



ROZSZERZONA RZECZYWISTOŚĆ – JAKO NARZĘDZIE WSPOMAGAJĄCE PROCESY ANALITYCZNO-DECYZYJNE W ARCHITEKTURZE I PLANOWANIU PRZESTRZENNYM¹

AUGMENTED REALITY AS A TOOL SUPPORTING ASSESSMENT AND DECISION-MAKING PROCESSES IN ARCHITECTURE AND SPATIAL PLANNING²

Jacek Konopacki

mgr. inż.

Politechnika Krakowska, Wydział Architektury
Instytut Architektury Krajobrazu

STRESZCZENIE

Artykuł przedstawia na przykładach wdrożeń metodę i zastosowania technologii rozszerzonej rzeczywistości jako narzędzia wspomagającego podejmowanie decyzji lokalizacyjnych obiektów architektonicznych oraz doboru formy w kontekście zastanej kompozycji. Wskazuje wady i określa zalety zastosowanych metod. Opisuje eksperyment badający przydatność autorskich rozwiązań systemowych eliminujących aktualnie występujące ograniczenia, które mogą mieć wpływ na efektywność pracy i jakość osiągniętych rozwiązań przestrzennych.

Słowa kluczowe: rozszerzona rzeczywistość, krajobraz, urbanistyka, planowanie przestrzenne, kompozycja, analizy widokowe.

ABSTRACT

The article presents examples of implementation of the augmented reality technology as a tool supporting making decisions on location of architectural objects and selection of form thereof in the context of the existing composition of the site. It points out to the deficiencies as well as to the merits of the applied methods. It describes an experiment examining the usefulness of the author's solutions eliminating the current limitations of the technology, which can affect the effectiveness of work and the quality of the achieved spatial solutions.

Key words: augmented reality, landscape, urban design, spatial planning, composition, visual assessment.

¹ Badania finansowane przez Narodowe Centrum Nauki, w ramach indywidualnego projektu badawczo naukowego NCN 2011/01/N/HS2/02295 pt: Zastosowanie cyfrowych modeli przestrzennych w ochronie i kształtowaniu Krajobrazu, wykonawca projektu Jacek Konopacki.

² The research has been financed by the National Science Centre within the framework of individual research and scientific project NCN 2001/01/N/HS2/02295: Application of digital spatial models in landscape protection and shaping, the project executor: Jacek Konopacki.

WPROWADZENIE

Dotychczasowe techniki, a zarazem podejście profesjonalistów do zagadnienia jakim jest projektowanie otaczającej nas przestrzeni, ulegają w ostatnim dziesięcioleciu dynamicznym zmianom³. Dzieje się to pod wpływem rozwoju technologicznego⁴, obowiązujących aktów prawnych⁵, oraz coraz bardziej powszechnym praktykom włączania społeczności poprzez procesy partycypacji publicznej w procedury związane z analizowaniem wpływu inwestycji na krajobraz. Obecnie zachodzące zmiany mające na celu usprawnienie wymiany myśli projektowych między architektem a inwestorem, którym coraz częściej jest grupa interesariuszy, są procesem wyjątkowo dynamicznym i nieuniknionym⁶. Jak pokazuje doświadczenie, im lepiej dobrane narzędzia tym łatwiej i efektywniej wypada współpraca w komplementarnych zespołach profesjonalistów. Równocześnie odpowiednio dostosowane narzędzia i techniki są w stanie znacząco usprawnić współpracę ze społecznością. Świadomość rzeczywistego oddziaływania nowej inwestycji w zastanym układzie kompozycyjnym jest wyjątkowo istotna dla profesjonalistów (w fazie projektowej), jak również w przypadku konsultacji w tym z niefachowcami. Stosowane aktualnie metody statycznych wizualizacji przedstawiające formę nowego obiektu zarazem obrazujące jego odbiór w projektowanej lokalizacji i oddziaływanie w warstwie wizualnej, wielokrotnie są niedoskonałe i niepoprawne pod względem etycznym. Najczęstszą wadą tego typu wizualizacji jest proinwestorskie wykonanie. Objawia się ono wyborem najdoskonalszego z ujęć, które w atrakcyjny sposób obrazuje pozytywny wydźwięk inwestycji, niejednokrotnie kontrowersyjnej w innym z ujęć⁷. Dobór materiałów, kolorystyka, efekty wizualne celowe deformacje perspektywiczne mają za zadanie sprzedać projekt i wskazać na poprawność kompozycyjną w zastanym kontekście przestrzennym.

Naprzeciw tego typu wizualizacjom dynamicznie rozwijana jest obecnie technologia rozszerzonej rzeczywistości. Nie pozbawiona wad i ograniczeń w obecnym kształcie, umożliwia w znacznie bardziej związany z rzeczywistym postrzeganiem sposób wizualizowania inwestycji. Początków jej należy dopatrywać się w rozwiązaniach wojskowych tworzonych w latach 60-tych XX wieku⁸. Obserwowany aktywny jej rozwój i zastosowanie w różnych dziedzinach jest bezpośrednio związane z postępowaniem technologicznym. Miniaturyzacja i wzrost wydajności jednostek obliczeniowych, popularyzacja urządzeń mobilnych typu tablety i smartfony oraz wcześniej komputerów przenośnych umożliwiają rozwój i dostęp do technologii coraz szerszemu gronu potencjalnych użytkowników w tym architektom, urbanistom i projektantom krajobrazu.

³ Spiller N., *Digital Architecture Now: A Global Survey of Emerging Talent*, Thames & Hudson, Limited, 2008.

⁴ Sakamoto T., Albert (ed.), *Ferré : From Control to Design: Parametric/Algorithmic Architecture*, Actar Birkhauser Distribution, 2008.

⁵ Europejska Konwencja Krajobrazowa została otwarta do podpisu we Florencji 20 października 2000 roku, a przez Polskę ratyfikowana 27 września 2004 roku, weszła w życie 1 stycznia 2005 roku. Konwencja jest częścią prac Rady Europy nad ochroną naturalnego i kulturowego dziedzictwa, planowaniem przestrzennym i środowiskiem. Celem EKK jest promowanie ochrony, gospodarki i planowania krajobrazu oraz organizowanie współpracy europejskiej w tym zakresie, opartej na wymianie doświadczeń, specjalistów i tworzeniu dobrej praktyki krajobrazowej. Konwencja traktuje krajobraz jako ważny element życia ludzi zamieszkujących wszędzie: w miastach i na wsiach, na obszarach zdegradowanych, pospolitych, jak również na obszarach odznaczających się wyjątkowym pięknem - dlatego swoim zasięgiem obejmuje całe terytorium Polski. Źródło: <http://www.gdos.gov.pl/Articles/view/2337/> Dostęp : 2013 r.

⁶ Carl Steinitz z Harvard University, uznawany za ojca cyfrowych technik komputerowych stworzonych dla projektantów zajmujących się krajobrazem, jest zdania: iż nie ma żadnej wątpliwości, że przyszłe pokolenia w znacząco większym stopniu będą partycypowały w wielu aspektach związanych z przestrzenią w tym w bezpośrednim jej kształtowaniu i zarządzaniu nią. Wypowiedź podczas panelu podsumowującego konferencję z cyklu *Digital Landscape Architecture*, Anhalt University of Applied Sciences, 2012.

⁷ Wywiad indywidualny z W. Oleńskim – projektantem Miejskiej Pracowni Planowania Przestrzennego i Strategii Rozwoju w Warszawie. W ramach badań nad zastosowaniem cyfrowych modeli przestrzennych w kształtowaniu i ochronie krajobrazu. 2012.

⁸ Głównym współtwórcą pierwszego systemu AR opierającego się o wyświetlacz nagłowny był w 1966 r. Ivan Sutherland, Harvard University.

Technologia rozszerzonej rzeczywistości z ang. Augmented Reality (AR)⁹ w ujęciu schematycznym funkcjonuje na zasadzie nakładania na ruchomy obraz pochodzący z kamery urządzenia, animowanej wizualizacji obiektów wirtualnych. Obiekt wirtualny jest wizualizowany na tle rzeczywistego kontekstu przestrzennego, a ujęcie w jakim jest prezentowany zależy wyłącznie od pozycji użytkownika względem rzeczywistej projektowanej lokalizacji inwestycji.



Ryc. 1. The Reality-Virtuality continuum według Milgram. Od lewej - obraz w pełni rzeczywisty, w części środkowej obraz mieszanej rzeczywistości, po prawej środowisko w pełni wirtualne. Centralna część schematu przedstawia odwzorowanie, w którym przenikają się elementy realne i wirtualne. Dokładniejsze przyporządkowanie uwzględni dwa rodzaje odwzorowania w ramach mieszanej rzeczywistości. W przypadku rozszerzonej rzeczywistości, obraz rzeczywisty(lewa) uzupełniany jest o elementy wirtualne(prawa), natomiast w drugim ujęciu obraz wirtualny(prawa) jest uzupełniany elementami realnymi(lewa).

Źródło.: J.Konopacki na podstawie; Milgram, G.Schall, J.Schöning, V.Paelke, G. Gartner

Fig. 1. The Reality-Virtuality continuum, according to Milgram. On the left – completely real picture, in the middle – the image of mixed reality, on the right – completely virtual environment. The central part of the diagram presents the image in which real and virtual elements are intertwined. A more precise classification distinguishes two types of imaging within mixed reality. In the case of augmented reality, the real picture (left) is complemented with virtual elements (right), and in the other approach the virtual image (right) is complemented with real elements (left). Source: J. Konopacki, based on Milgram, G. Shall, J. Schöning, V. Paelke, G. Garnter

Ruch i pozycja obserwatora rejestrowana przez czujniki urządzenia typu smartfon/tablet oraz obliczana na podstawie sygnału satelitarnego powoduje perspektywiczne dopasowanie wyświetlanego na ekranie wirtualnego obiektu do aktualnie zajmowanego punktu obserwacji. Metoda ta pozwala na intuicyjną percepcję¹⁰ inwestycji zarówno w ujęciu statycznym jak i dynamicznym podczas poruszania się wokół lub nawet wewnątrz wirtualnego obiektu. Oferuje możliwość szybkiej i efektywnej identyfikacji niedoskonałości i błędów kompozycyjnych stanowiąc równocześnie narzędzie, którego obawia się wielu inwestorów i projektantów świadomych kontrowersyjności planowanych inwestycji¹¹.

⁹ Azuma T.: A Survey of Augmented Reality, Ronald, Teleoperators and Virtual Environments 6, 4 (August 1997), 355-385 (<http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>)

¹⁰ Wang X., Gu N., Marchant D., Gong Y., Jeong Kim M., Perceptions Of Augmented Reality In The Design Sector, Proceedings of 7th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality: October 22-23, 2007

¹¹ Stwierdzenie padło podczas wywiadów indywidualnych przeprowadzonych w ramach badań projektu J. Konopackiego pt : Zastosowanie cyfrowych modeli przestrzennych w kształtowaniu i ochronie krajobrazu. Zane Egginton (Unitec Institute of Technology, Auckland), Didier Madoc-Jones (GMJ London), Adam Towle (Design for London, Greater London Authority) w kwestii popularności technologii AR i 3D pdf.

WYBRANE PRZYKŁADY WDROŻEŃ I BADAŃ NAD ZASTOSOWANIEM TECHNOLOGII AR JAKO NARZĘDZIA WSPOMAGAJĄCEGO PROCESY DECYZYJNO ANALITYCZNE W ARCHITEKTURZE I PLANOWANIU PRZESTRZENNYM

Raseborg, Finlandia. Wspomaganie procesów planistycznych, analiza wpływu proponowanych inwestycji na zastany kontekst przestrzenny

Przykład ten stanowi pierwsze w świecie praktyczne wdrożenie¹² technologii AR na potrzeby konsultacji społecznych i podejmowania wiążących decyzji lokalizacyjnych. Zastosowana metoda stanowi rozwinięcie popularnej w Finlandii procedury Gåtur¹³. Badane wdrożenie traktowało narzędzia rozszerzonej rzeczywistości jako podstawową technologię wspierającą percepcję założeń projektowych. W przypadku standardowej procedury Gåtur interesariusze zapoznają się z planami i ewentualnie wizualizacjami planowanych inwestycji w formie papierowej. W poddanym analizie przykładzie zastąpiono je telefonami Nokia n900¹⁴ oraz laptopem¹⁵. Obszar objęty konsultacjami objął 4,5 ha z czego 3 ha poddanych zostało przekształceniom. Budynek znajdujący się w zakresie opracowania stanowią dziedzictwo kulturowe o wysokiej wartości. Ze względu na wpisanie powyższego układu kompozycyjnego na listę Krajowych Pomników Historii, przedsięwzięcie polegające na uzupełnieniu układu o 50 nowych obiektów wymagało wielokierunkowych analiz wpływu nowej zabudowy na kształt i czytelność istniejącego historycznego charakteru Raseborgu. Cenne walory kompozycyjne układu XVII-wiecznych zabudowań huty stali, fabryki mebli, oraz towarzyszącej im tradycyjnej drewnianej zabudowy mieszkalnej obligują do doboru optymalnej formy i układu nowo projektowanych obiektów. Dzięki zastosowaniu autorskich rozwiązań AR VTT¹⁶ możliwe było poddanie proponowanych inwestycji analizie oddziaływania in situ. W tym celu w omawianej lokalizacji zgeoreferowano blisko 50 wirtualnych obiektów trójwymiarowych, będących uproszczonymi bryłami obrazującymi maksymalny gabaryt projektowanych inwestycji. Ich przedstawienie w formie półtransparentnych miało za zadanie skupienie decydentów na gabarycie, a nie na detalu obiektu, celem uniknięcia niemerytorycznych decyzji¹⁷ na tym etapie konsultacji projektu.

W celu weryfikacji proponowanych rozwiązań projektowych wybrano siedem punktów widokowych, z których przeprowadzono wizję lokalną koncepcji. Cztery z punktów odnosiły się do widoków dalekich ujmujących całe założenie w kontekście panoramy czy szerszego ujęcia krajobrazowego (około 500 m od głównych inwestycji). Pozostałe trzy stanowiły bliskie widoki (około 50 m). W wyniku zastosowania określonych urządzeń wizualizujących, zespół prof. Woodwarda został niejako zmuszony do stworzenia rozwiązań

¹² Możliwe dzięki autorskim narzędziom VTT Finland, współpracy z biurem architektonicznym Arkval Arkkitechdit OY odpowiedzialnym za projekt fińskiego odpowiednika MPZP, oraz władzami Raseborg.

¹³ Metoda Gåtur stosowana w Finlandii od 1999r celem usprawnienia procedur planistycznych. Wyznacza sposób postępowania podczas prowadzenia konsultacji społecznych dotyczących przedsięwzięć przestrzennych. Film prezentujący przebieg Gåtur http://youtu.be/4F51_6Qk6h4 Dostęp: 21-04-2013 r.

¹⁴ Jedną z głównych instytucji wspierających finansowo projekty VTT dotyczące technologii AR jest firma Nokia. Stąd wybór urządzeń i stworzenie oprogramowania AR wspierającego natywny system operacyjny Noki - Symbian. Stanowi to duże utrudnienie w popularyzacji autorskiego systemu AR VTT, ponieważ system Symbian przestał być rozwijany w styczniu 2013r. Urządzenia mobilne funkcjonujące pod jego kontrolą stanowią zaledwie 3,3% udziału rynku (2012r) Dostęp : 21-04-2012r. <http://mobithinking.com/mobile-marketing-tools/latest-mobile-stats/a>

¹⁵ Jedną z głównych instytucji wspierających finansowo projekty VTT dotyczące technologii AR jest firma Nokia. Oprogramowane AR funkcjonuje pod kontrolą systemu operacyjnego Nokii - Symbian. Stanowi to duże utrudnienie w popularyzacji autorskiego systemu AR VTT, ponieważ system Symbian przestał być rozwijany w styczniu 2013r. Urządzenia mobilne funkcjonujące pod jego kontrolą stanowią zaledwie 3,3% udziału rynku (2012r). <http://mobithinking.com/mobile-marketing-tools/latest-mobile-stats/a> Dostęp : 21-04-2012 r.

¹⁶ Zastosowane rozwiązania programistyczne: MapStudio oraz pakiet AROnSite VTT

¹⁷ Barabash D., The communication Value of Graphic Visualizations Prepared with Differing Level of Details. Buhmann/Ervin/Pietsch(Eds.) Per Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2012, s.499-508, Herbert Wichmann Verlag Berlin 2012., Hehl-Inage S., GilL. I, Henneberry J., Keskin B., Lange E., Mell I., Morgan E., Using 3D Virtual GeoDesigns for Exploring Economic Value of Alternative Green Infrastructure Options. Buhmann/Ervin/Pietsch(Eds.) Per Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2012, s. 273-281, Herbert Wichmann Verlag Berlin 2012

programistycznych pozwalających ominąć ograniczenia wynikające z użytego sprzętu. Opracowano metodę ręcznej kalibracji obrazu celem poprawnego lokalizowania wirtualnych obiektów w rzeczywistym kontekście, równocześnie rezygnując z pozycjonowania na podstawie koordynat przestrzennych obliczanych z sygnału satelitarnego¹⁸. Pozycję operatora urządzenia ustalono manualnie, a do dokładnego kalibrowania wirtualnych obiektów w krajobrazie użyto analogowej metody rozpoznawania obrazu. Kalibracja w systemie odbywa się poprzez naprowadzanie kamery urządzenia i wskazywanie określonych punktów kontrolnych. Zabieg ten jak dowodzą doświadczenia, i wynika z wywiadu z twórcami systemu, przyczynił się do znaczącego poprawienia jakości lokalizacji obiektów wirtualnych.



Ryc. 2. Przebieg procedury Gátur w Raseborg Finlandia, wspieranej przez technologię rozszerzonej rzeczywistości. Intensariusze wspierani przez zespół badaczy pod przewodnictwem zespołu C. Woodward VTT Finland. Źródło: il. J. Konopacki, na podstawie materiałów C. Woodward

Fig. 2. The Gátur procedure in progress in Raseborg, Finland, supported by the augmented reality technology. The stakeholders supported by a team of researchers led by C. Woodward of VTT Finland. Source: J. Konopacki on the basis of C. Woodward's materials.

Badania przeprowadzono na grupie 20 urzędników odpowiedzialnych za kształtowanie i ochronę walorów krajobrazowych miejscowości Raseborg. Narzędzie zostało uznane przez uczestników badań za wyjątkowo przydatne jako wspierające procesy planistyczne¹⁹. Podkreślono wyjątkową wartość, jaką jest umożliwienie pełniejszego zrozumienia zagadnień przestrzennych dzięki możliwości intuicyjnego odczytania roli nowych obiektów w kontekście przestrzennym. Doceniono sposób przedstawienia modeli, realizowany z wielu punktów widokowych w naturalnym ujęciu perspektywicznym, które sprzyja poprawnej percepcji projektów. Stwierdzono, iż wizualizowanie obiektów na podstawie uproszczonych brył jest tym etapem projektu całkowicie wystarczające i pożądane.

Zgłaszane uwagi dotyczące systemu skupiały się wokół problemów, jakie sprawiała kalibracja obiektów wirtualnych w terenie, brak przysłaniania obiektów wirtualnych przez będące na bliższym planie rzeczywiste bryły zabudowań czy zieleni. Negatywnie oceniono dobór kolorystyczny wizualizowanych obiektów, zastosowany błękit, który w pewnym stopniu prezentował się nienaturalnie na tle otoczenia, co wpływało negatywnie na postrzeganie kubatur. Zwracano uwagę iż dalekie widoki perspektywiczne stały się nieczytelne ze względu na zbyt małe ekrany telefonów, co jest tożsame z wnioskami autora płynącymi z badań nad systemem UAR²⁰ oraz MLBE V4²¹.

¹⁸ Precyzja lokalizowania na podstawie sygnału satelitarnego ze względu na swoją specyfikę prowadzi do dużych odchyłek lokalizowania obiektów. Zjawisko to wpływa negatywnie fałszując rzeczywisty obraz kompozycji zakładany przez projektanta. Jak wynika z badań przeprowadzonych przez autora artykułu dewiacja pozycji, w warunkach 4 piętrowej zabudowy pierzei miejskiej może wynieść do 15m. Precyzja wzrasta proporcjonalnie do odstawiania widnokreśgu, niemniej w najlepszych warunkach waha się w granicach 3- 4 m.

¹⁹ Olson T.D., Savisalo A.T., Hakkarainen M. & Woodward C., User evaluation of mobile augmented reality in architectural planning, eWork and eBusiness in Architecture and Construction - Gudnason & Scherer (eds.) Taylor & Francis Group, London 2012

²⁰ UAR - Urban Augmented Reality, projekt wdrożeniowy technologii AR rozpoczęty w 2011 r. i prowadzony przez Nederlands Architectuur Instituut. Informacje i wnioski na temat funkcjonowania systemu informacji

Ewaluacja projektowanej lokalizacji oraz formy najwyższego biuła wysokościowego Helsinek

Na wniosek władz miejskich Helsinek, w 2012 r. przeprowadzono analizę widokową koncepcji projektowej 33-piętrowego hotelu. Obiekt zaprojektowany zgodnie z zapisami planu w założeniu miał stanowić zamknięcie widokowe jednej z głównych osi nowo powstającej dzielnicy portowej. Zastosowana metoda AROnSite VTT Finland oraz użyty sprzęt był tożsamy z zastosowanym podczas wdrożenia w Rasebrog. Analogicznie jak w poprzednio analizowanym przypadku wyznaczono punkty widokowe, dla których zostały przygotowane odpowiednie obiekty kalibrujące.



Ryc. 3. A. wizualizacja obiektu projektowanego - analiza widokowa in situ z punktu a. 2012r., B . Wizualizacja obiektu projektowanego - analiza widokowa in situ z punktu b. 2012r, C. fotografia z lokalizacji b 2013r. Źródło: il. J. Konopacki, na podstawie materiałów C. Woodward (fot A i B), J.Konopacki (fot. C)

Fig. 3. A. Visualisation of the designed object – an *in situ* visual assessment from point a. 2012; B. Visualisation of the designed object – an *in situ* visual assessment from point b. 2012; C. A photo taken from location b. 2013. Source: J. Konopacki on the basis of C. Woodward's materials (photos A and B, J. Konopacki (photo C).

W wyniku przeprowadzonych w terenie analiz, w których uczestniczyli urzędnicy Helsinki City Planning Department zdecydowano o dalszym losie inwestycji. Użycie narzędzi AR posłużyło do weryfikacji uprzednio wyznaczonych limitów wysokości²² oraz oceny oddziaływania nowej zabudowy w zastanym kontekście krajobrazowym²³. Wynik przeprowadzonych badań stanowi decyzja odmowna dotycząca lokalizacji obiektu w proponowanym przez inwestora kształcie. Równolegle wyrażono zgodę na budowę na wnioskowanej działce obiektu o znacznie zredukowanej wysokości. Jednak ze względów ekonomicznych inwestor wstrzymał prace nad projektem w tej lokalizacji²⁴. Narzędzie otrzymało pozytywną ocenę w opinii grona urzędników odpowiedzialnych za kształtowanie krajobrazu miejskiego Helsinek i planowane jest jego dalsze stosowanie²⁵.

architektonicznej UAR jego zalet, oraz ograniczeń. Planowanych kierunków rozwoju, odbioru przez społeczność miast holenderskich i fachowców, opierają się o wywiad indywidualny przeprowadzony przez autora dysertacji z kierownikiem projektu UAR Marlies den Hartogh. Uzupełniająco podczas wizyty w Holandii (01/2013r) wykonano szereg doświadczeń z wykorzystaniem UAR, oraz przeprowadzono wywiad z pracownikami działu promocji Biura Rozwoju Miasta Rotterdam na temat jego zastosowania.

²¹ Autorskie rozwiązanie systemowe AR MLBE V4, szerzej opisane w dalszej części artykułu.

²² Raport dotyczący Lokalizacji i odpuszczalnych parametrów obiektów wysokościowych na obszarze Helsinek, Korkea rakentaminen Helsingissä, Kapunkisuunnitteluvirasto, Helsinki 012/2011 ISSN 1235-4104, Dostęp: 23-03-2012 http://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/aos_2011-4.pdf

²³ W celu prawidłowego wykonania analizy widokowej inwestycji, w jej realnym kontekście przestrzennym, konieczne jest wymodelowanie obiektów stanowiących jej rzeczywiste otoczenie. Stworzone w tym celu wirtualne bryły są reprezentacją rzeczywistych obiektów budujących głębię planów. Ich zadaniem jest przysłanianie inwestycji w identyczny sposób, jakby przysłaniały je realne obiekty towarzyszące. Problematyczne w tym ujęciu jest wirtualnie przedstawianie zieleni. Zbudowane na potrzeby symulacji głębi modele roślinności, muszą być odpowiednio uproszczone. Podobnie ma się sytuacja w przypadku innych obiektów o wysoce złożonej formie.

²⁴ Informacje uzyskano podczas wywiadu indywidualnego z C.Woodward oraz Iiris Tukiainen (Helsinki City Planning Department) Styczeń 2013 r.

²⁵ Informacje uzyskano podczas wywiadu indywidualnego z Iiris Tukiainen (Helsinki City Planning Department) Styczeń 2013 r.

AUTORSKIE BADANIA NAD ZASTOSOWANIEM TECHNOLOGII ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI JAKO NARZĘDZIA WSPOMAGAJĄCEGO PROCESY PROJEKTOWE I DECYZYJNE W KRAJOBRAZIE

W ramach prac nad projektem pt: *Zastosowanie cyfrowych modeli przestrzennych w kształtowaniu i ochronie krajobrazu*, przeprowadzono doświadczenia badające potencjał technologii AR na potrzeby architektury. Eksperyment badawczy przeprowadzono w dwóch wariantach, odpowiadających dwóm różniącym się rozwiązaniom systemowym. Pierwsze z nich opiera się o ogólnodostępny system Layar, na potrzeby niniejszego artykułu opis i wyniki tego eksperymentu zostały pominięte. Drugi eksperyment opisany w artykule dotyczy pionierskich rozwiązań autorskich.

Eksperyment MLBE V4 – cel badań

Zadanie zakładało:

- stworzenie narzędzia AR eliminującego uciążliwe przypadłości przebadanych uprzednio istniejących rozwiązań, które mają znaczący wpływ na efektywność ich stosowania;
- zbadanie ograniczeń i trudności jakie niesie za sobą realizacja tego typu przedsięwzięcia jakim jest umieszczenie z zastosowaniem technologii AR wirtualnego modelu inwestycji w jej projektowanej lokalizacji;
- przebadanie grupy profesjonalistów z dziedziny architektury oraz nieprofesjonalistów w rozumieniu konsultacji społecznych dotyczących potencjalnej inwestycji w kwestii odbioru i przydatności tego typu rozwiązań technologicznych wspomagających procesy projektowe i decyzyjne;
- cel towarzyszący to popularyzacja technologii wśród projektantów, poprzez zaznajomienie się z potencjałem narzędzia w ramach eksperymentów w terenie oraz warsztatów²⁶.

Opis badań

Jako obiekt wykorzystany do eksperymentu użyto wirtualnego modelu obiektu Małopolskiego Laboratorium Budownictwa Energooszczędne²⁷. Eksperyment został przeprowadzony w dwóch turach w maju i czerwcu 2013 r. w rzeczywistej projektowanej lokalizacji MLBE, przy ulicy Szlak na kampusie Politechniki Krakowskiej. W badaniu wzięło udział 80 osób, będących przedstawicielami środowiska akademickiego (Wydział Architektury, Wydział Inżynierii Lądowej, Wydział Fizyki PK), studentów kierunków architektonicznych, przedstawiciele pracowni architektonicznych oraz potencjalnych interesariuszy w postaci prechodniów. Badani interesariusze posługiwali się użyzonymi urządzeniami mobilnymi typu tablet i smartfon, z zainstalowaną stworzoną na potrzeby eksperymentu aplikacją mobilną MLBE V4. Powstała ona w ramach międzynarodowej współpracy autora z HitLab NZ University of Canterbury, będąc w całości podporządkowaną oczekiwaniom profesjonalistów z zakresu planowania i zarządzania krajobrazem. Z założenia zrealizowana celem wyeliminowania wad istniejących aktualnie systemów AR przeznaczonych do wizualizowania wirtualnych obiektów w ich planowanej lokalizacji, stanowi pionierskie w skali światowej rozwiązanie tego typu. Współtwórcą aplikacji działającej pod kontrolą systemu Android, a zarazem osobą odpowiedzialną za część programistyczną jest prof. Gun Lee.

²⁶ W ramach prowadzonych badań zorganizowano dwie sesje warsztatowe, podczas których można było nauczyć się samodzielnego lokalizowania i udostępniania wirtualnych obiektów w rozszerzonej rzeczywistości z wykorzystaniem systemu Layar (więcej o Layar : www.layar.com, Madden L. : Professional Augmented Reality Browsers for Smartphones: Programming for junaio, Layar and Wikitude, John Wiley & Sons, 2011)

²⁷ Opis inwestycji oraz notka dot. przeprowadzonych z użyciem obiektu eksperymentów autorskich w technologii AR, <http://goo.gl/xJDuwJ> , Dostęp 18.12.2013 r.

Charakterystyczne cechy aplikacji MLBE v4, mające kluczowy wpływ na przydatność zastosowania technologii AR w zakresie wspomagania procesów projektowych i decyzyjnych w architekturze krajobrazu i urbanistyce:

1. Dostępne cztery sposoby wizualizowania wirtualnego obiektu w jego rzeczywistym kontekście projektowym.

A) Metoda tradycyjna, obiekt jest wizualizowany niejako nakładka na pierwszym planie.

B) Wizualizowanie obiektu wraz z wirtualnymi odpowiednikami obiektów rzeczywistych. Tego rodzaju wizualizacja pozwala na symulowanie przysłonięć obiektu projektowanego przez rzeczywiste obiekty towarzyszące. Zwirtualizowane obiekty towarzyszące są przedstawione w formie nie przejrzystych uproszczonych brył.

C) Wizualizowanie obiektu wraz z wirtualnymi semi transparentnymi odpowiednikami obiektów rzeczywistych. Metoda ta pochodna od uprzednio opisanej, stanowi jej modyfikację w warstwie wyświetlania obiektów towarzyszących. Tego typu półprzezroczyste bryły ułatwiają precyzyjną kalibrację modelu osobom o mniej rozwiniętej wyobraźni przestrzennej.

D) Wizualizowanie obiektu w formie, która odpowiada jego rzeczywistemu oddziaływaniu w wypadku realizacji. Uprzednio opisana metoda B i C dokonywała przysłonięć projektowanej bryły poprzez wirtualne odpowiedniki istniejących w rzeczywistym otoczeniu obiektów. W przypadku wyboru czwartej metody wizualizowania obiekty te nie są widoczne na ekranie urządzenia mobilnego. Działając na zasadzie maski pozwalają na obserwowanie projektowanej bryły symulując przesłonięcia przez rzeczywiste obiekty towarzyszące. Ta innowacyjna metoda pozwala na wyjątkowo intuicyjny odbiór inwestycji symulując w precyzyjny sposób rzeczywiste oddziaływanie obiektu w zastanym kontekście przestrzennym.



Ryc. 4. Sposoby wizualizowania wirtualnego obiektu w kontekście przestrzennym - zrzuty ekranu aplikacji MLBE V4: A, B, C, D. Źródło: il. J. Konopacki

Fig. 4. Four ways of visualising a virtual object in its spatial context – screenshots of the MLBE V4 application: A, B, C, D. Source: J. Konopacki.

2. Dwie metody lokalizacji użytkownika mające kluczowy wpływ na precyzję zagnieźdzenia wirtualnego obiektu w rzeczywistym kontekście.

– Klasyczna metoda wykorzystująca sygnał satelitarny, oferująca dostateczne rezultaty pod względem precyzji lokalizacji obiektów.

– Lokalizacja pozorna – symulowana. Autorską metoda lokalizowania pozornego, która daje możliwość bardzo precyzyjnego osadzania obiektów wirtualnych w rzeczywistym otoczeniu. Aplikacja symuluje dokładne koordynaty geograficzne uprzednio zapisanej lokalizacji. Znajdując się w zaprogramowanym punkcie jego rzeczywiste koordynaty są pobierane z uprzednio wprowadzonych danych z pominięciem sygnału satelitarnego. Uzyskana tą metodą dokładność kształtuje się w granicach kilkunastu centymetrów, co przy obiektach w skali zabudowy miejskiej jest całkowicie satysfakcjonujące.

Badanie ankietowe oceniające przydatność zaproponowanego rozwiązania systemowego MLBE V4 jako narzędzia wspomagającego procesy decyzyjno analityczne w architekturze i planowaniu przestrzennym

Doświadczalne zastosowanie *in situ* aplikacji połączono z badaniami ankietowymi i obserwacyjnymi. Zadano 12 pytań w tym 11 typu zamkniętego, które objęły ocenę zagadnienia przydatności zastosowania technologii AR w określonych zadaniach związanych z kształtowaniem i ochroną krajobrazu. Ankieterzy odpowiadając na pytania zamknięte 1-8 oceniali przydatność technologii AR w przyjętej skali od 1 do 5 gdzie: 1 ocena negatywna, 3 ocena neutralna, 5 ocena bardzo dobra. Na pytania 9-11 możliwe było wyrażenie opinii poprzez zakreślenie pola TAK lub NIE. Ostatnie pytanie będące otwartym dotyczyło spostrzeżeń użytkowników odnośnie wad jakie ich zdaniem ma obecna technologia rozszerzonej rzeczywistości oraz użyte rozwiązania sprzętowe w sensie zastosowań profesjonalnych w szczególności w zakresie swoich kompetencji zawodowych. Ankieterzy równocześnie prowadzili badania obserwacyjne odnotowując sposoby interakcji użytkowników, ich zaangażowanie i potencjalne problemy występujące podczas używania zaproponowanego rozwiązania systemowego.



Ryc. 5. Wizualizacja Małopolskiego Laboratorium Budownictwa Energooszczędnego w technologii rozszerzonej rzeczywistości. Zrzuty ekranu aplikacji MLBE V4, wykonane podczas badań w terenie, na prawej ilustracji widoczne przysłanianie wirtualnego obiektu przez istniejącą zabudowę. Źródło: il. J. Konopacki

Fig. 5. Visualisation of the Małopolskie Sustainable Construction Living Laboratory in the augmented reality technology. Screenshots of the MLBE V4 application done during the research *in situ*, on the right – the virtual object screened by the existing development. Source: J. Konopacki

Przeanalizowane dla celów artykułu odpowiedzi na wybrane pytania, nie obejmują metryczki zawierającej dane odnośnie: płci, wieku i wykształcenia jak również pytań i odpowiedzi nie mających bezpośredniego odniesienia do omawianej tematyki.

– *Czy zasłanianie nowego wirtualnego obiektu przez istniejące budynki jest pomocne w odczytaniu rzeczywistego kontekstu inwestycji?*

Użytkownicy aplikacji ocenili tą funkcję jako wysoce przydatną. Średnia uzyskanych ocen 4.52, gdzie 60% stanowiła ocena (4), pozostałe 40% ocena (5).

– *Czy predefiniowane lokalizacje, z których można oglądać obiekt są przydatne?*

Uczestnicy eksperymentu ocenili możliwość obserwowania obiektu z predefiniowanej lokalizacji celem uzyskania precyzyjnego posadowienia wirtualnego obiektu w rzeczywistym kontekście jako przydatną. Średnia uzyskanych ocen to 4.24, gdzie 20% stanowiła ocena neutralna (3), pozostałe 45 % ocena (4), a 35% respondentów oceniło tą funkcję jako bardzo przydatną (5).

– *Jak ocenia Pani/Pan przydatność technologii jako narzędzia wspomagającego procedury konsultacji społecznych w zagadnieniach przestrzennych.*

Respondenci ocenili narzędzie jako wysoce przydatne w przypadku zastosowania w procedurach konsultacji społecznych. Średnia uzyskanych ocen to 4.76, gdzie 10% oceniło ją neutralnie (3), 5 % pozytywnie (4), a pozostałe 85 % jako wysoce przydatną (5).

– *Jak ocenia Pani/Pan przydatność technologii jako narzędzia wspomagającego projektowanie – dobór: formy, skali.*

Ankietowani ocenili narzędzie jako dosyć przydatne w przypadku zastosowania jako narzędzia wspierającego projektowanie. Średnia uzyskanych ocen to 3.45, gdzie 5% oceniło ją jako mało przydatną (2), 5% neutralnie (3), 25% pozytywnie (4), pozostałe 45% jako wysoce przydatną (5).

– *Jak ocenia Pani/Pan przydatność technologii jako narzędzia wspomagającego podejmowanie decyzji o lokalizacji inwestycji.*

Ankietowani ocenili testowane rozwiązanie jako przydatne w przypadku zastosowania jako narzędzia wspierającego podejmowanie decyzji lokalizacyjnych inwestycji. Średnia uzyskanych ocen to 4.52, gdzie 60% respondentów oceniło ją jako przydatną (4), pozostałe 40% jako wysoce przydatną (5).

– *Jak ocenia Pani/Pan przydatność technologii jako narzędzia wspomagającego analizy widokowe – wysokość zabudowy.*

Narzędzie w tym ujęciu jego zastosowania zostało uznane za wysoce przydatne. Średnia uzyskanych ocen to 4.76, co jest tożsamym wynikiem jaki uzyskano w przypadku odpowiedzi na pytania o zastosowanie jako narzędzia wspierającego procedury konsultacji społecznych. Rozkład odpowiedzi: 30% respondentów oceniło ją jako przydatną (4), pozostałe 70% jako wysoce przydatną (5).

– *Czy uważa Pani/Pan, iż zastosowanie takiej technologii w procesach projektowych i decyzyjnych może mieć pozytywny wpływ na jakość krajobrazu?*

96% respondentów wyraziło się pozytywnie o proponowanym sposobie zastosowania, co świadczy o wysokim potencjale narzędzia w kwestii poprawy jakości kształtowanego krajobrazu.

– *Czy uważa Pani/Pan, iż zastosowanie takiej technologii może mieć wpływ na jakość konsultacji społecznych?*

100% badanych wyraziło się pozytywnie o proponowanym sposobie zastosowania technologii rozszerzonej rzeczywistości jako narzędzia wspierającego konsultacje społeczne. Wyrażenie takiej opinii przez wszystkich przebadanych sugeruje z dużym prawdopodobieństwem iż tego typu wdrożenie jest oczekiwane i może mieć pozytywny wpływ na jakość prowadzonych konsultacji społecznych w kwestii planowania, ochrony i zarządzania krajobrazem.

– *Czy uważa Pani/Pan, iż zastosowanie takiej technologii może mieć pozytywny wpływ na społeczeństwo w aspekcie edukacji przestrzennej?*

96% respondentów uznało za celowe wdrożenie technologii AR celem podniesienia świadomości społecznej w kwestii kształtowania i zarządzania przestrzenią.

Na pytanie otwarte: *co sprawia problemy w odbiorze tego typu wizualizacji?*, odpowiedzi w znaczącej większości przypadków dotyczyły wskazań na te same mankamenty zastosowanego rozwiązania.

– W kwestii sprzętowej, zwracano uwagę na aspekt poręczności urządzeń. Zastosowane tablety w rozmiarze 7 i 8 cali uznane zostały za mało poręczne niemniej zwracano uwagę iż do zastosowań profesjonalnych zdecydowanie należy użyć tabletów 8 calowych lub większych. Wielkość wyświetlacza w przypadku analiz w terenie ma kluczowe znaczenie. Proporcjonalnie do wzrostu wielkości ekranu, odwzorowanie detalu oraz rzeczywistego oddziaływania wirtualnego obiektu w kontekście zastanej kompozycji jest łatwiejsze do odczytania. Za problematyczne uznano odbicia światła słonecznego pojawiające się na ekranach urządzeń.

– W kwestii technologii rozszerzonej rzeczywistości za problematyczne uznano wykrywanie sygnału satelitarnego do lokalizacji obiektów wirtualnych. Zwracano uwagę na brak wystarczającej dokładności wynikłej ze specyfiki systemu tegoż systemu.

Nieliczni z respondentów (5%) uznali za uciążliwe pływanie²⁸ wirtualnego obiektu na tle obrazu rejestrowanego przez kamerę urządzenia.

Badacze nie zaobserwowali wśród użytkowników problemów z obsługą urządzeń. Zaproponowane rozwiązania programistyczne i układ graficzny i funkcjonalny aplikacji MLBE V4 nie wymagał dodatkowych wyjaśnień. Korzystanie z zaproponowanego rozwiązania określano jako intuicyjne i spotkało się z dobrym odbiorem użytkowników. Odnotowano wysoki poziom wykorzystania możliwości aplikacji przez uczestników eksperymentu.

PODSUMOWANIE, WNIOSKI KOŃCOWE

Analizowane przypadki wdrożeń technologii rozszerzonej rzeczywistości jako narzędzia wspierającego procesy analityczno-decyzyjne w architekturze, urbanistyce, architekturze krajobrazu i planowaniu przestrzennym dowodzą wysokiego potencjału zastosowanej technologii. Przeprowadzone eksperymenty zgodnie z oczekiwaniami autora, potwierdziły celowość zastosowania proponowanego rozwiązania wskazując na potrzebę wdrażania na szeroką skalę technologii AR w omawianym zakresie. Podczas badań w terenie z zastosowaniem aplikacji MLBE V4 wielokrotnie zaobserwowano, iż respondenci prowadzili między sobą merytoryczną dyskusję nad bryłą obiektu i jej lokalizacją udowadniając tym samym celowość stosowania tego typu narzędzi wspomagających percepcję inwestycji w jej rzeczywistym projektowanym kontekście. Narzędzie zostało wykorzystane w przewidywany sposób. Zaproponowane rozwiązania autorskie umożliwiają skupienie uwagi użytkowników na sposobach efektywnego komponowania krajobrazu w ujęciu zastanego kontekstu przestrzennego. Umożliwia ono równoległe prowadzenie analiz widokowych z dowolnie wybranych dynamicznie zmiennych lokalizacji i może być realizowane przez nieograniczoną liczbę użytkowników. Zastosowanie opisywanej metody wspomagającej podejmowanie decyzji projektowych, odbywające się w rzeczywistej lokalizacji, dla której powstaje obiekt, może mieć znaczący wpływ na wypracowanie doskonałych efektów kompozycyjnych niżeli jest to możliwe przy użyciu tradycyjnych metod pracy w środowisku trójwymiarowym. Równocześnie jest nieocenione w przypadku konsultacji społecznych oferując intuicyjny odbiór inwestycji niezależnie od wieku, wykształcenia oraz poziomu wyobraźni przestrzennej interesariusza. Istotną cechą opisywanej metody przedstawiania skomplikowanych zagadnień przestrzennych jest jej atrakcyjność wynikająca z zastosowania innowacyjnego interaktywnego sposobu przekazu. Sprzyja to włączaniu potencjalnych interesariuszy co zaobserwowano podczas eksperymentów badawczych, w których chętnie uczestniczyli przechodnie.

AUGMENTED REALITY AS A TOOL SUPPORTING ASSESSMENT AND DECISION-MAKING PROCESSES IN ARCHITECTURE AND SPATIAL PLANNING

INTRODUCTION

The hitherto prevailing techniques as well as the approach of professionals towards the issues related to designing the space around us have been changing dynamically in the

²⁸ Przypadłość ta wynika z zastosowania w celu uzyskania dokładnej lokalizacji obiektu w przestrzeni, czujników żyroskopowych oraz kompasu urządzenia mobilnego. Wyeliminowanie pojawiającego się efektu w postaci niewielkich ruchów wirtualnego obiektu jest możliwe przez zastosowanie statywu, lub próbę opanowania drgań urządzenia w dłoniach.

last decade.²⁹ The change has been driven by technological development,³⁰ the legal acts currently in force³¹ as well as the ever more common practices of involving local communities through processes of public participation in the procedures related to assessing projects' impact upon the surrounding landscape. The changes taking place at present, aimed at facilitating the exchange of design views between the architect and the investor, who more and more often is a group of stakeholders, are an exceptionally dynamic and inevitable process.³² Experience shows that the better adjusted the tools, the easier and more effective is the cooperation in complementary teams of professionals. At the same time adequately adjusted tools and techniques can considerably facilitate cooperation with the local community. The awareness of the actual impact of a new investment project upon the existing compositional layout is extremely important for professionals (at the design stage), but also in consultations, including consultations with non-professionals. The methods of static visualisations, applied currently, presenting the form of the new object and depicting its reception and visual impact in the planned location are often imperfect and incorrect from the ethical point of view. The most common defect of such visualisations is the pro-investor execution. It manifests itself in selecting the most favourable view, which emphasises the positive aspect of the investment project, often controversial when seen from other perspectives.³³ The selection of materials, colours, visual effects, intentional distortions of perspective and the like are aimed at selling the design and proving that from the compositional point of view it is correctly placed in the existing spatial context.

In opposition to the above type of visualisations, the technology of augmented reality is developing dynamically at present. Not without faults and limitations in its present shape, it makes it possible to create visualisations of investment projects in a way that makes them considerably closer to the actual perception. Its beginnings could be traced back to the 60s of the 20th century, to instruments that were created for the needs of the army.³⁴ Its dynamic development and applications in diverse fields, which may be observed, are directly related to technological advancement. Miniaturisation and increased efficiency of computational units, popularisation of mobile devices, such as tablets and smartphones, and earlier – portable computers, facilitate professional development through access to technology for an ever growing group of potential users, including architects, urban planners and landscape designers.

²⁹ Spiller N., *Digital Architecture Now: A Global Survey of Emerging Talent*, Thames & Hudson, Limited, 2008.

³⁰ Sakamoto T., Albert Ferré (ed.), *From Control to Design: Parametric/Algorithmic Architecture*, Actar Birkhauser Distribution, 2008.

³¹ The European Landscape Convention was opened for signature in Florence on the 20th October 2000 and ratified by Poland on the 27th September 2004, so it came into force on the 1st January 2005. The Convention is a part of work done by the Council of Europe on protection of the natural and cultural heritage, spatial planning and environment. The aim of the ELC is to promote protection, management and planning of landscapes and to organise European cooperation in this respect, based on exchange of experiences and specialists, and on creation of good landscaping practice. The Convention views landscape as an important element of people living everywhere: in cities and in villages, in degraded or plain areas but also in areas of outstanding beauty – so it encompasses the whole territory of Poland.

Source: <http://www.gdos.gov.pl/Articles/view/2337/>, Access as of: 2013.

³² Carl Steinitz of Harvard University, considered the father of digital computer technology created for designers dealing with landscaping, is of the opinion that there is no doubt that future generations will be participating, to a considerably greater degree, in many aspects related to their surrounding space, including direct shaping and management thereof. A statement during a panel summarizing a conference of the Digital Landscape Architecture series, Anhalt University of Applied Sciences, 2012.

³³ An individual interview with W. Oleński – a designer in the Municipal Office of Urban Planning and Development Strategy in Warsaw. Done within the framework of the research into application of digital spatial models in shaping and protection of landscape. 2012.

³⁴ The main co-creator of the first AR system based on a head-mounted display device was in 1966 Ivan Sutherland of Harvard University.

The technology of augmented reality (AR),³⁵ in a schematic formulation, consists in overlaying an animated visualisation of virtual objects on a moving picture coming from the camera of the used device. The virtual object is visualised against the background of the actual spatial context, and the perspective from which it is presented depends solely on the position of the user towards the actual planned location of the investment project.

The movements and position of the observer are registered by sensors of the device, such as a smartphone/tablet and calculated on the basis of a satellite signal, which makes it possible for the virtual object displayed on the screen to be adjusted in perspective to the current observation point of the user. The method enables observers to perceive the investment project intuitively³⁶ both in the static and dynamic display while they are moving around or even inside the virtual object. It offers a possibility of swift and effective identification of compositional imperfections and errors, which makes it a tool feared by many investors and designers aware of the controversial character of their planned investment projects.³⁷

SELECTED EXAMPLES OF IMPLEMENTATION AND RESEARCH INTO THE APPLICATION OF THE AR TECHNOLOGY AS A TOOL SUPPORTING ASSESSMENT AND DECISION-MAKING PROCESSES IN ARCHITECTURE AND SPATIAL PLANNING

Raseborg, Finland. Support of the planning processes, assessment of the impact of the suggested investment projects upon the existing spatial context

The example presented below was the first practical implementation³⁸ of the AR technology in the world for the needs of consultations with the public and taking binding decisions concerning locations of objects. The applied method has been developed from the Gåtur procedure, popular in Finland.³⁹ The examined implementation treated the augmented reality tools as the basic technology supporting the perception of the design assumptions. In a standard Gåtur procedure, stakeholders are presented with planes and, potentially, visualisations of the planned investment projects in the paper form. In the analysed example these were replaced with Nokia n900 phones⁴⁰ and a laptop.⁴¹ The area which was included in the consultations comprised 4.5 ha, 3 ha of which had been

³⁵ Azuma T.: A Survey of Augmented Reality, Ronald, Teleoperators and Virtual Environments 6, 4 (August 1997), 355-385 (<http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>)

³⁶ Wang X., Gu N., Marchant D., Gong Y., Jeong Kim M., Perceptions Of Augmented Reality In The Design Sector, Proceedings of 7th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality: October 22-23, 2007

³⁷ Such opinions regarding the popularity of the AR and 3D pdf technologies were expressed in individual interviews done within the framework of the research work of J. Konopacki's project Application of digital spatial models in landscape protection and shaping. Zane Egginton (Unitec Institute of Technology, Auckland), Didier Madoc-Jones (GMJ London), Adam Towle (Design for London, Greater London Authority).

³⁸ Made possible thanks to the unique VTT Finland tools, cooperation with Arkval Arkkitehdit OY responsible for the design of the Finnish equivalent of the local land use plan and with the authorities of Raseborg.

³⁹ The Gåtur method has been implemented in Finland since 1999 in order to make planning procedures more efficient. It lays down the rules of a procedure for carrying out consultations with the public concerning undertakings affecting the surrounding space. The film presenting the Gåtur procedure may be viewed here: http://youtu.be/4F51_6Qk6h4, Access as of: 21.04.2013.

⁴⁰ One of the main institutions financially supporting the VTT projects connected with the AR technology is Nokia. Hence the choice of devices and creation of the AR software supporting Nokia native operational system – Symbian. It constitutes a considerable obstacle in popularisation of the unique AR VTT system, since the development of the Symbian system was aborted in January 2013. Mobile devices using this system make up only 3.3% of the market (2012). <http://mobithinking.com/mobile-marketing-tools/latest-mobile-stats/a>. Access as of: 21.04.2013.

⁴¹ One of the main institutions financially supporting the VTT projects connected with the AR technology is Nokia. The AR software uses Nokia native operational system – Symbian. It constitutes a considerable obstacle in popularisation of the unique AR VTT system, since the development of the Symbian system was aborted in January 2013. Mobile devices using this system make up only 3.3% of the market (2012). <http://mobithinking.com/mobile-marketing-tools/latest-mobile-stats/a>. Access as of: 21.04.2013

subject of transformation. The buildings situated within the area of the investment project were part of the cultural heritage of high value. Since the compositional layout of the area was included in the list of National Historic Monuments, the project consisting in adding 50 new objects to the existing arrangement required multi-aspect assessments of the impact exerted by the new development on the shape and clarity of the existing historic character of Raseborg. Valuable compositional characteristics of the 17th-century buildings of steelworks, furniture manufacture and accompanying traditional wooden housing development required that an optimum form and arrangement of the newly designed objects should be selected. Owing to the application of the unique AR VTT instruments,⁴² it was possible to subject the suggested project to an impact assessment *in situ*. In order to do it, nearly 50 virtual 3D objects were presented at the location at issue, which were simplified forms illustrating the maximum bulk of the suggested project. Their presentation as half-transparent shapes was to direct the decision-makers' attention towards the general size of the objects rather than to their details, so that decisions based on irrelevant grounds⁴³ could be avoided at this stage of the design consultations.

In order to verify the suggested design solutions, seven vantage points were selected from which the design concept was inspected on the site. Four of the points presented distant views encompassing the whole complex in the context of the surrounding panorama or a broader landscape frame (approx. 500 m away from the main site). The remaining three were close-ups (approx. 50 m). As there was an obligation to use certain specified visualising devices, prof. Woodward's team was in a way forced to create software solutions allowing them to circumvent the limitations of the equipment they had to use. A method of manual picture calibration was developed so that the virtual objects could be correctly located in the real context, and the positioning on the basis of spatial coordinates calculated from a satellite signal was relinquished.⁴⁴ The position of the device operator was established manually, and an analogue method of picture recognition was used for the precise calibration of the virtual objects in the landscape. The calibration was done in the system by navigating the camera of the device and indicating specific check points. As claimed by the creators of the system and confirmed by experiments, the above alterations contributed to a significant improvement of the quality of the virtual objects location.

The research was done on a group of 20 officials responsible for shaping and protection of landscape values in the municipality of Raseborg. The tool was considered by the research participants as exceptionally useful for supporting planning processes.⁴⁵ Especially appreciated was the opportunity – given by the technology – of fuller understanding the spatial issues in question due to the ability of intuitive perception of the role of new objects in the spatial context. The method of presentation of the models, displayed from many vantage points in natural perspective, which promotes correct perception of the designs, also received positive evaluation. It was agreed that visualising objects in the

⁴² The used software was: MapStudio and the AROnsite VTT package.

⁴³ Barabash D., The Communication Value of Graphic Visualizations Prepared with Differing Level of Details. Buhmann/Ervin/Pietsch (Eds.) Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2012, pp.499-508, Herbert Wichmann Verlag Berlin 2012.; Hehl-Inage S., GilL. I., Henneberry J., Keskin B., Lange E., Mell I., Morgan E., Using 3D Virtual GeoDesigns for Exploring Economic Value of Alternative Green Infrastructure Options. Buhmann/Ervin/Pietsch (Eds.) Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2012, pp. 273-281, Herbert Wichmann Verlag Berlin 2012.

⁴⁴ The precision of satellite signal based positioning, due to its specific character, leads to large deviations in object location. The phenomenon adversely affects the inspection as it distorts the actual image of the composition as planned by the designer. The research done by the author of this article demonstrated that the deviation of the location in the case of a 4-storey urban frontage development may be as high as 15 m. The precision improves proportionally to the level of horizon exposure, but still in the best conditions oscillates within the range of 3 – 4 m.

⁴⁵ Olson T.D., Savisalo A.T., Hakkarainen M. & Woodward C., User evaluation of mobile augmented reality in architectural planning, eWork and eBusiness in Architecture and Construction - Gudnason & Scherer (eds.) Taylor & Francis Group, London 2012

form of simplified spatial forms was at this stage of the project absolutely satisfactory and desirable.

The reservations that were expressed in relation to the system focused around the problems of virtual objects calibration in the area and the fact that the system did not provide any means for screening of the virtual objects by real development objects or greenery situated in the closer plane. The selection of the colour for the visualised objects was also criticised. The light blue colour used by the system creators looked to a certain degree unnatural against the background of the surroundings, which adversely affected the perception of the cubic volume of the inspected objects. It was also pointed out that distant perspective views were unclear due to the too small sizes of telephone screens, which is identical with the author's conclusions resulting from the research into the UAR⁴⁶ and MLBE V4 systems.⁴⁷

Evaluation of the proposed location and of the form of the highest high-rise object in Helsinki

Upon the motion of the Helsinki municipal authorities, a visual assessment was carried out in 2012 of the design concept of a 33-storey high hotel. The object was designed in compliance with the provisions of the land use plan, and it was intended as an element visually closing one of the main axes of the newly developed port district of the city. The applied AROnSite VTT Finland method and the used equipment were the same as in the Raseborg assessment. Similarly as in the previously analysed example, vantage points were established, for which appropriate calibrating objects were prepared.

As a result of the assessment carried out on the site by the Helsinki City Planning Department officials, the fate of the investment project was decided. The AR instruments were used to verify the previously established height limits⁴⁸ and to assess the impact of the new development upon the existing landscape context.⁴⁹ The outcome of the assessment was the decision to refuse permission as regards location of the building in the form proposed by the investor. At the same time a permission was granted for building a much lower object on the plot which was subject of the assessment. However, due to economic considerations, the investor aborted the construction project in this location.⁵⁰ The assessment tool was evaluated positively in the opinion of the group of officials responsible for shaping the cityscape of Helsinki, and there are plans for its further use.⁵¹

⁴⁶ UAR – Urban Augmented Reality, an implementation project of the AR technology commenced in 2011 and carried out by the Nederlands Architectuur Instituut. The information and conclusions on the functioning of the UAR architectural information system, its merits and limitations, planned development paths, reception by communities of Dutch cities and professionals are based on an individual interview done by the author of this paper with the UAR project leader Marlies den Hartogh. To supplement the above, a number of experiments were carried out with the use of the UAR during a stay in Holand (01/2013) and employees of the promotion department of the Urban Development Office for the City of Rotterdam were interviewed on its application.

⁴⁷ The AR MLBE V4 systemic solution, developed by the author, presented in greater detail further on in the article.

⁴⁸ The report on location and admissible parameters of high-rise objects in the area of the municipality of Helsinki. Korkea rakentaminen Helsingissä, Kapunkisuunnitteluvirasto, Helsinki 012/2011 ISSN 1235-4104, Access as of: 23-03-2012 http://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/aos_2011-4.pdf

⁴⁹ In order to carry out properly a visual assessment of an investment project in its real spatial context, it is necessary to model the objects constituting its real surroundings. The virtual spatial forms created for this purpose are representations of real objects creating the depth of planes. Their task is to screen the designed object in the same way as it would have been screened by real accompanying objects. Virtual representation of greenery is problematic in this approach as the models of vegetation must be adequately simplified for the needs of the depth simulation. The situation is similar in the case of other objects of highly complex form.

⁵⁰ Information obtained in an individual interview with C. Woodward and Iiris Tukiainen (Helsinki City Planning Department), January 2013.

⁵¹ Information obtained in an individual interview with Iiris Tukiainen (Helsinki City Planning Department), January 2013.

THE AUTHOR'S RESEARCH INTO APPLICATION OF THE AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY AS A TOOL SUPPORTING DESIGN AND DECISION-MAKING PROCESSES IN LANDSCAPE

Within the framework of the project Application of digital spatial models in landscape protection and shaping some experiments were carried out to examine the potential of the AR technology use for the needs of architecture. The research experiment was done in two variants corresponding to two different systems. The first one was based on the generally accessible Layar system, and the description as well as results of this experiment have been disregarded in this article. The other experiment, which is described below, examined the author's pioneer solutions.

The MLBE V4 experiment – the aim of the research

The objectives of the task were as follows:

- to create an AR tool free from the inconveniences of the already existing and examined solutions, which significantly affect the effectiveness of their application;
- to examine the limitations and difficulties that are entailed by implementation of an undertaking consisting in placing a virtual model of the designed object in its proposed location with the use of the AR technology;
- to interview a group of professionals from the field of architecture as well as non-professionals – in the form of public consultations on the potential investment project – on the question of reception and usefulness of such technological devices supporting the design and decision-making processes;
- a side objective would also be to popularise the technology among designers by offering them the opportunity to learn about the tool's potential during the experiments and workshops.⁵²

Description of the research

The object used in the experiment was the virtual model of the building of Małopolskie Sustainable Construction Living Laboratory *Małopolskie Laboratorium Budownictwa Energooszczędnego - MLBE*.⁵³ The experiment was carried out in two rounds: in May and June 2013 at the actual planned location of the MLBE in Szlak street at the Cracow University of Technology campus. 80 people participated in the event, and they were representatives of the academic circles (CUT Faculty of Architecture, Faculty of Civil Engineering and Faculty of Physics), students doing courses of architecture or architecture-related, representatives of architectural studios and potential stakeholders, i.e. passers-by. The examined stakeholders were using mobile devices that were lent to them, such as tablets and smartphones with the installed mobile application MLBE V4 created for the needs of the experiment. It had been developed in international cooperation of the author and HitLab NZ University of Canterbury to meet the expectations of professionals in landscape planning and management. The assumption from the outset was to eliminate the deficiencies of the currently existing AR systems destined for visualisation of virtual objects in their planned location, and the resulting system is a pioneer solution of this type in the world scale. The co-creator of the application operating in the Android system and at the same time the person responsible for the software part of the project is prof. Gun Lee.

⁵² Two workshop sessions were organised within the framework of the research project, in which participants could learn how to locate independently and provide access to virtual objects in augmented reality with the use of the Layar system (more on Layar: www.layar.com, Madden L. : Professional Augmented Reality Browsers for Smartphones: Programming for junaio, Layar and Wikitude, John Wiley & Sons, 2011)

⁵³ The description of the investment project and a note on the author's experiments on the AR technology carried out with the use of the object may be found here: <http://goo.gl/xJDuwJ> , Access as of: 18.12.2013.

The characteristic features of the MLBE V4 application which are of key importance for the usefulness of the AR technology in supporting design and decision-making processes in landscape architecture and urban design:

1. Four available ways of visualising the virtual object in its proposed real context.
 - A) The traditional method, the object is visualised as an overlay in the foreground.
 - B) Visualisation of the object together with virtual equivalents of real objects. This type of visualisation allows simulations of the designed object screened by real accompanying objects. Virtualised accompanying objects are represented in the form of opaque simplified spatial forms.
 - C) Visualisation of the object with virtual semi-transparent equivalents of real objects. This method is a modification of the one described above in the aspect of the accompanying objects display. Such semi-transparent spatial forms facilitate precise calibration of the model for persons with poorer spatial imagination.
 - D) Visualisation of the object in the form that represents its true impact, if in fact constructed at the site. Methods B and C – described above – allowed screening of the designed object by virtual equivalents of the objects actually existing in the real surroundings. In the case of the fourth method, these objects are not visible on the screen of the mobile device. They act like a mask and thus allow viewing the designed form screened by the simulated actual accompanying objects. This innovative method allows an exceptionally intuitive perception of the designed object by simulating precisely the real impact of the object in the existing spatial context.

2. Two methods of the user location with key importance for the precision of nesting the virtual object in its real context.
 - The classic method using the satellite signal, offering satisfactory results as regards the precision of object location.
 - Apparent (simulated) location. The author's method of apparent location offering the possibility of very precise setting of virtual objects in their real surroundings. The application simulates the precise geographic coordinates of the pre-set location. When placed in the pre-programmed point, its real coordinates are taken from the previously inserted data disregarding the satellite signal. The accuracy of this method oscillates within the range of a dozen or so centimetres, which is absolutely sufficient for objects of urban development scale.

SURVEY EVALUATING THE USEFULNESS OF THE PROPOSED MLBE V4 SYSTEM AS A TOOL SUPPORTING DECISION-MAKING AND ASSESSMENT PROCESSES IN ARCHITECTURE AND SPATIAL PLANNING

The experimental *in situ* use of the application was combined with a survey and observation of the users. The experiment participants were asked 12 questions, including 11 questions of the closed type, which were related to the evaluation of the AR technology usefulness for certain specified tasks connected with landscape shaping and protection. Answering the first eight closed questions, the respondents evaluated the AR technology usefulness in the scale from 1 to 5, where 1 was a negative evaluation, 3 – neutral, and 5 – the most positive. The questions 9 – 11 had to be answered with YES or NO. The last question, which was open, asked about the users' observations regarding the deficiencies of the present augmented reality technology and the applied equipment solutions in the aspect of their professional applications, and in particular within their professional competences. Additionally, during the experiment surveyors were watching the users, recording their interaction modes, involvement and potential problems while using the system.

The answers to some of the questions analysed for the needs of this article do not include the information on the sex, age and education of the respondents. Questions and answers which were not directly related to the discussed issues were not included, either.

- *Is the fact that the new virtual object is screened by the existing buildings helpful in perceiving the real context of the proposed structure?*

The users of the application evaluated this function as highly useful. The average evaluation was 4.52, where 60% was grade 4, and the remaining 40% grade 5.

- *Are the predefined locations from which the object may be viewed useful?*

The experiment participants evaluated the opportunity of viewing the object from a predefined location for obtaining precise setting of the virtual object in the real context as useful. The average grade was 4.24, where 20% was the neutral grade 3, 45% - grade 4, and 35% of the respondents evaluated this function as very useful and gave it 5.

- *How do you evaluate the usefulness of this technology as a tool supporting the procedures of public consultations in spatial issues?*

The respondents evaluated the tool as highly useful for application in the procedures of public consultations. The average grade was 4.76, where 10% evaluated it as neutral (3), 5% as positive (4) and the remaining 85% as highly useful (5).

- *How do you evaluate the usefulness of this technology as a tool supporting design – selection of form or scale?*

The respondents evaluated the tool as fairly useful as a tool supporting the design process. The average grade was 3.45, where 5% evaluated it as having little usefulness (2), 5% as neutral (3), 25% as positive (4) and the remaining 45% as highly useful (5).

- *How do you evaluate the usefulness of this technology as a tool supporting the process of deciding upon location of an investment project?*

The surveyed participants evaluated the solution as useful if applied to support the decision-making process on the location of the investment project. The average grade was 4.52, where 60% of the respondents described it as useful (4), and the remaining 40% as highly useful (5).

- *How do you evaluate the usefulness of this technology as a tool supporting the visual assessment – the height of the development?*

This aspect of the tool usefulness was highly appreciated. The average grade was 4.76, which is the same result as in the case of the question on using it as a tool supporting the procedures of public consultations. The distribution of the answers was as follows: 30% of the respondents evaluated it as useful (4), and the remaining 70% as highly useful (5).

- *Do you think that using such technology in the design and decision-making processes may influence positively the landscape quality?*

96% of the respondents answered in the affirmative about the proposed application, which demonstrates a high potential of the tool as regards the question of improving the quality of the shaped landscape.

- *Do you think that using such technology may influence positively the quality of public consultations?*

100% of the surveyed persons expressed a positive opinion on the proposed application of the augmented reality technology as a tool supporting public consultations. Expressing such opinion by all the respondents suggests with a high degree of probability that such implementation is expected and may positively affect the quality of the public consultations on the question of landscape planning, protection and management.

- *Do you think that application of such technology may have positive influence on the general public as regards spatial education?*

96% of the respondents considered implementation of the AR technology useful for the purpose of raising public awareness as regards shaping and management of space.

- The open question: *what are the problems in the reception of this kind of visualisation?* was answered in the same way by the majority of respondents. Most of them pointed out to the same deficiencies of the system.

As far as the equipment was concerned, the respondents pointed out to the aspect of convenience of the used devices. The 7- and 8-inch tablets, which were used in the experiment, were considered rather inconvenient, and it was emphasised that for professional use definitely 8-inch tablets or bigger should be used. The size of the display unit is of key importance for *in situ* assessment. The presentation of detail and of the actual impact of the virtual object in the context of the existing composition gets easier to perceive proportionally to the size of the screen. The reflections of the sunlight appearing on the screens of the devices were also considered a bit of a problem.

As far as the augmented technology was concerned, the use of satellite signal for location of the virtual objects was considered a problem. It was pointed out that the accuracy resulting from the specific character of the system was not adequate. Some of the respondents (5%) thought it was a nuisance that the virtual object was floating⁵⁴ against the background of the picture recorded by the camera of the device.

According to the researchers' observations, the users did not have any difficulties using the devices. The proposed software solutions and graphic as well as functional layout of the MLBE V4 application did not require any additional explanations. Using the proposed system was described as intuitive and it was well received by the users. It was noticed that the options offered by the application were used to a high degree by the experiment participants.

SUMMARY, FINAL CONCLUSIONS

The analysed examples of implementations of the augmented reality technology as a tool supporting assessment and decision-making processes in architecture, urban design, landscape architecture and spatial planning prove that the applied technology has a high potential. In compliance with the author's expectations, the experiments carried out confirmed that the proposed solution is useful and the AR technology should be implemented in a larger scale in the aforementioned fields. During the *in situ* research with the use of the MLBE V4 application it was observed on numerous occasions that the participants were discussing the matters of the object spatial form and its location proving in this way that using such type of tools supporting perception of the investment project in its real planned context is highly desirable. The tool was used in the way it was expected to be. The author's proposed solutions allow focusing the users' attention on the methods of effective landscape composition taking into account the existing spatial context. It allows visual assessment from freely selected and dynamically changing locations, which may be done by an unlimited number of users. Application of the described method supporting the design decision-making process taking place at the real location for which the object is being created may have a significant influence on developing better compositional results than it is possible with the use of traditional work methods in the 3D environment. Simultaneously, it is an invaluable tool for public consultations as it offers intuitive reception of the investment project regardless of the stakeholder's age, education or the level

⁵⁴ The deficiency results from the use of gyroscope sensors and a mobile device compass for obtaining a precise location of the object in space. Elimination of the effect of small movements of the virtual object is possible by using a support stand or by trying to control the movements of the device in the user's hands.

of spatial imagination. An important feature of the described method of presenting complex spatial issues is its attractiveness resulting from the application of an innovative and interactive manner of display. It promotes involvement of a greater number of potential stakeholders, which was observed during the research experiments, as passers-by were quite willing to participate in them.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Azuma T. : A Survey of Augmented Reality, Ronald, Teleoperators and Virtual Environments 6, 4 (August 1997), 355-385 (<http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>)
- [2] Barabash D., The communication Value of Graphic Visualizations Prepared with Differing Level of Details. Buhmann/Ervin/Pietsch(Eds.) Per Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2012, s.499-508, Herbert Wichmann Verlag Berlin 2012.
- [3] Hehl-Inage S., Gill L., Henneberry J., Keskin B., Lange E., Mel I. Morgan I. E., Using 3D Virtual GeoDesigns for Exploring Economic Value of Alternative Green Infrastructure Options. Buhmann/Ervin/Pietsch(Eds.) Per Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2012,s. 273-281 , Herbert Wichmann Verlag Berlin 2012.
- [4] Konopacki J. Zastosowanie Cyfrowych Modeli Przestrzennych W Kształtowaniu I Ochronie Krajobrazu, projekt NCN 2011/01/N/HS2/02295, praca doktorska o tym samym tytule w przygotowaniu.
- [5] Konopacki J. Wirtualne Rekonstrukcje Założeń Architektoniczno - Krajobrazowych, Technologia Rozszerzonej Rzeczywistości, Czasopismo Techniczne Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej w druku.
- [6] Madden L. : Professional Augmented Reality Browsers for Smartphones: Programming for junaio, Layar and Wikitude, John Wiley & Sons, 2011)
- [7] Olson T.D., Savisalo A.T., Hakkarainen M. & Woodward C., User eavluation of mobile augmented reality in architectural planning, eWork and eBusinnes in Architecture and Construction - Gudnason & Scherer (eds.) Taylor & Francis Group, London 2012
- [8] Sakamoto T., Albert (ed.). Ferré : From Control to Design: Parametric/Algorithmic Architecture, Actar Birkhauser Distribution, 2008
- [9] Spiller N., Digital Architecture Now: A Global Survey of Emerging Talent, Thames & Hudson, Limited, 2008
- [10] Wang X., Gu N., Marchant D., Gong Y., Jeong Kim M., Perceptions Of Augmented Reality In The Design Sector, Proceedings of 7th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality: October 22-23, 2007

O AUTORZE

Mgr inż. Jacek Konopacki jest pracownikiem naukowo dydaktycznym Instytutu Architektury Krajobrazu Wydziału Architektury Politechniki Krakowskiej. Przedmiotem jego zainteresowań są zagadnienia dotyczące kompozycji w krajobrazie, oraz partycypacji społecznej w przedsięwzięciach przestrzennych. Zajmuje się również badaniami nad zastosowaniem nowoczesnych technologii informatycznych na potrzeby architektów oraz wpływu ich zastosowania na jakość krajobrazu. Kontakt: jkonopacki@pk.edu.pl

AUTHOR'S NOTE

MSc. Jacek Konopacki, researcher and lecturer at the Institute of Landscape Architecture, Faculty of Architecture, Cracow University of Technology. His main research fields are focused on composition in the landscape, as well social participation in design processes. Currently conducted research project which focuses on application of last IT technologies for the architects and the effect of their use on the quality of the landscape. Contact: jkonopacki@pk.edu.pl