

Analiza okulograficzna w postrzeganiu elementów wnętrza architektonicznego



prof. dr hab. inż. arch.
AGATA BONENBERG
Politechnika Poznańska
Wydział Architektury
ORCID: 0000-0003-1618-4417



dr sztuki
BARBARA LINOWIECKA
Politechnika Poznańska
Wydział Architektury
ORCID: 0000-0003-0896-3971

Artykuł przedstawia badania nad postrzeganiem przestrzeni architektonicznej z wykorzystaniem eye trackingu oraz ich znaczenie dla dziedziny architektury i projektowania wnętrz. Wyniki badań pozwalają zaobserwować, które cechy lub elementy wnętrza przyciągają uwagę badanych osób i jak przyjęty kadr wpływa na procesy poznawcze zachodzące podczas oglądania przestrzeni architektonicznej.

Projektowanie współczesnych wnętrz architektonicznych jest procesem wymagającym uwzględnienia wielu czynników: ergonomii, estetyki i funkcjonalności. Kluczowym elementem decydującym o akceptacji wnętrza przez użytkowników jest jego postrzeganie w wymiarze kompozycyjno-estetycznym. Aby zapewnić użytkownikom wygodę i komfort, projektanci muszą uwzględniać nie tylko potrzeby funkcjonalne, ale także aspekty psychologiczne i emocjonalne związane z postrzeganiem przestrzeni wnętrza [1], [2].

Rozwój i udoskonalenie metod badawczych z zakresu neuromarketingu [3], neuroprojektowania [4] i neuronauki [5] spowodował wzrost wykorzystania metod i narzędzi dla nich charakterystycznych w celu osiągnięcia jak najlepszych rezultatów w architekturze wnętrza. Jednym z takich narzędzi, które umożliwiają zrozumienie fizycznych

mechanizmów postrzegania przestrzeni architektonicznej, jest *eye tracking* (okulografia) – technika śledzenia ruchu gałek ocznych za pomocą urządzenia monitorującego – eye trackera. System gałek ocznych jest bezpośrednio związany z percepcją wzrokową, a czynności i zachowania większości ludzi nie można od niej oddzielić, w związku z tym badania pomiaru reakcji na bodźce wzrokowe stanowią skuteczną źródło informacji [6], [7], [8], [9].

Przedmiotem badania jest wnętrze holu głównego budynku Wydziału Architektury i Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej jako ważnej przestrzeni edukacji i ekspozycji.

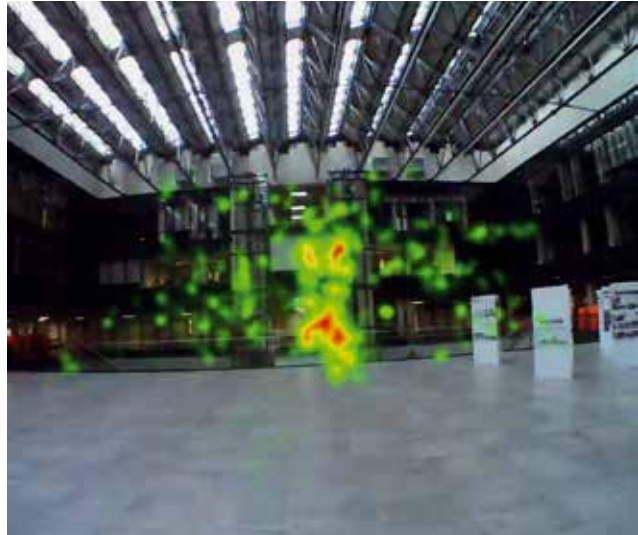
Celem badania jest określenie cech i elementów wnętrza architektonicznego, które najefektywniej przyciągają wzrok użytkowników, przy uwzględnieniu miejsca obserwacji kadru.

Tab. 1. Zestawienie cech i elementów wnętrza architektonicznego z informacjami dotyczącymi kadru i oceną koncentracji *heat map*; źródło: oprac. autorki

Oceniany kadr	Cechy i elementy wnętrza architektonicznego	Stopień koncentracji <i>heat map</i>
<p>KADR 1.</p> <p>Symetryczny, osiowy, widok z perspektywy człowieka</p>	<p>Główne źródła oświetlenia</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ekran multimedialny umieszczony osiowo (zgodnie z linią wzroku) ■ Iluminacja Logo Politechniki Poznańskiej światłem sztucznym umieszczona osiowo ■ Przenikające liniowo ze świetlików sufitowych światło naturalne zgodnie z kierunkiem obserwacji <p>Elementy barwne</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Barwne meblowanie w ustawieniu swobodnym <p>Elementy kompozycji architektonicznej wnętrza</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Elementy dominujące, czyli szyby windowe, podkreślają symetrię ■ Akcenty wnętrza w postaci ekspozycji plansz studenckich rozmieszczone swobodnie ■ Rytm okładzin ściennych wzmacnia symetrię i osiowość 	<p><i>Heat map</i> ma charakter skoncentrowany. Zdecydowany akcent na osi symetrii</p>
<p>KADR 2.</p> <p>Swobodny, ujęcie narożnikowe, widok z perspektywy człowieka</p>	<p>Główne źródła oświetlenia</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ekran multimedialny poza polem widzenia ■ Źródła światła sztucznego na poziomie parteru ■ Światło naturalne – przenikające liniowo w poprzek kierunku obserwacji <p>Elementy barwne</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Barwne meblowanie w ustawieniu swobodnym <p>Elementy kompozycji architektonicznej wnętrza</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Elementy dominujące, czyli szyby windowe w ujęciu swobodnym, narożnym ■ Akcenty wnętrza w postaci ekspozycji plansz studenckich rozmieszczone swobodnie ■ Rytm okładzin ściennych w ujęciu swobodnym, narożnym 	<p><i>Heat map</i> jest rozproszona. Akcent na elementach barwnych oświetlonych światłem sztucznym</p>



Rys. 1. Zdjęcie badanej przestrzeni architektonicznej – kadr 1.
Źródło: Eye tracker Pupil Invisible; źródło: oprac. autorki



Rys. 2. Heat map (mapa cieplna) – kadr 1.
Źródło: Eye tracker Pupil Invisible; źródło: oprac. autorki



Rys. 3. Heat map white (mapa cieplna biała) – kadr 1.
Źródło: Eye tracker Pupil Invisible; źródło: oprac. autorki



Rys. 4. Heat map black (mapa cieplna czarna) – kadr 1.
Źródło: Eye tracker Pupil Invisible; źródło: oprac. autorki

Metodyka

Aby osiągnąć tak nakreślony cel badawczy, porównano dwa ujęcia tego samego wnętrza holu głównego budynku Wydziału Architektury i Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej: ujęcie symetryczne oraz ujęcie swobodne z perspektywy człowieka. Za wyznacznik stopnia „mocy” oddziaływania poszczególnych cech i elementów wnętrza architektonicznego uznano stopień koncentracji mapy cieplnej (*heat map*), będącej wynikiem badania urządzeniem *eye tracker*.

Do najistotniejszych cech i elementów wnętrza architektonicznego zaliczono:

- **Źródła oświetlenia:**

- Ekran multimedialny, który w kadrze 1 obserwowany jest osiowo, zgodnie z linią wzroku, a w kadrze 2 obserwowany po prawej stronie.
- Iluminacja logo Politechniki Poznańskiej światłem sztucznym, która w kadrze 1 obserwowana jest osiowo, zgodnie z linią wzroku, a w kadrze 2 obserwowana po prawej stronie.
- Przenikające liniowo ze świetlików sufitowych światło naturalne, w kadrze 1 podkreśla osiowość widoku, w kadrze 2 zorientowane w poprzek linii obserwacji.

- **Elementy barwne.**

- Barwne umeblowanie w ustawieniu swobodnym dla obu kadrów.

- **Elementy kompozycji architektonicznej wnętrza.**

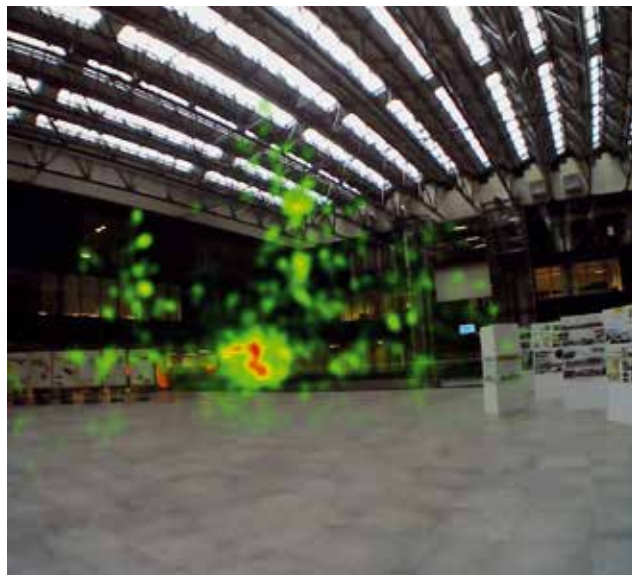
- Elementy dominujące, czyli szyby windowe w kadrze 1 podkreślają jego symetrię.
- Akcenty wnętrza w postaci ekspozycji plansz studenckich rozmieszczone są swobodnie dla obu ujęć.
- Rytm okładzin ściennych w kadrze 1 wzmacnia symetrię i osiowość.

Kluczowe dane dotyczące śledzenia wzroku obejmują punkty patrzenia, fiksację, czas jej trwania, zakres zainteresowania oraz czas trwania całego badania. Miary te pozwalają na weryfikację z bliskiej odległości wzorców wzrokowych przez osoby o różnym poziomie sprawności poznawczej. Przedstawione w wynikach badania mapy cieplne (*heat maps*), uzyskane dzięki korzystaniu z oprogramowania iMotions, obrazują wizualnie wynik badania, czyli graficznie przedstawiają skupienie wizualne grupy uczestników w tym samym czasie. *Heat maps* ukazują wysoki poziom zainteresowania wzrokowego oraz większą liczbę fiksacji kolorem czerwonym, zaś kolorem zielonym i żółtym niższy poziom zainteresowania oraz mniejszą liczbę fiksacji. Fragmenty obrazu bez zabarwienia świadczą o zerowej lub bardzo małej ilości fiksacji. W tym badaniu wykorzystano dobrowolną próbę 4 (N=4), która





Rys. 5. Zdjęcie badanej przestrzeni architektonicznej – kadr 2.
Źródło: Eye tracker Pupil Invisible; źródło: oprac. autorki



Rys. 6. Heat map (mapa ciepła) – kadr 2.
Źródło: Eye tracker Pupil Invisible; źródło: oprac. autorki



Rys. 7. Heat map white (mapa ciepła biała) – kadr 2.
Źródło: Eye tracker Pupil Invisible; źródło: oprac. autorki



Rys. 8. Heat map black (mapa ciepła czarna) – kadr 2.
Źródło: Eye tracker Pupil Invisible; źródło: oprac. autorki

składała się z czterech sędziów, kompetentnych pracowników naukowych Wydziału Architektury Politechniki Poznańskiej. Badanie zostało przeprowadzone przy użyciu mobilnego eye trackera Pupil Invisible producenta Pupil Labs i jeden pomiar dokonywany był w czasie 30 sekund. Ze względu na możliwość zakłócenia wyniku badania poprzez zmiany dystansu do elementów wyposażenia wnętrza ustalono jeden punkt prowadzenia badania. Wszyscy uczestnicy zostali poproszeni o przeprowadzenie obserwacji dwóch kadrów holu głównego Wydziału Architektury Politechniki Poznańskiej (rys. 1., rys. 5.). Celem badania było zidentyfikowanie obszarów przyciągających uwagę oraz ocena poziomu skupienia uwagi na danym elemencie obrazu.

Wyniki badań

W wyniku przeprowadzonego badania zebrano dane dotyczące sposobu, w jaki uczestnicy badania patrzyli na dwa kadry holu głównego Wydziału Architektury Politechniki Poznańskiej. Zebrane dane, stanowiące wynik badania, wskazują na trzy kluczowe elementy, które przyciągają największą uwagę uczestników: światło i treści wizualne, konfiguracje architektoniczne oraz oś symetrii obserwowanego kadru.

Te ścieżki percypowania przestrzeni stanowią ważny komunikat dla przyszłego projektanta.

Światło i treści wizualne, takie jak dynamiczne, jasne formy, oświetlone tablice informacyjne oraz podświetlone ekrany LCD, były pierwszymi elementami, które przyciągały wizualną uwagę uczestników badania. Konfiguracje kierunkowe, takie jak rytmiczne elementy konstrukcyjne i narożniki ścian, które są świadectwem porządku architektonicznego, również zdecydowanie przykuwały wzrok uczestników. Trzecim elementem, który został zobrazowany w wyniku badania, była oś symetrii obserwowanego kadru. Mimo iż wzorce fiksacji wskazywały wyraźnie na konfiguracje kierunkowe jako dominujące w odbiorze wnętrza przez respondentów, świetlisty i rytmiczny sufit nie został przez nich dostrzeżony. Ostatecznie przedstawione mapy ciepłne, które agregują dane dotyczące wielu uczestników badania, pokazują, co było najczęściej obiektem ich obserwacji. Im jaśniejszy (czerwony) obszar, tym większa koncentracja wzrokowa w danym miejscu. Dzięki tym mapom możemy w łatwy sposób dostrzec, które elementy przyciągają uwagę najbardziej i które z nich są najważniejsze w odbiorze wnętrza.

Wnioski

Badanie okulograficzne (*eye tracking*) pozwoliło na wskazanie elementów wizualnych, które przyciągają uwagę użytkowników przestrzeni. Analiza wyników pokazała, że jasne, symetryczne obszary o wysokim kontraście w obserwowanych przestrzeniach architektonicznych, takie jak dynamiczne, jasne formy, oświetlone tablice informacyjne, podświetlone ekrany LCD, narożniki ścian oraz wybrane konfiguracje architektoniczne, są w stanie przyciągnąć wzrok użytkowników przestrzeni w pierwszej kolejności. To powoduje, że na tych elementach skupiają swoją uwagę i poświęcają im więcej czasu. Analiza *heat maps* (map ciepłych) pozwoliła na agregację danych dotyczących wielu respondentów, co pozwoliło na zidentyfikowanie obszarów, na które najczęściej spoglądali. Światło, symetria oraz kierunkowe konfiguracje, takie jak narożniki ścian, okazały się dominujące w odbiorze wnętrza przez uczestników badania.

Wnioski z badań okulograficznych, wykorzystywane już od lat w wielu dziedzinach: w psychologii, medycynie, informatyce, edukacji, kartografii i neuromarketingu oraz w innych badaniach naukowych, można z powodzeniem stosować w projektowaniu wnętrz, które wykorzystuje przede wszystkim nasz zmysł wzroku.

Architekci mogą wykorzystywać okulografię, aby tworzyć bardziej przyjazną architekturę, projekty, które lepiej odpowiadają na deklarowane i ukryte potrzeby klientów, mając na uwadze użytkowników o rozmaitych oczekiwaniach, a w szczególności osoby o wielorakich deficytach natury komunikacyjnej.

Bibliografia

- [1] Bruno N., 2022, Multisensory perception: implications for architecture and interior design. In *Conscious Dwelling: For Transdisciplinary Cityscapes*, Cham: Springer International Publishing, s. 163–178.
- [2] Lee K., 2022, The Interior Experience of Architecture: An Emotional Connection between Space and the Body, „Buildings”, 12(3), s. 326.
- [3] Cardoso L., Chen M.M., Araujo A., de Almeida G.G.F., Dias F., Moutinho L., 2022, Accessing neuromarketing scientific performance: research gaps and emerging topics, „Behavioral Sciences”, 12(2), s. 55.
- [4] von Thienen J., Kolodny O., Meinel C., 2023, Neurodesign: The Biology, Psychology, and Engineering of Creative Thinking and Innovation. In *Brain, Decision Making and Mental Health*, Cham: Springer International Publishing, s. 617–659.
- [5] Storgaard E., Michels M., Somers I., 2022, Towards Responsive Interiors: Practicing Neuroscience-Informed Design Approaches in Interior Design Education, „Interiority”, 5(1), s. 5–26.
- [6] Wang Z.Y., Cho J.Y., 2022, Older Adults' Response to Color Visibility in Indoor Residential Environment Using Eye-Tracking Technology, „Sensors”, 22(22), 8766.
- [7] Tuszyńska-Bogucka W., Kwiatkowski B., Chmielewska M., Dzienkowski M., Kocki W., Pelka J., Galkowski D., 2020, Wpływ projektowania wnętrz na dobre samopoczucie – analiza eye trackingowa w określaniu doznań emocjonalnych przestrzeni architektonicznej. Badanie ankietowe przeprowadzone na grupie wolontariuszy z Lubelszczyzny we wschodniej Polsce, „Annals of Agricultural and Environmental Medicine”, 27 (1).
- [8] Berni A., Nezzi C., Ruiz-Pastor L., Altavilla S., Kofler I., Borgianni Y., 2022, Exploring People's Visual Perception and Its Impact on Evaluation of a Tiny House Prototype Using Eye Tracking Technology. In *Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing IV: Proceedings of the International Joint Conference on Mechanics, Design Engineering & Advanced Manufacturing, JCM 2022, June 1-3, 2022, Ischia, Italy*, Cham: Springer International Publishing, s. 1471–1482.
- [9] Mahmoud N.S., Affi E., Abdo U.A., 2022, Using Eye-tracking tools in the visual assessment of architecture, „Engineering Research Journal-Faculty of Engineering (Shoubra)”, 51(3), s. 163–174.

DOI: 10.5604/01.3001.0053.8680

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Bonenberg Agata, Linowiecka Barbara, 2023, Analiza okulograficzna w postrzeganiu elementów wnętrza architektonicznego, „Builder” 10 (315).
DOI: 10.5604/01.3001.0053.8680

Streszczenie: Artykuł przedstawia badania nad postrzeganiem przestrzeni wnętrz architektonicznych z wykorzystaniem technologii *eye tracking* (badania okulograficzne). W badaniach użyto systemu śledzenia ruchu gałek ocznych w celu pomiaru reakcji wzroku na zróżnicowane bodźce. Celem badania jest określenie cech i elementów wnętrza architektonicznego, które najefektywniej przyciągają wzrok użytkowników przy uwzględnieniu miejsca obserwacji – kadru. Aby osiągnąć cel badawczy, porównano dwa ujęcia tego samego wnętrza holu głównego budynku Wydziału Architektury i Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej. Przedstawione w wynikach badania *heat maps* (mapy ciepłe) zobrazowały skupienie uwagi grupy uczestników w tym samym czasie i pozwoliły na weryfikację wzorców wzrokowych różnych osób. Analiza wyników pokazała, że jasne obszary o wysokim kontraście w obserwowanych przestrzeniach architektonicznych, takie jak dynamiczne, jasne formy, oświetlone tablice informacyjne, podświetlone ekrany LCD, narożniki ścian oraz wybrane konfiguracje architektoniczne, są w stanie przyciągnąć wzrok użytkowników przestrzeni w pierwszej kolejności. To powoduje, że na tych elementach skupiają swoją uwagę i poświęcają im więcej czasu. Narożniki ścian okazały się dominujące w odbiorze wnętrza przez uczestników badania. Istotną determinantą był również kadr – kompozycja symetryczna widoku powodowała silniejsze skupienie uwagi w osi widoku.

Słowa kluczowe: śledzenie ruchu gałek ocznych, wnętrza architektoniczne, badanie okulograficzne, percepcja wizualna

Abstract: AN EYE TRACKING ANALYSIS IN PERCEPTION OF ARCHITECTURAL INTERIORS.

The article presents research on the perception of architectural interior spaces using eye tracking technology. The study uses an eye tracking system to measure eye response to diverse stimuli. The aim of the study is to identify the features and elements of architectural interiors that most effectively attract the users' gaze, taking into account the place of observation - the frame. In order to achieve the research goal, two shots of the same interior of the main lobby of the Faculty of Architecture and Management Engineering building of Poznan University of Technology were compared. The heat maps presented in the study results illustrate the focus of attention of a group of participants at the same time and allowed verification of the visual patterns of different people. Analysis of the results showed that bright areas of high contrast in the observed architectural spaces, such as dynamic, bright forms, illuminated signs, backlit LCD screens, wall corners and selected architectural configurations, are able to attract the eyes of space users first. This causes them to focus their attention on these elements and spend more time on them. The light corners of the walls, proved to be dominant in the perception of the interior by the survey participants. Framing was also an important determinant - the symmetrical composition of the view caused a stronger focus of attention in the axis of the view.

Keywords: eye tracking, architectural interior, eye tracking test, visual perception