



Rafał Mazur\*, Maciej Piekarski\*\*, Szymon Filipowski\*\*\*

*Rzeczywistość rozszerzona  
jako element partycypacji  
w kształtowaniu przestrzeni architektonicznej*

*Augmented reality  
as a component of participation  
in shaping the architectural space*

*Wprowadzenie*

Istotą rzeczywistości rozszerzonej jest współobecność obiektów realnych oraz ich wirtualnych reprezentacji, wytwarzająca iluzję postrzegania jako naturalne obiektów, które nie występują w rzeczywistości. We współczesnym kontekście pojęcie rzeczywistości rozszerzonej odnosi się do powiązania świata rzeczywistego z komponentami generowanymi komputerowo. Jej zastosowanie w procesie projektowym, dotyczącym ważnych pod względem społecznym elementów miasta, może stworzyć lepsze niż dotychczas warunki powszechnej partycypacji. Za pomocą rzeczywistości rozszerzonej osoby niezaznajomione z technikami graficznymi będą mogły w prosty sposób odczytać zamierzone rozwiązania przestrzenne lub uczestniczyć w samym procesie projektowym.

*Introduction*

The essence of augmented reality is the coexistence of real objects and their virtual representations, which produce the illusion of perception as natural of the objects that do not exist in reality. In the contemporary context, the concept of augmented reality refers to the relationship of the real world with computer-generated components. Its use in the process of design of the elements of the city, which are important in social terms, can create conditions of social participation in this process, better than before. People unfamiliar with the techniques of presentation of the projects will be able, in an easy way, to read the designed space, or indeed participate in the design process, with the help of augmented reality.

*Visualization of the architectural form  
– authenticity and deception*

In hitherto practice, the models, drawings, as well as the images generated by the tools of computer graphics, were used for the presentation and verification of architectural designs. The model, due to its three-dimensionality, gives the most appropriate presentation of the proportions of the designed object, but does not allow perceiving it from the perspective of the future observer, because of its realisation in the substantially reduced scale. Planar graphic representations bring the viewer closer to the

\* ORCID: 0000-0002-6766-0607. Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej/Faculty of Civil and Environmental Engineering and Architecture, Rzeszow University of Technology.

\*\* ORCID: 0000-0002-9788-1099. Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej/Faculty of Civil and Environmental Engineering and Architecture, Rzeszow University of Technology.

\*\*\* ORCID: 0000-0001-6686-4176. Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej/Faculty of Architecture, Cracow University of Technology.

### *Wizualizacja formy architektonicznej – autentyczność i zwodniczość*

W dotychczasowej praktyce, w roli mediów służących do prezentacji i weryfikacji projektów architektonicznych wykorzystywane były makiety, rysunki oraz obrazy generowane za pomocą narzędzi grafiki komputerowej. Makieta, ze względu na swoją trójwymiarowość, pozwala na najbardziej prawidłowe odwzorowanie proporcji projektowanego obiektu, lecz z powodu wykonania w znacznym pomniejszeniu nie umożliwia jego percepcji z perspektywy przyszłego obserwatora. Wizualizacje graficzne przedstawione na płaszczyźnie przybliżają widza do przewidywanego przeżycia estetycznego o wiele bardziej, ale dają twórcom szersze pole do nadużyć w prezentowaniu swoich projektów. Nierzadko zdarza się, iż zrealizowane budynki znacznie różnią się od form architektonicznych pokazywanych na etapie projektowym. Często konsekwencją jest społeczne rozczarowanie nowo powstałą przestrzenią architektoniczną. Dotyczy to zarówno drobnych inwestycji, jak i budynków mających szczególny wpływ na krajobraz miasta. Ewidentnym przykładem jest zrealizowany w Warszawie ponad stumetrowy budynek mieszkalny Złota 44 zaprojektowany przez Daniela Libeskinda. Realizacja wysokościowca była szeroko dyskutowana zarówno w środowisku architektów, jak i mieszkańców niezwiązanych zawodowo z budownictwem. Budynek autorstwa światowej sławy projektanta budził wielkie nadzieje na powstanie architektonicznej ikony, mogącej w pozytywny sposób oddziaływać na przestrzeń w centrum Warszawy. Prezentowane przez dewelopera wizualizacje zapowiadały wyjątkowy obiekt i wzbudzały powszechny entuzjizm towarzyszący budowie wieżowca. Rozczarowanie pojawiło się wraz z ukończeniem fasady budynku. Na portalach społecznościowych oraz w lokalnej prasie publikowano zestawienie wizualizacji oraz realnego zdjęcia apartamentowca (il. 1).

anticipated aesthetic experience, but give the architects a broader field for abuses in showcasing their projects. It is not uncommon that the completed buildings differ significantly from the architectural forms, which had been presented at the design stage. Often, this results in social disappointment with the newly created architectural space. This applies both to small objects, as well as buildings of special importance to the city landscape. A clear example is the more than one hundred-meter high apartment building Złota 44, which has been realized in Warsaw and designed by Daniel Libeskind. Realization of this skyscraper was widely discussed among both the architects, as well as inhabitants not professionally associated with the building industry. The building, designed by a world-famous architect, aroused many hopes for the creation of an architectural icon, which would affect positively the space in the center of Warsaw. The visualizations, presented by the developer, foretold the creation of a unique object, and they aroused widespread enthusiasm accompanying the construction of the skyscraper. Disappointment came with the realization of the facade of the building. A comparison of visualization and real photos of the apartment building appeared on social networks and in local newspapers (Fig. 1). The architecture critic Tomasz Malkowski reminded the often overlooked fact that the visualizations create an unreal image of architecture (after: [1]).

The presentation of architecture using a two-dimensional image is a big threat not only in the evaluation process of the project, but also in the design process itself [2]. The drawing, which was originally an auxiliary tool for the builders, eventually became an essential element of every project. Parthenon, being for many architects an unparalleled model of proportions, was probably not designed in a graphical form [3]. The builders of the Gothic cathedrals used sketches, which facilitated the work on



Il. 1. Zestawienie wizualizacji i realizacji budynku Złota 44 w Warszawie, proj. D. Libeskind, rok 2003 (źródło: [www.warszawa.naszemiasto.pl](http://www.warszawa.naszemiasto.pl))

Fig. 1. A juxtaposition of visualization and implementation of the Złota 44 building in Warsaw, design by D. Libeskind, 2003 (source: [www.warszawa.naszemiasto.pl](http://www.warszawa.naszemiasto.pl))

Przy tej okazji rozpoczęła się dyskusja na temat wizualizacji. Krytyk architektury Tomasz Malkowski przypomniał często pomijany fakt, że wizualizacje tworzą nie-rzeczywisty obraz architektury (za: [1]).

Przedstawianie architektury za pomocą dwuwymiarowego obrazu jest dużym zagrożeniem nie tylko w procesie oceny projektu, lecz również w samym procesie projektowym [2]. Rysunek, który początkowo był dla budowniczych narzędziem pomocniczym, stał się w końcu podstawowym elementem każdego projektu. Partenon – dla wielu architektów niedościgniony wzór proporcji – powstał prawdopodobnie bez projektu w formie graficznej [3]. Przy wznoszeniu gotyckich katedr posługiwano się szkicami, które ułatwiały pracę nad skomplikowanymi konstrukcjami, lecz wiele decyzji było podejmowanych przez mistrzów murarskich bezpośrednio podczas budowy. Od czasów Andrei Palladia rysunek zdominował pracę architekta. Warto dodać, że sam Palladio używał tego narzędzia tylko w celu wzbogacenia swojego warsztatu i miał pełną kontrolę nad procesem realizacji, jednak wraz z rozwojem perspektywy i innych technik przedstawiania przestrzeni architekci, zamykając się w pracowniach, stopniowo oddalili się od realnego świata budowy [4].

Iluzoryczne odwzorowanie rzeczywistości za pomocą dwuwymiarowego obrazu wydaje się szczególnym problemem w procesie oceny i weryfikacji projektu przez osoby niezwiązane zawodowo z tworzeniem architektury. Zalicza się do nich większość członków lokalnych społeczności, które w rezultacie przyswajania popularnej idei społeczeństwa obywatelskiego chcą realnie wpływać na przemiany środowiska zamieszkania. Lokalna społeczność jest nie tylko głównym inwestorem publicznych przedsięwzięć budowlanych, lecz faktycznie właścicielem przestrzeni publicznej, której elementami składowymi są również budynki prywatne. Fasady wszelkich obiektów są na tyle zintegrowane z ogólnodostępnymi wnętrzami ulic lub placów, że stanowią element istotny pod względem estetycznym dla wszystkich użytkowników przestrzeni miejskiej. Planistyczne procesy decyzyjne powinny zatem uwzględniać partycypację mieszkańców w jej tworzeniu. Warunkiem, aby przebiegała ona w sposób sprawny, jest zastosowanie odpowiedniego narzędzia. Wydaje się, iż w niedalekiej przyszłości takim narzędziem może być rzeczywistość rozszerzona, która umożliwi poprawne postrzeganie proporcji projektowanego budynku w realnym otoczeniu, co jest utrudnione w przypadku rysunków, wizualizacji i pomniejszych makiet.

### **Rzeczywistość rozszerzona – nowe medium**

Pojęcie *rzeczywistość rozszerzona* (ang. *augmented reality* – AR), w kontekście swojej podstawowej funkcji znaczeniowej odnoszącej się do powiązania świata rzeczywistego z komponentami generowanymi komputerowo, zostało użyte po raz pierwszy w 1992 r. do określenia technologii polegającej na wyświetlaniu obrazu na transparentnym ekranie (ang. *Head-Up Display* – HUD), niezastępującym widoku naturalnego otoczenia [5].

complex structures, but many decisions of the mason masters were made directly during construction. From the time of Andrea Palladio, the architect's work has been dominated by drawings. It is worth noting that Palladio used this tool only to the enrichment of his workshop and had full control over the process of implementation, however, together with the development of perspective and other techniques of space presentation, the architects closed themselves in studios, and gradually distanced themselves from the real world of construction [4].

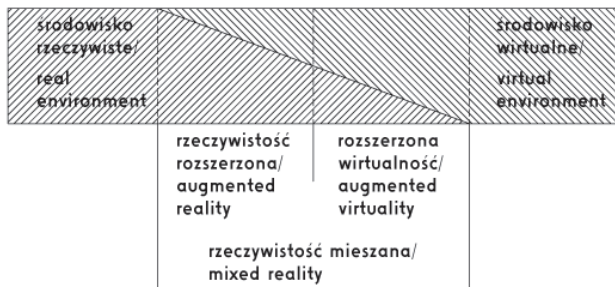
Illusionary representation of reality by means of a two-dimensional image appears to be a particular problem in the process of assessment and verification of the project by people not professionally involved in the creation of architecture. These include most of the members of local communities, who wish to have a real influence on the transformation of urban space, as a result of acquiring the popular idea of civil society. The local community is not only a major investor of public construction projects, but in fact the owner of the public space, the elements of which are also private buildings. The facades of all objects are so integrated with public interiors of streets or squares that they are an aesthetically important element for all users of urban space. The decision-making planning processes should therefore take into account the participation of citizens in the creation of a common urban space. The condition that it would proceed in an efficient manner, is to use an appropriate tool. It seems that in the near future, such a tool could be the augmented reality, which will enable the correct perception of the proportion of the designed building in real space, which is difficult in the case of drawings, visualization, and reduced mock-ups.

### **Augmented reality – a new medium**

The concept of augmented reality (AR), in the context of its basic semantic function relating to the connection of the real world with the components generated by a computer, was first used in 1992 to describe the Head-Up Display (HUD) technology, which consists in displaying an image on a transparent screen, which does not interrupt the view on the natural environment [5]. In 1994, the broader concept of mixed reality (MR) appeared [6], consisting of augmented reality and of augmented virtuality (AV), as the intermediate stages between the real and the virtual worlds (Fig. 2).

The difference between reality and virtuality is considered in three aspects: the distinction of objects representing a potential object of perception, the way of perceiving and the reality of the image itself. Taking into account the first point of view, objects that objectively exist at the time of perceiving are considered as the real, and those whose existence in that time does not have a physical character, as the virtual. The other perspective distinguishes directly the perception of the object, i.e. one which takes place exclusively through the organs of vision, as well as indirect perception, which takes place with the involvement of the imaging system, using the recording devices and reproducing the image (*Window-On-the World* – WOW). In the last aspect, real images are isolated, i.e., they exhibit





Il. 2. Schemat ciągłości między rzeczywistością i wirtualnością  
(rys. R. Mazur)

Fig. 2. The scheme of continuity between reality and virtuality  
(drawing by R. Mazur)

W 1994 r. pojawiło się szersze pojęcie *rzeczywistość mieszana* (ang. *mixed reality* – MR), na którą składają się *rzeczywistość rozszerzona* oraz *rozszerzona wirtualność* (ang. *augmented virtuality* – AV) jako stadia pośrednie pomiędzy światem rzeczywistym a wirtualnym [6] (il. 2).

Różnice między rzeczywistością i wirtualnością są rozpatrywane w trzech aspektach: rozróżnienia obiektów stanowiących potencjalny przedmiot percepcji, sposobu percepcji oraz realności samego obrazu. Uwzględniając pierwszy punkt widzenia, za rzeczywiste są uznawane obiekty, które w momencie postrzegania obiektywnie istnieją, zaś za wirtualne te, których istnienie w teraźniejszości nie ma charakteru fizycznego. Druga z perspektyw rozróżnia bezpośrednio postrzeganie obiektu, tj. takie, które odbywa się wyłącznie za pośrednictwem narządu wzroku, oraz postrzeganie pośrednie, które odbywa się z zaangażowaniem systemu projekcyjnego wykorzystującego urządzenia rejestrujące i odtwarzające obraz (ang. *Window-On-the World* – WOW). W ostatnim aspekcie wyodrębnia się obrazy rzeczywiste, tj. wykazujące pewną jasność w miejscu intuicyjnie odbieranym jako miejsce położenia, oraz wirtualne, tj. niewykazujące w takim miejscu żadnej jasności. Dodatkowym ograniczeniem dla obrazu wirtualnego, rozważanego w kontekście rzeczywistości mieszanej, jest jego przezroczystość, tzn. wymóg, aby nie zasłaniał obiektów znajdujących się za nim.

Według kolejnego uściślenia pojęcia [7] rzeczywistość rozszerzona zapewnia równoczesną obserwację świata rzeczywistego wraz z nałożonymi nań obiektami wirtualnymi uzupełniającymi świat rzeczywisty, ale go niezasłaniającymi. Wyróżnikami rzeczywistości rozszerzonej są połączenie rzeczywistości wirtualnej ze światem realnym, interaktywność w czasie rzeczywistym oraz lokalizacja obiektów wirtualnych w przestrzeni trójwymiarowej. Oprócz technologii HUD równoprawne jest użycie tradycyjnego monitora, na którym obraz komputerowo generowanych obiektów wirtualnych jest nałożony na obraz realnej rzeczywistości rejestrowanej przez kamerę w czasie rzeczywistym. Urządzenia oparte na obecności monitora, a więc telewizory, komputery, tablety, smartfony itp. są najpowszechniej stosowanymi dotąd urządzeniami kreującymi rzeczywistość rozszerzoną. Warunkiem uznania prezentowanego obrazu za projekcję rzeczywistości rozszerzonej jest jednoczesność akcji

some brightness in the place intuitively perceived as the place of location, and virtual, i.e., not showing any brightness in such a place. An additional limitation of the virtual image, considered in the context of mixed reality, is its transparency, i.e., the requirement that it does not conceal the objects behind it.

According to another specification of the concept [7], augmented reality provides simultaneous observation of the real world with virtual objects superimposed upon it, which support the real world, but do not replace it. Augmented reality is identified by the combination of virtual reality with the real world, real-time interactivity and location of virtual objects in three-dimensional space. In addition to the HUD technology, the use of a traditional monitor, where the image of computer-generated virtual objects is superimposed on the real-life image captured by the camera in real time, is equivalent. Devices based on the presence of the monitor, i.e. TVs, computers, tablets, smartphones, etc., are the most commonly used for creation of augmented reality. The condition for recognizing the presented image as a projection of augmented reality is the simultaneity of the action in the real environment and its perception by the observer.

The universality of mobile devices creates conditions for finding a number of applications of augmented reality. The basis for many of them is the application of the *Layar Reality Browser*. Software operation consists in making the place in the digital space available for content creation in the segregated layers, which can be read in a relevant part, as a graphics superimposed on an image recorded by the camera's built-in mobile device. The scope of reading information depends on the preferences of the software user and his position in space and the orientation of the camera. The device cooperating with the *Layar* system should be equipped with GPS, compass, accelerometer and built-in camera. Although most current implementations are related to location and tourist needs, the software is also used in architectural design [8] and the presentation of the cultural heritage [9].

Due to the fact that the devices requiring holding in the hands are not quite comfortable in applications with augmented reality, because they restrict the freedom of the user, and the degree of involving him in the perception of the virtual environment is negligible, the work on creating the optimal equipment ocular (HMD) has been undertaken for many years. The first breakthrough in this area was the introduction to the market of *Google Glasses*, designed for presenting two-dimensional informational graphics in such a way that it was located in the field of view of the person watching the natural surroundings through the person's own eyesight. Another technology is based on the use of a smartphone as a monitor, on whose split screen the separate images are displayed for the left and right eye. The creation from the smartphone the HMD device requires placing it in a special housing and the use of appropriate software. The simplest enclosures were made of cardboard. More technologically advanced device is the *Samsung Gear*. These devices prevent the observer from direct visual perception of the environment, replacing it by the reception, with the use of glasses, of

w środowisku rzeczywistym i jej percepcji dokonywanej przez obserwatora.

Powszechność urządzeń mobilnych stwarza warunki do wielu zastosowań rzeczywistości rozszerzonej. Bazą dla dużej części z nich jest aplikacja *Layar Reality Browser*, której nazwę można przełożyć jako *warstwowa przeglądarka rzeczywistości*. Działanie oprogramowania polega na udostępnieniu w przestrzeni cyfrowej miejsca na tworzenie zawartości posegregowanej w tzw. warstwy, która może być odczytywana w odpowiednim zakresie jako grafika nakładana na obraz rejestrowany za pomocą kamery wbudowanej w urządzenie mobilne. Zakres odczytywanej informacji zależy od preferencji użytkownika oprogramowania oraz jego położenia w przestrzeni i kierunku zorientowania kamery. Urządzenie współpracujące z systemem *Layar* powinno być wyposażone w moduł GPS, kompas, akcelerometr oraz wbudowaną kamerę. Jakkolwiek większość dotychczasowych wdrożeń to zastosowania geolokalizacyjno-turystyczne, oprogramowanie wykorzystywane jest również w projektowaniu architektonicznym [8] oraz w celu prezentacji dziedzictwa kulturowego [9].

Ze względu na to, że urządzenia wymagające trzymania w rękach nie są dość wygodne w zastosowaniach związanych z rzeczywistością rozszerzoną, gdyż ograniczają swobodę użytkownika, zaś stopień wciągnięcia go w percepcję środowiska wirtualnego jest znikomy, od lat trwają prace nad stworzeniem optymalnego urządzenia okularowego (HMD). Pierwszym przełomem w tym zakresie było wprowadzenie na rynek okularów *Google Glass* przeznaczonych do prezentowania dwuwymiarowej grafiki informacyjnej w taki sposób, aby znajdowała się ona w polu widzenia osoby oglądającej otoczenie naturalne za pośrednictwem własnego narządu wzroku. Inna technologia oparta jest na wykorzystaniu smartfona jako monitora, na którego podzielonym ekranie wyświetlane są odrębne obrazy dla prawego i lewego oka. Stworzenie ze smartfona urządzenia typu HMD wymaga umieszczenia go w specjalnej obudowie oraz zastosowania odpowiedniego oprogramowania. Najprostsze obudowy, *Google Cardboard*, były wykonane z tektury. Konkurencyjnym, bardziej zaawansowanym technologicznie rozwiązaniem jest urządzenie *Samsung Gear*. Oba urządzenia uniemożliwiają obserwatorowi bezpośrednią wzrokową percepcję otoczenia, zastępując ją odbiorem skompilowanego obrazu rzeczywistości rozszerzonej za pomocą okularów. W tej technologii obiekty wirtualne sprawiają wrażenie trójwymiarowych. Najbardziej zaawansowanym produktem bazującym na połączeniu technologii WOW i HMD są gogle *Oculus Rift* będące zintegrowanym urządzeniem zapewniającym widzenie stereoskopowe.

Spore nadzieje, w kontekście doskonałości percepcji rzeczywistości rozszerzonej, są związane z okularami *Microsoft HoloLens* (il. 3). Okulary te są urządzeniem autonomicznym, tzn. wyposażonym we własny komputer oraz przyrządy niezbędne do precyzyjnego określania położenia w przestrzeni. Obraz rzeczywistości wirtualnej jest tu wyświetlany na materiale transparentnym, zaś środowisko rzeczywiste jest postrzegane przez użytkownika za pomocą wyłącznie jego własnego narządu wzroku.



Il. 3. Prezentacja rzeczywistości rozszerzonej przy użyciu okularów HoloLens na wystawie *100% Design* w Londynie, rok 2016 (fot. R. Mazur)

Fig. 3. Presentation of augmented reality using glasses HoloLens at the *100% Design* exhibition in London, 2016 (photo by R. Mazur)

a compiled image of augmented reality. In this technology, virtual objects appear to be three-dimensional. The most advanced product based on the combination of technology WOW and HMD are goggles *Oculus Rift*, which are an integrated unit, providing stereoscopic vision.

High hopes, in the context of excellence of augmented reality perception, are associated with the *Microsoft HoloLens* glasses (Fig. 3). These glasses are an autonomous device, i.e., equipped with its own computer and instruments necessary to precise determination of the position in space, in which the image of virtual reality is displayed on a transparent material, while the actual environment is perceived by the user only with the use of his own eyesight.

### ***A chance for a new quality of public participation in the planning process***

With the development of technology of augmented reality, the introduction of it to the planning processes is worth considering. The young generation, for whom the augmented reality in the form of games on smartphones becomes part of everyday life, will easily find themselves in such a form of reading of the space. The use of appropriate instruments, allowing for a clear understanding of architectural projects at their establishment, may

### ***Szansa na nową jakość partycypacji społecznej w procesie planistycznym***

Wraz z rozwojem technologicznym rzeczywistości rozszerzonej warto rozważyć jej wprowadzenie w procesy planistyczne. Młode pokolenie, dla którego rzeczywistość rozszerzona w postaci gier na smartfony zaczyna być elementem codziennego życia, z łatwością odnajdzie się w takiej formie odczytywania przestrzeni. Korzystanie z właściwych instrumentów pozwalających na jasne rozumienie projektów architektonicznych na etapie ich powstawania może stać się kluczowym czynnikiem udziału społeczeństwa w tworzeniu nowej tkanki miejskiej.

Obecne możliwości techniczne pozwalają na oparcie systemu kreującego rzeczywistość rozszerzoną na urządzeniach stacjonarnych lub mobilnych. Niezaprzeczalne racje stoją po stronie każdego z nich. Zasadniczym walorem urządzeń stacjonarnych jest ich dostępność dla każdego użytkownika przestrzeni publicznej i ostentacyjna w niej obecność, stymulująca obywatelską aktywność w kształtowaniu tej przestrzeni. Urządzenie, które jest ustabilizowane w terenie, o kształcie tak zaprojektowanym, aby wymuszał przyjęcie odpowiedniej pozycji przez obserwatora, wpływa pozytywnie na prawidłowe usytuowanie obrazu wirtualnego w stosunku do obrazu rzeczywistego. Przewaga urządzeń mobilnych przejawia się z kolei w możliwości dokonywania nieprzerwanego oglądu wizualizowanego obiektu z różnych jego stron, a nawet zwiedzania jego wnętrza. Ponadto umieszczenie wirtualnego modelu projektowanego obiektu na ogólnie dostępnej platformie cyfrowej oraz jego identyfikacja przestrzenna oparta na zastosowaniu urządzeń osobistych sprzężonych z systemem GPS gwarantują każdemu uczestnikowi eksperymentu możliwość nieskrępowanego wyboru miejsca obserwacji obiektu. Lokalizacja urządzeń stacjonarnych, zależna od woli projektantów lub urzędników, sprzyja nadużyciom podobnym do opisanych we wstępnej części artykułu.

Parametrami, które bezwzględnie mogą stanowić przedmiot społecznej weryfikacji, są rozmiary i kształt obiektu architektonicznego, ponieważ potencjalnie wywierają wpływ na kształt przestrzeni architektonicznej na większym obszarze. Partycypacja społeczna w ich określaniu może mieć charakter bierny lub czynny, w zależności od tego, na jakim modelu interaktywności [10] w odbiorze rzeczywistości wirtualnej będzie oparta.

Funkcją partycypacji biernej jest ocena projektów przygotowywanych przez profesjonalistów. Można poddać w ten sposób osądowi społecznemu kilka, prezentowanych jedna po drugiej, koncepcji tego samego obiektu oraz zapewnić poszczególnym uczestnikom eksperymentu możliwość wypowiedzenia się w sprawie własnych preferencji za pośrednictwem systemu informatycznego zliczającego głosy. Pozwoliłoby to na utworzenie zbioru danych stanowiących dla projektanta podstawę do odnalezienia w przestrzeni formy architektonicznej, która byłaby społecznie akceptowana. Na obecnym etapie rozwoju można sobie również wyobrazić, że model architektoniczny tworzony w technologii BIM mógłby być podglądany na bieżąco przez inwestora lub społeczność, której ma służyć, już podczas procesu projektowania.

become a key factor for public participation in the creation of a new urban tissue.

Current technical capabilities allow basing the system that creates augmented reality on stationary or mobile devices. Undeniable reasons stand on the side of each of them. The main advantage of stationary equipment is their availability to every user of public space and the ostentatious presence in it, stimulating civic activity in shaping this space. The device, which is stabilized in the field, designed in a way, which enforces the correct position of the observer, has a positive effect on the adequate positioning of the virtual image in relation to the real image. The advantage of mobile devices is reflected in the possibility of uninterrupted watching the visualized object from its various sides, and even exploring its interior. In addition, the placement of the virtual model of the designed facility on a public digital platform and its spatial identification based on the use of personal devices coupled with GPS, provide each participant of the experiment the freedom of choosing the place of observation of the object. Location of stationary equipment, depends on the will of the designers or officials, and is conducive to abuses, similar to those described in the introduction.

The parameters, which may be the subject of social verification in the first place, are the size and the shape of an architectural object, because they potentially affect the shape of architectural space in a wider area. Public participation in determining them may be passive or active, depending on the choice of the model of interactivity [10] in reception of virtual reality, on which it will be based.

The function of passive participation is to evaluate projects prepared by professionals. In this way, it is possible to submit to the social judgment several concepts, one after the other, which refer to the same object, and to provide individual participants of the experiment the opportunity to comment on their preferences through the system of counting the votes. This would create a data set, which would be the basis for the designer in finding a space in which such an architectural form would be socially accepted. At the present stage of development we can also imagine that the architectural model created by the designer in the BIM technology could be constantly viewed by the investor or the community, already during the design process. Respondents would be asked to evaluate individually received impressions. This multi-stage verification seems to be important because of the potential differences between the forms of the building, the final and the pre-approved, which may arise from the objective reality of design work. The crucial problem is the enlargement of building gauge by elements of the installation, often localized on the roofs (Fig. 4). These installations often disturb the urban landscape, and are generally not presented in the conceptual stage, which makes that overall dimensions of completed objects deviate from the assumptions presented in offices and to the residents through the media. Execution of projects in the BIM makes it impossible to hide any additional elements, and verification of the design using augmented reality allows the assessment of the proportion and size of the object in a way more reliable than the one in which this was done so far.



Respondenci byliby proszeni o ocenę indywidualnie odbieranych wrażeń. Ta wieloetapowa weryfikacja wydaje się ważna ze względu na potencjalne różnice pomiędzy formami budynku, ostateczną i wstępnie przyjętą, wynikające z obiektywnych realiów pracy projektowej. Problemem o istotnym znaczeniu jest powiększanie gabarytów budynków o elementy instalacyjne, często lokalizowane na dachach (il. 4). Instalacje te niejednokrotnie zakłócają miejski krajobraz, a na ogół nie są prezentowane w fazie koncepcyjnej, co sprawia, iż realizowane obiekty odbiegają również gabarytowo od założeń przedstawianych w urzędach i mieszkańcom za pomocą mediów. Zastosowanie technologii BIM przeciwdziała ukryciu jakichkolwiek dodatkowych elementów, a weryfikacja projektu przy użyciu rzeczywistości rozszerzonej pozwala na ocenę proporcji i gabarytów obiektu w sposób bardziej wiarygodny niż ten, w jaki odbywało się to dotychczas.

Partycypacja bierna może zaczynać się na etapie konkursu architektonicznego i towarzyszyć całemu procesowi budowlanemu aż do ukończenia realizacji konkretnego obiektu. Władze odpowiedzialne za wydawanie pozwoleń na budowę mogą w ten sposób utrzymywać realny kontakt z mieszkańcami korzystającymi na co dzień z danej przestrzeni. Jest to szczególnie ważne w sytuacji, gdy gminy motywowane czynnikami ekonomicznymi sprzedają prywatnym inwestorom najatrakcyjniejsze działki, stanowiące wcześniej własność komunalną, przez co ograniczają w jakimś stopniu swój wpływ na jakość tworzonej w tych miejscach architektury [11]. Dobrze przeprowadzona partycypacja pozwala na otwartą dyskusję i zarazem społeczną kontrolę pracy urzędników, eliminując możliwe nadużycia. Taka demokratyzacja procesu planistycznego wzmacnia identyfikację mieszkańców z miejscem, a przede wszystkim eliminuje rozczarowania pojawiające się w następstwie powstawania nowych obiektów architektonicznych.

Różnica pomiędzy partycypacją bierną a czynną dotyczy głównie pierwszej fazy projektowej. Partycypacja czynna sprowadza się w swojej istocie do tego, aby osoby w niej uczestniczące mogły kreować własną wizję przestrzenną budynku przedstawionego im poprzez jego model parametryczny. Kształt struktury, która byłaby poddawana ocenie, podlegałby dynamicznej zmianie w czasie rzeczywistym. Zmieniane byłyby wartości parametrów, które tak jak wysokość lub długość budynku w istotny sposób mogą modyfikować sylwetę miasta (il. 5). Ankietowani byliby w tym przypadku proszeni o zatrzymywanie animacji w takiej fazie, w której prezentowany kształt odpowiada im najbardziej, zaś wyniki byliby zbierane i analizowane za pomocą specjalnie przygotowanego oprogramowania. W ten sposób, w miejscach o ważnym znaczeniu krajobrazowym mieszkańcy mogliby „społecznie rzeźbić” formy wpływające na przestrzeń, którą użytkują na co dzień.

#### ***Stabilna forma strukturalna jako tworzywo do „społecznego rzeźbienia”***

Zgodnie z powszechnym przekonaniem, opartym na poglądzie Witruwiusza [12], na obiekt architektoniczny składają się forma, konstrukcja i funkcja. Forma architek-



Il. 4. Rynek w Rzeszowie. Sylweta zakłócona przez wentylatorem na dachu, rok 2016 (fot. M. Piekarski)

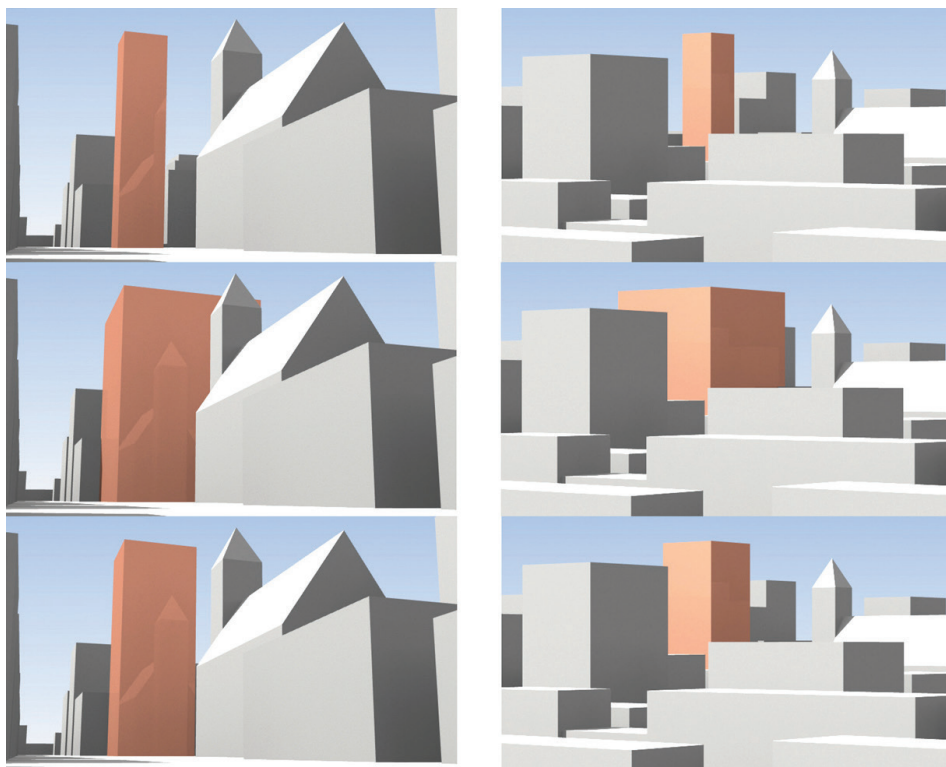
Fig. 4. The market square in Rzeszów. A silhouette disturbed by the fan room on the roof, 2016 (photo by M. Piekarski)

Passive participation can start at the stage of architectural competition and accompany the whole construction process, until the completion of a particular object. The authorities responsible for issuing building permits can thereby maintain real contact with the inhabitants who benefit from a given space every day. This is particularly important when the communities motivated by economic factors, sell the most attractive plots to private investors, which were previously communal property, and so they limit to some extent, their influence on the quality of architecture created in these places [11]. A well carried out participation allows an open discussion and social control of the officials, eliminating possible abuse. This democratization of the planning process strengthens the inhabitants' identification with the place, and above all, eliminates the disappointment arising as a result of the construction of new architectural objects.

The difference between passive and active participation mainly concerns the first phase of the project. The active participation boils down essentially to the fact that the parties involved in it can create their own vision of the building shape, on the base of the parametric model presented to them. The shape of the structure, which is assessed, would be a subject to dynamic change in real time. The values of such parameters would be changed, which like the height or length of the building, can significantly modify the silhouette of the city (Fig. 5). Respondents in this case would be asked to stop the animation on such a phase, in which the shape suits them the most, and the results would be collected and analyzed using specially prepared software. In this way, in places of a great importance to the landscape, citizens could “socially carve” forms, which would influence the space, which they utilize every day.

#### ***Stable structural form as a material for the “societal sculpting”***

According to a common belief based on the Vitruvius idea [12], an architectural object consists of form, function and structure. The architectural form is defined as the point of contact between the object and the surrounding



Il. 5. Schematyczne przykłady zmiennej formy architektonicznej widzianej z dwóch różnych punktów w trzech różnych konfiguracjach (rys. S. Filipowski)

Fig. 5. Schematic examples of the variable architectural form seen from two different points in three different configurations (drawing by S. Filipowski)

toniczna jest definiowana jako miejsce kontaktu pomiędzy obiektem i otaczającą go przestrzenią lub jako kształt budynku ograniczony do jego obrysu [13]. Forma architektoniczna odnosi się do wyglądu zewnętrznego obiektu i może stanowić przedmiot wartościowania estetycznego. Konstrukcja budynku powinna charakteryzować się racjonalnością rozumianą jako połączenie maksymalnie możliwej sztywności z minimalnie możliwą masą. Obiekt architektoniczny powinien być zaprojektowany w taki sposób, aby żadna z tych jakości nie uzyskiwała przewagi nad innymi [14]. Struktura przestrzenna charakteryzująca się symbiozą formy i konstrukcji nazywana jest formą strukturalną, której cechą jest na ogół prostota, postrzegana zarówno z estetycznego, jak i statycznego punktu widzenia. Jeżeli metryczna deformacja formy architektonicznej, symbiotycznie zintegrowanej z ustrojem konstrukcyjnym, prowadzi jedynie do metrycznej deformacji tego ustroju lub odwrotnie, a nie powoduje zmian o charakterze topologicznym w żadnej z tych struktur, to taka forma strukturalna może być uznawana za formę stabilną [15].

Stabilna forma strukturalna stanowi doskonały materiał do modelowania kształtu obiektów architektonicznych opartego jedynie na subiektywnych odczuciach estetycznych. Podstawowe ograniczenia zabezpieczające jej racjonalność mogą być wbudowane przez projektantów w model parametryczny opracowany za pomocą jednego z dostępnych programów projektowania generatywnego. W takim modelu architekt jest w stanie zabezpieczyć również swoje główne idee projektowe, pozostawiając przyszłym użytkownikom przestrzeni miejskiej określony przez siebie margines swobody w zakresie ich konkretyzacji. Przykładem stabilnej formy strukturalnej nadającej się jako materiał do społecznego kształtowania budynku

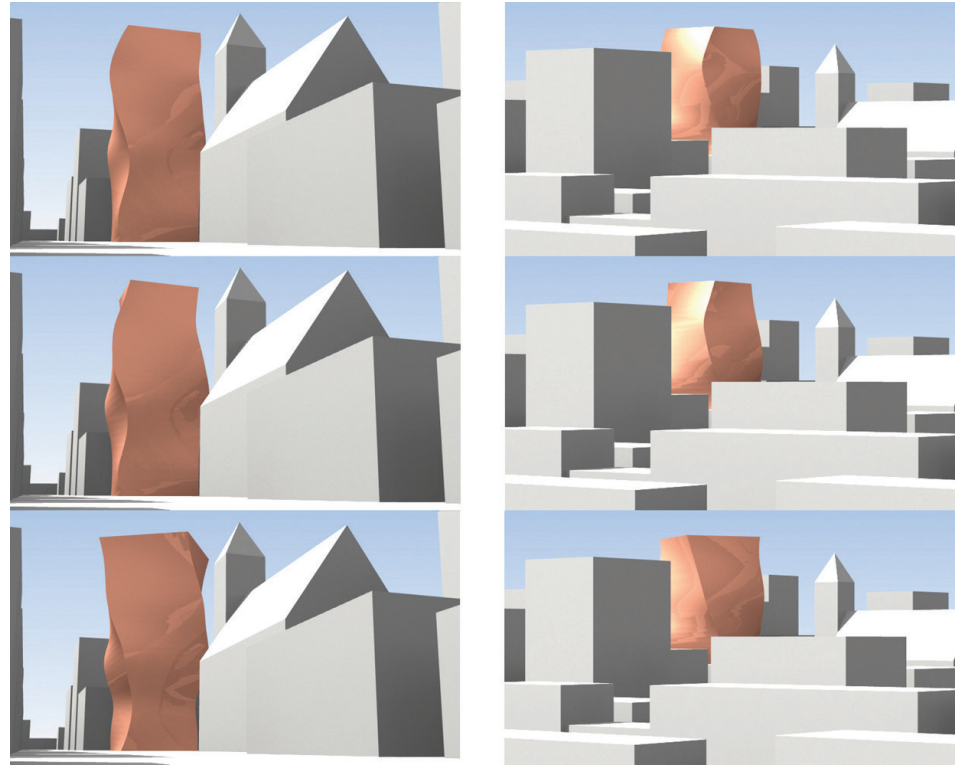
space or the shape of the building, limited to its outline [13]. The architectural form refers to the external appearance of the object and can be the subject of aesthetic evaluation. The building structure should be characterized by rationality, understood as a combination of the maximum possible rigidity with minimum possible mass. An architectural object should be designed in such a way that none of these three qualities obtains advantage over other [14]. The spatial structure characterized by the symbiosis between the form and the structure is called structural form, the hallmark of which is generally simplicity, seen both from an aesthetic and a static point of view. If the metric deformation of an architectural form, symbiotically integrated with the structural system, only leads to metric deformation of this system, or vice versa, and makes no consequences of topological nature, the structural form can be considered a stable form [15].

The stable structural form is an excellent material for modelling the shape of architectural objects, which is based solely on the subjective aesthetic feelings. The basic restrictions that protect its rationality, can be built-in by designers in a parametric model developed using one of the available programs for generative design. In such a model, the architect is able to secure his main design ideas, leaving for the future users of urban space, a margin circled by him, for maneuver in terms of their concretization. An example of a stable structural form, which is suitable as a material for social formation of a building, is a structural system of multi-story twisted building, which consists of vertical columns and layouts of reciprocal beams supporting the floor slabs [16]. Deformation of the architectural form, consisting of modifying the angle of rotation of individual storeys, throughout the entire building, or in any part of it, or of the change in the size of



Il. 6. Schematyczne przykłady zmiennej formy strukturalnej widzianej z dwóch różnych punktów w trzech różnych konfiguracjach (rys. S. Filipowski)

Fig. 6. Schematic examples of the variable structural form seen from two different points in three different configurations (drawing by S. Filipowski)



jest ustrój konstrukcyjny wielokondygnacyjnego budynku skręconego, składający się z pionowych słupów oraz systemów wzajemnie zależnych belek podpierających płyty stropowe [16]. Deformacja formy architektonicznej polegająca na modyfikacji kąta skręcenia poszczególnych kondygnacji w obrębie całego budynku lub dowolnej jego części albo na zmianie wielkości dowolnie wybranych kondygnacji skutkuje samoczynną rekonfiguracją ustroju konstrukcyjnego, nieprowadzącą, przynajmniej w jakimś zakresie, do obniżenia efektywności technicznej poszczególnych elementów tego ustroju (il. 6).

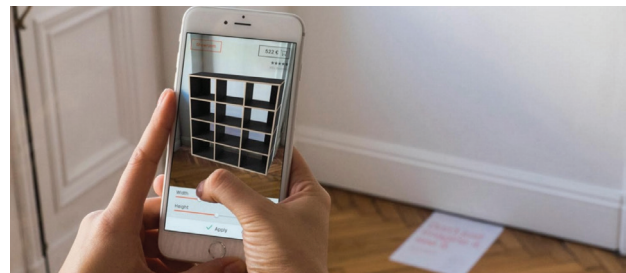
### Podsumowanie

Rzeczywistość rozszerzona jest już obecna w świecie designu i projektowania wnętrz. W tej skali interakcja projektanta i użytkownika dokonująca się za pośrednictwem modelu parametrycznego sprawdza się bardzo dobrze. Warszawska firma *Tylko* [17] odniosła międzynarodowy sukces po wprowadzeniu aplikacji umożliwiającej swoim klientom uczestniczenie w procesie projektowania przyszłych mebli za pomocą określonych parametrów oraz rzeczywistości rozszerzonej (il. 7). Innowacyjny pomysł zaczyna być kopiowany w innych krajach. Przeniesienie możliwości współtworzenia przestrzeni za pomocą modeli parametrycznych na skalę miasta może zaowocować bardzo pozytywnym efektem, dającym mieszkańcom możliwość wpływania na przyszłość otaczającej ich przestrzeni. Wprowadzenie w najbliższej przyszłości rzeczywistości rozszerzonej do procesu partycypacji społecznej w procesach planistycznych wydaje się nieuniknione, ponieważ nie tylko sprzyjają temu coraz większe możliwości techniczne umożliwiające realizację takiego procesu, ale przede wszystkim ułatwia to wzrost świadomości

any selected stories, results in self-reconfiguration of the structural system, not leading, at least to some extent, to reduction of technical efficiency of individual elements of this system (Fig. 6).

### Conclusion

Augmented reality is already present in the world of design. In this scale, interaction of the designer and the user, taking place through a parametric model, works very well. The Warsaw company *Tylko* [17] was able to achieve an international success after the application of software, which enables its customers participation in the design of future furniture, using specific parameters, and augmented reality (Fig. 7). The innovative idea is starting to be copied in other countries. Transferring the possibility of co-creation of space by using parametric models in the scale of the



Il. 7. Promocyjna fotografia prezentująca zastosowanie modelu parametrycznego oraz rzeczywistości rozszerzonej na prostym przykładzie projektu regałów (źródło: [17])

Fig. 7. A promotional photograph presenting the use of the parametric model and augmented reality on a simple example of a shelving project (source: [17])

dotyczącej przestrzeni architektonicznej notowany wśród przedstawicieli lokalnych społeczności. Chęć współtworzenia miasta przez jego mieszkańców objawia się na wielu płaszczyznach, czego dowodem są liczne oddolne inicjatywy miejskie.

city, may result in a very positive effect, giving residents the opportunity to influence the future of the surrounding space. The introduction of augmented reality to the process of public participation in the processes of planning seems to be in the near future a fact, because it is backed not only by the growing technical capabilities, enabling the implementation of such a process, but the biggest stimulus is the increase in awareness of architectural space, noted among the representatives of the local communities. A desire to participate in creation of the city by its inhabitants manifests itself in many ways, as evidenced by numerous grass-roots of urban initiatives.

Translated by  
Maciej Piekarski

### Bibliografia/References

- [1] Zatorski K., *Wieżowiec przy Złotej 44 wygląda inaczej niż na projekcie. Internauci: „Za dużo Photoshopa?”*, „Gazeta Wyborcza. Stołeczna”, 6.08.2013.
- [2] Mazur R., *Architektura nieprzerysowana*, [w:] D. Kozłowski, M. Miśgiewicz (red.), *Definiowanie przestrzeni architektonicznej. Zapis przestrzeni architektonicznej*, Oficyna Wydawnicza PK, Kraków 2013, 337–341.
- [3] Coulton J.J., *Ancient Greek Architects at Work*, Cornell University Press, New York 1977.
- [4] Kalitko K., *Architektura między materialnością a wirtualnością*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2005.
- [5] Caudell T.P., Mizell D.W., *Augmented Reality: An Application of Heads-up Display Technology to Manual Manufacturing Processes*, [w:] *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, Vol. 2, 659–669.
- [6] Milgram P., Kishino F., *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*, „IEICE Transactions on Information Systems” 1994, No. 12, 1321–1329.
- [7] Azuma R., *A Survey of Augmented Reality*, „Teleoperators and Virtual Environments” 1997, No. 4, 355–385.
- [8] Konopacki J., *Rozszerzona rzeczywistość – jako narzędzie wspomagające procesy analityczno-decyzyjne w architekturze i planowaniu przestrzennym*, „Przestrzeń i Forma” 2014, Nr 21, 89–108.
- [9] Zapłata R., *Autentyzm zabytkowej architektury i palimpsest w przestrzeni historycznej – nowe media a prezentacja dziedzictwa kulturowego*, „Architectus” 2016, Nr 1(45), 97–114.
- [10] Asanowicz A., *Systemy rzeczywistości wirtualnej w architekturze*, „Architecturae et Artibus” 2012, Nr 4, 5–12.
- [11] Wiszniowski J., *Czynniki kształtujące przestrzenie publiczne*, „Architectus” 2016, Nr 2(46), 113–124.
- [12] Witruwiusz, *O architekturze ksiąg dziesięć*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1999.
- [13] Ching F., *Architecture: Form, Space & Order*, John Wiley & Sons, Hoboken 2007.
- [14] Żórawski J., *O budowie formy architektonicznej*, Arkady, Warszawa 1973.
- [15] Tarczewski R., *Topologia form strukturalnych*, Oficyna Wydawnicza PWR, Wrocław 2011.
- [16] Piekarski M., *Structural system concept for twisted buildings*, [w:] P.J.S. Cruz (ed.), *Structures and Architecture: Beyond Their Limits*, Taylor & Francis, London 2016, 1120–1127.
- [17] www.tylko.com [accessed: 4.09.2016].

### Streszczenie

Artykuł podejmuje problematykę prezentowania projektów architektonicznych w celu umożliwienia poddania osądowi zewnętrznej formy budynków w szerokim kręgu interesariuszy. Narzędziami stosowanymi w dotychczasowej praktyce były trójwymiarowe makiety, a od czasu upowszechnienia się technologii informatycznych również dwuwymiarowe wizualizacje. Autorzy uważają, że istnieje narzędzie mające zalety wcześniej wymienionych i pozbawione ich wad. Jest nim rzeczywistość rozszerzona. W pracy przybliżono jej pojęcie oraz zaprezentowano przegląd dostępnych metod wizualizowania obiektów w środowisku rzeczywistości rozszerzonej. Wskazano typowe przykłady rozbieżności pomiędzy wyglądem zrealizowanego obiektu a jego prezentacją w fazie projektowania, których można by uniknąć, wykorzystując technologię BIM jako narzędzie projektowe, a rzeczywistość rozszerzoną jako medium transmitujące informację wizualną. Zwrócono uwagę na możliwości partycypacji społecznej w kształtowaniu form architektonicznych budynków, która mogłaby przyjmować formę bierną lub czynną.

**Słowa kluczowe:** rzeczywistość rozszerzona, partycypacja społeczna, architektura, proporcje, forma strukturalna

### Abstract

The article discusses the issue of presenting architectural designs in order to allow the external form of buildings to be judged by a wide range of stakeholders. The three-dimensional mock-ups, and since the dissemination of information technologies, also two-dimensional visualizations, have been the tools used in the hitherto practice. The authors believe that there is a tool that has the advantages of both previously mentioned and does not have their disadvantages. It is augmented reality. The article presents its concept and an overview of available methods of visualizing objects in the augmented reality environment. Typical examples of discrepancies between the appearance of the completed object and its presentation in the design phase, which could be avoided using BIM technology as a design tool, and augmented reality as a medium transmitting visual information, have been indicated. Attention was paid to the possibility of social participation in shaping the architectural forms of buildings, which could take the form of passive or active participation.

**Key words:** augmented reality, social participation, architecture, proportions, structural form