



DOI: 10.21005/pif.2023.56.B-03

OCULOGRAPHIC STUDY ON GREENERY IN INTERIORS OF PUBLIC LIBRARIES

OKULOGRAFICZNE BADANIE ZIELENI WE WNĘTRZACH BIBLIOTEK PUBLICZNYCH

Agata Bonenberg

Prof. dr hab. inż. arch.

Author's Orcid number: 0000-0003-1618-4417

Director of the Institute of Interior Architecture and Industrial Design
Poznan University of Technology, Poland | The Faculty of Architecture

Weronika Wlazły

mgr inż. arch.

Author's Orcid number: 0000-0001-8977-1087

Poznan University of Technology, Poland | The Faculty of Architecture

ABSTRACT

The concept of biophilic design aims to restore the relationship between humans and nature in the spaces we live in. The study presented in the article concerns public library spaces in which natural greenery was introduced as an integral part of the interior design. The analysis involves quantitative observation with an eye-tracking device. The results demonstrate the rate of observed fixation points presented as heat maps, which describe the connection between the presence of greenery in the interiors and the observers' viewing track. The presented conclusions on desirable qualities and composition of greenery in the interior are applicable in the interior architecture.

Key words: biophilic design, interior design, public libraries interiors, eye tracking study, greenery in interior, eye-tracking (oculographic) device.

STRESZCZENIE

Koncepcja projektowania biofilnego ma na celu przywrócenie relacji między człowiekiem a naturą w przestrzeniach, w których żyjemy. Przedstawione w artykule badanie dotyczy przestrzeni bibliotek publicznych, w których naturalna zieleń została zaprojektowana jako integralna część projektu wnętrza. Analiza opiera się na badaniu ilościowym z wykorzystaniem urządzenia śledzącego wzrok (*eye-tracking device*). Wyniki przedstawiają intensywność występowania punktów fiksacji wzroku przedstawione jako mapy ciepła (*heat-maps*), które opisują związek pomiędzy obecnością zieleni we wnętrzu a ścieżką wzroku obserwatorów. Przedstawione wnioski co do pożądanych cech i kompozycji zieleni we wnętrzu mają charakter aplikacyjny w architekturze wnętrz.

Słowa kluczowe: projektowanie biofiliczne, projektowanie wnętrz, wnętrza bibliotek publicznych, badanie okulograficzne, zieleń we wnętrzach, urządzenie do eyetrackingu (okulograficzne).

1. INTRODUCTION

According to data presented by The World Bank, 56% of all human beings, or 4.4 billion people, currently live in urban areas (The World Bank, 2023). A study published by E. Sunquist in an article entitled *'Urbanisation and incidence of psychosis and depression: Follow-up study of 4.4 million women and men in Sweden'* indicates that living in an urban area increases the risk of mental illness; the risk of depression is 20% higher for people living in an urban area compared to those living in a rural area (Sunquist et al. 2004). The reason for this is complex. In the urban environment, three factors are cited for this phenomenon: reduced access to green spaces, high level of noise, and air pollution (Mechelli 2019). The first factor, reduced access to green spaces, leads to a disruption of the original relationship between humans and nature. The answer to this problem is biophilic design and its 14 patterns (Browning et al. 2014). The following study focuses on exploring one of the patterns - Visual Connection with Nature, which is a view to elements of nature, living systems, and natural processes.

Contact with the interiors of public spaces such as public libraries, shopping centres, universities and others is an important part of everyday urban life. Introducing biophilic design patterns into these interiors has the potential to positively affect urban residents and their mental health. The aim of this study is to verify the most effective way to arrange greenery in public interiors based on an analysis of different greenery layouts in interiors of public libraries. In addition to the analysis of literature, an eye-tracker study was conducted to investigate the topic

2. METHODOLOGY

The methodology of the study is based on:

- an analysis of the literature on biophilic architecture and oculographic research
- quantitative oculographic research on a group of 10 people using a mobile eye-tracker
- interior analysis: comparative studies of graphical representation,

2.1 Literature analysis

The analysis of the literature was conducted along two lines. Firstly, the state of the art of architectural research employing an eye-tracker was analysed. This allowed us to justify the adoption of the oculographic research method as an approach to the study of architecture and interior design. Secondly, a literature review of available research was conducted, searching for keywords related to biophilic design and its application in public interiors. The selected literature focused on such spaces as public libraries, schools, universities, and workplaces. Among the analysed works, there was original research aimed at investigating the impact of biophilic design on users of specific interiors, and review articles.

Bibliographic items which are literature reviews are summarised with guidelines for the application of biophilic design in the analysed interiors (Peters et al. 2020, Lee et al. 2018). Both publications mention the introduction of nature into interiors but do not elaborate on how it should be arranged. Publications containing research in the field of biophilic design in school and workplace interiors generally focus on the impact of the presence of greenery on users as one of the patterns of biophilic design. Authors agree that the impact is positive: it can increase productivity (Qin-ghua et al. 2021), enhance visual attention among children (Fadda et al. 2023), and reduce stress and fatigue (Sanchez et al. 2018). One study examined the multisensory impact on the user, and the results highlighted the importance of the impact of greenery through all the senses (Aristi-zabal et al. 2021). The publications under review do not provide guidance on how to arrange greenery in the most effective way, with the exception of an article *'A quantitative study for indoor workplace biophilic design to improve health and productivity performance'*, Journal of Cleaner Production, where the optimal percentage of greenery in an interior was examined. The study has indicated the optimal amount of greenery in

the workplace as 12%, suggesting that from 20% onwards, the amount of greenery is overwhelming (Qinghua Lei et al. 2021). It is worth noting that this percentage may vary depending on the function of the space in question. What is not available among the existing studies is an analysis of how the impact of greenery on the user changes depending on how it is arranged.

Tab. 1. Summary of the most relevant bibliographic references analysed. Source: authors

Bibliographic reference (author, year, title)	Original research / Review	Type of interior analysed
Fadda, R.; Congiu, S.; Roeyers, H.; Skoler, T. (2023) <i>Elements of Biophilic Design Increase Visual Attention in Preschoolers</i>	Original research	Schools
Lee, H. C., and Park, S. J. (2018). <i>Assessment of importance and characteristics of biophilic design patterns in a children's library</i>	Review	Libraries
Peters, Terri, and Kristen D'Penna (2020) <i>Biophilic Design for Restorative University Learning Environments: A Critical Review of Literature and Design Recommendations</i>	Review	Universities
Qinghua Lei, Chao Yuan, Stephen Siu Yu Lau (2021) <i>A quantitative study for indoor workplace biophilic design to improve health and productivity performance</i>	Original research	Workplaces
Sanchez, J. A., Ikaga, T., and Sanchez, S. V. (2018). <i>Quantitative improvement in workplace performance through biophilic design: A pilot experiment case study</i>	Original research	Workplaces
Sara Aristizabal, Kunjoon Byun, Paige Porter, Nicholas Clements, Carolina Campanella, Linhao Li, Aidan Mullan, Shaun Ly, Araliya Senerat, Ivan Z. Nenadic, William D. Browning, Vivian Loftness, Brent Bauer, (2021) <i>Biophilic office design: Exploring the impact of a multisensory approach on human well-being</i>	Original research	Workplaces

The use of oculographic research appears in many publications on biophilic design. Also, an eye-tracker was used in several of the studies reviewed. In a study by Fadda et al. (2023), a research group of preschool children was shown a sequence of photographs, one with the presence of plants near the screen and the other without the presence of plants. The study verified the attention paid to the presented images and showed that, in the presence of plants, the children were focused on the presented images for longer. Qinghua Lei et al. (2021) conducted a multisensory study where an oculographic test was carried out to verify the correlation of the results with respondents' incidence of looking at the greenery in the tested space. The total fixation time did not show any association with the measured variation in the amount of greenery in the interior, but the authors noted the small study group and lack of age variation among the respondents.

The reviewed literature related to oculographic studies of architecture and interior design has demonstrated the validity of using photography for research employing an eye tracker. This was confirmed by Lisińska et al. 2020, who, on the basis of a literature review and oculographic research of photographs of contemporary architectural objects in Cologne, proved the possibility of using an eye-tracker for architectural research. The authors show, among other things, that it is possible to identify eye-catching and eye-diverting elements in a setting by examining the eye-tracker data. Similarly, in the research contained in the article '*Changes in the perception of a presbytery with a different nave length. Funnel church in eye tracking research*' (Rusnak, Chmielewski, Szewczyk, 2019), and '*How observers perceive the verticality of a gothic cathedral interior along with the change of its height?*' (Rusnak, Chmielewski, Szewczyk, 2019). Furthermore, this method has been used, among others,

to study the interior of a Gothic cathedral (Rusnak et al. 2018), or the urban space of the Rabka Zdrój health resort (Lisińska et al. 2018). All the above-mentioned studies were conducted on the basis of images projected on a screen. In addition, studies using eye-trackers in real environments, especially in urban spaces, are presently underway, e.g. Hollander et al. (2019).

2.2 Oculographic test

The conducted eye-tracker test belongs to the quantitative research group. It was carried out at the Faculty of Architecture of Poznan University of Technology using Pupil Invisible Glasses, a mobile eye-tracker. The results were compiled using iMotions 9.3 software. The research group consisted of 10 adult women, representatives of Generation Z aged 22-26 with basic knowledge of interior design. Those taking part in the study were informed about the research procedure. They were not informed what the purpose of the study was and what type of graphic material would be presented for evaluation in order to remain neutral to the images shown. Each participant viewed 6 images, one at a time, each for 30 seconds, with 5-second breaks between images. The graphic materials were not previously known to the female respondents, during the study they saw them for the first time. The respondents had identical surroundings for the study, each study was conducted in the same room with the same, low light intensity. Respondents stood at a distance of 3 metres from the screen onto which the image from Toshiba projector was projected.

Aim of the study

The aim of the study was to identify the gaze paths and fixation frequencies of the respondents in order to determine whether and to what extent greenery attracts attention in an architectural interior. A secondary aim was to identify differences and similarities between gaze fixation points for different greenery arrangements. The information obtained can thus assist designers in selecting the volume and arrangement of the greenery for its maximum noticeability.

Criteria for the selection of images

The images used in the study represent completed interiors of public libraries in which greenery, whilst playing a substantial role in the architectural interior, is an integral part of the design. For this purpose, the researchers selected images of passageways and lending spaces featuring pre-designed greenery. The criterion of geographical location was not taken into account; the libraries under study are located all over the world. The greenery there meets the following criteria:

- it was established in spaces already provided for at the design stage for the building;
- it constitutes an important design element of the architectural interior, e.g. it is a wall, an accent, or a dominant feature;
- it is located in such a way that visual contact with it is maintained during the use of the main functions of the library, e.g. shared spaces, passageways, or reading rooms, and is positioned in viewing axes and openings;
- furthermore, well-thought-out composition of greenery was considered an important distinctive feature affecting its perception. (Table 2 last column).

When selecting images for the research, the following types of greenery arrangement were distinguished: hanging greenery, green islands, and green walls. It was noted that depending on their location, a different compositional function was fulfilled. Hanging greenery constitutes accents or artifacts, while green islands perform a dominant function in the interior by affecting the arrangement of the floors (The Royal Library in Copenhagen). The third type of application features green walls creating architectural planes of varying texture (fully or partially covered with greenery). The table below provides a summary of the selected images.

Tab. 2 List of images. Source: authors / Zestawienie zdjęć. Źródło: Autorki

Type of greenery arrangement / Aranżacja zieleni	Function of greenery / Funkcja zieleni	Library (name) / Biblioteka (nazwa)	Location (city, country) / Lokalizacja (miasto, kraj)	Image / Zdjęcie	Image composition / Kompozycja zdjęcia
HANGING GREENERY / ZIELEŃ WISZĄCA	accent, decoration / akcent, dekoracja	University Library / Biblioteka Uniwersytecka	Warsaw, Poland / Warszawa, Polska		Symmetrical, axial composition, with predominating vertical divisions. / Kompozycja symetryczna, osiowa, dominują podziały pionowe.
HANGING GREENERY / ZIELEŃ WISZĄCA	accent, decoration / akcent, dekoracja	Woollahra Library	Woollahra, Australia		Asymmetrical composition, the interior architecture is dominated by horizontal divisions. / Kompozycja asymetryczna, w architekturze wnętrza dominują podziały poziome.
GREEN ISLANDS / WYSPI ZIELENI	Furniture / mebel	The Royal Library	Copenhagen, Denmark		Green island as the central element of the composition. Lots of strong variable elements such as colourfully dressed people, or patches of light. / Wyspa zieleni jako centralny element kompozycji. Dużo silnych zmiennych elementów takich jak kolorowo ubrani ludzie, plamy światła.
GREEN ISLANDS / WYSPI ZIELENI	Furniture / mebel	Choa Chu Kang Public Library	Singapore, Singapore		Semi-open composition closed on the left with columns and open at eye level on the right. Curved lines lead into the composition. / Kompozycja półotwarta, domknięta po lewej stronie kolumnami po prawej otwarta na poziomie wzroku. Zakrzywione linie prowadzące w kompozycji.
GREEN WALLS / ŚCIANY ZIELENI	Wall / ściana	Woollahra Library	Woollahra, Australia		Axial perspective featuring a central accent: the dominant architectural element and the staircase in the middle. Other strong elements are the green wall and furniture in the foreground. The colour of the furniture provides a counterpoint to the green wall. / Perspektywa osiowa z centralnym akcentem: dominującym elementem architektonicznym i schodami pośrodku. Pozostałe silne elementy to zielona ściana, meble na pierwszym planie. Kolor mebli jako kontrpunkt dla zielonej ściany.
GREEN WALLS / ŚCIANY ZIELENI	Wall / ściana	Public Library / Biblioteka Publiczna	Warsaw, Poland / Warszawa, Polska		Two-block perspective. The green wall is in the centre, providing the dominant texture in the composition of the passageway. Interior guiding lines lead towards the lift doors. / Perspektywa dwuzbiegowa. W centrum zielona ściana, dominująca faktura w kompozycji przestrzeni komunikacji. Linie prowadzące wnętrza wiodą ku drzwiom windy

Interpretation of oculographic test results

An oculographic examination with an eye-tracker provides information about the user's eye movements. The test results are presented in the form of heat maps, which show the intensity of fixation

within the image. The term 'fixation' describes the stopping of the eyeballs on an object (Duchowski 2017). The number of fixations in a given image is analysed by the iMotions software, outlining areas of varying fixation intensity. Areas where a high number of fixations occurred are marked in red and indicate a high concentration of fixations. Areas that had low levels of fixation are marked in green. All parts of the image where there was no fixation remain transparent - without colour coding.



Fig. 1: Interpretation of the colours on the heat map. Source:by authors

Ryc. 1 Interpretacja kolorów na mapie cieplnej. Źródło: autorki

3. RESULTS

3.2 Oculographic test and graphic synthesis

An eye-tracker study of photographic professional shots of six contemporary public library interiors was conducted with ten research participants who viewed them. This aimed at discovering directions for the arrangement of greenery that raise its noticeability in the interiors and thus amplify its beneficial effects on users.

Each of the six images used in the oculographic study was subjected to a graphic analysis. Digital black and white hand-drawn sketches of the viewed interiors were made using a graphics tablet. These were then completed with the greenery shown in the images, and red colour was used to mark the points of the highest fixation intensity. This is a representation of the final results of the study, as the simple graphic form allowed a synthetic representation.

The results of the study for each library interior with biophilic elements are presented in a sequence of three images. These are: the original photograph (the basis for the examination), the result of the eye-tracker test in the form of a heat-map synthesising the result of the observations of the ten participants in the study, and a graphic representation of the interior with the result of the eye-tracker test plotted. The results are presented in the "Results" section in Figures 2-4, 5-7, 8-10, 11-13, 14-16, 17-19. The type and characteristics of the image composition are described for each case.

Photo 1: University of Warsaw Library

Composition of the photograph: The photograph was taken from a man's perspective and shows the library courtyard. Vertical divisions dominate the composition and a glazed, daylight exterior wall in the centre of the frame is the strongest element. The Library structure is supported by double columns that create rhythmic vertical divisions. Plants on the left side of the courtyard hang from the third floor. Meanwhile, on the right, plants grow around the columns, but there are few of them there.

Analysis of the oculographic test: Attention marginally directed towards greenery. High concentration on the vertical axis of the frame. The gaze on the greenery is distracted. High attention is drawn to elements other than greenery.



Fig. 2 Original photograph of the courtyard of the University of Warsaw Library. Source: Wojtek, 2009 Ryc. 2 Oryginalne zdjęcie dziedzińca Biblioteki Uniwersyteckiej w Warszawie, źródło: Wojtek, 2009



Fig. 3 Heat map showing survey results for 10 respondents. Source: by the authors
Ryc. 3 Mapa cieplna (heat mapa) prezentująca wyniki badań dla 10 respondentów. źródło: Autorki

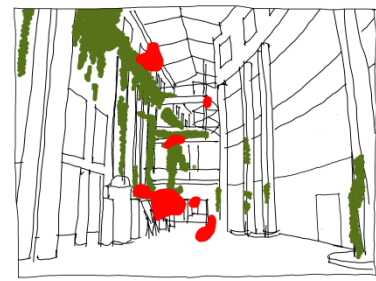


Fig. 4 Graphic analysis of the examined interior with areas of high focus plotted. Compiled by the authors
Ryc. 4 Analiza rysunkowa badanego wnętrza z naniesionymi obszarami dużej uwagi. Opracowanie: Autorki

Photo 2: Woollahra Library

Composition of the photograph: Clear horizontal compositional division defined by mezzanine barriers. Plants surround the guiding lines of the balconies. The greenery is a strong compositional element, with its overhanging stems creating vertical rhythms.

Analysis of the oculographic test: The viewers' attention is distracted. There are no clear high focus points. Most attention is drawn to the right-hand part of the photograph, especially in the zone of the staircase, which is located on an axis that descends towards the vanishing point. The greenery does not strongly attract attention compared to other elements of the interior, as evidenced by the scattered distribution of fixation points.



Fig. 5 Original photograph of Woolahra Library. Source: woollahra.
Ryc.5 Oryginalne zdjęcie Biblioteka Woolahra, źródło: woollahra



Fig. 6 Heat map showing survey results for 10 respondents. Source: by the authors
Ryc.6 Mapa cieplna (heat map) prezentująca wyniki badań dla 10 respondentów. Źródło: Autorki

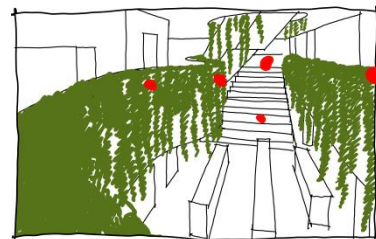


Fig. 7 Graphic analysis of the examined interior. Source: authors
Ryc.7 Analiza rysunkowa badanego wnętrza. Źródło: Autorki

Photo 3: Royal Library in Copenhagen

Composition of the photograph: Green island as the central element of the composition. Lots of strong bright items such as parts of people's clothing, flowers, patches of light. The green island has a double function. It serves as a bench and thus gains the function of a piece of furniture in the interior. It has the walls of the library as its background, the one with coloured bookshelves, the other white with passageways to the inner corridor.

Analysis of the oculographic test: The attention of most respondents was focused on the green island area. The respondents' fixation points were concentrated there, ultimately giving the island a high level of attention. The most intense areas of fixation were located on the greenery itself or on elements right next to it, contrasting with the greenery. The perception of the greenery was influenced by the light pouring in through the skylights.



Fig.8 Original photograph of Royal Library. Source: work 2020

Ryc.8 Oryginalne zdjęcie Royal Library, źródło: work 2020



Fig.9 Heat map showing survey results for 10 respondents. Source: by the authors

Ryc.9 Mapa cieplna (heat map) prezentująca wyniki badań dla 10 respondentów. Źródło: Autorki



Fig.10 Graphic analysis of the examined interior. Source: authors

Ryc. 10 Analiza rysunkowa badanego wnętrza. źródło: Autorki

Photo 4: Choa Chu Kang Public Library in Singapore

Composition of the photograph: Semi-open composition, closed on the left with columns, open on the right. Guiding lines are used in the composition. The lamps and the sculpture of a girl in the centre provide strong elements. The white walls and ceiling form the background for the green islands. In the upper part of the interior, under the ceiling, there is a row of windows. On the right, bookshelves are visible in the depth. On one of the islands to the left, lamps in the shape of mushrooms have been placed.

Analysis of the oculographic test: The viewers' attention was focused on the central part of the image, with the most intense fixations occurring on the groups of greenery and in the depth of the picture. The shot has many areas of high attention, with a significant proportion being on the green islands.



Fig.11 Original photograph of Choa Chu Kang Public Library, source: Low Jia Ying, 2021

Ryc.11 Oryginalne zdjęcie Biblioteki Choa Chu Kang, źródło: Low Jia Ying, 2021

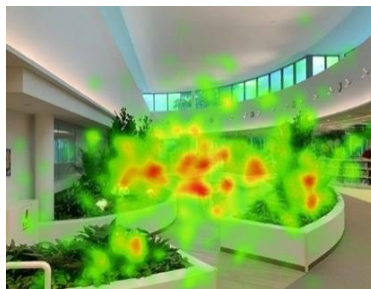


Fig.12 Heat map showing survey results for 10 respondents. Source: by the authors

Ryc.12 Mapa cieplna (heat map) prezentująca wyniki badań dla 10 respondentów. Źródło: opracowanie: Autorki

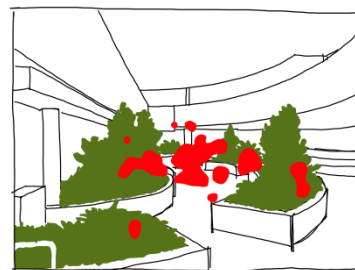


Fig.13 Graphic analysis of the examined interior. Source: authors

Ryc. 13 Analiza rysunkowa badanego wnętrza. Źródło: Autorki

Photo 5: Woollahra Library

Composition of the photograph: Central perspective with staircase in the middle. The oval cutout in the ceiling provides the dominant architectural element. Other strong elements are the green wall and the furniture in the foreground. The green colour of the furniture is a counterpoint to the green wall. The upper part of the photo shows the ceiling with the oval balconette cutout. The green wall is illuminated from above with spotlights and there is an informative sign reading "Returns".

Analysis of the oculographic test: The respondents' attention is clearly focused near the two axes of the photograph: the central vertical axis and the horizon line. The areas of most intense attention are focused on the horizon line. In this view of the library interior, three main areas of high attention can be distinguished, the most important of which is located on the green wall. The second most important is located to the right of it, on a dark, element in the depth, while the third coincides with the central vanishing point. Much of the viewers' attention has been drawn to the green wall, but it centres on the inscription. The second focus was on the greenery; the attention is distributed evenly and represents a low level of fixation (green colour - low attention).

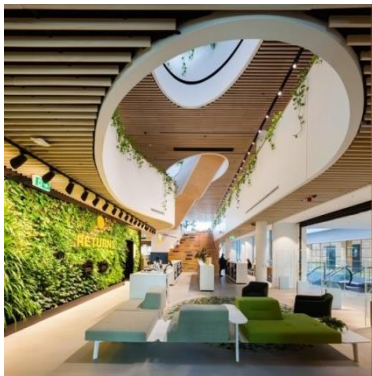


Fig.14 Original photograph of the Woollahra Library courtyard. Source: FDC, 2017

Ryc.14 Oryginalne zdjęcie dziedzińca Biblioteki Woolahra, źródło: FDC, 2017

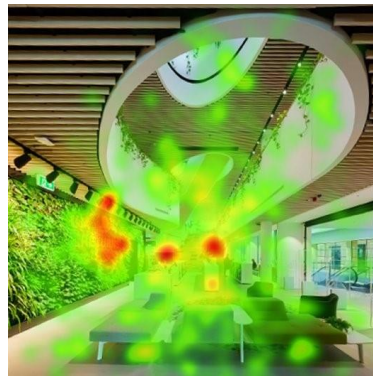


Fig.15 Heat map showing survey results for 10 respondents. Source: by the authors

Ryc.15 Mapa cieplna (heat map) prezentująca wyniki badań dla 10 respondentów. Źródło: Autorki

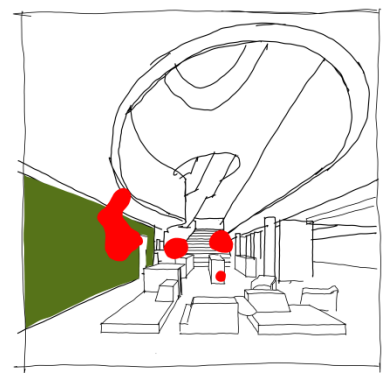


Fig.16 Graphic analysis of the examined interior. Source: authors

Ryc.16 Analiza rysunkowa badanego wnętrza. Źródło: Autorki

Photo 6: Warsaw Public Library

Composition of the photograph: The photograph shows the courtyard of the Library. Two-bar perspective, tripartite compositional division of the frame: a passage towards the lift door, a green wall, and a white wall with windows. The green wall is in the centre of the view. The guiding lines in the photograph lead towards the lift doors, while the green wall complements it.

Oculographic examination analysis: Most of the fixation points were on the green wall and they are scattered. A quasi-axis of attention distribution, running horizontally, is evident. There are single points of high attention, the most intense of which is located on the oval window on the right. Another area of high attention is situated on the lift door while all others are placed within the area of the green wall. Increased attention and more fixations appear in areas where there is colour contrast or a change in lighting. Increased attention (yellow/orange/red) in the area of the green wall is related to variations in shades of green, size of leaves, density, and variations in lighting.



Fig. 17 Original photograph of the courtyard of Warsaw Public Library, source: Kapołka M., 2019
Ryc. 17 Oryginalne zdjęcie dziedzińca Biblioteki Publicznej w Warszawie, źródło: Kapołka M., 2019

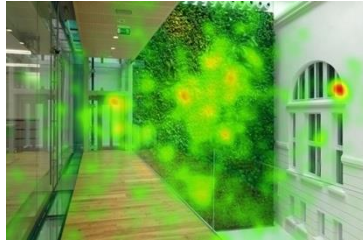


Fig.18 Heat map showing survey results for 10 respondents. Source: by the authors
Ryc.18 Mapa cieplna (heat map) prezentująca wyniki badań dla 10 respondentów. Źródło: Autorki

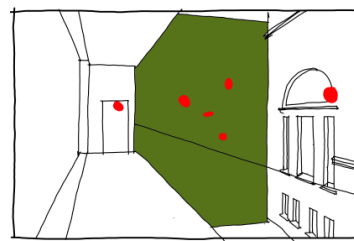


Fig.19 Graphic analysis of the examined interior. Source: authors
Ryc.19 Analiza rysunkowa badanego wnętrza. Źródło: Autorki

4. DISCUSSION

The conclusions of the research on biophilic design have shown that the elements of natural greenery integrated by design into the architectural interior attract the attention of the users of the space, favouring the focus of attention specifically on those elements. This fact is consistent with the conclusions drawn from the analysis of the literature on the subject and with the assumptions of the stylistic trend under consideration. In a study of images of greenery in library interiors, a remarkable link was observed between the perception of space and the image frame, which is also confirmed by the international literature. At the same time, the results of the eye-tracker test show that, irrespective of the frame, the distribution of gaze fixation is related to the type of greenery arrangement in the interior:

- hanging greenery: viewers' attention is distracted and only partially focused on the vegetation, and arrangements with hanging greenery do not show unambiguous strong areas of fixation on the heat maps.
- green islands: they represent areas of strong concentration of fixation. Heat maps of fixation exhibit a high degree of focus.
- green walls: the interiors where they are located were characterised by a 'heat map' of fixations with dispersed patterns, caused by varying shades and shapes of the plants that compose them, as well as contrasting, strong non-plant forms (photo 5, Woollahra Library).

Regardless of how the greenery was arranged, the viewers' gaze focused on the significant differences in plant varieties and the shades of their green. Plants with large leaves attracted more attention and caused stronger and more frequent fixations.

Based on the conducted research, it is possible to suggest applicational conclusions for designers of greenery in interiors. They are meant to draw users' attention specifically to greenery as an element that contributes to shaping spaces in buildings. These include:

- diversification of plant shades in the interior;
- variation in the height of the specimens on display;
- adding colour to the green wall with other non-living elements (inscription, sign);
- integration of large-leaved plants;
- diversification of greenery arrangement methods;
- use of lighting facilitating the observation of greenery in interiors.

The authors' overarching goal is to find the most effective way of placing greenery in a space to deepen the human-nature relationship in architectural interiors. The above study is a step towards analysing the visual criterion in biophilic design, as synthesised in Fig.20.

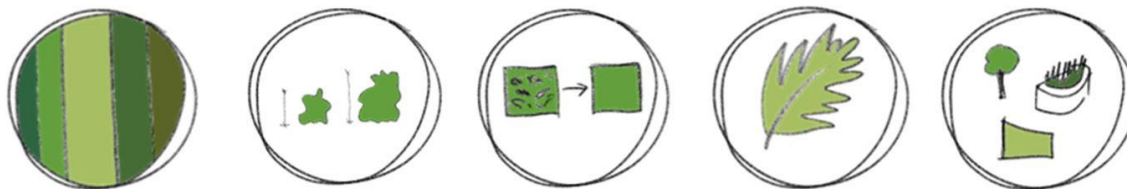


Fig.20 Graphic presentation of application proposals in the design of greenery in interiors. The individual elements represent, from the left: differentiating the shades of green, changing the height of greenery, diversifying the green wall, inclusion of large-leaved plants, and diversifying the ways of arranging greenery. Source: authors

Ryc. 20 Graficzna prezentacja wniosków aplikacyjnych w projektowaniu zieleni we wnętrzach. Poszczególne elementy przedstawiają od lewej: rozróżnienie odcieni zieleni, zmiana wysokości zieleni, urozmaicenie zielonej ściany, uwzględnienie roślin o dużych liściach, zróżnicowanie sposobów aranżacji zieleni, źródło: Autorki

OKULOGRAFICZNE BADANIE ZIELENI WE WNĘTRZACH BIBLIOTEK PUBLICZNYCH

1. WSTĘP

Zgodnie z danymi przedstawionymi przez The World Bank obecnie 56% ludzkości, czyli 4.4 miliardy osób zamieszkuje tereny miejskie (The World Bank, 2023). Badanie opublikowane przez E. Sunquist w artykule *“Urbanisation and incidence of psychosis and depression: Follow-up study of 4.4 million women and men in Sweden”* wskazuje, że mieszkanie w mieście zwiększa ryzyko zachorowania na choroby psychiczne; ryzyko zachorowania na depresję jest o 20% wyższe dla osób mieszkających w mieście w porównaniu z osobami zamieszkującymi tereny wiejskie. (Sundquist et al. 2004). Przyczyna takiego stanu rzeczy jest złożona. W środowisku zbudowanym wymienia się trzy czynniki tego zjawiska: ograniczony dostęp do przestrzeni zielonych (reduced access to green spaces), wysoki poziom hałasu (high level of noise) i zanieczyszczenie środowiska (air pollution) (Mechelli 2019). Pierwszy z czynników, ograniczony dostęp do zieleni, prowadzi do zachwiania pierwotnej relacji człowieka z naturą. Odpowiedzią na ten problem jest projektowanie biofiliczne i jego 14 wzorców (Browning et al. 2014). Poniższe opracowanie skupia się na zbadaniu jednego ze wzorców - kontaktu wzrokowego z naturą (Visual Connection with Nature), czyli widoku na elementy przyrody, systemy żywe i naturalne procesy (A view to elements of nature, living systems and natural processes).

Istotnym elementem codziennego życia w mieście jest kontakt z wnętrzami przestrzeni publicznych takich jak biblioteki publiczne, centra handlowe, uniwersytety i inne. Wprowadzenie wzorców projektowania biofilicznego do tych wnętrz ma szansę pozytywnie wpłynąć na mieszkańców miast oraz ich zdrowie psychiczne. Celem opracowania jest weryfikacja najskuteczniejszego sposobu aranżacji zieleni we wnętrzach publicznych na podstawie analizy różnych układów zieleni we wnętrzach bibliotek publicznych. Oprócz analizy literaturowej do zbadania tematu wykorzystano badanie okulograficzne przy pomocy eye-trackera (okulografu).

2. METODA

Metodologia badania opiera się na:

- analizie literatury przedmiotu z zakresie architektury biofilicznej i prowadzenia badań okulograficznych
- ilościowych badaniach okulograficznych na grupie 10 osób przy wykorzystaniu mobilnego urządzenia śledzącego wzrok (eye-tracker)

- analizie porównawczej wnętrz wspartej syntezą graficzną (interior analysis - comparative studies of graphical representation).

2.1. Analiza literatury

Analizę literatury przeprowadzono w dwóch kierunkach. Po pierwsze, przeanalizowano stan wiedzy dotyczący badań architektury za pomocą eye-trackera. Pozwoliło to uzasadnić przyjęcie metody badawczej - okulograficznej - jako metody badania architektury i architektury wnętrz. Po drugie, dokonano przeglądu literatury pod kątem dostępnych badań, wyszukując hasła związane z designem biofilicznym i jego aplikacją we wnętrzach publicznych. Wyselekcjonowane publikacje dotyczyły przestrzeni takich jak biblioteki publiczne, szkoły, uniwersytety i miejsca pracy. Wśród analizowanych prac były badania oryginalne, których celem było zbadanie wpływu designu biofilicznego na użytkowników konkretnych wnętrz oraz artykuły przeglądowe.

Pozycje bibliograficzne będące przeglądem literatury podsumowane są wytycznymi dotyczącymi aplikacji projektowania biofilicznego w analizowanych wnętrzach (Peters et al. 2020, Lee et al. 2018). W obydwu publikacjach wspomina się o wprowadzeniu natury do wnętrz, jednak nie doprecyzowuje się, w jaki sposób powinna być zaaranżowana. Publikacje zawierające badania w zakresie projektowania biofilicznego we wnętrzach szkół i miejsc pracy skupiają się zasadniczo na wpływie obecności zieleni na użytkowników jako jednego ze wzorców projektowania biofilicznego. Autorzy zgodnie twierdzą, że wpływ ten jest pozytywny: może zwiększać produktywność (Qinghua et al. 2021), wzmocnić uwagę wizualną wśród dzieci (Fadda et al. 2023), zmniejszać stres i zmęczenie (Sanchez et al. 2018). Jedno z badań analizowało multisensoryczny wpływ na użytkownika, a wyniki podkreślały ważność oddziaływania zieleni poprzez wszystkie zmysły. (Aristizabal et al. 2021) Analizowane publikacje nie zawierają wskazówek, w jaki sposób aranżować zieleń w jak najbardziej efektywny sposób, za wyjątkiem artykułu *A quantitative study for indoor workplace biophilic design to improve health and productivity performance*, *Journal of Cleaner Production*, gdzie badany jest optymalny procent ilości zieleni we wnętrzu. W badaniu wykazano optymalną ilość zieleni w miejscu pracy jako 12%, przy wskazaniu, że od 20% ilość ta jest przytłaczająca (Qinghua Lei et al. 2021). Warto zwrócić uwagę, że procent ten może się różnić w zależności od funkcji danej przestrzeni. Wśród dostępnych badań brakuje analizy, jak zmienia się oddziaływanie na użytkownika w zależności od sposobu aranżacji zieleni.

Tab. 1. Zestawienie najistotniejszych analizowanych pozycji bibliograficznych. Źródło: Autorki

Pozycja bibliograficzna (autor, rok, tytuł)	Badania oryginalne/ przegląd literatury (original research / review)	Rodzaj analizowanej prze- strzeni
Fadda, R.; Congiu, S.; Roeyers, H.; Skoler, T. (2023) <i>Elements of Biophilic Design Increase Visual Attention in Preschoolers</i>	Badania oryginalne	Szkoły
Lee, H. C., and Park, S. J. (2018). <i>Assessment of importance and characteristics of biophilic design patterns in a children's library</i>	Przegląd literatury (review)	Biblioteki
Peters, Terri, and Kristen D'Penna (2020) <i>Biophilic Design for Restorative University Learning Environments: A Critical Review of Literature and Design Recommendations</i>	Przegląd literatury	Uniwersytety
Qinghua Lei, Chao Yuan, Stephen Siu Yu Lau, (2021) <i>A quantitative study for indoor workplace biophilic design to improve health and productivity performance</i>	Badania oryginalne	Miejsca pracy
Sanchez, J. A., Ikaga, T., and Sanchez, S. V. (2018). <i>Quantitative improvement in workplace performance through biophilic design: A pilot experiment case study</i>	Badania oryginalne (original research)	Miejsca pracy (workplace)
Sara Aristizabal, Kunjoon Byun, Paige Porter, Nicholas Clements, Carolina Campanella, Linhao Li, Aidan Mullan, Shaun Ly, Araliya Senerat, Ivan Z. Nenedic, William D. Browning, Vivian Loftness, Brent Bauer, (2021) <i>Biophilic office design: Exploring the impact of a multisensory approach on human well-being</i>	Badania oryginalne	Miejsca pracy

Wykorzystanie badań okulograficznych pojawia się w wielu publikacjach na temat projektowania bio-filicznego. Również w kilku z analizowanych badaniach zastosowano urządzenie śledzące wzrok (eye-tracker). W badaniu Fadda et al. (2023) pokazywano grupie badawczej dzieci przedszkolnych sekwencję zdjęć, jedną w obecności roślin w pobliżu ekranu, drugą bez obecności roślin. Badanie weryfikowało uwagę poświęconą prezentowanym obrazom i wykazało, że w obecności roślin dzieci były dłużej skoncentrowane na prezentowanych obrazach. Qinghua Lei et al. (2021) przeprowadzili badanie multisensoryczne, gdzie badanie okulograficzne miało zweryfikować powiązanie wyników z patrzeniem się respondentów na zieleń w badanej przestrzeni. Całkowity czas fiksacji nie wykazał powiązań z badaną zmianą ilości zieleni we wnętrzu, jednak autorzy zwrócili uwagę na niewielką grupę badawczą i brak zróżnicowania wiekowego wśród respondentów.

Analizowana literatura związania z badaniami okulograficznymi architektury i architektury wnętrz wykazała zasadność wykorzystania fotografii do badań z urządzeniem śledzącym wzrok. Potwierdzają to badania Lisińska et al. 2020, które na podstawie przeglądu literatury oraz badań okulograficznych zdjęć obiektów współczesnej architektury w Kolonii udowadniają możliwość wykorzystania eye-trackera do badań architektury. Autorzy wskazują między innymi na możliwość określenia elementów przyciągających i odwracających uwagę w przestrzeni na podstawie analizy zgromadzonych podczas badania okulograficznego danych. Podobnie w badaniach zawartych w artykule Zmiany w postrzeganiu prezbiterium przy różnej długości nawy. Kościół tunelowy w badaniach okulograficznych (Rusnak, Chmielewski, Szewczyk, 2019) oraz, Jak obserwatorzy postrzegają wertykalizm gotyckiej katedry wraz ze zmianą jej wysokości? (Rusnak, Chmielewski, Szewczyk, 2019). Ponadto, z metody tej skorzystano między innymi do badania wnętrza obiektu gotyckiej katedry (Rusnak et al. 2018) czy przestrzeni miejskiej uzdrowiska Rabka Zdrój (Lisińska et al. 2018). Wszystkie wspomniane badania przeprowadzono na podstawie obrazów wyświetlanych na ekranie. Ponadto przeprowadzane są badania wykorzystujące eye-tracker w środowisku rzeczywistym, zwłaszcza w przestrzeni urbanistycznej, np. Hollander et al. (2019).

2.2. Badanie okulograficzne

Przeprowadzone badanie okulograficzne wykonane z wykorzystaniem eye-trackera należy do grupy badań ilościowych. Zostało ono przeprowadzone na Wydziale Architektury Politechniki Poznańskiej przy użyciu mobilnego urządzenia śledzącego wzrok - Pupil Invisible Glasses. Wyniki zostały opracowane przy użyciu oprogramowania iMotions 9.3. Grupa badawcza składała się z 10 osób dorosłych, kobiet, przedstawicielek generacji Z, w wieku 22-26 lat, z podstawową wiedzą z zakresu projektowania wnętrz. Biorące udział w badaniu zostały poinformowane o procedurze badawczej. Nie zostały poinformowane, jaki jest cel badania i jakiego rodzaju materiał graficzny będzie przedstawiony do oceny, by zachować neutralność względem pokazywanych obrazów. Każda z biorących udział w badaniu oglądała po kolei 6 zdjęć, każde przez 30 sekund, przerwy pomiędzy zdjęciami wynosiły 5 sekund. Materiały graficzne nie były wcześniej znane respondentkom, podczas badania widziały je po raz pierwszy. Respondentki miały identyczne warunki przystąpienia do badania, każde badanie zostało przeprowadzone w tym samym pomieszczeniu przy tym samym, niskim, natężeniu światła. Respondentki stały w odległości 3 metrów od ekranu, na który był rzucony obraz z projektora Toshiba.

Cel badania

Celem badania była identyfikacja ścieżek wzroku i częstości fiksacji u badanych w celu określenia czy w jakim stopniu zieleń przykuwa uwagę we wnętrzu architektonicznym. Drugim celem było określenie różnic i podobieństw pomiędzy punktami fiksacji wzroku dla różnych aranżacji zieleni. Otrzymane informacje mogą więc wspomagać projektantów w doborze gabarytów i aranżacji zieleni tak, aby osiągnąć jej najwyższą zauważalność.

Kryteria wyboru obrazów

Użyte w badaniu obrazy przedstawiają realizacje wnętrz publicznych bibliotek w których zieleń, o skali znaczącej we wnętrzu architektonicznym, stanowi integralną część projektu. Wytypowano

zdjęcia przestrzeni komunikacyjnych oraz przestrzenie wypożyczalni, w których istnieje zaprojektowana zieleń. Nie brano pod uwagę kryterium lokalizacji; biblioteki będące przedmiotem badań zlokalizowane na całym świecie. Zieleń tam istniejąca spełnia następujące kryteria:

- została nasadzona w obiekcie w miejscach przewidzianych już na etapie projektu
- stanowi istotny element kompozycyjny wnętrza architektonicznego, np. jest ścianą, akcentem lub dominantą
- jest usytuowana tak, by kontakt wizualny z nią był zachowany podczas korzystania z głównych funkcji biblioteki, na przykład przestrzeni wspólnych, komunikacji, czytelnicy i ustawiona w osiach i otwarciach widokowych
- ponadto istotnym elementem charakteryzującym obraz i wpływającym na jego percepcję była jego przemyślana kompozycja. (Tab. 2 ostatnia kolumna).

W trakcie selekcji przykładów badawczych wyróżniono następujące typy aranżacji zieleni: zieleń wisząca, wyspy zieleni oraz ściany zieleni. Zauważono, że w zależności od usytuowania pełni ona inną funkcję kompozycyjną. Zieleń wisząca stanowi akcenty, „artefakty”, wyspy zieleni pełnią funkcję dominującą we wnętrzu aranżując posadzki (The Royal Library w Kopenhadze). Trzeci typ rozwiązań to zielone ściany tworzące architektoniczne płaszczyzny o zróżnicowanej teksturze (pokryte w całości lub częściowo zielenią).

Interpretacja wyników badania okulograficznego

Badanie okulograficzne urządzeniem śledzącym wzrok (eye-trackerem) umożliwia pozyskanie informacji o ruchach gałek ocznych użytkownika. Wyniki badania przedstawiono w postaci map ciepłych (heat maps), które prezentują intensywność fiksacji w obrębie obrazu. Termin fiksacja określa zatrzymanie się gałek ocznych na obiekcie. (Duchowski 2017). Ilość fiksacji na danym obrazie jest analizowana przez oprogramowanie iMotions i zakreśla obszary o różnej intensywności fiksacji. Obszary, na których wystąpiła duża ilość fiksacji są oznaczone kolorem czerwonym i świadczą o dużej koncentracji fiksacji. Obszary, które charakteryzowały się niskim poziomem fiksacji oznaczone są kolorem zielonym. Wszystkie elementy obrazu, na których nie było fiksacji pozostają przezroczyste – bez oznaczenia kolorystycznego.

3. WYNIKI

3.2. Badanie okulograficzne i synteza graficzna

Badanie eye-trackerem fotograficznych, profesjonalnych ujęć sześciu współczesnych wnętrz bibliotek publicznych obejmowało ich obserwację przez dziesięciu uczestników badań. Miało to na celu odkrycie kierunków aranżacji zieleni podnoszących jej zauważalność we wnętrzach, a tym samym potęgować jej korzystne oddziaływanie na użytkowników.

Każdy z sześciu obrazów wykorzystanych w badaniu okulograficznym został poddany analizie rysunkowej. Przy użyciu tabletu graficznego wykonano cyfrowe czarno-białe, odręczne szkice badanych wnętrz. Następnie zostały one uzupełnione o zieleń znajdującą się na zdjęciach, a barwą czerwoną oznaczono punkty najwyższego natężenia fiksacji. Stanowi to przedstawienie ostatecznych wyników badań, bo prosta forma graficzna umożliwiła syntetyczne przedstawienie.

Wyniki badania dla każdego wnętrza biblioteki z elementami biofilicznymi przedstawiono na sekwencji trzech obrazów. Są to: oryginalne zdjęcie (podstawa badania), wynik badania okulograficznego w postaci heat-mapy syntetyzującej rezultat obserwacji dziesięciu uczestników badania oraz graficzne przedstawienie wnętrza z naniesionym wynikiem badania okulograficznego. Przedstawiono w rozdziale „Wyniki” na zestawieniach rycin: 2-4, 5-7, 8-10, 11-13, 14-16, 17-19. Dla każdego przypadku opisano typ i specyfikę kompozycji zdjęcia.

Zdjęcie 1. Biblioteka Uniwersytecka w Warszawie

Kompozycja zdjęcia: Zdjęcie zostało zrobione z perspektywy człowieka i przedstawia dziedziniec biblioteki. W kompozycji dominują podziały wertrykalne i najsilniejszym elementem jest przeszklona,

oświetlona światłem dziennym ściana zewnętrzna w środku kadru. Konstrukcję Biblioteki wspierają podwójne kolumny, które tworzą rytmiczne, pionowe podziały. Rośliny w lewej części dziedzińca zwisają z trzeciej kondygnacji. Natomiast po prawej stronie rosną wokół kolumn, jednak jest ich tam niewiele. **Analiza badania okulograficznego:** Uwaga z niewielkim stopniem skierowana na zieleń. Wysoka koncentracja na pionowej osi kadru. Spojrzenie na zieleń jest rozproszone. Dużą uwagę przykuwały, inne niż zieleń, elementy.

Zdjęcie 2. Woolahra Library.

Kompozycja zdjęcia: Wyraźny podział kompozycyjny poziomy wyznaczony przez bariery antresoli. Rośliny okalają linie prowadzące balkonów. Zieleń jest silnym elementem kompozycyjnym, jej zwisające łodygi tworzą pionowe rytmy.

Analiza badania okulograficznego: Uwaga obserwatora rozproszona. Nie ma jednoznacznych punktów skupiających wysoką uwagę. Najwięcej uwagi poświęcono prawej części zdjęcia, szczególnie w strefie schodów, które znajdują się na osi zdążającej ku punktowi zbiegu. Zieleń nie skupia uwagi w sposób zdecydowany w porównaniu z innymi elementami wnętrza, o czym mówi rozproszone rozmieszczenie punktów fiksacji.

Zdjęcie 3. Royal Library w Kopenhadze.

Kompozycja zdjęcia: „Wyspa zieleni” jako centralny element kompozycji. Dużo silnych jaskrawych elementów takich jak elementy ubioru ludzi, kwiaty, plamy światła. Zielona wyspa ma podwójną funkcję. Służy za ławę, a tym samym zyskuje funkcję mebla we wnętrzu. W tle ma ściany biblioteki, jedną z kolorowymi półkami na książki, drugą białą z przejściami na wewnętrzny korytarz.

Analiza badania okulograficznego: Uwaga u większości badanych skupiona na rejonie zielonej „wyspy”. Skoncentrowały się na niej punkty fiksacji osób badanych, dając ostatecznie wyspie wysoki poziom uwagi. Najintensywniejsze obszary fiksacji sytuowały się na samej zieleni lub na elementach znajdujących się tuż obok, kontrastującymi z zielenią. Na odbiór zieleni miało wpływ światło wpadające przez świetliki dachowe.

Zdjęcie 4. Biblioteka Publiczna Choa Chu Kang w Singapurze.

Kompozycja zdjęcia: Kompozycja półotwarta, zamknięta po lewej stronie kolumnami, po prawej otwarta. Wykorzystanie linii prowadzących w kompozycji. Elementy silne to lampy i rzeźba dziewczynki w centrum. Białe ściany i sufit stanowią tło dla zielonych „wysp”. W górnej części wnętrza, pod stropem, znajduje się pas okien. Po prawej stronie, w głębi widoczne są półki na książki. Na jednej z wysp po lewej stronie umieszczono lampy przypominające kształtem grzyby.

Analiza badania okulograficznego: Uwaga obserwatorów skupiona została w centralnej części obrazu, najintensywniejsze fiksacje wystąpiły na grupach zieleni i w głębi kadru. Ujęcie to ma wiele obszarów wysokiej uwagi, z czego znaczna część znajduje się na zielonych „wyspach”.

Zdjęcie 5. Biblioteka Woolahra

Kompozycja zdjęcia: Perspektywa centralna ze schodami pośrodku. Dominujący element architektoniczny - owalne wycięcie w suficie. Pozostałe silne elementy to zielona ściana, meble na pierwszym planie. Zielony kolor mebli jako kontrast dla zielonej ściany. Górna część zdjęcia przedstawia sufit z owalnym, balkonowym wycięciem. Zielona ściana jest oświetlona od góry punktami świetlnymi i znajduje się na niej napis informacyjny „Returns” („Zwroty”).

Analiza badania okulograficznego: Widoczna jest koncentracja uwagi respondentów w pobliżu dwóch osi zdjęcia: centralnie położonej osi pionowej i linii horyzontu. Obszary najintensywniej przykuwające uwagę skupione są na linii horyzontu. W tym ujęciu wnętrza biblioteki można wyróżnić trzy główne obszary wysokiej uwagi (high attention), z czego najważniejszy jest zlokalizowany na zielonej ścianie. Drugi pod względem wagi jest zlokalizowany na prawo od niego, na ciemnym, elemencie w głębi, natomiast trzeci pokrywa się z centralnym punktem zbiegu (vanishing point). Duża uwaga obserwatorów została poświęcona się zielonej ścianie, jednak koncentruje się ona na napisie. W drugiej

kolejności koncentrowano się na zieleni; uwaga jest rozłożona równomiernie i jest reprezentuje niski poziom fiksacji (kolor zielony - low attention).

Zdjęcie 6. Biblioteka Publiczna w Warszawie

Kompozycja zdjęcia: Zdjęcie przedstawia dziedziniec Biblioteki. Perspektywa dwuzbiegowa, trójdzielny podział kompozycyjny kadru: przejście ku drzwiom windy, zielona ściana i biała ściana z oknami. Zielona ściana znajduje się w centrum widoku. Linie prowadzące na fotografii wiodą ku drzwiom windy, ściana zielona stanowi tu uzupełnienie.

Analiza badania okulograficznego: Najwięcej punktów fiksacji znalazło się na zielonej ścianie i są one rozproszone. Widoczna jest, przebiegająca horyzontalnie, quasi-oś rozkładu uwagi. Występują pojedyncze punkty zwiększonej uwagi (high attention), z których najintensywniejszy znajduje się na owalnym oknie po prawej stronie. Kolejny obszar wysokiej uwagi zlokalizowany na drzwiach windy, a wszystkie pozostałe, w obszarze zielonej ściany. Zwiększona koncentracja uwagi i większa ilość fiksacji pojawiają się w miejscach, w których występuje kontrast kolorystyczny lub zmiana oświetlenia. Zwiększona uwaga (kolor żółty/pomarańczowy/czerwony) w obszarze zielonej ściany jest związana ze zróżnicowaniem odcieni zieleni, rozmiaru liści, gęstości a także zróżnicowaniem oświetlenia.

4. DYSKUSJA

Wnioski z badań dotyczących projektowania biofilnego wykazały, że elementy naturalnej zieleni zintegrowanej projektowo z wnętrzem architektonicznym przyciągają uwagę użytkowników przestrzeni, sprzyjając koncentracji uwagi na tych właśnie elementach. Ten fakt jest zgodny z wnioskami płynącymi z analizy literatury przedmiotu i z założeniami omawianego nurtu stylistycznego. Podczas badań nad obrazami zieleni we wnętrzach bibliotek zaobserwowano znaczne powiązanie percepcji przestrzeni z kadrem obrazu, co również znajduje potwierdzenie w literaturze międzynarodowej. Jednocześnie wyniki badania przy pomocy eye-trackera pokazują, że niezależnie od kadru, rozłożenie fiksacji wzroku jest związane z rodzajem aranżacji zieleni we wnętrzu:

- zieleń wisząca: uwaga użytkowników jest rozproszona i tylko częściowo skupiona na roślinności, aranżacje z zielenią wiszącą nie wykazują jednoznacznych silnych obszarów fiksacji na „mapach cieplnych”
- zielone wyspy: stanowią obszary silnej koncentracji fiksacji. „Mapy cieplne” fiksacji charakteryzują się dużą koncentracją
- zielone ściany: wnętrza, w których znajdują się cechuje „mapa cieplna” fiksacji o rozproszonej charakterystyce, spowodowanej różnymi odcieniami i kształtami roślin, które je tworzą, a także kontrastowych, silnych form niebędących roślinami (zdjęcie 5, Biblioteka Woolahra).

Niezależnie od sposobu aranżacji zieleni, wzrok obserwujących skupiał się na znaczących różnicach odmian roślin i odcieniach ich zieleni. Rośliny o dużych liściach przyciągały większą uwagę i powodowały bardziej skoncentrowane i częstsze fiksacje.

Na podstawie przeprowadzonych badań można zaproponować wnioski aplikacyjne dla projektantów zieleni we wnętrzach. Mają one na celu przyciągnięcie uwagi użytkowników do tego właśnie elementu współkształtującego przestrzeń w budynkach. Należą do nich:

- dywersyfikacja odcieni zieleni we wnętrzu
- zróżnicowanie wysokości eksponowanych okazów
- urozmaicenie kolorystyczne zielonej ściany elementami nie-żywymi (napis, znak)
- uwzględnienie roślin o dużych liściach
- zróżnicowanie sposobów aranżacji zieleni
- zastosowanie oświetlenia ułatwiającego obserwację zieleni we wnętrzach

Nadrzędnym celem Auterek jest znalezienie najskuteczniejszego sposobu rozmieszczenia zieleni w przestrzeni, aby pogłębić relację człowiek-przyroda we wnętrzach architektonicznych. Powyższe opracowanie jest krokiem ku analizie kryterium wizualnego w projektowaniu biofilnym, co syntetycznie ujmuje Ryc.20.

BIBLIOGRAPHY

- Browning, W.D.; Ryan, C.O.; Clancy, J.O. (2014), *Patterns of Biophilic Design*; Terrapin Bright Green LLC: New York, NY, USA, ; Volume 14, p. 12.
- Duchowski, T. A. (2017). *Eye tracking: methodology theory and practice*. Springer International Publishing AG.
- Fadda, R.; Congiu, S.; Roeyers, H.; Skoler, T. Elements of Biophilic Design Increase Visual Attention in Preschoolers. *Buildings* 2023, 13, 1160. <https://doi.org/10.3390/buildings13051160>
- FDC (2017). Woollahra Library (Double Bay Library). <https://www.fdcbuilding.com.au/projects/woollahra-library-double-bay-library/>, (accessed 27-04-2023)
- Fiedler S. , Schulte-Mecklenbeck M., Renkewitz F. , L. Orquin J. (2020). Guideline for Reporting Standards of Eye-tracking Research in Decision Sciences. 10.31234/osf.io/f6qcy.
- Hollander J. B. , Purdy A., Wiley A. , Foster V. , Jacob R. J.K. , Taylor H. A. & Brunyé T. T. (2019) Seeing the city: using eye-tracking technology to explore cognitive responses to the built environment, *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 12:2, 156-171, DOI: 10.1080/17549175.2018.1531908
- Kapołka M. (2019). Modernizacja Biblioteki Publicznej przy ulicy Koszykowej w Warszawie. . <https://www.architekturaibiznes.pl/modernizacja-biblioteki-publicznej-przy-ul.-koszykowej-w-warszawie,2392.html> Z archiwum A&B — najlepsze polskie projekty ostatniego dziesięciolecia. (accessed 27-04-2023)
- Lee, H. C., & Park, S. J. (2018). Assessment of importance and characteristics of biophilic design patterns in a children's library. *Sustainability*, 10(4), 987
- Lisińska-Kuśnierz, M., Krupa, M. (2018). Eye tracking in research on perception of objects and spaces. *Czasopismo Techniczne*, 2018, 5-22. doi:<https://doi.org/10.4467/2353737XCT.18.175.9663>
- Lisińska-Kuśnierz, M.; Krupa, M. Suitability of Eye Tracking in Assessing the Visual Perception of Architecture— A Case Study Concerning Selected Projects Located in Cologne. *Buildings* 2020, 10, 20. <https://doi.org/10.3390/buildings10020020>
- Mechelli A., Cities increase your risk of depression, anxiety and psychosis – but bring mental health benefits too, (2019) source: <https://www.kcl.ac.uk/cities-increase-your-risk-of-depression-anxiety-and-psychosis-but-bring-mental-health-benefits-too> (Accessed: 30-08-23)
- Lei Q., Yuan C., Lau S. S. Y.,(2021) A quantitative study for indoor workplace biophilic design to improve health and productivity performance, *Journal of Cleaner Production*, Volume 324
- Low Jia Ying (2021). Photo by Low Jia Ying. Choa Chu Kang library reopens with hydroponic room, first library in S'pore with indoor garden. <https://mothership.sg/2021/10/choa-chu-kang-library/> (accessed 17-04-2023)
- Peters T., D'Penna K. (2020) Biophilic Design for Restorative University Learning Environments: A Critical Review of Literature and Design Recommendations *Sustainability* 12, no. 17: 7064. <https://doi.org/10.3390/su12177064>
- Rusnak, M.; Szewczyk, J.(2018) Eye tracker as innovative conservation tool. Ideas for expanding range of research related to architectural and urban heritage. *Wiadomości Konserwatorskie J. Herit. Conserv.* 54, 25–35.
- Rusnak M., Chmielewski P., Szewczyk J., Zmiany w postrzeganiu prezbiterium przy różnej długości nawy. Kościół tunelowy w badaniach okولوجraficznych, *Architectus* 2(58), Wrocław 2019, s. 73—83, DOI 10.5277/arc190206
- Rusnak M., Chmielewski P., Szewczyk J., Jak obserwatorzy postrzegają wertykalizm gotyckiej katedry wraz ze zmianą jej wysokości? Część III sondażu okولوجraficznego, *Architectus* 3(63), Wrocław 2019, s. 101-110, DOI 10.37190/arc200307
- Sanchez, J. A., Ikaga, T., & Sanchez, S. V. (2018). Quantitative improvement in workplace performance through biophilic design: A pilot experiment case study. *Energy and Buildings*, 177, 316-328.
- Sara Aristizabal, Kunjoon Byun, Paige Porter, Nicholas Clements, Carolina Campanella, Linhao Li, Aidan Mullan, Shaun Ly, Araliya Senerat, Ivan Z. Nenadic, William D. Browning, Vivian Loftness, Brent Bauer, Biophilic office design: Exploring the impact of a multisensory approach on human well-being, *Journal of Environmental Psychology*, Volume 77, 2021,
- Sundquist, K., Frank, G., & Sundquist, J. (2004). Urbanisation and incidence of psychosis and depression: Follow-up study of 4.4 million women and men in Sweden. *The British Journal of Psychiatry*, 184(4), 293-298. doi:10.1192/bjp.184.4.293

The World Bank (2023), Urban Development Overview, [online] <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview> (Accessed: 30-08-23)

Wojtek (2009). Wnętrze Gmachu Biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego w Warszawie. <https://mapy.emiej-sca.pl/warszawa-449,foto.html> (accessed 27-04-2023)

Woollahra. Wheelchair and pram access. https://www.woollahra.nsw.gov.au/library/visit_us/double_bay (accessed 27-04-2023).

workshop (2020). The Royal Library in Copenhagen. <https://berloga-workshop.com/blog/1056-the-royal-library-in-copenhagen.html> (accessed 27-04-2023).

AUTHOR'S NOTE

Agata Bonenberg – Full professor and a Head of the Institute of Interior and Industry Design, at the Faculty of Architecture, Poznan University of Technology. Since 2014 has collaborated with Dipartimento di Architettura e Studi Urbani at Politecnico di Milano. She is a visiting professor at Chongqing Jiaotong University in China. In her professional career she worked for architectural practices throughout Germany, Australia, Scotland and Italy, including renowned Renzo Piano Building Workshop. In her research she deals with the subject of spaces that support, stimulate creativity and creative thinking. An expert in the field of universal and inclusive design. Author of utility models and patents.

Weronika Wlazły – Assistant at the Institute of Interior and Industry Design at the Faculty of Architecture, Poznań University of Technology. Scientific interests in eye tracking in architecture, interior design and home staging.

O AUTORACH

Agata Bonenberg – Profesor zwyczajny i kierownik Instytutu Architektury Wnętrz i Wzornictwa Przemysłowego, na Wydziale Architektury Politechniki Poznańskiej. Od 2014 roku współpracuje z Dipartimento di Architettura e Studi Urbani na Politecnico di Milano. Jest profesorem wizytującym na Chongqing Jiaotong University w Chinach. W swojej karierze zawodowej pracowała dla biur architektonicznych w Niemczech, Australii, Szkocji i we Włoszech, w tym dla renomowanej pracowni Renzo Piano Building Workshop. W pracach badawczych zajmuje się tematyką przestrzeni wspierających, stymulujących kreatywność i twórcze myślenie. Ekspert w zakresie projektowania uniwersalnego i inkluzywnego. Autorka wzorów użytkowych i patentów.

Weronika Wlazły – Asystent w Instytucie Architektury Wnętrz i Wzornictwa Przemysłowego na Wydziale Architektury Politechniki Poznańskiej. Zainteresowania naukowe w zakresie eye-trackingu w badaniach architektury, architektury wnętrz i home stagingu.

Contact | Kontakt: agata.bonenberg@put.poznan.pl; weronika.wlazly@put.poznan.pl