

WOJCIECH SUMLET\*

# Analiza możliwości wykorzystania poszerzonej rzeczywistości do prezentacji projektów studenckich na przykładzie projektów z pierwszego roku

## Analysis of the application potential of augmented reality to present student projects on the example of first-year student assignments

### Streszczenie

Niniejszy artykuł omawia doświadczenia Laboratorium Przekształceń Środowiska Mieszkaniowego WA PK w obszarze generowania wizualizacji w środowisku poszerzonej rzeczywistości (AR) w oparciu o projekty kursowe przygotowywane przez studentów. Celem badania było sprawdzenie jakości rozwiązań technologicznych rozwijanych przez Laboratorium, oraz sprawdzenie możliwości wykorzystania rozwijanego narzędzia na cele ewaluacji projektów studenckich. W badaniu opracowaniu wizualizacje AR dla pięciu wytypowanych projektów studenckich, oraz zestawiono je z oryginalnymi planszami studentów. W rezultacie otrzymano materiał do rozważań na temat potencjału technologii i warunków korzystania z niej w ramach działalności edukacyjnej.

### Abstract

This paper discusses the experiences of the Housing Environment Amendment Laboratory of the CUT FA in the area of generating visualisations in an augmented reality (AR) environment, based on module assignments prepared by students. The objective of the study was to verify the quality of the application of the tool for the purposes of evaluating student projects. As a part of the study, AR visualisations of five selected student projects were developed and compared with the original project sheets prepared by students. As a result, the author obtained material for discussion on the potential of the technology and the conditions of its use in education.

Słowa kluczowe: rozszerzona rzeczywistość, edukacja architektoniczna, edukacja w projektowaniu

Keywords: augmented reality, architecture education, designing education

### 1. Wprowadzenie

Katalog klasycznych technik prezentacji koncepcji architektonicznej obejmował do niedawna obraz skalarny (plan), obraz perspektywiczny, film, makietę i model cyfrowy (Gajewski P., 2001, s. 21-112). W przeciągu ostatnich kilku lat dołączyły do niego dwie nowe możliwości, których wpływ na edukację architektoniczną i praktykę projektową dopiero się klaruje. Są to wirtualna rzeczywistość (ang. Virtual Reality – VR), oraz poszerzona rzeczywistość (ang. Augmented Reality – w skrócie AR).

### 1. Introduction

Until recently, the catalogue of classical architectural proposal presentation techniques included plans drawn to scale, perspective projections, videos, mock-ups and digital models (Gajewski P., 2001, p. 21–112). Over the past several years, they were joined by two new possibilities, whose impact on architectural education and design practice is currently being determined. These are: virtual reality (VR) and augmented reality (AR). Augmented reality is a technology that enables the combining of information layers of the virtual environment with images seen

\* Dr inż. arch. Wojciech Sumlet, Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej / Ph.D. Eng. Arch. Wojciech Sumlet, Faculty of Architecture, Cracow University of Technology, Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7776-2765>, e-mail: [wsumlet@pk.edu.pl](mailto:wsumlet@pk.edu.pl)



II. 1. Smartfon z wygenerowanym na ekranie modelem projektowanej elewacji kamienicy, autor: Anna Czyż (HSA Architektura)

III. 1. A smartphone with a model of a newly-designed townhouse facade generated on its screen, author: Anna Czyż (HSA Architektura)

Poszerzona rzeczywistość to technologia umożliwiająca łączenie warstw informacji przynależnych do środowiska wirtualnego z obrazem widzianym w świecie rzeczywistym, poprzez nadające się do tego celu urządzenia. W odróżnieniu od technologii VR, która wymaga posiadania specjalnych okularów HMD, technologia AR od 2018 roku jest w stanie działać na dużej części produkowanych obecnie telefonów komórkowych, co czyni ją potencjalnie bardziej dostępną przeciętnemu użytkownikowi (Sumlet W., Pitek M, 2018, 52).

W obszarze architektury technologia AR przewija się głównie w kontekście generowania pomniejszonych modeli 3D obiektów przy użyciu popularnej aplikacji VUFORIA (ibid.). To co jednak wydaje się szczególnie atrakcyjne w przyszłości to perspektywa przystępnego generowania wizualizacji obiektów w rozmiarze rzeczywistym na działkach, względem których są przymierzane. Prace nad rozwojem takich aplikacji są realizowane w niektórych jednostkach badawczych, jak na przykład w University of Canterbury's HIT Lab20 (Nowa Zelandia) [8], czy na Heriot Watt University (Szkocja), gdzie powstała aplikacja o nazwie UrbanPlanAR, aczkolwiek nie jest ona szerzej udostępniana. [9] Interesujące prace dotyczące integracji technologii AR z geolokalizacją w celu precyzyjnego osadzenia modeli architektury w przestrzeni, rozwijane pod nazwą ARGIS opisują również Huang W., Sun M., Li S., 2016, s. 48-58.

Podobne rozwiązania opracowywane jest również w Laboratorium Przekształceń Środowiska Mieszkaniowego

in the real world via the use of appropriate devices. Contrary to VR technology, which requires special HMD headsets, AR technology has been proven to function on most currently available smartphones, which makes it more accessible to the average user (Sumlet W., Pitek M, 2018, 52).

In the field of architecture, AR technology is primarily mentioned in the context of generating small-size 3D mock-ups of buildings with the use of the popular VUFORIA application (ibid.). However, that which appears to be particularly attractive in the future is the perspective of affordable generation of life-sized building visualisations on plots on which they are designed. The development of such applications is currently ongoing at some selected facilities, including the University of Canterbury's HIT LAB 20 (New Zealand) [8], or the Heriot Watt University (Scotland), where an application named UrbanPlanAR was developed, although it has not been released for general use [9]. Interesting work concerning the integration of AR technology with geolocation so as to precisely place architectural models within space, developed under the name ARGIS, was discussed by Huang W., Sun M., Li S., 2016, p. 48-58.

A similar solution has been developed by the Housing Environment Amendment Laboratory of the Faculty of Architecture of the Cracow University of Technology (CUT FoA HEAL) in cooperation with HSA Architektura since 2019. The project is developed under the working name 'Just True Visuals' and is

Wydziału Architektury Politechniki Krakowskiej (LPSM WA PK) we współpracy z biurem projektowym HSA Architektura od 2019 roku. Projekt jest rozwijany pod roboczą nazwą „Just True Visuals” i docelowo ma być przekształcony w platformę umożliwiającą generowanie wizualizacji AR dowolnych obiektów architektonicznych w dowolnych miejscach na urządzeniach mobilnych użytkowników. Pod względem technologicznym oprogramowanie rozwijane w LPSM opiera się na platformie ARCore i znajduje się obecnie na poziomie gotowości technologicznej TLR II / TLR III.

Rozwiązanie wpisuje się w trend wykorzystania urządzeń i aplikacji mobilnych w procesie projektowania architektoniczno-urbanistycznego, o którym pisał między innymi P. Broniewicz (Broniewicz P., 2017, s. 105-114). Oprogramowanie zaprojektowane zostało jako skierowane na wszystkich odbiorców, którzy mają potrzebę, aby sprawdzić jak projektowany obiekt mógłby wyglądać w prawdziwym i niezafałszowanym otoczeniu. Ujęcie to jest wpisane w filozofię działalności edukacyjnej, oraz naukowo-badawczej Katedry Kształtowania Środowiska Mieszkaniowego WA PK, w ramach której realizowane są opisane poniżej prace (Seruga W., 2015, s. 186-229).

Szczególnie kuszącym polem eksploatacji testowanego w badaniu rozwiązania jest architektura mieszkaniowa, często borykająca się z problemem podkoloryzowania otoczenia celem uwydatnienia jakości proponowanych rozwiązań przestrzennych. Polem eksploatacji aplikacji może być też edukacja w obszarze architektury (Jagiełło-Kowalczyk M., 2017,1, s. 180).

Ideą badania opisanego w niniejszym artykule było przetestowanie rozwijanego rozwiązania pod kątem prezentacji projektów studenckich, oraz sprawdzenie zasadności stosowania tego rozwiązania w przyszłości w edukacji przedmiotów projektowych na Wydziale Architektury Politechniki Krakowskiej, bądź też na innej uczelni.

## 2. Cel, zakres, metoda

### 2.1. Cel badania

W badaniu zostały zdefiniowane dwa cele, o charakterze zarówno edukacyjnym jak i naukowym:

zaznajomienie studentów 1 roku z potencjałem jakiej nieposzerzona rzeczywistość w zakresie prezentacji ich obecnych i przyszłych koncepcji architektonicznych  
przetestowanie rozwiązań programistycznych rozwijanych w ramach działalności LPSM WA PK w kontekście hipotetycznej możliwości wdrożenia ich w obszarze edukacji architektonicznej.

### 2.2. Zakres

Zakresem badania zostały objęte projekty kursowe realizowane przez studentów na 1 i 2 semestrze (1 rok studiów) w ramach przedmiotu „Wprowadzenie do projektowania architektoniczno-urbanistycznego” realizowanego przez Katedrę Kształtowania Środowiska Mieszkaniowego Instytutu Projektowania Urbanistycznego Wydziału Architektury Politechniki Krakowskiej w roku akademickim 2018/2019 oraz 2019/2020.

intended to become a platform that enables the generation of AR visualisations of any type of building in any place using the user's mobile phone. In technological terms, the software developed by the HEAL is based on the ARCore platform and is currently at a technology readiness level of TRL 2/ TRL 3.

This solution is aligned with the trend of the use of mobile devices and applications in the process of architectural and urban design, as discussed by, among others, P. Broniewicz (Broniewicz P., 2017, p. 105–114). The software was designed as intended for all users who feel the need to test how the buildings they design could look in an actual and non-falsified environment. This presentation is aligned with the philosophy of education and research of the Chair of the Housing Environment of the CUT FoA, as a part of which the work in question is being performed (Seruga W., 2015, p. 186–229).

Housing architecture, which often faces the problem of its surroundings being altered so as to highlight the quality of its proposed spatial solutions, is a particularly enticing field for the use of the solution tested in the study. The field of the application's use can also include architectural education (Jagiełło-Kowalczyk M., 2017,1, p. 180).

The idea behind the study described in this paper was to test the solution in question in terms of the presentation of student projects and to verify whether its application in the future teaching of design modules at the Faculty of Architecture of the Cracow University of Technology and other universities is feasible.

## 2. Objective, scope and method

### 2.1. Objective of the study

Two objectives that were both educational and academic were defined for the study:

Familiarising first-year students with the potential of augmented reality in the presentation of their current and future architectural design proposals.

The testing of programming solutions developed by the CUT FoA HEAL in the context of their hypothetical application in the field of architectural education.

### 2.2. Scope

The scope of the study included module assignments prepared by first-year students during the first and second semester, as a part of the 'Introduction to architectural and urban design' module taught by the Chair of the Housing Environment of the Institute of Urban Design of the Faculty of Architecture of the Cracow University of Technology during the 2018/2019 and 2019/2020 academic year.

The classes were divided into four design assignments—two for each semester. Exercises 2 to 4 are prepared for the same site. As a part of exercise 2, students develop a design of a public space of up to 1 ha, wherein they site a mixed-use pavilion with a floor area of up to 400 m<sup>2</sup>. As a part of exercise 3, students develop the previously outlined concept of the pavilion as a fully-fledged architectural de-

Zajęcia projektowe realizowane w ramach tego przedmiotu podzielone są na 4 ćwiczenia projektowe – po dwa na każdy semestr. Ćwiczenia od 2 do 4 realizowane są co do zasady w tej samej lokalizacji. W ramach ćwiczenia 2 studenci realizują projekt przestrzeni publicznej o wielkości do 1 ha w obszarze której sytuują pawilon wielofunkcyjny o powierzchni do 400 m<sup>2</sup>. W ramach ćwiczenia 3 studenci rozwijają uprzednio nakreślony zarys pawilonu do pełnoprawnej koncepcji architektonicznej, która skupia się na architekturze bryły budynku. W ramach ćwiczenia 4 studenci rozwijają projekt wnętrz tego obiektu.

Rezultatem każdego ćwiczenia są plansze w formacie 50x70cm pokazujące charakterystyczne rzuty i przekroje techniczne, oraz przeważnie dwie wizualizacje prezentujące koncepcję z miejsc, z których wydaje się ona najbardziej korzystna. Do plansz dołączany jest opis stanowiący ich uzupełnienie. Plansze wraz z opisem stanowią podstawę dla oceny studentów.

Dużą część projektów opracowywanych w ramach ćwiczeń 3 i 4 jest tworzonych przy użyciu oprogramowania 3D (Archicad / Sketchup), a zatem pod koniec ćwiczenia 4 studenci są w posiadaniu względnie dopracowanych modeli 3D swoich projektów.

W ramach badania przewidziano wybranie określonej liczby projektów studenckich, które spełniają łącznie następujące wymogi określone przez autorów badania:

- przedstawiają interesującą jakość architektoniczną z uwzględnieniem faktu, że są to projekty realizowane przez studentów pierwszego roku studiów
- zostały zaprezentowane na planszach w sposób jednocześnie atrakcyjny wizualnie i czytelnie wyrażający koncepcję
- w toku pracy były opracowywane w postaci modeli 3D na oprogramowaniu współpracującym z rozwiązaniami będącymi w posiadaniu LPSM (Archicad / Sketchup). Oczekiwany standard modeli to LOD 300 (Cieplucha W., 2017, s. 65)
- autorzy projektów wyrazili zgodę na udostępnienie swoich modeli na cele badania

### 2.3. Metoda

Metoda badania polegała na opracowaniu wizualizacji studenckich koncepcji architektonicznych przy użyciu technologii AR. Do tego celu wykorzystano autorską aplikację rozwijaną w ramach działalności naukowo-badawczej przez pracowników Sekcji Analiz Urbanistycznych i Symulacji VR LPSM.

Wizualizacje zostały opracowane w postaci filmów nagranych telefonem komórkowym podczas działania aplikacji opracowanej indywidualnie dla każdego projektu.

W dalszej kolejności wybrane z filmów kadry wytypowane jako reprezentatywne dla pokazania walorów koncepcji architektonicznej zostały zestawione z oryginalnymi planszami z projektów studenckich w postaci tablic zbiorczych przedstawionych w ostatniej części artykułu.

Tak opracowany materiał oraz doświadczenia z realizacji filmów stanowią podstawę dla ustalonych w toku badania wniosków.

sign proposal that focuses on the architecture of the building's massing. As a part of exercise 4, students develop a design of this building's interiors.

The result of each assignment are 50 x 70 cm sheets displaying distinct technical floor plans and cross-sections, and typically two visualisations that present the conceptual proposals as seen from the most favourable angles. The sheets are accompanied by a written description of the project which is intended to supplement them. The sheets and the project description are used to grade the assignments.

A large part of the designs prepared for exercises 3 and 4 are developed using 3D software (ArchicAD/Sketchup), which means that students are in the possession of relatively well-developed 3D models of their designs towards the end of exercise 4.

As a part of the study, the authors assumed the selection of a specific number of student projects which met all of the following requirements:

They presented an interesting architectural quality that accounts for the fact that these are projects prepared by first-year students.

They were presented on sheets in a visually attractive manner that legibly expressed the proposal.

Over the course of working on the assignment, the students prepared 3D models using software that was compatible with the solutions at the disposal of the HEAL (ArchicAD/Sketchup). The expected standard of the models was LOD 300 (Cieplucha W., 2017, p. 65)

The authors of the designs agreed to share their models for use in the study.

### 2.3. Method

The method used in the study was based on preparing visualisations of the architectural conceptual proposals formulated by students using AR technology. An original application developed as a part of the research conducted by employees of the Urban Analysis and VR Simulation Section of the HEAL was used for this purpose. The visualisations were prepared in the form of videos recorded for each project using a smartphone running a custom-made application.

Afterwards, a number of frames were selected. The frames were considered to be representative in terms of displaying the value of the architectural proposals and were compared with original sheets from the student assignments in the form of comparison figures presented in the final section of the paper.

This material and the experience gained during the preparation of the videos provided the basis for the conclusions of the study.

The videos presenting the conceptual design proposals were edited and shared on the HEAL website at: [http://lpsm.pk.edu.pl/?page\\_id=27](http://lpsm.pk.edu.pl/?page_id=27).

### 3. Overview of the study

The study was carried out in the period between June 2019 and June 2020. During the 2018/2019 academic year, the project by Aleksandra Bator was se-



II. 2. lokalizacja pawilonu w proj. P. Aleksandry Bator oraz widok ogrodzenia w stanie istniejącym – rys. aut. za: <https://www.google.pl/maps/> (dostęp: 07.06.2020)

III. 2. Site of the pavilion in the design of Aleksandra Bator and a view of the extant state of the fence—drawing by the author, source: <https://www.google.pl/maps/> (accessed: 07.06.2020)

Obrobione filmy prezentujące koncepcje zostały również udostępnione na stronie LPSM pod adresem [http://lpsm.pk.edu.pl/?page\\_id=27](http://lpsm.pk.edu.pl/?page_id=27).

### 3. Realizacja badania

Zaprojektowane badanie zostało zrealizowane w okresie od czerwca 2019 do czerwca 2020 roku.

W roku akademickim 2018/2019 do pierwszych testów wytypowany został projekt p. Aleksandry Bator, który spełniał wszystkie łącznie nakreślone uwarunkowania (plansza 1a).

Jest to projekt pawilonu wielofunkcyjnego, który zlokalizowany miał być na terenie kampusu Wydziału Architektury PK, przy ul. Podchorążych 1. Projekt został przez autorkę zlokalizowany w południowej części działki w linii istniejącego ogrodzenia.

Z uwagi na fakt, że w miejscu lokalizacji pawilonu znajduje się ogrodzenie, a projekt posiadał w pełni przeszkloną fasadę południową podjęto decyzję o przeprowadzeniu testów aplikacji w bardziej dogodniej lokalizacji i wybrano położone nieopodal miejsce na terenie osiedla Zakątek. Rezultat prac zespołu LPSM został przedstawiony na planszy 1b.

W roku akademickim 2019/2020 wytypowano do badania cztery projekty, które spełniały określone wstępnie uwarunkowania. Autorkami projektów są: Magda Piech (plansza 2a), Kamila Pająk (plansza 3a), Karolina Pietrzakiewicz (plansza 4a) i Gabriela Głowacka (plansza 5a).

Podobnie jak w roku poprzednim treścią zadania projektowego był pawilon wielofunkcyjny zlokalizowany na terenie kampusu WA PK przy ul. Podchorążych 1, aczkolwiek tym razem w części tylnej. Z uwagi na treść zadania projektowego wskazana lokalizacja była jak najbardziej trafna, aczkolwiek w zakresie omawianych badań jej istotnym mankamentem była fizyczna obecność budynku gospodarczego zajmującego znaczną część działki.

We wszystkich prezentowanych projektach studenckich obiekt ten został rozebrany. Dokładna lokalizacja pawilonów nieco się różniła, ale w każdym projekcie lokalizacja ta przynajmniej częściowo kolidowała z obiektem istniejącym. W celu zwizualizowania pawilonów w możliwie

lected for the first tests as it met all of the conditions outlined above (sheet 1a).

It was a design of a mixed-use pavilion sited at the CUT Faculty of Architecture campus at 1 Podchorążych Street. The building was sited in the southern part of the plot, flush to the line of an existing fence.

Due to the fact that the site of the pavilion features a fence and the design sported a fully glazed southern facade, a decision was made to perform the test of the application in a more suitable location. An area located within the nearby Zakątek housing estate was selected.

The outcome of the work of the HEAL team has been presented on sheet 1b.

During the 2019/2020 academic year, four projects that met the initial requirements were chosen for the study. Their authors are: Magda Piech (sheet 2a), Kamila Pająk (sheet 3a), Karolina Pietrzakiewicz (sheet 4a) and Gabriela Głowacka (sheet 5a).

Similarly as during the previous year, the subject of the assignment was a mixed-use pavilion sited at the CUT FoA campus at 1 Podchorążych Street, but this time it was located towards the back of the site. Due to the content of the design assignment, the choice of site was justified, yet it had a major flaw from the perspective of this study as it featured the presence of an auxiliary building that occupies a significant part of its area.

All of the student projects intended for this building to be demolished. The exact siting of the pavilions differed slightly, but it clashed with the existing building in every case. In order to visualise the pavilions in a favourable manner, it was decided to perform a slight correction of the siting of the pavilions by moving them slightly to the west so that they would stand on a relatively extensive lawn.

The results of the work of the HEAL team have presented on sheets 2b–5b.

### 4. Conclusions

The study brought to light a number of methodological circumstances that should be accounted for during similar experiments in the future:



II. 3. lokalizacja pawilonu P. Aleksandry Bator zmodyfikowana w celu opracowania wizualizacji AR – rys. aut. za: <https://www.google.pl/maps/> (dostęp: 07.06.2020)

III. 3. Site of the pavilion designed by Aleksandra Bator, modified so as to prepare an AR visualisation—drawing by the author, source: <https://www.google.pl/maps/> (accessed: 07.06.2020)

korzystnym świetle zdecydowano się na dokonanie nieznacznej korekty położenia pawilonów w kierunku zachodnim, gdzie znajduje się względnie rozległy trawnik. Rezultaty prac zespołu LPSM zostały przedstawione są na planszach 2b-5b.

#### 4. Wnioski

Badanie ujawniło kilka okoliczności metodologicznych, które w przyszłości powinny być wzięte pod uwagę podczas realizacji tego rodzaju eksperymentów:

Testowane rozwiązanie wydaje się spełniać swoją rolę należycie w kontekście prezentacji projektów, w których nie zachodzi konieczność usuwania dużej ilości istniejących realnie obiektów. Dotyczy to zarówno istniejących budynków, jak i drzew, albo ogrodzeń. To w sposób

The solution that was tested appears to perform satisfactorily in its intended role in the context of presenting designs in which there is no need to remove a large portion of extant objects. This pertains both to existing buildings, trees and/or fences. This obviously limits the scope of the technology's use, but does not invalidate it.

The matter of the presence of a base in the 3D model is essential concerning the perception of the visual attractiveness of a design (This matter, initially considered to be insignificant by the authors, turned out to be particularly important in the case of siting buildings on an unappealing surface—e.g. the asphalt-covered courtyard of the CUT FoA building).

The study underscored an observation of an aesthetic character that appears particularly essential. In

II. 4. lokalizacja pawilonów studenckich w roku akad. 2019/2020 oraz istniejący tam budynek gospodarczy – rys. aut. za: <https://www.google.pl/maps/> (dostęp: 07.06.2020)

III. 4. The site of pavilions designed by students during the 2019/2020 academic year and the extant auxiliary building at the site—drawing by the author, source: <https://www.google.pl/maps/> (accessed: 07.06.2020)



oczywisty ogranicza zakres stosowania technologii, aczkolwiek nie wyklucza jej zupełnie.

Istotną dla odczucia atrakcyjności wizualnej projektu rolę odgrywa kwestia obecności podłoża w modelu 3D. (Kwestia ta pierwotnie uznana przez autorów za mało istotną okazuje się mieć duże znaczenie zwłaszcza w przypadku lokalizacji obiektów na mało atrakcyjnym wizualnie podłożu – jak na przykład asfaltowy dziedzińiec budynku WA PK)

Badanie uwydatniło, wydaje się, istotne spostrzeżenie o charakterze estetycznym. W opinii autorów rezultat estetyczny wizualizacji wygenerowanych w technologii AR wydaje się być gorszy od efektów, które można osiągnąć na planszach 2D. Przyczyny tego stanu rzeczy są dwojakie i odnoszą się do niedoskonałości medium, jakim jest testowana aplikacja, oraz do samej formy obiektów, przymierzanych dla konkretnej lokalizacji.

W obszarze jakości medium, jakim jest aplikacja należy rozróżnić dwie kwestie: jakość modelu 3D stanowiącego wsad dla aplikacji, oraz kwestie przynależne wyłącznie do aplikacji, takie jak na przykład sposób reprezentacji oświetlenia i jego dopasowanie do chwilowych warunków zewnętrznych. Zagadnienia te wymagają dalszych prac badawczych.

W obszarze formy obiektów przymierzanych dla lokalizacji, spostrzeżenie to wydaje się być szczególnie konstruktywne, bowiem uwydatnia elementarną prawdę o architekturze, która mówi, że żaden obiekt nie może być trafnie oceniany bez uwzględnienia prawdziwego kontekstu względem którego jest planowany. Intencjonalne bądź nieświadome podkoloryzowanie kontekstu daje na krótką metę atrakcyjne wizualnie rezultaty na wizualizacjach, ale skutkuje architektonicznym fiaskiem w sytuacji rzeczywistej realizacji obiektu. Technologia AR ma w tym kontekście szczególny potencjał do ujawniania nie tyle piękna, co prawdy o formie wizualnej architektury ze wszystkimi jej konsekwencjami.

W kontekście zrealizowanego badania wydaje się trafne przyjąć, że poszerzona rzeczywistość oferuje pożyteczne możliwości w obszarze edukacji studentów architektury. Pomimo faktu, że zarówno modele 3D jak i stopień oddania rzeczywistości w stosowanym rozwiązaniu programistycznym oddalone są od doskonałości, daje się zauważyć kilka istotnych korzyści w obcowaniu z projektami studenckimi w technologii AR:

Wizualizacja projektów w świecie rzeczywistym prowadzi do często zaskakujących i nieoczywistych spostrzeżeń, które wydają się trudno dostępne w przypadku stosowania klasycznych technik prezentacyjnych. Spostrzeżenia te mogą z jednej strony ujawniać niedoskonałości projektu w relacji z otoczeniem, a z drugiej strony stanowić inspirację dla jego korekty.

Osadzenie projektu w skali rzeczywistej unaocznia studentom fizyczny rozmiar projektowanej przez nich architektury. Wydaje się to istotne zwłaszcza w kontekście studentów 1 roku, którzy z racji znajdowania się na samym początku swojej edukacji bardzo rzadko posiadają wyrobione wyzucie rozmiarów fizycznych rzeczy projektowanej.

the opinion of the authors, the aesthetic result of AR-generated visualisations appears to be worse than the effects that can be achieved using 2D sheets. The reasons for this are twofold and are rooted in the imperfection of the application that was tested and the form of the buildings that were sited at this specific location.

Concerning the quality of the medium that is the application, there are two distinct notions: the quality of the 3D model that is fed into the application, and the issues pertaining to the application itself, such as how it displays lighting and adapts it to external on-site conditions. These matters require further study.

In terms of the form of the buildings that were fitted to the site, the observation appears to be particularly constructive, as it underscores a fundamental truth of architecture, which states that no building can be accurately judged without accounting for the actual context for which it is designed. The intentional or unconscious embellishment of the context results in attractive visual results on visualisations over the short term, but leads to an architectural fiasco during the actual construction of the building. AR technology offers an exceptional potential to reveal not only the beauty, but also the truth about architecture's visual forms and all of its consequences.

In the context of the study, it appears justified to assume that augmented reality offers useful possibilities in terms of teaching architecture students. Despite the fact that both the 3D models and the degree to which they represent reality in the programming solution in question were far from perfect, several essential benefits of experiencing student designs using AR technology can be observed:

Visualising designs in the real world often leads to surprising and unobvious observations that appear to be inaccessible in the case of applying classical presentation techniques. These observations can reveal the imperfections of a design in terms of its relationship with its surroundings, but can also constitute an inspiration to correct it.

Framing a design in a real-world scale reveals to the students the actual size of the architecture they design. This appears essential particularly in the context of first-year students, who, due to being at the very start of their education, rarely possess an awareness of the actual physical dimensions of what they design.

Observing architecture using AR is dynamic. Due to the fact that the virtual model is affixed to the terrain, it is possible to observe it from every angle, if physical conditions permit this. When compared to the observation of static visualisations, it appears to be more beneficial due to the fact that observation performed from an infinite number of possible angles offers a greater observation potential than observing the design on a limited number of visualisations.

Obserwacja architektury w technologii AR ma charakter dynamiczny. Z racji tego, że model wirtualny jest na sztywno przypięty do terenu możliwa jest obserwacja obiektu ze wszystkich jego stron, o ile oczywiście uwarunkowania fizyczne terenu na to pozwalają. W porównaniu do obserwacji statycznych wizualizacji, wydaje się to być korzystne chociażby z uwagi na fakt, że obserwacja dokonywana z nieskończenie wielu punktów oferuje więcej spostrzeżeń niż obserwacja realizowana na ograniczonej liczbie wizualizacji.

Osadzenie projektu o rzeczywistej wielkości w terenie daje unikalną możliwość wejścia do jego wnętrza. Możliwość ta jest oczywiście ograniczona wyłącznie do strefy parteru, a i to pod warunkiem, że jest ona zaprojektowana na poziomie zbliżonym do powierzchni fizycznej terenu na którym realizowana jest obserwacja. Pomimo tych ograniczeń perspektywa wejścia przez drzwi główne zaprojektowanego obiektu i spojrzenia przez wirtualne okna na rzeczywisty i żywy, a zatem zmieniający się obraz otoczenia wydaje się okolicznością wszelako korzystną z edukacyjnego punktu widzenia. Z jednej strony umożliwia to konfrontację z wielkością, już nie bryły, a wnętrza przestrzeni parteru, a z drugiej strony daje możliwość niemal namacalnego sprawdzenia jakości widoków oferowanych przez projektowane w obiekcie okna.

W kontekście potencjalnych zastosowań w obszarze edukacji zasadne jest pytanie, czy prezentowana technologia może zastąpić klasyczne techniki prezentacji projektów. W opinii autorów odpowiedź brzmi przecząco, za sprawą przyczyny, która sama w sobie powinna stać się załącznikiem do dyskusji wykraczającej poza ramy tego artykułu. Klasyczne techniki prezentacji projektów w postaci plansz i opisów umożliwiają wyrażenie „idei” projektu w sposób syntetyczny, czy to w postaci szkiców, schematów, czy opisów. Ewaluacja projektu jest zatem w tym przypadku oceną zarówno idei, jak i rezultatu. Jest to jednakże ewaluacja „architektoniczna”, w rozumieniu takim, że jeden architekt kryteriami architektonicznymi ocenia pracę innego architekta (w tym przypadku studenta).

Technologia AR stosowana jako wyłączna technika prezentacyjna odcina recenzenta projektu od możliwości wglądu w jej teoretyczne podstawy, konfrontując go z enigmatyczną bryłą, która daje się odczytać zawsze tylko do pewnego stopnia. Doświadczenie to wydaje się być znacznie bliższe życiu codziennemu i sytuacji percepcji architektury przez użytkownika nieobarczonego wiedzą teoretyczną o niej. Doświadczenie to konfrontuje zatem odbiorcę nie tyle z ideą, co z formą wizualną i wyłącznie ta, pozbawiona teoretycznego uzasadnienia forma, obecna w danym miejscu, staje się przedmiotem oceny. Spostrzeżenie to wydaje się być inspirujące dla rozważań na temat edukacji początkujących architektów, a sama technologia w takim kontekście wydaje się mieć potencjał dla wypracowania w przyszłości takich metod ewaluacji projektów, które przybliżą percepcję recenzenta do zwykłych użytkowników.

Wszystkie przedstawione projekty studenckie zostały opracowane w ramach zajęć prowadzonych przez zespół: dr inż. arch. Magdalena Jagiełło-Kowalczyk, prof.

Placing a life-sized building on its site provides a unique opportunity to enter it. This is of course limited solely to the ground floor and only under the condition that it has been designed at a level close to the physical surface of the terrain from which it is observed. Despite these limitations, the perspective of entering through the main door of the building under design and looking through its virtual windows at the actual, living and therefore changing image of its surroundings appears to be a definitively favourable circumstance from an educational point of view. On the one hand, it enables us to confront the size of not only the massing, but also the internal space of the ground floor, while also providing the ability to almost tangibly verify the quality of views offered by the windows designed in the building on the other.

In the context of potential application in the field of education, it is justified to ask whether the technology in question can replace classical design presentation techniques. In the opinion of the authors, the answer to this question is negative due to a reason that should be the subject of a discussion extending beyond the framework of this paper in itself. Classical design presentation techniques in the form of sheets and text enable us to imagine the ‘idea’ of a design in a synthetic manner, whether in the form of sketches, schemes or oral descriptions. The evaluation of a design is in this case an assessment of both the idea and the result. However, it is an ‘architectural’ evaluation, understood as one architect assessing the work of another architect (in this case a student) using architectural criteria.

AR technology, used as the sole presentation technique, cuts off a design’s reviewer from potential insight into its theoretical basis, confronting them with an enigmatic massing that can only be read to a certain degree. This experience appears to be much closer to everyday life and the situation in which the user, who does not possess theoretical knowledge about architecture, observes it. This experience confronts the viewer not only with the idea, but with the visual form and it is this form, devoid of theoretical justification, present at a given site, that becomes the subject of assessment. This observation appears inspiring in the context of discussing the subject of teaching beginner architects, and the technology itself appears to have potential for the development of methods of design evaluation that can bring the reviewer’s perception closer to that of ordinary users.

All of the presented student projects were prepared for modules taught by: dr inż. arch. Magdalena Jagiełło-Kowalczyk, prof. PK, dr inż. arch. Wojciech Sumlet, mgr inż. arch. Małgorzata Petelenz, mgr inż. arch. Agnieszka Żabicka.

The presented frames from AR videos were prepared as a part of research and development conducted by employees of the CUT FoA HEAL (dr inż. arch. Wojciech Sumlet under the supervision of dr



PK, dr inż. arch. Wojciech Sumlet, mgr inż. arch. Małgorzata Petelenz, mgr inż. arch. Agnieszka Żabicka.

Prezentowane kadry z filmów AR zostały wykonane w ramach prac badawczo-rozwojowych przez pracowników LPSM WA PK (dr inż. arch. Wojciech Sumlet pod opieką dr inż. arch. Patrycji Haupt, prof. PK) we współpracy z mgr inż. arch. Maciej Pitek, oraz mgr Tomasz Kielski (HSA Architektura).

Wizualizacje zostały zarejestrowane również w postaci filmów, które udostępniane zostały autorom prac oraz na stronie LPSM (<http://lpsm.pk.edu.pl/>).

Filmy były nagrywane telefonem Samsung Galaxy S8 w dniu 24.06.2019r. oraz w dniach 15-23.06.2020r.

#### LITERATURA

- [1] Sumlet, W., Dydak M., 2018, Technologia AR w urbanistyce i architekturze – omówienie metod i potencjału dla prezentacji koncepcji architektonicznej w środowisku rozszerzonej rzeczywistości, *Środowisko Mieszkaniowe*, 25, s. 49-59
- [2] Huang W., Sun M., Li S., 2016, A 3D GIS-based interactive registration mechanism for outdoor augmented reality system, *Expert Systems With Applications*, 55, s. 48-58
- [3] Gajewski P., 2001, *Zapisy myśli o przestrzeni*, Kraków, wyd. Politechniki Krakowskiej
- [4] Seruga W., 2015, Szkoła nauczania projektowania architektoniczno-urbanistycznego. Kompozycja przestrzenna jednorodzinnych domów wolnostojących, *Środowisko Mieszkaniowe*, 15, s. 186-229
- [5] Cieplucha W., 2017, Rola cyfrowych narzędzi w projektowaniu architektury, *Środowisko Mieszkaniowe*, 19, s. 63-73
- [6] Broniewicz P., 2017, Rola aplikacji mobilnych w kształtowaniu współczesnego miasta, *Środowisko Mieszkaniowe*, 19, s. 105-114
- [7] Jagiełło-Kowalczyk M., 2017, Zintegrowane projektowanie zrównoważone, *Środowisko Mieszkaniowe*, 19, s. 180-191

#### ŹRÓDŁA ELEKTRONICZNE

- [8] <https://www.canterbury.ac.nz/hitlab/research/> (dostęp 10.06.2020)
- [9] <https://www.hw.ac.uk/news/articles/2015/augmented-reality-urban-planning-app-in.htm> (dostęp 10.06.2020)

inż. arch. Patrycja Haupt, prof. PK) in cooperation with mgr inż. arch. Maciej Pitek, and mgr Tomasz Kielski (HSA Architektura). The visualisations were also recorded in video form, and have been made available to the project authors and on the HEAL website (<http://lpsm.pk.edu.pl/>).

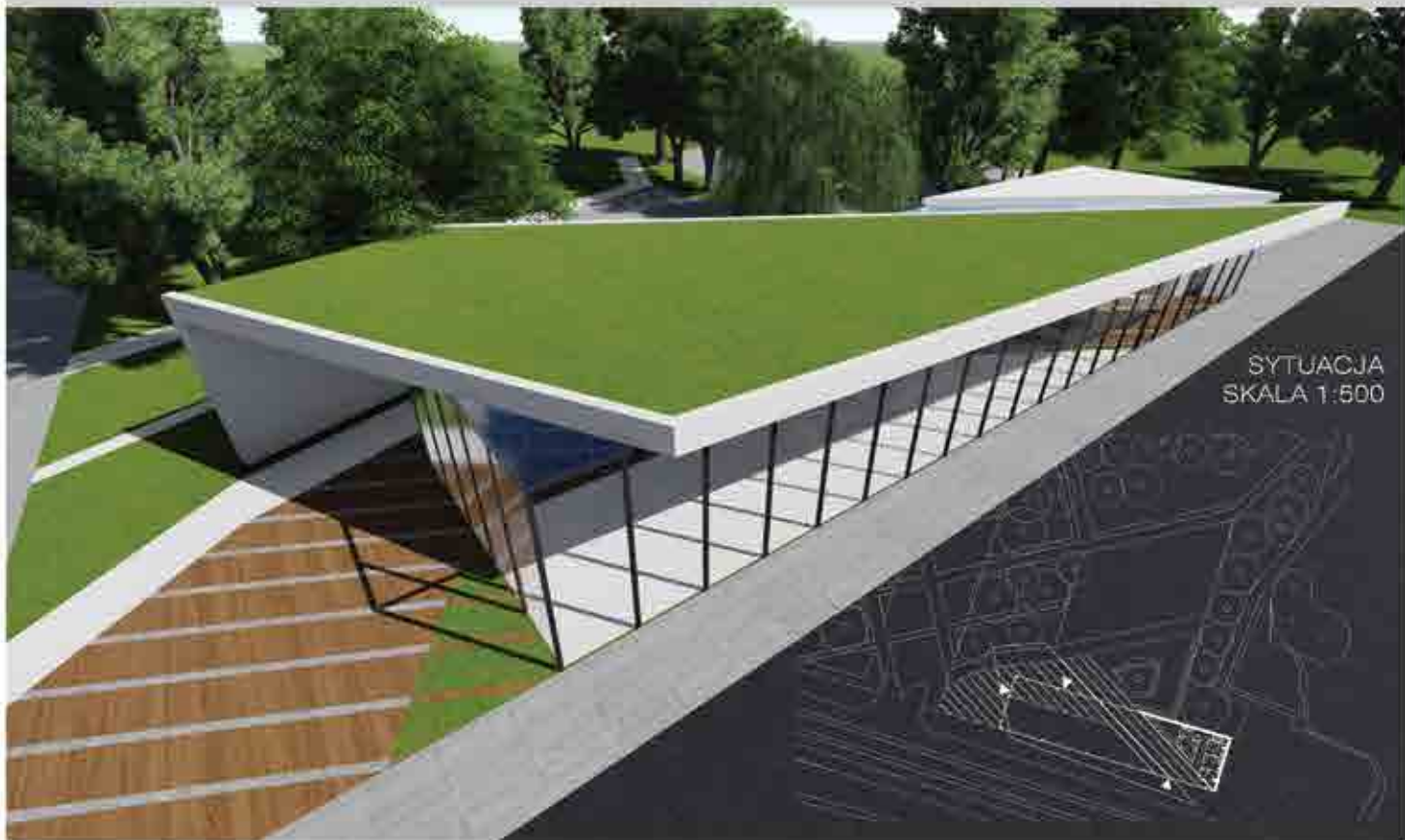
The videos were recorded using a Samsung Galaxy S8 smartphone on 24.06.2019 and between 15–23.06.2020.

#### REFERENCES

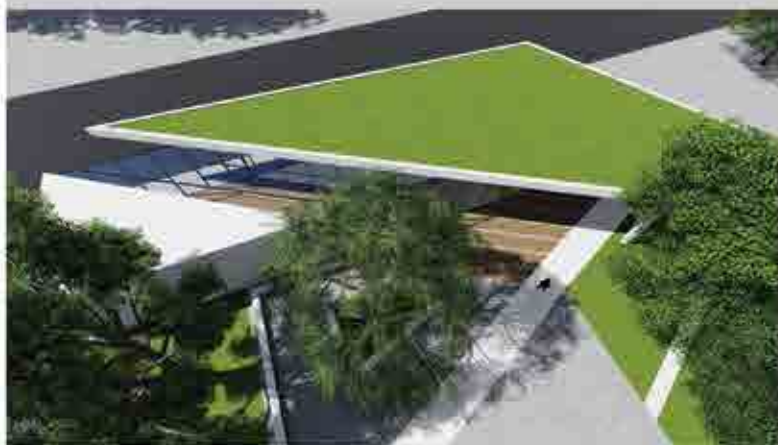
- [1] Sumlet, W., Dydak M., 2018, Technologia AR w urbanistyce i architekturze – omówienie metod i potencjału dla prezentacji koncepcji architektonicznej w środowisku rozszerzonej rzeczywistości, *Środowisko Mieszkaniowe*, 25, p. 49–59
- [2] Huang W., Sun M., Li S., 2016, A 3D GIS-based interactive registration mechanism for outdoor augmented reality system, *Expert Systems With Applications*, 55, p. 48–58
- [3] Gajewski P., 2001, *Zapisy myśli o przestrzeni*, Kraków, wyd. Politechniki Krakowskiej
- [4] Seruga W., 2015, Szkoła nauczania projektowania architektoniczno-urbanistycznego. Kompozycja przestrzenna jednorodzinnych domów wolnostojących, *Środowisko Mieszkaniowe*, 15, p. 186–229
- [5] Cieplucha W., 2017, Rola cyfrowych narzędzi w projektowaniu architektury, *Środowisko Mieszkaniowe*, 19, p. 63–73
- [6] Broniewicz P., 2017, Rola aplikacji mobilnych w kształtowaniu współczesnego miasta, *Środowisko Mieszkaniowe*, 19, p. 105–114
- [7] Jagiełło-Kowalczyk M., 2017, Zintegrowane projektowanie zrównoważone, *Środowisko Mieszkaniowe*, 19, p. 180–191

#### ONLINE SOURCES

- [8] [<https://www.canterbury.ac.nz/hitlab/research/>] (accessed 10.06.2020)
- [9] [<https://www.hw.ac.uk/news/articles/2015/augmented-reality-urban-planning-app-in.htm>] (accessed 10.06.2020)



SYTUACJA  
SKALA 1:500



## RZĄDZANIE ZRÓWNOWAŻONE

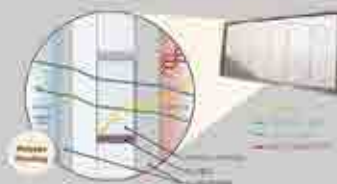
Celem projektu jest wypracowanie zrównoważonego rozwiązania architektonicznego, które uwzględni wszystkie aspekty zrównoważonego rozwoju, w tym: ekologiczny, ekonomiczny i społeczny. W ramach projektu wypracowano koncepcję zrównoważonego rozwiązania architektonicznego, które uwzględni wszystkie aspekty zrównoważonego rozwoju, w tym: ekologiczny, ekonomiczny i społeczny.

## STRÓPIODACH ZIELONY



- 1) roślinność
- 2) substrat ziemny
- 3) włókna filtrująca
- 4) warstwa drenażowa
- 5) tkanina ochronna
- 6) bariera korzeniowa
- 7) izolacja
- 8) membrana uszczelniająca
- 9) dach

## OKNA FOTOWOLTAJCZNE



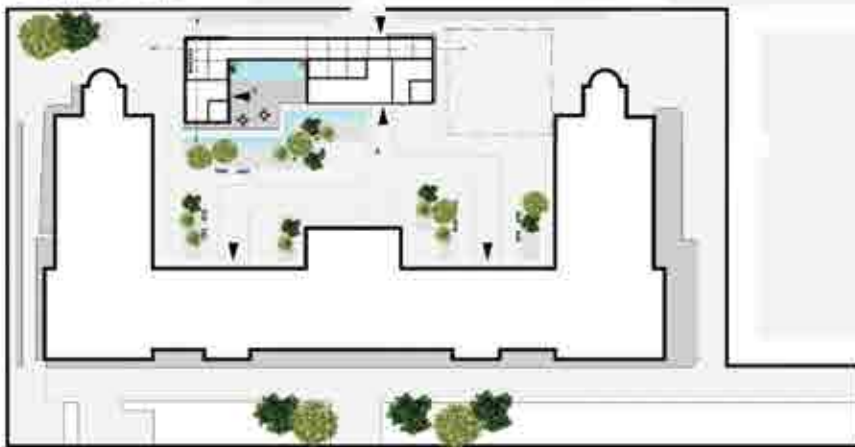
## WYKORZYSTANIE DREWNA Z GÓRYSKU





# PRZYSTAŃ MIEJSKA

SYTUACJA 1:500

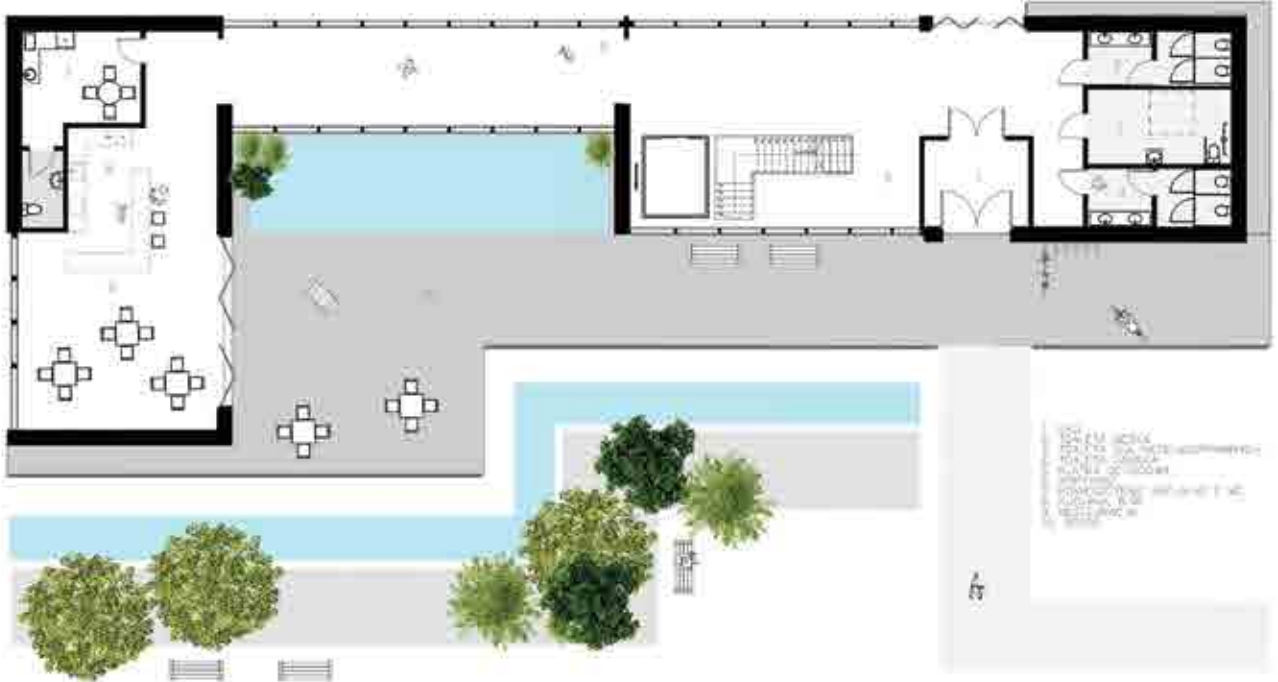


NA TERENIE  
WYDZIAŁU ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ



- WYKONANIE: 2014
- ARCHITEKTURA: 2014
- SCEN
- WYKONANIE: 2014
- WYKONANIE: 2014

RZUT PARTERU 1:100



- WYKONANIE: 2014
- ARCHITEKTURA: 2014
- SCEN
- WYKONANIE: 2014
- WYKONANIE: 2014





# PROJEKT WNĘTRZA PAWILONU OGRODU SPOŁECZNEGO

PRZEKRÓJ BB, SKALA 1:50







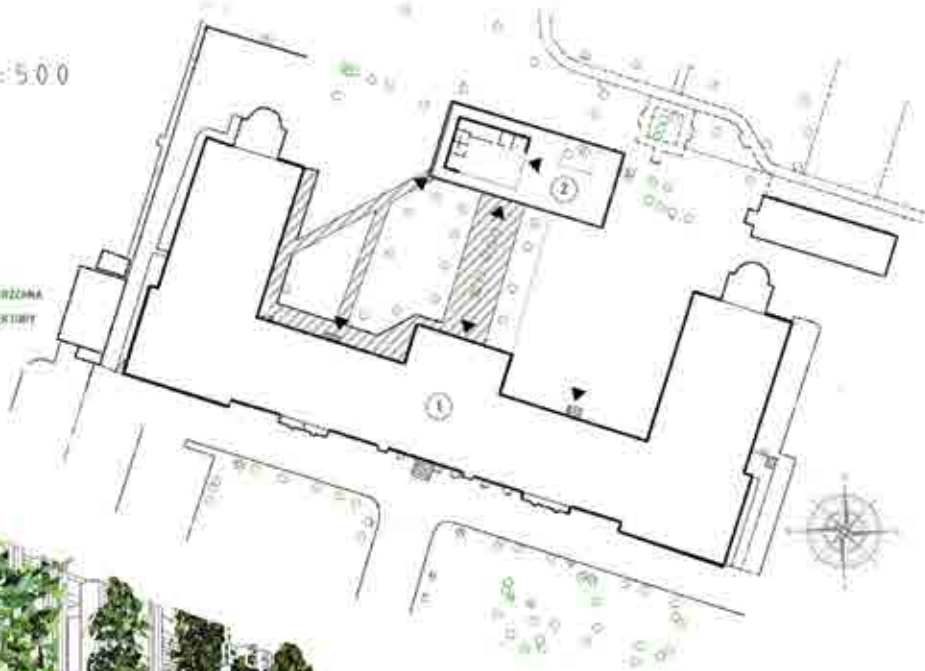




SYTUACJA 1:500

LEGENDA

- ▼ OSIĘŃ
- ŚRODNI
- ▨ OGRÓDNI / UTMARZONA KAMERZONA
- ⊙ INNYMI WYDZIAŁU ARCHITEKTURY
- ⊙ PAVILION WYSTAWOWY



ELEMENTY PROJEKTOWANIA ZRÓWNOWAZONEGO

DREWNO Z OZYSKU

WPIĘĆ DWÓJAKO EKOLOGICZNO ASPIRATY TAKIE DREWNO MAŁY  
ELEMENTY WYKONANY CAŁKOWICIE

ROŚLINNOŚĆ JAKO OCHRONA PRZED SŁOŃCEM

ZAPYMA O WYDOLNI ODOBNI PRZED SŁOŃCEM  
W LEWY BOKU, ŻÓŁCENI TENA I DYMIZJA REGULOWANE ODPYRNO

OKNA FOTOWOLTAICZNE

ODWAGA WNIĘTY PRZED KAMERZONĄ KOLEKTOROWY  
OKRĄGŁYMI WYDOLNI PRZED SŁOŃCEM ODOBNI WYDOLNI

PERSPEKTYWA  
WIDOK Z PRZODU



