

Marta Rusnak*, Piotr Chmielewski, Joanna Szewczyk*****

***Zmiany w postrzeganiu prezbiterium przy różnej długości nawy.
Kościół tunelowy w badaniach okulograficznych***

***Changes in the perception of a presbytery with a different nave length.
Funnel church in eye tracking research***

Wprowadzenie

Przyczyna podjęcia rozważań

W jednej ze swoich książek prof. Juliusz Żórawski zamieścił wypowiedź, która sugeruje, iż istnieją schematy poznawcze obiektów architektonicznych. Odniósł się szczególnie precyzyjnie do wnętrza katedry gotyckiej, w której widz, jego zdaniem, wędruje kolejno, ogarniając rytm słupów i filarów, a dopiero zdając sobie sprawę z długości układu, kieruje wzrok ku górze [1]. Trudno zgodzić się z tym stwierdzeniem – zupełnie inaczej odczuwamy świątynie francuskie, angielskie czy włoskie. Te niskie i te wysokie, kamienne i kolorowe wywołują, przynajmniej u autorów, odmienne uczucia, a w związku z tym i inne zachowania. Wydaje się, że wypowiedź Profesora zawarta w książce *Siatka prostych. O architekturze nadindywidualnej* jest nacechowana doświadczeniem osoby perfekcyjnie znającej logikę tworzenia formy gotyckiej [1, s. 36]. Ta książka była jednym z impulsów, który nakierował nasze poszukiwania badawcze w stronę weryfikacji

Introduction

The reason for undertaking our considerations

Professor Juliusz Żórawski in one of his books included a statement suggesting the existence of cognitive schemes of architectural objects. He referred particularly precisely to the interior of a Gothic cathedral, in which the viewer, in his opinion, wanders successively, embracing the rhythm of supports and pillars, and only when realizing the length of the system, she/he starts looking upwards [1]. It is difficult to agree with this statement because we perceive French, English or Italian churches in a completely different way. All these structures, whether low or high, stony or colourful, do evoke different feelings, at least in the authors' opinion and therefore they bring about various behaviours. It seems that the professor's statement contained in the book *Siatka prostych. O architekturze nadindywidualnej (Grid of Straight Lines. On Over-individual Architecture)* is characterized by the experience of a person who is perfectly familiar with the logic of creating a Gothic form [1, p. 36]. This book was one of the impulses that directed our research towards the verification of theories regarding the perception of historical objects, i.e. interiors, facades and historic architectural layouts¹. Consequently, this article presents the research on changes in the perception of the Gothic church

* ORCID: 0000-0002-5639-5326. Wydział Architektury Politechniki Wrocławskiej/Faculty of Architecture, Wrocław University of Science and Technology.

** ORCID: 0000-0002-0290-9969. Wydział Architektury Politechniki Wrocławskiej/Faculty of Architecture, Wrocław University of Science and Technology.

*** ORCID: 0000-0002-3026-407X. Wydział Architektury Politechniki Wrocławskiej/Faculty of Architecture, Wrocław University of Science and Technology.

¹ The results of the survey on the perception of cathedrals consist of three parts.

teorii dotyczących percepcji obiektów historycznych: wnętrz, elewacji i zabytkowych układów architektonicznych¹. W konsekwencji w niniejszym artykule zaprezentowano badania dotyczące zmian percepcji układu kościoła gotyckiego wraz ze wzrostem długości jego nawy. Badacze, by nie sięgać do subiektywnej, eksperckiej wiedzy – perspektywy zarzuconej autorowi przywołanej wypowiedzi, zadbali o to, aby w doświadczeniu wzięły udział wyłącznie osoby niezwiązane pod względem wykształcenia lub profesji z architekturą, sztuką czy zabiegami konserwatorskimi.

Katedra jako świadoma architektoniczna kreacja

Teologiczne centrum każdej świątyni chrześcijańskiej stanowi ołtarz. To wokół niego koncentruje się życie duchowe wspólnoty eklezjalnej. Dążenie ku prezbiterium jest rozumiane jako droga od grzechu ku zbawieniu [2]. Temat zaklętych w strukturze katedry gotyckiej znaczeń porusza bardzo wielu badaczy, wśród których wymienić można na przykład takie nazwiska jak Duby [3], Norman [4], Walczak [5], von Simson [6], Bałus [7], Erlande-Brandenburg i Mérel-Brandenburg [8], Henry-Claude, Stefanon i Zaballos [9] oraz Panofsky [10]. Wśród wymienionych postaci znajdują się historycy sztuki, teologowie, architekci. Zgodnie z wnioskami wyciągniętymi z ich naukowych poszukiwań, ołtarz umieszczony w prezbiterium wydaje się punktem, gdzie wszystko się zbiega. Te cechy sprawiają, iż koniec nawy głównej katedry gotyckiej jest najważniejszym miejscem w tej budowlu. Jeżeli się przyjmie, że katedry były wznoszone rękoma w pełni świadomych twórców umiających połączyć w harmonijną całość formę, funkcję i treść, można wnioskować, że projekt katedry stawiał przed nimi wyzwanie kierowania ludzką uwagą. Mieli oni tak ukształtować całość katedry, aby przyciągnąć i utrzymać wzrok obserwatorów w ściśle określonych miejscach o rytualnym znaczeniu. O tym, że projektowanie katedry było procesem nieprzypadkowym, świadczą pisma opata Sugera oraz Bernarda z Clairvaux [11].

Autorów interesowało szczególnie to, na ile wydłużanie nawy głównej gotyckiej katedry przekłada się na percepcję całego układu, kiedy obserwatorzy są bardziej skłonni do koncentracji większej części swojej uwagi wzrokowej w obrębie prezbiterium, niejako wciągani są przez tunel².

Hipoteza badawcza

Wzrost długości katedr gotyckich miał ułatwić odczytanie zapisanych w ich strukturze symbolicznych treści. Evolucja proporcji gotyckich świątyń podkreślała znaczenie prezbiterium i znajdującego się w nim ołtarza. Celem wydłużania katedry były jednocześnie: manifestacja boskiej potęgi, oddanie ziemskiego trudu dotarcia do celu, jakim jest zbawienie, a także wymuszenie dłuższej i pełnej skupienia wizualnej kontemplacji prezbiterium.

¹ Wyniki sondażu dotyczącego percepcji katedr składają się z trzech części.

² Autorzy mają na myśli wydłużone wnętrze kościoła longitudinalnego tworzącego tunel nawy głównej zakończony prezbiterium.

layout along with the increase in its nave length. Researchers, in order not to refer to the subjective and expert knowledge, being against the perspective of the quoted statement by the author, decided to include in the experiment exclusively the subjects who were not connected with architecture, art or restoration treatments as regards their education or profession.

The cathedral as a conscious architectural creation

The theological centre of every Christian church is the altar. It is around the altar that the spiritual life of the ecclesial community is focused. Going towards the presbytery is understood as a route from sin to salvation [2]. The issue of meanings, which are enchanted in the structure of a Gothic cathedral, is very popular with researchers, among whom names such as Duby [3] and Norman [4], Walczak [5], von Simson [6], Bałus [7], Erlande-Brandenburg and Mérel-Brandenburg [8], Henry-Claude, Stefanon and Zaballos [9], Panofsky [10] can be mentioned. There are art historians, theologians, and architects among the above-mentioned authors. According to the conclusions drawn from their scientific searches, the altar which is placed in the presbytery seems to be the point where everything comes together. These features make the end of the Gothic cathedral nave the most important place in this building. If we assume that cathedrals were constructed by the hands of fully conscious creators who were able to combine the form, function and content in a harmonious whole, then it can be concluded that they were challenged to control human attention by means of the cathedral's design. They were supposed to shape the entire cathedral so as to attract the observer's eye and maintain it on strictly defined places of ritual significance. The fact that the action of designing a cathedral was a non-accidental process is evidenced by the writings by Abbot Suger and Bernard of Clairvaux [11].

The authors were particularly interested in how far the extension of the Gothic cathedral nave reflects the perception of the entire layout when observers are more likely to concentrate most of their visual attention within the presbytery and are somehow drawn in through the tunnel².

Research hypothesis

The increase in the length of Gothic cathedrals was aimed at facilitating the understanding of symbolic contents which were hidden in their structures. The evolution of proportions of Gothic temples emphasised the importance of the presbytery and the altar which was situated in it. The purpose of extending the cathedral was at the same time a manifestation of the divine power, depicting the earthly effort to reach the goal of salvation as well as forcing a longer and fully focused visual contemplation of the presbytery.

² The authors mean the extended interior of the longitudinal church which forms the nave tunnel finished with the presbytery.

Przygotowanie i przeprowadzenie badania

Czym jest okulografia?

Okulografy (*eye tracker*) to przyrządy dające możliwość rejestracji oglądanego obrazu wraz z dokładnym zapisem sposobu patrzenia na prezentowane bodźce. Najczęściej wykorzystuje się je do prowadzenia badań marketingowych dotyczących reklam czy oceny funkcjonalności stron internetowych, ale też na przykład w medycynie.

W czasie prowadzonych testów wykorzystano okulograf stacjonarny, pozwalający na badanie obrazów, zdjęć i filmów wyświetlanych na ekranie znajdującym się przed obserwatorem. Urządzenie RED250Hz Portable [12] było zainstalowane pod monitorem. W oprawie okulografu znajdują się źródła światła podczerwonego, którego skupione wiązki wysyła się w kierunku oczu obserwatora. Kamera podczerwona śledzi powstające na gąłkach ocznych odbicia, a specjalne oprogramowanie koordynuje zebrane dane, co umożliwi późniejsze wskazanie trasy wodzenia wzrokiem w podziale na sakkady i fiksacje. Fiksacja to zatrzymanie ruchu obu gałek ocznych na tym fragmencie sceny wizualnej, która aktualnie znajduje się na linii wzroku [13]. Właściwie tylko w czasie fiksacji możliwe jest świadome postrzeganie otaczającego nas świata. Sakkady to ruchy kadrujące oczu, których nadrzędnym celem jest precyzyjne ustawianie osi widzenia gałek ocznych na fragmencie sceny wizualnej [13]. Dzięki takiej uproszczonej charakterystyce możliwe jest dalsze matematyczne opracowanie danych polegające na podziale ilustracji na zgodne z potrzebami badania pola zainteresowań (*areas of interest – AOI*) [13]–[15]. Dzięki temu fiksacje są kolejno przyporządkowywane do tych grup, stanowiąc zbiory, na których program komputerowy, w tym przypadku BeGaze SMI, dokonuje obliczeń i generuje różnego rodzaju raporty w formie diagramów, wykresów i zestawień.

Wchodząc w tematykę badań neuronalnych, w tym okulograficznych, nad sztuką, nieodzowne wydaje się przywołanie badań Oniansa, a tym samym jego książki zatytułowanej *Neuroarthistory. From Aristothele and Pliny to Baxandall and Zeki* [16]. Cenne informacje pozwalające na lepsze zrozumienie idei wykorzystania inżynierii biomedycznej do pogłębienia wiedzy o szeroko rozumianej sztuce znajdują się w publikacjach autorstwa Francuza [15], Kędziory [17] oraz Folgi-Januszewskiej [18].

Dlaczego zdecydowano się na badania na podstawie wizualizacji?

Porównanie konkretnych katedr mających różne proporcje w rzeczywistości byłoby najbardziej naturalne, jednak niekorzystne dla późniejszego naukowego wnioskowania. W warunkach naturalnych każda z badanych katedr cechuje się nieco innym oświetleniem, innym kolorytem wnętrza wywołanym różnym typem budulca i kolorystyką witraży, innym podziałem żeber sklepienia, odmienną stylistyką detalu, odmienną wielkością ołtarza, obecnością lub brakiem ambony i stalli, innym typem ławek czy świeczników. Kolejnych różnic można by było

Preparation and carrying out the research

What is eye-tracking?

The essence of eye trackers is the ability to simultaneously record the image viewed along with an accurate record of the way of looking at the presented stimuli. They are most often used to carry out marketing research on advertising or to evaluate the functionality of websites, but also, for example, in medicine.

During our tests a stationary eye tracker was applied which made it possible to test images, photos and films displayed on the screen in front of the observer. RED250Hz Portable Device [12] was installed under the monitor. In the eye tracker's frame there are infrared light sources whose focused beams are sent towards the observer's eyes. The infrared camera tracks the reflections that appear on the eyeballs and the special software coordinates the data collected, which later makes it possible to indicate the route of eyes' movement, which is divided into saccades and fixations. Fixation means stopping the movement of both eyeballs on this fragment of the visual scene that is currently on the line of sight [13]. Actually, the conscious perception of the world which surrounds us is possible at the time of fixation only. Saccades are cropping movements of eyes, whose primary goal is precise setting of the visual axis of eyeballs on a fragment of the visual scene [13]. Thanks to such simplified characteristics, it is possible to further develop mathematical data based on the division of illustrations into Areas of Interests which are in accordance with the research needs (AOI) [13]–[15]. As a result, fixations are subsequently assigned to these groups and form sets on which the computer program, in this case BeGaze SMI, performs calculations and generates various types of reports in the form of diagrams, charts and comparisons.

Discussing the issue of neural research, including eye-tracking, into art, it seems indispensable to recall Onians' studies and thus his books: *Neuroarthistory. From Aristothele and Pliny to Baxandall and Zeki* [16]. This is where we can find some valuable information enabling better understanding of the idea of using biomedical engineering to deepen the knowledge of broadly understood art. In the studies of Francuz [15], Kędziory [16] and Folgi-Januszewska we can find some valuable information.

Why was our research carried out on the basis of visualizations?

A comparison of specific cathedrals which have different proportions in reality would be the most natural method, however, apparently unfavourable for the subsequent scientific conclusions. In natural conditions, each of the researched cathedrals is characterized by slightly different lighting, varying interior colour resulting from various types of the building material and stained-glass colours, another division of the vault ribs, different stylistics of the detail, a various altar size, the presence or lack of the pulpit and choir-stalls, other types of pews or candlesticks. In fact, many other differences could also be found. More-

odnaleźć naprawę wiele. Poza tym trudno byłoby przeprowadzić miarodajne badania w kościołach, w których raz znajduje się wielu wiernych, a raz jedynie kilkoro spacerujących po wnętrzu i wykonujących zdjęcia turystów. Są to zbyt odmienne poznawczo sytuacje, by móc użyć ich do badań. Z tych względów zrezygnowano z użycia jako bodźców zdjęć prawdziwych wnętrz. Chcąc umożliwić zarejestrowanie niezakłóconych tą zmiennością danych, nakierowanych wyłącznie na zmianę proporcji wnętrza, ujednolicono wymienione elementy. Stąd w prezentowanym sondażu zdecydowano się na stworzenie wizualizacji modelowego wnętrza o uśrednionych, spotykanych w tym okresie proporcjach i późniejsze modyfikowanie liczby przęseł w badanym układzie.

Parametry do tych działań zostały zaczerpnięte z rzeczywistości. Rozpatrywane przykłady ograniczono do katedr francuskich wzniesionych od końca XII do początku XIV w. [8]. Pod względem badawczym ta grupa została uznana za najbardziej homogeniczny zbiór. Dodatkowo z tej szerokiej grupy wyłoniono wyłącznie te świątynie, których struktura ścian między nawowych jest trójprasmowa i składa się z pasa filarów, opartych na nich ostrołuków, poziomu fryzu arkadowego (często triforiów) oraz pasa ostrołucznych okien. Za kościół modelowy przyjęto katedrę w Reims. Za katedralne ekstrema uznano Bourges o najmniejszej liczbie przęseł w nawie głównej oraz katedrę w Rouen będącą najdłuższym układem. Wizualizację dla tych trzech przypadków wykonał Wojciech Fikus, dbając o to, aby na ilustracjach nie zmieniła się szerokość i wysokość nawy, a kamera znajdowała się w tej samej pozycji względem wejścia do nawy głównej. W ten sposób otrzymano trzy prezentowane w czasie badań ilustracje (il. 1).

Czas badania

Dużym wyzwaniem dla przeprowadzających test okulograficzny było określenie, jak długo można postulować badanie eye trackingowe tych wnętrz za pomocą przedstawienia statycznego, czyli zdjęcia wyświetlanego na ekranie monitora. Procedurę dochodzenia do odpowiedniego czasu badania przedstawiono w [18]. W związku z opisanymi poszukiwaniami stwierdzono, iż czas patrzenia na wizualizację wyświetlaną na monitorze nie powinien przekraczać 8 s. Można było przypuszczać, iż dla czasu przekraczającego 8 s badanie wykorzystujące ilustracje z pewnością nie odnajdzie już przełożenia na rzeczywistą trójwymiarową sytuację zapoznawania się z wcześniej nieoglądanym wnętrzem gotyckiego kościoła.

Badane osoby

We właściwym badaniu uczestniczyli wolontariusze. Umieszczona na stronie internetowej ankieta miała na celu głównie wykluczenie udziału osób patrzących na architekturę w sposób profesjonalny. Uczestnicy deklaruwali, że nie mają wykształcenia architektonicznego, nie zajmują się konserwatorstwem czy historią sztuki. Wyeliminowanie ekspertów wydawało się niezbędne w świetle refleksji dotyczących wypowiedzi prof. Żórawskiego. Tylko pod takim warunkiem na późniejszym etapie

over, it would be difficult to carry out reliable research in churches, in which sometimes there are many people, whereas at other times only a few tourists walking around the interior and taking pictures. These are too cognitively different situations to be included in the research. For those reasons, real interior photographs were not used as stimuli. To enable the recording of undisturbed data with this changeability and aimed only at changing the proportion of the interior, the exchanged elements were unified. Hence, in the presented survey, the authors decided to create a visualization of the model interior with averaged and characteristic of this period proportions as well as a subsequent modification of the number of bays in the researched layout.

Parameters for these activities were taken from reality. The discussed examples were limited to French cathedrals which were constructed from the end of the 12th to the beginning of the 14th century [8]. In terms of the research, this group was considered to be the most homogenous collection. Moreover, from this wide group only these temples were selected, whose structure of the walls between the nave and aisles is three-band and consists of a row of pillars, ogival arches on them, the arcade frieze level (often triforia) and a row of ogival windows. The cathedral in Reims was adopted as a model church. Bourges with the smallest number of bays in the nave and the cathedral in Rouen being the longest layout were considered to be the cathedral extremes. The visualization for these three cases was made by Wojciech Fikus. He made sure that in illustrations there was no change in the width and height of the nave and the camera was in the same position in relation to the entrance to the nave. In this way, three illustrations were obtained which were presented during the research (Fig. 1).

Research time

One of the biggest challenges for those who carried out the eye tracker test was to determine the time during which the eye tracking examination of these interiors could be postulated by means of a static representation, i.e., a photo displayed on the monitor screen. The procedure for reaching the appropriate examination time was presented in [18]. In connection with the described searches it was found that the time of looking at the visualizations which were displayed on the monitor should not exceed 8 s. It could be assumed that for a time exceeding 8 s, the examination which used illustrations would no longer be reflected in the real three-dimensional situation of familiarizing with the previously unseen interior of a Gothic church.

The subjects

Volunteers participated in the study proper. The questionnaire, which was presented on the website, was mainly intended to exclude the participation of people who would perceive architecture in a professional manner. The participants declared that they did not have architectural education, did not deal with restoration or the history of



Il. 1. Wizualizacje wnętrza katedr o zmieniających się proporcjach: A – przykład krótkiej nawy, B – przykład nawy o uśrednionej długości – rama, C – ilustracja prezentująca długą nawę (oprac. W. Fikus)

Fig. 1. Visualizations of the cathedrals of varying proportions: A – short example, B – an example of averaged asile, C – an illustration showing a long asile (by W. Fikus)

można twierdzić, że oglądanie przygotowanych ilustracji nie było procesem zmienionym przez specjalistyczną edukację zawodową. W czasie badania korzystano z programu Experiment Center, a zebrane w trzy dni dane opracowano w programie BeGaze SMI [12]. Ostatecznie na prezentowane ilustracje patrzyło 76 pełnoletnich osób mieszkających we Wrocławiu³. Mężczyźni stanowili 44,8% badanych, pozostałe 55,2% kobiety. Większość wolontariuszy – 44 osoby – liczyła od 18 do 30 lat. W kolejnej grupie znalazło się 14 osób w wieku od 31 do 40 lat, 12 badanych miało od 41 do 50 lat. Pozostałych 6 uczestników miało więcej niż 50 lat.

Analiza nagrań

Część pierwsza – uwaga poświęcana elementom o zmienionych proporcjach

Na każdej z wizualizacji badacze zawczasu wyznaczyli pola zainteresowania – AOI [19] podzielone na pięć stref: sklepienia, prezbiterium, oba ciągi filarów międzynawowych ze ścianami z triforiami, a także połączone w jeden zbiór posadzki, ławki i sylwetki ludzkie. Bardziej rozbudowane dane zestawiono w tabeli (tab. 1). Porównanie zmian wartości w konkretnej strefie ułatwiają schematy (il. 2–4).

W konsekwencji wydłużania kościoła prezbiterium oddala się od obserwatora, jednocześnie maleje wraz z proporcjonalną zmianą skali umieszczonego tam detalu. Po takiej transformacji sklepienie nawy staje się dłuższe, a jego pole większe. Ciąg filarów także się wydłuża, składa się z większej liczby elementów. W przypadku ścian międzynawowych zmiana pola tej strefy nie jest znacząca. W efekcie transformacji na ilustracji znajduje się więcej trudnych do odczytania szczegółów. Poprzez zmniejszenie liczby przęseł prezbiterium jest bliżej i wydaje się większe, a budujące je elementy architektoniczne stają się bar-

art. The elimination of experts seemed to be necessary in the light of reflections on the statements made by Professor Żórawski. Only under such a condition can it be claimed at a later stage that watching the illustrations prepared was not a process that was changed by specialist vocational education. During the research, the Experiment Centre program was used, and the data collected within three days were processed in the BeGaze SMI program [12]. Finally, 76 adult people who lived in Wrocław looked at the pictures presented to them³. 44.8% of the respondents were men, the remaining 55.2% were women. Most of the volunteers – 44 people – were at the age of 18 to 30. There were 14 people in the next group who were aged from 31 to 40, 12 subjects were between 41 and 50 years old. The remaining six participants were over 50 years old.

Analysis of the recordings

Part one – attention paid to elements with changed proportions

In each of the visualizations, the researchers determined Areas of Interests in advance – AOI [19] which were divided into five zones: the vault, presbytery, both lines of pillars between the nave and aisles along with the walls with triforia, and also floors, pews and human figures which were combined in one set. More extensive data were presented in the table (Table 1). The diagrams (Fig. 2–4) make it easier to compare changes in the value in a specific zone.

Due to the extension of the church, the presbytery moves away from the observer and at the same time it decreases in size along with a proportional change in the scale of the detail placed there. After this kind of transformation, the nave's vault becomes longer and its field bigger. The line of pillars also extends and consists of more

³ Na ilustrację A patrzyły 23 osoby, wizualizację B obejrzało 31 osób, a ilustrację C – 22 osoby.

³ 23 people looked at illustration A, 31 people watched visualization B and 22 people – illustration C.

dziej czytelne. Sklepienie i ściany nawy się skracają, a wraz z tą zmianą maleje liczba detali: żeber, służek, wiązek głowic. Przykładowo na pierwszej wizualizacji w polu widzenia znajdują się cztery rzędy filarów nawy głównej (il. 1A), w kolejnym pięć (il. 1B), a w ostatnim aż osiem rzędów (il. 1C).

Patrząc po raz pierwszy na prezentowane schematy, można by sądzić, że wraz ze wzrostem pola powierzchni powinien zwiększać się odsetek osób, a także czas, jaki ludzie poświęcają na jego poznawanie [19]. Stało się tak tylko dla jednego z badanych parametrów, czyli sklepień. W efekcie otrzymano wartości wynoszące 9% czasu dla przykładu prezentującego krótką katedrę (il. 1A), 15% dla ilustracji ukazującej obiekt o przeciętnej długości (il. 1B) oraz 18,2% uwagi dla najdłuższej wizualizacji oznaczonej literą C. Jest to logicznie rosnący ciąg liczbowy przystający do wzrostu powierzchni sklepień prezentowanych na obrazach (il. 2).

W czasie porównywania pól zainteresowania efekty podjętej obserwacji nie wpisują się w prosty statystyczny schemat myślowy sugerujący, że większe pole daje rezultat w postaci większej liczby osób obserwujących je przez dłuższy czas, tak jak to miało miejsce w przypadku pól sklepiennych. Oprogramowanie wskazało interesujące wartości czasów skupienia dla stref międzynawowych, które wyniosły odpowiednio: 30,1% (strona: lewa 17,1%, prawa 13,0%) dla krótkiego przykładu, 41,2% (strona: lewa 22,5%, prawa 18,7%) dla uśrednionego wnętrza świątyni oraz 34,4% (strona: lewa 18,4%, prawa 16,0%) dla wersji długiej (il. 3).

Szczególnie intrygujący ze względów badawczych jest wynik dotyczący czasu poświęcanego na poznawanie prezbiterium (il. 4). Przeciętnie obserwatorzy poświęcali 20,4% swojej uwagi na zapoznawanie się z prezbiterium w przypadku ilustracji ramowej – B. W wydłużonym układzie C, mimo że widoczne pole prezbiterium stało się mniejsze, to poświęcona mu uwaga istotnie wzrosła do 30,7%. Co ciekawe, jest to efekt zbliżony do wartości otrzymanej dla krótkiego układu (30,3%). Są to wartości podobne, mimo że wielkość widocznego pola prezbiterium została poprzez oddalenie pomniejszona o ponad jedną trzecią. Czym więc różnią się te układy? Czy takie koszty i czasochłonne wydłużanie katedr w celu uzyskania wizualnego skupienia miało sens i czy było to głównym celem budowy coraz większych świątyń? Ten aspekt może znaleźć swoje przełożenie również na rozważania nad percepcją współczesnych dokonań architektonicznych.

Charakter fiksacji

Co zaskakujące, dla ostatniej, budzącej wątpliwości ilustracji C uśredniona liczba fiksacji policzona dla całego pola poznawczego jest najmniejsza i osiąga poziom 24,9 miejsc koncentracji uwagi. Dla dwóch pozostałych przykładów, A i B, otrzymano dokładnie tę samą wartość 29,2 fiksacji. Zapoznawanie się z najdłuższym przykładem jest więc nieco „spokojniejsze” niż z przykładami krótszymi (tab. 1).

W przypadku prezbiterium znajdującego się najbliżej obserwatora liczba fiksacji poświęcona na jego obserwa-

elements. In the case of walls between the nave and aisles, the change in the area of this zone is not significant. As a result of this transformation, the illustration contains more details which are difficult to see. By reducing the number of bays, the presbytery is closer and seems to be larger, and the architectural elements that form them become more visible. The vault and the walls of the nave are shortened and along with this change the number of details decreases, i.e. ribs, supports, bundles of heads. For example, in the first visualization there are four rows of the main nave pillars in the field of view (Fig. 1A), in the next there are five (Fig. 1B) and in the last field of view there are eight rows (Fig. 1C).

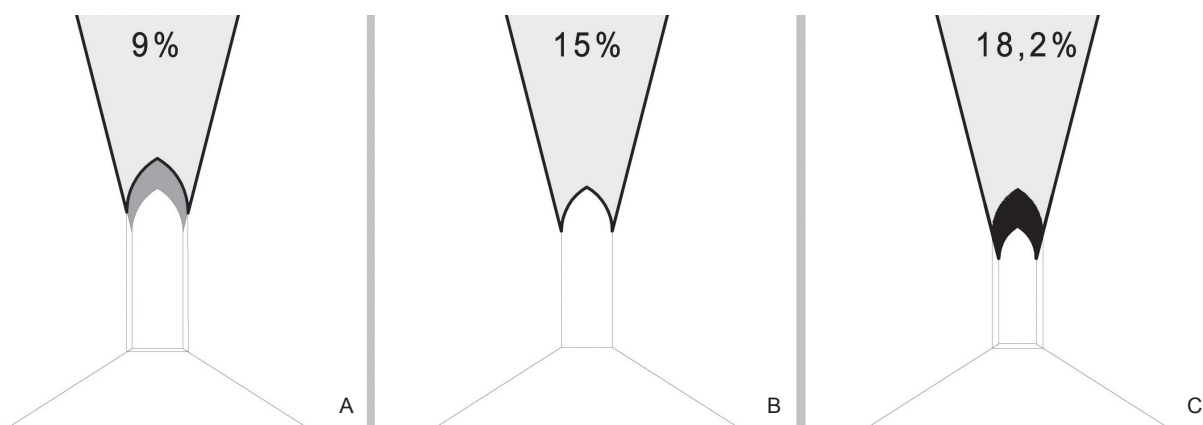
Looking at the presented diagrams for the first time, it could be inferred that along with the increase of the surface area, the percentage of people should increase as well as the time which people devote to familiarising themselves with it [19]. This turned out to be true for one of the tested parameters only, i.e. in the case of vaults. As a result, the values of 9% of the time were obtained for the example which presented a short cathedral (Fig. 1A), 15% for the illustration which showed the object of the average length (Fig. 1B) and 18.2% of the attention for the longest visualization marked with letter C. It is a logically growing numerical sequence that matches the increase in the area of vaults which were presented in the pictures (Fig. 2).

When comparing Areas of Interest, the effects of the observation do not fit into a simple statistical thought scheme suggesting that the larger area gives the result in the form of a larger number of people watching it for a longer time, as was in the case with the vault areas. The software indicated interesting values of the focus times for the zones between the nave and aisles, namely 30.1% (side: left 17.1%, right 13.0%) for a short example, 41.2% (side: left 22.5%, right 18.7%) for the average interior of the temple and 34.4% (side: left 18.4%, right 16.0%) for the long version (Fig. 3).

The result of the time devoted to getting to know the presbytery is particularly intriguing in terms of research reasons (Fig. 4). On average, observers devoted 20.4% of their attention to familiarise themselves with the presbytery in the case of frame illustration B. In the extended layout C, although the visible presbytery area became smaller, the attention devoted to it significantly increased up to 30.7%. Interestingly, it is the effect similar to the value which was obtained for the short layout (30.3%). These are similar values, although the size of the visible presbytery's area was reduced by over one third due to distancing. So, how do these layouts differ from one another? Did this costly and time-consuming extension of cathedrals in order to obtain a visual focus make any sense and was it the main goal of constructing larger and larger temples? This aspect may also be reflected in the discussion about the perception of modern architectural achievements.

The nature of fixation

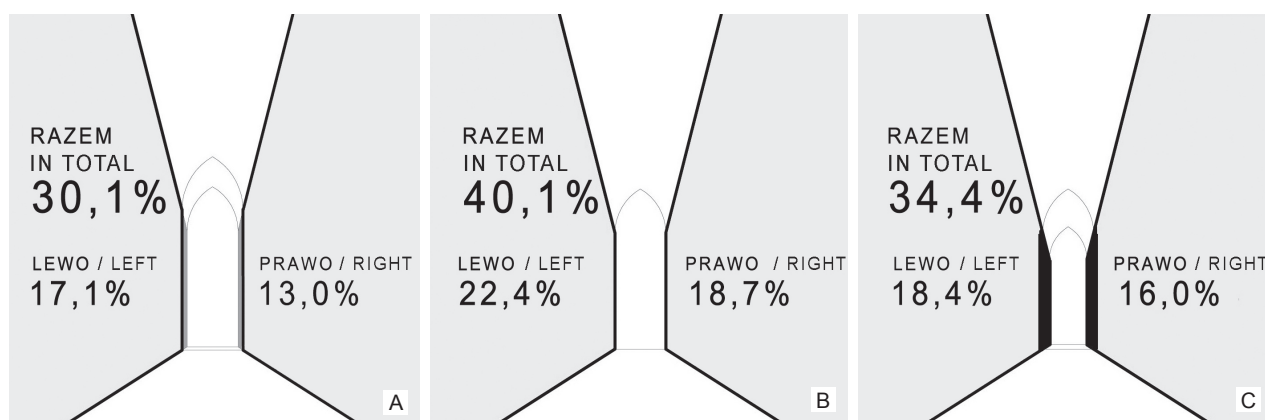
Surprisingly, for the last, doubtful illustration C, the average number of fixations calculated for the entire cognitive area is the smallest and reaches the level of



II. 2. Porównanie zmian uwagi wizualnej (*dwell time*) poświęcanej na poznawanie sklepień w poszczególnych przykładach:
A – krótkim, B – średnim i C – długim.

Oznaczenia kolorystyczne pól: jasnoszary – wartość referencyjna, czarny – wzrost wartości, ciemnoszary – spadek wartości (oprac. M. Rusnak)

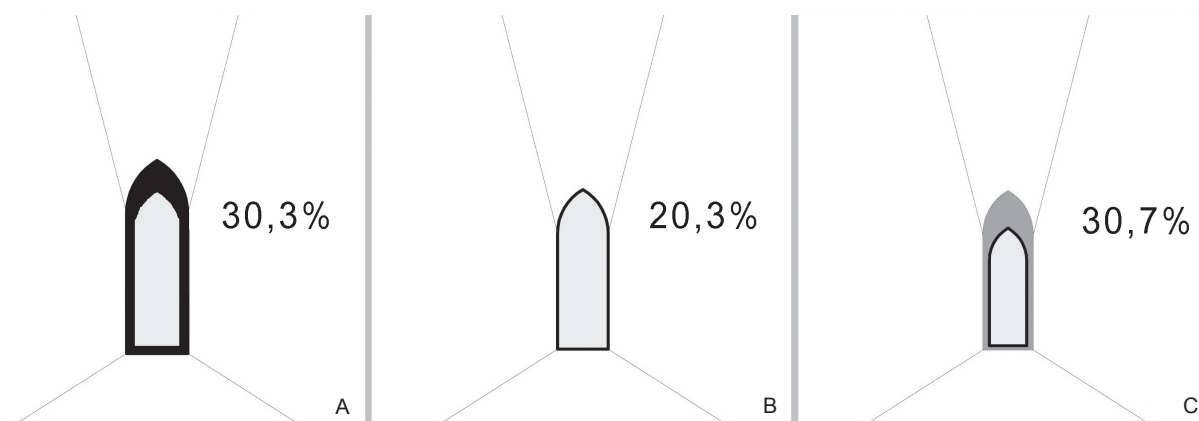
Fig. 2. Comparison of dwell time on observing the vaults in examples: A – the shortest, B – medium, C – the longest.
Colors markings: light gray – reference value, black – increase in value, dark gray – decrease in value (by M. Rusnak)



II. 3. Porównanie zmian uwagi wizualnej (*dwell time*) poświęcanej na poznawanie stref międzynawowych w poszczególnych przykładach:
A – krótkim, B – średnim i C – długim.

Oznaczenia kolorystyczne pól: jasnoszary – wartość referencyjna, czarny – wzrost wartości, ciemnoszary – spadek wartości (oprac. M. Rusnak)

Fig. 3. Comparison of dwell time on observing the areas on the sides of the nave in examples: A – the shortest, B – medium, C – the longest.
Colors markings: light gray – reference value, black – increase in value, dark gray – decrease in value (by M. Rusnak)



II. 4. Porównanie zmian uwagi wizualnej (*dwell time*) poświęcanej na poznawanie prezbiteriów w poszczególnych przykładach:
A – krótkim, B – średnim i C – długim.

Oznaczenia kolorystyczne pól: jasnoszary – wartość referencyjna, czarny – wzrost wartości, ciemnoszary – spadek wartości (oprac. M. Rusnak)

Fig. 4. Comparison of dwell time on observing the presbyteries in examples: A – the shortest, B – medium, C – the longest.
Colors markings: light gray – reference value, black – increase in value, dark gray – decrease in value (by M. Rusnak)

Tabela 1. Zestawienie najbardziej istotnych parametrów (oprac. M. Rusnak)
 Table 1. List of most important parameters (by M. Rusnak)

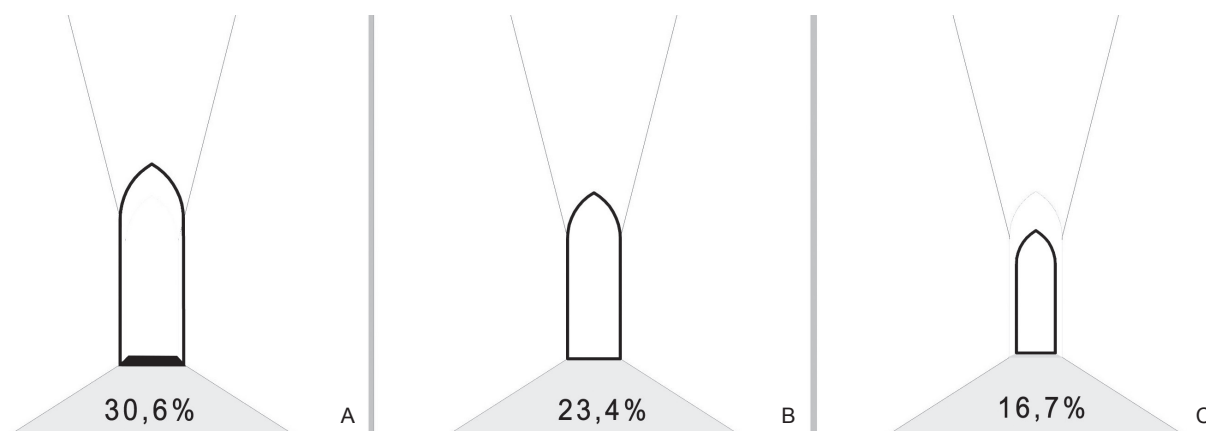
		A Wizualizacja krótkiej katedry <i>Visualization of the short cathedral</i>	B Wizualizacja katedry o przeciętnej długości nawy <i>Visualisation of the cathedral with the average nave length</i>	C Wizualizacja długiej katedry <i>Visualisation of the long cathedral</i>
Cała ilustracja <i>Whole illustration</i>	liczebność grup <i>group size</i>	23 osoby	31 osób	22 osoby
	liczba fiksacji na całej ilustracji <i>the number of fixations in the whole illustration</i>	29,2	29,2	24,9
Sklepienie <i>Vault</i>	trwanie uwagi wizualnej, czas spędzony na sklepieniu <i>duration of visual attention, time spent on the vault</i>	9,0%	15,0%	18,2%
Filary <i>Pillars</i>	trwanie uwagi wizualnej, czas spędzony na filarach po obu stronach <i>duration of visual attention, time spent on pillars on both sides</i>	30,1%	41,2%	34,4%
	w tym: lewa strona / prawa strona <i>including: left side / right side</i>	17,1 / 13,0%	22,5% / 18,7%	18,4% / 16,0%
Prezbiterium <i>Presbytery</i>	czas poświęcony na poznanie prezbiterium <i>time devoted to familiarising with the presbytery</i>	30,3%	20,4%	30,7%
	liczba fiksacji / długość fiksacji <i>number of fixations / length of fixation</i>	9,2 / 241 ms	6,6 / 312 ms	6,6 / 378 ms
	czas do pierwszej wizyty <i>time till the first visit</i>	113,6 ms	34,1 ms	22,8 ms
Inne <i>Others</i>	trwanie uwagi wizualnej dla pozostałych elementów: podłoga, ławki, ludzie <i>duration of visual attention for the remaining elements: floor, pews, people</i>	30,6%	23,4%	16,7%
	w tym (poza ilustracją) <i>including (not in the illustration)</i>	(5,1%)	(3,2%)	(1,2%)

cję jest większa niż w kolejnych przykładach i wiąże się prawdopodobnie z chęcią obejrzenia detalu. Podczas obserwacji prezbiterium A wykonano zatem średnio 9,2 fiksacji. Fiksacje te są najkrótsze, wynoszą średnio 241 ms. Prezbiterium w przykładach B i C, mimo że poznawane było przy użyciu podobnej liczby 6,6 fiksacji, różni się dynamiką fiksacji. W średnim przykładzie dla całej strefy zawierającej prezbiterium i powstałe w wyniku transformacji ściany i sklepienia trwanie fiksacji wzrosło do 312 ms. Najspokojniej, wykonując fiksacje trwające aż 378 ms, obserwowano prezbiterium w trzecim przykładzie, gdzie nawa była najdłuższa. Jest to czas zwiększony nawet o 57% względem krótkiego przykładu katedry. Parametry fiksacji pokazują „wizualny magnetyzm” ołtarza zamykającego tunelowe wnętrze, zwłaszcza w przypadku jego oddalenia od obserwatora.

Dodatkowo zwrócić należy uwagę na to, że choć na ilustracjach znajdują się tak samo wyglądające posadzka, ławki i cienie pokazujące skalę postaci względem architektury wnętrza, to czas poświęcony tym elementom maleł wraz z oddalaniem się prezbiterium od obserwatora. Początkowo na zapoznanie się z tymi częściami wizualizacji wolontariusze poświęcali 30,6% czasu (A), poprzez

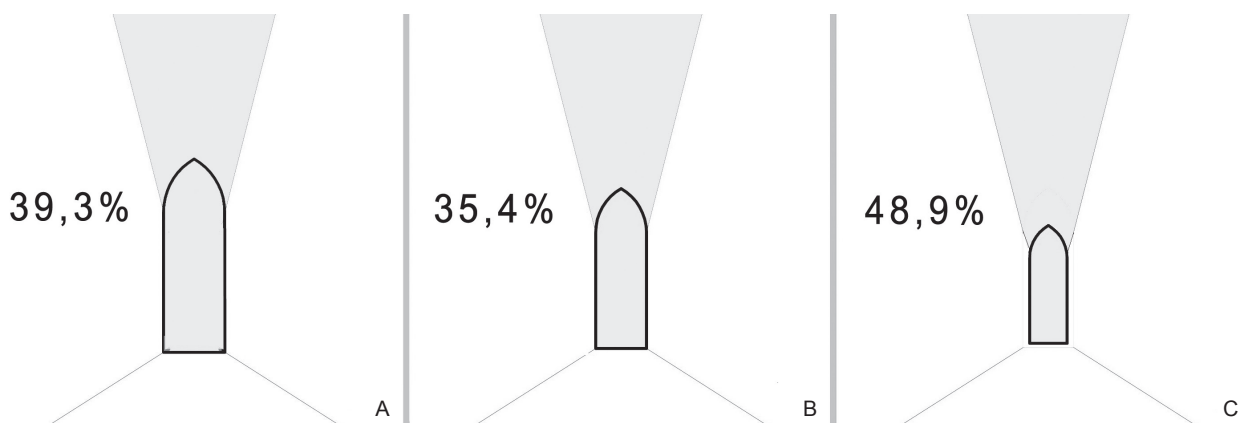
24,9 places of attention concentration. For the other two examples, A and B, exactly the same value of 29.2 fixations was obtained. Becoming familiarized with the longest example is therefore a bit “calmer” than with the shorter examples (Table 1).

In the case of the presbytery closest to the observer, the number of fixations devoted to its observation is greater than in the next examples and is probably connected with a desire to see the detail. During the observation of presbytery A, an average of 9.2 fixations were made. These fixations are the shortest, an average of 241 ms. The presbytery in examples B and C, although it was observed by means of a similar number of 6.6 fixations, differs in the dynamics of fixation. In the average example, for the entire zone containing the presbytery and resulting from the transformation of the wall and the vault, the duration of fixation increased up to 312 ms. Most calmly, by performing fixations lasting up to 378 ms – the presbytery was observed in the third example, where the nave was the longest. It is a time increased even by 57% compared to the short example of the cathedral. Parameters of the fixation show the “visual magnetism” of the altar which closes the tunnel interior, especially in the case of its distance from the observer.



Il. 5. Porównanie zmian uwagi wizualnej (*dwell time*) poświęcanej na poznawanie posadzki, ław, postaci ludzkich oraz czasu spędzonego na wodzeniu wzrokiem poza obrębem ilustracji, kolejno A, B i C (oprac. M. Rusnak)
Oznaczenia kolorystyczne pól: jasnoszary – wartość referencyjna, czarny – wzrost wartości, ciemnoszary – spadek wartości (oprac. M. Rusnak)

Fig. 5. Comparison of dwell time on observing the floor, the benches, the human shapes and on looping outside the frame of the illustration in examples A, B, C (by M. Rusnak)
Colors markings: light gray – reference value, black – increase in value, dark gray – decrease in value (by M. Rusnak)



Il. 6. Porównanie zmian uwagi wizualnej (*dwell time*) poświęcanej na poznawanie centralnych elementów architektonicznych: sklepienia i prezbiterium (oprac. M. Rusnak)
Oznaczenia kolorystyczne pól: jasnoszary – wartość referencyjna, czarny – wzrost wartości, ciemnoszary – spadek wartości (oprac. M. Rusnak)

Fig. 6. Comparison of dwell time on observing the vaults and the presbytery (by M. Rusnak)
Colors markings: light gray – reference value, black – increase in value, dark gray – decrease in value (by M. Rusnak)

23,4% (B) do 16,7% (C) (il. 5). To dodatkowo ujawnia skłonność do większego skupienia uwagi na zakończeniu nawy przy jej wydłużaniu.

Znaczne wydłużenie układu zwiększyło koncentrację obserwujących na centralnie położonych architektonicznych elementach układu. Pomimo najmniejszej powierzchni pola uwagi wizualnej AOI osiągnęły one poziom niemal połowy czasu przeznaczanego przez uczestników eksperymentu na zapoznanie się z ilustracją (il. 6).

Interpretacja. Wnioski

Dopiero patrząc na podane powyżej parametry fiksacji, można stwierdzić, iż w pełni potwierdziło się przypuszczenie badaczy dotyczące występowania zjawiska tak zwanego efektu kościoła tunelowego. Pokazuje to, że

Moreover, attention should be paid to the fact that although the illustrations have the same appearance of the floor, pews and shadows showing the scale of the figure relative to the interior architecture, the time devoted to these elements decreased as the presbytery became more distant from the observer. Initially, to familiarize themselves with these parts of the visualization, volunteers devoted 30.6% of time (A), through 23.4% (B) up to 16.7% (C) (Fig. 5). This additionally reveals a tendency to concentrate more on the nave's end when it is extended.

A significant extension of the layout increased concentration of observers on the centrally located architectural elements of the layout. Despite the smallest surface field of AOI visual attention, they reached the level of almost half of the time that was used by the participants to familiarize themselves with the illustration (Fig. 6).

wydłużanie nawy silniej oddaje metafizyczną hierarchię tego układu architektonicznego. W przypadku wizualizacji najdłuższej katedry widzowie interesowali się prezbiterium najszybciej, a ich obserwacje były najmniej dynamiczne. Eksperyment udowodnił, że wydłużenie nawy kościoła wspiera koncentrację uwagi ludzi przebywających w świątyni zgodnie z oczekiwaniami liturgii, sprawowanej głównie w obrębie prezbiterium.

Dalsze perspektywy badawcze

Okulograf okazuje się interesującym narzędziem do badań zabytków architektury. Dzięki wdrożeniu tej technologii było możliwe ponowne, choć znacznie uproszczone przyglądnięcie się konkretnemu aspektowi ewolucji struktury katedry gotyckiej. Pod tym względem opisanie mechanizmu rządzącego postrzeganiem głównej nawy kościoła jako wnętrza tunelowego wydaje się niezwykle interesujące. Warto by jednak było badania przeprowadzone za pomocą okulografu stacjonarnego i wykorzystanych w opisanym eksperymencie bodźców prezentowanych na ekranie monitora zweryfikować, używając wizualizacji prezentowanych w technologii zdjęć sferycznych oraz okulografu skoordynowanego ze środowiskiem wirtualnej rzeczywistości. Autorzy chcieliby w przyszłości rozszerzyć studia, zarówno zwiększając grupę badawczą, jak i wprowadzając inne, pośrednie fazy w zmieniającej się długości kościołów gotyckich. Pozwoliłoby to na uzyskanie dokładniejszych parametrów statystycznych oraz na wyciąganie wniosków z dłuższych ciągów liczbowych.

Interpretation. Conclusions

Only after analysing the parameters of fixation given above, can it be stated that the researchers' assumption regarding the occurrence of the phenomenon of the so-called tunnel church effect was fully confirmed. This shows that extending the nave reflects the metaphysical hierarchy of this architectural layout more strongly. In the case of visualization of the longest cathedral, viewers got interested in the presbytery the fastest, and their observations were the least dynamic. The experiment proved that the extension of the nave of the church supports concentration of people's attention who are in the temple in accordance with the expectations of the liturgy which is celebrated mainly within the presbytery.

Further research perspectives

An eye tracker turns out to be an interesting tool for researching architectural monuments. Thanks to the implementation of this technology, it was again possible to observe the specific aspect of the evolution of the Gothic cathedral structure, although it was much simplified. In this respect, describing the mechanism that governs the perception of the main nave of a church as a tunnel interior seems extremely interesting. However, it would be really of great significance to verify the research which was carried out with the use of a stationary eye tracker and the stimuli used in the described experiment, which were presented on the monitor screen by applying visualisations that were presented in the technology of spherical photos and an eye tracker coordinated with the virtual reality environment. The authors would like to extend their studies in the future, both by increasing the research group and by introducing other intermediate phases in the changing length of Gothic churches. This would allow us to obtain more precise statistical parameters as well as to draw conclusions from longer numerical sequences.

*Translated by
Bogusław Setkowicz*

Bibliografia/References

- [1] Żórawski J., *Stotka prostych. O architekturze nadindywidualnej*, Wydawnictwo PK, Kraków 2012.
- [2] Spruta J., *Mistyka katedry gotyckiej. Architektura sakralna jako obraz i symbol postawy modlitewnej*, „Studia Gnesnensia” 2014, T. 28, 231–239.
- [3] Duby G., *Czasy katedr. Sztuka i społeczeństwo 980–1420*, tłum. K. Dolatowska, PIW, Warszawa 2002.
- [4] Norman E., *Dom Boga. Historia architektury sakralnej*, Arkady, Warszawa 2007.
- [5] Waleczak R., *Symbolika i wystrój świątyni chrześcijańskiej*, Wydawnictwo Święty Wojciech, Poznań 2005.
- [6] Simson O. von, *Katedra gotycka. Jej narodziny i znaczenie*, tłum. A. Palińska, PWN, Warszawa 1989.
- [7] Bałus W., *Gotyk bez Boga? W kręgu znaczeń symbolicznych architektury sakralnej XIX wieku*, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2011.
- [8] Erlande-Brandenburg A., Mérel-Brandenburg A.B., *Histoire de l'architecture Française. Du moyen Age à la Renaissance*, Menges, Paris 1995.
- [9] Henry-Claude M., Stefanon L., Zaballos Y., *Principes et éléments de l'architecture religieuse médiévale*, Fragile, Gavaudun 1997.
- [10] Panofsky E., *Architecture gothique et pensée scolastique précédé de L'abbé Suger de Saint-Denis*, Les Edition de Minuit, Alençon 1992.
- [11] Bogdan M., *Definicja piękna w XII wieku a architektoniczna ekspozycja ołtarza w epoce gotyckiej*, „Polonia Sacra” 2013, vol. 17, nr 2(33), 277–297.
- [12] <https://www.smivision.com/> [accessed: 1.06.2017].
- [13] Holmqvist K., Nystöm M., Anderson R., Dewhurst R., Jarodzka H., van de Weije J., *Eye tracking. A comprehensive guide to methods and measures*, Oxford University Press, Oxford 2011.
- [14] Duchowski A.T., *Eyetracking methodology. Theory and practice*, Springer, London 2007.

- [15] Francuz P., *After Imagia*, Lublin 2012, <http://afterimagia.pl/book/> [accessed: 11.05.2017].
- [16] Onians J., *Neuroarthistory. From Aristothele and Pliny to Baxandall and Zeki*, Yale University Press, Yale 2008.
- [17] Kędziora Ł., *Niezauważalna i rewolucyjna neurohistoria sztuki*, „Acta Universitatis Nicolai Copernici. Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo”, Nr 45, UMK, Toruń 2014, 223–252.
- [18] Folga-Januszewska D., *Muzeologia neuronalna. Inne spojrzenie na muzeum XXI wieku*, [w:] E. Kowalska, E. Urbaniak (red.), *Muzeum XXI wieku. Teoria i praxis. Materiały konferencji Muzeum Początków Państwa Polskiego, Gniezno, 25–26 listopada 2009*, Muzeum Początków Państwa Polskiego, Gniezno 2010, 29–35.
- [19] Rusnak M., Fikus W., Szewczyk J., *Jak obserwatorzy postrzegają głębię we wnętrzu gotyckiej katedry wraz ze zmianą jej proporcji? Sondaż okulograficzny*, „Architectus” 2018, Nr 1(53), 77–88.

Podziękowania

Autorzy artykułu serdecznie dziękują prof. dr hab. inż. arch. Małgorzacie Chorowskiej oraz dr Aleksandrze Marcinów za konsultacje w czasie przygotowania wizualizacji wnętrz katedr. Asystą techniczną i radą przy przeprowadzaniu badania służyła nam mgr inż. Ewa Ramus – reprezentująca Neuro Device Group. Ponownie dziękujemy dr inż. arch. Agnieszce Gryglewskiej, mgr inż. arch. Małgorzacie Budlewskiej – doktorantce Wydziału Architektury Politechniki Wrocławskiej – oraz Kołu Naukowemu ArchHist.

Acknowledgements

We would like to thank Prof. dr hab. inż. arch. Małgorzata Chorowska and dr inż. arch. Agnieszka Marcinów for consultations during the preparation of the visualisation of cathedrals' interiors. Mgr inż. Ewa Ramus – representing Neuro Device Group, was our technical assistant and adviser when conducting the research. Again, we thank dr inż. arch. Agnieszka Gryglewska, mgr inż. arch. Małgorzata Budlewska, PhD student in WA and the members of the ArchHist Scientific Club.

Streszczenie

Tekst stanowi drugą z trzech części raportu dotyczącego sondażu okulograficznego przeprowadzanego w 2017 r. w Katedrze Historii Architektury, Sztuki i Techniki na Wydziale Architektury Politechniki Wrocławskiej. Badania dotyczyły charakterystyki zapoznawania się z zabytkowymi budowlami. Pierwsza część omawiała zarejestrowany przez autorów sposób zapoznawania się z głębią nawy głównej kościoła gotyckiego. Podobnie jak w poprzednim artykule, także w niniejszej pracy na potrzeby eksperymentu wykorzystano wizualizacje XIII- i XIV-wiecznych katedr francuskich. Autorów interesowało, na ile długość nawy głównej gotyckiej katedry przekłada się na percepcję całego układu oraz czy i kiedy obserwatorzy są bardziej skłonni do koncentracji swojej uwagi wzrokowej, identyfikując prezbiterium. Zjawisko, w którym wraz ze wzrostem długości nawy świątyni wzrok człowieka jest znacznie mocniej przyciągany przez strefę prezbiterialną, nazywa się także efektem kościoła tunelowego.

Słowa kluczowe: okulografia, katedra gotycka, percepcja architektury, kościół tunelowy, prezbiterium

Abstract

This paper constitutes the second part of a three-part report considering an eyetracking survey that took place in 2017 at the Department of History of Architecture, Art and Technique at the Wrocław University of Science and Technology. The study focused on how people perceive historic buildings. The first part of the report discussed the way people perceive the depth of the nave of a Gothic church. In the second part the researchers were interested in how the length of the nave affects the perception of the entire layout of the church and in what circumstances the observers are most willing to pay attention to the area of the presbytery. The survey included the testing of the so-called tunnel church effect theory, according to which the longer the nave, the more attention is paid to the presbytery.

Key words: eye tracking, Gothic cathedral, perception of architecture, funnel church, presbytery



Wizualizacja z projektu D. Oleś
Visualization from the project by D. Oleś