>2000 lm (-38%) |
| 58 W<br>5000 lm | 23 W<br>3700 lm (-26%)     | 20 W<br>2200 lm (-56%)   | 23 W<br>3700 lm (-26%)   | 23 W<br>2700 lm (-46%) |

**Tabela 1:** Przykłady zamienników lamp LED T8: pobór mocy i strumień świetlny

<https://www.ledvance.com/professional/products/lamps/led-tubes-c7009> <https://www.lighting.philips.de/produkte/master-ledtubes>



**Ilustracja 1:** Pomiar z zamiennikiem lampy LED 23 W/4000 K 1500 mm w oprawie TRILUX z niedopuszczonym statecznikiem elektronicznym. Lampa pracuje z podwyższoną mocą (32,6 W zamiast 23 W).



**Ilustracja 2:** Pomiar za pomocą SubstiTUBE T8 UN Pro Ultra Output 23 W/4000 K 1500 mm w oprawie do pomieszczeń wilgotnych TRILUX (argon 158K, data produkcji ok. 2010) z indukcyjnym VG i kompensacją równoległą mocy biernej. Współczynnik mocy  $\lambda = 0,21$  powoduje wysoki prąd bierny, a w przypadku instalacji oświetleniowej z wieloma oprawami może doprowadzić do nadmiernego obciążenia i wyzwolenia wyłącznika automatycznego. Certyfikat VDE dla zamienników lamp LED nie uwzględnia takich praktycznych usterek, a jedynie ocenia możliwość wystąpienia zagrożenia bezpieczeństwa, którego można uniknąć przy prawidłowej instalacji wyłącznika automatycznego.



- **1.1 Oświetlenie hali wysyłek**

- Bezpośrednia wymiana lampy T8 na zamiennik lampy LED w oprawie jednolampowej do pomieszczeń wilgotnych.
- wymiana 1 do 1 opraw TRILUX Aragon Fit

- **1.2 Oświetlenie czystego obszaru produkcyjnego**

- Bezpośrednia wymiana lamp t8 w postaci projektorów odkrytych na zamienniki lamp LED
- Wymiana modułu podstawowego E-Line z lampami T8 na nowy moduł podstawowy LED

- **1.3 Oświetlenie biura** – Bezpośrednia wymiana lamp T8 w postaci opraw rastrowych na zamienniki lamp LED

- wymiana opraw 1 do 1 na oprawy TRILUX LED Arimo Fit
- Nowa instalacja/koncepcja z oprawami TRILUX LED.

Stan: 84 oprawy do pomieszczeń wilgotnych, T8 – 58 W, jednolampowe

Powierzchnia: 600 m<sup>2</sup>

Wymagania: oznakowanie D (obszary zagrożone pożarem), IP ≥ 50, Ra ≥ 65

#### W porównaniu:

1. Dotychczasowa eksploatacja lamp T8 w jednolampowych oprawach o wyższym stopniu ochrony (patrz plan).
2. Wymiana na zamienniki lamp LED<sup>3</sup>, przykładowo od firm OSRAM i Philips:
  - OSRAM ... SubstiTUBE PRO U0 UN
  - Philips ... MASTER LEDtube VLE 1500 mm U0 24 W 840 T8
3. Bezpośrednia wymiana na oprawy TRILUX Aragon Fit

#### ad. 1: dotychczasowa eksploatacja świetlówek T8

Wymagane natężenie oświetlenia było ledwo osiągalne.

#### ad. 2: wymiana na zamienniki lamp LED

Porównanie dostępnego strumienia świetlnego każdej oprawy wskazuje, że na koniec okresu eksploatacji (czas konserwacji) wymagane natężenie oświetlenia w przedstawionej hali nie zostanie osiągnięte za pomocą zamienników lamp LED.

|                                                        | Świetlówka              | Zamiennik lampy         |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Strumień świetlny lampy (nowej)                        | 5200 lm                 | 3700 lm                 |
| Sprawność eksploatacyjna oprawy                        | 0,8                     | < 0,95 <sup>2</sup>     |
| Strumień świetlny opraw (nowych)                       | 4160 lm                 | 3515 lm                 |
| LLMF                                                   | 0,8                     | 0,7                     |
| Dostępny strumień świetlny oprawy w czasie konserwacji | 4160 lm · 0,8 = 3328 lm | 3515 lm · 0,7 = 2461 lm |

Przy praktycznie podobnym rozsyłe światła zamiennik lampy wytwarza natężenie oświetlenia na poziomie

$$\bar{E}_m \leq 309 \text{ lx} \cdot \frac{2461 \text{ lm}}{3328 \text{ lm}} = 229 \text{ lx}$$

#### ad. 3: bezpośrednia wymiana na oprawy TRILUX Aragon Fit

Aby zapewnić optymalne oświetlenie, dostępne są oprawy o odpowiednich poziomach strumienia świetlnego i rozsyłe światła, np. 4400 lm z szerokim rozsyłem. Oprawy dostępne są w wersji ściemnianej (DALI) do eksploatacji z systemem sterowania oświetleniem.

<sup>3</sup>Typowo 5% strat optycznych przy oprawach do pomieszczeń wilgotnych.




**TRILUX**  
SIMPLIFY YOUR LIGHT.

## Planowanie oświetlenia pomieszczeń wewnętrznych DIN EN 12464-1

 TRILUX-LENZE GmbH + Co. KG  
Heidestraße · D-59759 Arnsberg  
D-59759 Arnsberg  
Postfach 1960  
D-59753 Arnsberg

### Opis projektu

#### Hala wysyłek

Hala wysyłek z oprawami FR 1 x 58 W, KVG

### Data/Opracował

19.01.2012 / Ev

### Projekt

Hala wysyłek

### Obliczenia

Stan\_argonu

### Wymiary pomieszczenia

|                        |         |
|------------------------|---------|
| Długość                | 30,00 m |
| Szerokość              | 20,00 m |
| Wysokość               | 7,00 m  |
| Wysokość poziomu opraw | 5,95 m  |

### Dane projektowe

|                                             |            |
|---------------------------------------------|------------|
| Współczynnik utrzymania                     | 0,80       |
| Wartość konserwacyjna natężenia oświetlenia | 300 lx     |
| Liczba punktów obliczeniowych (x/y/z)       | 14 / 9 / 9 |

### Wyniki obliczeń

#### Średnie współczynniki odbicia światła

|          |      |
|----------|------|
| Sufit    | 0,60 |
| Ściana 1 | 0,50 |
| Ściana 2 | 0,50 |
| Ściana 3 | 0,50 |
| Ściana 4 | 0,50 |
| Podstawa | 0,20 |

#### Wartość UGR

| Kierunek od ściany | 1    | 2    | 3    | 4    |
|--------------------|------|------|------|------|
|                    | 24,6 | 18,9 | 24,6 | 18,9 |

#### Moc przyłączeniowa

5,71 KW

#### Specyficzny pobór mocy

(Elektryczna ocena mocy zgodna z DIN V 18599-4)

9,5 W/m² (') 9,5 W/m² (")

#### Zapotrzebowanie na energię użyteczną

1084 kWh/a (') 1075 kWh/a (")

(') wartość faktyczna (") w odniesieniu do wartości konserwacyjnej natężenia oświetlenia (300 lx)

Profil eksploatacji zgodnie z DIN V 18599-10 (zmiana Em):

Magazyn (technika, archiwa)

Wartości referencyjne EnEV 2009: 1239 kWh/a

### Wybrane oprawy

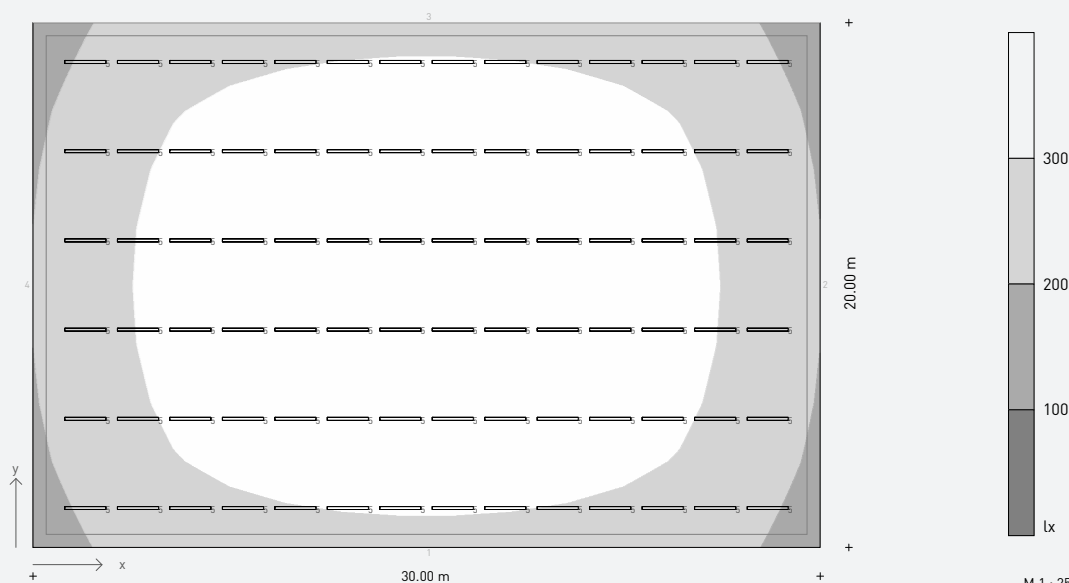
| Typ | Liczba | Oznaczenie opraw | z*     | Wyposażenie                    | nazwa pliku |
|-----|--------|------------------|--------|--------------------------------|-------------|
| 5   | 84     | Aragon 158       | 5,95 m | 1 x 58 W IND G13 (Ø) – 5200 lm | TX3725.ELX  |

\*z: Wysokość zawieszenia opraw na podłogę (środkowy punkt oprawy)

### Wyniki obliczeń dla obszarów zadań wzrokowych

|                                     | Obszar zadania wzrokowego | Em/lx | Emin/Em | bezpośrednie otoczenia | Em/lx | Emin/Em |
|-------------------------------------|---------------------------|-------|---------|------------------------|-------|---------|
| 1: Obszar zadania wzrokowego 1 (Eh) |                           | 309   | 0,65    |                        | 223   | 0,67    |

### Wykres poziomów szarości – całe pomieszczenie (h = 0,80 m)



Podane dane instalacji stanowią podstawę przeprowadzonych kalkulacji techniki świetlnej. W wyniku odchyleń związanych z procesem mogą pojawić się różnice między wynikami planowania i wykonania zgodnie z zaleceniami krajowymi i międzynarodowymi.

TX-WIN LIGHTING DESIGN SOFTWARE Version 2.8, COPYRIGHT 2000-2012 © TRILUX GmbH &amp; Co. KG

Zainstalowana instalacja oświetleniowa z 2-lampowymi modułami podstawowymi E-Line z białym odbłyśnikiem (patrz plan)

Wymagania: 300 lx, IP20, Ra >80

#### W porównaniu:

1. Wymiana lamp T8
2. Wymiana na zamienniki lamp LED<sup>4</sup>, przykładowo od firm OSRAM i Philips:
  - OSRAM ... SubstiTUBE PRO UO UN
  - Philips ... MASTER LEDtube VLE 1500 mm UO 24 W 840 T8
3. Bezpośrednia wymiana starych modułów podstawowych na moduły podstawowe TRILUX E-Line LED

#### ad 1: bezpośrednia wymiana starych modułów podstawowych na moduły podstawowe TRILUX E-Line LED

Wymagane natężenie oświetlenia było ledwo osiągalne.

#### ad. 2: wymiana na zamienniki lamp LED

Porównanie dostępnego strumienia świetlnego każdej oprawy wskazuje, że na koniec okresu eksploatacji (czas konserwacji) wymagane natężenie oświetlenia w przedstawionej hali produkcyjnej nie zostanie osiągnięte za pomocą zamienników lamp LED.

|                                                        | Świetlówka              | Zamiennik lampy         |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Strumień świetlny lampy (nowej)                        | 2 · 5000 lm             | 2 · 3700 lm             |
| Sprawność eksploatacyjna oprawy                        | 0,72                    | < 0,90 <sup>2</sup>     |
| Strumień świetlny opraw (nowych)                       | 7200 lm                 | ≤ 6660 lm               |
| LLMF                                                   | 0,8                     | 0,7                     |
| Dostępny strumień świetlny oprawy w czasie konserwacji | 7200 lm · 0,8 = 5760 lm | 6600 lm · 0,7 = 4662 lm |

Przy praktycznie podobnym rozsyle światła zamiennik lampy wytwarza natężenie oświetlenia na poziomie

$$\bar{E}_m \leq 340 \text{ lx} \cdot \frac{4662 \text{ lm}}{5760 \text{ lm}} = 275 \text{ lx}$$

Normatywne wymagania techniki świetlnej, które obowiązywały w momencie montażu instalacji oświetleniowej, mogą więc nie być już spełnione.

#### ad. 3: bezpośrednia wymiana na moduły podstawowe TRILUX E-Line

Aby zapewnić oświetlenie zgodne z normą, dostępne są moduły podstawowe o odpowiednich poziomach strumienia świetlnego i rozsyle światła, np. 8000 lm z szerokim rozsylem.

Ponadto moduły podstawowe dostępne są w wersji ściemnianej (DALI) i aktywnej (DALI DT8 ze zmienną temperaturę barwową) w celu umożliwienia energooszczędnej pracy z systemem sterowania oświetleniem. Można więc dodatkowo uwzględnić zalecenia aktualnych norm i przepisów, takich jak europejska norma oświetleniowa DIN EN 12464-1 z 2021 roku.

#### Oszczędność

W rozpatrywanym tu przykładzie nie można dokonać porównania efektywności ekonomicznej, ponieważ zastosowanie zamienników lamp nie prowadzi do dopuszczalnego rozwiązania zadania oświetleniowego. Aby jednak dokonać hipotetycznego porównania, można założyć sytuację, w której dostępny strumień świetlny zamienników lamp powinien być wystarczający. W takim przypadku moduły podstawowe E-Line o strumieniu świetlnym netto na poziomie 6500 lm mogą zostać uznane za co najmniej równoważne. Poniższe obliczenia porównawcze pokazują, że zastosowanie nowych modułów podstawowych, oprócz wszystkich wymienionych powyżej zalet technicznych, daje również możliwość uzyskania potencjalnych oszczędności co najmniej takich samych jak w przypadku zamienników lamp.

<sup>4</sup> Typowo 10% strat optycznych przy oprawach do pomieszczeń wilgotnych.


**TRILUX**  
SIMPLIFY YOUR LIGHT.

## Planowanie oświetlenia pomieszczeń wewnętrznych DIN EN 12464-1

 TRILUX-LENZE GmbH + Co. KG  
Heidestraße · D-59759 Arnsberg  
D-59759 Arnsberg  
Postfach 1960  
D-59753 Arnsberg

### Opis projektu

 Zamiennik w pomieszczeniu przemysłowym  
stan, E-Line, T8

### Data/Opracował

19.01.2012 / Ev

### Projekt

Zamiennik w pomieszczeniu przemysłowym

### Obliczenia

E\_Line\_Bestand\_IP20

### Wymiary pomieszczenia

|                        |         |
|------------------------|---------|
| Długość                | 30,00 m |
| Szerokość              | 20,00 m |
| Wysokość               | 7,00 m  |
| Wysokość poziomu opraw | 6,94 m  |

### Dane projektowe

|                                             |            |
|---------------------------------------------|------------|
| Współczynnik utrzymania                     | 0,80       |
| Wartość konserwacyjna natężenia oświetlenia | 300 lx     |
| Liczba punktów obliczeniowych (x/y/z)       | 14 / 9 / 9 |

### Wyniki obliczeń

| Kierunek od ściany | 1    | 2    | 3    | 4    |
|--------------------|------|------|------|------|
| Wartość UGR        | 23,2 | 23,9 | 23,2 | 23,9 |

### Średnie współczynniki odbicia światła

|          |      |
|----------|------|
| Sufit    | 0,60 |
| Ściana 1 | 0,50 |
| Ściana 2 | 0,50 |
| Ściana 3 | 0,50 |
| Ściana 4 | 0,50 |
| Podstawa | 0,20 |

|                                                                                                                                           |                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Moc przyłączeniowa                                                                                                                        | 3,96 KW                                           |
| Specyficzny pobór mocy<br>(Elektryczna ocena mocy zgodna z DIN V 18599-4)                                                                 | 6,6 W/m <sup>2</sup> (') 6,0 W/m <sup>2</sup> (") |
| Zapotrzebowanie na energię użyteczną<br>(') wartość faktyczna (") w odniesieniu do wartości konserwacyjnej natężenia oświetlenia (300 lx) | 8910 kWh/a (') 8063 kWh/a (")                     |
| Profil eksploatacji zgodnie z DIN V 18599-10 (zmiana Em):<br>Magazyn (technika, archiwa)                                                  |                                                   |
| Wartości referencyjne EnEV 2009: 15328 kWh/a                                                                                              |                                                   |

### Wybrane oprawy

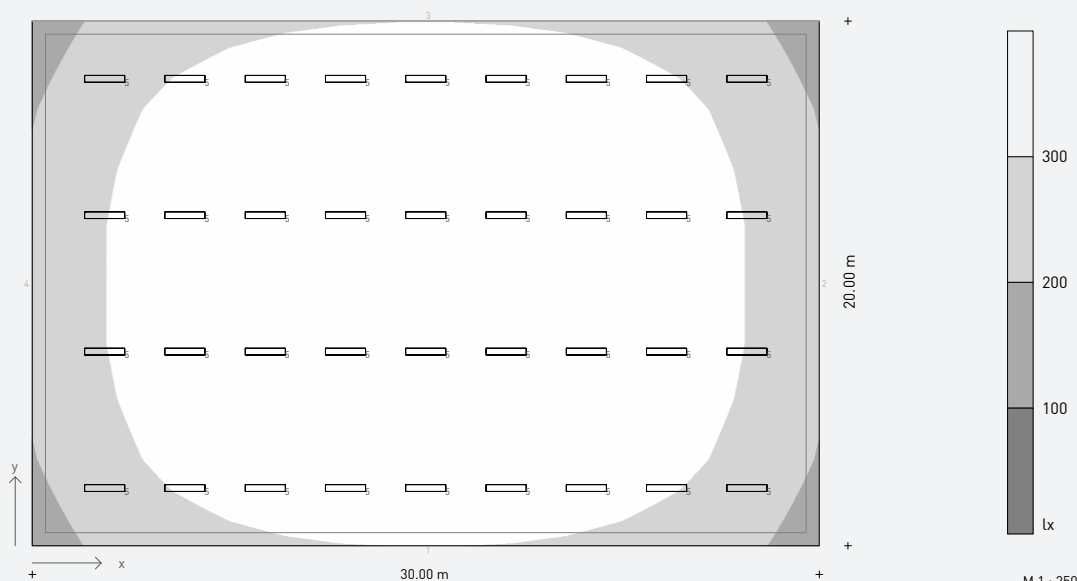
| Typ | Liczba | Oznaczenie opraw     | z*     | Wyposażenie                | nazwa pliku  |
|-----|--------|----------------------|--------|----------------------------|--------------|
| 5   | 36     | E-Line T8 R 2 x 58 W | 6,94 m | 2 x 58 W ED G13 – 10000 lm | TX007761.ELX |

\*z: Wysokość zawieszenia opraw na podłogę (środkowy punkt oprawy)

### Wyniki obliczeń dla obszarów zadań wzrokowych

|                                     | Obszar zadania wzrokowego | Em/lx | Emin/Em | bezpośrednie otoczenia | Em/lx | Emin/Em |
|-------------------------------------|---------------------------|-------|---------|------------------------|-------|---------|
| 1: Obszar zadania wzrokowego 1 (Eh) |                           | 340   | 0,63    |                        | 238   | 0,65    |

### Wykres poziomów szarości – całe pomieszczenie (h = 0,80 m)



Podane dane instalacji stanowią podstawę przeprowadzonych kalkulacji techniki świetlnej. W wyniku odchyleń związanych z procesem mogą pojawić się różnice między wynikami planowania i wykonania zgodnie z zaleceniami krajowymi i międzynarodowymi.

TX-WIN LIGHTING DESIGN SOFTWARE Version 2.8, COPYRIGHT 2000-2012 © TRILUX GmbH &amp; Co. KG



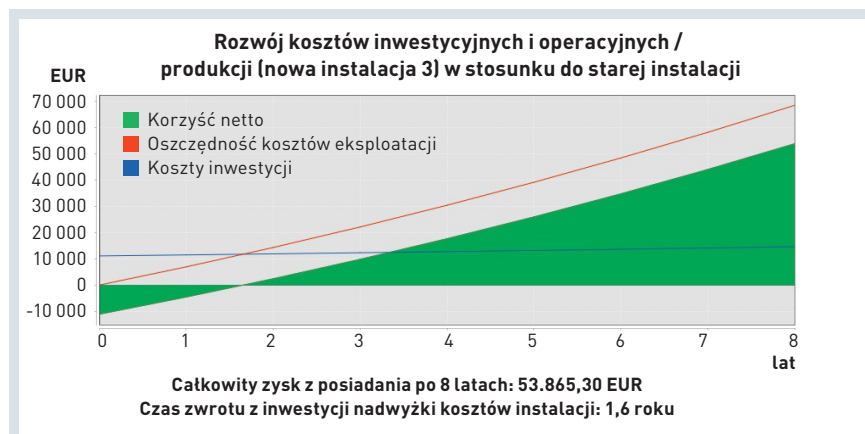
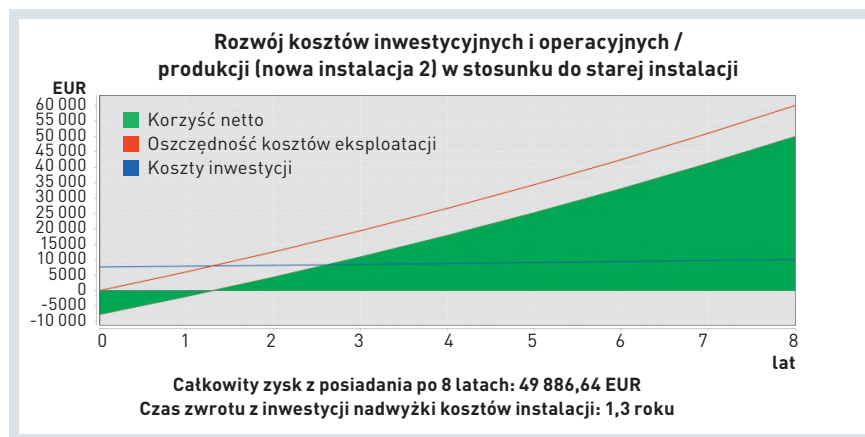
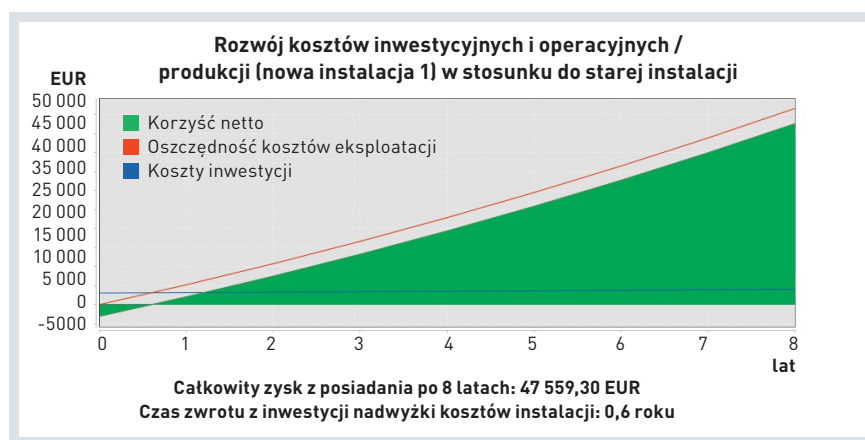
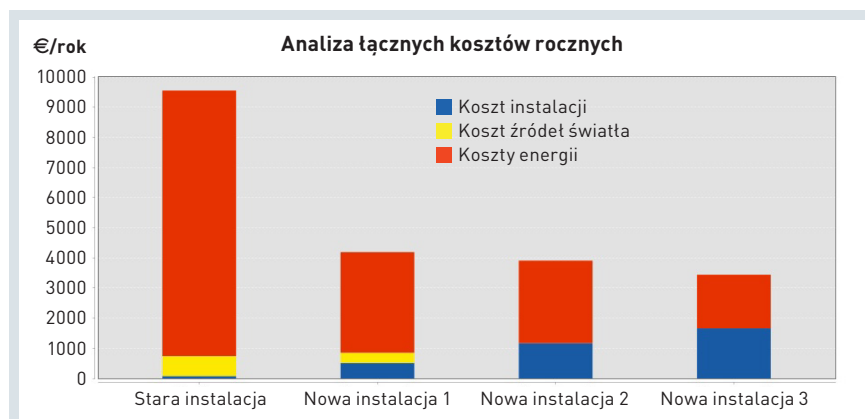
## Produkcja

## Kalkulacja

| Wybór opraw                                                                                                                     |           |                          |                   |                                                                                     |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Załącznik                                                                                                                       |           | Stara instalacja         | Nowa instalacja 1 | Nowa instalacja 2                                                                   | Nowa instalacja 3                                                                   |
| Ilustracja                                                                                                                      |           |                          |                   |  |  |
| Nazwa oprawy                                                                                                                    |           | E-Line T8 RW<br>2 x 58 W | Retrofit Pro      | 7650B LED6500-840 ET                                                                | 7650B LED6500-840 ETDD                                                              |
| Dane instalacji i eksploatacji                                                                                                  |           |                          |                   |                                                                                     |                                                                                     |
| Liczba opraw zgodnie z obliczeniami techniki świetlnej                                                                          | Szt.      | 36                       | 72                | 36                                                                                  | 36                                                                                  |
| Typ lampy                                                                                                                       |           | T8                       | Diody LED         | Diody LED                                                                           | Diody LED                                                                           |
| Moc znamionowa lamp                                                                                                             | W         | 58                       | 0                 |                                                                                     |                                                                                     |
| Liczba źródeł światła na oprawę                                                                                                 | Szt.      | 2                        | 1                 | 1                                                                                   | 1                                                                                   |
| rodzaj statecznika                                                                                                              |           | Statecznik magnetyczny   | transformator     | transformator                                                                       | ETDD                                                                                |
| Liczba godzin pracy (dziennie)                                                                                                  | godz.     | 24,00                    | 24,00             | 24,00                                                                               | 24,00                                                                               |
| Liczba dni pracy (w roku)                                                                                                       | Dni       | 345                      | 345               | 345                                                                                 | 345                                                                                 |
| Liczba godzin pracy (w roku)                                                                                                    | Godz./rok | 8280                     | 8280              | 8280                                                                                | 8280                                                                                |
| Przewidywany czas eksploatacji instalacji                                                                                       | lat       | 8                        | 8                 | 8                                                                                   | 8                                                                                   |
| Koszt instalacji                                                                                                                |           |                          |                   |                                                                                     |                                                                                     |
| Cena jednej oprawy                                                                                                              | EUR       | 0,00                     | 25,00             | 203,00                                                                              | 247,30                                                                              |
| Cena sterowania oświetleniem                                                                                                    | EUR       | 0,00                     | 0,00              | 0,00                                                                                | 1600,00                                                                             |
| Koszt montażu i podłączenia jednej oprawy                                                                                       | EUR       | 0,00                     | 25,00             | 25,00                                                                               | 25,00                                                                               |
| Koszty instalacji systemu sterowania oświetleniem                                                                               | EUR       | 0,00                     | 0,00              | 0,00                                                                                | 250,00                                                                              |
| Koszty naprawy istniejącej oprawy                                                                                               | EUR       | 15,00                    | 0,00              | 0,00                                                                                | 0,00                                                                                |
| Suma inwestycji                                                                                                                 | EUR       | 540,00                   | 3600,00           | 8208,00                                                                             | 11652,80                                                                            |
| Koszty opraw + koszty sterowania oświetleniem                                                                                   |           |                          |                   |                                                                                     |                                                                                     |
| Procent rocznej amortyzacji liniowej                                                                                            | %/a       | 12,50                    | 12,50             | 12,50                                                                               | 12,50                                                                               |
| Stopa procentowa od zainwestowanego kapitału (obsługa zadłużenia)                                                               | %/a       | 3,5                      | 3,5               | 3,5                                                                                 | 3,5                                                                                 |
| Σ Roczne koszty instalacji (okres użytkowania)                                                                                  | €/rok     | 76,95                    | 513,00            | 1169,64                                                                             | 1660,52                                                                             |
|                                                                                                                                 | %         | 100%                     | 667%              | 1520%                                                                               | 2158%                                                                               |
| Koszty opraw i konserwacji                                                                                                      |           |                          |                   |                                                                                     |                                                                                     |
| Łączna liczba lamp                                                                                                              | Szt.      | 72                       | 72                | 36                                                                                  | 36                                                                                  |
| Cena jednej lampy                                                                                                               | EUR       | 3,00                     | 12,50             | 0,00                                                                                | 0,00                                                                                |
| Koszt wymiany oprawy                                                                                                            | EUR       | 15,00                    | 25,00             | 8,00                                                                                | 0,00                                                                                |
| Cena jednego startera                                                                                                           | EUR       | 0,00                     | 0,00              | 0,00                                                                                | 0,00                                                                                |
| Okres eksploatacji lamp                                                                                                         | godz.:    | 11000                    | 50000             | 70000                                                                               | 70000                                                                               |
| Okres eksploatacji 12B10 (12-godzinny rytm włączania / 10% awarii), po którym należy dokonać całkowitej wymiany wszystkich lamp |           |                          |                   |                                                                                     |                                                                                     |
| Lampa w zakresie dostawy                                                                                                        |           | nie                      | tak               | tak                                                                                 | tak                                                                                 |
| Liczba wymian w trakcie okresu użytkowania                                                                                      |           | 7                        | 1                 | 0                                                                                   | 0                                                                                   |
| Suma średnich kosztów lamp/konserwacji rocznie                                                                                  | €/rok     | 661,50                   | 337,50            | 0,00                                                                                | 0,00                                                                                |
|                                                                                                                                 | %         | 100%                     | 51%               | 0%                                                                                  | 0%                                                                                  |
| Koszty energii                                                                                                                  |           |                          |                   |                                                                                     |                                                                                     |
| Moc systemu jednej lampy                                                                                                        | W         | 66,0                     | 25,0              | 41,0                                                                                | 41,0                                                                                |
| Moc systemu jednej oprawy                                                                                                       | W         | 132,0                    | 25,0              | 41,0                                                                                | 41,0                                                                                |
| Łączna moc przyłączeniowa instalacji oświetleniowej                                                                             | W         | 4752                     | 1800              | 1476                                                                                | 1476                                                                                |
| Oczekiwana oszczędność energii przez sterowanie oświetleniem                                                                    | %         | 0,00                     | 0,00              | 0,00                                                                                | 35,00                                                                               |
| Roczne zużycie energii, łączne                                                                                                  | kWh/a     | 39347                    | 14904             | 12222                                                                               | 7944                                                                                |
| Stawka robocza na kWh                                                                                                           | EUR       | 0,20                     | 0,20              | 0,20                                                                                | 0,20                                                                                |
| Roczna stopa wzrostu kosztów energii elektrycznej                                                                               | %/a       | 3,0                      | 3,0               | 3,0                                                                                 | 3,0                                                                                 |
| Σ Średnie roczne koszty energii                                                                                                 | €/rok     | 8813,63                  | 3338,50           | 2737,57                                                                             | 1779,42                                                                             |
|                                                                                                                                 | %         | 100%                     | 38%               | 31%                                                                                 | 20%                                                                                 |
| Roczne koszty całkowite                                                                                                         |           |                          |                   |                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                                                                 | €/rok     | 9552,08                  | 4189,00           | 3907,21                                                                             | 3439,94                                                                             |
|                                                                                                                                 | %         | 100%                     | 44%               | 41%                                                                                 | 36%                                                                                 |

## Produkcja

## Ilustracje

**Wskazówki prawne:**

Treść i obliczenia zawarte w tej prezentacji mają charakter informacyjny i nie są prawnie wiążące. Wyniki pochodzą z obliczeń matematycznych opartych na specyfikacji i założeniach normy DIN V 18599, DIN EN 12464 itd. Nie przeprowadzono pomiarów. Na przykład specyficzne zachowanie użytkowników instalacji oświetleniowej może prowadzić do rozbieżnych wyników, podobnie jak obecność innych odbiorców energii elektrycznej w tym samym obwodzie elektrycznym. TRILUX nie ponosi żadnej odpowiedzialności ani nie udziela gwarancji za poprawność założeń i obliczeń wydajności. Formuły obliczeniowe, parametry produktów i informacje dotyczące zarówno nowej instalacji oświetleniowej, jak i istniejącej instalacji oświetleniowej, która ma zostać wymieniona, odpowiadają wiedzy dostępnej w momencie wprowadzania danych. Dane te nie mają jednak charakteru kompletnego i poprawnego. Zmiany i pomyłki zastrzeżone. Należy pamiętać, że nie można zawrzeć umowy kupna, o dzieło lub o świadczenie usług z TRILUX za pośrednictwem Internetu. Oferty cenowe nie są wiążące.

Oświetlenie awaryjne/bezpieczeństwa nie zostało zainstalowane i musi być dostarczone przez klienta, jeśli jest to wymagane.

Istniejąca instalacja oświetleniowa z 4-lampowymi oprawami rastrowymi z rastrem światła ciemnego.  
Wymagania 500 lx, IP20, Ra >80,  $R_{UGL} \geq 19$

W niektórych przypadkach po wymianie zamienników lamp LED można osiągnąć kryteria oświetleniowe wymagane w momencie instalacji systemu oświetleniowego zgodnie z wersją normy DIN EN 12464-1 obowiązującą w tym czasie. W rezultacie pozostają one w najlepszym wypadku na poprzednim poziomie, który jest ustalony na okres działania zamienników lamp.



a) Od wczesnego poranka i od późnego popołudnia



b) W dzień w przerwie obiadowej

**Ilustracja 1:** Przebieg temperatury barwowej sztucznego oświetlenia w otwartym biurze dostosowanym do światła dziennego

Po wymianie opraw uzyskuje się nowoczesną jakość oświetlenia, która uwzględnia aktualny stan wiedzy. Spełnione są również wymagania dotyczące kryteriów oświetleniowych zgodnie z nową normą oświetleniową DIN EN 12464-1; 2021-11. Ponadto możliwe jest zainstalowanie kontrolowanego oświetlenia, które może mieć skuteczność melanoplastyczną, aby wspierać rytm okołodobowy.

Jeśli **wymiana oprawy jest problematyczna ze względów konstrukcyjnych**, TRILUX oferuje na zapytanie **bezzramkowe wkłady oświetleniowe** oparte na modułach LED. W poszczególnych przypadkach można sprawdzić, czy system optyczny można zastąpić nowoczesną techniką świetlną i czy możliwe jest sterowanie oświetleniem.