

Wykorzystanie luminescencyjnych koncentratorów słonecznych w rozwiązaniach architektonicznych



dr inż. arch.
AGNIESZKA LABUS
Politechnika Śląska
Wydział Architektury
ORCID: 0000-0003-0997-3178



dr inż.
ALINA BRZĘCZEK-SZAFRAN
Politechnika Śląska
Wydział Chemii
ORCID: 0000-0003-4855-7628



stud.
AGATA GOLEŚNA
Politechnika Śląska
Wydział Architektury
ORCID: 0000-0003-4906-8981



stud.
JULIA NIKODEM
Politechnika Śląska
Wydział Architektury
ORCID: 0000-0001-8981-987X



stud.
BARTOSZ ŁAGAN
Politechnika Śląska
Wydział Chemii
ORCID: 0000-0002-4387-108X

stud.
KAROL UNDAŚ
Politechnika Śląska
Wydział Chemii
ORCID: 0000-0002-3204-7992

Artykuł dotyczy charakterystyki i zastosowania luminescencyjnych koncentratorów słonecznych LSC w rozwiązaniach architektonicznych. Opisano metodę działania koncentratorów luminescencyjnych oraz wskazano kierunki ich zastosowania.

Wstęp

Celem artykułu jest zaprezentowanie zasady działania omawianego rozwiązania, jego cech, a także przegląd wybranych rozwiązań architektonicznych, w których luminescencyjne koncentratory słoneczne mogą znaleźć zastosowanie.

Obecnie coraz większy nacisk kładzie się na podniesienie wśród społeczeństwa świadomości w zakresie potrzeby dbania o środowisko. Obserwuje się wzrost działań wspierających ochronę środowiska i klimatu. Bada-

niu podlegają między innymi takie obszary jak jakość powietrza, indywidualne działania oraz zachowania wspierające ochronę środowiska, zmiany klimatu czy energia odnawialna [1]. Dotychczasowe materiały służące jako budulec zastępuje się takimi, które nie ingerują negatywnie w środowisko, a wręcz mają działać na rzecz jego poprawy. Stosuje się także różnego rodzaju rozwiązania (np. czujniki lub aplikacje) monitorujące jakość środowiska. Jednym z innowacyjnych rozwiązań, które mogą wesprzeć zrównoważony rozwój architektury, są luminescencyjne koncentratory słoneczne. Pomimo tego, iż badane były już 40 lat temu jako alternatywa dla drogich wtedy krzemowych ogniw słonecznych [2], [3], w ostatnich latach ponownie stały się obiektem badań naukowców, m.in. ze względu na walory estetyczne. Do konstrukcji luminescencyjnych koncentratorów słonecznych, które pozwalają na pozyskanie odnawialnej energii elektrycznej, wykorzystuje się głównie szkło bądź transparentne materiały polimerowe. Takie surowce dobrze wpisują się w obecne trendy w architekturze. Szklane ściany, połacie czy duże okna są pożądanym elementem nowoczesnych budynków. Dlatego niewątpliwym atutem luminescen-

cyjnych koncentratorów słonecznych jest ich duża przezierność. Dzięki niej mogą tworzyć atrakcyjne wizualnie przestrzenie w kontekście rozwiązań architektonicznych w przestrzeni miejskiej.

Metoda działania luminescencyjnych koncentratorów słonecznych

Luminescencyjny koncentrator słoneczny (LSC) jest zbudowany z polimerowej lub szklanej matrycy pokrytej związkami chemicznymi o właściwościach luminescencyjnych (barwnikiem organicznym/nieorganicznym, kropkami kwantowymi). Barwnik absorbuje padające na LSC promieniowanie słoneczne i dzięki zjawisku całkowitego wewnętrznego odbicia koncentruje je na krawędziach, gdzie jest ono konwertowane na energię elektryczną z wykorzystaniem zintegrowanych ogniw słonecznych [4]. Duża różnorodność kolorów, kształtów, a także stopnia przejrzystości luminescencyjnych koncentratorów słonecznych czyni je wyjątkowo atrakcyjnymi pod kątem zastosowania w nowoczesnych rozwiązaniach architektonicznych. W celu zwiększenia wydajności urządzenia stosuje się dodatkowo, orga-

niczne i nieorganiczne lustra selektywne, które wpuszczają światło słoneczne, odbijając światło emitowane przez cząsteczki o właściwościach luminescencyjnych. Pomimo poszukiwania barwników o wysokiej wydajności fluorescencji, czyli zdolnych do wydajnej emisji zaabsorbowanego promieniowania, straty energii występujące w koncentratorach słonecznych limitują ich efektywne działanie. Stąd wciąż poszukiwane są nowe rozwiązania i nowe materiały, które pozwolą zwiększyć wydajność urządzeń, ich wielkość oraz estetykę, prowadząc w konsekwencji do komercyjnych zastosowań [5]. Jednym z obecnych trendów jest projektowanie materiałów pozwalających stworzyć bezbarwne koncentratory słoneczne, które mogłyby być stosowane jako okna [6]. Do ich wytworzenia potrzebne są barwniki luminescencyjne selektywnie absorbujące promieniowanie elektromagnetyczne, poza zakresem światła widzialnego lub w zakresie światła widzialnego, ale użyte w niewielkim stężeniu.

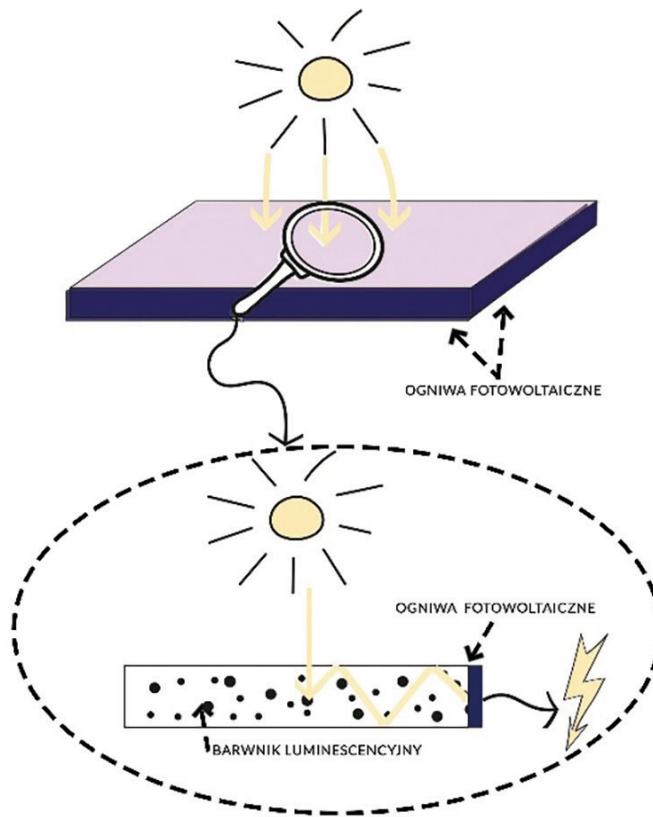
Wykorzystanie luminescencyjnych koncentratorów słonecznych w architekturze

Luminescencyjne koncentratory słoneczne mogą być wykorzystywane w konstrukcjach architektonicznych jako ich przezroczyste elementy. Można się również spotkać z prototypami konstrukcji, które w przeważającym stopniu są zbudowane z luminescencyjnych koncentratorów słonecznych. Są to między innymi szklarnie budowane w całości z luminescencyjnych koncentratorów słonecznych. Uzyskana w ten sposób energia elektryczna jest wykorzystywana przy nawadnianiu roślin. Innym przykładem są wiaty przystankowe, gdzie oprócz wrażeń estetycznych, tj. kolorowej, przeziernej powierzchni, istnieje nieoceniony aspekt praktyczny w postaci energii, która pozwala np. na naładowanie telefonu komórkowego czy roweru elektrycznego. Luminescencyjne koncentratory słoneczne są w stanie pracować nawet w warunkach słabego oświetlenia, co pozwala na wykorzystanie tej technologii w różnych lokalizacjach. Powszechnie zastosowanie luminescencyjnych koncentratorów słonecznych przyczyniłoby się do rozwoju zrównoważonej energetycznie architektury [7]. W związku z tym rola luminescencyjnych koncentratorów słonecznych w architekturze dotyczy następujących obszarów:

- funkcjonalny i ekonomiczny – pozyskiwanie energii,
- estetyczny – odbiór wizualny,
- energia odnawialna.

Pierwszy obszar (funkcjonalny) – pozyskiwanie energii – wpisuje się w dzisiejsze tendencje idące w kierunku zrównoważonej architektury. Coraz częściej można się spotkać z wykorzystaniem paneli fotowoltaicznych ja-

Rys. 1. Schemat działania luminescencyjnych koncentratorów słonecznych. Opracowanie własne



ko alternatywnego źródła energii elektrycznej. Takie rozwiązanie niesie ze sobą konieczność dostosowania układu paneli do nasłonecznienia. Najczęściej jest to montaż paneli o nachyleniu pod odpowiednim kątem między 20 a 30 stopni, który niejednokrotnie burzy estetyczny odbiór bryły budynku. Zaletą luminescencyjnych koncentratorów słonecznych jest możliwość skupiania promieni słonecznych niezależnie od ich ustawienia. Luminescencyjne koncentratory słoneczne nie są jednak alternatywą dla ogniw słonecznych ze względu na zbyt niską wydajność, mimo tego, że początkowo były badane w tym kierunku. Pomimo ograniczonej wydajności koncentratory słoneczne mogą jednak być wykorzystywane jako estetyczny, przezroczysty element konstrukcji i architektury, a przy tym służyć do pozyskania dodatkowej energii elektrycznej przy niskich kosztach utrzymania. Luminescencyjne koncentratory słoneczne (LSC) mogą ułatwić kształtowanie zrównoważonej architektury dzięki realizacji półprzezroczystych systemów szklenia. Można je wykorzystać nawet na przeszklenie całej fasady, tworząc jednocześnie atrakcyjne instalacje elektryczne [8].

Drugi obszar (estetyczny) – efekt wizualny. Właściwości LSC pozwalają na wykorzystanie ich w budynkach w celu oszczędności energii, a także jako atrakcyjny wizualnie element architektury. Kształt, przezroczystość oraz kolor LSC można w dużym stopniu kontrolować, dobierając odpowiedni luminofor oraz rodzaj materiału, na który jest on naniesiony [8]. Opracowano metodę dru-

kowania atramentowego efektywnych wizualnie płytek LSC, które dają możliwość zaprojektowania unikalnych systemów pozwalających na wykorzystanie energii słonecznej, a przy tym przedstawiających atrakcyjne dzieła sztuki, które można łatwo zintegrować z nowoczesnym budownictwem. Dzięki zastosowaniu druku atramentowego można precyzyjnie nanosić wiele kolorów, co pozwala na elastyczność w projektowaniu budynków z systemami fotowoltaicznymi [9].

Trzeci obszar (ekologiczny) – energia odnawialna. Ponad 40% energii w Europie zużywają budynki, dlatego coraz częściej wykorzystuje się produkcję energii z odnawialnych źródeł. W tym celu stosuje się technologie BIPV polegającą na tworzeniu zintegrowanych w budynku rozwiązań fotowoltaicznych. W ramach BIPV występują luminescencyjne koncentratory słoneczne, które mają się przyczynić do stworzenia systemu energetycznego stosowanego w budynkach projektowanych jako obiekty o zerowym zużyciu energii. BIPV jest jednym z najszybciej rozwijających się segmentów branży fotowoltaicznej. Według raportu *n-tech Research* opublikowanego w lutym 2017 r. całkowity rynek BIPV wzrośnie z około 3 mld USD do 6,3 miliarda dolarów w 2022 roku [8].

Wykorzystanie LSC np. w szybach okiennych pozwoli na integrację fotowoltaiki, dzięki czemu budynki będą jeszcze bardziej energooszczędne, dodając nowy sposób wykorzystania padającego światła słonecznego.

Luminescencyjne koncentratory słoneczne dzięki różnorodności ich funkcji są atrakcyjnym



materiałem, który odpowiada na wiele wyzwań, takich jak zachowanie estetyki przy jednoczesnym pozyskiwaniu energii z odnawialnych źródeł czy minimalizacja kosztów związanych z wykorzystaniem energii w budynkach.

Przykłady wykorzystania luminescencyjnych koncentratorów słonecznych w rozwiązaniach architektonicznych – studia przypadku (6)

Za pomocą studium przypadku opisano przykładowe wykorzystanie luminescencyjnych koncentratorów słonecznych w architekturze, tj. szklarnia, przystanek autobusowy-

wy oraz inteligentne szkło, które może być wykorzystywane zarówno w budynkach, jak i w szklanych elementach małej architektury. Skupiono się na przykładach, które pokazują zróżnicowane podejście do gospodarowania uzyskaną energią, wskazując różne funkcje, są przeznaczone dla różnych użytkowników oraz są prototypami opracowanymi przez naukowców lub duże koncerny.

Szklarnia [10, 11]

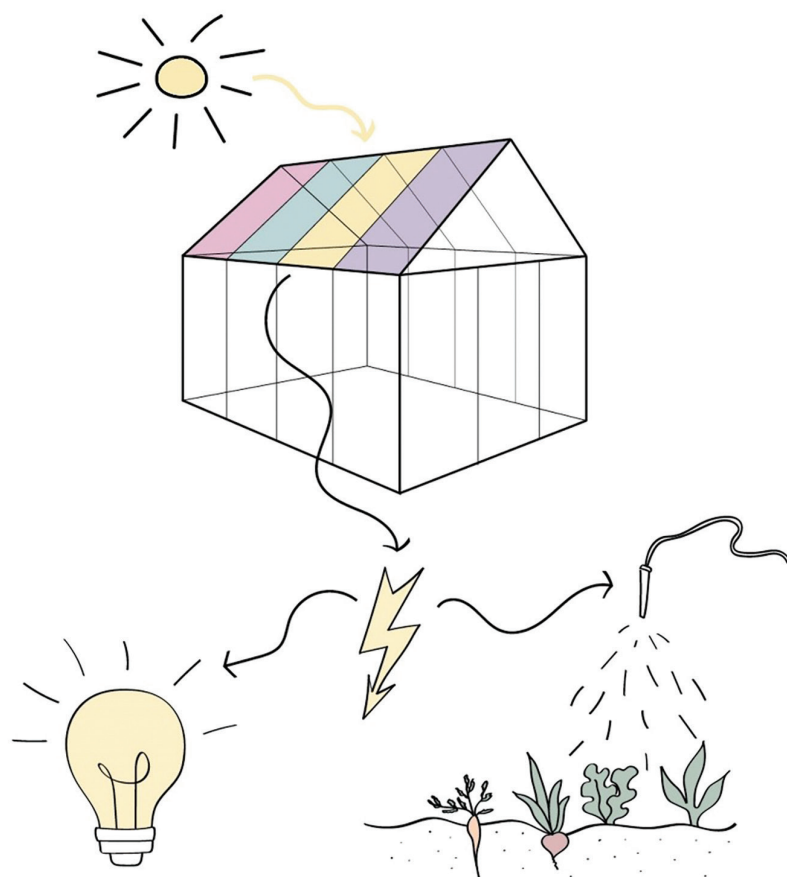
Nazwa: Greenhouse

Lokalizacja: Kalifornia, USA

Podmiot organizacyjny: Koncepcja powstała na Uniwersytecie Santa Cruz w Kalifornii

Tab. 1. Perspektywy możliwości i ograniczeń szklarni. Opracowanie własne

MOŻLIWOŚCI	OGRANICZENIA
ekologiczne uprawy przez cały rok	wymiana starych szklarni na te z koncentratorów wiąże się z produkcją odpadów
możliwość upraw różnych gatunków warzyw, owoców, kwiatów	obiekt z użyciem koncentratorów może nie wpasowywać się pod kątem kolorystyki w kontekst miejsca
szansa na tworzenie nowoczesnych form, które mogą pozytywnie wpłynąć na mieszkańców	warunki uprawy roślin należy skonsultować ze specjalistami
tworzenie samowystarczalnych farm miejskich	
energia może być wykorzystana np. do systemu nawadniania	



Rys. 2. Schemat działania szklarni. Opracowanie własne

Charakterystyka rozwiązania architektonicznego:

Podany przykład jest prototypem nowego typu szklarni zasilanej energią słoneczną, która wytwarza energię elektryczną w taki sposób, by prowadzone w niej hodowle były bardziej opłacalne i przyjazne dla środowiska.

Zasada działania:

Luminescencyjne koncentratory słoneczne mogą absorbować promienie słoneczne i przekształcać je w energię elektryczną dzięki zintegrowanym na ich krawędziach ogniwom słonecznym, jednocześnie zapewniając roślinom światło wymagane do ich rozwoju. Szyby można zainstalować w ramie szklarni, dzięki czemu koszty montażu obniżają się. W rezultacie jest otrzymywany efekt szklarni, która jest samowystarczalna energetycznie, staje się ekologicznym inkubatorem dla roślin, a jednocześnie wprowadza myślenie o rozwiązaniach fotowoltaicznych w architekturze na poziom inny niż dotychczas.

Przystanek autobusowy [12]

Nazwa: Przystanek autobusowy

Lokalizacja: Pierwszy prototyp wiaty przystankowej zainstalowano w Rzymie, w budynku Eni

Podmiot organizacyjny: Projekt powstał przy współpracy firmy Eni z Massachusetts Institute of Technology (MIT) z Bostonu

Charakterystyka rozwiązania elementu małej architektury:

Wiaty przystankowa składa się z połączenia betonowej konstrukcji oraz 192 złotych płyt LSC. Płyty LSC stały się elementem uzupełniającym i uatrakcyjniającym wiatę przystankową.

Zasada działania:

Elementy przystanku składają się z płyt LSC wytwarzających prawie 500 Wp. Uzyskana energia jest wykorzystywana między innymi do stacji ładowania rowerów elektrycznych, która jest dołączona do konstrukcji wiaty.

Cała wiaty tworzy swego rodzaju system, który może wytwarzać energię elektryczną w wydajny sposób przy uwzględnieniu różnych uwarunkowań środowiskowych (słabe oświetlenie, warunki atmosferyczne). Można stwierdzić, że jest to jeden z kierunków integracji technologii bezpośrednio z elementami architektonicznymi.

Inteligentne szkło [13]

Nazwa: Eni Ray Plus

Lokalizacja: Zaprezentowano na Milan Design Week 2018

Podmiot organizacyjny: Eni

Charakterystyka rozwiązania architektonicznego:

Technologia Eni Ray Plus® to serce inteligentnych okien Domal. Jest to arkusz „podwójnego oszkleńcia” składającego się z dwóch LSC, które wykorzystują promienie słoneczne do zasilania automatycznego systemu kontroli temperatury. Okna te są wyposażone w żaluzję wenecką, która automatycznie dostosowuje ruch i orientację, zmniejszając lub zwiększając ekspozycję na słońce w odpowiedzi na zmiany temperatury. Możliwe jest to dzięki zainstalowanej w ramie baterii, która zasila szereg czujników monitorujących temperaturę wewnątrz oraz na zewnątrz budynku. Cały system jest podłączony do akumulatora, który jest zasilany energią elektryczną generowaną przez LSC, bez konieczności podłączenia do zasilania sieciowego. Oświetlenie przestrzeni może odbywać się również poprzez zastosowanie oświetlenia LED wewnątrz aluminiowej ramy okna. W ten sposób uzyskuje się zarówno znaczną oszczędność zużycia energii niezbędnej do klimatyzacji środowiska wewnętrznego, jak i poprawę komfortu życia [14].

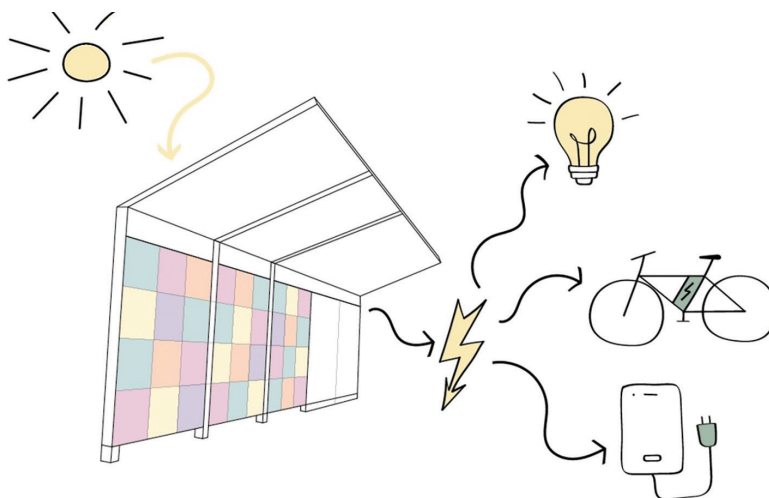
Zasada działania:

Koncentratory słoneczne generują prąd potrzebny np. do sterowania żaluzjami poprzez czujniki natężenia słońca padającego na powierzchnię koncentratorów.

Podsumowanie i wnioski

Na podstawie analiz metodą studium przypadku sformułowano wnioski, które zebrano w tab. 4.

Podsumowując: wykorzystanie luminescencyjnych koncentratorów słonecznych w rozwiązaniach architektonicznych może stać się dużym krokiem w kierunku zrównoważonej energetycznie architektury. Prowadzone badania nad opracowaniem bardziej wydajnych materiałów, a także rozwiązań, które pozwolą zwiększyć wydajność tej ob-



Rys. 3. Schemat wiaty przystankowej. Opracowanie własne

Tab. 2. Perspektywy możliwości i ograniczeń wiaty przystankowej. Opracowanie własne

MOŻLIWOŚCI	OGRANICZENIA
kolorowe luminescencyjne koncentratory mogą być użyte jako ciekawa forma identyfikacji wizualnej w mieście (np. każda dzielnica ma swój kolor)	konieczność postawienia konstrukcji przystanku dostosowanej do lokalizacji
wzrost liczby smart przystanków, które mogłyby być zasilane energią słoneczną	przystanki nie są odporne na zniszczenia
łatwo dostępna energia w mieście	ograniczone możliwości korzystania z energii (ilość miejsc na rowery, gniazdka)

Tab. 3. Perspektywy możliwości i ograniczeń inteligentnego szkła. Opracowanie własne

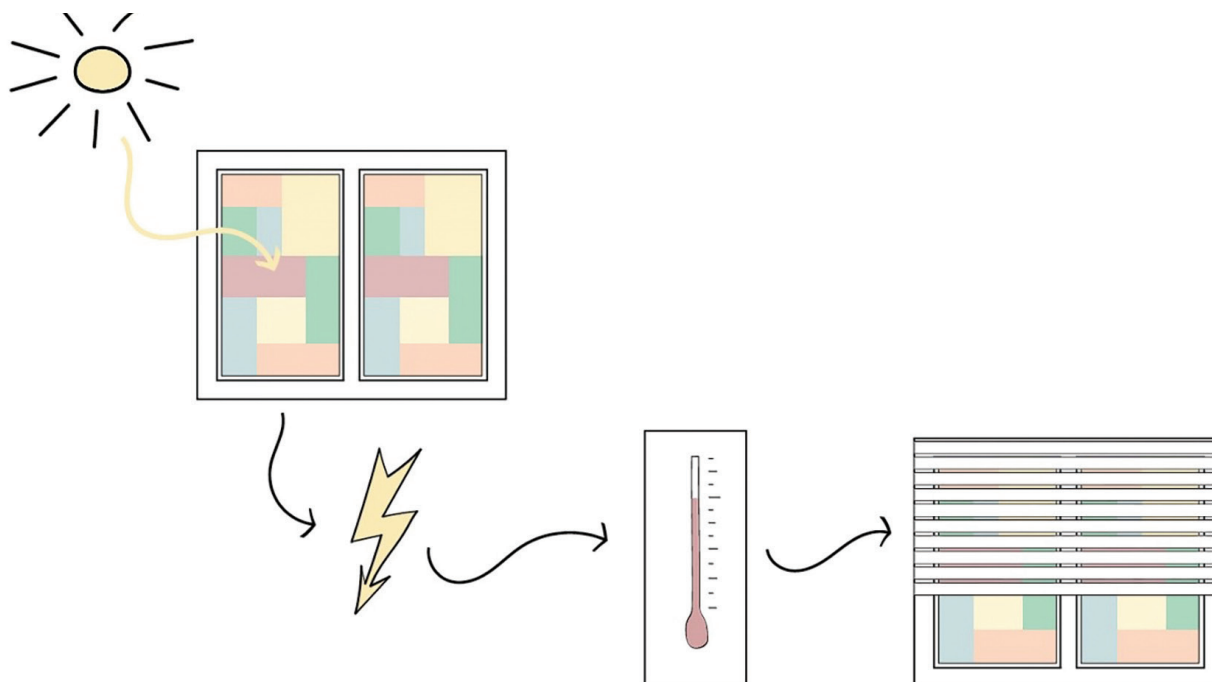
MOŻLIWOŚCI	OGRANICZENIA
łatwa restrukturyzacja starych budynków	mniejsza efektywność niż tradycyjne panele fotowoltaiczne
tańsze niż zwykłe panele słoneczne	ograniczona kolorystyka szkła
mogą służyć jako przyciemniane szyby lub artystyczne instalacje czy witraże	
możliwość budowania samowystarczalnych elektrycznie budynków	
zmniejszenie kosztów związanych z energią	

cującej technologii, mogą doprowadzić do tego, że luminescencyjne koncentratory słoneczne staną się bardziej dostępnym rozwiązaniem w kwestii systemów szklenia budyn-

ków. Można stwierdzić, że luminescencyjne koncentratory słoneczne, ze względu na swoje właściwości estetyczne, funkcjonalne i ekonomiczne oraz środowiskowe, mają poten-

Tab. 4. Wybrane przykłady w kontekście roli wykorzystania koncentratorów słonecznych w architekturze. Opracowanie własne

		ROLA LUMINESCENCYJNYCH KONCENTRATORÓW SŁONECZNYCH W ARCHITEKTURZE		
		FUNKCJONALNY I EKONOMICZNY	ESTETYCZNY	ŚRODOWISKOWY
WYBRANE PRZYKŁADY	SZKLARNIA	Stworzenie samowystarczalnej szklarni, która pozyskuje potrzebną energię i wykorzystuje ją do czynności mechanicznych	Ze względu na kolorystykę szklarnie są charakterystycznym elementem przestrzeni, który przyciąga uwagę	Zapewnienie roślinom optymalnych warunków do ich rozwoju
	WIATA PRYZSTANKOWA	Prócz oczywistej spełnianej funkcji przystanku autobusowego wiata może stać się elementem, który w przestrzeni publicznej zapewni dostawę energii potrzebnej np. do ładowania smartfona lub elektrycznego roweru	Użyte rozwiązania oparte na LSC znacznie uatrakcyjniają przestrzeń wiaty autobusowej	Użycie zrównoważonej energii
	INTELIĞENTNE SZKŁO	Optymalizacja kosztów związanych z zapotrzebowaniem na energię elektryczną w gospodarstwach domowych. Automatyczne dostosowywanie środowiska w celu poprawy komfortu użytkowników	Zintegrowanie technologii w elementy architektury	Użycie zrównoważonej energii, optymalizacja użycia mechanicznego ogrzewania lub klimatyzowania budynków



Rys. 4. Schemat działania inteligentnych okien. Opracowanie własne

cja, by na szerszą skalę zaistnieć w środowisku architektonicznym. Dodatkowo, zamiast konkurować z rozwiązaniami fotowoltaicznymi opartymi na krzemie czy perowskitach, mogą stanowić ich uzupełnienie, z potencjałem do stosowania w obszarach, w których tradycyjna fotowoltaika się nie sprawdza. Luminescencyjne koncentratory słoneczne mają więcej możliwości niż ograniczeń związanych z ich zastosowaniem, co świadczy o dużym potencjale zastosowania ich w nowoczesnych i zrównoważonych energetycznie rozwiązaniach architektonicznych.

Bibliografia:

- [1] Badanie świadomości i zachowań ekologicznych mieszkańców Polski (badanie trackingowe, Ministerstwo Klimatu i Środowiska, (2020)
- [2] Weber W. H. & Lambe J., Luminescent greenhouse collector for solar radiation. „Applied Optics” 15, 2299–2300 (1976).
- [3] Goetzberger A., Greube W., Solar energy conversion with fluorescent collectors. „Applied physics” 14, 123–139 (1977).
- [4] Verbunt P., Debije M., Thirty Years of Luminescent Solar Concentrator Research: Solar Energy for the Built Environment. „Advanced Energy Materials” 2, 12–35 (2012).
- [5] Hosseinmardi A., Annamalai P.K., Kumar P., Patel R., Review on Colloidal Quantum Dots Luminescent Solar Concentrators. „Chemistry Select” 6, 4948–4967 (2021).
- [6] Traverse C.J., Pandey R., Barr M.C. i in., Emergence of highly transparent photovoltaics for distributed applications. „Nature Energy” 2, 849–860 (2017).
- [7] Carlos C.P.A., Correia S.F.H., Martins M., Savchuk O.A., Coutinho J.A.P., Ferreira André P.S., Nieder J.B., Ventura Sônia P.M., Ferreira R.A.S., Environmentally friendly luminescent solar concentrators based on optically efficient and stable green fluorescent protein. „Green Chemistry” 22, 4943–4951 (2020).
- [8] Meinardi F., Bruni F., Brovelli S., Luminescent solar concentrators for building-integrated photovoltaics. „Nature Reviews Materials” 2, 17072 (2011).
- [9] Schiphorst J., Cheng M.L.M.K.H.Y.K., Heijden M., Hageman R.L., Bugg E.L., Wagenaar T.J.L., Debije M.G., Printed luminescent solar concentrators: Artistic renewable energy. „Energy & Buildings” 207, 109625 (2020).
- [10] www.universityofcalifornia.edu/news/solar-greenhouse-could-change-way-we-eat/ [dostęp: 24.08.2021].
- [11] www.ucscscienotes.com/feature/making-greenhouses-greener-by-making-them-magenta/ [dostęp: 24.08.2021].

- [12] www.eni.com/en-IT/smart-home/luminescent-solar-concentrator.html/ [dostęp: 24.08.2021].
- [13] www.eni.com/en-IT/smart-home/smart-window-eni.html/ [dostęp: 24.08.2021].
- [14] www.guidafinestra.it/smartwindow-domal-alla-milano-design-week/ [dostęp: 24.08.2021].

DOI: 10.5604/01.3001.0015.4173

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Labus Agnieszka, Brzęczek-Szafran Alina, Goleśna Agata, Nikodem Julia, Łagan Bartosz, Undas Karol, 2021, Wykorzystanie luminescencyjnych koncentratorów słonecznych w rozwiązaniach architektonicznych, „Builder” 11 (292). DOI: 10.5604/01.3001.0015.4173

Streszczenie: Artykuł dotyczy charakterystyki i zastosowania luminescencyjnych koncentratorów słonecznych LSC (ang. Luminescent Solar Concentrator) w rozwiązaniach architektonicznych. Opisano metodę działania koncentratorów luminescencyjnych oraz wskazano kierunki ich zastosowania. Poruszone zostały kwestie wykorzystania luminescencyjnych koncentratorów i związane z tym możliwości rozwoju energii odnawialnej w rozwiązaniach architektonicznych. W oparciu o studium przypadku opisano wybrane projekty rozwiązań architektonicznych z użyciem technologii opartej na luminescencyjnych koncentratorach słonecznych. Efektem artykułu jest zidentyfikowanie obszarów w zakresie wykorzystania luminescencyjnych koncentratorów słonecznych w rozwiązaniach architektonicznych.

Słowa kluczowe: luminescencyjne koncentratory słoneczne, energia odnawialna, nowe technologie, studium przypadku, architektura słoneczna, architektura zrównoważona, pozyskiwanie energii, fotowoltaika

Abstract: USE OF LUMINESCENT SOLAR CONCENTRATORS IN ARCHITECTURAL SOLUTIONS. The article concerns the characteristics and application of Luminescent Solar Concentrators (LSC) in architectural solutions. The method of operation of luminescent concentrators was described and the directions of their application were indicated. The issues of the use of luminescent concentrators and the related opportunities for the development of renewable energy in architectural solutions were discussed. Based on a case study, selected designs of architectural solutions with the use of technology based on luminescent solar concentrators were described. The result of the article is to identify areas in the use of solar luminescent concentrators in architectural solutions.

Keywords: luminescent solar concentrators, renewable energy, new technologies, case study, solar architecture, sustainable architecture, gain energy, photovoltaic

Projekt finansowany przez program „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza” na Politechnice Śląskiej w ramach IV konkursu kształcenia zorientowanego projektowo - PBL pt. „Chemia w architekturze - w poszukiwaniu koncepcji architektoniczno-urbanistycznych z wykorzystaniem innowacyjnych rozwiązań z obszaru organicznej elektroniki na terenie miast GZM”.