

Marcin GÓRKO*
Politechnika Łódzka

WERYFIKACJA GEOMETRYCZNA ILUZJI WE WNĘTRZACH ARCHITEKTONICZNYCH

Streszczenie. Praca omawia sposób analizowania iluzji we wnętrzach architektonicznych. Na przykładzie dwóch modeli zasygnalizowano zjawiska zachodzące przy obserwacji wnętrza z *punto stabile* i spoza niego. Otrzymane wnioski są pomocne zarówno przy precyzyjnym wyznaczaniu położenia „oka” i *punto stabile*, jak i przy ocenie geometrycznej poprawności architektury pozornej (zwaną często również architekturą fikcyjną).

VERIFYING OF ILLUSIONS IN ARCHITECTONICAL INTERIORS WITH GEOMETRICAL METHODS

Summary. This paper describes how illusions in architectural interiors can be analysed. Two examples of interiors were used to present how an interior looks when viewed from *punto stabile* and from a point outside it. Obtained results are helpful for precise localization of an “eye” and *punto stabile*, they will also help to judge if the apparent (often also called “fictive”) architecture is properly made.

1. Wstęp - widzenie przestrzenne a odbiór iluzji

Przebywanie w jakimkolwiek wnętrzu architektonicznym nierozzerwalnie związane jest z jego obserwacją. Dla nieruchomego widza obserwacja ta ma charakter statyczny: odbiór wnętrza zależy wtedy tylko od położenia obserwatora, od rozmiarów i wzajemnych proporcji powierzchni ograniczających to wnętrze. Zupełnie inaczej wygląda obserwacja wnętrza dla widza poruszającego się w nim. Zmiana położenia wywołuje zupełnie inne doznania wzrokowe, wynikające ze zmieniającej się odległości do poszczególnych elementów wnętrza i ze zmiany kierunku, w którym następuje obserwacja. W każdym jednak przypadku widz musi doznawać wrażenia, że obserwuje przestrzeń trójwymiarową, obdarzoną pewną

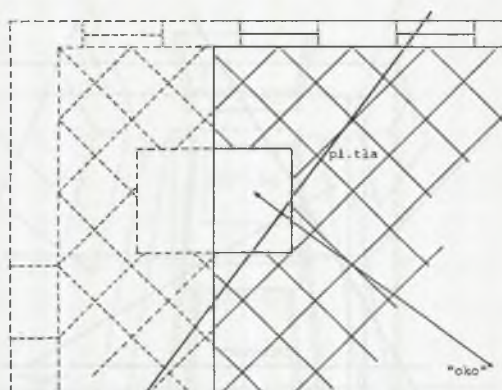
*Opiekun naukowy: Prof. dr hab. inż. Stefan Przewłocki

głębią. Odbiór głębi nie opiera się w tym wypadku na widzeniu dwuocnym (stereoskopowym), ale przede wszystkim na wrażeniach wywoływanych przez obserwowane wnętrza. Niemalże znacznie ma tu również fakt, że widz przebywając w zamkniętym wnętrzu jest w większym lub mniejszym stopniu odizolowany od otaczającej go rzeczywistości. Natomiast takie pojęcia, jak pion, poziom, góra, dół czy odbiór kierunków pozostają nadal w mocy.

Takie warunki sprawiają, że łatwo można wywierać wpływ na to, jak postrzegane jest dane wnętrze. Wzbogacenie architektury realnej elementami architektury pozornej, o ile wykonane zgodnie z zasadami perspektywy, pozwala na praktycznie dowolne ingerowanie w kształt i rozmiary wnętrza. Widz, mimo że ma świadomość, iż oglądane elementy istnieją tylko jako rysunek, ma wrażenie, że istnieją one naprawdę. Innymi słowy, widz *wie*, że patrzy na płaski obraz, ale jednocześnie *widzi* przed sobą trójwymiarowe objekty. Odbiór wnętrza w trzech wymiarach jest przecież jak najbardziej naturalny i zgodny z przyzwyczajeniami.

2. Przykłady perspektyw wnętrz z elementami pozornymi

Celem postawionym sobie przez autora jest dokonanie analizy iluzji istniejących w przynajmniej kilku zachowanych obiektach. Analiza dotyczyć będzie przede wszystkim aspektów geometrycznych, nie wnikając w historię sztuki czy zagadnienia estetyczne. Ponieważ jednak praca znajduje się obecnie w stadium początkowym, pierwsze analizy dokonywane są nie w rzeczywistych obiektach, ale we wnętrzach wirtualnych, stworzonych przez autora specjalnie w tym celu. Przedstawione poniżej dwa modele są dość typowymi przykładami wnętrz, w których widz, na skutek obserwacji zarówno przestrzeni realnej, jak i pozornej, doznaje iluzji. Model pierwszy – to pokój z podłogą ozdobioną mozaiką kwadratów w układzie szachownicy, ze stołem stojącym przy jednej ścianie oraz z dwoma oknami w ścianie drugiej. Architektura pozorna reprezentowana jest przez trzecie okno w tej ścianie, otwór drzwiowy oraz pozorne „przedłużenie” blatu stołu i wzoru na podłodze w głąb pomieszczenia.



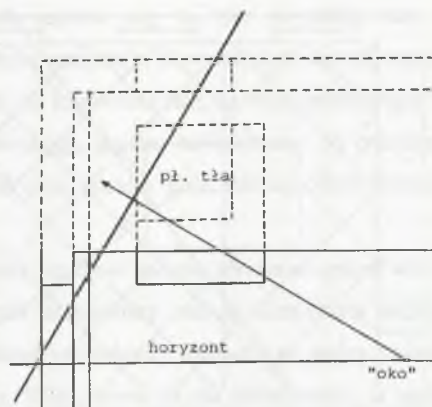
Rys.1. Rzut pokoju ze wskazaniem położenia „oka” i płaszczyzny tła. Linia zakończona strzałką symbolizuje kierunek patrzenia. Linia przerywaną zaznaczone są elementy architektury pozornej

Fig.1. Plan of the room with positions of an „eye” and projection plane. The line with an arrow shows the view’s direction. Fictive elements are shown with an etched line

W drugim wnętrzu widoczna jest ściana z otworem drzwiowym oraz dwa filary znajdujące się po jego bokach. Trzy otwory: w suficie i ścianach bocznych, oraz górne fragmenty filarów nie istnieją realnie, ale są elementami architektury pozornej.

2.1. Konstrukcja perspektyw

Wszystkie cztery perspektywy zamieszczone w pracy wykreślone zostały konstrukcyjnie metodą perspektywy pośredniej, a więc na podstawie znanego rzutu pomieszczenia i jednego jego widoku. W tak określonym wnętrzu przyjęte zostało położenie *punto stabile*, a więc punktu, nad którym musi stać obserwator, by doznać wrażenia iluzji. Przyjęcie horyzontu na wysokości odpowiadającej wzrostowi człowieka pozwoliło jednoznacznie określić położenie oka, a więc i środka rzutów dla obserwowanej iluzji. Następnie wybierane było położenie tła, dla którego miała powstać perspektywa. W przypadku pierwszego wnętrza płaszczyzna tła jest pionowa, a więc prostopadła do podłogi i sufitu. Tło tworzy jednak pewne kąty ze ścianami wnętrza, co wynika z przyjętego kierunku patrzenia. W drugim przypadku tło jest prostopadłe do ścian bocznych, a jego nachylone położenie wynika z przyjętego kierunku spojrzenia „ku górze”. Każdy z rysunków powstał dla tej samej głębokości tłowej, tak więc skala rysunku odzwierciedla rozmiary pomieszczenia i zmianę położenia obserwatora.

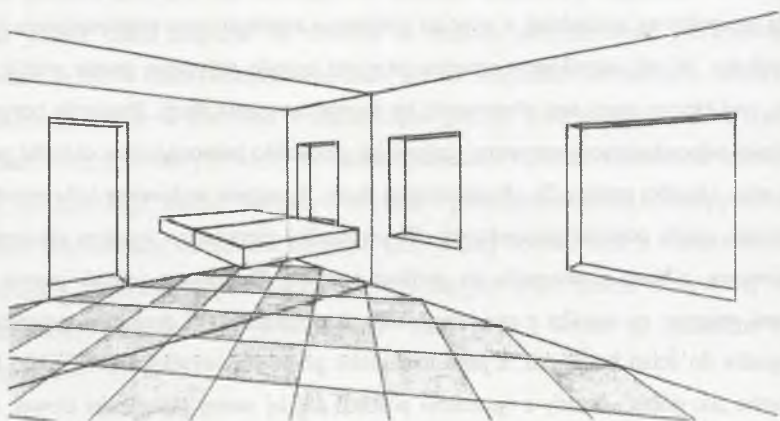


Rys 2. Wysokie wnętrze widziane z boku. Horyzont widoczny jest jako prosta pozioma równoległa do posadzki. Kierunek patrzenia skierowany jest do góry, z czego wynika ukośne położenie płaszczyzny tła. Linia przerywaną zaznaczone są elementy architektury pozornej

Fig. 2. High interior seen from the side. Horizon is visible as a straight line parallel to the floor. View's direction overhead implicates the position of projection plane. Fictive elements are

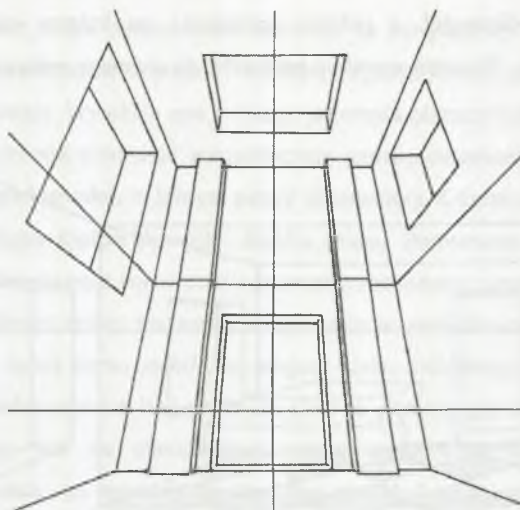
shown with an etched line

Umieszczenie elementów architektury pozornej na rzucie wnętrza (w przypadku pokoju) lub na jego widoku (wysokie wnętrze) pozwala na zrzutowanie ich na inne płaszczyzny istniejące we wnętrzach, co z kolei umożliwia wykreślenie ich perspektyw przy obserwacji z dowolnego punktu.



Rys. 3. Perspektywa pokoju widziana z *punto stabile*

Fig. 3. A room observed from *punto stabile*

Rys.4. Wysokie wnętrze widziane z *punto stabile*Fig. 4. High interior observed from *punto stabile*

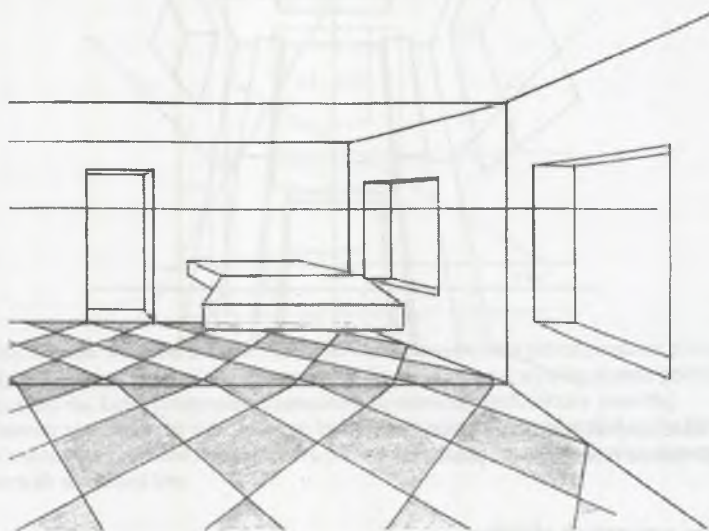
2.2. Analiza powstałych efektów

Kształt, rozmiary i położenie elementów architektury pozornej (włącznie z „pozornym” fragmentem stołu, zaliczonym w wypadku również do architektury) przyjmowane było zgodnie z założeniem, że ich obserwacja z *punto stabile* da wrażenie, jakby elementy te fizycznie istniały we wnętrzu, a nie były tylko obrazem tych elementów. Efekt ten został osiągnięty poprzez zachowanie zgodności kierunków zbiegu dla elementów realnych i pozornych, jak również poprzez odpowiedni dobór skali i położenia tych elementów.

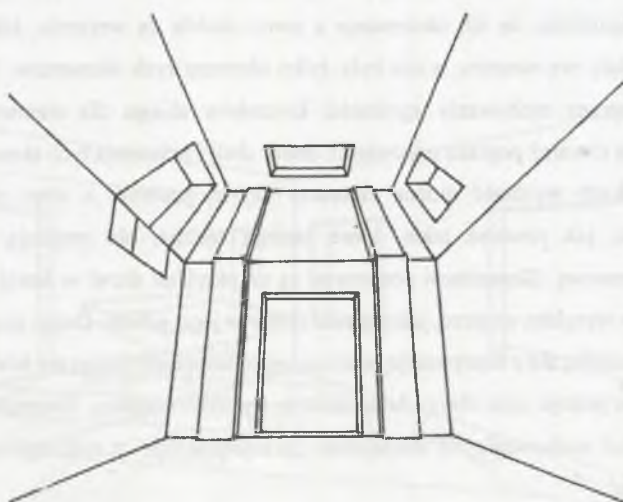
Na rysunkach wyróżnić można elementy czysto pozorne, a więc nie istniejące w rzeczywistości, jak również takie, które istnieją realnie, ale znajdują kontynuację w przestrzeni pozornej. Elementami pozornymi są na przykład drzwi w lewej ścianie pokoju, prawe okno w wysokim wnętrzu, jak również otwór w jego suficie. Druga grupa elementów – istniejących realnie, ale z kontynuacją pozorną, reprezentowana jest przez blat stołu i mozaikę na posadzce w pokoju oraz filary i lewe okno w wysokim wnętrzu. Szczególnie interesujące wydaje się być zachowanie się elementów „przenikających” z realnego wnętrza do jego części pozornej.

Ingrid Sjoström w swojej pracy „Quadratura. Studies in Italian Ceiling Painting” [1] nazywa taką interakcję zasadą „otwartej ściany”. Sugeruje to, że widz stojący w *punto stabile* nie odczuwa obecności ściany jako przegrody we wnętrzu; ściana jest jedynie tłem (ale nie w

znaczeniu rzutu środkowego!, a jedynie malarskim), na którym następuje obserwacja architektury pozornej. Sjostrom wyraźnie podkreśla, że elementy realne i pozorne łączą się, współgrają ze sobą.



Rys. 5. Perspektywa pokoju widziana spoza *punto stabile*
 Fig. 5. A room observed from behind *punto stabile*



Rys.6. Wysokie wnętrze widziane spoza *punto stabile*
 Fig. 6. High interior observed from behind *punto stabile*

Opuszczenie przez widza *punto stabile* sprawia, że perspektywy wnętrza realnego i elementów pozornych odbierane są inaczej – im dalej od *punto stabile* znajduje się widz, tym większe różnice powstają. Wynikają one z innego położenia płaszczyzny tła – każdorazowa zmiana kierunku patrzenia powoduje automatycznie zmianę ustawienia tła (tło pozostaje zawsze prostopadłe do kierunku, w którym patrzy obserwator). Z kolei zmiana położenia tła powoduje inne położenie śladów tłowych i śladów zbiegu. Porównanie parami perspektyw otrzymanych dla widza w i poza *punto stabile* unaocznia zachodzące zjawiska:

- jeżeli przedmiot realny ma swoją kontynuację w architekturze pozornej, to przy obserwacji spoza *punto stabile*, w miejscu styku architektury realnej i pozornej następuje załamanie się linii prostych. (Jest to prawda, gdy architektura pozorna namalowana jest na płaszczyźnie; gdyby znajdowała się ona na innych powierzchniach, np. wewnątrz walca – na przykład na sklepieniu – linie proste przechodziłyby w krzywe. Więcej miejsca analizie tego problemu poświęciła Antonina Żaba w pracy doktorskiej pt.: „Elementy teorii kwadratur sklepiennych” [2]);
- jeżeli obiekt obdarzony jest pewną grubością, linie obserwowane z *punto stabile* jako ciągłe mogą dla innych punktów obserwacji tracić ciągłość w miejscu styku architektury realnej z pozorną. Widać to szczególnie dobrze na przykładzie okna na lewej ścianie wysokiego wnętrza;
- ślad zbiegu prostych równoległych do powierzchni mającej swoją kontynuację w architekturze pozornej, przy obserwacji z innego punktu niż *punto stabile*, nadal pozostaje punktem, w którym przecinają się kierunki tych prostych. Oznacza to, że ślad zbiegu dla pionowych krawędzi ścian, filarów i otworów okiennych w wysokim wnętrzu może być fizycznie istniejącym punktem na suficie, w którym przecinają się kierunki tych prostych.

3. W poszukiwaniu *punto stabile*

Podstawowym celem pracy jest znalezienie odpowiedzi na dwa pytania. Pierwsze z nich brzmi:

*Jak na podstawie znanych rozmiarów wnętrza, znanych rozmiarów elementów architektury realnej oraz znanego kształtu architektury pozornej określić położenie *punto stabile*, i czy zawsze da się je określić jednoznacznie?*

Drugie pytanie, będące częściowo konsekwencją pierwszego, brzmi:

Czy architektura pozorna skonstruowana została prawidłowo i czy zapewnia właściwe wrażenie iluzji?

Odpowiedź na pierwsze pytanie może być znaleziona dzięki analizie trzech własności wymienionych wcześniej w podrozdziale 2.2. Wstępne określenie położenia *punto stabile* może być dokonane bez żadnych pomiarów, jedynie w oparciu o obserwacje wnętrza „gołym okiem”. Pomocna przy tym jest zdolność do widzenia przestrzennego – w przypadku zaobserwowania pewnych niezgodności, widz (na podstawie wyuczonych zachowań) niejako podświadomie porusza się będzie we wnętrzu tak długo, aż obserwowana przez niego perspektywa zgodna będzie z założeniami jej autora (artysty malarza czy architekta wnętrz) – wtedy widz ulegnie wrażeniu, że architektura realna i pozorna tworzą spójną całość. Jak szybko i z jaką dokładnością widz będzie w stanie ulokować się w *punto stabile* zależy od tego, czy jego wyobraźnia przestrzenna jest odpowiednio rozwinięta oraz od jego zdolności percepcyjnych i również w dużej mierze od znajomości perspektywy. Dlatego wyznaczanie położenia *punto stabile* w ten sposób ma charakter przybliżony i subiektywny – zależny od predyspozycji widza.

Dokładne, obiektywne i jednoznaczne wyznaczenie położenia *punto stabile* wymaga innego podejścia. Istotą poprawnej obserwacji iluzji w rozumieniu rzutu środkowego jest umieszczenie oka obserwatora w punkcie, który może być traktowany jako środek rzutów, a rzut pionowy tego punktu na podłogę wnętrza będzie stanowić *punto stabile*. Wyznaczenie położenia jakiegokolwiek punktu w przestrzeni sprowadza się zawsze do określenia trzech jego współrzędnych odniesionych do układu współrzędnych trwale powiązanego z wnętrzem. Jedną ze współrzędnych – wysokość – określa położenie płaszczyzny horyzontu, dwie pozostałe lokują jednoznacznie położenie „oka” w tej płaszczyźnie. Wyznaczenie wysokości horyzontu może być dokonane na przykład w oparciu o znane położenie śladów zbiegu prostych poziomych (a więc równoległych do horyzontu). Podanie dokładnej metody, pozwalającej na ścisłe wyznaczenie położenia „oka” (a więc i *punto stabile*) możliwe jest tylko dla rzeczywiście istniejących obiektów.

Gdy położenie „oka” jest znane, można pokusić się o sprawdzenie, czy wszystkie elementy architektury pozornej z punktu widzenia architektury, konstrukcji i odbioru iluzji wykreślone są poprawnie. Obserwacja gołym okiem zwykle nie pozwala na pełną ocenę iluzji. Choćby dlatego, że trudno jest ocenić, czy krawędzie architektury pozornej rzeczywiście przecinają się w jednym punkcie (jeśli nie, to jak duży jest obszar, w którym proste te się przecinają). Kolejne zagadnienie to ocena poprawności podziałów

perspektywicznych – serię pięknych analiz tego problemu przedstawił Kazimierz Bartel w swojej „Perspektywie malarskiej” [3].

Wykonanie zdjęć aparatem fotograficznym, którego obiektyw umieszczony jest w „oku”, pozwala na uzyskanie serii zdjęć, będących wiernym rzutem środkowym obserwowanego wnętrza. Ich precyzyjna analiza dostarczyć może odpowiedzi na drugie z pytań postawionych na początku tego rozdziału. W ten sposób możliwa jest analiza perspektywy architektury pozornej (dla zdjęć o kącie widzenia obejmującym tylko iluzję), jak również analiza współgrania architektury pozornej z pozostałą częścią wnętrza (dla zdjęć superszerokokątnych, a więc o kącie widzenia 90° i więcej). Wykonanie poprawnych zdjęć superszerokokątnych pozwoli na analizy, które na podstawie obserwacji okiem prawdopodobnie nie byłyby możliwe.

LITERATURA

1. Sjostrom I.: *Quadratura. Studies in Italian Ceiling Painting*. Wyd.: Almqvist&Wiksell International. Stockholm, Szwecja.
2. Żaba A.: *Elementy teorii kwadratur sklepiennych*. Praca doktorska pod opieką Prof. Dr hab. Inż. Arch. Andrzeja Niezabitowskiego, Gliwice 1998.
3. Bartel K.: *Perspektywa malarska tom II*. PWN, Warszawa 1958.

Recenzent: Dr hab. inż. Anna Błach

Abstract

Being in any kind of room means: observing it. For an observer, who doesn't move, such observation has a static character. If, on the other hand, the observer moves within the room, his perception depends from his position. Changing the stand point means changing all proportions and relationships between walls, ceiling, floor and all elements that are visible in the room. No matter, where the observer is, he will record the room as a three-dimensional space. Not because of the stereo-seeing ability of human eyes, but because he knows he is inside of the interior and every man watches such interiors from ones childhood.

If all that we record with our eyes can be explained as a perspective, it is possible to influence the way one sees the interior. Some elements may be added to the room, that do not exist in reality, which are fictive – they exist only as an image on different surfaces in the room. They can intermix with real objects, creating new effects. If they are watched from a specific point (called *punto stabile*) the observer may record them as real. That's why the position of *punto stabile* is essential for both the painter, who will paint the illusion, and the person who will later observe it.

The main goal of this work is to make some geometric analyses, which may help to answer two questions:

- how would it be possible to determine the precise position of *punto stabile*, if the room's size and the dimensions of all real and fictive elements are known and is it possible to do it at any example?
- Has the fictive architecture been done properly (from the geometrical point of view) and does it produce proper illusions.

So far, the author has done simple analyses on virtual models created by him. Both are illustrated in this paper in two views: the first one for the observer standing over the *punto stabile*, second one is a view from a point away from this specific position. Some results will be briefly discussed in this paper. These problems are intended to be verified in real interiors.