

# SYSTEMY RZECZYWISTOŚCI WIRTUALNEJ W ARCHITEKTURZE

Aleksander Asanowicz

Wydział Architektury, Politechnika Białostocka, ul. O. Sosnowskiego 11, 15-893 Białystok  
E-mail: asan@pb.edu.pl

## VIRTUAL REALITY IN ARCHITECTURE

### Abstract

In this paper organisation and implementation of the Virtual Reality systems will be discussed. The main aspects of these systems are the interface and interactions. These elements allow full immersion in a virtual world. Virtual reality may be used as an environment for presentation or, in more advanced way, as an environment for creative actions. In both cases, the presence in VR carries a problem that VR is not the same as the Real Reality. This problem may be solved by using the Augmented Reality technology in which digital images are combined with real world. In conclusion, author formulates the thesis that nowadays we observe the revolution in man-computer interface that allows to enter the computer world where are nothing but virtual forms.

### Streszczenie

W artykule są prezentowane problemy organizacji i implementacji systemów Wirtualnej Rzeczywistości. Głównymi aspektami tych systemów są interfejs i interakcja. Elementy te umożliwiają pełne zanurzenie w świat wirtualny. Rzeczywistość Wirtualna może być używana jako środowisko prezentacji lub w sposób bardziej zaawansowany - jako środowisko dla twórczych działań. W obu przypadkach obecność w VR niesie szereg problemów, jako że środowiska te nie są tożsame. Problem ten może zostać rozwiązany poprzez zastosowanie technologii Rzeczywistości Rozszerzonej, w której cyfrowe obrazy są łączone z obrazami realnymi. Konkludując, autor formułuje tezę o rewolucji w komunikacji człowiek-komputer, która pozwala wejść do komputerowego świata, gdzie nie ma niczego poza wirtualnymi formami.

Keywords: Virtual Reality; immersion; direct design; architectural design

Słowa kluczowe: rzeczywistość wirtualna; imersja; projektowanie bezpośrednie; projektowanie architektoniczne

*The ultimate display would, of course, be a room within which the computer can control the existence of matter.(...) With appropriate programming such a display could literally be the Wonderland into which Alice walked.*

E. Sutherland<sup>1</sup>

## WPROWADZENIE

Świat wirtualny można określić jako komputerowo generowane środowisko multisensorowe, które jest odbierane przez użytkownika w realnym czasie.

Systemy rzeczywistości wirtualnej coraz częściej wykorzystywane są do modelowania, prezentacji i oceny obrazów przestrzennych. Korzystając ze specjalnych

<sup>1</sup> E. Sutherland, *The Ultimate Display*, w: *Proc. of the IFIP Congress*, New York 1965, s. 506-508.

okularów, widz może zobaczyć nieistniejący obiekt w trójwymiarowej przestrzeni, a poruszając głową, uzyskuje pełną informację o otaczającej go przestrzeni.

Dzięki rzeczywistości wirtualnej świat komputerowy to nie tylko dwuwymiarowy ekran monitora, lecz również pełnoprzestrzenne środowisko sterowane przez człowieka. Rzeczywistość wirtualna charakteryzuje się sześcioma stopniami swobody, co oznacza, że programy wirtualnej rzeczywistości umożliwiają ruch do przodu - do tyłu, w górę - w dół, w lewo - w prawo oraz obroty względem trzech osi układu współrzędnych. W związku z tym może być ona traktowana jako symulacja „rzeczywistości realnej”. Człowiek istnieje w czterowymiarowej czasoprzestrzeni i znajduje się w stanie permanentnej interakcji z otaczającym go światem. Rzeczywistość wirtualna jest w stanie tak symulować realność, że świadomość przebywającego w niej człowieka sugeruje możliwość sterowania znajdującymi się w niej obiektami trójwymiarowymi. Odpowiednio do naszego zachowania obiekty te przekształcają się, zmienia się ich forma i określające ją parametry.

## 1. ZASADA BUDOWY SYSTEMU RZECZYWISTOŚCI WIRTUALNEJ

Efektywność działania programów umożliwiających tworzenie wirtualnych światów zależy od dwóch podstawowych elementów: interfejsu, czyli sposobu komunikacji człowieka z komputerem oraz interaktywności, czyli współdziałania człowieka z komputerem. Elementy te są ze sobą nierozzerwalnie związane, można nawet powiedzieć, że stanowią one jedną całość i mają zasadnicze znaczenie dla określenia stopnia obecności człowieka w wirtualnym świecie. Obecność ta realizuje się poprzez „pełne zanurzenie” (*full immersion*) w przestrzeni.

Integralnym elementem systemu rzeczywistości wirtualnej jest urządzenie śledzące ruchy głowy znajdującego się w niej człowieka. Na podstawie tej informacji komputer rozpoznaje, w którą stronę patrzy człowiek i generuje odpowiedni obraz. Patrząc w górę, widz zobaczy niebo, a patrząc w dół - wirtualną ziemię. *„Jeśli ruszasz głową, to możesz obejrzeć całe pomieszczenie. (...) Możesz zobaczyć, jak twoja ręka wyciąga się w kierunku stojącej na półce książki. Twoja wirtualna ręka może nawet pochwycić tę książkę albo przejść przez nią jak ręka ducha. Możesz potknąć się*

*przypadkowo (albo ktoś może ci to zasugerować) i zobacz – lecisz ponad pokojem, coraz wyżej i wyżej, dopóki nie stanie się ona małą kropką gdzieś w dole, a ty patrzysz na nią, otoczony ciemnością cybernetycznej przestrzeni.”*<sup>2</sup>

Główna zasada pracy w przestrzeni wirtualnej polega na interaktywnym współdziałaniu człowieka z wirtualnymi formami. **Interaktywność** - pojęcie relatywnie nowe, powstałe w wyniku rozwoju nowych technologii, polega na współdziałaniu człowieka i komputera w czasie rzeczywistym. Jest ona niezbędnym elementem symbiozy człowieka i komputera, gdyż określa możliwości jego twórczego wykorzystania. Jak pisze Pierre Moeglin, *„Jestem interaktywny, więc jestem”*.<sup>3</sup> Człowiek staje się częścią struktury/procesu, którą/który mógł dotychczas tylko oglądać z zewnątrz. Zjawisko interaktywności ma decydujące znaczenie, zarówno dla formy struktury/procesu, jak i dla aktualizowanych poprzez proces znaczeń. Mimo iż interaktywność nie jest kategorią estetyczną, przekracza granice procesu komunikacji (procesu percepcji sztuki). Interaktywność staje się nową jakością kultury.<sup>4</sup>

Tak rozumiana interaktywność odgrywa ważną rolę we właściwym odbiorze rzeczywistości wirtualnej. Możemy zdefiniować dwa rodzaje interaktywności:

- pasywną – zapewnia możliwość przemieszczania się człowieka przez wirtualną przestrzeń i jej percepcję; przykładem może być przejście przez komputerowo stworzony model przestrzeni urbanistycznych;
- aktywną – widz może przemieszczać obiekty znajdujące się w wirtualnej przestrzeni i modyfikować je (zmieniać formę obiektów, ich kolor i teksturę).

## 2. CAVE – WIRTUALNA JASKINIA

Najbardziej zaawansowanym technologicznie systemem umożliwiającym zanurzenie się w wirtualnej przestrzeni jest wirtualna jaskinia – CAVE (*Cave Automatic Virtual Environment*). Inspiracją dla budowy „Jaskini” była „Republika” Platona, w której wprowadził on alegorię jaskini – przestrzeni, w której filozof bada idee percepcji, realności i iluzji. W swych rozważaniach Platon wykorzystał analogię do człowieka, który określa realność na podstawie cieni rzucanych na ściany jaskini przez formy oświetlone ogniem z paleniska. Na

<sup>2</sup> B. Laurel, *Computer as Theatre*, Addison-Wesely Publishing Co., 1993, s. 184.

<sup>3</sup> P. Moeglin, *Les transes de l'interactive*, w: D. de Kerckhove, (ed.) *Les Transinteractifs*, Ch. Sevette, Paris, 1990, s. 106.

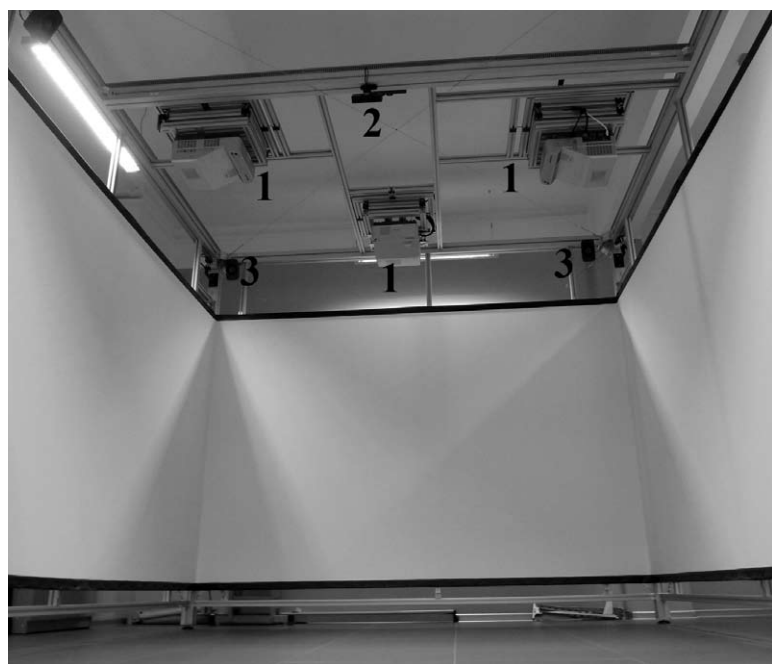
<sup>4</sup> Por. R.W. Kluszczyński, *Interaktywność - właściwość odbioru czy nowa jakość sztuki/kultury?*, w: A. Zeidler-Janiszewska (red.), *Estetyczne przestrzenie współczesności*, IK, Warszawa 1996, s. 143-153.

podstawie tej informacji człowiek wnioskuje jak wyglądają realne obiekty.

Opierając się na tej analogii, T. DeFanti i D. Sandin z EVL (*Electronic Visualization Laboratory*) na Uniwersytecie Illinois w Chicago, wiosną 1991 roku stworzyli ideę CAVE – trójwymiarowej video-audio przestrzeni, w której równocześnie mogło przebywać kilka osób. Prototyp CAVE został zaprezentowany w 1992 roku na konferencji SIGGRAPH.

Pierwsza jaskinia miała formę zbliżoną do sześciangu i wielkość 10 x 10 x 9 stóp. Trzy ściany i podłoga były ekranami, na które rzutowano stereoskopowe obrazy. Widzowie oglądali je, korzystając ze specjalnych okularów, które dzieliły obraz na dwa obrazy, oddzielnie dla każdego oka. W rezultacie u widza powstawało wrażenie trójwymiarowości wirtualnej sceny. Ruchy głowy i rąk były śledzone przez czujniki elektromagnetyczne. Na podstawie tych danych system określał położenie widza i tworzył właściwe stereoskopowe obrazy, które przemieszczały się razem z widzem i otaczały go.

W CAVE widz może manipulować czasoprzestrzennymi parametrami i dynamicznie zmieniać punkty percepcji. Widzowie ocenili, że „*iluzja fizycznej*



**Ryc. 1.** CAVE na Wydziale Architektury Politechniki Białostockiej. 1 – rzutniki, 2 – czujnik ruchu, 3 – system audio. Fot. autor



**Ryc. 2.** Model w przestrzeni CAVE (za zgodą firmy i3D)

obecności w wirtualnej przestrzeni była cudownie dezorientująca”. Jak pisze K. Larson – „VROOM (wirtualny pokój), w którym w realnej trójwymiarowej przestrzeni wizualizuje się trójwymiarowa wirtualna przestrzeń, która jest doskonałym środkiem architektonicznych poszukiwań”.<sup>5</sup>

Technologie wirtualnej rzeczywistości umożliwiają z jednej strony modelowanie realnych sytuacji, z drugiej zaś tworzenie cyfrowego świata, nie mającego swego odbicia w świecie realnym i przeznaczanego do „cyfrowej aktywności”.

H. Regenbrecht i D. Donath definiują świat wirtualny „jako element komunikacji, która odbywa się w generowanej przez komputer syntetycznej przestrzeni i w której człowiek staje się nieodłącznym elementem systemu. Materialne komponenty systemu (sprzęt i oprogramowanie) tworzą trójwymiarową, a nawet czterowymiarową przestrzeń wejścia/wyjścia informacji, w której w każdym momencie użytkownicy mogą wchodzić w realnym czasie w interakcje ze sobą i innymi autonomicznymi obiektami. (...) Komunikacja w wirtualnym świecie determinowana jest przez indywidualne cechy każdego z użytkowników i ich doświadczenie sensoryczno-motoryczne, a także związkiem między informacją, nawigacją, orientacją i różnorodnymi formami ekspresji człowieka.”<sup>6</sup>

Głównym celem VR jest zapewnienie człowiekowi możliwości doświadczenia przestrzeni, co nie jest możliwe bez aktywności człowieka. W związku z tym, przestrzeń wirtualna powinna odpowiadać przestrzeni realnej i być na tyle duża, aby umożliwić przemieszczanie się w niej. Inaczej mówiąc, przestrzeń wirtualna powinna stać się przestrzenią architektoniczną.

Rozpatrzone powyżej techniczne charakterystyki przestrzeni wirtualnych uprawomocniają tezę o **rewolucji w zakresie komunikacji człowieka z komputerem**. Możliwe staje się „wejście” do wnętrza komputerowego świata, gdzie okazuje się, że formy inne niż wirtualne nie istnieją. Projektanci i użytkownicy wirtualnego świata (choć w właściwszym byłoby użycie liczby mnogiej – wirtualnych światów, jako że nie ma jednej, wspólnej dla wszystkich, wirtualnej przestrzeni), zdobywając nowe doświadczenie i uzyskując nowy sposób komunikacji, stają się nowym pokoleniem „mieszkańców cyfrowych światów”.

### 3. RZECZYWISTOŚĆ WIRTUALNA - ŚRODOWISKO PREZENTACJI

W ostatnich latach obserwujemy wzmożone wysiłki ukierunkowane na rozwój i wdrożenie systemów VR w wielu dziedzinach, w tym i w architekturze. Wielu autorów rozpatruje modelowanie w przestrzeni wirtualnej jako jeszcze jeden rodzaj działalności architektonicznej.<sup>7</sup> W swoich pracach podkreślają oni konieczność uwzględnienia różnic między wirtualnym a realnym środowiskiem spowodowanych przez różnice w percepcji obu środowisk.<sup>8</sup>

Jeden z ciekawszych eksperymentów przeprowadzono na Uniwersytecie Bio-Bio w Concepcion (Chile). Wzięli w nim udział studenci Wydziału Architektury. Badanie obejmowało „zwiedzanie” wirtualnego modelu Wydziału Zarządzania. W tym celu utworzono trzy grupy studentów, po 15 osób każda. Grupa pierwsza używała wirtualnego hełmu (*Head-mounted display*), druga oglądała model na ekranie komputera, a trzecia odbyła realną wycieczkę po terenie kampusu. Następnie studenci wypełniali ankietę, której celem było sprawdzenie ich wrażeń. Zawierała ona pytania dotyczące czasu trwania wizyty, kontekstu urbanistycznego, rozmieszczenia budynków i pomieszczeń w nich, proporcji przestrzeni i ich semantycznej interpretacji. Pomimo tego, że model komputerowy był bardzo uproszczony, studenci prawidłowo identyfikowali fizyczne cechy obiektów oraz określali rozmieszczenie budynków. Powstaje jednakże pytanie, w jakim stopniu na wyniki badań wpłynęła dedukcja i wcześniejsza znajomość kampusu. Problemy powstawały przy zdefiniowaniu przestrzennej organizacji budynku oglądanego w przestrzeni wirtualnej, mimo iż przestrzeń ta zapewnia percepcję głębi kadru widokowego. W przestrzeni realnej 80% studentów prawidłowo odpowiedziało na to pytanie. W przestrzeni wirtualnej zaledwie 20%. Rozbieżności pojawiły się również przy ocenie czasu oraz intensywności wrażeń. W przestrzeni wirtualnej tracą na znaczeniu takie pojęcia, jak „sąsiedztwo” i „odległość”. Badania wykazały, że dla stworzenia przestrzeni wirtualnej równoważnej przestrzeni realnej niewystarczające są środki wyłącznie architektoniczne. Wydaje się, że model wirtualny powinien być uzupełniony o dokładniejszą informację o rzutach obiektów, gdyż według R.G. Alvarado niematerialność wirtu-

<sup>5</sup> K. Larson, *SIGGRAPH 94: The Digital Era Dawns*, w: „Progressive Architecture”, 1994, s. 41

<sup>6</sup> H. Regenbrecht, D. Donath, *Architectural Education and Virtual Reality Aided Design (VRAD)*, w: D. Bertol (ed.), *Designing Digital Space: An Architect's Guide to Virtual Reality*, Wiley, s. 155.

<sup>7</sup> Prace: J. Bermudez, *Defining Architectural Experiences*, w: *Proceedings of ACADIA'95*, University of Washington, Seattle 1995, s. 139-149; G. Zampi, L.M. Conway, *Virtual Architecture*, McGraw-Hill, New York 1995; P. Anders, *Anthropic Cyberspace: Defining Electronic Space from First Principles*, w: *Proceedings of 3<sup>rd</sup> SIGRAFI Conference*, Montevideo 1999, s. 55-67.

<sup>8</sup> Badania takie są intensywnie prowadzone w Human Systems Integration Division w NASA, [http://humansystems.arc.nasa.gov/factsheets/th\\_trifold\\_brochure\\_web.pdf](http://humansystems.arc.nasa.gov/factsheets/th_trifold_brochure_web.pdf), (stan na 16.10.2012).

alnych przestrzeni znacznie osłabia percepcję przestrzennej organizacji formy.<sup>9</sup>

W wielu badaniach wirtualności jako medium informacyjnego podkreśla się z jednej strony jej przestrzenną niejednorodność, zwiększenie szybkości percepcji i skrócenie dystansu<sup>10</sup>, z drugiej zaś jej potencjał narracyjny i łatwość odbioru obrazów<sup>11</sup>. Dlatego też projekty przestrzeni wirtualnych powinny zawierać nie tylko elementy przestrzenne, ale i akustyczne<sup>12</sup>, historię przemieszczania się w danej przestrzeni<sup>13</sup> oraz uwzględniać aspekty antropologiczne<sup>14</sup>. Systemy rzeczywistości wirtualnej mogą zatem być rozpatrywane w trzech aspektach: obrazowym, semantycznym i behawioralnym. Pytania: „Co to jest?”, „Co to znaczy?” oraz „Co mogę zrobić?” tworzą podstawę badań. Odnosząc te pytania do wirtualnej architektury, możemy przyjąć, że definiują one związek między funkcją budynku i aktywnością człowieka w przestrzeni wirtualnej. Kompozycja formy jest nośnikiem znaczeń, a jej konstrukcja zastępowana jest przez wizualną wyrazistość modelu komputerowego.

W tworzeniu przestrzeni wirtualnych duże znaczenie odgrywa aspekt czasu – chronologia, gdyż środki graficzne stają się niewystarczające. Przestrzeń powinna zostać uzupełniona o scenariusz opisujący algorytm sterowania informacją, która jest nieodłączną częścią trójwymiarowego modelu. Przystępując do tworzenia kompleksowego środowiska, zawierającego przestrzeń, narrację i działanie, należy rozpatrywać aspekty odróżniające formy wirtualne od fizycznych, takie jak: przewaga wewnętrznych kadrów percepcji, nakładanie się i/lub przecinanie elementów, istnienie form nie mających osnowy konstrukcyjnej. Kompozycja przestrzeni powinna charakteryzować się pewnego rodzaju nadmiarowością, co powoduje konieczność włączenia wielu różnorodnych multimedialnych środków wyrazu. Prawdopodobnie jest to związane z tym, że punktem odniesienia jest nie ciało człowieka, a jego umysł, który interpretuje informacje i na tej podstawie określa możliwość działań motorycznych. Niezależnie od tego, że w wirtualnej przestrzeni możemy tworzyć

abstrakcyjne kompozycje, to podstawowe parametry percepcji, takie jak hierarchie, forma i tło, w dalszym ciągu zachowują swoje znaczenie.

#### 4. RZECZYWISTOŚĆ WIRTUALNA - ŚRODOWISKO PROJEKTOWANIA

Nieodłącznym atrybutem architektury jest rysunek, którego cechą charakterystyczną jest to, że przedstawia on przedmioty w formie ortogonalnych projekcji. Płaski dwuwymiarowy rysunek jest najczęściej stosowanym medium przekazu w tradycyjnym projektowaniu. Jednakże należy zauważyć, że w czasach dawniejszych nad płaski rysunek przedkładano trójwymiarowy model obiektu. W XX wieku zaczęły pojawiać się opinie o niedostateczności płaskich odwzorowań trójwymiarowego świata. Zwracano uwagę na istnienie poważnych przeszkód w prezentowaniu realnych jakości przyszłych obiektów i niedostatek odpowiednich narzędzi mogących te przeszkody zlikwidować. Na problem ten zwracał uwagę już w dwudziestych latach XX wieku K. Mielnikow, który twierdził, że to, co widzi i czuje autor projektu, nie może zostać przekazane za pomocą tradycyjnej grafiki architektonicznej. Ideę autora można zrozumieć wyłącznie poprzez percepcję zrealizowanego budynku. Odnosi się to również do przestrzeni wewnętrznych. Uważał on, że nawet sam autor projektu nie jest w stanie wszystkiego przewidzieć. Jego marzeniem było sprawdzenie w naturze, jak człowiek będzie odbierał zaprojektowaną przez niego niezwykłą wewnętrzną przestrzeń konkursowego projektu pomnika Kolumba. Przestrzeń tę tworzył ścięty u wierzchołka stożek, w który wbiął się drugi, podobny, ale odwrócony o 180 stopni. K. Mielnikow przyznawał, że w żaden sposób nie może sobie wyobrazić wrażenia, jakie wywieraloby takie wnętrze. Zakładał, że powinno być to przeżycie bardzo intensywne, ponieważ człowiek widziałby jedność ścian i stropu.<sup>15</sup>

Takie poglądy stworzyły podwaliny dla poszukiwania nowych sposobów i narzędzi modelowania,

<sup>9</sup> Por. R.G. Alvarado, J.C. Parra, R.L. Vergara, H.B. Chateau, *Architectural References to Virtual Environments Design*, w: *Proceedings of ECAADE'2000*, Bauhaus University, Weimar 2000, s. 151-155.

<sup>10</sup> Por. P. Virilio, *Cybermunde; la politique du pire*, Editions Galilee, Paris 1978.

<sup>11</sup> Por. P. Queau, *Le Virtuel, vertus et vertiges*, Champ Vallon, Paris 1993.

<sup>12</sup> Por. A. Bridges, D. Charitos, P. Rutheford, *Wayfinding, Spatial Elements and Spatial Support Systems in Virtual Environments*, w: *CAAD - Towards New Design Conventions*, Białystok 1997, s. 75-104.

<sup>13</sup> Por. J. Bermudez, *Defining Architectural Experiences*, w: *Proceedings of ACADIA'95*, University of Washington, Seattle 1995, s. 139-149.

<sup>14</sup> Por. P. Anders, *Anthropic Cyberspace: Defining Electronic Space from First Principles*, w: *Proceedings of 3<sup>rd</sup> SIGRADI Conference*, Montevideo 1999, s. 55-67.

<sup>15</sup> Por. S.O. Chan-Magomedov, *Konstantin Melnikov*, Stroyizdat, Moskwa 1990.

które umożliwiłyby zastąpienie tradycyjnego modelowania, w tym i komputerowego, bezpośrednim poszukiwaniem formy w wirtualnej przestrzeni.

Idea projektowania bezpośredniego (*Direct Design*) pojawiła się w rezultacie przeprowadzonej analizy zastosowań technologii rzeczywistości wirtualnej do wizualizacji rozwiązań projektowych i po raz pierwszy została zaprezentowana przez autora niniejszej publikacji na konferencji ECAADE w roku 2002. Geneza projektowania bezpośredniego opiera się na dwóch przesłankach. Pierwsza wiąże się z nieodpowiedniością rysunkowego i makietowego sposobu projektowania zarówno w odniesieniu do obiektu, jak i procesu projektowania. Druga przesłanka wynika z przedstawionej przez autora tezy o możliwości likwidacji różnic w metodach pracy architekta i rzeźbiarza/malarza.

Rozważania o możliwości stworzenia wirtualnego środowiska kreacji form przestrzennych i realizacji w nim idei projektowania bezpośredniego wymaga rozpatrzenia jednego z najbardziej zaawansowanych środków wirtualnej rzeczywistości – wirtualnej jaskini (CAVE). Techniczne aspekty budowy wirtualnej jaskini zostały przedstawione w poprzednich rozdziałach. CAVE jako środowisko zapewniające „pełne zanurzenie” wymaga również przeanalizowania z punktu widzenia możliwości jej zastosowania w realizacji idei bezpośredniej kreacji.

Przydatność CAVE wynika po pierwsze z możliwości stereoskopii, po drugie zaś z możliwości interakcyjnych, zapewniających niespotykane do tej pory sposoby interakcji z przestrzenną informacją. Proces percepcji realnego świata opiera się na dwuocznym widzeniu. Na siatkówce każdego oka powstaje odwzorowanie obrazu widzianego świata. Mózg łączy oba te obrazy w spójną całość i równocześnie, wykorzystując informację o różnicy w kątach widzenia każdego oka, generuje informację o głębi obrazu. Działanie jaskini opiera się na tej samej zasadzie. Dostarcza ona prawemu i lewemu oku różniące się nieznacznie perspektywy sceny. Zapewnia to niezbędną informację o głębi przestrzeni i w rezultacie u widza powstaje wrażenie przebywania w realnej przestrzeni. Dzięki zastosowaniu urządzeń fiksujących położenie głowy i ręki człowieka komputer generuje właściwy widok perspektywiczny. W odróżnieniu od systemów VR, opartych na zastosowaniu wirtualnych hełmów, widz nakłada tylko lekkie okulary 3D i przemieszczając się wewnątrz CAVE, eksploruje wirtualny świat, sterując wirtualnymi formami za pomocą specjalnego manipulatora.

W jaskini może jednorazowo przebywać kilka osób, co umożliwia zespołową dyskusję i ocenę prezentowanych form. Jednakże w obecnym stanie zaawansowania technologicznego aktywnie działać w przestrzeni jaskini może tylko jedna osoba. Pozostałe mogą być jedynie pasywnymi obserwatorami. Mimo tego ograniczenia możliwość wchodzenia w interakcje z innymi osobami jest wielką zaletą CAVE. Program komputerowy dynamicznie reaguje na zmieniającą się zachowania „operatora”, który może przemieszczać formy, otwierać i zamykać drzwi, przesuwając meble. Jest to zmiana rewolucyjna – statyczne wizualizacje projektu zostają zamienione na interakcyjne.

## 5. PROBLEMY

Przebywanie człowieka w wirtualnej przestrzeni jaskini niesie ze sobą szereg problemów. J. Af Klercker z Wydziału Architektury w Lund, po przeprowadzeniu szeregu eksperymentów w wirtualnej przestrzeni, zaobserwował, że przebywanie w CAVE ponad godzinę jest bardzo męczące. Wyjaśnia to wysokim stopniem koncentracji uwagi, niezbędnej w procesie percepcji informacji dostarczanej przez cyfrowe środowisko. W związku z powyższym powstaje problem z jednej strony minimalnej ilości informacji niezbędnej dla zrozumienia przestrzeni, z drugiej zaś strony ilości maksymalnej, którą widz może odebrać. Możliwe jest również, że dyskomfort odczuwany przez widza wynikał z niedostatecznej jakości obrazu związanej ze słabymi parametrami technicznymi sprzętu i oprogramowania. Kolejnym zaobserwowanym przez J. Af Klerckera problemem jest pewnego rodzaju „zagubienie” widza w wirtualnej przestrzeni. Wynika to z trudności w orientacji, gdyż przestrzeń wirtualna nie jest tożsama z przestrzenią realną. Pomocne w tej sytuacji okazało się wykorzystanie tradycyjnych „papierowych” planów oglądanej przestrzeni.<sup>16</sup> Oba opisane problemy wymagają ponownej analizy, jako że od czasu ich sformułowania minęła dekada, pojawiły się nowe generacje sprzętu i oprogramowania, a filmy 3D stały się codziennością, zmieniając przyzwyczajenia percepcyjne widza.

## 6. RZECZYWISTOŚĆ ROZSZERZONA

Analiza istniejących instalacji rzeczywistości wirtualnej pokazuje, że warunkiem efektywnego funkcjonowania cyberprzestrzeni jest wykorzystanie pełnego semantycznego zestawu sposobów naturalnej komu-

<sup>16</sup> Por. J. Af Klercker, *A CAVE-Interface in CAAD-Education*, w: *Proceedings of The 4th Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia*, Shanghai 1999, s. 313-323.

nikacji, włączając środki werbalne czy gest. W związku z tym możemy zakładać, że dalszy rozwój technologii wspomagających kreację form w przestrzeni będzie szedł w kierunku rzeczywistości rozszerzonej (*Augmented Reality*).

Rzeczywistość rozszerzona może być rozpatrywana jako pewien rodzaj wirtualnego środowiska. Użytkownik pogrążony w środowisku wirtualnym traci kontakt z realnym światem znajdującym się wokół niego. Rzeczywistość rozszerzona natomiast pozwala użytkownikowi widzieć realny świat, na który nakładane są wirtualne obrazy. Tak więc rzeczywistość rozszerzona raczej rzeczywistość uzupełnia, a nie zastępuje. W założeniu powinna ona utrzymywać użytkownika w przekonaniu, że realne i wirtualne obiekty koegzystują w przestrzeni w tym samym czasie. Rzeczywistość rozszerzona jest często rozpatrywana jako coś „pomiędzy” rzeczywistością całkowicie wirtualną a światem realnym.<sup>17</sup> Charakterystyczne cechy rzeczywistości rozszerzonej można określić w następujący sposób:

- 1) łączy ona rzeczywiste z wirtualnym,
- 2) umożliwia interaktywność,
- 3) zawiera generator obrazów trójwymiarowych.

O ile obiekty wirtualne dostarczają człowiekowi informacji, której nie jest on w stanie zweryfikować poprzez swoje zmysły, to celem rzeczywistości rozszerzonej jest wzbogacenie naszej percepcji realnego świata. Przyjmuje się, że informacja niesiona przez wirtualne obiekty powinna pomóc użytkownikowi lepiej radzić sobie z zadaniami w realnym świecie.

Realizując to założenie, na Wydziale Architektury Politechniki Białostockiej utworzone zostało laboratorium AuReLa – Augmented Reality Laboratory, w którym oprócz jedynej w Polsce instalacji trójekranowej jaskini wirtualnej (CAVE), znajdują się także trójwymiarowe skanery oraz drukarka 3D. Pozwoli to na stworzenie przestrzeni projektowania, w której można będzie realizować sformułowaną przez nasz zespół tezę, że projektowanie staje się miejscem.<sup>18</sup>

## PODSUMOWANIE

Systemy wirtualnej rzeczywistości znajdują coraz większe zastosowanie w modelowaniu, prezentacji i ocenie form przestrzennych. Dzięki wirtualnej rzeczywistości komputerowy świat przekształca się z dwuwymiarowej przestrzeni ekranu we w pełni trójwymia-

rowy świat, sterowany przez człowieka. Człowiek przebywa w trójwymiarowej przestrzeni, odczuwa realny upływ czasu, wchodzi w interakcje z otaczającym go światem. Możliwość aktywnego działania w „wirtualnej pieczarze” jest optymalnym sposobem wykorzystania technologii rzeczywistości wirtualnej w projektowaniu architektonicznym.

Analiza technicznych charakterystyk wirtualnych przestrzeni pozwala sformułować tezę, że w obszarze interfejsu człowiek-komputer zachodzi jakościowa rewolucja. Możliwe staje się „wejście” do wnętrza komputerowego świata, gdzie okazuje się, że nie istnieje nic oprócz wirtualnych form. Projektanci i użytkownicy wirtualnych światów, wzbogaceni o nowe doświadczenie i nowy sposób komunikacji, stają się nowym pokoleniem – pokoleniem mieszkańców cyberświatów. Wirtualna realność jest zwykle traktowana jako środowisko prezentacji informacji. Rozwój technologii wirtualnych, jaki obserwujemy w ostatnich latach, potwierdza słuszność tezy o możliwości zmiany sposobu wykorzystywania tych technologii z prezentacyjnego na kreatywne. Możliwe staje się stworzenie wirtualnego środowiska kreacji, w którym realizowana będzie zasada pełnej immersji projektanta w cyfrowo generowany świat. Architekt, znajdując się wewnątrz projektowanej przestrzeni, decyduje o jej kształcie.

Analiza procesu projektowania pokazuje, że niezbędne jest wzbogacenie cyfrowych środków/narzędzi/mediów kreacji o sposoby naturalnej komunikacji. Jest to możliwe w przypadku zastosowania rzeczywistości rozszerzonej, która znajduje się pomiędzy światem rzeczywistym a wirtualnym.

## LITERATURA

1. **Af Klercker J. (1999)**, *A CAVE-Interface in CAAD-Education*, w: *Proceedings of The 4th Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia*, Shanghai, s. 313-323.
2. **Alvarado R.G., Parra J.C., Vergara R.L., Chateau H.B. (2000)**, *Architectural References to Virtual Environments Design* w: *Proceedings of ECAADE'2000*, Bauhaus University, Weimar, s. 151-155.
3. **Anders P. (1999)**, *Anthropic Cyberspace: Defining Electronic Space from First Principles*, w: *Proceedings of 3rd SIGRADI Conference*, Montevideo, s. 55-67.
4. **Bermudez J., (1995)**, *Defining Architectural Experiences*, w: *Proceedings of ACADIA'95*, University of Washington, Seattle, s. 139-149.

<sup>17</sup> Por. P. Milgram, F. Kishino, *A Taxonomy of Mixed Reality Virtual Displays*, w: „IEICE Transactions on Information and Systems E77-D”, no. 9, 1994, s. 1321-1329.

<sup>18</sup> W latach 2000-2001 zespół Wydziału Architektury Politechniki Białostockiej (A. Asanowicz, A. Jakimowicz) uczestniczył w realizacji programu ACCOLADE, finansowanego przez UE w ramach 5 Programu Ramowego. Główną tezę programu było stwierdzenie „*Designing Becomes the Place*”, sformułowane na spotkaniu w Białymstoku w 2000 roku.

5. **Bridges A., Charitos D., Rutheford P. (1997)**, *Wayfinding, Spatial Elements and Spatial Support Systems in Virtual Environments*, w: *CAAD - Towards New Design Conventions*, Białystok, s. 75-104.
  6. **Chan-Magomedov S.O., (1990)**, *Konstantin Melnikov*, Stroyizdat, Moskwa.
  7. **Kluszczyński R.W. (1996)**, *Interaktywność - właściwość odbioru czy nowa jakość sztuki/kultury?*, w: A. Zeidler-Janiszewska (red.), *Estetyczne przestrzenie współczesności*, IK, Warszawa, s. 143-153.
  8. **Larson K. (1994)**, *SIGGRAPH 94: The Digital Era Dawns*, w: *Progressive Architecture*, no. 09, s. 41-42.
  9. **Laurel B. (1993)**, *Computer as Theatre*, Addison-Wesley Publishing Co.
  10. **Milgram P., Kishino F. (1994)**, *A Taxonomy of Mixed Reality Virtual Displays*, w: „IEICE Transactions on Information and Systems E77-D”, no. 9, 1321-1329.
  11. **Moeglin P. (1990)**, *Les trances de l'interactive*, w: D. de Kerckhove (ed.), *Les Transinteractifs*, Ch. Sevette, Paris.
  12. **Queau P. (1993)**, *Le Virtuel, vertus et vertiges*, Champ Vallon, Paris.
  13. **Regenbrecht, H., & Donath D. (1996)**, *Architectural Education and Virtual Reality Aided Design (VRAD)*, w: D. Bertol, (ed.), *Designing Digital Space: An Architect's Guide to Virtual Reality*. Wiley, s. 155-175.
  14. **Virilio P. (1978)**, *Cibermunde; la politique du pire*, Editions Galilee, Paris.
  15. **Zampi G., Conway L.M. (1995)**, *Virtual Architecture*, McGraw-Hill, New York.
- Pracę wykonano w ramach realizacji projektu badawczego nr S/WA/4/2011.