

# INNOWACJE W ODZIEŻY OSTRZEGAWCZEJ DLA ZWIĘKSZENIA WIDZIALNOŚCI PRACOWNIKÓW

*MGR INŻ. AGNIESZKA GRESZTA  
CENTRALNY INSTYTUT OCHRONY PRACY –  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY*

## ŚOI sygnalizujące wizualnie obecność użytkownika

„ŚOI przeznaczone do przewidywalnych warunków użytkowania, w których obecność użytkownika musi być sygnalizowana w sposób widoczny i indywidualnie, muszą posiadać właściwie umieszczony element lub urządzenie, bądź ich większą liczbę, emitujące bezpośrednie lub odbite promieniowanie widzialne o odpowiednim natężeniu światła i odpowiednich właściwościach fotometrycznych i kolorymetrycznych”



<https://www.kris-wroclaw.pl/odziez-odblaskowa.html>

## ODZIEŻ O INTENSYWNEJ WIDZIALNOŚCI PN-EN ISO 20471



klasa 1

klasa 2

klasa 3

## ODZIEŻ O ZWIĘKSZONEJ WIDZIALNOŚCI PN-EN 17353



typ A

typ B

typ AB

<https://blog.horus.net.pl/blog/751-nowa-norma-17353-czego-dotyczy-co-oznacza>

II kategoria ŚOI  
wymagany certyfikat badania typu UE

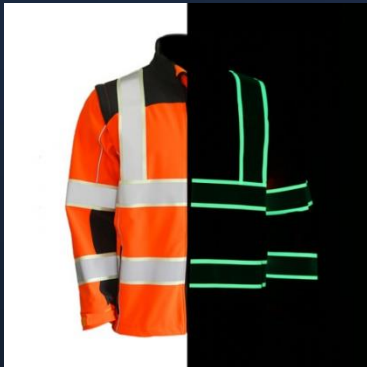


## ODZIEŻ OSTRZEGAWCZA ZE ZINTEGROWANYM OŚWIETLENIEM

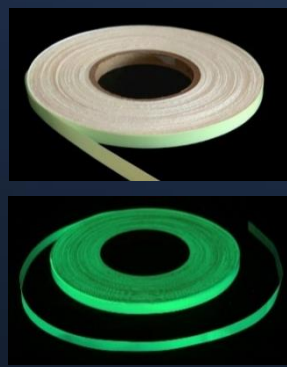


oświetlenie pasywne  
(taśmy fosforescencyjne)

oświetlenie aktywne  
(np. diody LED)



<https://benetex.pl/tasmy-fosforescencyjne-vizlite-dt.html>



<https://benetex.pl/tasmy-fosforescencyjne-vizlite-dt.html>



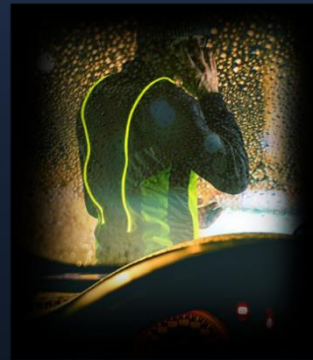
**Materiały fosforescencyjne** dzięki zawartości pigmentów luminescencyjnych (tzw. luminoforów) wykazują zdolność świecenia światłem własnym po uprzednim naświetleniu światłem słonecznym lub sztucznym.

## KORZYŚCI Z ZASTOSOWANIA ELEMENTÓW ŚWIECĄCYCH W ODZIEŻY OSTRZEGAWCZEJ:

- ✓ zwiększają widzialność osób w warunkach niedostatecznej widoczności, przy oświetleniu zewnętrznymi źródłami światła (szczególnie w sytuacji, gdy właściwości ochronne materiałów zastosowanych w odzieży są osłabione, np. na skutek zabrudzenia, długotrwałego oddziaływania słońca, wielokrotnego prania itp.)
- ✓ zapewniają widzialność użytkownika po zmroku i w ciemności, nawet przy braku innych zewnętrznych źródeł światła (reflektorów pojazdów)
- ✓ zwiększają widzialność osób w niesprzyjających warunkach pogodowych (np. deszcz, śnieg, mgła)



<https://pertesa.com/en/high-visibility-clothing-with-led-lighting/>



<https://www.scilif.com/contact.php>



## POTENCJALNE OBSZARY ZASTOSOWAŃ ODZIEŻY OSTRZEGAWCZEJ Z SYSTEMEM ŚWIECENIA



- budownictwo
- kolejnictwo
- transport i spedycja (*pracownicy drogowi, kierowcy ciężarówek, pracownicy lotnisk, kierowcy lawet itp.*)
- służby ratownicze (*ratownicy medyczni, strażacy*)
- policja i Inspekcja Transportu Drogowego
- przemysł (*w magazynach, zakładach produkcyjnych*)



<https://impel.pl/blog/zmiana-czasu-z-letniego-na-zimowy-jak-skutecznie-rozliczyc-czas-pracy>

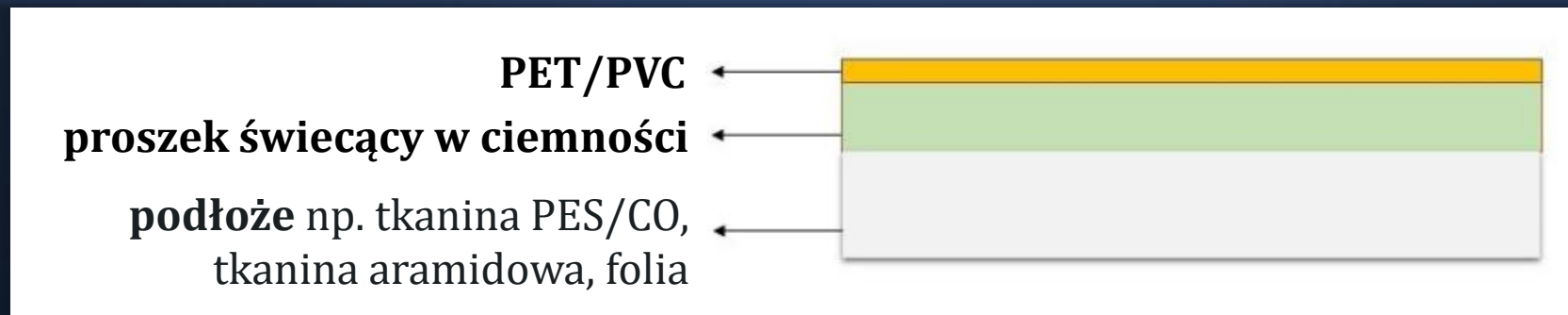


<https://www.trojmiasto.pl/praca/Czy-praca-w-godzinach-nocnych-to-warunki-uczciwe-Prawniki-odpowiadaj-167934.html>



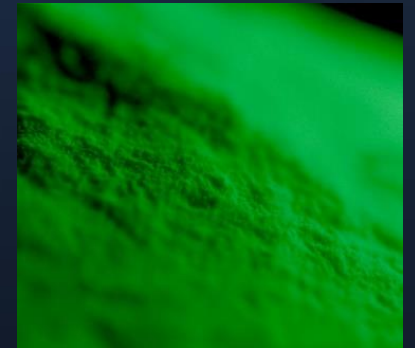
<https://www.ardon.pl/kto-nie-moze-pracowac-na-nocnych-zmianach-i-czy-sa-jakies-wyjatki/>

## TAŚMY FOSFORESCENCYJNE



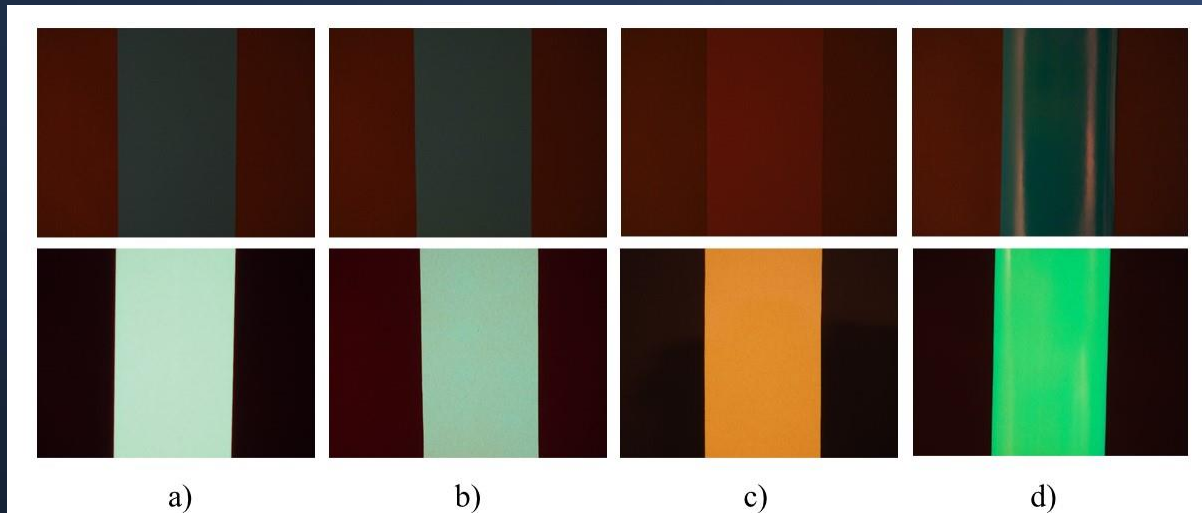
### Najczęściej stosowane pigmenty luminescencyjne:

- glinian strontu,
- siarczki berylowców i cynku z domieszką aktywatorów, którymi są sole metali ciężkich (np. miedzi, manganu, bizmutu itp.),
- krzemiany z dodatkiem manganu lub lantanowców,
- wolframiany i molibdeniany berylowców,
- azotki boru i glinu.



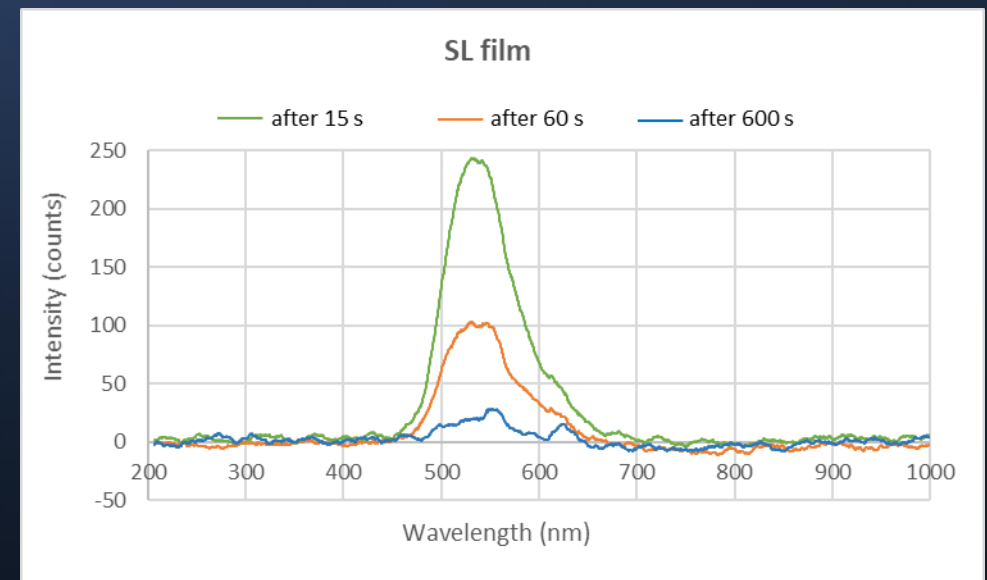
<https://www.coats.com/pl/information-hub/innovation-spotlight---signal-lucence>

## TAŚMY FOSFORESCENCYJNE zmiana efektu świecenia w czasie

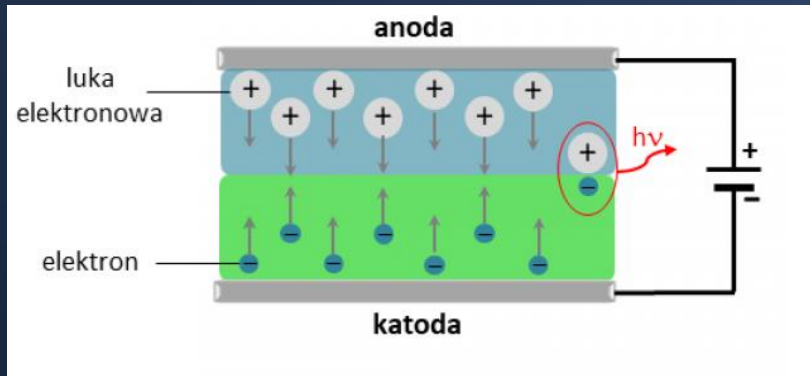


Przykłady taśm fosforescencyjnych przed i po naświetlaniu (po 1 min od zakończenia naświetlania).

Po 1 min od zakończenia naświetlania spadek intensywności świecenia o 60%, a po 10 min – o 90%.

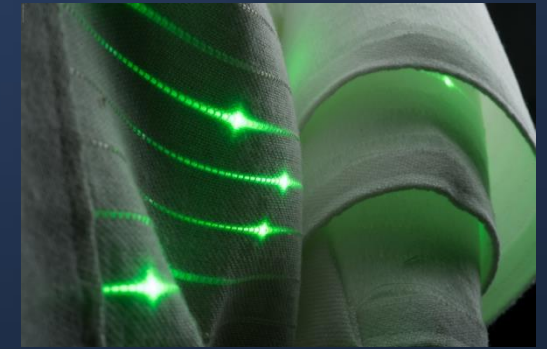


## ELEKTROLUMINESCENCYJNE ŹRÓDŁA ŚWIATŁA



<https://epodreczniki.open.agh.edu.pl/handbook/37/module/947/reader>

**Elektroluminescencja** – zdolność niektórych substancji do emitowania światła pod wpływem przepływu prądu (pola elektrycznego).



<https://www.madetomeasuremag.com/the-future-of-uniforms-smart-fabrics>

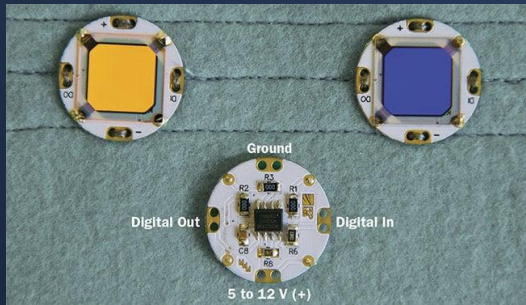
Elektroluminescencyjne źródła światła wykorzystywane w materiałach tekstylnych i wyrobach odzieżowych:

- diody LED (*ang. Light Emitting Diode*)
- diody OLED (*ang. Organic Light Emitting Diode*)
- przewody świecące z koaksjalną strukturą elektroluminescencyjną (*ang. El wire*)
- płaskie, wielkowymiarowe powierzchnie EL (*ang. EL panel, El tape*)

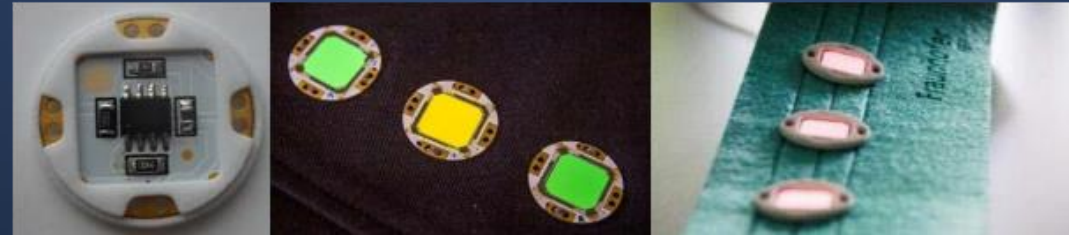


<https://darvillewong.com/sgkquif-676884-and-Reflective-Fluorescent-Lime-Light-up-Vest/>

## Diody OLED w wyrobach odzieżowych



[https://www.photonics.com/Articles/OLED\\_Modules\\_for\\_Textile\\_Integration/a64945](https://www.photonics.com/Articles/OLED_Modules_for_Textile_Integration/a64945)



<https://www.chemeurope.com/en/news/1157336/oled-integration-in-textiles-functional-and-eye-catching.html>

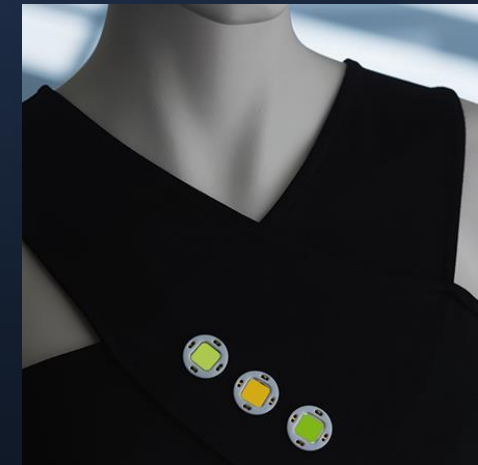


[https://www.photonics.com/Articles/OLED\\_Modules\\_for\\_Textile\\_Integration/a64945](https://www.photonics.com/Articles/OLED_Modules_for_Textile_Integration/a64945)

Niemiecki instytut badawczy, Fraunhofer Institute for Organic Electronics, Electron Beam and Plasma Technology, opracował elementy OLED, które można zintegrować z tekstyliami.

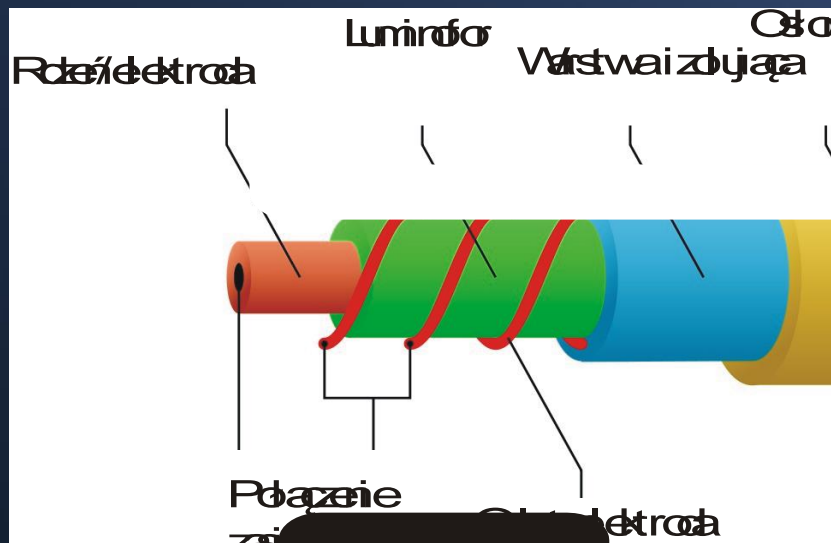
### Diody OLED:

- mocowane do materiału tekstylnego za pomocą nici przewodzących,
- napięcie: 3 V, natężenie: 5 mA,
- luminancja: 1000 cd/m<sup>2</sup>,
- wymiary: średnica 24 mm, powierzchnia emisji: 12 x 12 mm
- odporne na pranie (po uszczelnieniu żywicą)

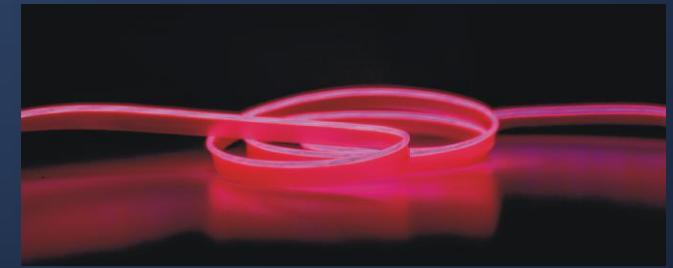
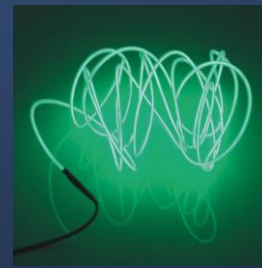


[https://www.fep.fraunhofer.de/en/Geschaeftsfelder/Flexible\\_organische\\_Elektronik/o-button.html](https://www.fep.fraunhofer.de/en/Geschaeftsfelder/Flexible_organische_Elektronik/o-button.html)

## Świecąca przewody elektroluminescencyjne (ang. Electroluminescent Wire / EL-Wire)



<https://www.amazon.de/Elektrolumineszenz-Landscape-Weihnachten-Dekoration-Beleuchtet/dp/B00AF5EMN6/>



<http://www.surelight.com/>

Charakterystyczna cecha EL-Wire:  
emisja światła na całej długości i wokół całego  
obwodu (360°)



<https://glowproducts.com/us/light-up-safety-vest>



<https://elwirecraft.co.uk/el-how-to-and-tips/questions-about-el-wire/>

## Świecące taśmy i panele elektroluminescencyjne EL-Tape / EL-Panel



[http://www.surelight.com/el\\_panels/el\\_panel\\_evaluation\\_kits/el\\_panel\\_evaluation\\_kits.htm](http://www.surelight.com/el_panels/el_panel_evaluation_kits/el_panel_evaluation_kits.htm)

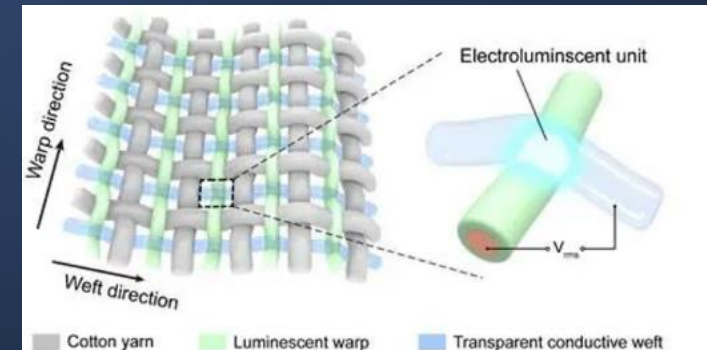


[http://www.surelight.com/el\\_panels/el\\_panel\\_evaluation\\_kits/el\\_panel\\_evaluation\\_kits.htm](http://www.surelight.com/el_panels/el_panel_evaluation_kits/el_panel_evaluation_kits.htm)



<https://ezysign.com.au/services/el-safety-vests/>

## Tkaniny elektroluminescencyjne

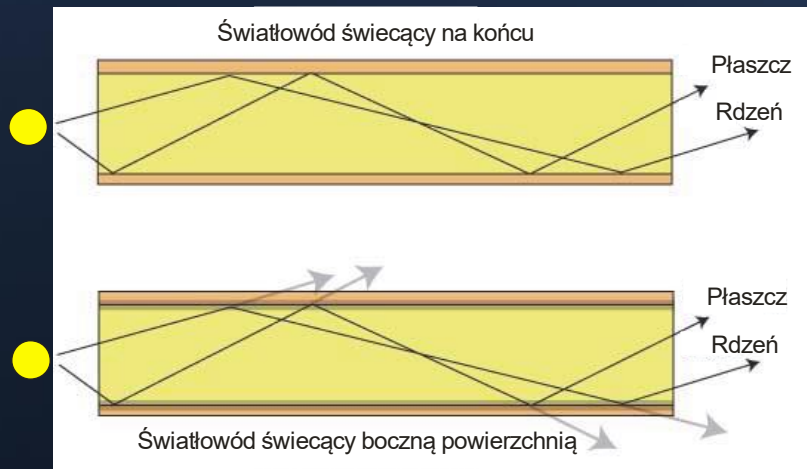


<https://www.fudan.edu.cn/en/2021/0311/c344a108129/page.htm>

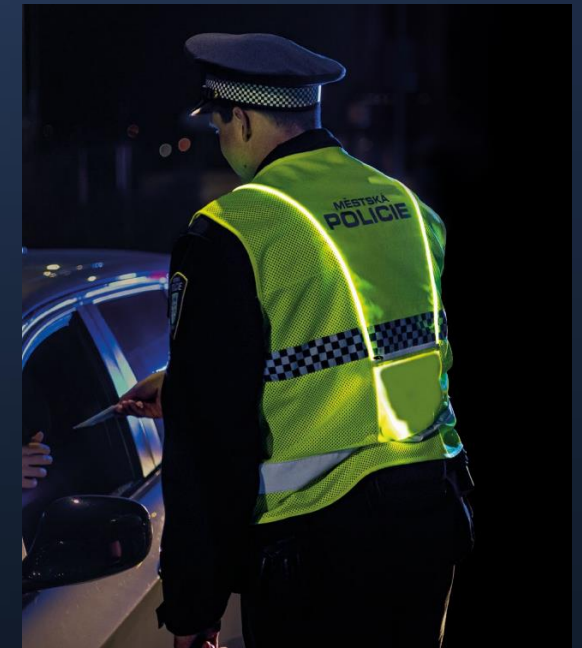
## Hybrydowe systemy świecące wykorzystujące światłowody optyczne i diody LED

Podział światłowodów optycznych w zależności od kierunku emisji światła:

- światłowody świecące na końcach (*ang. end – emitting optical fiber; EEPOF*)
- światłowody świecące boczną powierzchnią (*ang. side – emitting optical fiber; SEPOF*)

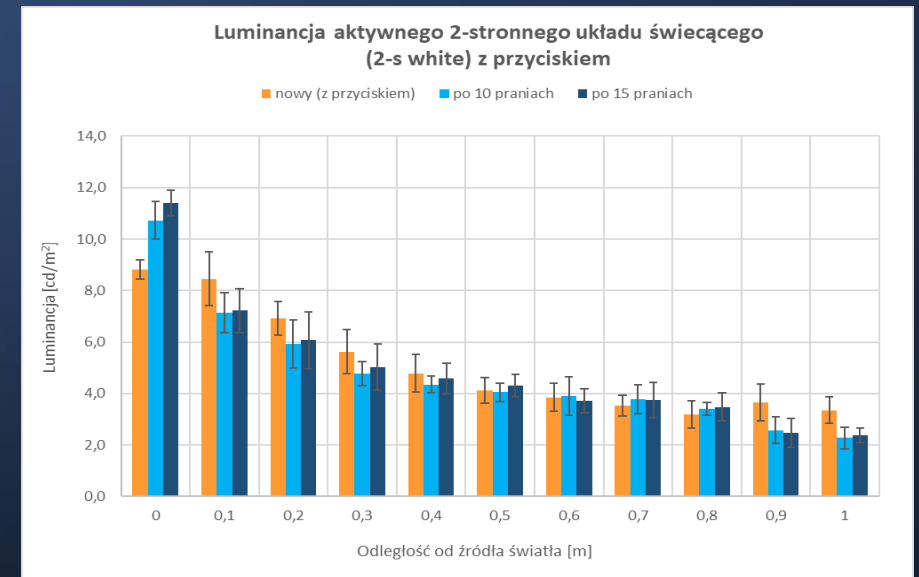
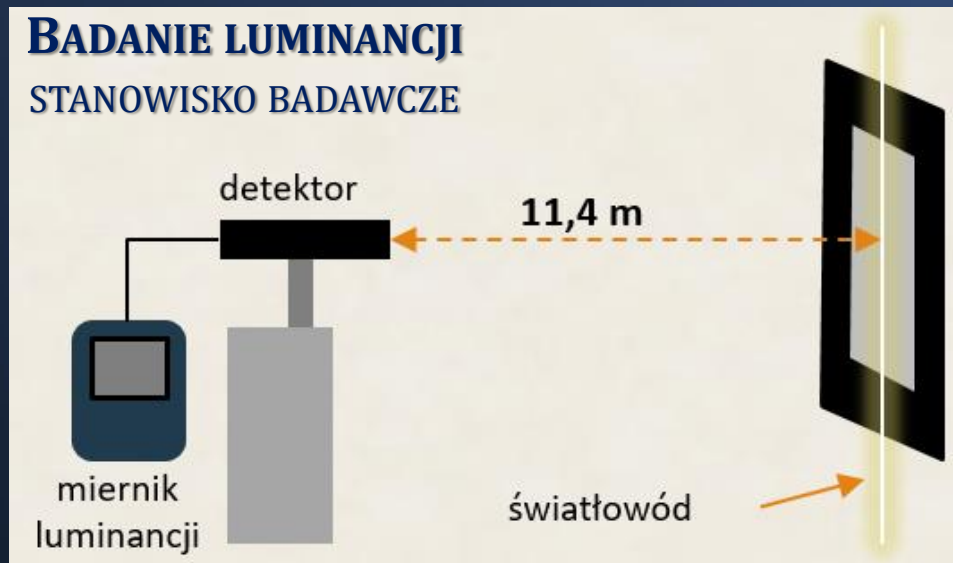


Przykład światłowodów typu SEPOF  
(producent: SCILIF, Czechy)



[https://www.scilif.com/documents/catalogue/EN\\_SUNFIBRE\\_Catalogue\\_2024.pdf](https://www.scilif.com/documents/catalogue/EN_SUNFIBRE_Catalogue_2024.pdf)

## Ocena trwałości hybrydowych systemów świecących po cyklach konserwacji



### Warunki prania (wg PN-EN ISO 6330):

- temp. 40 °C (procedura 4M – proces łagodny),
- suszenie na płasko (procedura C),
- 10 i 15 cykli.

- ❖ Brak istotnych zmian luminancji po praniu na prawie całej długości światłowodu (za wyjątkiem 1 pkt. – przy źródle światła)
- ❖ Wzrost luminancji przy źródle światła może wynikać z rozluźnienia struktury osłonki tekstylnej

## Przykłady odzieży ostrzegawczej z aktywnym oświetleniem

Kurtka z odblaskowymi panelami z funkcją świecenia Light Flex, zasilanymi powerbankiem (Szwecja)



<https://lightflex.com/how-it-works/>



<https://www.uvex-safety.com/en/product-group/uvex-protection-active-flash-safety-through-active-lighting/>

Kamizelka z hybrydowym układem świecącym (światłowodowy+diody LED) firmy UVEX (Niemcy)

Kurtka Pulsar Active, wyposażona w diody LED o 3 trybach świecenia (Granite Workwear, Wielka Brytania)



**PULSAR**  
High Performance Apparel



<https://www.workandweardirect.co.uk/products/hi-vis-clothing/hi-vis-jackets-and-bomber-jackets/pulsar-hi-vis-yellow-active-storm-coat-with-led-lights.html>



Kamizelka Nite Beams™ z 4 wyjmowanymi panelami LED o 2 trybach świecenia: światło ciągłe i migające (USA)

## Świecąca odzież ostrzegawcza opracowana w CIOP-PIB

### Aktywny system świecący (bazujący na światłowodach optycznych i diodach LED):

- ✓ 2 tryby świecenia: intensywne światło ciągłe, światło migające
- ✓ zasilanie: powerbank 5 V, 2500 mAh
- ✓ długi czas działania: do 8 h (światło ciągłe)
- ✓ potwierdzona badaniami odporność na 15 cykli prań w temp. 40°C (łagodne)
- ✓ zakres temp. stosowania: -20 do +60°C
- ✓ klasa ochrony IP68



taśma fosforescencyjna



aktywny system  
świecący



detale z folii  
termotransferowej  
fosforescencyjnej

Kamizelka spełnia  
wymagania normy  
PN-EN ISO 20471 (klasa 1)



## Modele laboratoryjne odzieży ostrzegawczej z aktywnymi źródłami światła



EL-wire



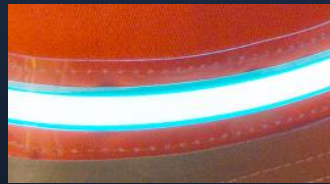
EL-tape



taśmy LED SMD

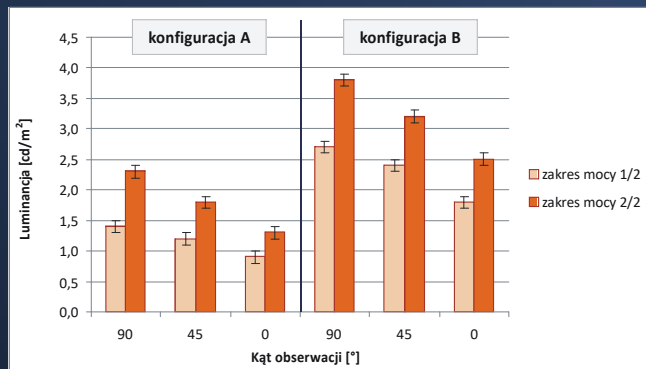


światłowody  
SEPOF

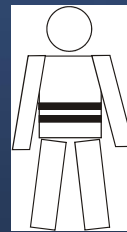


Łęczak K. (2020). Demonstratory odzieży ostrzegawczej wyposażonej w aktywne źródła światła. Przegląd Włókienniczy – Włókno, Odzież, Skóra, 1:17-28.

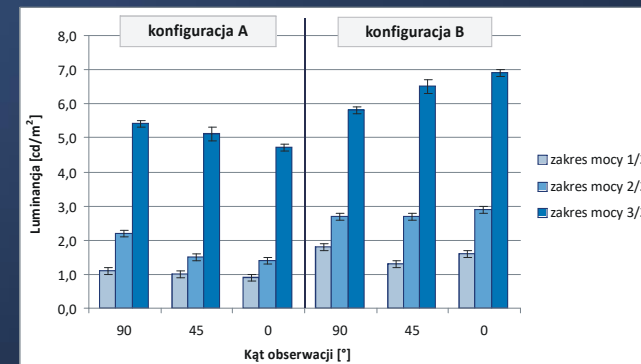
## Porównanie luminancji uzyskanej dla odzieży ostrzegawczej z różnymi aktywnymi źródłami światła



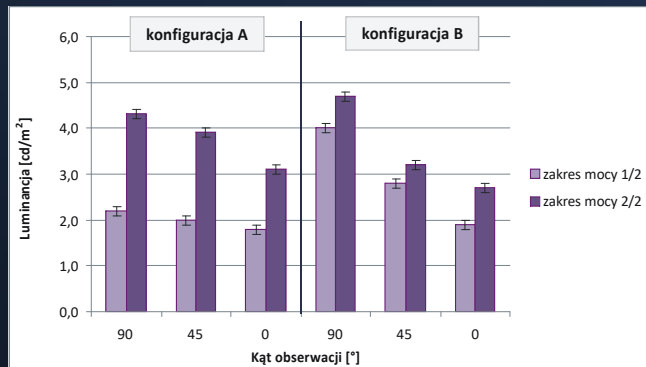
EL-wire (barwa biała)



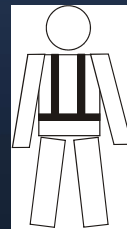
A



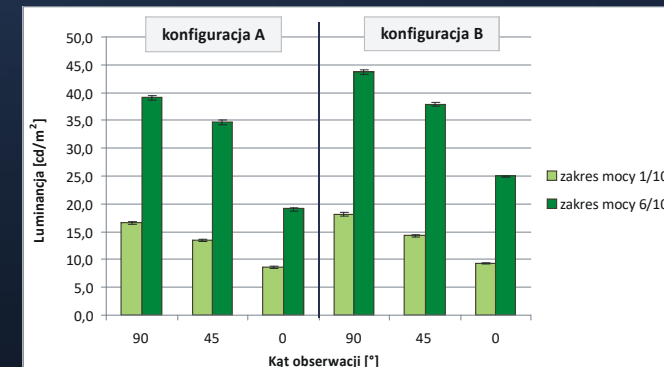
światłowody SEPOF (barwa biała)



EL-tape (barwa biała)



B



taśmy LED SMD (barwa biała)

Łęzak K. (2020). Klasyfikacja modelowych rozwiązań odzieży ostrzegawczej wyposażonej w źródła światła bezpośredniego. *Bezpieczeństwo Pracy – Nauka i Praktyka*, 2: 12-17.

**DIN TS 91418** „High and enhanced visibility clothing with active lighting in addition to DIN EN ISO 20471 and DIN EN 17353 — Equipping of high and enhanced visibility clothing with active lighting — Requirements and test methods”

- **średnia luminancja:** max. 1000 cd/m<sup>2</sup> - w celu uniknięcia olśnienia
- **barwa i tryb pracy:**
  - barwa: czerwona lub żółta
  - dozwolone 3 tryby pracy aktywnego systemu świecącego: światło ciągłe, pulsacyjne lub migające,
  - światło migające lub pulsacyjne – z częstotliwością  $1,5 \text{ Hz} < f \leq 4 \text{ Hz}$ ,
- **wymagania dot. bezpieczeństwa:** do pracy w deszczu zalecana klasa ochrony IP 44 lub wyższa,
- **bezpieczeństwo elektryczne** (ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym): napięcie max. 11 V AC (prąd zmienny) lub 28 V DC (prąd stały),
- **bezpieczeństwo termiczne:** max. temp. powierzchni elementów świecących 50 °C,
- **ochrona przed polami elektromagnetycznymi,**
- **akumulatory** powinny spełniać wymagania normy DIN EN 62133-2,
- **kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)** wg IEC 61547,
- **funkcjonowanie systemu** po badaniu w wieży deszczowej wg DIN EN 14360, działaniu drgań sinusoidalnych wg DIN EN 60068-2-6, zmianach temperatury (od -20 do +50 °C) wg DIN EN 60068-2-14.



<https://www.tagtorch.com/products/sunfibre-wearable-active-lighting-technology-514>

# DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ !

**Kontakt:**

mgr inż. Agnieszka Greszta

e-mail: [aggre@ciop.lodz.pl](mailto:aggre@ciop.lodz.pl)

tel. 42 648 02 37

*Opracowano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej.*

*Zadanie nr 7.ZS.12 pt. „Wykorzystanie technologii kreatywnych w narzędziach edukacyjnych oraz środkach ochrony indywidualnej o zwiększonej widzialności dla wzmocnienia motywacji do stosowania tego typu ŚOI”. Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy*