



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

Jak obserwatorzy postrzegają wertykalizm gotyckiej katedry wraz ze zmianą jej wysokości? Część III sondażu okulograficznego

How observers perceive the verticality of a gothic cathedral interior along with the change of its height? Eye tracking survey part III

Wprowadzenie

Fascynującym zagadnieniem są zmiany proporcji wznoszonych budowli sakralnych. Dobrze widać to w gotyku. Wraz z ewolucją stylu ścierały się dwie tendencje – do wydłużania układów katedr i do ich podwyższania oraz wysmuklania proporcji przekrojów ich naw głównych i bocznych. Jest to zderzenie „wglębnego horyzontalizmu” mającego na celu manifestację dążenia ku miejscu mistycznej przemiany chleba i wina w ciało i krew Chrystusa z wertykalizmem ukazującym oderwanie myśli ludzkich od spraw przyziemnych ku sklepieniu reprezentującemu nieboskłon. Zdaniem Justyny Spruty to konsekwentne wypiętrzanie struktur gotyckich kierowało spojrzenie wiernych ku górze, wyznaczając duchowy tor dla modlitwy wspólnotowej indywidualnej [1]. Temat symboliki ukrytej w gotyckich bryłach kościołów omawia wielu historyków sztuki, architektów i teologów, wśród których wymienić można Georges’a Duby’ego [2], Edwarda Normana [3], Romana Walczaka [4], Otto von Simsona [5], Wojciecha Bałusa [6], Alaine Erlande-Brandenburg [7] czy Erwina Panovskiego [8].

* ORCID: 0000-0002-5639-5326. Wydział Architektury Politechniki Wrocławskiej / Faculty of Architecture, Wrocław University of Science and Technology, e-mail: marta.rusnak@pwr.edu.pl

** ORCID: 0000-0002-3026-407X. Centrum Archeologii Śródziemnomorskiej Uniwersytetu Warszawskiego / Polish Centre of Mediterranean Archaeology of the University of Warsaw.

*** ORCID: 0000-0002-0290-9969. Instytut Filozofii Uniwersytetu Wrocławskiego / Institute of Philosophy, University of Wrocław.

Introduction

Changes in the proportions of erected sacred buildings constitute a fascinating issue. It is clearly visible in the Gothic style. As the style evolved, there were two conflicting tendencies – to lengthen the layouts of cathedrals and to make them taller as well as to slim the proportions of cross-sections of their naves and aisles. It is a clash of “profound horizontalism” aimed at manifesting the pursuit of a place of a mystical transformation of bread and wine into the body and blood of Christ with verticalism showing detachment of human thoughts from mundane matters towards the vault representing the sky. According to Justyna Spruta, this consistent uplift of Gothic structures directed the eyes of the faithful upwards, marking a spiritual path for individual and community prayer [1]. The subject of symbolism hidden in the Gothic churches has been discussed by many art historians, architects, and theologians, including Georges Duby [2], Edward Norman [3], Roman Walczak [4], Otto von Simson [5], Wojciech Bałus [6], Alaine Erlande-Brandenburg [7], or Erwin Panovski [8].

The second part of the 2017 eye-tracking survey describes visual behaviours connected with perception of deepening aisles of the 13th- and 14th-century French Gothic cathedrals. It turned out that an increase in the length of these objects served to facilitate concentration of attention within the presbytery [9]. Thus, a hypothesis of the existence of the “tunnel church” phenomenon was empirically supported. The aim of the third and last part of the research was to look at how their perception was influenced

W drugiej części przeprowadzonego w 2017 r. sondażu okulograficznego opisano zachowania wzrokowe związane z percepcją pogłębiających się naw XIII- i XIV-wiecznych francuskich katedr gotyckich. Okazało się, iż wzrost długości tych obiektów służył ułatwieniu koncentracji uwagi w obrębie prezbiterium [9]. Tym samym empirycznie poparto hipotezę o istnieniu zjawiska „kościółka tunelowego”. Celem trzeciej, ostatniej części badań było przyglądnięcie się temu, jaki wpływ na ich postrzeganie miała zauważalna w historii architektury tendencja do wysmuklania proporcji gotyckich wnętrz.

Cel i hipoteza badawcza

Założono, że im smuklejsze staje się wnętrze nawy głównej katedry, tym więcej uwagi obserwatorzy powinni intuicyjnie poświęcać elementom znajdującym się w centralnym pionowym pasie kompozycji. Zgodnie z teologicznymi założeniami, przytoczonymi we wstępie, wzrok wiernych powinien szczególnie chętnie koncentrować się w obrębie sklepienia. Tym samym mniej czasu wierci powinni poświęcać na zapoznawanie się z wyglądem prezbiterium. Autorzy artykułu założyli jednocześnie, że wraz ze wzrostem wysokości nawy czy obserwatorów powinny wykonywać więcej ruchów, przedzielonych krótszymi okresami zatrzymań, co odpowiada większemu dynamizmowi poznawczemu.

Metodologia

Testy przeprowadzono przy użyciu eyetrackerów, inaczej okulografów. Są to urządzenia dające możliwość jednoczesnej rejestracji oglądanego obrazu wraz z dokładnym zapisem sposobu patrzenia na prezentowane bodźce, wizualizacje. Okulograf śledzi ruchy gałek ocznych, a specjalne oprogramowanie zbiera dane, co umożliwia późniejsze wskazanie trasy wodzenia wzrokiem po prezentowanej na monitorze komputera ilustracji. Poznawcze zachowanie wzroku można opisać dzięki uproszczonemu podziałowi na ich dwa podstawowe stany: ruchy nazywane sakkadami i fiksacje oznaczające zatrzymanie wzroku [10]. W czasie fiksacji możliwe jest świadome postrzeganie otaczającego nas świata. Takie rozróżnienie pozwala na dalsze matematyczne opracowanie danych.

W czasie pracy wykorzystano okulograf stacjonarny RED250HzPortable [11], pozwalający na badanie przygotowanych obrazów (il. 1). Ze względu na liczne różnice (detal, materiał, wyposażenie) w czasie badania nie wykorzystywano zdjęć istniejących wewnątrz, gdyż matematyczne porównywanie sposobu ich postrzegania byłoby nieosiągalne. Wizualizacje uproszczonych naw głównych o proporcjach wybranych istniejących gotyckich katedr francuskich wydawało się najbardziej odpowiednie. W wyniku analiz istniejących przykładów za kościół modelowy B, o uśrednionych proporcjach, przyjęto katedrę w Reims (il. 1B). Przykładem, który posłużył do stworzenia modelu A o najmniejszej smukłości nawy, była katedra w Chartres (il. 1A). Proporcje katedry w Bouvais, charakteryzującej się największą smukłością przekroju nawy, wykorzystano do wykonania wizualizacji C (il. 1C).

by a tendency to slim proportions of Gothic interiors, which was noticeable in the history of architecture.

Research goal and hypothesis

It was assumed that the slenderer the interior of the cathedral nave becomes, the more attention observers should intuitively pay to the elements situated in the central vertical strip of the composition. In accordance with theological assumptions quoted in the introduction, the eyes of the faithful should be willingly focused especially within the area of the vault. Thus, the faithful should spend less time on getting familiarized with the appearance of the presbytery. At the same time, the authors of the article also assumed that along with an increase in the height of the nave, observers' eyes should make more movements, separated by shorter periods of detention, which corresponds to greater cognitive dynamism.

Methodology

The tests were carried out by means of eye trackers. These are devices that make it possible to simultaneously register a viewed image along with an accurate record of the way of looking at the presented stimuli and visualizations. The eye tracker tracks (or follows) the movements of eyeballs, and a special software collects data, which enables a subsequent indication of the route of guidance with the eyes on the illustration presented on the computer screen. The cognitive behaviour of eyesight can be described thanks to a simplified division into the two basic states, i.e., movements called saccades and fixations meaning stopping eyesight [10]. During fixation it is possible to consciously perceive the world surrounding us. This distinction enables the further mathematical processing of the data.

During the research, stationary eye tracker RED250Hz-Portable [11], which enabled examination of the prepared images, was applied (Fig. 1). Due to numerous differences (detail, material, equipment), no photos of the existing interiors were used during the examination because a mathematical comparison of their perception method would be unattainable. Visualizations of simplified naves with proportions of the selected existing Gothic French cathedrals seemed the most appropriate. As a result of the analyses of the existing examples, the cathedral in Reims was recognised as model church B with averaged proportions (Fig. 1B). An example which was used to create model A with the smallest slenderness of the nave was the Cathedral of Chartres (Fig. 1A). Proportions of the cathedral in Bouvais, which was characterized by the greatest slenderness of the nave's cross-section, were used for the visualization C (Fig. 1C).

The prepared visual stimuli were presented to volunteers participating in the research for eight seconds. The developed procedure made it impossible for one participant to compare the pictures. The volunteers were adult residents of Wrocław. The participants declared that they had no expert knowledge about art, history, conservation-restoration, or architecture. During the research, the



Il. 1. Wizualizacje naw głównych katedr o różnej wysokości. Wykonano na podstawie proporcji istniejących katedr:
A – Chartres, B – Reims, C – Bouvais (oprac. W. Fikus)

Fig. 1. Visualizations of the naves of cathedrals of different heights were made on the basis of proportions of the existing cathedrals:
A – Chartres, B – Reims, C – Bouvais (elaborated by W. Fikus)

Przygotowane bodźce wizualne prezentowano przez 8 s wolontariuszom biorącym udział w badaniach. Opracowana procedura uniemożliwiała jednemu uczestnikowi porównywanie ilustracji. Wolontariusze byli pełnoletnimi mieszkańcami Wrocławia. Uczestnicy deklaruwali, że nie mają eksperckiej wiedzy na temat sztuki, historii, konserwatorstwa czy architektury. W czasie badania korzystano z programu Experiment Center [11]. Ostatecznie na prezentowane ilustracje patrzyło 81 pełnoletnich osób. Dwudziestu czterech chętnych widziało ilustrację A, 31 osób poznało ilustrację B, a 26 wolontariuszy przyglądało się ostatniej wizualizacji.

Pełny opis metodologii badania zawarto w pierwszym z serii trzech artykułów [12].

Wyniki

Zebrane w czasie badań dane opracowano w programie BeGaze SMI [11]. Na potrzeby późniejszych obliczeń na każdej z wizualizacji wyznaczono pola wizualnego zainteresowania (*area of interest* – AOI) [13] podzielone na trzy strefy: sklepienie, prezbiterium i posadzkę połączoną w jeden zbiór ze stojącymi na niej ławkami i schematycznie zaznaczonymi sylwetkami ludzkimi. Dla wyznaczonych w ten sposób pól program wykonywał osobne obliczenia.

Ogólna analiza ilustracji

Opis konsekwencji zmian proporcji

W wyniku podwyższania nawy głównej kościoła prezbiterium przybiera bardziej wydłużony kształt, a jego powierzchnia stopniowo wzrasta. Ze względu na takie samo oddalenie detal prezbiterium ma tę samą wielkość. Jednocześnie w trakcie takiej transformacji sklepienie nawy znajdujące się w kadrze kolejnych wizualizacji unosi się, zajmując coraz mniejszą powierzchnię przygotowanego obrazu.

Wraz z podwyższaniem naw kościoła dochodzi do znaczących zmian w rozmieszczeniu detalu architektonicznego

Experiment Centre program was applied [11]. Finally, 81 adults looked at the presented illustrations. Twenty-four volunteers saw picture A, 31 people recognised picture B, and 26 volunteers looked at the last visualisation.

The full description of the research methodology is included in the first of a series of three articles [12].

Results

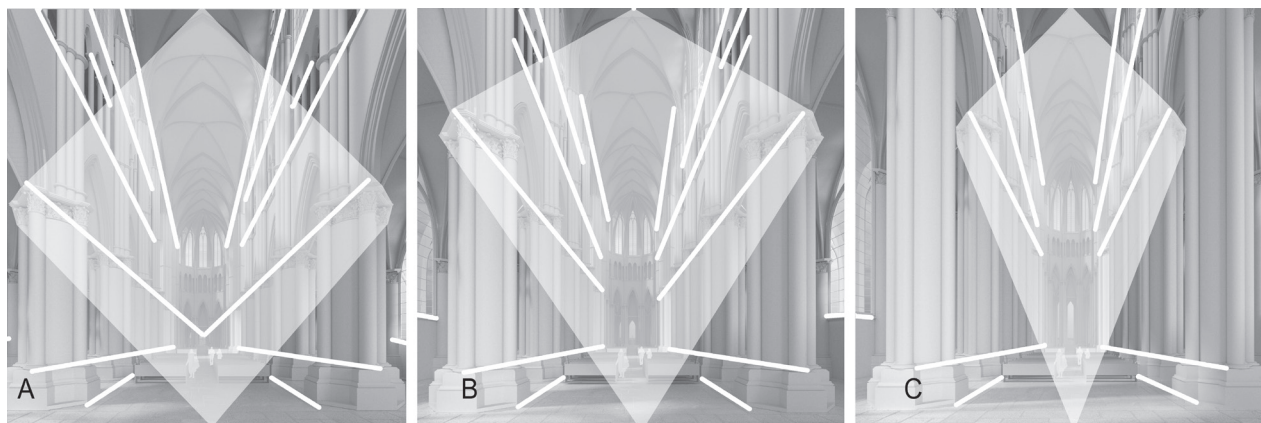
The data collected during the research was processed in BeGaze SMI program [11]. For the purposes of later calculations, areas of interest AOI were made on each of the visualisations [13] and divided into three zones, i.e., the vault, the presbytery, and the floor connected in one set with pews standing on it and schematically marked human figures. The program made separate calculations for the fields determined in this way.

General analysis of the illustration

Description of consequences of changes in proportions

As a result of heightening the nave of the church, the presbytery takes on a more elongated shape, and its area gradually increases. Due to the same distance, the detail of the presbytery is of the same size. At the same time, during such a transformation, the vault of the nave, which appears in the frame of subsequent visualizations, rises, and occupies an increasingly smaller area of the prepared image.

Along with heightening the nave and aisles of the church, there appear significant changes in the arrangement of architectural detail in the field of view. Example A (Fig. 1A), which shows the nave with the lowest elevation of the vault, has the greatest intensity of detail. In the field of view there are clearly visible as many as four full vaulted fields and the arcade frieze as well as all the heads of pillars between the nave and aisles and many decorative rings on the pillars. Visualization B (Fig. 1B), representing the “medium tall church” with the proportions of the Cathedral in Reims, does not have so many details. The visualization of example C (Fig. 1C) includes



Il. 2. Kompozycja, linie zbiegów perspektywicznych oraz porównanie rozmieszczenia detalu na poszczególnych bodźcach (oprac. M. Rusnak)

Fig. 2. Composition, lines of perspective convergences and a comparison of the distribution of detail on individual stimuli (elaborated by M. Rusnak)

w polu widzenia. Przykład A (il. 1A) pokazujący nawę o najniższym wyniesieniu sklepienia zawiera największe natężenie detalu. W polu widzenia znajduje się najwięcej, bo aż cztery pełne pola sklepienne, dobrze zauważalny jest pas fryzu arkadowego, widoczne są wszystkie głowice filarów międzynawowych i wiele przewiązek służek. Wizualizacja B (il. 1B), reprezentująca „kościół średnio wysoki” o proporcjach katedry w Reims, nie ma już tak wielu szczegółów. Wizualizacja przykładu C (il. 1C) obejmuje jedynie trzy pełne pola sklepienne, a w górnych rogach nie widać już części detali. Konsekwencją dalszego podwyższania nawy jest niemal całkowite zniknięcie detalu z pierwszego planu kadru trzeciej wizualizacji. Szczególnie zauważalny jest brak głowic. Wraz z podwyższaniem nawy linie zbiegu budowane przez detale umieszczone w pasach ścian międzynawowych ulegają skróceniu i rozsunięciu. Zmianę rozlokowania detalu oraz linii zbiegów pokazują schematy na ilustracji 2.

Opis uzyskanych map termicznych

Zawężenie kompozycji zauważalne jest już na etapie wstępnej analizy zarejestrowanego materiału okulograficznego. Przedstawia to ilustracja 3, na której umieszczono odpowiednie dla każdego przykładu mapy zainteresowania wizualnego (*focus maps*) [13]. Ilustracje ukazują wyraźnie miejsca, na które badani patrzyli przez najdłuższy czas. Tak jakby rozświetlali te miejsca, w których wykonali fiksację. Najlepiej widoczne fragmenty były bardzo często oglądane przez wolontariuszy. Częściowo prześwitujące spod czerni miejsca były tymi rzadziej oglądanymi. Miejsca całkowicie zakryte czernią nie były dla badanych interesujące. Wygląd map zainteresowania wizualnego pokrywa się ze stwierdzeniem gestaltystów¹, iż wzrok ludzki jest „wykrywaczem nieregularności” [14].

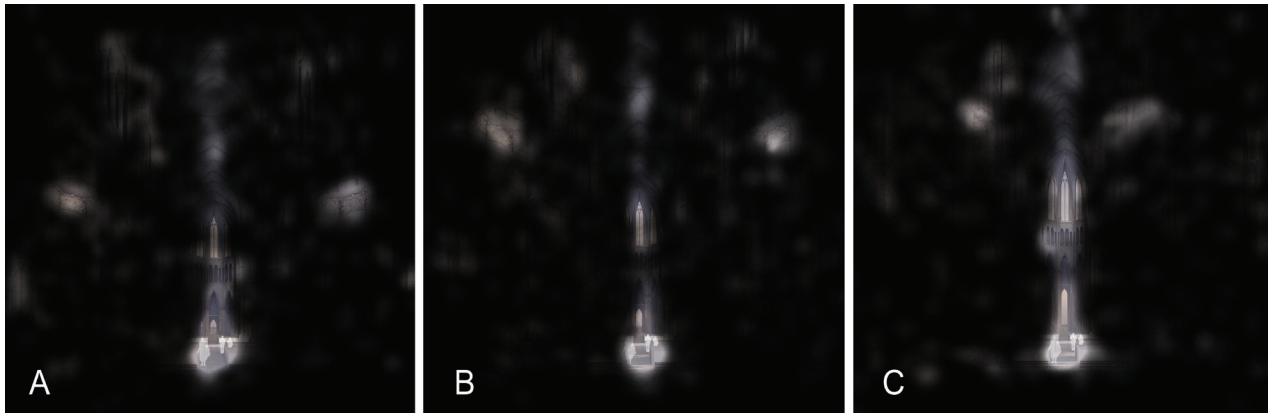
¹ W języku niemieckim *Gestalt* oznacza całość. Polem zainteresowania psychologów nurtu Gestalt była świadomość w trakcie poznawania otoczenia. W latach 20. XX w. członkowie tego nurtu, np. Rudolf Arnheim, zaczęli aplikować i rozwijać teorie dotyczące zmysłowego postrzegania sztuki.

only three full vaulted fields, and some of the details are not visible in the upper corners. The consequence of the further heightening of the nave is almost complete disappearance of detail from the foreground of the third visualization frame. The lack of heads is particularly noticeable. Along with heightening the nave, the lines of convergence which are built by details placed in the strips of walls between the nave and aisles, are shortened and pulled apart. The diagrams in Figure 2 show the change of the detail placement and the converging lines.

Description of the obtained focus maps

The narrowing of the composition is noticeable already at the preliminary analysis stage of the registered eye-tracking material. This is illustrated in Figure 3, where focus maps [13] were placed appropriate for each example. The illustrations clearly show the places at which the subjects looked for the longest time. It is as if they illuminated the places in which they made fixation. The most visible fragments were watched by volunteers very often. The places partially visible from under the blackness were those less frequently watched. The places completely covered with blackness were not interesting for the respondents. The appearance of focus maps coincides with the Gestaltists'¹ statement that human eyesight is an “irregularity detector” [14]. For example, the floor, which was devoid of expressive details, did not intrigue the viewers. The places of clearances on focus maps (Fig. 3) coincided with the fields and lines marked in the composition diagrams shown in Figures 2A–C. This means that in the last illustration the distances between successive fixation points were shorter. In the last example, the eyes of respondents applied a clear coloured axis on the visualization, in which the basis and the gable of presbytery are most willingly viewed (Fig. 3C).

¹ In German, *Gestalt* means the whole. The field of interest of Gestalt psychologists was awareness while getting to know the environment. In the 1920s, members of this trend, e.g. Rudolf Arnheim, began to apply and develop theories about the sensual perception of art.



Il. 3. Mapy zainteresowania wizualnego dla poszczególnych wizualizacji (kolejno A, B i C) prezentują jedynie miejsca omiatane wzrokiem przez uczestników badania (oprac. M. Rusnak / BeGaze)

Fig. 3. Focus maps for each visualization (successively A, B and C) present only those places scanned by the participants of the study (elaborated by M. Rusnak / BeGaze)

Przykładowo, pozbawiona wyrazistych detali posadzka nie intrygowała widzów. Miejsca występowania prześwytów na mapach zainteresowania wizualnego (il. 3) pokryły się z polami i liniami zaznaczonymi na schematach kompozycji zaprezentowanych na ilustracjach 2A–C. Oznacza to, że na ostatniej ilustracji odległości pomiędzy kolejnymi punktami fiksacji były krótsze. Na ostatnim przykładzie oczy badanych osób naniosły na wizualizację wyraźną oś, w której podstawa i szczyt prezbiterium są najchętniej oglądane (il. 3C).

Analiza dynamizmu procesu poznawczego

Wnioski z analiz map termicznych znajdują bezpośrednie przełożenie na liczbę fiksacji wykonanych przez obserwatorów w czasie oglądania poszczególnych bodźców. Badani w sposób najbardziej spokojny ogarniali wzrokiem najniższy układ A, wykonując średnio 24,8 fiksacji. Dwa kolejne przykłady osiągnęły niemal identyczne wyniki: 29,2 fiksacji przykład B i 29,1 fiksacji przykład C. Porównując te wartości, należy również uwzględnić to, że fiksacje na ostatniej ilustracji wykonywano w obrębie mniejszego pola, a jego skromniejsze nasycenie detalem właściwie nie zaowocowało spowolnieniem ruchów gałek ocznych liczonych dla całości obrazu.

Na ilustracji 4 zaprezentowano liczbę fiksacji zliczonych jedynie dla centralnych części trzech badanych bodźców: sklepienia, prezbiterium i posadzki. Prosta analiza pokazuje, iż pomimo konsekwentnego zmieszania się pola², dla którego zliczano zatrzymanie wzroku, liczba fiksacji wzrastała od wartości 12,9 (A), poprzez 16,8 (B) do 17,2 (C). Dane jednoznacznie pokazują konsekwentny wzrost czasu spędzonego w trzech rozpatrywanych strefach AOI: od 53% (przykład A), 53,4% (przykład B), do 59% (przykład C), oraz zmniejszenie czasu przeciętnej fiksacji od 321,4 ms (A), przez 275 ms (B) do 271 ms (C) (il. 5).

Analysis of the cognitive process dynamism

Conclusions from the analysis of the thermal maps are directly reflected in the number of fixations made by observers while viewing individual stimuli. The subjects examined the lowest system A with their eyes in the calmest manner, performing on average 24.8 fixations. Two further examples achieved almost identical results, i.e., 29.2 fixations for example B and 29.1 fixations for example C. When comparing these values, it should also be taken into account that the fixations in the last illustration were performed within a smaller field, and its simpler saturation with details did not actually slow down the movements of the eyeballs, which were counted for the entire image.

Figure 4 presents the number of fixations counted only for the central parts of the three stimuli studied, i.e. the vault, the presbytery, and the floor. A simple analysis shows that despite consistent decreasing of the field² for which the eye hold was counted, the number of fixations increased from 12.9 (A) through 16.8 (B) up to 17.2 (C). The data clearly show a consistent increase in time spent in the three AOI zones under consideration, i.e. from 53% (example A), 53.4% (example B), to 59% (example C), and a reduction in the average fixation time from 321.4 ms (A), through 275 ms (B) up to 271 ms (C) (Fig. 5).

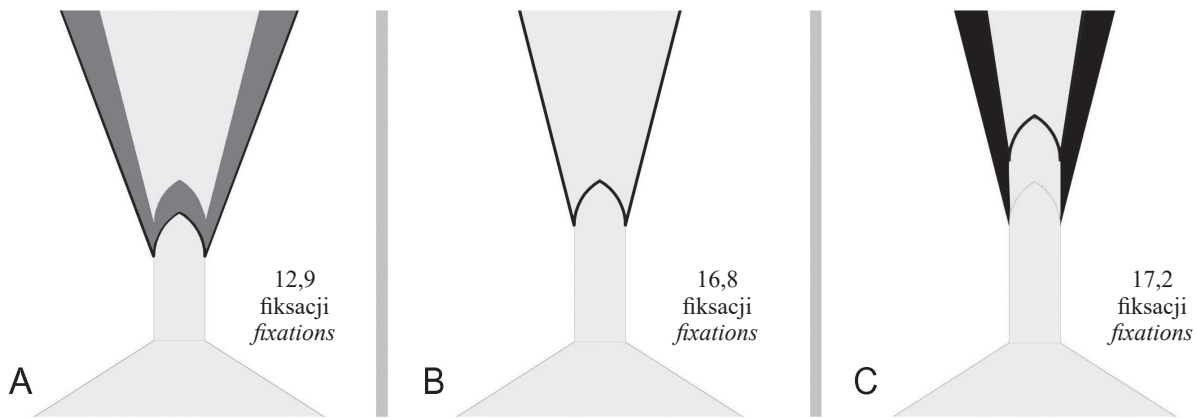
Detailed analysis of individual fields AOI

Attention paid to the vault

Figure 6 shows the influence of the proportions' change of the nave on the appearance of its visualization. The higher the cathedral becomes, the smaller part of the vaulted fields is in the presented frame. Logically, as the surface area decreased, the participation of people decreased as well as the time people spent exploring it, i.e., 18.7% (A), 15% (B), 13.8% (C). This is coordinated with the change

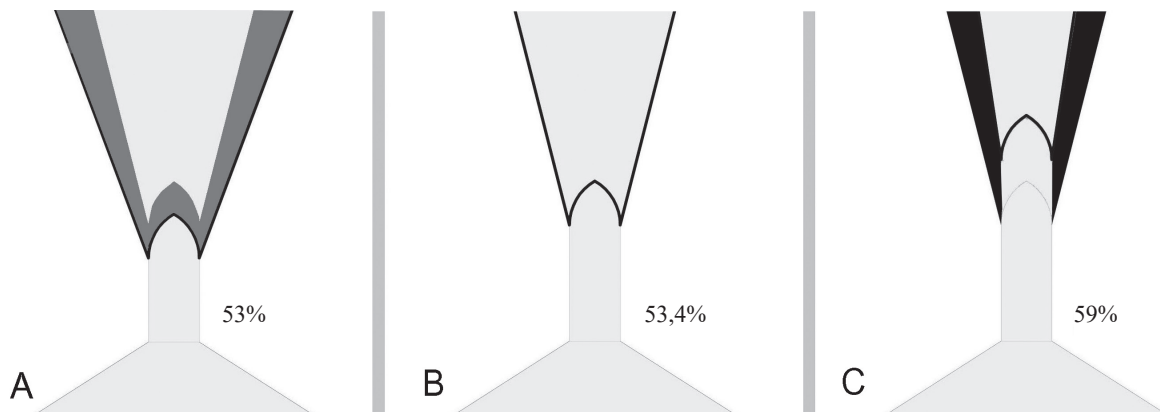
² Wynika to z opisanego wcześniej znikania kolejnych pól sklepiennych z badanego kadru/pola widzenia.

² This results from the previously described disappearance of successive vaulted fields from the studied frame/field of view.



Il. 4. Schematy przedstawiające liczbę fiksacji w obrębie centralnej części badanych wizualizacji A, B i C. Oznaczenia dla wykonanych analiz: biały lub jasnoszary – wartość referencyjna, ciemnoszary – wzrost rozpatrywanej wartości, szary pośredni – pomniejszenie (oprac. M. Rusnak)

Fig. 4. Diagrams showing the number of fixations within the central part of the studied visualizations A, B and C. Marks for the performed analyses: white or light gray – reference value, dark gray – increase of the considered value, medium gray – reduction (elaborated by M. Rusnak)



Il. 5. Schematy przedstawiające czas (*dwell time*), przez który wzrok obserwatorów znajdował się w obrębie centralnej części badanych wizualizacji A, B i C (oprac. M. Rusnak)

Fig. 5. Diagrams presenting the dwell time during which the observers' eyesight was within the central part of the studied visualizations A, B and C (elaborated by M. Rusnak)

Analiza szczegółowa poszczególnych pól AOI

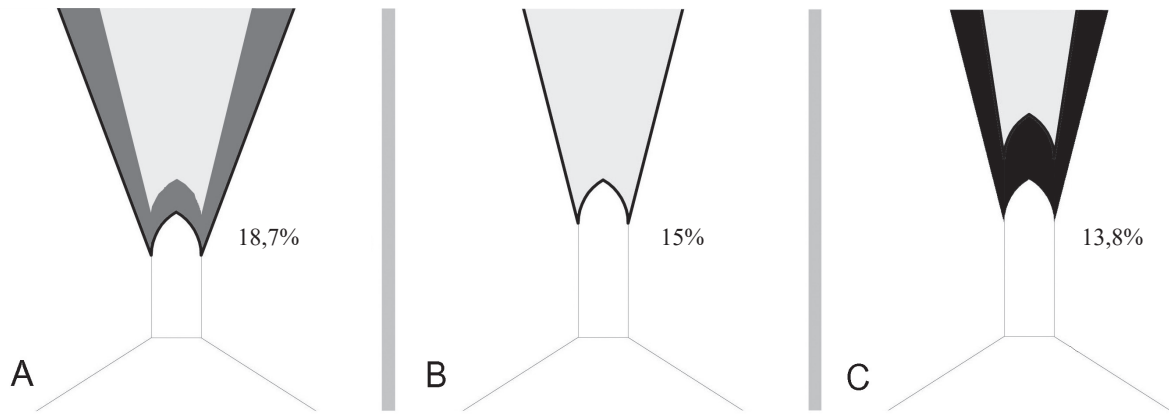
Uwaga poświęcana sklepieniu

Ilustracja 6 unaczynia wpływ zmian proporcji nawy głównej na wygląd jej wizualizacji. Im wyższa staje się katedra, tym mniejsza część pól sklepiennych znajduje się w przedstawionym kadrze. Co logiczne, wraz ze spadkiem pola powierzchni zmniejszył się udział osób, a także czas, jaki ludzie poświęcają na jego poznawanie: 18,7% (A), 15% (B), 13,8% (C). Jest to skoordynowane ze zmianą charakteru ruchów w obrębie sklepienia, co ukazuje zestawienie w tabeli 1. Maleje nie tylko liczba fiksacji od 5,2 dla przykładu A, poprzez 4,8 dla wizualizacji B, do 4,5 na sklepieniu ostatniego bodźca, ale także ich długość – od 335,1 ms (A), poprzez 240 ms (B), do wartości 231,5 ms (C). Oznacza to, iż pomimo spadku czasu poświęconego na zapoznanie się ze sklepieniem przeskoki wykonywane w jego obrębie stawały się bardziej dynamiczne.

of the character of movements within the vault, which is presented in Table 1. Not only does the number of fixations decrease from 5.2 for example A, through 4.8 for visualization B, up to 4.5 on the vault of the last stimulus, but also their length – from 335.1 ms (A), through 240 ms (B), to a value of 231.5 ms (C), which means that despite the decrease in the time devoted to familiarizing with the vault, the shifts in sight within it became more dynamic.

Attention paid to the presbytery

The next illustration shows the influence of changes in the proportions of the nave on the way of visual tracking within the presbytery. The slender the proportions of the nave become, the larger and more fusiform the presbytery becomes. Along with the surface area increase (logically), the time people spend on learning about it should increase. This dependence can be observed for example C, as it reaches a value of 31.3%. Examples



II. 6. Schematy przedstawiające czas, jaki badani poświęcili na wzrokowe zapoznanie się ze sklepieniami (*dwell time*) obliczone dla przykładów A, B i C (oprac. M. Rusnak)

Fig. 6. A comparison of the time the respondents devoted to visual cognition of vaults (*dwell time*) calculated for examples A, B and C (elaborated by M. Rusnak)

Tabela 1. Charakterystyka procesu zapoznawania się ze strefą sklepień (oprac. M. Rusnak)
Table 1. Characteristics of the process of getting to know the area of vaults (elaborated by M. Rusnak)

	Nazwa przykładu <i>Name of example</i>	A. Niska <i>Low</i>	B. Średnia <i>Medium</i>	C. Wysoka <i>High</i>
Strefa AOI sklepienie <i>Zone AOI vault</i>	Liczba fiksacji /średnia długość fiksacji pierwsza fiksacja <i>Number of fixations/average length of fixations first fixation</i>	5,2/335,1 ms	<u>4,8/240 ms</u>	<i>4,5/231,5 ms</i>

Legenda: podkreślone – wartość referencyjna, kursywa – wartość niższa od referencyjnej, pogrubienie – wartość wyższa od referencyjnej.
Legend: *underlined* – reference value, *italics* – value lower than reference value, **bold** – value higher than reference value.

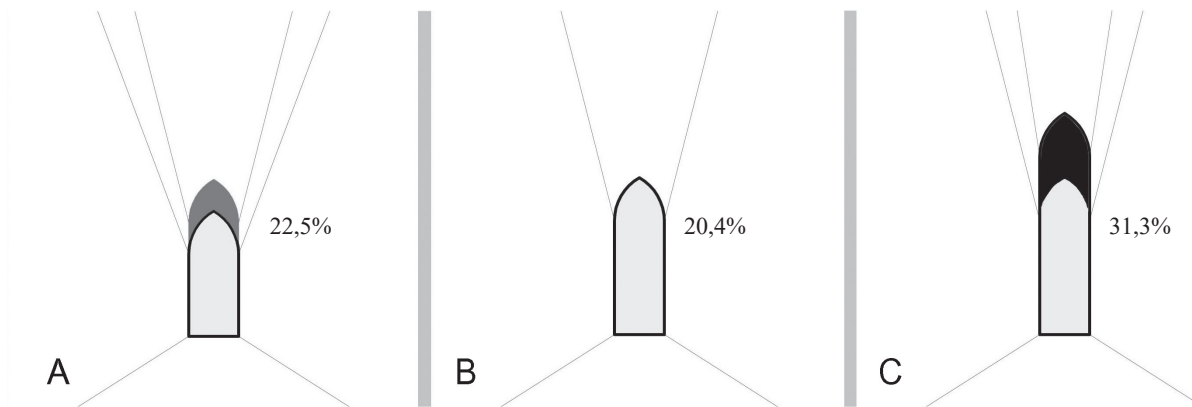
Uwaga poświęcana prezbiterium

Na kolejnej ilustracji przedstawiono wpływ zmian proporcji nawy głównej na sposób wodzenia wzrokiem w obrębie prezbiterium. Im smuklejsze stają się proporcje nawy głównej, tym większe i bardziej wrzecionowate staje się prezbiterium. Wraz ze wzrostem pola powierzchni (w myśl logiki) wzrostowi powinien ulec czas, jaki ludzie poświęcili na jego poznanie. Taką zależność można zaobserwować dla przykładu C, gdyż osiąga on wartość aż 31,3%. Przykłady A i B otrzymały niższe, zbliżone do siebie wyniki 22,5% i 20,4% (il. 7). Wszystkie trzy liczby nie tworzą rosnącego ciągu liczbowego.

Znacznie bardziej konsekwentne są inne dane charakteryzujące to pole AOI (tab. 2). Wraz ze wzrostem smukłości nawy (w myśl logiki) zwiększa się liczba fiksacji wykonanych w obrębie prezbiterium od 5,5 (A), poprzez 6,6 (B) do 9,6 (C) zatrzymań wzroku. Konsekwentnie skracają się także przeciętne długości fiksacji od 301,2 ms (A), poprzez 247,1 ms (B), do wartości 219 ms (C). Niezwykle zaskakujący jest fakt, iż w zebranych danych zauważono inny malejący ciąg liczbowy odnoszący się do momentu pierwszego spojrzenia na strefę prezbiterium. Dla niższego wnętrza badane osoby po raz pierwszy patrzyły na prezbiterium po 54,7 ms (A). Uśrednione proporcje wariantu B sprawiły, iż ten sam

A and B got lower results, namely 22.5% and 20.4% (Fig. 7). All three numbers do not form an increasing number sequence.

Other data characterizing this AOI field are much more consistent (Table 2). As the slenderness of the nave increases (according to logic), the number of fixations made within the presbytery increases from 5.5 (A), through 6.6 (B) up to 9.6 (C) of eyesight stops. The average fixation lengths are also consistently shortened from 301.2 ms (A), through 247.1 ms (B), up to 219 ms (C). It is extremely surprising that in the collected data a different decreasing sequence of numbers was noticed which referred to the first moment of the look at the presbytery zone. For the lower interior, the subjects looked at the presbytery for the first time after 54.7 ms (A). Due to the averaged proportions of variant B, the same time was 34.1 ms (B). For the last example, this time was surprisingly short and amounted to only 3.4 ms (C). It can be concluded that the faster the sight finds some element, the greater its visual potential is [15] and it is more distinguished from the environment. The numbers in Table 2 show that the presbytery of the highest cathedral is the most eye-catching. They also mean that despite the decrease in the time devoted to getting to know the vault, the shifts in sight within it became more dynamic.



Il. 7. Schematy przedstawiające czas spędzany w obrębie prezbiterium (*dwelt time*)
(oprac. M. Rusnak)

Fig. 7. Comparisons of time spent for visual cognition of the presbytery (*dwelt time*) calculated for examples A, B and C
(elaborated by M. Rusnak)

Tabela 2. Charakterystyka procesu zapoznawania się ze strefą prezbiterium
(oprac. M. Rusnak)

Table 2. Characteristics of the process of getting to know the zone of the presbytery
(elaborated by M. Rusnak)

	Nazwa przykładu <i>Name of example</i>	A. Niska <i>Low</i>	B. Średnia <i>Medium</i>	C. Wysoka <i>High</i>
Strefa AOI prezbiterium <i>Zone AOI</i>	liczba fiksacji / średnia długość fiksacji <i>Number of fixations / average length of fixations</i>	5,5/334 ms	<u>6,6/241 ms</u>	9,6/235 ms
	długość pierwszej fiksacji <i>length of the first fixation</i>	301,2 ms	<u>247,1 ms</u>	219 ms
	czas wejścia <i>time of entry</i>	54,7 ms	<u>34,1 ms</u>	3,4 ms

Legenda: podkreślone – wartość referencyjna, kursywa – wartość niższa od referencyjnej, pogrubienie – wartość wyższa od referencyjnej.
Legend: underlined – reference value, italics – value lower than reference value, bold – value higher than reference value.

czas wyniósł 34,1 ms (B). Dla ostatniego przykładu czas ten był zaskakująco krótki i wynosił jedynie 3,4 ms (C). Można uznać, że im szybciej wzrok odnajduje jakiś element, tym większy ma on wizualny potencjał [15], jest bardziej wyróżniony względem otoczenia. Umieszczone w tabeli 2 liczby świadczą o tym, iż prezbiterium najwyższej katedry najsilniej przyciąga wzrok. Oznaczają one również to, iż pomimo spadku czasu poświęconego na zapoznanie się ze sklepieniem przeskokki wykonywane w jego obrębie stawały się bardziej dynamiczne.

Wnioski

Dynamizm ruchów gałek ocznych wzrasta wraz z podwyższaniem nawy głównej przygotowanych wizualizacji. Wzrost dotyczy zarówno całej powierzchni wizualizacji, jak i wyraźnie preferowanej centralnej strefy prezentowanych wnętrza. Założenie badaczy, iż prezbiterium wraz ze wzrostem strzelistości układu będzie cieszyć się coraz mniejszym zainteresowaniem poznawczym, a sklepienie większym, nie znalazło potwierdzenia w przeprowadzonych badaniach.

Conclusions

The dynamism of eyeball movements increases along with heightening the nave of the prepared visualizations. The increase applies both to the entire visualization area and the clearly preferred central zone of the presented interiors. The researchers' assumption that the presbytery will be of increasingly less cognitive interest, and the vault of greater one, with the increase of slenderness of the layout, was not confirmed by the research carried out.

Summary of the results of the entire eye-tracking survey

A comparison of the results of all three analyses, which formed a series, the first of which was published in 2018, was intended to give the overall picture of what Caroline Humphrey and Piers Vitebsky described as the balancing between going up and horizontal gravity visible in the Gothic style. In their opinion, this was supposed to reflect the anxiety of the human soul striving for holiness [16]. According to the results of the entire survey, which was

Podsumowanie wyników całego sondażu okulograficznego

Zestawienie wyników wszystkich trzech tworzących serię analiz, publikowanych od 2018 r., miało ukazać ogólny obraz tego, co Caroline Humphrey i Piers Vittebsky określili jako widoczne w gotyku balansowanie między pięciem się w górę a horyzontalnym ciężeniem. To ich zdaniem miało odzwierciedlać niepokój duszy ludzkiej zabiegającej o świętość [16]. Zgodnie z wynikami całego sondażu wykonanego przy użyciu okulografu stacjonarnego [9], [12] można twierdzić, że zarówno podwyższanie, jak i wydłużanie układu wnętrza gotyckiej katedry zwiększyło czas, jaki obserwatorzy poświęcali na patrzenie na strefę prezbiterium. Jednak tylko podwyższenie katedry realnie wzmagало opisany poznawczy niepokój, znacząco dynamizując proces obserwacji. Wydłużanie nawy powodowało odmienny efekt, uspokajając wizualne zachowania wchodzących do katedry.

Z powodu braku innych tego typu badań okulograficznych autorzy eksperymentu nie wiedzą, na ile uproszczenie percepcji wnętrza do płaskiego przedstawienia zmienia podstawowe reakcje wzrokowe. Odnosi się to zwłaszcza do braku możliwości poruszania głową w celu popatrzenia na sklepienie lub poznania naw bocznych. W najbliższej przyszłości przeprowadzone będą również badania służące weryfikacji wyników oraz ocenie metodologii badań prezentowanych w omawianej serii trzech artykułów [9], [12].

Autorzy uznali okulograf za niezwykle interesujące narzędzie służące poznaniu zjawisk dotyczących zabytków architektury. Testy nie muszą ograniczać się jednak wyłącznie do badania ewolucji form i weryfikacji istniejących teorii funkcjonujących w obiegu naukowym. W przyszłości okulografy mogą znacząco wspomóc wszelkie procesy podejmowania decyzji konserwatorskich, począwszy od zakresu urbanistycznego, poprzez skalę architektoniczną, na obejmowanych opieką zabytkowych detalach skończywszy. Badania mogą mieć charakter jednostkowy lub uniwersalny, dotycząc weryfikacji ogólnie przyjętych teorii. Najważniejsze wydaje się jednak to, że okulografia jest techniką, dzięki której urbanisci, historycy sztuki, architekci, archeolodzy czy muzealnicy będą w stanie uzyskać obiektywne numeryczne wyniki charakteryzujące zjawiska opisywane dotychczas wyłącznie w sposób subiektywny. Autorzy mają także nadzieję, że eyetrackery ułatwią dialog pomiędzy poszczególnymi grupami eksperckimi i zwiększą skuteczność w komunikowaniu się profesjonalistów z pozostałą częścią społeczeństwa.

made with the use of a stationary eye tracker [9], [12], it can be claimed that both heightening and lengthening the interior layout of a Gothic cathedral increased the time observers spent looking at the presbytery zone. However, only the heightening of the cathedral really increased the cognitive anxiety described above, significantly dynamizing the observation process. Lengthening of the nave had a different effect, i.e. it calmed down the visual behaviour of those entering the cathedral.

Due to the lack of other eye tracking studies of this type, the authors of the experiment do not know to what extent simplifying the perception of the interior to a flat representation changes the basic visual reactions. This particularly applies to the inability to move the head to look at the vault or to get to know the aisles. In the nearest future, research will also be carried out to verify the results and to evaluate the research methodology presented in the series of three articles [9], [12].

The authors found the eye tracker an extremely interesting tool for learning about the phenomena related to architectural monuments. However, tests do not have to be limited only to examining the evolution of forms and verifying existing theories functioning in the scientific circles. In the future, eye trackers can significantly support all conservation-restoration decision-making processes, ranging from the urban scope, through the architectural scale, to the historic details that are taken care of. Research may be of an individual or universal character and concern a verification of the generally accepted theories. The most important thing, however, is that eye-tracking is a technique thanks to which urban planners, art historians, architects, archaeologists and museum professionals will be able to obtain objective numerical results characterizing the phenomena described so far only in a subjective way. The authors also hope that eye-trackers will facilitate a dialogue between individual expert groups and increase the effectiveness of communication between professionals and other members of the public.

*Translated by
Bogusław Setkiewicz*

Bibliografia/References

- [1] Spruta J., *Mistyka katedry gotyckiej Architektura sakralna jako obraz i symbol postawy modlitewnej*, „Studia Gnesnensia” 2014, t. 27, 231–239.
- [2] DUBY G., *Czasy katedr. Sztuka i społeczeństwo 980–1420*, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa 2002.
- [3] Norman E., *Dom Boga. Historia architektury sakralnej*, Arkady, Warszawa 2007.
- [4] Walczak R., *Symbolika i wystrój świątyni chrześcijańskiej*, Wydawnictwo Święty Wojciech, Poznań 2005.
- [5] Simson O. von, *Katedra gotycka. Jej narodziny i znaczenie*, PWN, Warszawa 1989.
- [6] Bałus W., *Gotyck bez Boga? W kręgu znaczeń symbolicznych architektury sakralnej XIX wieku*, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2011.

- [7] Erlande-Brandenburg A., Mérel-Brandenburg A.B., *Histoire de l'architecture Française. Du moyen Age à la Renaissance: IV^e siècle-début XVI^e siècle*, Caisse nationale des monuments historiques et des sites, Mengès, Paris 1995.
- [8] Panofsky E., *Architecture gothique et pensée scolastique précédée de L'abbé Suger de Saint-Denis*, Les Edition de Minuit, Alençon 1992.
- [9] Rusnak M., Chmielewski P., Szewczyk J., *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*, „Architectus” 2019, nr 2(58), 73–83, doi: 10.5277/arc190206.
- [10] 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.
- [11] <https://www.smivision.com/> [accessed: 1.06.2017].
- [12] Rusnak M., Fikus W., Szewczyk J., *Jak obserwatorzy postrzegają głębię we wnętrzu gotyckiej katedry wraz ze zmianą jej proporcji? Sondaż okulograficzny / How observers perceive the depth of a gothic cathedral interior along with the change of its proportions? Eyetracking reaserch*, „Architectus” 2018, nr 1(53), 77–88, doi: 10.5277/arc180105.
- [13] Duchowski A.T., *Eyetracking methodology. Theory and practice*, Springer-Verlag, London 2007.
- [14] Gombrich E., *Zmysł porządku. O psychologii sztuki dekoratywnej*, Universitas, Kraków 2009.
- [15] Kirenko J., Wawer R., *Dystans versus tolerancja. Percepcja niepełnosprawności w badaniach eyetrackingowych*, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2015.
- [16] Humphrey C., Vitebsky P., *Architektura i sacrum*, Świat Książki, Warszawa 2005.

Podziękowania

Serdecznie dziękujemy Wojciechowi Fikusowi za wykonanie użytych w czasie eksperymentu wizualizacji. Podziękowania kierujemy również pod adresem prof. dr hab. inż. arch. Małgorzaty Chorowskiej oraz dr inż. arch. Aleksandry Marcinów. Asystą i nieocenionym wsparciem technicznym podczas testów służyła nam mgr inż. Ewa Ramus – reprezentująca firmę Neuro Device Group. Ponownie dziękujemy dr inż. arch. Agnieszce Gryglewskiej i prowadzonemu przez nią Kolu Naukowemu ArcHist.

Acknowledgement

We would like to thank Wojciech Fikus for making visualizations used during the experiment. We also extend our thanks to prof. dr hab. eng. arch. Małgorzata Chorowska and Aleksandra Marcinów. The assistance and invaluable technical support during the tests was provided by mgr inż. Ewa Ramus – representing the company Neuro Device Group. Our thanks again to Dr. Eng. Agnieszka Gryglewska and the ArcHist Science Club she runs.

Streszczenie

Artykuł jest ostatnią z trzech części opracowania dotyczącego sondażu okulograficznego przeprowadzanego w 2017 r. w Katedrze Historii Architektury, Sztuki i Techniki na Wydziale Architektury Politechniki Wrocławskiej. Pierwsza omawiała zarejestrowany przez autorów sposób zapoznawania się z głębią nawy głównej kościoła gotyckiego. W drugim etapie omówiono zjawisko tzw. kościoła tunelowego. Podobnie jak w poprzednich artykułach, także w tej części na potrzeby eksperymentu wykorzystano wizualizacje XIII- i XIV-wiecznych katedr francuskich. Badaczy interesowało to, na ile smukłość nawy głównej gotyckiej katedry przekłada się na percepcję całego zmieniającego się układu wnętrza.

Słowa kluczowe: okulografia/eye tracking, katedra gotycka, percepcja architektury, wertykalizm

Abstract

This paper constitutes last 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 first part of the report discussed the way people perceive the depth of the nave of a gothic church. The second stage of research discussed the phenomenon of so called “tunnel church”. This part of the study, the same as previous ones, made use of visualizations of 13th and 14th century French cathedrals. The researchers were interested in how much the slenderness of the nave of the Gothic cathedral translates into the perception of the entire evolving interior.

Key words: eye tracking, gothic cathedral, perception of architecture, vertical