

AKADEMIA SZTUK PIĘKNYCH W GDAŃSKU

**WIRTUALNA REKONSTRUKCJA ZESPOŁU
KLASZTORNEGO OO. KARMELITÓW
BOSYCH W ZAGÓRZU**

PRACA DOKTORSKA
MGR SZTUKI MIKOŁAJ LUBCZYŃSKI

PROMOTOR
PROF. DR HAB. REMIGIUSZ GROCHAL

GDAŃSK 2023

SPIS TREŚCI

WSTĘP	5
ROZDZIAŁ PIERWSZY. WIRTUALNA RZECZYWISTOŚĆ	9
ROZDZIAŁ DRUGI. ARCHITEKT WIRTUALNEJ RZECZYWISTOŚCI	27
ROZDZIAŁ TRZECI. SZTUKA WIRTUALNEJ RZECZYWISTOŚCI	45
ROZDZIAŁ CZWARTY. HISTORIA KLASZTORU	61
ROZDZIAŁ PIĄTY. ARCHITEKTURA KLASZTORU	71
ROZDZIAŁ SZÓSTY. TWORZENIE ŚWIATÓW WIRTUALNYCH	89
ROZDZIAŁ SIÓDMY. WIRTUALNA REKONSTRUKCJA	99
ROZDZIAŁ ÓSMY. ZAKOŃCZENIE	115
ROZDZIAŁ DZIEWIĄTY. DOKUMENTACJA	119
BIBLIOGRAFIA	183
NETOGRAFIA	187
SPIS ILUSTRACJI	189
SPIS ŹRÓDEŁ ILUSTRACJI	193

The mass culture of childhood right now is astonishingly technical. Little kids know their Unix path punctuation so they can get around the Web, and they know their HTML and stuff. It's pretty shocking to me. - Jaron Lanier

Trudno nie zgodzić się ze słowami amerykańskiego futurologa, informatyka i twórcy terminu *wirtualna rzeczywistość*, iż patrząc na młode pokolenie, można zauważyć coraz silniejsze uzależnienie od wirtualności, cyberprzestrzeni. Nie dotyczy to nawet nadmiernego przebywania tylko „w niej”, choć taki problem daje się zauważyć od ponad dziesięciu lat – jak chociażby intensywne wykorzystanie internetu oraz urządzeń do komunikacji na co dzień. Młodzież łatwiej „wchodzi” w świat wirtualny niż żyje w realnym, szybko pojmuje zasady interakcji w grach, na stronach internetowych i nie boi się eksperymentować. Trudno przewidzieć, jak tak intensywne oddziaływanie wpłynie – pozytywnie czy negatywnie – na tę populację, ale jestem niemal pewien, że otwiera się nowy etap w rozwoju możliwości kreacji artystycznych przejawiających się w łączeniu rzeczywistości z metawersem. Łączenie takie daje możliwość funkcjonowania w dwóch rzeczywistościach: w *realnej*, w której żyjemy od urodzenia i postępujemy według znanych nam zasad społecznych, i *wirtualnej*, gdzie możemy istnieć według wyimaginowanego

schematu. Wszystkie ograniczenia pojawiające się w świecie wirtualnym będą narzucone przez twórców tej przestrzeni. Jednak już dziś możliwa jest interakcja w metaświecie na tyle swobodna, że możemy powtórzyć prawie wszystko to, co robimy w „realu”. Każda nowa wersja oprogramowania perspektywy te poszerza.

W prezentowanej pracy chciałbym przybliżyć możliwości, jakie daje wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości – te, które już istnieją, oraz na przykładzie wirtualnej rekonstrukcji klasztoru zademonstrować ich zastosowanie w obszarze dyscypliny sztuki plastycznej i konserwacja dzieł sztuki. Można tworzyć narzędzia wspierające projektowanie w konkretnych zadaniach oraz poszerzać możliwości interakcji, chociażby w zakresie poznawczym czy edukacyjnym. W ostatnich latach dało się zaobserwować wyodrębnienie zawodu *architekta wirtualnej rzeczywistości*, który tworzy nieznane, wirtualne światy o prawidłowej strukturze, wizualnie i emocjonalnie dopasowanej do potrzeb percepcyjnych odbiorcy, z zaprojektowaną intuicyjną interakcją, płynnie łączącą się z rzeczywistością.

Temat badawczy to wirtualna rzeczywistość – ogromny niezgłębiony obszar, do którego mamy na razie bardzo ograniczony wgląd. Choć w pewnej interpretacji wirtualnej rzeczywistości przyjmuje się ją jako internet, w rzeczywistości jej potencjał jest znacznie większy. O prawidłowości takiej interpretacji oraz potencjale wirtualności można przeczytać w pierwszych rozdziałach tej pracy. Postaram się odpowiedzieć na następujące pytania w kontekście wirtualnej rzeczywistości: Czy wirtualna rzeczywistość jest elementem czy narzędziem sztuki albo jej przyszłością? Czy możemy pokazać dzieło sztuki komuś, kto znajduje się tysiące kilometrów od nas? A jeśli chcemy cofnąć się w czasie i zobaczyć, jak żyli nasi przodkowie, albo pokazać przestrzeń, która dopiero powstanie – czy jest to możliwe?

Projektem badawczy jest wirtualna rekonstrukcja warowni, która 200 lat stoi w ruinie. Temat okazał się wyjątkowo skomplikowany i wiązał się z wieloma trudnościami – nie tylko

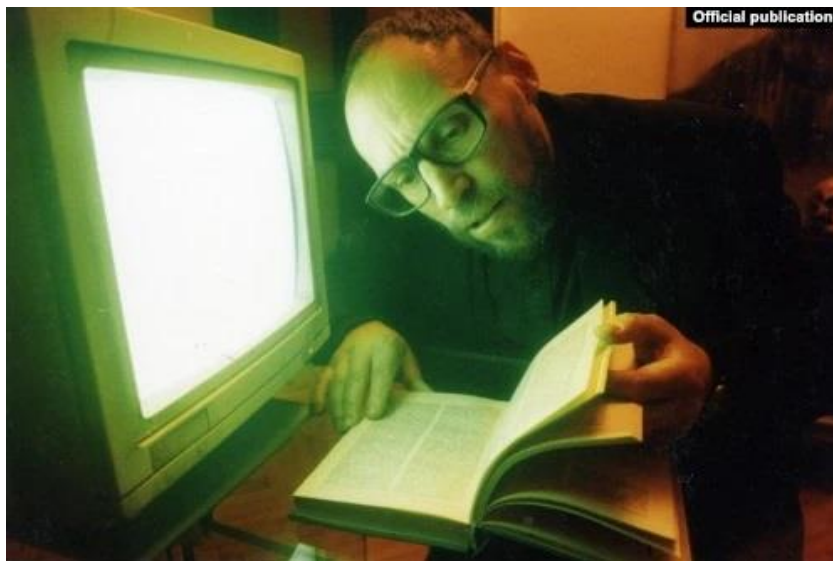
teoretycznymi, lecz także problemami technicznymi. Zachowało się bardzo mało informacji o wyglądzie zespołu klasztornego, jego cechach, codziennym funkcjonowaniu. Aby je znaleźć, musiałem przestudiować wiele źródeł w postaci archiwaliów - artykułów i książek, nie zawsze związanych bezpośrednio z obiektem. Porównywałem inne klasztory z okresu powstania Karmelu, znajdujące się w Polsce i na terenach Kresów Wschodnich. Podejmowałem próby odtwarzania budynków czasem z jedyne zdjęcia części ściany. Tymczasem od strony praktycznej, ze względu na sposób prezentacji, rekonstrukcja stała się wyzwaniem dla mojej cierpliwości z powodu konieczności podjęcia wielu niezbędnych działań i użycia różnych programów. Jest to, prawdopodobnie, pierwsza w Polsce rekonstrukcja prezentowana nie tylko na komputerze w postaci filmu lub gry, lecz także w okularach wirtualnej rzeczywistości, z otwartą interaktywnością. To także najdokładniejsza rekonstrukcja tego obiektu.

ROZDZIAŁ PIERWSZY WIRTUALNA RZECZYWISTOŚĆ

Kubek herbaty... szklany... z porcelany... z namalowanym regionalnym wzorem sztuki ludowej czy zrobiony z materiału, który pod wpływem ciepłego płynu zmienia swój kolor. A może ten obiekt w ogóle nie jest kubkiem, lecz przedmiotem z wosku podobnym do garnuszka, z którego trudno napić się tak lubianej przez większość ludzi kawy. Każdy w swoim czasie rozmyślał lub jeszcze będzie rozważał kwestię istnienia w rzeczywistości - przestrzeni, która nas otacza, przedmiotów - na ile są realne. Na ten temat powstało bardzo dużo filmów, książek, piosenek, obrazów, opowieści. I w każdym dziele zawiera się próba wytłumaczenia w swojej interpretacji, wyjaśnienia na swój sposób, jak jest, i - czy może tak faktycznie być.

Z drugiej strony mając pewność rzeczywistości tego, co widzimy, ludzkość na przestrzeni całego istnienia próbuje tworzyć sztuczny, wymyślony „magiczny świat”, który umożliwia realizację najbardziej odważnych zamysłów. Od dawien dawna opowiadano dzieciom bajki o latającym dywanie, wrózkach, które za pomocą różdżki zmieniają tamtejszą rzeczywistość, czy też o dżinach spełniających życzenia. Ludzka wyobraźnia tworzyła niepojęte obrazy, które do niedawna odbierano jako cud. Jednak wraz z rozwojem technologii wiele bajek zaczęło funkcjonować w rzeczywistości. Nikogo już nie dziwi, że w każdym momencie z dowolnego miejsca na Ziemi można zadzwonić np. do rodziców

i rozmawiać z nimi, jednocześnie ich widząc; że można ubrać okulary 3D i „przenieść się” do wymyślonej przez kolegę przestrzeni, nieistniejącej w rzeczywistości, z własnymi zasadami fizyki lub - w wirtualnej grze zaprojektować i wybudować dom marzeń z ogrodem i basenem.



il. 1. Komputer w rodzinie

Ale to teraz. Do niedawna mieliśmy inne podejście do wirtualności (wirtualność to nie to samo co rzeczywistość wirtualna. O różnicy między tymi pojęciami napisałem w dalszej części pracy). W 1994 roku Dmitriy Prigov w ramach swojej wystawy przedstawił zdjęcie „Komputer w rodzinie rosyjskiej”, na którym widnieje osoba czytająca książkę przy świetle z ekranu. Podobnie jak w prezentowanym dziele wiele osób patrzyło na nową technologię: z niezrozumieniem i niechęcią, ale było też dużo takich, którzy pragnęli wypróbować dziwne urządzenie. Z powodu braku możliwości finansowych lub ze względu na politykę państwa, w którym mieszkano, nie zawsze było to możliwe. Od tamtego czasu mnóstwo się zmieniło. Internet, telefony komórkowe, gry

10

komputerowe, fotografia cyfrowa, filmy stały się codziennością każdego z nas. Przyczyny tego to nie tylko udogodnienia w wykonywaniu codziennych czynności i rozwój nauki, lecz także otwarcie przez technologie komputerowe nowych możliwości zaspokojenia potrzeb ludzkiej psychiki, wywołanych przebicciem się za granice rzeczywistości. A taką sposobność miała i ma sztuka.¹

Pojęcie wirtualna rzeczywistość (z łączenia dwóch pojęć: łac. *virtualis* – możliwy; ang. *virtual* – prawdziwy, faktyczny) zaczęto szeroko wykorzystywać w nauce i kulturze w latach 80. XX wieku jako określenie specyficznej przestrzeni tworzonej za pomocą grafiki komputerowej. W innych źródłach opisane jest przekształcenie pojęcia „wirtualności” w nazwę „wirtualna rzeczywistość” w średniowiecznej Europie, gdy średniowieczny logik Duns Skott nadał terminowi znaczenia, wykorzystywane później powszechnie: łacińskie *virtus* było głównym elementem jego teorii. Terminu tego Skott używał, aby zniwelować przepaść pomiędzy formalnie jedyną rzeczywistością a naszym chaotycznym i nieuporządkowanym doświadczeniem, odbiorem. Stwierdzał, że pojęcie rzeczy mieści w sobie atrybuty badawcze – nie formalnie, a wirtualnie, i w celu zrozumienia właściwości obiektu potrzebujemy zagłębić się w nasze doświadczenie, bo sama rzecz w swoim istnieniu ma już wiele empirycznych cech, lecz wirtualnie. W przeciwnym przypadku cechy te byłyby rozproszone i nie należały do tego konkretnego przedmiotu.

Pierwsze wspomnienia o wirtualności pochodzą z lat 60. XX wieku. Idea wirtualnej rzeczywistości została zapoczątkowana przez Martona Helliga, amerykańskiego artystę, który w 1960 roku skonstruował pewnego rodzaju kapsułę, w której widz mógł oglądać panoramicznie ustawione ekrany mające upodobnić świat przedstawiony na monitorze do świata realnego.

¹ V.V. Bychkov, N.B. Mankovskaya, *Wirtualna rzeczywistość jako fenomen współczesnej sztuki*, Instytut Filozofii Rosyjskiej Akademii Nauk, https://iphras.ru/elib/Est2_2.html (dostęp: 10.2022).

Tak skonstruowana 'Sensorama' spełniała podstawowy postulat wirtualności – techniczną falsyfikację rzeczywistości.² Źródła opisują eksperymentalny teatr jako obiekt, który wpływa na wszystkie receptory człowieka. Zapach, szum, dym, wibracje, imitacja powiewu wiatru – te wszystkie działania były elementami filmu – teatru podróży. Choć obiekt zrobił duże wrażenie swoimi możliwościami, pozostał jednak – jako eksperymentalna jednostka – niemalże w jedynym egzemplarzu (inne źródła jako rok powstania kapsuły podają 1956 lub 1957).

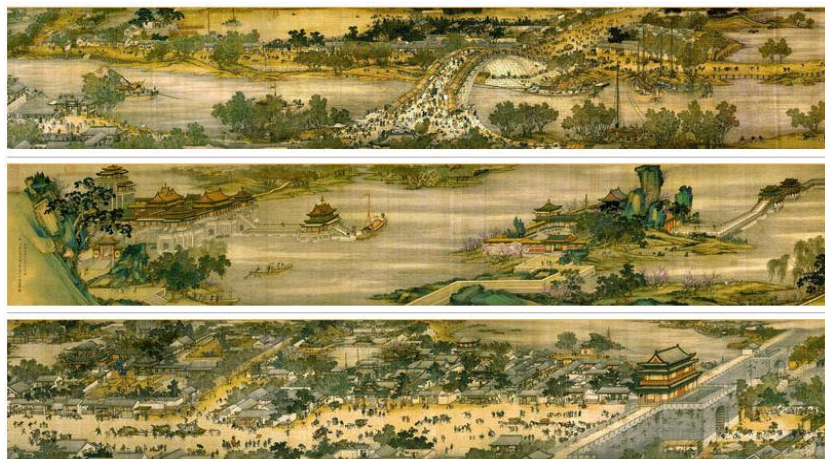


il. 2. Reklama Sensoramy

Podejmowano bardzo dużo prób skonstruowania urządzeń imitacji, dzięki którym człowiek mógł uzyskać odczucie pseudorealności, sztucznie wytworzonej przestrzeni. W wielu

² R. Konik, *Wirtualność jako rehabilitacja iluzji*, Diametros, Instytut Filozofii Uniwersytetu Jagiellońskiego, 2009.

opisach można zauważyć, że są to dosyć podobne do siebie urządzenia technologiczne z różnym wkładem finansowym w ich realizację, z niezwykle ciekawą koncepcją początkową. Jeszcze w 1929 roku był skonstruowany 'Link Trainer' - urządzenie do treningów pilotów zaprojektowane przez Edwarda Linka. Symulator lotów, którego oryginalny model wykorzystywał ruchomy obraz i pneumatyczne przekładnie, poprzedził wynalezienie komputera. Powszechnie używano go do bezpiecznej nauki pilotów armii amerykańskiej podczas wojny. Cofając się po linii czasu jeszcze bardziej w przeszłość, możemy zatrzymać się w roku 1838, gdy angielski fizyk sir Charles Wheatstone zbudował stereoskop - aparat do oglądania obrazków przestrzennych, swoim kształtem przypominający współczesne okulary VR. Sposób jego działania jest wykorzystywany nadal, np. w Google Cardboard lub w tanich okularach udających VR dla telefonów komórkowych. A jeszcze w XII wieku - aby wywołać uczucie bycia w innej przestrzeni - chiński malarz Zhang Zeduan wykonał dzieło „Widok wzdłuż rzeki podczas święta Qingming”. To panorama, która dzięki swoim proporcjom wypełnia całą widzialną przestrzeń wokół obserwatora.



il. 3. Detale panoramy

Odwróćmy się na osi czasu i powróćmy do lat 60. XX wieku. W 1964 roku w Krakowie została wydana książka polskiego filozofa, pisarza, futurologa Stanisława Lema pod tytułem „*Summa technologiae*”, w której cały rozdział poświęcono *fantomologii*. Obecnie pojęcie to funkcjonuje pod nazwą rzeczywistość wirtualna.³ Według Lema *fantomologia* to obszar wiedzy rozwiązujący problem: „jak stwarzać rzeczywistości dla bytujących w nich istot rozumnych, w żaden sposób nieodróżnialne od normalnej rzeczywistości, ale podległe odmiennym niż ona prawom?... Fantomatyka oznacza bowiem utworzenie połączeń dwukierunkowych między ‘sztuczną rzeczywistością’ a jej odbiorcą. Innymi słowy, fantomatyka jest sztuką ze sprzężeniem zwrotnym... Fantomatyka oznacza stworzenie sytuacji, w której żadnych ‘wyjść’ ze świata stworzonej fikcji w świat realny nie ma.”⁴ Opis fantomatyki Stanisława Lema można traktować jako pierwsze sformułowania, charakterystykę współczesnego rozumienia wirtualnej rzeczywistości.

Wirtualną rzeczywistość rozumiemy jako skomplikowany, zaprojektowany system, tworzony za pomocą środków elektronicznej technologii komputerowej. Imitujący unikatowy, możliwie naśladowujący rzeczywistość świat, przekazywany odbiorcy przez jego zmysły: wzrok, słuch, węch, smak, dotyk. Intencją funkcjonowania wirtualnej rzeczywistości jest przeniesienie odbiorcy, wyposażonego w specjalne urządzenia, za pomocą wszelakich sensorów do cyberprzestrzeni wirtualnego świata. Tworzy się elektroniczną kopię odbiorcy, która może mieć cechy wyglądu inne niż odbiorca (gracz) oraz może być zaprojektowana przez użytkownika lub narzucona przez program komputerowy z możliwością zmiany swoich cech lub nie. Kierowana przez nas postać umożliwia interakcję pomiędzy postaciami innych graczy, czyli wirtualnymi fantomami

³ https://pl.wikipedia.org/wiki/Stanis%C5%82aw_Lem (dostęp: 10.2022).

⁴ S. Lem, *Summa Technologiae*, Wydawnictwo Literackie, Kraków 1964, s. 151.

zaprogramowanymi przez twórcę przestrzeni lub przez innych graczy przeniesionych z rzeczywistości w taki sam lub podobny sposób jak i my, z dowolnego miejsca na Ziemi. Postać - otoczenie, otoczenie - postać, postać - przedmioty... Możliwa jest interakcja ze wszystkimi elementami zaprojektowanymi oraz stworzonymi przez autora wirtualnej przestrzeni. I przy tym - doświadczanie szeregu wrażeń, doznań, całkowicie adekwatnych względem odczuć człowieka w realnym życiu. Krótko mówiąc: ja, przeniesiony z rzeczywistości w wirtualny świat ze swoimi prawami fizyki, mogę wyglądać, jak chcę, mogę robić, co chcę. Oczywiście to, co dozwolone. Wszelkie ograniczenia ustala twórca tej przestrzeni.

W 1960 roku nad skonstruowaniem technologicznych urządzeń, które w późniejszym czasie nazwano pierwszymi realnymi urządzeniami w dziale VR, pracował Ivan Sutherland z Massachusetts Institute of Technology. Wyniki swoich badań opisał w 1965 roku w pracy „The Ultimate Display”, dającej początek technicznym oraz technologicznym badaniom w obszarze opracowania i przedstawienia obrazów. Amerykański naukowiec znany również jest ze skonstruowania urządzenia ‘The Sword of Damocles’ w 1968 roku. Prototyp dzieła był na tyle duży i ciężki, że badacze musieli zamontować go na uchwytach przymocowanych do sufitu. W wynalazku Sutherland wykorzystał dwa kineskopy oraz elementy optyczne umożliwiające rzutowanie wygenerowanych za pomocą komputera obrazów w oczy operatora. Użytkownik mógł widzieć trójwymiarowe figury, które były nałożone na realne obiekty. Faktycznie nie było to urządzenie VR (Virtual Reality), lecz AR (Augmented Reality).

Warto rozróżniać wirtualną rzeczywistość (VR) i rzeczywistość rozszerzoną (AR). Podstawowa różnica między nimi polega na sposobie przedstawienia obrazów. Wirtualna rzeczywistość tworzy nowy odrębny świat, który często nie ma nic wspólnego z rzeczywistością; tymczasem rzeczywistość rozszerzona pozwala na wniesienie w rzeczywistość niektórych sztucznie stworzonych elementów, dotychczas nieistniejących.

Przykładami rzeczywistości rozszerzonej są projekcja wszelkich informacji na szkle szyby przedniej samochodu lub gra Pokemon GO, która za pomocą telefonów komórkowych lub innych urządzeń wyposażonych w kamerę pozwala zobaczyć pokemony w realnych przestrzeniach. Od niedawna istnieje jeszcze jedno pojęcie - MR (Mixed Reality). Określa ono rzeczywistość bardzo podobną do AR, lecz umożliwiającą interakcję z obiektami w nią „wstawionymi”. Przykładem urządzenia wykorzystującego MR są okulary HoloLens od firmy Microsoft. Za ich pomocą możemy stworzyć np. wirtualny pulpit, który będzie widoczny tylko w okularach. Nie trzeba przy tym korzystać z żadnych monitorów czy innych urządzeń.

Wraz z rozwojem komputerów zmieniały się podejścia tworzenia światów wirtualnych. W latach 70. XX wieku zamiast nagrań z kamer wideo zaczęto wykorzystywać grafikę komputerową. Oczywiście z powodu niskiej wydajności urządzeń grafika była niezwykle prymitywna, ale ważniejsze niż zaawansowana grafika było to, że symulatory do nauki (np. pilotów) mogły działać w czasie rzeczywistym. Tymczasem wraz z pojawieniem się nowego „pokolenia” komputerów w latach 80. nastąpił przełom w rozwoju systemów VR. Powstały programy komputerowe, w których użytkownik mógł manipulować obiektami w przestrzeni trójwymiarowej, przemieszczając je rękoma.

Na rynku ukazało się nowe urządzenie o nazwie 'Reality Build for Two'. Jak sama nazwa wskazuje, była to wirtualna rzeczywistość stworzona dla dwojga, w której jednocześnie mogą przebywać i w pewien sposób wpływać na jej wygląd. Urządzenie to było bardzo drogie, również obecnie kosztuje немало (100 000 \$). Podłączano je do komputera. Składało się z wyświetlaczy - okularów ubieranych na głowę oraz z rękawic, za pomocą których można było złapać obiekt w przestrzeni VR.

NASA też prowadziła prace nad skonstruowaniem maszyny VR. W ich wyniku powstały hełm montowany na głowie i rękawice.

Drogi urządzenie, które nigdy nie było dostępne dla osób nie będących pracownikami NASA, wskazywało na postęp w badaniach nad podobnymi urządzeniami. Szerokokątny, stereoskopowy system wyświetlania, reagujący na położenie operatora, mógł być sterowany głosem i gestami, dawał możliwość widoku panoramicznego w promieniu 360° oraz interakcji obiektów. Przeznaczony był głównie do badań naukowych, telerobotyki, badań nad gwiazdami i planetami, do badania czynnika ludzkiego. Używano go, aby imitować wycieczki po Księżycu lub Marsie.

W 1972 roku amerykański malarz komputerowy, pionier w dziale badań nad VR i AR wprowadził termin *artificial reality*. Zrobił to z powodu konieczności opisanego i nazwanego wyników pracy, które mogą być uzyskane za pomocą systemu łączenia obiektów trójwymiarowych z wideo lub obrazem. Łączenie to odbywało się w trakcie nakładania wyglądu obiektu na wygenerowany za pomocą komputera obraz oraz z wykorzystaniem drugich, stworzonych w tym czasie, metod. Główne idee opublikowano w książce „Artificial Reality” w 1983 roku. Termin ten zamieniono w drugiej połowie lat 80. na znany nam do dziś *Virtual Reality*. Wprowadził go najbardziej znany dzisiaj specjalista w obszarze VR, biznesmen, malarz, poeta, muzyk, a w tamtym czasie komputerowy haker – Jaron Lanier. O wirtualnej rzeczywistości mówił on następująco: „Rzeczywistość wirtualna jest sposobem użycia technologii komputerowej w tworzeniu efektu interaktywnego, trójwymiarowego świata, w którym obiekty dają wrażenie przestrzennej obecności” (“Virtual Reality is the use of computer technology to create the effect of an interactive three-dimensional world in which the objects have a sense of spatial presence”).

Pod koniec XX wieku miał miejsce jeszcze jeden skok w rozwoju technologii komputerowych, który istotnie wpłynął na postępy w sferze interaktywności. Pojawiły się skomplikowane oprogramowania, a wraz z nimi powstały liczne ośrodki badawcze

prowadzące testy nad możliwością wykorzystywania wirtualnej rzeczywistości w nauce, medycynie, przemyśle, wojsku oraz w badaniach kosmosu. Twórcy gier komputerowych z ciekawością przyglądali się nowej technologii oraz zaczęli powoli próbować tworzyć wirtualne światy prezentowane przez okulary VR.

Japońska firma SEGA, którą dobrze znamy z 16-bitowych gier wideo na konsolach, w 1993 roku na największych targach elektroniki i nowych technologii CES (Consumer Electronics Show) prezentowała prototyp okularów VR (SEGA VR), które i tak nie trafiły nigdy do graczy. Charakteryzowały się dość dobrym jak na tamte czasy śledzeniem położenia głowy (trekkingiem), dźwiękiem stereo i niską ceną (200 \$). Specjalnie dla tych okularów opracowano ponadto cztery gry.⁵



il. 4. Virtual Boy Set

Pierwsza konsola, dająca możliwość przetestowania grafiki trójwymiarowej w domu, która prawie powtórzyła drogę okularów SEGA VR, nazwana przez firmę Nintendo – Virtual Boy, była tanim

⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Sega_VR (dostęp: 10.2022).

urządzeniem. Zaprezentowano ją w 1995 roku, a rok później zniknęła ze sklepów z powodu braku zainteresowania. Nie ma co się dziwić, ponieważ konsola miała wiele wad: brak trekkingu – okulary musiały stać na stole, monochromatyczne ekrany – powodujące zmęczenie oczu i skargi od graczy na bóle głowy, brak możliwości pokazywania rozgrywki innej osobie i wiele innych. Niepowodzenie sprzedaży konsoli na rynkach japońskim i amerykańskim spowodowało rezygnację z wprowadzenia produktu na rynki europejski i australijski. Firma przełożyła odpowiedzialność na twórcę urządzenia, Gumpei Yokoi.⁶

Tymczasem po realizacji badań doktorskich dr Jonathana Walderna w dziedzinie VR, wspieranych przez IBM Research Labs, powstaje urządzenie ‘Virtuality Group’. Młody naukowiec opracował wiele rozwiązań sprzyjających popularyzacji VR: systemy graficzne, systemy weryfikacji położenia kontrolerów, zestawy VR. Firma IBM w 1990 roku zaprezentowała komputer, a w późniejszym czasie powstała cała linia podobnych urządzeń, pod nazwą ‘Virtuality’ przeznaczonych do gry w przestrzeni wirtualnej. W prezentowanej zabawce był kontroler, mikrofon, cztery głośniki, dwa wyświetlacze LCD ze słabą – w porównaniu z dzisiejszymi wymogami – rozdzielczością 276 x 372 px każdy. Komputer umożliwiał grę z innymi graczami przez sieć. Można było również wybrać sposób, w jaki się grało: na siedząco lub na stojąco. Z powodu słabej jakości i małej rozdzielczości obrazów sprzedano nieco więcej niż 55 000 zestawów urządzeń.⁷

Przez prawie dekadę nie powstało żadne z podobnych urządzeń. GameDev (twórcy gier komputerowych) niechętnie powracali do tej technologii z przyczyn finansowych. Powstawały nieliczne wersje okularów VR, ale z powodu braku zainteresowania twórcy ponosili ogromne straty, ponieważ podobne projekty wymagały dużego wkładu finansowego i były bardzo

⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_Boy (dostęp: 10.2022).

⁷ [https://en.wikipedia.org/wiki/Virtuality_\(product\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Virtuality_(product)) (dostęp: 10.2022).

czasochłonne. Dopiero w 2012 roku z pomocą Crowdfundingu (finansowanie społecznościowe) udało się pokonać tę przeszkodę, ale o tym napisałem w dalszej części pracy. Należałoby bowiem opisać, co się działo w ciągu tych 10 lat w innych dziedzinach życia.

Wojsko (uogólniając) jeszcze od momentu 'Link trainer' ciągle miało kontrolę nad kwestią wirtualności oraz finansowało jej rozwój. Najczęściej jest ona wykorzystywana do symulacji jakiegoś wydarzenia, sytuacji stresowej, gdy powstaje potrzeba wypracowania prawidłowych decyzji żołnierzy i medyków. Wykorzystuje się ją również do treningów kierowania maszynami. Symulacje są o wiele tańsze niż ćwiczenia realne (15-minutowy lot odrzutowcem to koszt 40 000 \$, a w przypadku symulacji płacimy tylko za prąd) i od nich efektywniejsze - bez ryzyka dla zdrowia i życia. Personel szybko doszkała się, gdy ma zapewnione maksymalnie zbliżone do realności warunki. Patrząc na statystykę, spostrzegamy, że od roku 2016 odnotowano gwałtowny wzrost przeznaczania pieniędzy na VR. Wydano wtedy około 1,6 mld dolarów, a już w 2021 roku kwota ta wynosiła 12,7 mld \$. Według różnych prognoz w ciągu następnych 10 lat wojsko będzie zajmować od 10% do nawet 50% rynku VR.⁸

Medycyna trochę później niż wojsko włączyła do swoich metod nauczania i leczenia nową technologię. Rozwiązania, które stosowano na początku, miały bardzo dużo wad, np. brak wizualizacji rąk, gdy pacjent przechodzący rehabilitację miał dodatkowy problem z tym, żeby wczuć się w postać. Mowa tu o opracowanej w 1982 roku przez australijskich fizjoterapeutów technologii 'Carr and Shepherd', według której chorzy na różne zaburzenia motoryczne, wykonując określone ćwiczenia fizyczne, mają wpływ na oddzielne dolegliwości parametru ruchu. Chodzący człowiek inaczej porusza się ze szklanką wody, a inaczej bez niej. Zmieniając podejście do leczenia, zlikwidowano większość wad.

⁸ I. Plechanov, *Wojenne wiadomości: wykorzystywanie wirtualnej oraz rozszerzonej rzeczywistości przez Pentagon*, Działania wojenne Wydanie № 40 (165) <https://inosmi.ru/20170821/240068488.html> (dostęp: 10.2022).

Opracowaną metodę przeniesiono w przestrzeń wirtualną, dzięki czemu wielu pacjentów odzyskuje możliwość ruchu ręką, utrzymania równowagi oraz prawidłowej postawy, przywracana jest lokomocja, możliwość wykonywania złożonych ruchów. Ważne jest też to, że badany przyjmuje dosyć trudne dla niego ćwiczenia za grę i chętniej – w porównaniu z ćwiczeniami tradycyjnymi – do nich przystępuje, co również przyspiesza leczenie. VR wykorzystuje się także do leczenia fobii, a nawet do prezentacji uczuć chorych na depresję czy osób z autyzmem, ponieważ zdrowa osoba nie ma świadomości, jak chory widzi i czuje świat.

Nie tylko leczony ubiera okulary, lecz także lekarz. Tak w 2016 roku w Londynie chirurg Shafi Ahmed wykonywał operację w okularach VR. Wydarzenie zaaranżowano między innymi w celach naukowych. Prezentacja procesu usuwania guza stała się praktycznym wykładem. Online w operacji uczestniczyło ponad 5 tys. osób z 14 krajów świata.



il. 5. Operacja chirurgiczna za pomocą okularów VR

Wirtualna rzeczywistość jest wykorzystywana w różnych dziedzinach. Nie będę opisywać wszystkich i ich charakteryzować – nie tego dotyczy prezentowana praca. Kilka jednak wymienię: wykorzystanie przez deweloperów do prezentacji jeszcze nieistniejących inwestycji; w nauce i edukacji – w celu bardziej przystępnego – niż z użyciem metod tradycyjnych – zaprezentowania zasad funkcjonowania świata; wielkie wydarzenia rozrywkowe podobne do gier, uczestnictwo w którym ma zapewnić dobrą zabawę; handel dziełami sztuki lub prezentacja drogiej rzeczy w trakcie licytacji w domach aukcyjnych; w przemyśle – na potrzeby ekonomii kosztów produkcji; nie do końca wirtualna rzeczywistość, lecz jej imitacja jest stosowana w przeglądarkach, co pozwala np. zwiedzić muzeum lub wystawę w galerii (jest to wirtualna wycieczka w obszarze ‘widz’, o czym mowa w następnym rozdziale).

Dotychczas nie wspominałem jeszcze o wirtualnej rzeczywistości w sztuce. Historia zachowała dosyć ciekawe przykłady dzieł oraz procesów przekształcania się pojęć w jakości zupełnie nowe, pomiędzy VR a sztuką. Jeśli spojrzymy na pierwsze urządzenia imitujące przestrzeń wirtualną (Sensorama), zobaczymy, że pragnieniem jej twórcy było stworzenie świata powtarzającego realność, niemal symulatora życia, a jednocześnie – świata nowego. Była to próba stworzenia przestrzeni ze znanymi od wieków cechami, ale zupełnie odmiennej; chęć dołączenia do obrazka odbieranego wyłącznie wzrokiem innych zmysłów. SEGA, idąc natomiast podobną drogą (wpływu na wiele zmysłów), projektowała nowe urządzenia z nowymi grami, pokazując nieznanne światy.

Doktorzy nauk filozoficznych V.V. Bychkov oraz N.B. Mankovskaya w swojej pracy pod tytułem „Wirtualna rzeczywistość jako fenomen sztuki współczesnej” opisują dążenie art-wirtualności przez bycie narzędziem w tworzeniu sztuki do zajmowania ważnego miejsca w kategorialnym aparacie

estetyki postnieklasycznej, przy jednoczesnym wypieraniu tradycyjnych kategorii.

*Wirtualna rzeczywistość jako zjawisko artystyczne - złożony samoistniejący system, niejako specyficzna zmysłowo postrzegana (audiowizualnie, haptycznie) przestrzeń, tworzona za pomocą elektronicznych środków techniki komputerowej i w całości realizowana w psychice (równy aktywnie działająca w tym środowisku) odbiorcy; specjalne, maksymalnie przybliżone do rzeczywistości (na poziomie odbioru), sztucznie modelowane dynamiczne continuum, wyłaniające się na podstawie i według praw (dopiero kształtujących się) komputerowo-sieciowej sztuki - postrzegają wirtualną rzeczywistość jako osobną kategorię sztuki, która dopiero nabiera swoich zasad, reguł, pewnych wzorów samoistnienia. Dalej w swoim tekście próbują sklasyfikować całą sferę wirtualności przedstawionej w sztuce, dzieląc ją na pięć części: **naturalna realność** - nieodłączna sfera duchowej i umysłowej aktywności człowieka (sny, marzenia, halucynacje, wizje, fantazje); **sztuka jako wirtualna rzeczywistość** - cały figuratywno-symboliczny świat tworzony przez przedstawicieli sztuki, rozumiany jako rodzaj kosmosu wirtualnych światów, z których każdy jest niepowtarzalny i w pełni zrealizowany dopiero w akcie estetycznego odbioru określonego dzieła sztuki przez konkretnego odbiorcę; **parawirtualna rzeczywistość** - sztuka psychodeliczna i wszelkiego rodzaju rozwinięcia elementów wirtualności w sztuce awangardowo-modernistyczno-postmodernistycznej oraz w najbardziej zaawansowanych i aktualnych praktykach artystycznych naszych czasów, powstające z wykorzystaniem tradycyjnych 'nośników' sztuki bez użycia specjalistycznego sprzętu, przede wszystkim elektroniki; **protowirtualna rzeczywistość** - wszystkie formy i elementy wirtualności powstałe lub celowo tworzone z wykorzystaniem nowoczesnej technologii elektronicznej; **wirtualna rzeczywistość** (to, co stało się przyczyną napisania tej pracy oraz wykonania rekonstrukcji) - pełne zanurzenie odbiorcy w wirtualny świat*

poprzez oddziaływanie na wszystkie jego narządy zmysłów, iluzja jego całkowitego wejścia w wirtualną przestrzeń i swobodną interakcję w niej.⁹

Na końcu rozdziału chciałbym cofnąć się jeszcze do pojęcia wirtualności. Jak wiemy z tekstu powyżej, wirtualna rzeczywistość to przestrzeń, która zamienia nam – przez wpływ na zmysły – realność. Do VR możemy przenieść się (na danym etapie rozwoju technologii) za pomocą okularów VR. Wirtualna przestrzeń jest trochę niżej położonym pojęciem na „szczeblu oddziaływania” na człowieka. Ona tylko daje możliwość zaglądania do wirtualnej rzeczywistości za pomocą komputerów, telefonów komórkowych, tabletów... wszystkich urządzeń, które umożliwiają obserwowanie innego otoczenia w polu widzenia 360°. Takie obrazy są właśnie wykorzystywane do tworzenia wirtualnych wycieczek. Generuje się je za pomocą aparatów fotograficznych lub programów graficznych, czy programów do tworzenia grafiki trójwymiarowej. Tymczasem pojęcie wirtualności według polskiego filozofa Romana Konika, który rozważał istnienie wirtualności w różnych obszarach, na podstawie jego pracy „Wirtualność jako rehabilitacja iluzji” możemy tłumaczyć: *pojęcie wirtualności tłumaczy się jako generowanie interaktywnych środowisk przez komputery najnowszej generacji.*¹⁰ Filozof w swoim tekście opisuje również różnicę między „teleobecnością” a wirtualnością. Zawarł w nim także rozdziały wyjaśniające interpretację terminu w ujęciu ontologicznym, epistemologicznym, a w rozdziale „Wirtualność a immersja” opisuje, jak wirtualna rzeczywistość jest odbierana i traktowana w sztuce.

⁹ V.V. Bychkov, N.B. Mankovskaya, *Wirtualna rzeczywistość jako fenomen współczesnej sztuki*, Instytut Filozofii Rosyjskiej Akademii Nauk, https://iphras.ru/elib/Est2_2.html (dostęp: 10.2022).

¹⁰ R. Konik, *Wirtualność jako rehabilitacja iluzji*, Diametros, Instytut Filozofii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2009.

Podsumowując: w pojęciu *wirtualność* zawiera się zarówno *wirtualna rzeczywistość*, jak i *wirtualna przestrzeń*. To ogólna nazwa sztucznie tworzonych światów podobnych do rzeczywistości lub zupełnie od niej odmiennych, w obrębie których możliwe jest podejmowanie interakcji. Wirtualność może być synonimem pozostałych określeń, które obejmują i VR, a także musi mieć minimum jedną cechę: tworzyć iluzję przeniesienia odbiorcy w odrębną, nierzeczywistą przestrzeń z możliwością zobaczenia jej w polu widzenia 360°. Tymczasem sama wirtualność należy do kategorii cyberprzestrzeni, która obejmuje wszystkie działania podejmowane za pomocą technologii teleinformatycznych. Grając w grę komputerową, jesteśmy jednocześnie i w cyberprzestrzeni, i w przestrzeni wirtualnej; zalogowani na Facebooku - jesteśmy tylko w cyberprzestrzeni; ubierając okulary VR, dajemy się pochłonąć wirtualności, wirtualnej rzeczywistości.

ROZDZIAŁ DRUGI

ARCHITEKT WIRTUALNEJ RZECZYWISTOŚCI

W poprzednim rozdziale omawiano pojęcia wirtualna rzeczywistość i cyberprzestrzeń. Co z nimi można zrobić, jak wyglądają, w jaki sposób można z nimi wejść w interakcję? W tym rozdziale starałem się sprecyzować, jak powstają wirtualne światy, jaką wiedzę musimy mieć, aby zaprojektować nierzeczywistą przestrzeń, i kto może ją projektować.

Zacznę od opisu podziału wirtualnej rzeczywistości w zależności od sposobu interakcji człowieka z przestrzenią wirtualną. Dzielimy ją na trzy duże obszary: *widz*, *aktor* i *operator*. W obszarze „widz” odbiorca występuje jako element pasywny, który ma tylko sposobność odbioru. Dano mu możliwość postrzegania rzeczywistości, lecz bez szansy jakiegokolwiek wpływu na nią. Jako analogia tej sytuacji może posłużyć kino – widzowie oglądają coś, na co nie mają wpływu. Drugim obszarem jest „aktor”, umożliwiający poszerzenie zakresu działań użytkownika. Udostępniona jest dla niego możliwość przemieszczania się w środku jakiegoś aktu. Widzimy obrazek, w którym możemy zmienić perspektywę lub miejsce patrzenia na niego. Jako porównanie może służyć rozgrywka w prostej grze planszowej, gdy wszystko jest zaplanowane według zasad, ale też mamy pewien wpływ na zmienność przebiegu rozgrywki. Trzecim i najbardziej otwartym obszarem jest „operator”. Przestrzeń ta daje możliwość interakcji z nią, poprzez wprowadzanie dowolnej

ilości zmian. Widzimy obraz, zmieniamy perspektywę i mamy możliwość zmiany samych wydarzeń. Trudno dobrać jedną analogię, gdyż dany obszar nie jest dostępny dla badań w pełnym wymiarze. Jednak wielu analityków twierdzi, że jest to podstawowy kierunek przyszłości cyfrowej. Dodatkowy obszar, który jest na równi z obszarem „operator”, to wirtualność. Występuje ona we wszystkich wyżej wymienianych strefach, lecz w postaci płaskiego (imitującego trójwymiarowość) obrazka na dowolnym wyświetlaczu.

Przedstawiony podział przyda się do wytłumaczenia, jakie wymogi musi spełniać i jakie umiejętności mieć twórca przestrzeni wirtualnych. Nazwy obszarów wprowadzono w celu przystępnego ich scharakteryzowania i nie były stosowane wcześniej. Ważne jest podkreślenie dwóch cech niemożliwych w rzeczywistości, a wykonalnych w VR. Mowa o błyskawicznym przemieszczaniu się w dowolne miejsce realne lub nierzeczywiste, gdy na realizację podobnego działania w rzeczywistości potrzebujemy dużo czasu i sił. I nie mniej istotna właściwość VR - wielorazowe odtwarzanie pewnego odcinka czasowego ze szczegółową precyzją powtórzeń dowolnego wykonanego działania. Czas w VR istnieje na innych zasadach, ma charakter odwracalności.

W 1927 roku brytyjski astrofizyk Arthur Eddington wprowadził pojęcie „strzałki czasu”. Oznacza ona kierunek upływu czasu od przeszłości przez teraźniejszość do przyszłości. Jest jednokierunkowa, asymetryczna i nieodwracalna. Według tych zasad działa czas w rzeczywistości, jednak w VR wszystko jest odwracalne. Mamy możliwość przewijania licznika czasu w dowolną stronę i dowolną ilość razy; zatrzymania wszystkiego w konkretnym momencie lub rozpoczęcia czegoś od nowa albo zapętlenia określonego odcinka czasu.

Wirtualna rzeczywistość daje olbrzymie możliwości udostępnione przez jej twórcę. Możemy ustalać pewne ograniczenia lub swobodnie szaleć, imitować realne czas i przestrzeń lub tworzyć obszar zupełnie niepodobny do

rzeczywistego. Gdy mamy taką swobodę, to można pomyśleć, że każdy jest w stanie zaprojektować swój wymarzony świat i w nim istnieć. Nie trzeba mieć konkretnego wykształcenia ani wybitnych umiejętności – siadamy i tworzymy. Nie jest to jednak prawda. Można porównać to np. z malarstwem: każdy może malować, ale nie każdy robi to dobrze. Tak samo dzieje się ze śpiewem czy innymi kierunkami twórczości, dotyczy to także wielu dziedzin nauki. Mając swobodę w twórczości, musimy wiedzieć, jak ją wykorzystać.

Mając styczność z twórcami wirtualnych przestrzeni, twórcami gier komputerowych i grafikami 3D, można zauważyć jeden problem – nadmierna czasochłonność procesu uczenia się. Nasuwa się pytanie: dlaczego w momencie dynamicznego rozwoju przestrzeni wirtualnej tak późno zaczęto myśleć o wykształceniu specjalistów? Prawie wszyscy twórcy światów wirtualnych swoje umiejętności musieli nabyć lub doszkolić sami. Dopiero kilka lat temu pojawiło się zauważalne poruszenie w tej kwestii: powstały kursy nauki programów do modelowania 3D, nieliczne kursy tworzenia kompozycji przestrzeni wirtualnej oraz tworzenia aplikacji czy gier. Większość tych kursów związanych jest z wizualizacją przedmiotową lub architektoniczną realizowaną w celu zaprezentowania klientowi produktu nieistniejącego, w reklamie. Ale nadal brak kierunku nauczania lub kursów, które przyspieszyłyby naukę w płaszczyźnie wirtualnej rzeczywistości. Dopiero od około 2018 roku zaczęły powstawać na polskich uczelniach kierunki związane z projektowaniem gier komputerowych i grafiki AR/VR. Na wszystkich nowych kierunkach można nauczyć się podstaw albo pewnych konkretnych działań w jednej problematyce, np. modelowania postaci dla gier włączanych na urządzeniach mobilnych lub tworzenia materiałów z rysowaniem tekstur. Jest to logiczne i potrzebne tak samo jak np. praca elektryka lub hydraulika w budownictwie. Osoba wyszkolona w jednym działaniu wykonuje je idealnie. Brakuje

jednak form nauczania osób łączących wszystkie specjalności w jedną całość. Brakuje architekta wirtualnej rzeczywistości.

W ostatnim czasie coraz intensywniej jesteśmy przygotowywani do przejścia z korzystania z internetu o takim wyglądzie, jaki znamy, do metaświata (ang. Metaverse). Dyrektor firmy Meta (w przeszłości Facebook) Mark Zuckerberg tłumaczy pojęcie metaświata następująco: *to jeden lub łączenie kilku światów wirtualnych skoncentrowanych na interakcji społecznej; przestrzeń wirtualna, w której człowiek za pomocą awatara może wpływać na innych ludzi lub obiekty cyfrowe posługując się technologią wirtualnej (VR), rozszerzonej (AR) i mieszanej rzeczywistości (MR)*. Przewiduje się, że powstanie takich światów zastąpi teraźniejszy internet. Jesteśmy z roku na rok bliżej tego przejścia i jednocześnie bliżej narastającego problemu niewystarczającej liczby specjalistów, twórców przestrzeni wirtualnych dla metaświatów.



il. 6. Metavers Fortnite

I w tym momencie przechodzę do prezentacji zawodu architekta wirtualnej rzeczywistości. Podana nazwa jest zaproponowana przeze mnie. Nie funkcjonuje ogólnie przyjęte tłumaczenie tego

określenia. Najbardziej zbliżonym do omawianego jest zawód projektanta poziomów (ang. Level designer) do gier komputerowych. Pojawił się on wraz z rozwojem gier wideo i podziałem pracy związanej z ich produkcją. Jak sama nazwa wskazuje, to osoba, która używając specyficznych programów komputerowych, tworzy duże przestrzenie gry w dwu- lub trójwymiarze¹¹. Obowiązki projektanta to wymyślenie oraz wykonanie pewnego poziomu w grze komputerowej. Na każdym z poziomów mogą znajdować się setki detali związanych z rozgrywką: krajobraz, droga poruszania się gracza, dekoracje, efekty wizualne, wydarzenia fabularne... i wiele innych. *Level designer* wywodzi się z zawodu określanego nazwą *Game designer*, oznaczającą specjalistę odpowiedzialnego za opracowanie zasad i treści rozgrywki tworzonej gry. Zawód architekta wirtualnej rzeczywistości można nazwać również w inny sposób za pomocą określeń: projektant przestrzeni VR lub twórca światów wirtualnych.

Architekt wirtualnej rzeczywistości - wysoko wykwalifikowany specjalista, który dąży do stworzenia pełnoprawnych wirtualnych przestrzeni uwzględniających psycho- i bioparametry indywidualnego użytkownika. Tworzy światy, które oddziałują na wzrok, słuch i dotyk odbiorcy prawie w taki sam sposób jak w rzeczywistości. Zawód architekta VR porównywalny jest z pracą programisty tworzącego aplikacje do zabawy (jak wspomniano wyżej), lecz w przeciwieństwie do tego ostatniego architekt zarządza światem wirtualnym, który imituje atmosferę całkowitego zanurzenia się w wydarzenia i wywołuje u użytkownika realne emocje. Musi zwracać szczególną uwagę na efekt obecności (zanurzenia w wirtualnym świecie), nieliniowość narracji, naturalne doznania podczas ruchu i przestrzenną optymalizację obrazu. Profesja wirtualnego architekta jest

¹¹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Projektant_poziom%C3%B3w (dostęp: 10.2022).

pozbawiona „tradycji zawodowych” i całkowicie zorientowana na przyszłość – wynika to z krótkiej historii technologii komputerowej. Jednak – jak każdy specjalista przyszłości – twórca światów wirtualnych musi mieć szczegółowe rozeznanie w wielu innych zawodach i obszarach ludzkiej działalności. Działa na styku różnych dziedzin nauki, sztuki i technologii informatycznej: architektury i budownictwa, designu, przemysłu, medycyny, edukacji i branży rozrywkowej. Architekci VR ponoszą dużą odpowiedzialność, ponieważ łączą subtelny i kruchy świat ludzkiej psychiki z technologią pozbawioną emocji i uczuć. Swoje działania wykonują w specjalnie przygotowanych do tego programach, obecnie jeszcze nazywanych silnikami do tworzenia gier komputerowych (ale powoli „silniki” stają się uniwersalnym narzędziem do imitacji światów wirtualnych wszędzie, gdzie jest to potrzebne, nie tylko w grach, lecz także w kinie, reklamie, prezentacji projektowanych obiektów...). Kandydaci na objęcie profesji architekta wirtualnej rzeczywistości muszą pamiętać o tym, że raz rozpoczęty proces nauki nie skończy się przez całe życie zawodowe. Dzieje się tak dlatego, że zakres niezbędnej wiedzy jest bardzo szeroki i równolegle stale rośnie. Zatem ważne cechy to chęć do nauki i szybkie jej przyswajanie.

Powstanie tego zawodu zostało wymuszone – jest reakcją na szybką wirtualizację naszego życia. Jest odpowiedzią na stale poszerzającą się dostępność do okularów VR, na łatwość ich obsługi i na coraz ciekawsze projekty, które pozwalają zapomnieć o czasie rzeczywistym. Podobnie jak w V w. p.n.e. u Herodota pojawił się termin architekt, który identyfikował projektanta i kierownika budowy¹², tak i obecnie używamy terminu architekt VR w celu scharakteryzowania osoby odpowiedzialnej za projekt i wykonanie świata wirtualnego. Podobne tytuły, podobne działania, lecz inne narzędzia i przestrzenie realizacji projektów.

¹² <https://pl.wikipedia.org/wiki/Architekt> (dostęp: 10.2022).

Porównując te zawody, możemy stwierdzić, że zarówno w pierwszym, jak i w drugim bardzo ważną rolę odgrywa twórczość. Każdy z nich w swojej pracy projektowej najpierw koncentruje się na wyglądzie, aby powstałe obiekty lub przestrzenie w pozytywny sposób wpływały na odbiorcę. Bardzo dużą uwagę zwracano również na funkcjonalność.

Można dodać, że architekt VR w jakiejś mierze musi mieć również cechy architekta wnętrz. Gdy rozbijamy przestrzeń wirtualną, możemy dostrzec podobieństwo z obszarem zamkniętym, nawet jeśli jest to ogród, pole lub plac. Jako podłoga służy nam imitacja ziemi z trawą lub asfalt, sufitem może być samo niebo, które także trzeba zaprojektować (w drugiej części pracy – dokładniejszy opis procesu tworzenia przestrzeni wirtualnej), ścianami bocznymi – elewacje budynków lub dowolna inna płaszczyzna ograniczająca widoczność. Dzieje się tak z tego powodu, że poza stworzonym obszarem, prezentowanym odbiorcy, nie ma nic – pustka i ciemność. Wszystko, co demonstrujemy, jest zamknięte (zazwyczaj) w kuli.

Witruwiusz w swoich księgach – traktacie o architekturze – zapisał właściwości dobrego budynku. Wyodrębnił trzy główne jego cechy: firmitas (trwałość), utilitas (użyteczność), venustas (piękno). Zwracał uwagę również na kwestie praktyczne, np. materiał budowlany lub lokalizację budynku, jednak najważniejsze były te trzy. Również obecnie stosuje się te kryteria i każdy architekt o nich wie. Najważniejsze wartości według rzymskiego architekta Marcusa Vitruwiusa Pollio mogą być wykorzystane i w tworzeniu światów nierzeczywistych. Można wykreować świat trwały, gdzie istniejące obiekty nie są poddane starzeniu się lub złym warunkom eksploatacji. Można wygenerować przestrzenie użyteczne, które pozwolą na zaspokojenie potrzeb użytkownika niezmierną ilość razy. I też możliwe, a nawet potrzebne jest projektowanie pięknego otoczenia. Parametr piękna jest najtrudniejszy do uzyskania w świecie wirtualnym.

Trwałość pojawia się w momencie modelowania obiektu 3D, jest ona niezmienna do tej chwili, gdy będziemy tego chcieli. Możemy zaprogramować starzenie się czy inne czynniki wpływające na wygląd obiektu, ale sam z siebie obiekt nigdy nie dokona zmiany. Nieważne, kiedy włączymy symulację - teraz czy za rok - będzie on wyglądał niezmiennie. Wzbudza to dziwne uczucia, gdy porównamy świat wirtualny z realnym otoczeniem, charakteryzującym się jednokierunkowością czasu i ciągle zmieniającym swój wygląd. W wirtualnej rzeczywistości - jak wcześniej było wspomniane - czasu nie ma do momentu, gdy twórca tego świata nie wprowadzi matematycznej funkcji zmienności czasu i wpływu na otoczenie.

Analogicznie dzieje się z użytecznością, istnieje od momentu tworzenia świata i nigdy się nie kończy. Ten paradoks można wytłumaczyć w bardzo prosty sposób. Wszystko, co widzimy w środowisku wirtualnym, było wymodelowane, wygenerowane przez kogoś, kto poświęcił na to niemało sił i czasu, więc nielogicznie jest kształtować obiekty nieużyteczne w VR. Na potwierdzenie powyższych słów podam przykład: wirtualna strzelnica, która nie różni się od realnej; ma kilka miejsc do strzelania, ruchome cele, stoiska z bronią; dokładną animację zachowania się broni w momencie strzału... Przestrzeń jest trwała, w rozumieniu niezmienności wyglądu. Gdy gracz strzela w ściany - te nie kruszą się; nie kończą się magazyny w kieszeni gracza; cel w sekundzie może być zamieniony na nowy bez otworów po strzałach. Przestrzeń jest użyteczna: służy do wyszkolenia nawyków strzelania; pozwala zdobyć wiedzę o wyglądzie i funkcjonalności broni i pozbyć się lęku przed wybuchem strzału. A dla kogoś, kto lubi tego typu przestrzeń, strzelnica ta będzie piękna. Piękna nawet pod względem dokładności kopiowania broni lub dźwięków, animacji spadającej łuski lub rozmiaru otworu dopasowanego do wielkości pocisku. Wszystkiego tego mogłoby nie być w przestrzeni wirtualnej, jeśli twórca zdecydowałby, że jest to nieużyteczne. Jednocześnie jeśli zdecyduje polepszyć odbiór

34

graczom w przestrzeni strzelnicy, przybliżyć wirtualną przestrzeń do tego, co widzimy w rzeczywistości, to może wprowadzić np. zmienność czasu poprzez cykl pory dnia za oknem, napisać animację realistycznego sposobu rozsypania się ściany po strzale w nią.

Cechy opisane przez Witruwiusza są ważne w rzeczywistości, ale już mniej – w świecie wirtualnym. Architekt wirtualnej rzeczywistości zmierza się z inną przeszkodą – problemem osiągnięcia efektu obecności, immersji i naturalności. Aby uzyskać te efekty, zwraca uwagę na kilka ważnych elementów wirtualnej przestrzeni.

Obraz. Pierwszy i podstawowy sposób prezentacji wymyślonych światów. Jeszcze na pierwszych urządzeniach, oczywiście w prymitywny jak na teraźniejsze wymagania sposób, prezentowano obszar i starano się pokazać go maksymalnie realistycznie. Poczucie głębi wirtualnej przestrzeni zapewniały obrazy stereoskopowe. To pary obrazów przedstawianych jednocześnie przed oboje oczu za pomocą wyświetlaczy przez soczewki. Obrazy delikatnie różnią się od siebie i oddzielnie funkcjonują jako płaski kadr. Gdy użytkownik znajduje się w przestrzeni VR, widzi dwa obrazy jednocześnie, a jego mózg składa je w jeden trójwymiarowy obraz.

Wszystkie obiekty zawarte na wyświetlanym obrazku powinny być prawidłowo zaprojektowane i stworzone. Warto określić trzy obowiązkowe elementy, aby dokonać poprawnej prezentacji. Są to (według mnie): forma, materiał, oświetlenie. Przez formę rozumiemy wymodelowany obiekt, który może być statyczny lub ruchomy. Nie ma on dodatkowej informacji oprócz matematycznie zapisanego kształtu. Dodatkowo ruchomy obiekt otrzymuje informację, w jaki sposób może być deformowany, za pomocą tak zwanych kości przedmiotu lub postaci. W momencie umieszczenia go w przestrzeni wirtualnej jeszcze nie jest widoczny z powodu braku oświetlenia. Właśnie ono jest drugim najważniejszym elementem, bez którego nie uda się zobaczyć

zbudowanego świata. Wyróżniamy oświetlenie naturalne oraz sztuczne oświetlenie. Do naturalnego należy wszystko, co w jakiś sposób oświetla otoczenie w rzeczywistości: słońce, atmosfera. Sztuczne to wszystkie źródła światła wytworzone przez człowieka: żarówka, ogień, monitor. Światło ma wiele cech, jednak nie będziemy się na nich skupiać. Istotną rzeczą jest działanie oświetlenia, podobnie jak w rzeczywistości (fale elektromagnetyczne): żeby je zobaczyć, musimy mieć płaszczyznę, od której odbijają się fale świetlne - czyli formę. Obiekt nie jest widoczny bez światła i w tej samej chwili światło nie jest widoczne bez obiektu.

Trzecim nie mniej ważnym elementem jest materiał, często nieprawidłowo nazywany teksturą (głównie przez studentów lub osoby dopiero zaczynające pracę w 3D). Materiałem nazywamy łączenie tekstur, kolorów, funkcji matematycznych w jedną charakterystykę wyglądu powierzchni obiektu. Może on zawierać znaczną liczbę cech powierzchni, tj. kolor, relief, fakturę, odbicia, przezroczystość, świecenie się; a może mieć konkretną pojedynczą cechę i właśnie tak być wykorzystywany. Materiał istnieje tylko w oknie redaktora materiału lub na obiekcie, nie może być widziany „sam z siebie”. Jest widoczny na obiekcie bez światła, lecz w pewnej specyficznej, nierealistycznej atmosferze. Jednak - jak wyżej wspomniałem - forma nie jest widoczna bez światła, a światło - bez formy. Dzieje się tak wówczas, gdy chcemy widzieć wirtualny świat tak samo jak realny. Możemy jednak zobaczyć go w inny sposób, nakładając filtry. Przez jeden z nich możemy zobaczyć kształt z materiałem bez światła, gdy przestrzeń staje się zupełnie płaska, a ze wszystkich cech materiału widzimy tylko kolor powierzchni. Z użyciem innych - wszystkie obiekty i efekty przestrzeni mogą wyglądać jeszcze inaczej i być pozbawione innych cech wyglądu.

Architekt wirtualnej rzeczywistości ma obowiązek w prawidłowy sposób łączyć wszystkie elementy w obraz naśladujący rzeczywistość lub w obraz zupełnie ignorujący znany

nam świat. Powinien wykorzystywać nie tylko te wyżej opisane (forma, materiał, oświetlenie), lecz także takie, które są niewidzialne w trakcie rozgrywki. Jedynie dobrze zaprojektowana przestrzeń wirtualna pozwala doświadczyć uczucia przebywania w niej, zapomnieć o urządzeniach, które nas do niej przenoszą.

Zmysły. Architekt VR zobowiązany jest wiedzieć, w jaki sposób oprócz obrazu może wpływać na człowieka. Wirtualna rzeczywistość zaczęła się od aktywacji wzroku, ale nie jest to jedyny zmysł, na który od wielu lat ma wpływ. Zarówno świat wirtualny, jak i realny wypełniają dźwięki. Prawie od razu, w pierwszych imitacjach rzeczywistości, wykorzystywano moduły dźwiękowe naśladujące śpiew ptaków, szum wiatru, mruczenie kota... wszystko, co nas otacza, ma swój głos. Proces tworzenia takich modułów nie różni się w specjalny sposób od tworzenia efektów dźwiękowych w kinie czy w grach komputerowych. Istotne jest - jak w przypadku obrazu - żeby dźwięki były realistyczne i dobrej jakości.

Realistyczne w tym rozumieniu, że są odbierane przez człowieka jak naturalne, nawet jeśli są z innej planety. Aby zapewnić pełne zanurzenie w świat wirtualny, źródła dźwięku powinny sterować pozycją użytkownika i kierunkiem jego spojrzenia. Architekt VR powinien w racjonalny sposób ustawiać moduły tak, aby prawidłowo zagospodarowywać całą przestrzeń dźwiękową. W miejscach, gdzie zaplanowana zostanie cisza, powinien zastosować moduły ograniczające niepotrzebny szum lub zamienić pewne dźwięki innymi.

Największym wyzwaniem, na tę chwilę, dla twórców światów wirtualnych jest oddziaływanie na smak i węch. Jeśli zapach możemy imitować specjalistyczną kombinacją perfum i doprowadzić do nosa za pomocą rurek, to zapewnienie odczucia smaku jest jeszcze mocno ograniczone. Podobnie jak za pomocą dźwięku tak i z użyciem zapachu możemy przekazać atmosferę przestrzeni - wywołać strach lub radość, miłość albo złość.

Na całym świecie prowadzone są badania nad tym, aby w najprostszy i najtańszy sposób można było dołączyć mechanizm zapachowy do gogli VR. Podejmowano próby prezentacji takich przyrządów i wejścia z nimi na rynek, lecz ze względu na ograniczenia prawne i społeczne wszystkie propozycje zostały „schowane do szuflady” na później. Z urządzeniami imitującymi smak nawet tego nie próbowano, podejrzewano bowiem iż spotka się to z jeszcze większym odrzuceniem. Zmysł ten podlega kontroli przemysłu chemicznego, a nieodpowiednio dobrane związki chemiczne mogą komuś zaszkodzić.

Przepuszczam, że w najbliższej przyszłości architekci VR, projektując wirtualne światy, rozszerzą możliwość percepcji zmysłowej o węch, a w trochę dalszej perspektywie - i o smak. Architektowi VR powinien kontrolować pojawiające się nowe rozwiązania zmierzające w tę stronę i testować programy będące ich realizacją.

Z głównych zmysłów do omówienia został nam tylko dotyk. Imitacja wpływu na ten zmysł jest prostsza w realizacji niż poprzednie dwie. Powstało wiele urządzeń, ubrań imitujących wszelakie oddziaływanie na ciało. Badania w tę stronę rozpoczęto w okresie wzrostu popularności okularów VR, w momencie pojawienia się potrzeby zapewnienia graczowi dodatkowych odczuć w trakcie rozgrywki. W sprzedaży znajdziemy wiele rodzajów kamizelek, rękawic, butów imitujących uderzenia i temperaturę, kłucie i wagę wirtualnych przedmiotów. Istnieje również wiele prostszych urządzeń, np. kontrolery przekazujące - za pomocą sensorów w nich ukrytych - informację do odbiorcy (wizualnie i mechanicznie), w jakim położeniu znajdują się jego palce. Dzięki nim możemy podnosić przedmioty, otwierać drzwi, strzelać z łuku. Jedynym minusem takich kontrolerów jest brak możliwości przekazu właściwej wagi trzymanego przedmiotu. Wszystko, co podnosimy w VR, ma wagę samego kontrolera.

Interaktywność. Zasadniczo świat zaprojektowany przez architekta składa się z trójwymiarowych modeli. Jednak efekt jego pracy często wykracza poza wizualną projekcję – świat ten reaguje na działania osoby noszącej okulary wirtualnej rzeczywistości. Takie światy nazywane są interaktywnymi (wcześniej wspomniany jako obszar VR – operator). Mają funkcję symulacji w czasie rzeczywistym – system natychmiast przekształca obraz, dźwięk i szereg wrażeń dotykowych, jeśli są zakodowane w odpowiedzi na działania użytkownika. W takim świecie, jeśli jest to przewidziane przez twórcę, możemy zwyczajnie istnieć tak jak to robimy bez VR. Jako przykład może posłużyć zwykłe włączenie światła. Podchodzimy do włącznika, klik – włącza się żarówka, klik – żarówka gaśnie. Tak samo może się odbywać i w przestrzeni VR, gdy wykonamy te same działania, a program jest dobrze zaprojektowany.



il. 7. Internetowy mem (przykład interaktywności)

Wykorzystanie takiej interaktywności - w opisanym sposobie podejścia - było wielokrotnie badane i krytykowane. Mowa o wcześniej zapisanej możliwości zmiany wydarzeń w VR, zaprojektowanej przez projektanta. Temat ten jest bardzo szeroki - można napisać o tym oddzielną pracę. Postaram się jednak bardzo krótko opisać tę myśl.

Gry komputerowe zawsze opisywano jako z natury interaktywne, często przeciwstawiając je nieinteraktywnym lub mniej interaktywnym mediom, tj. filmom czy książkom¹³. Inaczej mówiąc, fikcja interaktywności (interaktywne dzieła sztuki) ma sprawić, że użytkownik stanie się swego rodzaju współautorem rozwijającej się akcji, podczas gdy sztuka nieinteraktywna po prostu „obnaża się” przed widzem, czyniąc go biernym obserwatorem. Takie rozumienie interaktywności było problematyzowane jeszcze w latach 90., gdy termin dopiero zyskiwał na popularności. Jako przykład mogą posłużyć słowa, które wypowiedział Lev Manovich w swoim raporcie „On Totalitarian Interactivity” z 1997 roku¹⁴. W późniejszym czasie rozwinął tę ideę, np. w monografii „The language of new media” z 2001 roku¹⁵. Stwierdził, że podobnie jak konsument w gospodarce rynkowej nie jest wolny, a jedynie ma prawo do wyboru jednej z opcji oferowanych mu przez producenta, tak użytkownik współczesnego oprogramowania nie może działać „jak chce”, ale może tylko wybrać, którą ze ścieżek proponowanych przez dewelopera podążyć - i to właśnie ta możliwość nauczenia się postaw myślowych drugiej osoby z punktu widzenia Manovicha nazywa się interaktywnością. Jednocześnie, jego zdaniem, literatura tradycyjna, kino i inne dzieła aktywnie

¹³ S. Fizek, *Self-playing Games: Rethinking the State of Digital Play. A talk held at the Philosophy of Computer Games conference*, Kraków 2017.

¹⁴ L. Manovich, *On totalitarian interactivity*, <http://manovich.net/index.php/projects/on-totalitarian-interactivity> (dostęp: 10.2022).

¹⁵ L. Manovich, *The language of new media*, Cambridge: The MIT Press, 2001.

angażowały swoich widzów i czytelników w proces wytwarzania znaczeń, dążyły do dialogu z nimi, zapewniały przestrzeń do interpretacji, innymi słowy – były interaktywne w najprawdźniejszym tego słowa znaczeniu. Interaktywność jest w tym przypadku rozumiana jako wielość działań podejmowanych przez odbiorcę dzieła.

Interaktywność w zależności od obszaru wirtualnej rzeczywistości może być mniej lub bardziej ograniczona. Działania architekta w każdym z nich są porównywalne. Dla każdego z obszarów musi on przygotować obiekty 2D i 3D, wygenerować materiały nakładane na nie, zaprojektować oświetlenie dopasowane do konkretnych wymogów oraz musi pamiętać o elementach dodatkowych. Są jednak i różnice w tworzeniu różnych światów. Obszar „widz” np. nie wymaga interaktywności – użytkownik tylko ogląda prezentowany obraz. Sama scena może być zmienna, można też zaplanować przemieszczanie się pozycji widza. Wykonanie takiego świata jest podobne do nagrywania filmu: są dekoracje wypełniające całość sceny, akcja sugerująca zmienność, nagrywa się dźwięki. Różnica to odbywanie się wszystkiego w przestrzeni wirtualnej pokazywanej jako panorama 360°. Często dzieje się tak, że twórcy – aby taniej i szybciej wykonać takie przestrzenie decydują się zastosować pewne „triki”. Jednym z nich jest zamiana obiektów 3D na obiekty płaskie, gdy tylko materiał imituje przestrzenność. Odbiorca nie widzi różnicy, gdyż ogląda całość z jednego miejsca. Taki „trik” jest też dopuszczalny przy projektowaniu w innych obszarach, lecz należy pamiętać, żeby elementy 2D znajdowały się w znacznej odległości od użytkownika.

Następne dwa obszary prawie się od siebie nie różnią pod względem procesu powstawania („aktor” i „operator”). W obu przypadkach musimy przygotować przestrzeń imitującą trójwymiarowość dostępną widzowi, interaktywność w działaniach (choć w obszarze „aktor” jest ograniczona tylko do możliwości zmiany perspektywy oglądania), zaplanować

wszystkie wydarzenia oraz możliwości rozwiązań ewentualnych problemów pojawiających się w trakcie rozgrywki (w żargonie informatycznym - bugów).

Do realizacji działań opisanych wyżej są potrzebne konkretne umiejętności architekta. Oto kilka najważniejszych:

planowanie - już na etapie omawiania projektu z klientem deweloper VR musi ocenić możliwość jego realizacji i podać przybliżone ramy czasowe oraz niezbędne materiały. Dzięki temu może natychmiast zaproponować klientowi najlepsze sposoby rozwiązania jego problemu. Deweloper tworzy plan etapów wykonywania działań dla siebie i przydziela działania innym wykonawcom. Ustala zadania obowiązkowe i drugorzędne i określa czas na ich realizacją;

myślenie przestrzenne - zadaniem architekta VR jest odwzorowanie środowiska wirtualnego we wszystkich jego szczegółach, dlatego przydaje mu się umiejętność szczegółowego wyobrażenia sobie nowych światów i obiektów oraz odtworzenia już istniejących;

rozumienie psychologii człowieka - nieoczywista, ale niezbędna umiejętność architekta VR. Pomaga zaprojektować wirtualne środowisko, które pozwala użytkownikowi na maksymalnie naturalne i komfortowe zanurzenie;

umiejętności wizualizacji i prezentacji - potrzebne, aby możliwie jak najprzystępniej oraz wizualnie wyjaśnić klientowi i zespołowi realizowany pomysł;

umiejętności techniczne - do podstawowych należą: modelowanie 3D, praca w programach do tworzenia gier wideo Unity lub Unreal Engine, programowanie w języku C# lub C++, projektowanie, matematyczne modelowanie, testowanie;

umiejętność pracy w zespole – można tworzyć światy wirtualne samodzielnie (przykładem jest wykonany projekt rekonstrukcji), lecz nie do końca jest to racjonalne. Dobrze nakierowany zespół wykona zadanie szybciej i uzyska lepszą jakość produktu finalnego – w porównaniu z pracą jednej osoby.

Umiejętności to jedno, ale nie mniej ważne są cechy osobiste, bez których architektowi VR będzie trudno osiągnąć sukces. Do takich cech należą: kreatywność, rozwinięta fantazja, otwartość, odpowiedzialność, punktualność, wytrwałość i uważność.

Aby zostać architektem wirtualnej rzeczywistości, trzeba opanować przynajmniej te umiejętności techniczne, które wymieniono powyżej. Można to zrobić samodzielnie lub zdobyć wykształcenie na uczelni.

Programy uniwersyteckie z zakresu technologii wirtualnej do niedawna po prostu nie istniały, jak już wcześniej wspominałem. Od 2018 roku niektóre uczelnie uruchomiły takie kierunki, jak grafika AR/VR, animacja VR czy tworzenie aplikacji VR w ramach studiów licencjackich. Brakuje ciągle kierunku nauczania obejmującego całościową wiedzę na temat tworzenia i prezentacji światów wirtualnych.

Znaczna część ludzi twierdzi, że można uczyć się na własną rękę. Jest to możliwe, lecz mało racjonalne. Nikt nie jest w stanie w pełni nauczyć się technologii wirtualnej rzeczywistości sam, bowiem łączy ona w sobie tak wiele pakietów wszelakich formuł, zasad, działań czasami tak bardzo nielogicznych, że nauczenie się tego samemu zajmie nieracjonalnie dużo sił i czasu. Nawet jeśli pójdziemy uproszczoną drogą. Załóżmy, że studiujemy na kierunku artystycznym. Uzyskamy dużo wiedzy na temat przekazu wizualnego, zdobędziemy umiejętności tworzenia np. grafik, poznamy historię sztuki. Nabyte umiejętności i wiedza ułatwią nam wejście w tematykę tworzenia światów VR, jednak będzie nam bardzo brakować umiejętności technicznych w postaci kodowania wydarzeń. Wiemy, jak powinno to wyglądać, ale nie

umiemy tego wykonać. Podobnie dzieje się wówczas, gdy studiujemy informatykę: potrafimy pisać kody w języku C# czy C++, ale mamy problem z częścią wizualną. Jak kod przenieść na coś co zachwyci widza.

Jedyną z możliwości wyjścia z tej sytuacji są na ten moment kursy online. Jest to najszybszy i najpewniejszy sposób na wdrożenie się do zawodu podobnego do proponowanego. Szkolenie trwa od roku do dwóch lat, a zacząć można praktycznie w każdym momencie - szkoły rozpoczęły regularne uruchamianie nowych zapisów. Plusem jest to, że kursy te prowadzą nie profesorowie teoretycy, ale praktycy. Wykładowca praktyk miał lub ma styczność z projektowaniem światów wirtualnych na co dzień, zna wszystkie nowe działania i doskonali się wraz z rozwojem dziedziny. Wady takiego sposobu uczenia się to duże wydatki finansowe na kurs, często słaba jakość kursu, brak gwarancji znalezienia pracy. A nakierowanie kursu na pewne konkretne działania, np. projektowanie animacji lub oświetlenia w VR, nie daje całościowego rozumienia projektowanej przestrzeni wirtualnej.

Podsumowując: zawód architekta wirtualnej rzeczywistości to kierunek, który w perspektywę ma wpisany rozwój. Jego wykonywanie wiąże się z podejmowaniem nieustannej rywalizacji z samym sobą, daje także możliwość ciągłego zwiększania swoich dochodów. A kiedy architekt VR już wie, jak tworzyć światy wirtualne i dopasowywać je do różnych platform i urządzeń, może wybierać, w jakim wirtualnym obszarze działać: skupić się na aplikacjach mobilnych lub na komputerach stacjonarnych, tworzyć dla użytkowników zestawów VR lub skupić się na rzeczywistości rozszerzonej. W najbliższej przyszłości zawód stanie się tak potrzebny jak profesja piekarza. I warto już teraz pomyśleć o tym, jak do tego czasu możemy wyszkolić dobrych specjalistów.

ROZDZIAŁ TRZECI

SZTUKA WIRTUALNEJ RZECZYWISTOŚCI

Rzeczywistość wirtualna jest mocno związana z branżą rozrywkową. Powstaje wiele projektów dopasowanych wyłącznie do urządzeń imitujących przeniesienie odbiorcy w inną rzeczywistość. Często ten sposób prezentacji wirtualności jest nazywany kolejnym etapem rozwoju branży gier komputerowych. Jak wspomniano w pierwszym rozdziale, pierwsze próby wykorzystania technologii VR w grach podjęto w czasie, gdy popularnością cieszyły się konsole 16-bitowe. Jednakże dopiero w ostatniej dekadzie technologia ta zaczęła wzbudzać duże zainteresowanie, a w konsekwencji – przynosić zyski ze sprzedaży. Nie zdołała jednak podbić całego rynku i przenieść powstających gier na nowy, wyższy niż dotychczas poziom.

Współczesne gry komputerowe to złożone, wieloaspektowe zjawisko dzisiejszej kultury, przykład potwierdzający szybki rozwój najnowszych informatycznych technologii audiowizualnych XXI wieku. Jeśli pierwsze gry komputerowe były raczej prymitywnymi arkadami z nastawieniem na rozrywkę, to wiele współczesnych gier komputerowych staje się pełnoprawnymi wirtualnymi światami¹⁶, które poruszają złożone kwestie natury etycznej, estetycznej, psychologicznej, społecznej,

¹⁶ A.A. Suchov, *Gry komputerowe i sztuka. Granice sztuki i terytorium kultury*, Uralski Federalny Uniwersytet; Uniwersytet Humanitarny, 2013, s. 247.

politycznej, nabierają charakteru edukacyjnego. Kilka przykładów takich gier: Cyberpunk 2077, Metro Exodus, Death Stranding, Red Dead Redemption 2, Minecraft.

Pojawianie się na rynku okularów VR - Okulus Rift w 2013 roku wywołało nową falę popularności wirtualnej rzeczywistości, jednak specjaliści z branży gier komputerowych zachowali się tak, jakby nie zauważyli obiecującej technologii. W dalszym ciągu powstawały projekty z ogromnymi otwartymi światami, zadziwiająco grafiką i pięknie napisaną historią, ale przeznaczone były do wyświetlania na monitorach i telewizorach, a sterowanie odbywało się za pomocą klawiatury i myszki lub pada. Problem kryje się w ograniczeniach technicznych, których nie można przełamać nawet wykorzystywaniem najlepszych urządzeń VR. Mowa o fizycznym wyglądzie urządzeń przekazujących informację do zmysłów człowieka.

W celu przekazania obrazu i dźwięku musimy ubrać gogle VR, które zazwyczaj są połączone za pomocą kabli z urządzeniem, obliczającym świat wirtualny. Zarówno okulary, jak i komputer obliczeniowy są jeszcze bardzo drogie. Aby odczytać położenie ciała gracza, trzeba zamontować kamery skierowane na niego i przekazujące dane. Minusem jest także konieczność wydzielenia większego obszaru w pomieszczeniu, niezbędnego do przemieszczania się użytkownika. Sam proces przygotowania (za pierwszym razem bardzo czasochłonny) okularów VR i obszaru do rozgrywki zniechęca do przystąpienia do niej. Z tych przyczyn najwięksi twórcy gier komputerowych, tj. Ubisoft lub Electronic Arts, nie planują w najbliższej przyszłości wprowadzać nowych gier VR i AR.

Tym, czego brakuje do przyjęcia technologii na szeroką skalę i do masowej penetracji rynku, jest tzw. Killer App dla VR. To aplikacja (gra), z powodu której ludzie byliby skłonni kupić i zainstalować w domu ten drogi sprzęt. Przykłady Killer App na innych platformach to Space Invaders gra, która swego czasu „napompuwała” rynek gier zręcznościowych, czy The Legend of

Zelda: Breath of the Wild - która pomogła wypromować konsolę do gier Nintendo Switch. Gry VR znajdują się więc w błędnym kole - użytkownicy chcą ciekawszych treści, aby kupować odpowiednie urządzenia, a deweloperzy czekają, aż headsety staną się powszechne, bo dopiero wtedy wprowadzanie nowych gier będzie się opłacać. Patrząc jednak optymistycznie, można zauważyć, że z roku na rok ukazuje się coraz więcej wysokiej jakości gier VR. Giganci, tacy jak Bethesda, Valve i kilka innych dużych studiów gier, inwestują swoje zasoby w produkcję wysokobudżetowych gier VR, więc pojawienie się Killer App dla VR nie jest odległe. Przeprowadzane są prace nad wyeliminowaniem problemów sprzętowych: trzeba pozbyć się przewodów, poprawić śledzenie, rozdzielczość ekranu, zmniejszyć wagę i cenę hełmów wirtualnej rzeczywistości. Już pojawiają się pierwsze urządzenia VR bezprzewodowe, z odpowiednią rozdzielczością oraz szerokim kątem widzenia, dobrym trekkingiem dzięki umieszczeniu kamer na samych okularach, śledzeniem mimiki człowieka, realistycznym generowaniem wyświetlanego obrazu. Kilka takich urządzeń: Pimax 12K, PSVR2, Quest Pro. Kwestia ceny zarówno samych kasków, jak i komputerów, które są niezbędne do ich prawidłowego działania, również ulega zmianie - z roku na rok maleje.



il. 8. Sprzęt do VR

Ogromnym plusem jest coraz bardziej poszerzający się rynek przyrządów powiązanych z VR. Jako przykład można przetoczyć rękawice Kontakt Glove od japońskiej firmy Diver-X. Mają własny system śledzenia ruchów każdego palca we wszystkich osiach przemieszczania, a wielopoziomowy system przekazu odczuć zapewnia zaznanie wrażenia realnego dotykania wirtualnych rzeczy. Pojawiają się tanie kamizelki, bieżnie, repliki karabinów, uchwyty na kontrolery imitujące rakiety do ping-ponga i wiele innych.

Wielu spodziewa się, że w ciągu najbliższych 5-10 lat wirtualna rzeczywistość zdominuje naszą codzienność i stanie się integralną częścią życia - tak jak niedawno stało się to w przypadku komputerów. A większość jest przekonana, że branża gier ustawi się na czele tego „podboju”. Najpewniej tak właśnie się wydarzy, gdyż już teraz nie sposób przeoczyć, że jest to najbardziej opłacalne ze wszystkich zastosowań VR. Według badań Superdata liczba osób korzystających z wirtualnej rzeczywistości w taki czy inny sposób (gry, szkolenia, biznes, medycyna itp.) przekroczyła 56 milionów. I to właśnie w branży gier realizowane są ogromne inwestycje szacowane na dziesiątki miliardów dolarów rocznie, a zwrot dochodów z inwestycji w wirtualną rzeczywistość jest już oszałamiający.

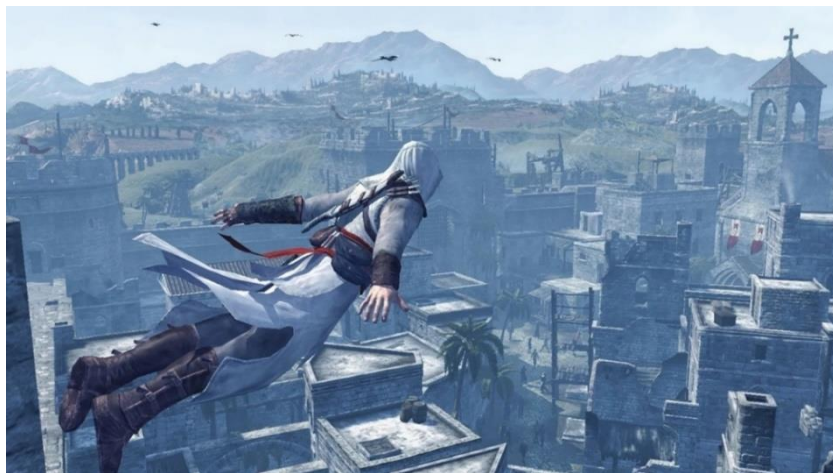
Wiedząc, że przyszłość VR będzie rozwijać się tak pozytywnie, warto wrócić jeszcze do gier komputerowych i zastanowić się nad sztuką w wirtualnej przestrzeni. Do rozmyślań w tę stronę skierowałem się w trakcie skanowania rzeźby i tworzenia jej kopii wirtualnej. Kwestie przenoszenia rzeczy realnych w świat wirtualny stały się bardzo popularne. Skanuje się wszystkie dzieła sztuki, przestrzenie architektoniczne, muzea wraz z wystawami. Powstają nowe metaświaty z różnorodną grafiką i szerokim zastosowaniem. W głowie pojawiły się pytania: czy dzieło skanowane nadal jest takie samo i ma takie samo znaczenie w VR? Czy sama wirtualna przestrzeń może być dziełem sztuki?

Aby odpowiedzieć na te pytania przyjmę strategię porównania gier komputerowych ze sztuką, gdyż na ten moment gry są bardziej zrozumiałe niż wirtualna rzeczywistość, a są częścią wirtualnej przestrzeni. W pewnym stopniu wykonana wirtualna rekonstrukcja klasztoru też jest traktowana jako gra komputerowa, ma bowiem wszystkie jej cechy. Jednak nie każda przestrzeń wirtualna jest grą. O tym później. Gry elektroniczne są postrzegane jako wykonane dzieło, choć najczęściej nie mają jednego autora – nad ich powstaniem pracują nawet setki osób. Tak nad powstaniem fabularnej gry akcji, stworzonej przez polskie studio CD Projekt Red – Cyberpunk 2077, pracowało około 1500 specjalistów. Część z nich znajdowała się w biurze w Polsce, natomiast większość to eksperci z całego świata udzielający rad zdalnie.

Aby wytłumaczyć, w jaki sposób rozumiem pojęcie sztuka, przetoczę słowa angielskiego filozofa, historyka i archeologa, profesora katedry filozofii na Uniwersytecie Oxfordzkim Roberta Georgeo Collingwooda. W książce „The Principles of Art.” (1938) pisał: *sztuka jest językiem, procesem wyrażania i poznawania emocji poprzez ogólną aktywność wyobraźni*¹⁷. Filozof rozumie emocję jako pewne przeżycie emocjonalne wyrosłe z warstwy podstawowych emocji i uczuć, które towarzyszy każdej ludzkiej aktywności. W szczególności nasze myśli i idee są zarówno naładowane emocjonalnie, jak i generowane emocjami, a w każdym przypadku emocja jest ściśle oryginalna i nigdy się nie powtarza. Można je zaliczyć do jednej ogólnej grupy, ale każda konkretna emocja, w konkretnej sytuacji, dla konkretnej osoby będzie wyjątkowa i niepowtarzalna. Autor określa również sześć zjawisk, które nie powinny być nazywane sztuką: „kiedy emocja jest wywoływana dla niej samej, dla przyjemności, rzemiosło, które ją wywołuje, nazywamy *rozrywką*. Kiedy emocja jest wywoływana ze względu na jej praktyczną wartość, nazywa się to *magią*. Gdy

¹⁷ R.G. Collingwood, *The Principles of Art*, Case Press, 2013.

aktywność intelektualna jest pobudzana jedynie dla samego jej ćwiczenia, utwór stworzony w tym celu nazywamy *łamigłówką*. Gdy aktywność umysłowa jest pobudzana w celu poznania jakiegoś przedmiotu, nazywa się to *nauczaniem*. Kiedy pewna praktyczna działalność jest stymulowana jako celowa lub korzystna, nazywa się to *reklamą* albo *propagandą*. Gdy taka aktywność jest pobudzana jako sprawiedliwa, odpowiednia mowa nazywana jest *kazaniem*”¹⁸. Spróbujmy porównać opisane wyżej zjawiska z pojęciem „gry komputerowe”.



il. 9. Kadr z gry *Assassins Creed*

Większość współczesnych gier tworzy się w celu uzyskania komercyjnych korzyści, na masową skalę – ignoruje się subtelne estetyczne doznania. Właśnie dlatego pojawiają się w nich prymitywna fabuła, jaskrawe efekty specjalne, pośrednia jakość materiałów, dźwięków. W tym rozumowaniu gry nastawione przede wszystkim na rozrywkę nie są rozpatrywane jako sztuka. Oczywiście powstają i prawdziwie wielowymiarowe, złożone, artystyczne dzieła, skierowane do odbiorcy o odpowiednim

¹⁸ Ibidem.

poziomie edukacji estetycznej. Ale w większości przypadków takie projekty mają niewielki budżet i nie są dobrze znane ogółowi społeczeństwa. Przykładem komercjalizacji jest seria gier Assassins Creed. Do chwili napisania tego tekstu powstało 12 gier z głównej serii, a 13. już jest przygotowywana do prezentacji. Sprzedano ponad 100 milionów egzemplarzy gier całej serii. Jest piękna wizualnie, ma dobrze dopasowane dźwięki, animacje, materiały, a jednocześnie po kilkugodzinnej rozgrywce staje się uciążliwa. Z powodu konieczności wymuszonego powtarzania tych samych czynności przestaje cieszyć. Ale cel producenta został osiągnięty – uzyskano dochód ze sprzedaży.



il. 10. Kadr z gry Valiant Heart: The Great War

Inaczej działa gra Valiant Heart: The Great War. Gra uzyskała nagrodę The Game Awards w kategorii 'Bestnarrative' oraz 'Game for Change', nagrodę British Academy Games Awards w kategorii 'Artistic Achivement' oraz 'Original Property', 'Best Video Game' w Annie Awards. W grze przedstawiono opowieść o pierwszej wojnie światowej. Z perspektywy gameplay-owej jest to prosta platformówka w 2,5D przestrzeni, lecz opowiadana historia wywołuje tak silne emocje, że po zakończeniu rozgrywki nie

możesz jej zapomnieć i opowiadasz o niej wszystkim. W tym małym arcydziele jest wiele do zobaczenia i to nie tylko teatr wojny na froncie zachodnim i piękny Paryż, kontrastujący z niekończącymi się błotnistymi okopami. Najbardziej fascynujące są tu relacje międzyludzkie w czasach kryzysu. Wojna pożera wszystko na swojej drodze, niszcząc ludzkie losy i niszcząc znany nam świat. Valiant Hearts przypomina wszystkim, na czym polega człowieczeństwo, symulując różne sytuacje życiowe, gdy twój wróg nagle okazuje się zwykłym człowiekiem, którego do wzięcia broni zmusza rozkaz. Nie ma „mielenia” pojęć: co jest dobre, a co złe, gdzie jest tchórzostwo, a gdzie odwaga. Gra nie dotyka kwestii moralnych, nie uczy; po prostu opowiada historię, która porusza wszystkie struny duszy, a my wyciągamy własne wnioski.



il. 11. Kadr z gry The Vanishing of Ethan Carter

Postrzeganie emocji w obszarze magia polega na tym, że wzbudza się w odbiorcy określone emocje, których rozładowanie następuje nie w trakcie jej wykonywania – jak w przypadku rozrywki – ale w życiu praktycznym. Bardzo niewiele gier ma podobny czynnik, większość bowiem skupia się na rozrywce. W tym momencie jako przykład nasuwa się tylko jedna znana mi gra – The Vanishing of

Ethan Carter. Zaprojektowali ją polscy twórcy The Astronauts. Jak sama nazwa wskazuje, gra dotyczy zaginionego chłopca, który jest poszukiwany przez prywatnego detektywa. Już na starcie atmosfera gry „przenika” przez ekran i wypełnia pomieszczenie po sam sufit. Pozostaje tylko całkowicie poddać się pięknu krajobrazów, muzyce i poczuciu straszliwej tajemnicy.

Łamigłóвка i nauczanie stoją obok siebie, często się dopełniając, wywołując podobne emocje. Zadania w postaci zagadki pojawiają się we wszystkich grach komputerowych i mogą być traktowane jako sposób nauczania pewnej czynności na początku rozgrywki lub jako zabawa. Rozwiązanie to pozwala ukryć monotonne podobne działania lub wprowadzić gracza w pewne zasady obowiązujące w świecie gry. Aplikacja zawierająca elementy wymagające rozwikłania może być dobrym dziełem sztuki, gorzej - jeśli cała rozgrywka polega na rozwiązywaniu zagadek. Ale i w tym przypadku można wymienić wiele przykładów dobrze zaprojektowanych gier.

Rozgrywka opierająca się na nauczaniu jest mniej atrakcyjna pod względem artystycznym. Polega na wyszkoleniu pewnej czynności lub wielu działań i doprowadzeniu tych ruchów do perfekcji. Do tej kategorii możemy wrzucić wszystkie realistyczne symulatory, które najczęściej nie są piękne, ale bardzo funkcjonalne. Pozytywnym przykładem omawianych zagadnień będzie gra The Witness. Polega ona na rozwiązywaniu z pozoru prostych zagadek, powtarzalnych wielokrotnie, jednak działania nie są powtarzane mechanicznie. Zachęca to do otwarcia umysłu, do wyjścia z cyklu, rozpoczęcia patrzenia poza to, co już zrozumiałeś. Bo to, co rozumiałeś, już nie istnieje. Na początku nic nie wiesz, bo znane prawa są zastąpione abstrakcjami mechaniki łamigłówek, które musisz realizować od podstaw, empirycznie. To dziwne uczucie - jakbyś musiał na nowo nauczyć się chodzić, mówić i grać w gry. Takie wyzwanie nie jest dla każdego. W tę grę można zagrać tylko wtedy, gdy chcemy się przekonać jak bardzo mogą nas zaskoczyć gry komputerowe. Zamiast opierać się na

znanym języku, The Witness wymyśla swój własny. Stopniowo uczy cię czegoś, czego nigdy wcześniej nie robiłeś i zmusza cię do odrzucenia starych nawyków, aby twoja głowa działała w nowy sposób.



il. 12. Kadr z gry The Witness

Zdarzenia reklama lub propaganda oraz kazanie również są do siebie podobne. Emocje pojawiające się w momencie przeżywania gry są często sprzeczne względem siebie. W niektórych chwilach chcemy dziękować wewnętrznej logice gry za pozytywne wydarzenia, w innych – negatywne uczucia prowokują zaprzestanie rozgrywki i usunięcie gry. Zarówno propaganda, jak i kazanie nawołują do pewnych działań, przestrzegania konkretnych zasad; nakłaniają do chwaleń swoich i krytykowania przeciwnika. Przykładem mogą być wszystkie gry typu MOBA. Pełna nazwa – Multiplayer Online Battle Arena – gra komputerowa będąca podgatunkiem strategicznych gier czasu rzeczywistego z ograniczoną liczbą graczy¹⁹. Do najbardziej znanych tego typu gier należą Dota 2 oraz League of Legends.

¹⁹ <https://www.gry-online.pl/slownik-gracza-pojecie.asp?ID=341> (dostęp: 10.2022).

Obie otrzymały dużo nagród, gra w nie miliony ludzi (300 mln aktywnych użytkowników), na ich podstawie powstają filmy, seriale, książki, piosenki i zakładane są zespoły muzyczne, produkuje się zabawki z postaciami z gier. Samo granie przekształciło się w e-sport, przeprowadzane są coroczne mistrzostwa świata, turnieje regionalne, powstały profesjonalne ligi. Bez wątplenia oddziaływanie gier na ludzi ma wiele pozytywnych aspektów. Jednak czy sama gra jest sztuką? Same w sobie są reklamą produktów z nimi związanych, przez konkurencję na rynku przejawiają się działania propagandowe, gracze nakłaniani są do stania się cybersportowcami i zarabiania tysięcy dolarów na skutek wielogodzinnych, codziennych rozgrywek, szkolących nawyki dobrego gracza.



il. 13. Karma - postać z gry League of legends

Wszystkie omówione wyżej przykłady gier zawierają elementy opisane przez R.G. Collingwooda jako czynniki, które nie pozwalają nazwać ich sztuką. Jednak ze względu na swoją wielkoobszarowość i ogrom starań tysięcy profesjonalistów nad każdą z nich - stają się wyrazem pewnej idei. Mogą służyć jako

środek wyrażania i poznawania emocji, środek komunikacji i mają do tego własne narzędzie - rozgrywkę, co oznacza, że gra komputerowa może być odrębną formą sztuki. Nie zgromadzono jeszcze wystarczającej liczby wytycznych, które charakteryzowałyby cechy game-artu, ale już pojawiają się gry, które są zarówno prekursorem, jak i pierwszymi przedstawicielami tej tworzącej się nowej jakości wyrażania siebie.



il. 14. Karmienie stworka w Half Life: Alyx

W 2020 roku w sklepie z grami komputerowymi pojawiła się jedna z najlepszych, moim zdaniem, gier VR - Half-Life: Alyx. To gra prekursorska, papierek lakmusowy powstania dobrej jakości sztuki game-artu. Oczywiście jest, że Half-Life: Alyx pod względem poziomu wykonania znacznie wyprzedza wszystko, co obecnie istnieje w VR. Grafika nie wygląda na przyciętą i konkuruje na równych prawach z innymi współczesnymi grami AAA (gra z najwyższym budżetem przeznaczonym na produkcję i promocję, z oczekiwaniem dobrej sprzedaży i wysokiej jakości produktu). Fabuła nie jest nieśmiałym kikutem, ale pełnoprawną historią z napisanymi i bogato rysowanymi postaciami. Rozgrywka to nie

tech-demo, a starannie przemyślany system mechaniki. Alyx chętnie wykorzystuje naturalność wirtualnej rzeczywistości: niemal wszystkiego można dotknąć, a ilość detali jest tak ogromna, że na każdy asset (prościej - obiekt 3D) patrzy się długo i z podziwem. Obecne gry z ich złożonymi technologiami renderowania są bardzo piękne, ale VR w Alyx nadaje wszystkiemu nową jakość.

Już wiemy, że dzięki powstającym zasadom rozumienia gier komputerowych pojawi się możliwość określania, czy konkretna gra należy do pewnego obszaru sztuki czy nie. Podobny podział jest stosowany do wszystkich realizowanych dzieł. Mowa tu o pojęciu dobrej i złej sztuki. Zła sztuka nie jest czymś, co ujawnia w nas jakąś wstrętą i podłą stronę duszy. Skoro sztuka jest komunikacją, przekazem pewnych emocji, to zła sztuka jest po prostu złą komunikacją. Jeśli autor jest niezrozumiany, to nie zrobił wystarczająco dużo, aby temu zapobiec. Zatem dobra gra - to sztuka, ma nie tylko pewną treść emocjonalną i semantyczną i jest przesłaniem autora, lecz także jest zrozumiała dla gracza.

Odpowiadając na wcześniej postawione pytanie o wirtualną przestrzeń jako dzieło sztuki, dochodzę do wniosku, że sama przestrzeń nie może być dziełem, jedynie pozwala na realizację pewnych działań prowadzących do powstania dzieła. Całość odbywa się w identyczny sposób jak to widzimy w rzeczywistości. W VR możemy malować obrazy, rzeźbić, tworzyć instalacje, kreować trójwymiarowe przestrzenie, realizować animowane akty - robić wszystko to, co wywołuje w nas emocje w momencie komunikacji z autorem za pośrednictwem samego dzieła. Przestrzeń to tylko otoczenie, w którym realizujemy jakiś pomysł. Jednak przestrzeń również może być zaprojektowana - jak to się dzieje w grach - i wywoływać pewne emocje. Jako analogia może posłużyć przestrzeń pracowni malarskiej. Sama pracownia służy do realizacji zamysłów, ale i ona musiała być wcześniej zaprojektowana.

Kolejny przykład to przestrzeń wystawiennicza w muzeum - została zaprojektowana z konkretnym przeznaczeniem. Tymczasem urządzenia przenoszące nas w rzeczywistość wirtualną stają się narzędziami twórcy.

Przemyślenia te są zasadne w przypadku osoby, która realnie tworzy klasyczne dzieła sztuki. Nieco inaczej się to odbywa, gdy mamy do czynienia z pomysłami, których realizacja jest możliwa wyłącznie w VR. Mowa tu nie o dziełach sztuki NFT (non-fungible token; wirtualny sposób podpisywania dzieł), lecz o działalności twórczej człowieka mającej na celu tworzenie niematerialnych obiektów artystycznych za pomocą nowoczesnej technologii komputerowej. Efektem takich działań jest powstanie różnorodnych dzieł, powtarzających przestrzenie rzeczywiste lub formujących fantastyczne fikcyjne światy. W ten sposób wirtualna rzeczywistość daje nam możliwość tworzenia wcześniej niewidzianych dzieł sztuki lub naśladowania istniejących. Sama jest tylko instrumentem dla twórcy. Proces ten zauważalny jest podczas skanowania dzieł sztuki, gdy kopiowany produkt nabywa dodatkowego autora lub kilku autorów. Aby to dobrze opisać, spróbujemy prześledzić proces skanowania pewnego dzieła - obrazu.

Skanowanie odbywa się za pomocą specjalnego skanera, który czyta i zapisuje w formie matematycznych wzorów powierzchnię dzieła wraz z jej fakturą, wszystkimi nierównościami oraz kolorami. Tego typu skanery są bardzo kosztowne, jednak istnieją sposoby, aby wykonać to taniej, np. z wykorzystaniem technologii fotogrametrii. W chwili wykonywania tej czynności skanujący staje się osobą, która ma wpływ na wygląd dzieła. Jeśli zrobi to dobrze, nie będą widoczne ślady „dodatkowego twórcy”, a wygląd dzieła pozostanie niezmienny. Na kolejnym etapie pojawia się od razu kilka osób - graficy 3D, zajmujący się przetwarzaniem zebranych danych i budowaniem plików potrzebnych do wirtualnej prezentacji dzieła. Do ich zadań należą: przekształcenie danych tekstowych w wirtualny obiekt oraz

58

optymalizacja skanowanego modelu, tworzenie tekstur oraz komponowanie materiału realistycznie przekazującego wszystkie cechy powierzchni obrazu. Działania te również mogą stać się przyczyną zmian cech obrazu (i znowu – jeśli będzie to dobrze zrobione – nie zobaczymy „dodatkowych twórców”). Na następnym etapie (prezentacja obrazu) także może wystąpić konieczność zaangażowania kilku osób. Jak wspominałem w poprzednim rozdziale, obiekt umieszczony w przestrzeni wirtualnej nie jest widoczny, nawet jeśli jest ubrany w materiał. Prezentowany obraz musi być umieszczony w jakiejś przestrzeni, a przestrzeń musi być zaprojektowana. Projektowanie przestrzeni wiąże się z modelowaniem obiektów otoczenia, ustawieniem oświetlenia, dopasowaniem wszystkich rozmiarów, przygotowaniem aplikacji prezentacyjnej... Do realizacji tych działań jest potrzebny specjalista od przestrzeni wirtualnej – architekt wirtualnej rzeczywistości. To znowu potwierdza zapotrzebowanie na ten zawód. Oczywiście cały proces – od momentu skanowania do prezentacji dzieła – może wykonywać tylko jedna osoba i powtórzę, jeśli zrobi to dobrze jej „ingerencja” nie będzie widoczna. Mimo to staje się mostem między wyglądem obrazu w rzeczywistości a wyglądem obrazu w przestrzeni wirtualnej, ma ogromny na nią wpływ i ponosi odpowiedzialność za jakość prezentowanego dzieła.

ROZDZIAŁ CZWARTY HISTORIA KLASZTORU

Warowny klasztor karmelitów bosych w Zagórze już od chwili położenia kamienia węgielnego miał bardzo burzliwą historię. Ciągłe pojawiające się utrudnienia stały się przyczyną powolnego niszczenia, co obecnie wymownie potwierdzają ruiny obiektu. Poza tym architektura, którą od początku projektowano jako bogatą, lecz z dosyć skromnymi dekoracjami kościoła, także przestarzała jak na XVIII wiek technologia budowania fortyfikacji świadczą o problemach towarzyszących powstawaniu warowni. Możliwe, że z tej przyczyny nie zachowały się w historii sztuki praktycznie żadne jej opisy. Jak pisze Adam Bochna w książce „Warowny klasztor Karmelitów Bosych w Starym Zagórze”: *„jedynie Łuszczkiewicz wspomina istnienie zespołu klasztornego, a w encyklopediach i literaturze zakonu karmelitów bardzo nikle i w skromnych szczegółach obiekt opisywany”*²⁰. Utrudniło to projektowanie, a także wykonanie wirtualnej rekonstrukcji. Odwzorowanie niektórych obiektów nie jest możliwe, przynajmniej w tej chwili, z powodu braku opisów i zdjęć.

Zarys historyczny klasztoru i budowli z nim związanych w głównej mierze odbywać się będzie na podstawie zachowanych w Bibliotece Narodowej książek i wspomnień, zawartych

²⁰ A. Bochna, *Warowny Klasztor Karmelitów Bosych w Starym Zagórze*, Nakładem Towarzystwa Przyjaciół Nauk w Przemyślu, Drukarnia Jana Łazora, Przemyśl 1925.

w magazynach historycznych i almanachu karpackim, z powodu braku szerszych źródeł archiwalnych. Opisy architektoniczne tworzono na podstawie porównywania podobnych obiektów powstających w okresie budowania klasztoru. Są to kompleksy istniejące oraz zniszczone, należące nie tylko do zakonu karmelitów bosych, lecz także do innych zakonów. Obiekty te znajdują się na terenie teraźniejszych granic Polski i na ziemiach niegdyś należących do Rzeczypospolitej, a teraz - Kresów Wschodnich (Ukraina, Białoruś). Jednym z głównych źródeł pozyskiwania informacji również były stare zdjęcia i nieliczne ryciny badanego obiektu oraz podobnych na niego obiektów.



il. 15. Widok na górę Karmelu Zagórskiego z około 1783 roku

Zespół klasztorny znajduje się niedaleko miasteczka Zagórze, oddalonego około 5 km od Sanoka w stronę Leska. Jest położony na górze zwanej Mariamontem (Mariae mons) otoczonej z trzech stron rzeką Ośławą ze stromymi zejściami. Od czwartej strony,

północno-zachodniej, ciągnie się wzniesienie, po którym można dojść do miasta. Takie umiejscowienie spowodowane jest dwoma czynnikami: karmelici bosy należą do zakonów kontemplacyjnych, więc klasztory powinny znajdować się w oddali od życia miejskiego; drugą przyczyną jest nadanie klasztorowi charakteru twierdzy stojącej na straży siedziby Stadnickich w Lesku oraz ziem sanockich – w obronie przed wrogami z południa. Warownia zagórska położeniem i strukturą przypomina klasztor w Wiśniczu, jest jednak skromniejsza. Wyglądem oddzielnych budynków budzi skojarzenie z innymi klasztorami zakonu w Krakowie, Berdyczowie (Ukraina), Grodnie (Białoruś), z nieistniejącym klaszturem w Wiśniowcu w Ukrainie oraz z klaszturem w Czernej.

Fundatorem budowy zespołu klasztorowego, według Adama Bochna, był wojewoda wołyński Adam Stadnicki, jednak według tekstu Stefana Stefańskiego był to Jan Franciszek Stadnicki – od 1681 roku chorąży nadworny koronny, a od 1697 roku wojewoda wołyński.²¹ Takie dane znajdują potwierdzenie i w tekstach archiwalnych karmelitów bosych, gdzie jest również wzmianka o jego małżeństwie z Aleksandrą Stadnicką, dzięki któremu uzyskał ziemie leskie. Przed śmiercią w 1713 roku w testamencie zawarł zapis o przeznaczeniu pieniędzy dla szpitala klasztorowego na utrzymanie 12 weteranów wojskowych pochodzenia szlacheckiego.²²

Ustalenie konkretnej daty rozpoczęcia finansowania przedsięwzięcia raczej jest niemożliwe, jednak historyk zakonu o. Euzebiusz od Wszystkich Świętych wskazuje na datę 7 sierpnia 1700 roku. Wówczas zaczęto budowę, a w 1710 roku w drugim akcie fundacyjnym znajdowały się dyspozycje związane z oficyną klasztorną. Prace budowlane postępowały w dobrym tempie i w 1714 roku do klasztoru przybyli pierwsi zakonnicy. 24 sierpnia tegoż roku odbyła się uroczysta introdukcja karmelitów bosych do

²¹ S. Stefański, *Karmel Zagórski*, Wydano Polskim Towarzystwem Turystyczno-Krajoznawczym, Sanok 1991.

²² <https://archivecarmel.pl/zagorz/> (dostęp: 10.2022).

nowej fundacji, przełożonym został o. Maksymilian od św. Tomasza (Józef Frasinelli), a uroczystego wprowadzenia dokonał ks. Jan Kazimierz de Alten Boku, biskup przemyski. Jednocześnie poświęcił on kamień węgielny klasztornego kościoła Nawiedzenia NMP (nazwa w 1722 roku była zmieniona na kościół Zwiastowania NMP). Do 1730 roku ukończono wznoszenie kościoła oraz klasztoru, kolejne działania polegały na wybudowaniu murów obronnych z fortyfikacjami. Nie wiadomo, jakie koszty poniesiono na ufundowanie tych obiektów. Finansowanie okazało się na tyle wystarczające, że prace budowlane realizowane w dobrym tempie. Dodatkowo córka darczyńcy, Anna Stadnicka przekazała swoje klejnoty i srebro, aby upiększyć kościół i zakrystię.

Karmel zagórski do godności przeoratu został podniesiony 23 maja 1726 roku przez Definitorium Prowincjalne obradujące we Lwowie. Dotychczasowy przełożony o. Antoni od Narodzin NMP (Krakier) został pierwszym przeorem, a podprzeorem został o. Konstanty od św. Anny. Według opisów archiwalnych wiadomo, że w 1747 roku odbył się duży remont klasztoru i kościoła, między innymi wymiana posadzki w kościele oraz restauracja dachu klasztoru.

Życie zakonne miało spokojnie na kontemplacji w warunkach odpowiednio dostosowanych do charakteru miejsca. Goście klasztoru podkreślali, że atmosfera, która tam panowała, sprzyjała przestrzeganiu cnót, odosobnieniu i umartwieniu. Liczba zakonników zmieniała się i mogła zbliżyć się do 20 osób. W 1770 roku na wzgórzu zamieszkiwało 12 ojców i 5 braci, a w 1781 roku - 9 ojców i 4 braci.

Tak piękne życie nie trwało długo. Dnia 29 listopada 1772 roku w trakcie walk - oblężenia klasztoru przez wojska rosyjskie pod dowództwem płk. Drewitza, którym przeciwstawili się obrońcy warowni - konfederaci barscy - wybuchł pożar. Ogień wyrządził wiele szkód - spaliły się kościół i klasztor. Ale nie ma pewności, że właśnie w trakcie walki powstały te zniszczenia (istnieje wersja, że konfederatów barskich nigdy nie widziano na terenie klasztoru).

Wydarzenie to można odczytywać jako pierwszy upadek na niełatwej drodze dziejów klasztoru. Choć zakonnikom udało się odbudować zniszczone budynki, to prace realizowane były z wielkimi trudnościami, a obiekty nie odzyskały swojej poprzedniej świetności. W archiwum karmelitów znajduje się wykaz ojców i braci pracujących nad odbudową, których po śmierci pogrzebano w grobowcu pod prezbiterium kościoła Karmelu Zagórskiego. W podziemiach znajdował się również grobowiec rodziny Stadnickich.

Drugie duże uderzenie klasztor otrzymał po pierwszym rozbiórce Polski, gdy Galicja trafiła pod panowanie Austrii. Skutkiem tego było zamykanie przez władze austriackie klasztorów. W 1783 roku zamknięto klasztor w Wiśniczu, a rok później – w Przemyślu, z którego zakonników przeniesiono na zagórskie wzgórze. Do Zagórza zostali przeniesieni również zakonnicy ze Lwowa i z Milatyna. Z powodu kumulacji dużej liczby osób obniżył się poziom życia w konwencie. W piśmie do gubernium 14 października 1784 roku odnotowano, że w 18 celach mieszkało 22 zakonników, a 27 należało do klasztoru.²³ Stefan Stefański pisał: *upadek życia zakonnego był tak głęboki, że na początku XIX wieku specjalna komisja kościelno-świecka po przeprowadzeniu kontroli wydała dekret reformy klasztoru zagórskiego (z dnia 7 czerwca 1814 roku). Zakonnicy cierpieli głód, bowiem majątki ziemskie zostały oddane w dzierżawę nieuczciwym ludziom, którzy nie wywiązywali się z obowiązków na rzecz klasztoru.*²⁴ Dekret miał na celu odnowę życia zakonnego, jednak nie został przyjęty w murach klasztoru. W 1816 roku przy głównej bramie warowni, gdzie dawniej mieszkali weterani wojskowi, ksiądz Gołaszewski, biskup przemyski, zatwierdził powstanie domu poprawczego dla księży. Coraz bardziej pogorszała się sytuacja na terenie klasztoru. Przed trzecim

²³ <https://archivecarmel.pl/zagorz/> (dostęp: 10.2022).

²⁴ Op. cit.

uderzeniem, po którym klasztor nie był w stanie podnieść się z kolan, zamieszkiwało w nim tylko trzech kapłanów i dwóch braci, wszyscy w solidnym wieku. Były to lata 1817-1822.

Po śmierci o. Józefa Karniewskiego nowym przeorem został o. Leonard Umański. Niechętnie przyjął nowe stanowisko i próbował zrezygnować, ale nakazem konsystorza przemyskiego musiał objąć urząd. Widocznych problemów na terenie obiektu było wystarczająco dużo, ale nowy przeor, nie mając wyboru, zabrał się do próby odnowienia konwentu. Naprawił dachy kościoła i klasztoru, zajął się gospodarstwem, wybudował kuźnię, odnowił studnię. Wszystko się zmieniło w 1821 roku, gdy do klasztoru przybył o. Jan Włodzimierski. Charakteryzowano go jako osobę konfliktową, kłótniawą, zazdrosną i fałszującą fakty. Od tej chwili relacje w klasztorze znowu się pogorszyły.

Dzień 26 listopada 1822 roku zapisano w historii jako trzecie największe uderzenie, które doprowadziło klasztor do ruiny. Oczywiście były próby odbudowy – o tym za chwilę. Przyczyną pożaru, który zniszczył więzania dachowe kościoła i klasztoru, była gwałtowna sprzeczka między o. Janem Włodzimierskim a przeorem o. Leonardem Umańskim. Do winy przyznał się o. Jan Włodzimierski podczas śledztwa we lwowskim więzieniu, do którego został wywieziony po areszcie przez austriacką policję. Zarzucano mu podpalenie pomieszczeń klasztornych.

Funkcjonuje jednak jeszcze jedna wersja wydarzeń. W opracowaniu Andrzeja Szczerbickiego sporządzonego dla Towarzystwa Opieki Nad Zabytkami Oddziału Bieszczadzkiego możemy znaleźć informację, że pożar mógł być spowodowany podłożeniem ognia przez Austriaków. Prowokacją tego działania miała być informacja o schronieniu politycznych emisariuszy i spiskowców w klasztorze. Tak naprawdę do dziś nie znamy przyczyn pożaru. W opisach dominuje jednak wersja o udziale o. Włodzimierskiego w podpaleniu klasztoru. Ten scenariusz wydarzeń wydaje się bardziej prawdopodobny.

Ogień spowodował tak duże zniszczenia, że zmusił zakonników do opuszczenia klasztoru, a biskupa Gołaszewskiego do zabiegania u władz austriackich o likwidację konwentu. W 1831 roku nastąpiła kasata klasztoru. Cały majątek i legaty zostały oddane do skarbu państwa oraz do funduszu religijnego, a działający tam dom poprawczy znalazł swoją nową lokalizację w Przeworsku.



il. 16. Rycina przedstawiająca ruiny klasztoru, Macieja Bogusza Stęczyńskiego z około 1880 roku

Przez następne długie lata na wzgórzu nic się nie działo i obiekt niszczał. W 1935 roku baron Adam Gubrynowicz przekazał klasztor na własność seminarium duchownemu w Przemyślu. Po upływie 22 lat kuria biskupia w Przemyślu przekazała ruiny zakonowi karmelitów bosych. I mniej więcej w tym czasie wojewódzki konserwator zabytków w Rzeszowie wyraził zgodę na odbudowę obiektów klasztornych. Źródła wskazują na datę 30 marca 1957 roku. A dwa miesiące później, dnia 23 maja 1957 roku władze Prowincji Karmelitańskiej w Warszawie wydały decyzję o odbudowie klasztoru i kościoła w Zagórzcu. Dzięki działaniom o. Józefa od Matki Bożej z Góry Karmel (Jan Prus) w tymże roku zbudowano budynek gospodarczy, w którym zamieszkał on z bratem Wawrzyńcem Radkiewiczem i o. Aureliuszem Balonkiem.

Mieszkańcy Zagórza chętnie pomagali w przeprowadzanych pracach na wzgórzu: odgruzowano ruiny, oczyszczono mury z roślinności, rozpoczęto prace zabezpieczające według projektu mgr. inż. Tadeusza Żurowskiego, który przygotował plan odbudowy. Szczególny patronat nad pracami sprawowali ks. prałat Antoni Porębski oraz jako konsultant Stefan Stefański, autor książki o obiekcie. Kierownikiem prac porządkowych był inż. Marian Wierziński. Oczyszczono wejście do podziemi, gdzie znaleziono liczne kości zakonników. W latach 1722–1817 w krypcie pod kościołem pochowano 55 zakonników. Natrafiono również na grobowiec Stadnickich z grobem Teresy Ossolińskiej. Odnalezione szczątki ponownie pogrzebano. Wiele sił włożono w porządkowanie terenu klasztornego i drogi od kościoła parafialnego do klasztoru i w odbudowę m.in. kordegardy przy głównej bramie. Na te działania pozyskiwano finansowanie z Ministerstwa Kultury i Sztuki. Karmelici również włączyli się w zdobywanie funduszy - wykonywali m.in. świąteczne karty pocztowe.

Aby zdobyć dodatkowe środki finansowe, o. Józef postanowił wyjechać do Stanów Zjednoczonych i Kanady. Udało mu się z sukcesem odwiedzić wiele ośrodków polonijnych, po czym wrócił do Zagórza. Jednak jego organizm nie był już młody i po powrocie ciężko zachorował. 5 kwietnia 1962 roku o. Józef od Matki Bożej z Góry Karmel zmarł. Przed śmiercią miał pragnienie, aby pochowano go pod kościołem klasztornym, jednak został pochowany w grobowcu zakonnym w Krakowie. Prace konserwatorskie przerwano wskutek zarządzenia Prezydium WRN w Rzeszowie. 10 października 1962 roku klasztor opuścili o. Aureliusz Balonek i brat Wawrzyniec Radkiewicz. Ostatnim działaniem przeprowadzonym w tamtych latach były badania archeologiczne Tadeusza Żukowskiego w 1965 roku. Namalował on akwarele prezentujące freski znajdujące się we wnętrzu kościoła i przedstawiające ołtarze.

Pod koniec lat 90. postanowiono zachować obiekt w postaci trwałej ruiny. Dzięki tej decyzji wznowiono pracę na wzgórzu: odbudowano wieże, wzmocniono ściany, odrestaurowano mury obronne. Największym wydarzeniem ostatnich lat było otwarcie Centrum Kultury Foresterium w dawnym budynku gościnnym w murach klasztornych. Teren klasztoru został przygotowany dla odwiedzających podróżnych. Są odprawiane nabożeństwa majowe i uroczyste msze święte ku czci patronki Karmelu, Matki Bożej Szkaplerznej.

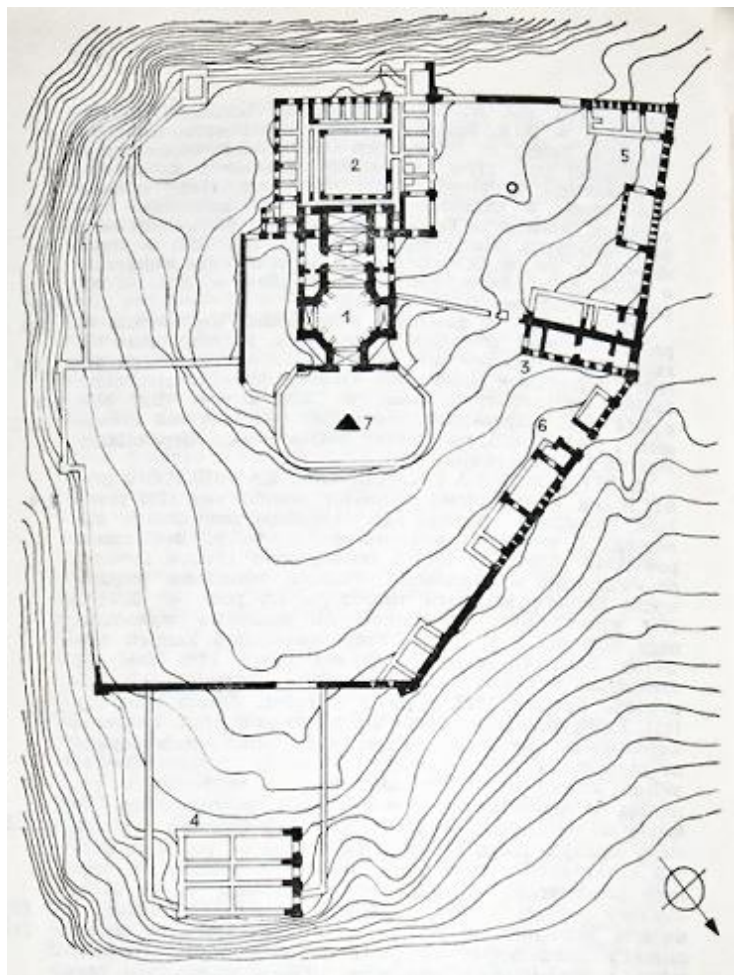
ROZDZIAŁ PIĄTY

ARCHITEKTURA KLASZTORU

Pierwszy raz wzgórze klasztorne zobaczyłem w 2013 roku w trakcie wycieczki w ramach wykładów z historii sztuki. W tamtym momencie klasztor zadziwiał swoim położeniem i rozmachem założeń stawianych przed rozpoczęciem budowy, a także ich realizacją. Budził w głowie myśli o tym, jak mógł wyglądać przed pożarem, jeśli teraźniejsze ruiny sprawiają takie wrażenie. Kolejnym razem byłem tam w 2018 roku. I można było zobaczyć zmiany. Teren klasztoru stał się przyjaźniejszy dla odwiedzających. Prowadzone prace utrwalenia ruin pozytywnie wpłynęły na odbiór obiektu i wzbudził chęć odwiedzenia go zanim stał się gruzowiskiem. Gdy pracowałem nad rekonstrukcją warowni, jeszcze kilka razy byłem na wzgórzu. Widziałem zmiany zachodzące na terenie obiektu i mogę stwierdzić, że w odbiorze są pozytywne. Każdy obiekt zmienia się w ciągu lat bardziej lub mniej. Klasztor zmienił się znacznie. Skierowano go w stronę unowocześnienia, udogodnień i atrakcji turystycznej. Powstał nowy budynek, organizowane są różne wydarzenia.

W wirtualnej rekonstrukcji zespołu klasztornego karmelitów prezentuję, jak obiekt ten mógł wyglądać przed pożarem. Oczywiście nie stwierdzam, że tylko ta wersja wyglądu klasztoru jest prawidłowa. Nie jest możliwa weryfikacja prawdziwego wyglądu z powodu niewystarczającej liczby opisów oraz z uwagi na brak wizualnego udokumentowania stanu przed pożarem.

Rekonstrukcja powstała na podstawie przeprowadzonych badań nad zachowanymi częściami zespołu klasztornego i zachowanymi wzmiankami o obiekcie oraz po odbytych konsultacjach na temat wyglądu terenu klasztornego i jego architektury z konserwatorami, architektami, projektantami ogrodów klasztornych i historykami.



il. 17. Plan sytuacyjny zespołu klasztornego: 1. kościół, 2. klasztor, 3. foresterium, 4. szpital, 5. wozownia i stajnia, 6. brama główna i kordegarda, 7. postument figury patronki kościoła.

Prezentowana „gra” może być modyfikowana w późniejszym czasie, jeśli pojawią się informacje weryfikujące wygląd konkretnej budowli lub jej architektury wewnętrznej. Z powodu braku informacji wielu rzeczy nie udało się odtworzyć i jednocześnie kilka rzeczy, których realne istnienie jest mało wiarygodne, zrealizowano, aby zwiększyć atrakcyjność prezentacji wirtualnej przestrzeni klasztoru.

Klasztor znajduje się w kierunku południowym od miejscowości Zagórz, w odległości około 2 km od dworca głównego. Po drodze z Zagórz do ruin warowni możemy zobaczyć cerkiew św. Michała Archanioła oraz Sanktuarium Matki Bożej Zagórskiej Matki Nowego Życia. Klasztor położony jest na wzgórzu z trzech stron otoczonym rzeką Oslawą. Główna, szeroka, podwójna brama wjazdowa znajduje się na północno-zachodniej stronie z powodu jedynego łagodniejszego podejścia. Do bramy prowadziły dwie drogi, otoczone polami: na wprost od miasta przy rzece oraz od strony zachodniej po grzbiecie góry. Klasztor ma charakter fortecy, jest otoczony dookoła murami, które na pewnych odcinkach mają strzelnice. Zajmuje on powierzchnię 1 ha 75 arów 42 m². W zachodniej części murów znajdowała się dodatkowa brama, służyła jako przejście gospodarcze i umożliwiała ucieczkę w razie napadu. Została zamurowana, lecz nieznanym jest czas realizacji tego działania. Na wschodzie za głównymi murami mieścił się piętrowy budynek – według różnych źródeł był to szpital lub dom poprawczy albo jedno, a później – drugie. To jeden z najtrudniejszych budynków do odtworzenia. Wszystko, co o nim wiadomo: to, że on był. W archiwach internetowych znajduje się jedyne zdjęcie już zniszczonego obiektu, na którym widzimy fragment ściany z elementami konstrukcyjnymi. Czas powstania zdjęcia szacowany jest na lata międzywojenne 1918–1939. Jako pomoc w rekonstrukcji tego obiektu posłużył rzut poziomy klasztoru i warowni wykonany przez Adama Bochnaka i Janusza Bagaczewskiego,

zaprezentowany w książce „Warowny klasztor Karmelitów Bosych w Starym Zagórze”, wydanej w Przemyślu w 1925 roku.



il. 18. Zdjęcie ściany szpitala

Centralnym punktem obiektu jest kościół. Mimo dużych zniszczeń jest najlepiej zachowaną częścią klasztoru. To budowla pozbawiona cech obronnych, podobnie jak budynek klasztoru. Zaprojektowano ją w stylu barokowym na rzucie prostokątnym, z dwiema wieżami od strony zachodniej, przy głównym ołtarzu. Wieże w planie są prostokątne, wieńcząca je część - ośmioboczna. Nie wiadomo, jak dokładnie wyglądały dachy wież, zachowała się jedynie ośmioboczna ceglana podstawa. W rekonstrukcji pokazano hełmy o formach barokowych, wzorowane na dachu wieży klasztoru karmelitów bosych w Czernej. Od strony wschodniej mieściło się centralne wejście z trójprzęślową, dwupiętrową fasadą, wzorowaną na fasadzie kościoła Il Gesu. W parterowej, środkowej jej części znajdowały się wysokie drzwi do kruchty, poprzedzającej nawę główną. Nad nimi na tarczy był

umieszczony znak karmelitów, a wyżej – okno doświetlające chór muzyczny. W bocznych przęsłach, oddzielonych od środka zdwojonymi pilastrami, znajdują się półkoliste nisze z rzeźbami założycieli zakonu, św. Jana od Krzyża oraz św. Teresy d'Avilla. Nie mam pewności, że w niszach znajdowały się rzeźby, jednak w rekonstrukcji umieściłem dopracowane skany figur świętych. Drewniane postacie były skanowane z wykorzystaniem technologii fotogrametrii w Muzeum Historycznym w Sanoku. Chciałbym bardzo podziękować dyrektorowi Jarosławowi Serafinowi za umożliwienie wykonania skanów oraz za udostępnienie dodatkowych materiałów opisujących warownię.



il. 19. Widok na klasztor znad Osławy z około 1936 roku

Na piętrze elewacji znajduje się duże okno, a po bokach – attyki, łączone z parterem belkowaniem. Całość zamyka trójkątny przyczółek z okrągłym oknem doświetlającym strych. Dach świątyni jest dwuspadowy, krzyżujący się nad nawą główną. Ciekawe jest to, że w większości kościołów fasady są wieżowe. Fakt ten sugeruje pewne spostrzeżenia, opiszę je w dalszej

części pracy. Przed fasadą stoi masywny, dobrze profilowany, trójkątny filar, na którym prawdopodobnie znajdowała się figura Matki Bożej Szkaplerznej. Dookoła filaru widoczny jest płaski, ubity teren, który na początkowych etapach powstawania klasztoru mógł być otoczony murem z wyjściem poza zakon po jednej stronie i przejściem do strefy klasztoru – po drugiej. Świadczy o tym ostra zmiana wysokości terenu.



il. 20. Elewacja kościoła z około 1910 roku

Wchodząc do kościoła, znajdujemy się w kruchcie ze sklepieniem beczkowym. Po lewej stronie umieszczone zostały schody, doświetlone małym otworem. Można nimi przejść na chór. Nie wiadomo, czy znajdowały się tam jakieś instrumenty muzyczne. Za kruchtą znajduje się centralna, ośmioboczna nawa przykryta płaską kopułą. Dalej na wprost znajduje się czteroprzęsłowe, długie, prostokątne prezbiterium, a po prawej i lewej stronie – płytkie kaplice. Boki nawy nie są jednakowe i nie mają okien. Doświetlenie odbywa się przez okna umieszczone w kaplicach i przez duże okno od strony kruchty. Do najdłuższej strony

przylega prezbiterium, do krótszych – kaplice i kruchta. Następnie, co do szerokości, są ściany między kaplicami a kruchtą, gdzie we wnękach mogły znajdować się konfesjonały (zostały umieszczone w rekonstrukcji). Najkrótsze są ściany od kaplic do prezbiterium, na których znajdują się perspektywicznie namalowane ołtarze. Po prawej stronie na filarze łuku tęczowego była zbudowana ambona. Wejście do niej było możliwe z pomieszczenia dodatkowego po prawej stronie od prezbiterium, a schody ukryte były w ścianie. Nie wiadomo, jak wyglądała – w rekonstrukcji wykorzystałem jedną z propozycji. Kazalnicę umiejscowiono w niestandardowym miejscu, zazwyczaj w kościołach chrześcijańskich lokalizowano ją po lewej stronie nawy głównej. Łącząc ten fakt z rozmieszczeniem wież i z umiejscowieniem nawy głównej, możemy spekulować, że w pierwotnym projekcie ołtarz główny planowano usytuować we wschodniej części wnętrza kościoła. Dawniej starano się projektować w ten sposób, lecz porównując kościół z innymi świątyniami tego zakonu można zauważyć indywidualne podejście w przypadku każdego z nich.

Oto kilka przykładów świątyń: zniszczona świątynia klasztoru w Wiśniczu, województwo tarnopolskie (Ukraina), miała dwie wieże od strony ołtarza, lecz sam ołtarz usytuowany był od strony wschodniej; ołtarz klasztoru w Czernej znajduje się na wschodzie, ale jest tylko jedna osobno stojąca wieża-dzwonnica. Podobne rozlokowanie elementów architektonicznych jest w jednym z najświętszych miejsc dla karmelitów – w Sanktuarium Matki Bożej Szkaplerznej w Hajfie (Izrael). Widoczna jedna wieża i ołtarz znajdują się od strony północnej w Kościele Niepokalanego Poczęcia NMP klasztoru karmelitów w Krakowie. W przemyskim klasztorze rozplanowano odwrotnie – ołtarz znajduje się od strony południowej i brak wieży, jedynie obok znajduje się niewysoka dzwonnica. A w klasztorze w Berdyczowie (Ukraina) wieże łączone dolną częścią z główną elewacją we wschodniej części świątyni, lecz mocno odsunięte na boki, a ołtarz ukazuje się od strony zachodniej.

Na wszystkich ścianach wnętrza kościoła klasztoru w Zagórzcu możemy zobaczyć toskańskie pilastry w dwóch rodzajach: w nawie i w kaplicach – pojedyncze, w części prezbiterium – podwójne. Wśród pilastrów znajdują się namalowane iluzjonistyczne ołtarze, których autora nie udało się ustalić. Są jednak przypuszczenia, kto to mógłby być. W swoich badaniach prof. Adam Bochnak podejrzewa, że mógł to być malarz Marcin Stroiński. Opisuje bardzo dokładną analizę porównań fresków w innych kościołach oraz umiejętności braci Stroińskich²⁵. Jednak nie wszystkich przekonał do wyników swoich badań – w książce Stefańskiego np. zawarto jeszcze kilka propozycji, mianowicie: „Autorem był jakiś malarz włoski... zaś prof. Zbigniew Hornung wskazuje na o. Grzegorza Czajkowskiego – karmelitę bosego. Autor dzieła 'Zakon Karmelitów Bosych w Polsce' o. Benignus Wanat... przypisuje [*powstanie fresków*] malarzowi sprowadzonemu z Włoch”²⁶. Malowidła ołtarzy bocznych były poświęcone Matce Bożej Szkaplerznej, św. Józefowi, św. Teresie, św. Tekli oraz św. Janowi od Krzyża. Centralne miejsce na każdym z nich było przeznaczone na obraz. Ściana ołtarza głównego również była malowana i składała się z dwóch części. Jako fresk dolny zaprezentowano otoczenie z perspektywiczną architekturą, postaciami świętych, aniołem na tle czerwonej kotary, a środkowe miejsce, prawdopodobnie, zajmował obraz Zwiastowania NMP. Poniżej był portal przejścia do klasztoru. Fresk górny znajdował się w niszy zamurowanego okna i przedstawia Boga Stwórcę z kulą świata i berłem w ręku, otoczonego aniołami w chmurach. Do dziś zachowały się jedynie drobne fragmenty tych malowideł. Jednak, jak wspominałem wcześniej, w 1951 roku inż. Tadeusz Roman Żurowski zachował wygląd ołtarzy w postaci akwareli. W rekonstrukcji są prezentowane ołtarze wykonane na podstawie jego opracowania.

²⁵ Op. cit.

²⁶ Op. cit.

Dookoła, u góry, przełamując się nad każdym pilastrem, biegnie prawidłowe belkowanie, składające się z architrawu, gładkiego fryzu i mocno wystającego gzymsu. Wyżej w obszarze prezbiterium, po obu stronach, w lunetach znajdują się okna. Widać także sklepienie kolebkowe z gurtami padającymi na imposty ponad pilastrami. Gurty i lunety zauważalne są również w nawie głównej. Podobne sklepienie, beczkowe, widoczne w kruchcie, a w kaplicach bocznych – sklepienie krzyżowe. Według Stefana Stefańskiego na sklepieniach również znajdowały się iluzjonistyczne freski. W kaplicach bocznych były też ołtarze malowane oraz po dwa okna: jedno – większe nad drugim – mniejszym.

W części prezbiterium było zejście do podziemi, gdzie były groby mnichów oraz fundatorów. W rekonstrukcji tego nie pokazano z powodu braku możliwości przeprowadzenia dokładniejszych badań oraz z uwagi na sacrum miejsca. Wiadomo, że wejście do podziemi znajdowało się przed schodkami do najważniejszej części przestrzeni ołtarza. Po obu stronach ołtarza znajdowały się przejścia: po stronie południowej – do zakrystii, a po stronie północnej – do skarbcza. Zakrystia składała się z trzech pomieszczeń ze sklepieniem beczkowym. Jedno mogło służyć, w teraźniejszym rozumieniu, jako biuro przeora. W ścianie zewnętrznej pomieszczenia znajdowało się okno. Z centralnego pomieszczenia można było wyjść przed główne wejście do budynku klasztoru – służyło ono jako korytarz z jednym oknem. A z trzeciego pomieszczenia przechodziło się do korytarza klasztoru. Przestrzeń ta znajdowała się w podstawie wieży i była pozbawiona okien. Po przeciwnej stronie w podstawie wieży północnej mieścił się skarbiec. Przed nim umieszczono korytarz łączący wejście do kościoła, schody na kazalnicę, wyjście do ogrodu i jeszcze jedno pomieszczenie, być może – wewnętrzne archiwum. Wszystkie pomieszczenia miały sklepienia beczkowe, a korytarz i archiwum – okna. Na wszystkich ścianach kościoła widoczne są tynki.

Według o. Wanata zakrystia była po przeciwnej stronie: „W przedłużeniach kaplic po obu stronach prezbiterium, od strony północnej mieściła się zakrystia i skład kościelny pod wieżą. Z zakrystii wejście na ambonę, znajdującą się wbrew tradycji po prawej stronie na filarze tęczowym. Od strony południowej prezbiterium był chór zakonny i preparatorium pod wieżą. Z preparatorium wejście do klasztoru”²⁷.

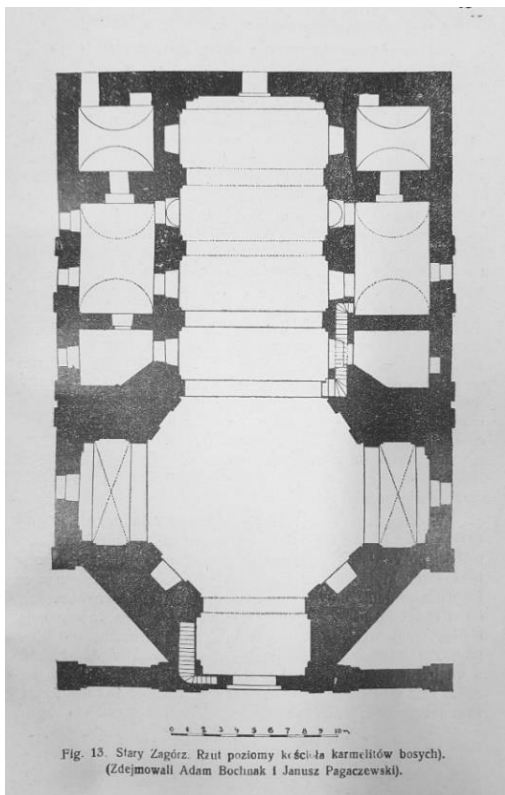


Fig. 13. Stary Zagórz. Rzut poziomy kościoła karmelitów bosych.
(Zdjęmowali Adam Bochnak i Janusz Pągoczewski).

il. 21. Rzut kościoła z książki Adama Bochnaka „Warowny Klasztor Karmelitów Bosych w Starym Zagórz”

²⁷ B. Wanat OCD, *Zakon Karmelitów Bosych w Polsce. Klasztory karmelitów i karmelitanek bosych 1605-1975*, Wydawnictwo Karmelitów Bosych, Kraków 1979, s. 513-532.



il. 22. Wnętrze kościoła z około 1905 roku

Od strony zachodniej kościoła był budynek klasztorny, połączony ze świątynią wieloma ścianami. To budowla piętrowa na planie prostokąta. Formowana od wirydarza, z krużgankami i w części podpiwniczona. Od strony południowej budynku znajdowała się furta klasztorna z pomieszczeniem dostępnym dla gości oraz wyjście do sadu. Według Stefana Stefańskiego był tam nie sad, lecz ogród, a sad znajdował się po przeciwnej stronie budynku. Obecnie mieści się tam ogródek z kwiatami. Potwierdzeniem rozmieszczenia stref według Stefańskiego może być zdjęcie z około 1939 roku, przedstawiające część gospodarczą z rzędami posadzonych drzew. Jednak uważam, że mogło być odwrotnie. Swoją opinię na ten temat sformowałem na podstawie rozmów z profesjonalistami z zakresu projektowania ogrodów klasztornych. Określono konkretne cechy, względem których tworzone były obszary ogrodowe i sady. Każdą strefę zawsze wykorzystywano maksymalnie funkcjonalnie. W każdym rogu, przy/na każdej ścianie znajdowały się rośliny. Na skutek przeprowadzonych konsultacji pojawiły się dwie wytyczne skłaniające do odwrotnego podziału przestrzeni, niż opisuje to Stefański. Pierwsza jest związana z dostępnością wody przy ogrodzie. Studnia klasztorna znajdowała się w północno-zachodniej części, a ogród był umiejscowiony na pochyłym terenie w południowej części zabudowań. Przejście do tego miejsca od studni było utrudnione z powodu odległości i konieczności przejścia korytarzami klasztoru. Głęboko wykopana studnia, obłożona kamieniami znajdowała się na środku dziedzińca gospodarczego tam, gdzie na zdjęciu widoczne są drzewa. Ujęcie wody zazwyczaj lokalizowano w środku ogrodu, który z kolei był podzielony na segmenty w celu zapewnienia łatwiejszej zmienności kultur sadzonych i bezproblemowego ich podlewania. Jeszcze jednym faktem skłaniającym do wskazania tego rozmieszczenia jako właściwego są wybudowane w tej części pomieszczenia gospodarcze.

Drugi powód to okoliczność, że sady klasztorne zazwyczaj projektuje się na skłonach. Drzewa nie potrzebują równego terenu ani podlewania. Ponadto w swoim opisie klasztoru Adam Bochnak zaznacza przerwanie murów obronnych właśnie w południowej części i zaprzecza istnieniu drugiej wieży, podczas gdy Stęfański nawet na rzucie rysuje dwie wieże obronne i zamknięty mur. Przerwanie ściany i brak wieży są logiczne z powodów formowania obronności z wykorzystaniem terenu - warownia jest położona na wysokim wzniesieniu, gdzie mogły znajdować się drzewa. Nie wiem, czy faktycznie była druga wieża, i jest to trudne do zbadania. W rekonstrukcji natomiast jest pokazany ciągły mur z wieżą, co jest spowodowane potrzebą ograniczenia widoczności i przemieszczania się „graczy”.



il. 23. Zdjęcie przestrzeni gospodarczej z około 1939 roku

Odnosnie wyżej wspomnianego zdjęcia można stwierdzić, że zrobiono je długo po pożarze i obszar klasztoru mógł być wykorzystywany inaczej, np. dziedziniec kościelny był zasiewany zbożem (możliwe, że tak było zawsze; w rekonstrukcji pokazany

jest nieduży obszar, na którym zasiano pszenicę). Na fotografii można zauważyć ruiny i dosyć młode drzewa. Prawdopodobnie były zasadzone kilka lub kilkanaście lat przed wykonaniem zdjęcia. Niewykluczone, że miejsce podpisane jako ogród na rzucie w publikacji Stefańskiego było faktycznie ogrodem, lecz w rozumieniu pola. Czyli - obszaru ziemi przeznaczonego pod uprawę roślin, najczęściej obsianego lub obsadzonego jedną rośliną, np. żytem, kukurydzą, ziemniakami²⁸. Tymczasem sad znajdował się w przestrzeni podpisanej jako park. Przy studni był natomiast ogródek, gdzie rosły warzywa, których spożywano mniej niż wcześniej wspomnianych, np. pomidor, ogórek, czosnek, cebula, kapusta. Był to zestaw roślin potrzebnych do utrzymywania prawidłowej diety mieszkańców, która musiała być zbilansowana i zawierać wystarczającą ilość witamin. Możliwe, że i poza klasztornymi murami były pola uprawiane przez mnichów.

Sad był w części (z przerwą) z trzech stron otoczony murem bez strzelnic, z czwartej strony była elewacja klasztoru. Znajdowało się tam kilka rodzajów drzew, podobnie jak w innych klasztorach. Prawdopodobnie były tam również krzewy, m.in. porzeczek, agrest, malina. W najdalszym rogu umieszczono kompostownię, po murach pięła się winorośl i możliwe, że postarano się nawet o niedużą szklarnię. Do sadu można było dojść ścieżką między oknami klasztoru a murem w południowo-zachodniej części klasztoru. Wyjść na ścieżkę można było z korytarza klasztoru przy drugiej wieży, która jednocześnie pełniła funkcję latryny i była połączona wewnętrznym przejściem z budynkiem.

W środku klasztoru znajdował się wirydarz, otoczony krzągankami na obu kondygnacjach. Od strony południowej były korytarz i równolegle biegnący taras z arkadami filarowymi na parterze - ze sklepieniami, a na piętrze - z płaskim drewnianym sufitem. Na środku wirydarza figura Matki Bożej, dookoła której

²⁸ [https://pl.wikipedia.org/wiki/Pole_\(rolnictwo\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Pole_(rolnictwo)) (dostęp: 10.2022).

było miejsce na kwiaty, krzewy ozdobne i zioła. Figurę otaczały także wydeptane ścieżki, po których spacerowali zakonnicy, aby się wyciszyć. Na stronach południowej i zachodniej znajdowały się 22 cele dla zakonników: po jedenaście na parterze i na piętrze. W południowym rogu były dwa większe pokoje – dla przeora i jego zastępcy. Refektarz z kuchnią przypuszczalnie znajdowały się po stronie północnej na parterze, a na piętrze – biblioteka i czytelnia. Z powodu dużych zniszczeń, w efekcie których zostały tylko fragmenty fundamentów i kilka ścian, trudno określić, jakie jeszcze sale mogły tam być. Poza tym nie wiadomo, jak wyglądał wystrój wszystkich pomieszczeń. Wiemy jedynie, że wszystkie ściany były pokryte tynkami. Od strony południowej pod klasztorem znajdowała się piwnica, o czym świadczą otwory doświetlające podziemia. Niewykluczone, że była połączona z kuchnią podziemnym korytarzem. W rekonstrukcji zostało to tak właśnie pokazane, choć nie wiemy tego na pewno. Przy dużym pokoju znajdują się schody do piwnicy i na piętro. Schody na piętro można także zobaczyć przy jadalni. Na ścianie północnej znajduje się jeszcze jedno wejście, łączące dziedziniec gospodarczy z klasztorem. Obok tego wejścia znajduje się wspomniana wieża z latryną. Wszystkie pomieszczenia mają okna i są dobrze doświetlone. Wieżę i klasztor pokrywa dach wielopołaciowy z blachy. Elewacje budynku są skromne. Przed jedną z nich – od strony północnej – rosną kwiaty które są używane do upiększania ołtarzy kościoła.

Na północ od budynku klasztorowego, jak wcześniej wspomniano, znajduje się dziedziniec gospodarczy nazywany klasztornym, z ogrodem i studnią w jego centrum. Otoczony jest murami ze strzelnicami skierowanymi poza przestrzeń dziedzińca. W zachodnio-północnym rogu znajdował się budynek gospodarczy, który mógł służyć jako stajnia lub obora. Po prawej stronie od niego umiejscowiony był przylegający do ściany obronnej, prostokątny budynek. Możliwe, że mieszkał tam woskownik lub była tam wozownia, a może i jedno, i drugie (takie

połączenie pokazano w rekonstrukcji). Po obu stronach budynku znajdowały się strzelnice, dość wysoko umieszczone na ścianie. Przy nich usytuowano drewniany chodnik obronny (balkon) z wejściem przez budynek w rogu północnym. W obu budowlach na piętrze znajdowały się pomieszczenia ze strzelnicami. W budynku narożnym dodatkowo była bartyzana, wieżyczka strażnicza nadwieszana w koronie muru obronnego.

W przestrzeni dziedzińca, we wschodniej jego części, znajdował się jeszcze jeden obiekt – foresterium. To budynek przeznaczony dla gości odwiedzających wzgórze. Podzielony jest murem, biegnącym przez jego środek w stronę kościoła. W tej ścianie obronnej znajdują się brama do dziedzińca klasztornego oraz strzelnice skierowane w stronę dziedzińca kościelnego. Służyły one obroną wówczas, gdy brama główna lub jej mury zostały zdobyte. Zachodnia część budynku była parterowa, mogła tam mieszkać służba klasztorna, a także mogły to być magazyny. Przy ścianie budynku w murze znajduje się otwór z kratą, wykorzystywany jako odpływ wody z podwórza. Reprezentacyjna część budowli mieści się jednak po drugiej stronie. Piętrową elewację zdobiły liczne okna, bartyzanę zaś umieszczono w rogu nad murem. W budynku znajdowało się osiem pomieszczeń przejściowych dla gości. Dwa wejścia były na parterze i być może – także na piętrze, ze schodami od strony bramy wjazdowej na podwórze gospodarcze. Nie znalazłem nigdzie potwierdzeń tego, że tak właśnie było w tym miejscu, lecz z badań architektonicznych wynika, że przypuszczenie to ma uzasadnienie. Wynikało bowiem z konieczności przejścia do konkretnego pomieszczenia bez zakłócania spokoju innych mieszkańców. Drugim powodem to umożliwienie szybkiego poruszania się po budynku w razie walki. Pokrycie dachowe było czterospadowe nad piętrem i jednospadowe nad magazynami. W tej chwili obiekt został przebudowany i pełni funkcję centrum kultury z salami ekspozycyjno-konferencyjnymi i pracowniami artystycznymi.



il. 24. Widok na warownię z lotu ptaka z około 1939 roku

Naprzeciwko foresterium znajduje się zespół bramny. Przy wjeździe głównym, po jednej stronie mieści się kordegarda, zapewne w niej mieszkali weterani wojskowi – fundator obiektu zobowiązał mnichów do opieki nad nimi. A po drugiej stronie – przestrzeń przeznaczona dla klasztornej furtiana. Na wysokości piętra można dostrzec połączoną przestrzeń, ciągnącą się nad wszystkimi budynkami ze strzelnicami. W celach na parterze, po obu stronach bramy, umieszczono dwie skośne strzelnice. Między budowlą a foresterium mógł znajdować się balkon obronny, gdyż w murze mieszczą się wysoko położone strzelnice.

Ostatni budynek, który w jakiś sposób można rozpoznać, jest usytuowany w północnym narożniku. Nie wiadomo, jakie było jego przeznaczenie. Stefan Stefański przypuszcza, że mógł to być browar lub magazyn żywnościowy. Składał się z trzech przestrzeni, przylegał do muru północnego i muru północno-wschodniego z basztą i strzelnicami na ich styku.

W murze północno-wschodnim znajdowało się przejście do szpitala, a bezpośrednio przy nim – moim zdaniem, był budynek gospodarczy o funkcji stodoły lub szopy, obecnie zupełnie zniszczony. Od wschodu ściana obronna skręca w stronę sadu, przełamując się w połowie.

We wszystkich budynkach posadzkę na parterze wyłożono cegłą, na piętrach – użyto drewna. Pod tym względem różni się jedynie podłoga w kościele, gdzie wyłożono płytki, oraz podłoga w celach klasztornych, która była drewniana. Wnętrza oświetlało światło dzienne z okien, a wieczorami świeca. Zarówno stolarka okienna, jak i drzwiowa były drewniane, projektowane podobnie jak w innych klasztorach. Nie wiadomo, czy były jakieś witraże w oknach kościoła. Do ogrzewania w chłodnym czasie wykorzystywano piece, palono przeważnie drewnem.

ROZDZIAŁ SZÓSTY TWORZENIE ŚWIATÓW WIRTUALNYCH

Coraz więcej osób korzysta z różnych urządzeń, za pomocą których prezentuje się wirtualną rzeczywistość, dlatego wymagania względem jakości tworzonych światów wirtualnych są coraz wyższe. Powstaje ogrom zróżnicowanych projektów, co omówiłem w innej części pracy. Każdą aplikację tworzy się tak, aby zadziwić użytkownika czymś nowym i niezwykłym. Jednocześnie powstają gry historyczne, przedstawiające jakąś bitwę albo wydarzenie, lecz wszystkie działania postaci w grze są skryptowane, a gracz nie ma możliwości odejścia w bok. Za ich pośrednictwem możemy zobaczyć historyczne przestrzenie i wejść w interakcje historycznymi postaciami. Poruszamy się jednak według napisanego przez twórcę scenariusza. Powstają również pseudohistoryczne gry, w których zaaranżowane sytuacje podobne są do tego, co mogło być, ale gracz ma wpływ na kolejne wydarzenia i historia może potoczyć się inaczej, niż miało to miejsce rzeczywistości. Mało jest działań związanych z tworzeniem symulacji istnienia realnych, ale już nieistniejących przestrzeni. Symulacji łączących przekaz cech i atutów danego miejsca z informacjami o sposobie funkcjonowania i o związanych z tym problemach. Symulacji umożliwiających przeżycie doświadczenia immersyjnego w dowolnie wybranym miejscu bez wychodzenia z domu, a co najważniejsze - bez konieczności wydawania większych środków finansowych.

Tworzenie wirtualnej rekonstrukcji wiąże się z wieloma wyzwaniami. Warto zacząć od przeanalizowania rynku podobnych istniejących już aplikacji. Na tę chwilę może być to nieco utrudnione, ponieważ każda przestrzeń, którą można oglądać dzięki okularom AR/VR i telefonom komórkowym, jest nazywana rzeczywistością wirtualną.

Już wspominałem o panoramicznych zdjęciach 360°, tworzonych dzięki kamerom nagrywającym takie panoramy. Używając aplikacji Google Earth, możemy odbywać podróże do każdego cyfrowo zapisanego, istniejącego miejsca na Ziemi. I to też nazywane jest wirtualną rzeczywistością.

W 2018 roku Vive Studio (firma produkująca okulary VR) wydała swój pierwszy pełnometrażowy film immersyjny o tytule „7 Miracles”. Film VR odtwarza wydarzenia opisane w Ewangelii wg św. Jana. Składa się z siedmiu części i opowiada o siedmiu cudach Jezusa Chrystusa. Film zdobył nagrodę Spirit of Raindance: VR Film of The Festival na festiwalu Raindance w 2018 roku. Za pięknym obrazem kryje się zaawansowany technologicznie i pracowity proces tworzenia. Wykorzystano technologię filmowania wolumetrycznego (objętościowe) i fotogrametrię. Prezentowany przez okulary VR został nazwany filmem, ponieważ przekazany obraz bez możliwości wejścia w interakcję może być tylko oglądany, tak jak w kinie (obszar VR „widz”), nawet jeśli trzeba poruszać głowę w polu widzenia o kącie 360°.

Tego rodzaju wirtualne rekonstrukcje powstawały i dawniej, prezentowano je w postaci wizualizacji lub krótkich animacji, np. Wirtualna rekonstrukcja Wawelu (2001 r.), Rome Reborn (wirtualny starożytny Rzym), Wirtualna rekonstrukcja moskiewskiego Strasnogo Monastyrja (2015 r.). Na tle innych wyróżnia się projekt polskiego studia Platige Image pod tytułem „Miasto ruin – cyfrowa rekonstrukcja zniszczonej Warszawy”. To rekonstrukcja zniszczonego podczas II wojny światowej miasta widzianego z samolotu. Film trwa pięć minut i uzmysławia skalę zniszczeń Warszawy.



il. 25. Zdjęcie przedstawiające sposób nagrywania filmu "7 Miracles"



il. 26. Kadr z gry "Il Divino: Michelangelo's Sistine Ceiling in VR"

Bliżej „prawdziwej” wirtualnej rzeczywistości jest dzieło Christophera Evansa zatytułowane „Il Divino: Michelangelo's Sistine Ceiling in VR”. To wirtualna prezentacja przestrzeni Kaplicy

Sykstyńskiej, po której możemy poruszać się w okularach VR i za pomocą kontrolerów. Do gry wprowadzono elementy interaktywności: możemy wejść na rusztowanie Michała Anioła i zobaczyć z bliska jego dzieła, z użyciem ruchomej platformy mamy możliwość zbliżenia się do sufitu, możemy podświetlać każdy namalowany obraz, a po kliknięciu przycisku - usłyszeć wypowiedzianą o nim informację.

Kolejnymi przykładami są „Wirtualna wycieczka po Titanicu” i „Titanic VR”. Dwie niezależne gry, których powstanie zainspirował jeden obiekt, a konkretniej - wydarzenie. Wirtualna wycieczka jest włączana na komputerach. Uczestnicząc w niej, możemy poruszać się po wnętrzach odtworzonego transatlantyku. Druga - to symulator nurkowania i wciągająca interaktywna opowieść prezentowana za pomocą okularów VR. W trakcie sześciogodzinnej rozgrywki można zobaczyć wydarzenia, które miały miejsce w godzinie tragedii statku, można obserwować zatopione części obiektu, zając się pracami konserwacyjnymi.

Na podstawie tych przykładów i wielu innych, których w tej pracy nie omówiono, podjęto następujące decyzje dotyczące wirtualnej rekonstrukcji klasztoru: aplikacja powinna umożliwiać użytkownikowi swobodne poruszanie się po całym obszarze poziomu; grafika w aplikacji powinna wyglądać maksymalnie realistycznie; dostęp do rekonstrukcji musi odbywać się nie tylko za pomocą okularów VR, lecz także przez komputer stacjonarny; interaktywność w aplikacji nie powinna przeszkadzać w zwiedzaniu obiektu; powinna być zoptymalizowana.

Kolejnym wyzwaniem jest wybór programu, który wykorzystamy do wygenerowania świata. Obecnie można wybierać z dużej oferty silników do tworzenia gier komputerowych. Projektowanie dla VR jest bardzo podobne do projektowania gier wideo, ponieważ w obu przypadkach zajmujemy się interaktywnym doświadczeniem 3D. Różnica polega na tym, że projektując dla VR, musimy zwrócić szczególną uwagę na efekt obecności, immersję, ruch bez mdłości

i optymalizację graficzną. Najpopularniejsze silniki to Unreal Engine 4 (UE4), już istnieje 5. wersja tego silnika (UE5), oraz Unity. Oba są narzędziami solidnymi i bardzo bogatymi w funkcje, mają wokół siebie aktywną społeczność. Oba silniki pozwalają na zarządzanie środowiskami 3D, na importowanie własnej zawartości (modele 3D, obrazy, dźwięk, wideo) oraz na programowanie interaktywności i rozgrywki. Każdy z nich ma swoje cechy, które wpływają na jego wybór, choć deweloperzy gier nie sugerują żadnego z nich. Można powiedzieć, że silniki podzieliły rynek między sobą i są wykorzystywane głównie w przypisanym sobie obszarze. UE5 jest skierowany na trójwymiarowy wirtualny świat z grami dla komputerów i VR, natomiast Unity najczęściej wykorzystuje się do tworzenia gier 2D, platformówek dla telefonów komórkowych i tabletów. Jednakże wszystkie gry można tworzyć w jednym, jak i w drugim. Ważną rolę w wyborze silnika odgrywają jego cena i sposób programowania, jak również obszerność materiałów teoretycznych do opanowania.

Unreal Engine 5 - silnik tworzenia gier i przestrzeni wirtualnych, opracowany i ulepszany przez firmę Epic Games. Napisany w języku programowania C++ pozwala na tworzenie gier dla większości systemów operacyjnych. Dużym atutem jest programowanie wizualne Blueprint, dzięki któremu deweloper nie musi znać C++. Standardowa wersja silnika jest bezpłatna, jednak jest możliwość wykupienia wsparcia premium lub licencji niestandardowej, jednak jeśli zarobi się na wyprodukowanej grze 1 mln \$, to Epic Games pobiera 5% opłatę od sprzedaży.

Unity - silnik do tworzenia aplikacji międzyplatformowych. Napisany w językach programowania C# i JavaScript. Istnieje wersja bezpłatna, lecz jest ograniczona, dostęp do pełnej wersji podzielono, w zależności od stopnia otwartości: wersja Unity Pro - 150 \$ miesięcznie, a Unity Plus - 40 \$ miesięcznie.

Inne silniki do tworzenia gier: Godot, CryEngine, Unigine, GameMaker: Studio, RPGMaker, Construct, Defold.

Wybór padł jednak najpierw na Unreal Engine 4, a gdy pojawiła się nowa wersja (UE5), projekt przeniesiono do niej. W nowej wersji wykorzystuje się inne technologie prezentacji obiektów trójwymiarowych i dopracowany system oświetlenia, to jest odpowiednio: system Nanite oraz system Lumen. Przed pojawieniem się tych systemów funkcjonował, bardzo czasochłonny proces przygotowania elementów wprowadzanych do gry. Wszystkie płaszczyzny obiektów trójwymiarowych musiały mieć dodatkowo zapisaną informację o sposobie nakładania na nie cieni. Najważniejszą zasadą było pomniejszanie ilości poligonów na obiektach. Ilość poligonów miała wpływ na szybkość obliczeń. Obliczenia te wykonywane są za pomocą karty graficznej lub procesorem przed pokazaniem przestrzeni wirtualnej na ekranie.

System Nanite pozwala na wykorzystanie dużej ilości obiektów o bardzo skomplikowanej formie, każdy z nich może mieć nawet kilka milionów poligonów tworzących jego wygląd. Tymczasem Lumen może imitować realistyczne oświetlenie oraz dyfuzję promieni, tworząc prawidłowo doświetlone strefy z realistycznymi odbiciami na powierzchni. Wymienione narzędzia mogą zamienić lub dopełnić istniejący już kilka lat i wymagający wysokiej wydajności urządzeń system RayTracing. To symulowanie w czasie rzeczywistym cząstek świetlnych lecących od źródła światła w kierunku jakiejś płaszczyzny, a następnie odbijających się od niej i uderzających inny obiekt, podświetlając go.

Następnym krokiem jest analiza urządzeń, na których chcemy prezentować rekonstrukcję. Warto podjąć decyzję, w jaki sposób będzie prezentowany wirtualny świat. Istnieje kilka możliwości – w zależności od platform. Mogą to być okulary wirtualnej rzeczywistości podłączane do komputerów. W tym przypadku mamy dużą swobodę działań, gdyż obliczenia programowe są

realizowane na komputerze, a okulary tylko przekazują obraz, dźwięk i wibracje do odbiorcy. Do takich urządzeń należą: HTC Vive, Pimax, HP Reverb, Valve Index.

Mogą to być okulary niezależne, działające na procesorach umieszczonych w samym urządzeniu. Moce obliczeniowe takich gogli są ograniczone i musimy wykorzystywać więcej sztuczek, aby rozgrywka była interaktywna, płynna i prawdziwa. Takie okulary pojawiły się niedawno i bardzo szybko zyskują popularność. Dzieje się tak ze względu na szybkość przystąpienia do rozgrywki - ubieramy je i gramy, w dowolnym miejscu. Urządzenia: Oculus Quest, Pico 4.

Jest jeszcze jeden rodzaj okularów - mobilne VR. To okulary, w których jako urządzenie podstawowe jest wykorzystywany smartfon. Mogą być technologicznie zaawansowane z dobrymi soczewkami i wygodnymi pasami mocowań na głowie, albo bardzo proste - jak Google Carboards - z tektury i tanich soczewek. Gry tworzone dla takich urządzeń niczym nie różnią się od aplikacji dla okularów niezależnych. Urządzenia: Gear VR, Google Cardboard.

Wirtualna rekonstrukcja klasztoru powstawała w dwóch wersjach: dla okularów VR podłączanych do komputera i w postaci gry komputerowej, ponieważ zdaję sobie sprawę, że nie każdy ma dostęp do okularów. Z tego powodu musiały powstać dwie aplikacje z odmiennymi sposobami interakcji i różną grafiką. Aby mogły zaistnieć trzeba było opracować elementy multimedialne i graficzne. W tym celu można wykorzystać dwa sposoby działania: projektowanie gry na podstawie istniejących obiektów 3D, materiałów i animacji lub samodzielne wykonanie całej zawartości, co wiąże się z dużymi stratami czasu i energii, jednak jest bardziej opłacalne w perspektywie przyszłości. Większość elementów można znaleźć w sklepach zintegrowanych z silnikami (UE Marketplace, Unity Asset Store), w katalogach bezpłatnych lub płatnych assetów. Jeśli czegoś brak w sklepie, to można poszukać na stronach internetowych z zasobami dla gier lub wizualizacji.

Rekonstrukcja powstawała w ten drugi sposób i w trakcie jej realizacji przetestowano wiele programów do modelowania 3D (ArchiCAD, 3DS Max, Blender, Maya, SketchUp, Cinema 4D, ZBrush), programów naśladowujących rzeczywistość (World Creator, SpeedTree), programów graficznych 2D (Photoshop, Quixel Mixer, Substance Designer, Affinity, CorelDRAW, Adobe Illustrator), programów tworzenia animacji (Maximo, Actorcore, Marvelous Designer), skanowania rzeczywistości (Meshroom, Reality Capture), obróbki dźwięków i wideo (Adobe After Effect) oraz ogrom innych programów o mniejszym znaczeniu. Nie wszystkie programy są darmowe - to również wpływało na ich wykorzystanie.

Ostatnim krokiem jest przetestowanie stworzonej aplikacji zarówno na urządzeniu, na którym powstawała, jak i na urządzeniach docelowych. Testowanie to proces przeprowadzania badań i podejmowania prób „zniszczenia” programu. Identyfikowane są błędy w funkcjonalności aplikacji i dalej - eliminowane. Celem badań jest odnalezienie źle zaprogramowanych struktur lub potwierdzenia spełnienia warunków zakładanych od początku. Najczęściej testowaniem zajmują się osoby niebiorące udziału w tworzeniu gry. Mogą one łączyć się w duże zespoły testerów.

Twórca - oprócz tego, że ma wiedzę techniczną - musi zbadać stan „rynku”, aktualność powstania rekonstrukcji, grupę docelową, przeznaczenie, funkcjonalność, wydajność urządzeń, na których będzie prezentowana, i wiele innych czynników. Podczas wykonywania rekonstrukcji zauważyłem kilka prawidłowości - poruszę zatem dwa zagadnienia.

Grupa docelowa, z punktu widzenia konsumenta, to młodzi ludzie, którzy nie boją się eksperymentować lub mają duże doświadczenie w kwestii gier komputerowych. Chcąc doświadczyć czegoś nowego, zgadzają się na wszystkie propozycje. Osoby te należą do przedziału wiekowego od około 20 do nawet 50 lat. Z każdym rokiem zakres ten się rozszerza. Gry i aplikacje można

projektować także dla osób starszych, dla których podróż po wirtualnej przestrzeni stanie się silnym emocjonalnym przeżyciem. Odwrotnie dzieje się z osobami młodszymi od założonego zakresu wiekowego. Ludzie poniżej 18. roku życia bardziej zainteresowani są akcjami, w których w krótkim czasie zmienia się bardzo dużo. Zatem projektując przestrzeń wirtualną, musimy wiedzieć, dla kogo to robimy.

Z punktu widzenia producenta - projekt może być ciekawy dla każdej organizacji. Czy to w celu odtworzenia czegoś, co już dawno nie istnieje, ale zachował się opis obiektu; czy dla firm budujących nowe otoczenie w celu zaprezentowania jeszcze nieistniejącego budynku; czy po to, aby przenieść człowieka w inne otoczenie w celu leczenia lub zabawy.

O aktualności powstania rekonstrukcji świadczy opis podobnych, istniejących projektów. Dziś większość wirtualnych wycieczek opiera się na panoramach 360°, co oznacza, że odbiorca pozbawiony jest możliwości wpływu na to, co widzi. Użytkownik ma ściśle określone ramy tego, gdzie może iść i co może robić. W prezentowanej rekonstrukcji nie ma żadnych ograniczeń poruszania się w przestrzeni wirtualnej. Taka możliwość pozwala odczuć atmosferę i nastrój ujawnianej przestrzeni, pozwala przenieść siebie do wykreowanego świata, poczuć swobodę interaktywności, co jest bardzo istotne i pożądane - w perspektywie konkurencji. Wraz z rozwojem i dostępnością technologii produkty ją wykorzystujące będą potrzebne i znajdą wiele zastosowań.

ROZDZIAŁ SIÓDMY

WIRTUALNA REKONSTRUKCJA

Wirtualna rekonstrukcja klasztoru to ogromny projekt, którego realizacji podjąłem się w celach: popularyzacji wirtualnej rzeczywistości oraz prezentacji jej możliwości; zdobycia doświadczenia w tworzeniu pełnowartościowego, działającego projektu oraz przetestowania racjonalności samodzielnego wykonywania podobnych projektów. Z kolei sama rekonstrukcja spełnia szereg innych funkcji, m.in. jest prezentacją obiektu w momencie świetności, pozwala na odczucie obecności na terenie zamkniętego klasztoru, powstała na skutek przeprowadzenia badań nad wyglądem budynków i wystrojem wnętrz, stanowi utrwalenie wyglądu obiektu w razie pogorszenia jego stanu, jest demonstracją która może zachęcać do tworzenia jakościowo lepszych przestrzeni wirtualnych, a także być wykorzystana do odtworzenia innych obiektów w części lub w całości zniszczonych.

W celu zrealizowania projektu sformułowano następujące wymagania:

- cały teren klasztoru powinien być dostępny ze swobodnym przemieszczaniem się gracza;
- budowle oraz wnętrza powinny nawiązywać do wyglądu z czasu świetności;

- granice poziomu oraz obiektów muszą być zaimplementowane tak, aby odbiorca nie mógł np. spaść przez teren lub przejść przez ścianę;
- wprowadzone animacje nie powinny powodować odczucia „doliny niesamowitości” (uncanny valley - wywołanie u obserwatorów nieprzyjemnych odczuć związanych z podobieństwem wydarzeń do realnych, lecz nieidentycznych);
- dźwięki powinny dopełniać obraz, a nie przeszkadzać;
- aplikacja musi działać sprawnie.

Należy także koniecznie przedstawić charakterystykę sprzętu, którego użyto do wykonania rekonstrukcji i na którym ją testowano oraz rekomendacje, na jakich urządzeniach będzie ona działać poprawnie. Do realizacji przedsięwzięcia wykorzystano komputer osobisty o następujących specyfikacjach:

- system operacyjny: Windows 11, 64-bitowy,
- procesor: Intel Core i7-9750H, szybkość podstawowa 2.60 GHz,
- pamięć RAM: 32,0 Gb, DDR4, szybkość 2667 MHz,
- karta graficzna: NVIDIA GeForce RTX 2060,
dedykowana pamięć 6,0 Gb.



il. 27. Zestaw Valve Index

Do testowania aplikacji przeznaczonej dla okularów VR wykorzystywano zestaw Valve Index VR Kit. W zestawie znajdują się gogle, dwa kontrolery, dwie stacje bazowe oraz kable i zasilacze do nich. W chwili realizacji projektu było to najlepsze (moim zdaniem) urządzenie - brałem pod uwagę czynnik cena/jakość. Rekonstrukcja VR jest przygotowana tak, żeby można było dostosować ją do wyświetlania na urządzeniach mobilnych podobnych do Oculus Quest. Aplikacja jest przeznaczona dla komputerów, może być włączona na urządzeniach z podobnymi parametrami opisanymi wyżej i zawiera dodatkowe opcje zmiany jakości grafiki w celu zwiększenia ilości FPS (klatek na sekundę). Jednak warto przyjąć przedstawione parametry jako wymogi minimalne względem urządzenia.

Mając teoretyczną wiedzę o projektowaniu świata wirtualnego, można przystąpić do realizacji rekonstrukcji. Pierwsze, od czego zacząłem, to próby odnalezienia najdrobniejszych opisów, rycin, wspomnień o obiekcie. Było to również związane z koniecznością nawiązywania nowych kontaktów i odnalezienia ludzi, którzy pomogliby mi w tych działaniach. Przystępując do realizacji projektu, nie zdawałem sobie sprawy, w jakim stopniu dotarcie do materiałów związanych z klasztorem będzie utrudnione oraz ile ich jest. Jednak mała ilość informacji o wzgórzu nawet wzbogacała wewnętrzną chęć udowodnienia, że możliwe jest wykonanie rekonstrukcji tego zapomnianego obiektu.

Zbieranie materiałów opisowych o warowni odbywało się na trzy sposoby. Pierwszy to gromadzenie tekstów charakteryzujących obiekt. Zbierane i szukane w artykułach czasopism (np. magazyn historyczny „Mówią Wieki”), w tekstach ksiąg zakonu i książek powstałych w XX wieku, w takich opowieściach, jak „Grób Nieczui” Zygmunta Kaczkowskiego czy „Pan Samochodzik” Zbigniewa Nienackiego. Często zdarzało się, że porównując teksty, znajdowałem przeciwstawne twierdzenia lub informacje powielane bez podejmowania próby przeanalizowania,

czy czasem nie są fałszywe. Trafiałem także na celowo zafałszowane teksty związane z wydarzeniami na bieszczadzkich wzgórzach, w których dopisywano klasztor, żeby uwierzytelnić miejsce. Prowokowało to przedłużenie się badań.

Drugim sposobem było gromadzenie zdjęć klasztoru. Udało się zbierać zdjęcia z różnych lat, pór roku, sposobem wykonania, jakością i obszernością fotografowanego obiektu. Kolorowe, nie tak dawno zrobione, pomagały w analizie terenu. Od lat 90. prowadzono prace oczyszczania i odkopywania. (w październiku 2022 roku byłem w Centrum Kultury Foresterium i na terenie klasztoru. Zobaczyłem tam ścianę odkopaną w trakcie budowy centrum. Była dobrze zachowana, znajdowała się przy murze biegnącym od foresterium do kościoła. Wcześniej nie była widoczna, ale w rekonstrukcji zakładałem, że tam była, i jest przedstawiona jako chodnik obronny przy strzelnicach skierowanych na dziedziniec kościelny). Fotografie zrobione w zimną porę roku wskazywały na dodatkowe skupiska kamieni schowane pod trawą, które mogły być fundamentem nieznaney budowli. Tymczasem z powodu braku liści na krzewach i drzewach można zobaczyć ślady działań człowieka na murach (jeśli zajrzemy od południowej strony za front kościoła, zobaczymy wyraźnie, że było tam nieznanne, drewniane, nieistniejące teraz pomieszczenie. W rekonstrukcji tego nie pokazałem, gdyż prawdopodobnie było to pomieszczenie robocze z czasów próby odbudowy w latach 50.). Stare czarno-białe fotografie nakierowują na prawdziwy wygląd klasztoru, np. zdjęcie południowej strony ujawnia wieżę kościoła przed jej rozsypaniem się - ruiny te następnie przebudowano i powstał taras widokowy; albo jedyne zdjęcie północnej ściany szpitala klasztornego, które pozwoliło na odbudowę całego obiektu. Z dość wielu takich zdjęć udało się pozyskać szczegóły wyglądu budynków, pozostał jednak problem z wnętrzami.

Trzecim sposobem było kumulowanie materiałów o innych podobnych klasztorach z okresu budowy Karmelu, nie tylko tego zakonu, lecz także innych. Kilka przykładów podałem w rozdziale

o architekturze klasztoru. Chciałbym również jako przykład przywołać dobrze znany mi kościół św. Stanisława z klasztorem bernardynów w mojej rodzinnej miejscowości Sambor (województwo lwowskie). Kompleks budynków powstawał w tych samych latach co klasztor w Zagórze, a odległość pomiędzy miejscowościami jest niewielka – to około 80 km. Obiekt również jest położony na wzniesieniu, co prawda w samym centrum miasta, również ma cechy architektury obronnej. W XX wieku niektóre jego budowle zostały zniszczone, na ich miejscu powstały nowe. Kościół ze względu na walory akustyczne (echa trwają 6,5 sekundy) został odrestaurowany i zaadaptowany na salę koncertową dla muzyki organowej.

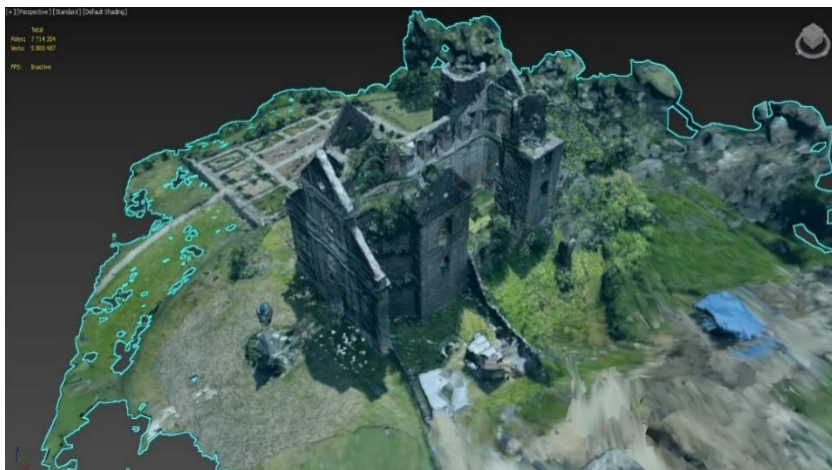
Analizie poddawane były głównie te klasztory, które mają cechy obronne, ale również dopatrywałem się rozwiązań architektonicznych i wystroju wnętrz we wszystkich – przypominających zagórski Karmel – klasztorach tamtego okresu. Dzięki temu w rekonstrukcji mamy propozycję wyglądu wszystkich pomieszczeń kompleksu.

Nie przerywając zbierania informacji, przystąpiłem do wirtualnego odtworzenia wyglądu klasztoru oraz otaczającego go terenu. Proces modelowania wszystkiego, co można zobaczyć w rekonstrukcji, zajął najwięcej czasu. Każdy centymetr przestrzeni wirtualnej był rozpatrywany z wielu perspektyw: pod względem jakości prezentacji, optymalizacji aplikacji, możliwości interakcji. Niektórych z zaplanowanych propozycji postanowiono nie realizować z powodu braku charakterystyki lub ograniczeń sprzętowych. Modelowanie odbywało się z wykorzystaniem skomplikowanych dla zwykłego odbiorcy programów do tworzenia obiektów trójwymiarowych. Pierwszym wymodelowanym obiektem był kościół.



il. 28. Widok na były klasztor, a teraz Szkołę zawodową Kultury i Sztuki z salą organową w Samborze

Najpierw była modelowana architektura: od najlepiej zachowanej do – mniej, następnie: wnętrza w ten sam sposób z meblami i dekoracjami, a na sam koniec: rośliny i elementy dodatkowe. Rekonstrukcję każdego budynku zapisywano w osobnych plikach w celu zapewnienia bezpieczeństwa danych. Dopiero na końcowym etapie pracy wszystko było łączone. Jednocześnie z modelowaniem przeprowadzono działania pomiarowe zachowanych części obiektu. Dzięki technologii fotogrametrii powstała cyfrowa kopia ruin, z której można uzyskać dane o wymiarach elementów, o odległościach między nimi, o umiejscowieniu na terenie poszczególnych struktur. Połączyłem w jednej przestrzeni wszystkie budynki z terenem i fotogrametryczną kopią ruin, doprecyzowałem położenie, skale, wymiary wszystkich elementów, tworząc całościową wirtualną kopię realnego obiektu.



il. 29. Fotogrametryczna kopia klasztoru

Kwestie krajobrazu, roślinności, zwierząt przedstawiają się nieco inaczej. Nie ma możliwości doprecyzowania ich lokalizacji oraz wyglądu. Aby wykonać rekonstrukcję, przeanalizowałem wiele rodzajów traw, drzew i krzewów rosnących w Bieszczadach.

Zakładam, że zwierzęta żyjące na tamtym terenie w XVIII wieku w jakiś szczególny sposób nie różniły się od teraźniejszych, a otoczenie za murami obronnymi nie uległo zasadniczym zmianom w porównaniu z tym, które tam było w latach świetności klasztoru.



il. 30. Fotogrametryczny skan rzeźb św. Jana i św. Anny

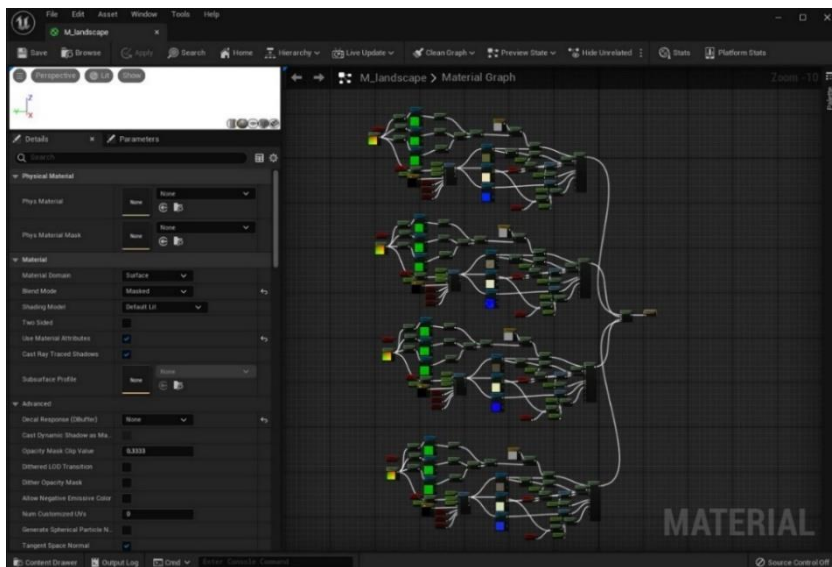
Równoległe z modelowaniem były przygotowywane tekstury, które na późniejszym etapie łączyły się w materiały. Niektóre powstawały dzięki fotogrametrii – poprzez skanowanie nie samego obiektu, lecz jego powierzchni; a niektóre trzeba było rysować od zera. Każdy materiał ma minimum trzy podstawowe tekstury: koloru powierzchni (Albedo), nierówności nazywaną *Normal Map* oraz odbicia (Reflection). Istnieją i inne tekstury, które też były wykorzystywane, ale w celu optymalizacji zamieniono je modułem z funkcją matematyczną, np. parametr *Opacity* odpowiadający za przezroczystość powierzchni może być zadany teksturą lub procentowym znaczeniem. Wszystkie materiały również przeszły proces optymalizacji, w którym np. był pomniejszony rozmiar tekstur. Każdy wymodelowany obiekt jest ubrany w materiał. Aby ubranie dobrze leżało na geometrii, trzeba

było ją prawidłowo przygotować. Jednym z warunków jest dopasowanie wszystkich płaszczyzn pod jedną wartość „texel dency” (ilość tekseli na jeden realny metr kwadratowy, a texsel jest to najmniejszy punkt tekstury; dorzecznie tłumacząc - jest to piksel tekstury). Nie będę opisywać wszystkich problematycznych momentów w modelowaniu czy nakładaniu materiałów, lecz moim obowiązkiem jest wspomnieć o UV Mapping, co tłumaczy się jako Mapowanie UV - mapa siatki obiektu 3D transformowana jest w płaszczyznę 2D, względem której zostanie nałożony materiał. Każdy modelowany obiekt ją ma, jednak przy zmianie kształtu mapowanie traci swoją prawidłową strukturę i potrzebne są dodatkowe działania, aby ją naprawić. Mapowanie UV również wykorzystywane jest do zapisywania informacji o cieniach.

W projekcie zastosowano pięć rodzajów materiałów:

- materiał podstawowy - nakładany na wszystkie statyczne, nieruchome obiekty. Ma w sobie funkcje zmienne, które w zależności od planowanego efektu można regulować, nadając cechy np. emisyjności powierzchni lub zmiany koloru powierzchni z drewna na cegłę;
- materiał terenu - nakładany na powierzchnię imitującą ziemię. Odróżnia się od materiału podstawowego tym, że daje możliwość mieszania tekstur, dzięki czemu można uzyskać efekt np. wydeptanej między trawą ścieżki.
- materiał z funkcją ruchu - nakładany na roślinność i inne ruchome obiekty. Jest pozbawiony niektórych funkcji materiału podstawowego, ale ma zmienne wpływające na szybkość, wielkość drgań, np. liści pod wpływem wiatru;
- materiał zwany *Decals* - nakładany w postaci naklejek na powierzchnie pomalowane materiałem podstawowym. Służy do imitacji zabrudzeń, przecieków, osypywania się tynku i innych niepowtarzających się obszarów;

- materiał wolumetryczny (volumetric material) - dzięki któremu tworzy się realistyczne, przestrzenne chmury oraz powietrzną perspektywę z mgłą.



il. 31. Okno modyfikacji materiału terenu

Jak było wspomniane w poprzednich rozdziałach - bez oświetlenia niczego w przestrzeni wirtualnej nie zobaczymy. W celu podświetlenia całości projektu zaprojektowano system naturalnego oraz sztucznego oświetlenia z ich zmiennością w czasie. Schemat oświetlenia był tworzony na dwa sposoby: za pomocą elementów wirtualnych symulujących promienie świetlne oraz z wykorzystaniem materiałów emisyjnych imitujących rozproszone światło. Każda z tych metod ma swoje plusy i minusy oraz parametry do redagowania zmieniające np. moc świetlną, temperaturę, odległość widocznej iluminacji. Zmieniając je, starałem się maksymalnie powtórzyć realne oświetlenie.

Alternatywą używania wirtualnych parametrów jest stosowanie Physically-Based Lighting (PBL). To sposób naśladowania realnych cech źródeł światła. Daje możliwość

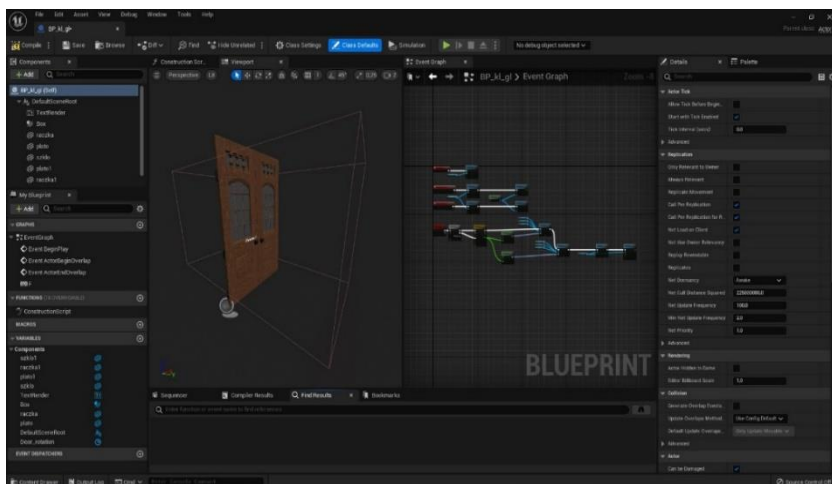
matematycznie prawidłowego ustawienia oświetlenia z poprawnymi proporcjami światła sztucznego i naturalnego, co z kolei wpływa na jakość cieni. Równolegle wymaga prawidłowych ustawień parametrów wirtualnej kamery, przez którą widzimy przestrzeń wirtualną. Musi powtarzać wartości takie same jak w realnych kamerach przy nagrywaniu na żywo. Jednak ten sposób nie był stosowany ze względu na wielkość projektu i ograniczoną wydajność urządzeń VR oraz komputerów. W rekonstrukcji klasztoru, z tych samych powodów, nie znajdziemy mnichów, weteranów, ogółem – ludzi. Nie tylko ograniczenia sprzętowe, lecz także niedobór czasu nie pozwalają wymodelować i zaanimować postaci, stworzyć materiały dla nich, zaprogramować interakcji z graczem, napisać logiki działań ludzi na każdym z poziomów gry (gdybym wykonał wszystko jako jedyne twórcą – zajęłoby to kolejny rok).

W rekonstrukcji znajduje się jeden duży poziom łączący wiele małych podpoziomów. Zrobiono to w celu optymalizacji aplikacji. Pamięć komputerów jest ograniczona i podczas grania jest wypełniana niezbędnymi w trakcie rozgrywki elementami. Podział na poziomy umożliwia ograniczenie ilości załadowań niepotrzebnych elementów, np. będąc w środku kościoła, nie widzimy tego, co znajduje się we wnętrzu szpitala i odwrotnie; czyli nie musimy umieszczać informacji o niewidzialnych obiektach w pamięci podręcznej komputera. Im swobodniejsza będzie pamięć podręczna, tym płynniejsza – rozgrywka.

Wyżej opisane działania stosują się głównie do obiektów namacalnych w przestrzeni wirtualnej, lecz oprócz takich w projekcie wykorzystano wiele przepisów, funkcji niewidzialnych w trakcie rozgrywki. Wszystkie niewidzialne elementy stworzono za pomocą kodowania wizualnego – *Blueprint*. Najprostszym przykładem, istniejącym w aplikacji, jest napisanie trajektorii poruszania się wrony wraz z animacją. Oprócz kształtu wrony z kośćmi animacji w *Blueprint* był zakodowany Spline (linia),

względem której dokonuje się przemieszczanie, i która może być zmieniana – zmieniając trajektorię ruchu wrony.

Na jednym poziomie gry mogą znajdować się setki *Blueprint*ów, których działanie jest uzależnione od ich wewnętrznej struktury, np. wyświetlać tekst, otwierać drzwi, włączać dźwięki, nakładać filtr sposobu prezentacji świata, wprowadzać AI (sztuczną inteligencję) w celu podjęcia interakcji z graczem... To wszystko są lokalne działania, istnieje globalny – *Level Blueprint*, należący do całego poziomu. Za pomocą niego możemy wpływać na sposób rozgrywki. W nim znajdują się dźwignie przełączające sposób poruszania się odbiorcy w świecie i dozwolone działania. W nim kodujemy zmienność pory dnia, wydarzenia, które powinny odbyć się na starcie rozgrywki lub po jakimś działaniu użytkownika albo po upływie pewnego czasu.



il. 32. Okno modyfikacji Blueprint interakcji drzwi

W silniku do tworzenia gier kodujemy wszystko, co może spotkać gracz, będąc w świecie wirtualnym. Programujemy również wprowadzenie do wirtualnej przestrzeni w postaci menu głównego, menu pauzy lub menu opcji, za pomocą których możemy zmieniać inne czynniki wpływające na wygląd przestrzeni

110

wirtualnej lub na sposób poruszania się w niej. Możemy tworzyć dodatkowe cechy postaci, którą będziemy grać. I wraz z kodowaniem silnik daje nam możliwość działania, wewnętrznymi jego parametrami, które pozwalają zmieniać jakość tworzonego uniwersum i określać warunki korzystania z gry.

Oddzielnie odbywa się projektowanie składników przestrzeni wirtualnej związanych z wpływem na zmysły inne niż wzrok. Nie ma jeszcze możliwości drażnienia wszystkich zmysłów - wyłączone są węch i smak - lecz w miarę prosty sposób działamy na słuch. Do projektu dodano szereg różnych efektów dźwiękowych, aby nadać mu melodyjności i uwiarygodnić to, co się w nim dzieje. W tym celu nagrano dźwięki wiatru, ptaków i innych zwierząt, a następnie zaimportowano je do silnika UE5. Za pomocą wirtualnych, niewidocznych elementów wszystkie głosy rozstawiono w grze w taki sposób, aby dopełniały widzianą strefę. Tak np. przy szpitalu w drzewach słyhać śpiew ptaków, a na wysokości przy drzwiach głównych do kościoła - szum wiatru. Zostawiłem również możliwość wprowadzenia innych czynników wpływających na zmysły - podczas otwierania drzwi włączają się drgania gamepada, a gdy pojawią się urządzenia do imitacji zapachu i smaku - w zależności od strefy - będziemy mogli je odczuć.

Na koniec odbyło się testowanie powstałego produktu oraz jego zapakowanie w aplikację dostępną dla zainteresowanych. Testowanie przeprowadzono na kilku urządzeniach - na słabszych od rekomendowanych wykazywano niektóre problemy związane z pamięcią RAM - zbyt małą, żeby utrzymać w jednej chwili dużą ilość tekstur. Pojawiały się problemy w jakości wyświetlanych materiałów lub znikaly niektóre kształty. Staralem się to zmienić, wielokrotnie wracając do optymalizacji elementów projektu. Udało się uprościć wymogi i aplikacja działa bez bug-ów. W procesie optymalizacji pojawił się podział na levele oraz m.in. ograniczenie widoczności dla odbiorcy, zmiana pewnych cech materiałów i sposobu prezentacji obiektów. Na komputerach o lepszych

parametrach aplikacje charakteryzowały się płynniejszą rozgrywką i wyższą jakościowo grafiką.

Pakowanie gry, czyli przygotowanie do wykorzystania niezależnie od twórcy, przebiegało z pewnymi utrudnieniami. Jak już wspomniałem, powstały dwie wersje rekonstrukcji: dla komputera i dla okularów VR. O ile grę przeznaczoną dla komputerów jest prościej wykonać, wymaga mniejszej ilości programowania, np. w przypadku sposobu wprowadzania zmiennych poruszania się gracza, który wykorzystuje myszkę i klawiaturę, to dla okularów musiałem napisać inny system poruszania się oraz przygotować proces przeniesienia obrazu na ekrany gogli VR. Przemieszczanie odbywa się w postaci teleportacji w miejsce wybrane przez odbiorcę i zaznaczone kontrolerem. Wybierane miejsca są widoczne jako podświetlany prostokąt w wirtualnej przestrzeni ograniczający strefę poruszania się w rzeczywistości oraz jako kółko pokazujące, w jakie miejsce zostaniemy przeniesieni. A poruszając gałkę analogową na kontrolerach, możemy kręcić głową. Oczywiście poruszanie głową może odbywać się naturalnie, gdyż funkcjonalność okularów na to pozwala. Aplikacje w swojej strukturze plików są podobne do gier komputerowych istniejących na rynku. Powstaje folder z plikiem startowym, zawierającym w sobie nazwę projektu oraz wcześniej stworzoną ikonkę, i również w folderze zobaczymy kilka plików z kodem wszystkiego, co znajduje się w rekonstrukcji. Grę można włączać na komputerach, laptopach i okularach VR.

Podsumowując: prezentowana praca jest krótkim zarysem realizowania procesu tworzenia rekonstrukcji. Nie chciałem szczegółowo opisywać zagadnień technicznych związanych z projektem, ponieważ drobiazgowa analiza każdego kroku zajęłaby wiele stron. Na temat każdego etapu powstawania rekonstrukcji można by napisać oddzielną książkę. Wykonanie opisanych działań jest obowiązkowe, aby zrealizować podobny projekt na tym samym poziomie co prezentowany. Twórca musi mieć świadomość, że tego typu praca wiąże się z koniecznością podjęcia niemałego wysiłku umysłowego i jest bardzo czasochłonna.

ROZDZIAŁ ÓSMY ZAKOŃCZENIE

Zaczynając realizację projektu doktorskiego - Wirtualnej rekonstrukcji klasztoru oo. karmelitów bosych w Zagórz, wiedziałem, co chcę zrobić, i jaki efekt powinienem uzyskać. Jednak nie zdawałem sobie sprawy, że zaangażowanie się w to przedsięwzięcie może „zagrozić pochłonięciem” w niezbadane jeszcze głębie. Mowa o wirtualnej rzeczywistości, która przez ostatnie lata silnie nabiera rozpędu w łączeniu się z rzeczywistością „naturalną”. A wydarzenia związane ze zdalnym nauczaniem i pracą zdalną oraz z ograniczeniami wprowadzanymi ze względów bezpieczeństwa spowodowały spory wzrost chęci wypróbowania nowych wirtualnych światów czy gier komputerowych nawet u osób od tego dalekich.

Właśnie dla osób zainteresowanych VR przeprowadziłem analizę oraz przedstawiłem w pierwszych rozdziałach charakterystykę wirtualnej rzeczywistości: od chwili pojawienia się jej w różnych postaciach do dzisiaj. Opis ten ułatwił zrozumienie sposobu prezentacji rekonstrukcji oraz kierunku rozwoju działalności polegającej na odtwarzaniu obiektów historyczno-kulturowych, zupełnie lub w części zniszczonych. Wyjaśniłem, że zaciekawienie wirtualnością w obecnej chwili jest duże, jednak z powodu ograniczeń finansowych albo kulturowych nie każdy może sobie pozwolić na dotknięcie wirtualnych przestrzeni. Wiemy, że w okularach VR w łatwiejszy sposób możemy trenować

nowe umiejętności, odbywać proces rehabilitacji i po prostu się bawić. To sprawia, że optymistycznie zapatrujemy się na przyszłość tej technologii. Być może nie każdy będzie ją mieć na własności, lecz wszyscy na co dzień w jakiś sposób będą z nią związani.

W sztuce również zajmie znaczące miejsce jako narzędzie do tworzenia wcześniej nieznanych lub niemożliwych do zrealizowania obiektów, przestrzeni, światów z własnymi zasadami fizyki i unikatowym wystrojem.

Postrzeganie i interpretacja pojęcia wirtualności w przyszłości mogą się zmienić i jest to zwykła droga w procesie formowania się zasad interakcji człowieka z nowymi technologiami. Istotną jednak jest potrzeba przygotowania odpowiednich specjalistów do tworzenia jakościowo dobrych, a także – co nie mniej ważne – maksymalnie bezpiecznych dla odbiorcy detali tej technologii. Podczas tworzenia światów wirtualnych musimy zachować balans między negatywnymi a pozytywnymi odczuciami, między swobodą a ograniczeniami, interaktywnością a imersją. Z tego powodu sugeruję pojawienie się kierunku nauczania i zawodu architekta wirtualnej rzeczywistości. Specjalność może być nazywana inaczej – nie ma to większego znaczenia, lecz musi to być specjalista dbający o bezpieczeństwo i dobrostan użytkownika.

Wirtualna rekonstrukcja klasztoru stanowi demonstrację możliwości tworzenia przez architekta VR wartościowych przestrzeni nierzeczywistych z zachowaniem realistycznych cech świata nas otaczającego widocznego bez okularów VR. Choć muszę przyznać, że niekoniecznie racjonalne jest samodzielne wykonanie tak ogromnych projektów. Bardziej logiczne będzie tworzenie zespołu fachowców, na czele którego stanie specjalista z dużym doświadczeniem i umiejętnościami w tych dziedzinach – architekt wirtualnej rzeczywistości. W skład zespół może wchodzić kilku lub nawet kilkadziesiąt twórców, w zależności od zakresu projektu i jego możliwego wpływu na gracza. Każdy z członków

zespołu musi brać odpowiedzialność za to, co robi, i ciągle się rozwijać.

Wirtualna odnowa warowni ujawnia jednocześnie nowy sposób prezentacji rekonstrukcji obiektów zniszczonych, który, mam nadzieję, w najbliższym czasie wpłynie na zmianę nieinteraktywnych przedstawień dawnych budowli, w postaci filmu lub wizualizacji, w prezentację zapomnianych obszarów w postaci interaktywnych wirtualnych przestrzeni widocznych przez okulary VR. A nieco później umożliwi doświadczenie emocji i życia w dawnych czasach przenosząc się w nie wirtualnie.

ROZDZIAŁ DZIEWIĄTY DOKUMENTACJA

Na następnych stronach umieszczono wyniki pracy w postaci wizualizacji. Są to kadry z powstałej aplikacji (gry) przeznaczonej dla komputerów stacjonarnych. Zestawiono je z czarno-białymi zdjęciami z różnych okresów, przedstawiającymi ruiny klasztoru. Starłem się umieścić kamerę w rekonstrukcji w miejscu, z którego mogło być zrobione zdjęcie. Do tekstu został dołączony pendrive z rekonstrukcją w formie gry, w którą każdy może zagrać (**WAŻNE!** Komputer powinien mieć charakterystyki nie gorsze niż opisane w poprzednim rozdziale).

Prezentowana gra jest przygotowana do włączenia na komputerach bez konieczności posiadania okularów VR. Aplikacja z rekonstrukcją stworzona dla okularów zostanie zaprezentowana w momencie pierwszej publicznej prezentacji projektu.

Aplikacja posiada wszystkie standardowe elementy klasycznych gier. Po włączeniu pojawia się ekran ładowania, a następnie menu główne. Na tym etapie widzimy kilka przycisków, tytuł projektu oraz aktualną wersję aplikacji. Warto dodać, że jest to pierwsza, bazowa wersja gry i w przyszłości będzie się zmieniać, np. może się zmienić wygląd wnętrza kościoła lub pojawi się w menu przycisk kierujący nas do wewnętrznej przeglądarki z historią i zdjęciami klasztoru.

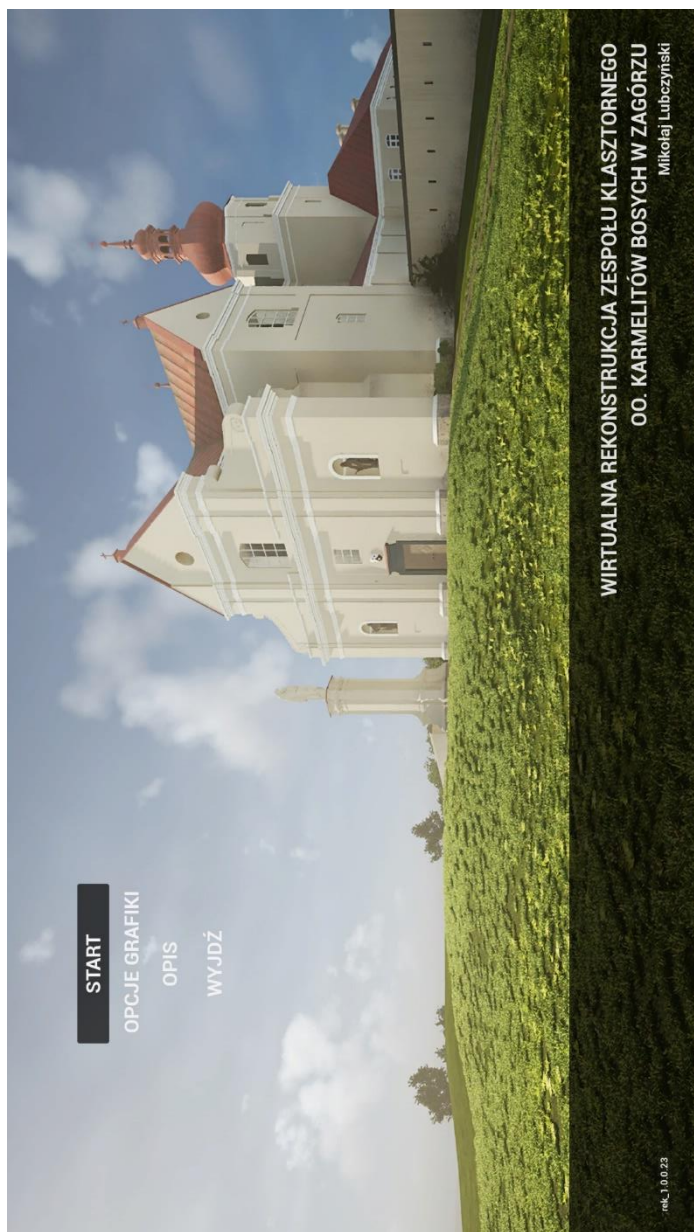
Jeden z przycisków w menu głównym (START) zachęca nas do rozpoczęcia rozgrywki, inny do przejścia do menu zmiany

jakości grafiki. Pozostałe dwa to: przycisk opisu projektu i przycisk wyjścia z gry. Wszystkie elementy znajdują się na tle wizualizacji dziedzińca kościelnego.

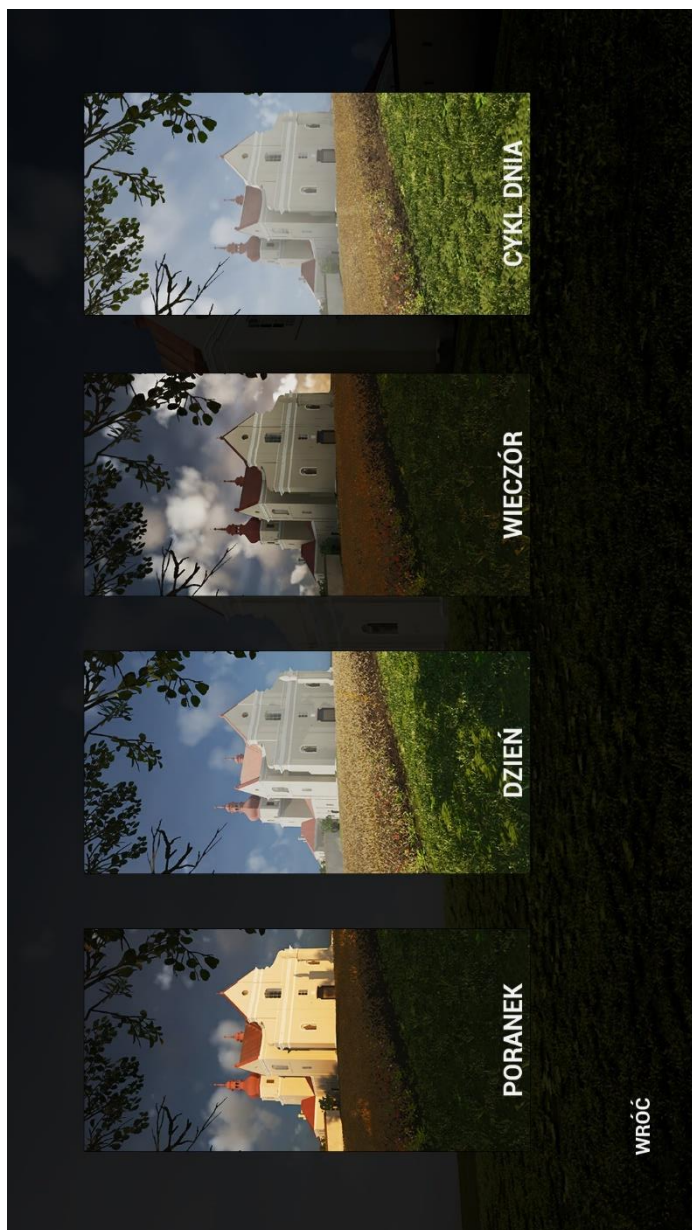
Przemieszczając kursor myszki zauważymy zmianę tła przycisku, a następnie możemy w niego kliknąć. Klikając w przycisk START – program wyświetli nam menu wyboru pory dnia rekonstrukcji klasztoru. Do wyboru jest 4 wersje: *poranek*, *dzień*, *wieczór* oraz *cykl dnia*. Ostatnia wersja jest najciekawszą z powodu zmiany położenia słońca wpływającą na cienie. Czas w niej przemija szybciej niż realny – w ciągu 24 minut mija cała doba. Wybór pory dnia ma również wpływ na oświetlenie wszystkich wnętrz do których można wejść.

Dokonawszy wyboru pory dnia ukaze się nam ekran ładujący wirtualny świat. Następnie pojawimy się w przestrzeni bramy głównej klasztoru z której możemy wyjść i podążać w dowolną wybraną przez nas stronę na terenie całej warowni. Możemy zwiedzić każdy kącik na zewnątrz i wewnątrz budowli klasztornych. Poruszamy się za pomocą przycisków WASD na klawiaturze, a głową kręcimy – przemieszczając myszkę.

Przewidziane jest również menu pauzy z którego można przełączyć się do menu głównego, menu opcji, wrócić do zwiedzania wzgórze lub wyjść z gry. Wywołanie pauzy dzieje się po kliknięciu na klawisz ESC.



il. 33. Menu główne



il. 34. Menu wyboru pory dnia



il. 35. Miejsce rozpoczęcia rozgrywki



il. 36. Widok na kościół od strony kordegardy przy bramie głównej



il. 37. Rekonstrukcja kościoła z postumentem patronki



il. 38. Widok na kościół od strony południowo-wschodniej



il. 39. Rekonstrukcja



il. 40. Widok na południową wieżę



il. 41. Rekonstrukcja wieży kościoła



il. 42. Widok na ruiny budynku klasztornego



il. 43. Rekonstrukcja klasztoru



il. 44. Klasztor od strony zachodniej



il. 45. Rekonstrukcja wieży z latryną



© Ignacy Franciszek H. Dąbrowski, 2011

il. 46. Widok na mury od strony zachodniej



il. 47. Rekonstrukcja budowli i murów zachodniej części klasztoru



il. 48. Wnętrze kościoła, widok w stronę głównego ołtarza



il. 49. Rekonstrukcja wnętrza kościoła



il. 50. Widok na główną bramę klasztorną



il. 51. Widok na foresterium i kordegarde



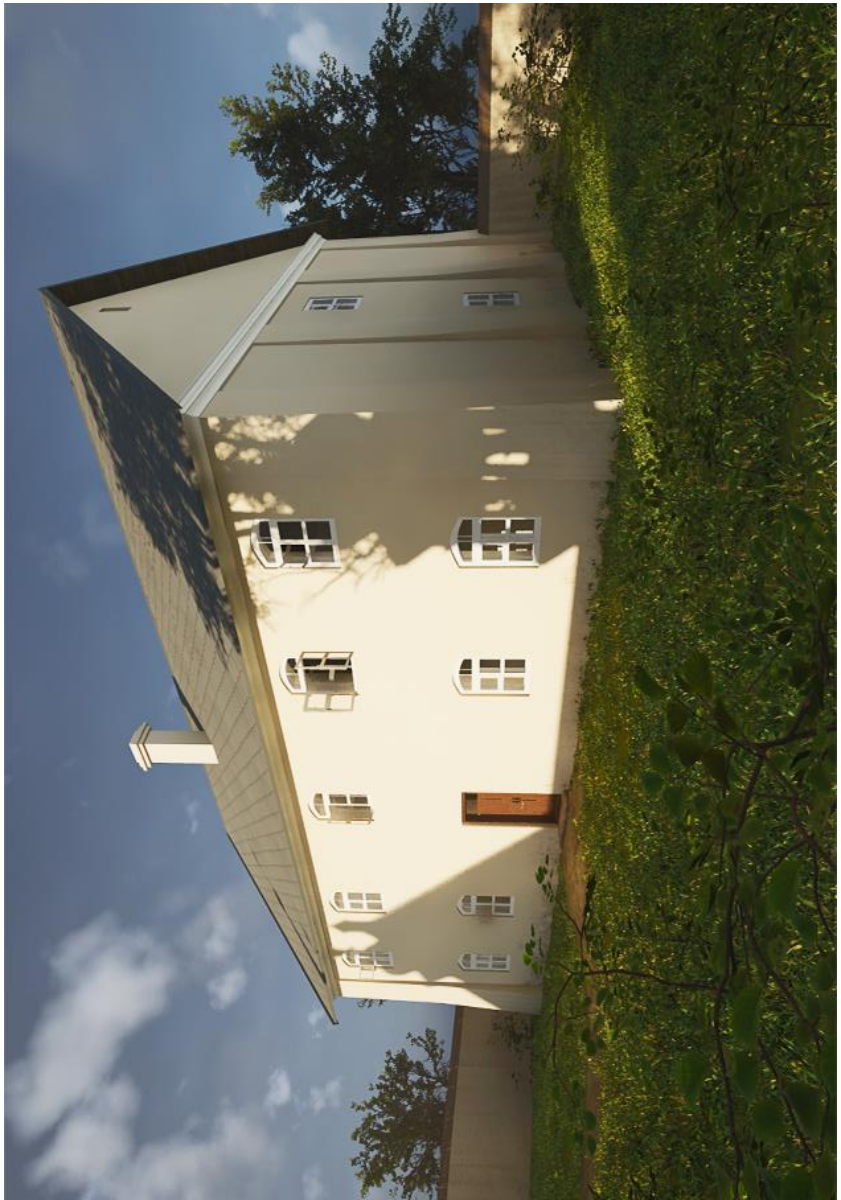
il. 52. Jeden z pokoi gościnnych w foresterium



il. 53. Pomieszczenie dla weteranów w kordegardzie



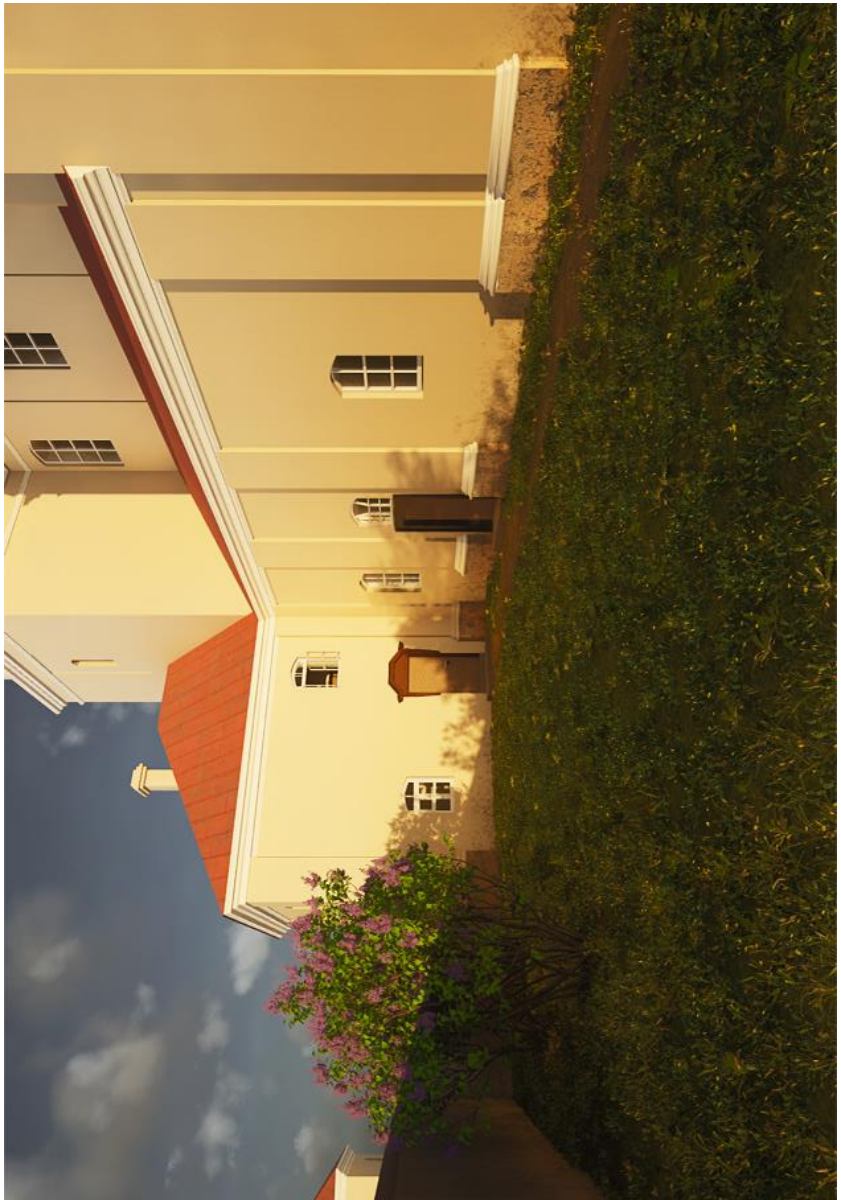
il. 54. Widok z lotu ptaka na dziedziniec kościelny



il. 55. Szpital



il. 56. Wnętrze szpitalu



il. 57. Wejście do klasztoru



il. 58. Korytarze klasztorne



il. 59. Pokój przeora



il. 60. Refektarz



il. 61. Biblioteka



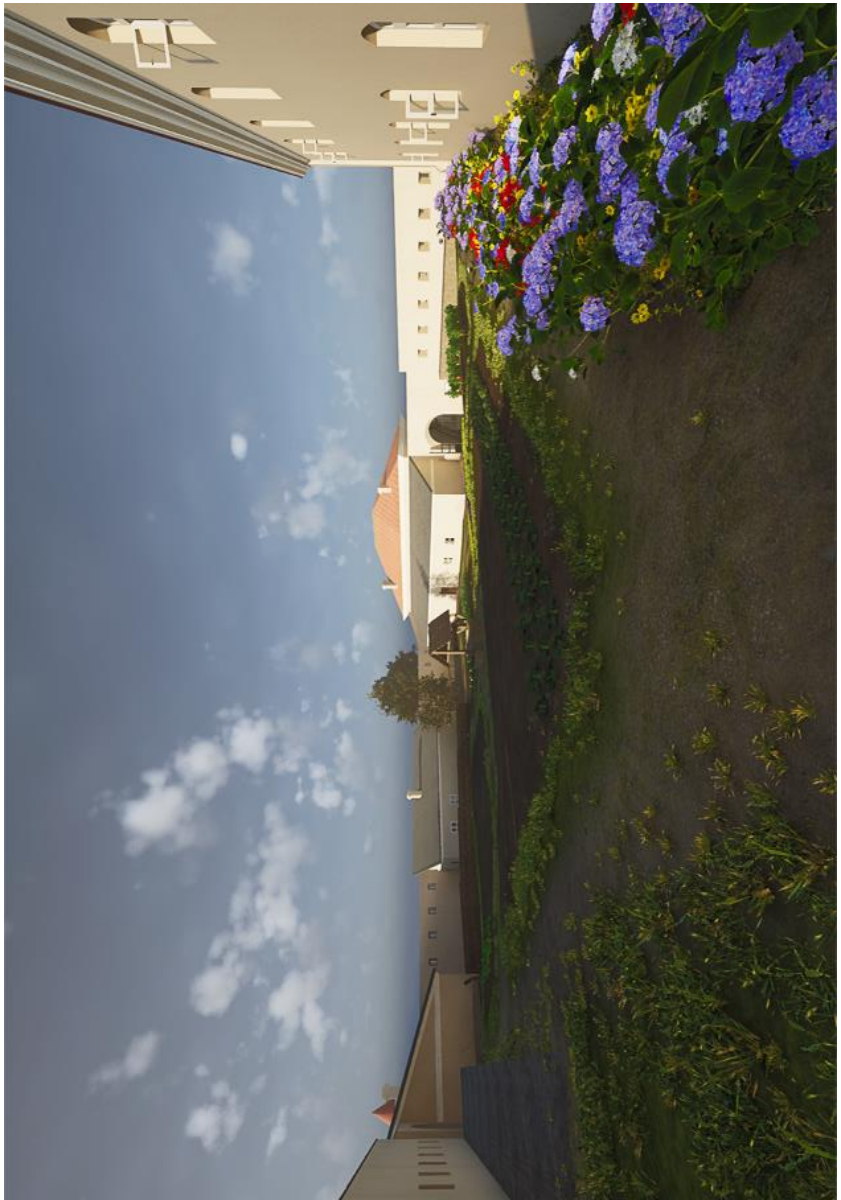
il. 62. Wirydarz



il. 63. Piwnica



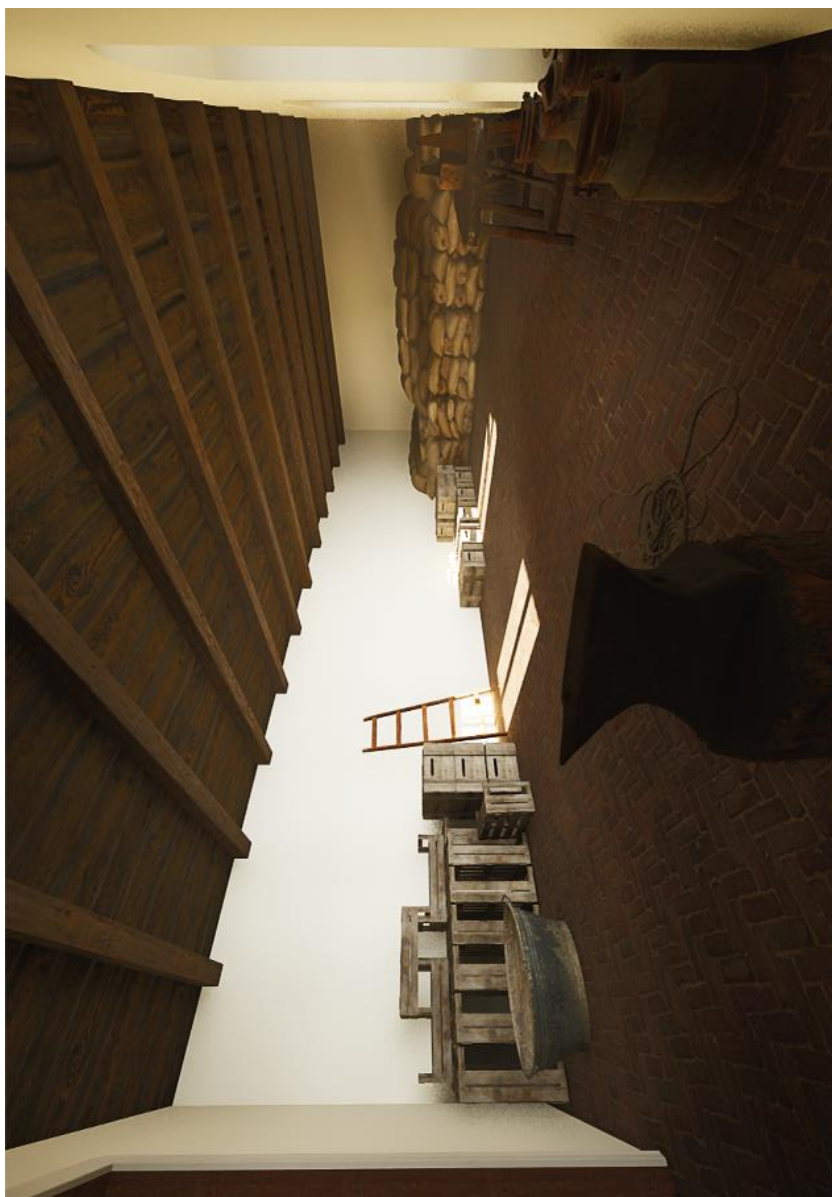
il. 64. Sad w południowej części klasztoru



il. 65. Widok na dziedziniec gospodarczy od strony klasztoru



il. 66. Widok na wozownię



il. 67. Pomieszczenie gospodarcze



il. 68. Widok z lotu ptaka na cały zespół klasztorny

BIBLIOGRAFIA

- A. A. Abzalova, *Wirtualne muzeum w epoce do komputerowej*, w: Problemy muzealnictwa, Uniwersytet Państwowy Petersburgu, <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnyy-muzey-v-dokompyuternuyu-epohu/viewer> (dostęp: 10.2022)
- A. A. Gibadulin, *Wirtualna rzeczywistość*, w: International scientific review, <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnaya-realnost-2/viewer> (dostęp: 10.2022)
- A. A. Suchov, *Gry komputerowe i sztuka. Granice sztuki i terytoria kultury*, Uralski Federalny Uniwersytet; Uniwersytet Humanitarny, 2013.
- A. D. Kotlarov, *VR turystyka - co za nią się kryje?* w: Magazyn Pytania nauki i edukacji wydawnictwa 'Olimp', <https://cyberleninka.ru/article/n/vr-turizm-chto-on-za-soboy-neset/viewer> (dostęp: 10.2022)
- A. Bochna, *Warowny Klasztor Karmelitów Bosych w Starym Zagórze*, Nakładem Towarzystwa Przyjaciół Nauk w Przemyślu, Drukarnia Jana Łazora, Przemyśl 1925.
- B. Wanat OCD, *Zakon Karmelitów Bosych w Polsce. Klasztory karmelitów i karmelitanek bosych 1605-1975*, Wydawnictwo Karmelitów Bosych, Kraków 1979.
- E. E. Vojevodskova, *Zależność od komputerowej wirtualnej rzeczywistości*, w: Magazyn Problemy pedagogiki wydawnictwa 'Olimp', <https://cyberleninka.ru/article/n/zavisimost-ot-kompyuternoy-virtualnoy-realnosti/viewer> (dostęp: 10.2022)
- I. D. Łobankov, *Nowoczesne koncepcje wirtualnej rzeczywistości*, w: Magazyn Povolzhskogo Instytutu Zarządzania

<https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-kontseptsii-virtualnoy-realnosti/viewer> (dostęp: 10.2022)

I. E. Sutherland, *The Ultimate Display*, Information Processing, 1965: Proceedings of IFIP, <http://worrydream.com/refs/Sutherland%20-%20The%20Ultimate%20Display.pdf> (dostęp: 10.2022)

I. Plechanov, *Wojenne wiadomości: wykorzystywanie wirtualnej oraz rozszerzonej rzeczywistości Pentagonem*, Działania wojenne Wydanie № 40 (165) <https://inosmi.ru/20170821/240068488.html> (dostęp: 10.2022)

J. P. Hudzik, *Niepewność realnego: o nowoczesnym życiu w świecie iluzji*, w: *Estetyka wirtualności*, [red.] Michał Ostrowicki, Kraków 2006.

J. Lanier, *Dawn of the New Everything: Encounters with Reality and Virtual Reality*, Henry Holt & Company, 2017.

J. Vince, *Virtual Reality Systems*, Pearson Prentice Hall, 1995.

L. Manovich, *On totalitarian interactivity*, <http://manovich.net/index.php/projects/on-totalitarian-interactivity> (dostęp: 10.2022)

L. Manovich, *The language of new media*, Cambridge: The MIT Press, 2001.

M. W. Krueger, *Artificial Reality II*, Addison-Wesley Professional, 1991.

O. V. Mazitova, V.V. Kukarcev, *Wirtualna rzeczywistość: korzyść czy szkoda? Aktualne problemy lotnictwa i astronautyki*, Sybirski Uniwersytet Nauki i Technologii im. Akademika M. F. Reszetneva, <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnaya-realnost-polza-ili-vred/viewer> (dostęp:10.2022)

R. G. Collingwood, *The Principles of Art*, Case Press, 2013.

R. T. Azuma, *A Survey of Augmented Reality*, Presence: Teleoperators and Virtual Environments Vol. 6, august 1997, <https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf> (dostęp: 10.2022)

R. Konik, *Wirtualność jako rehabilitacja iluzji*, artykuł w czasopiśmie *Diametros*, Wydawca: Instytut Filozofii uniwersytetu Jagiellońskiego, 2009.

S. A. Belozorov, *Wirtualne światy MMORPG: część I. Definicja, opis, klasyfikacja*, Psychologia. Magazyn Wyższej Szkoły Ekonomicznej, <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnye-miry-mmorpg-chast-i-opredelenie-opisanie-klassifikatsiya/viewer> (dostęp: 10.2022)

S. Fizek, *Self-playing Games: Rethinking the State of Digital Play. A talk held at the Philosophy of Computer Games conference*, Kraków 2017.

S. M. LaValle, *Virtual Reality*, University of Oulu, <http://lavalle.pl/vr/vrbook.pdf> (dostęp: 10.2022)

S. Lem, *Summa Technologiae*, Wydawnictwo Literackie, Polska 1964.

S. Stefański, *Karmel Zagórski*, Wydano Polskim Towarzystwem Turystyczno-Krajoznawczym, Sanok 1991.

V. A. Kuznecov, *O wykorzystaniu wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości*, w: *International Journal of Open Information Technologies*, <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-ispolzovanii-virtualnoy-i-dopolnennoy-realnosti/viewer> (dostęp: 10.2022)

V. V. Bychkov, N. B. Mankovskaya, *Wirtualna rzeczywistość jako fenomen współczesnej sztuki*, Instytut Filozofii Rosyjskiej Akademii Nauk, https://iphras.ru/elib/Est2_2.html (dostęp: 10.2022)

- Źródło: <https://archivecarmel.pl/zagorz/> (dostęp: 10.2022)
- Źródło: <https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/> (dostęp: 10.2022)
- Źródło: https://en.wikipedia.org/wiki/Sega_VR (dostęp: 10.2022)
- Źródło: https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_Boy (dostęp: 10.2022)
- Źródło: [https://en.wikipedia.org/wiki/Virtuality_\(product\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Virtuality_(product)) (dostęp: 10.2022)
- Źródło: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Architekt> (dostęp: 10.2022)
- Źródło: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Pole_\(rolnictwo\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Pole_(rolnictwo)) (dostęp: 10.2022)
- Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Projektant_poziom%C3%B3w (dostęp: 10.2022)
- Źródło: <https://unity.com/> (dostęp: 10.2022)
- Źródło: <https://www.autodesk.com/products/3ds-max/overview?term=1-YEAR&tab=subscription> (dostęp: 10.2022)
- Źródło: <https://www.gry-online.pl/slownik-gracza-pojecie.asp?ID=341> (dostęp: 10.2022)
- Źródło: <https://www.mixamo.com/#/> (dostęp: 10.2022)
- Źródło: <https://www.unrealengine.com/en-US/unreal-engine-5> (dostęp: 10.2022)
- Źródło: <https://www.unrealengine.com/marketplace/en-US/store> (dostęp: 10.2022)
- Źródło: <https://www.youtube.com/c/BenCloward> (dostęp: 10.2022)
- Źródło: <https://www.youtube.com/c/CobraCode> (dostęp: 10.2022)
- Źródło: <https://www.youtube.com/c/JohnCenterStudio> (dostęp: 10.2022)

Źródło: <https://www.youtube.com/c/MattAspland> (dostęp: 10.2022)

Źródło: <https://www.youtube.com/c/quixeltools> (dostęp: 10.2022)

Źródło: <https://www.youtube.com/c/ThatRyanManning/featured> (dostęp: 10.2022)

Źródło: <https://www.youtube.com/c/tutvr> (dostęp: 10.2022)

Źródło: <https://www.youtube.com/c/UnrealEngine> (dostęp: 10.2022)

Źródło: <https://www.youtube.com/c/Unreal-engine4Ru> (dostęp: 10.2022)

Źródło: <https://www.youtube.com/c/WilliamFaucher> (dostęp: 10.2022)

Źródło:

<https://www.youtube.com/channel/UC6sAHpsU5HJgiy6090fowCg/featured> (dostęp: 10.2022)

SPIS ILUSTRACJI

il. 1. Komputer w rodzinie.....	10
il. 2. Reklama Sensoramy.....	12
il. 3. Detale panoramy.....	13
il. 4. Virtual Boy Set.....	18
il. 5. Operacja chirurgiczna za pomocą okularów VR.....	21
il. 6. Metavers Fortnite.....	30
il. 7. Internetowy mem (przykład interaktywności).....	39
il. 8. Sprzęt do VR.....	47
il. 9. Kadr z gry Assassins Creed.....	50
il. 10. Kadr z gry Valiant Heart: The Great War.....	51
il. 11. Kadr z gry The Vanishing of Ethan Carter.....	52
il. 12. Kadr z gry The Witness.....	54
il. 13. Karma - postać z gry League of legends.....	55
il. 14. Karmienie stworka w Half Life: Alyx.....	56
il. 15. Widok na górę Karmelu Zagórskiego z około 1783 roku.....	62
il. 16. Rycina przedstawiająca ruiny klasztoru, Macieja Bogusza Stęczyńskiego z około 1880 roku.....	67
il. 17. Plan sytuacyjny zespołu klasztornego: 1. kościół, 2. klasztor, 3. foresterium, 4. szpital, 5. wozownia i stajnia, 6. brama główna i kordegarda, 7. postument figury patronki kościoła.....	72
il. 18. Zdjęcie ściany szpitala.....	74
il. 19. Widok na klasztor znad Osławy z około 1936 roku.....	75
il. 20. Elewacja kościoła z około 1910 roku.....	76
il. 21. Rzut kościoła z księgi Adama Bochnaka „Warowny Klasztor Karmelitów Bosych w Starym Zagórze”.....	80
il. 22. Wnętrze kościoła z około 1905 roku.....	81
il. 23. Zdjęcie przestrzeni gospodarczej z około 1939 roku.....	83
il. 24. Widok na warownię z lotu ptaka z około 1939 roku.....	87

il. 25. Zdjęcie przedstawiające sposób nagrywania filmu "7 Miracles"	91
il. 26. Kadr z gry "Il Divino: Michelangelo's Sistine Ceiling in VR" ..	91
il. 27. Zestaw Valve Index	100
il. 28. Widok na były klasztor, a teraz Szkołę zawodową Kultury i Sztuki z salą organową w Samborze.....	104
il. 29. Fotogrametryczna kopia klasztoru	105
il. 30. Fotogrametryczny skan rzeźb św. Jana i św. Anny.....	106
il. 31. Okno modyfikacji materiału terenu	108
il. 32. Okno modyfikacji Blueprint interakcji drzwi	110
il. 33. Menu główne	121
il. 34. Menu wyboru pory dnia	123
il. 35. Miejsce rozpoczęcia rozgrywki	125
il. 36. Widok na kościół od strony kordegardy przy bramie głównej	127
il. 37. Rekonstrukcja kościoła z postumentem patronki	127
il. 38. Widok na kościół od strony południowo-wschodniej	129
il. 39. Rekonstrukcja.....	129
il. 40. Widok na południową wieżę	131
il. 41. Rekonstrukcja wieży kościoła.....	133
il. 42. Widok na ruiny budynku klasztornego.....	135
il. 43. Rekonstrukcja klasztoru	135
il. 44. Klasztor od strony zachodniej.....	137
il. 45. Rekonstrukcja wieży z latryną	137
il. 46. Widok na mury od strony zachodniej	139
il. 47. Rekonstrukcja budowli i murów zachodniej części klasztoru	139
il. 48. Wnętrze kościoła, widok w stronę głównego ołtarza	141
il. 49. Rekonstrukcja wnętrza kościoła.....	143
il. 50. Widok na główną bramę klasztorną	145
il. 51. Widok na foresterium i kordegardę.....	147
il. 52. Jeden z pokoi gościnnych w foresterium	149
il. 53. Pomieszczenie dla weteranów w kordegardzie	151
il. 54. Widok z lotu ptaka na dziedziniec kościelny	153

il. 55. Szpital.....	155
il. 56. Wnętrze szpitalu	157
il. 57. Wejście do klasztoru.....	159
il. 58. Korytarze klasztorne	161
il. 59. Pokój przeora.....	163
il. 60. Refektarz.....	165
il. 61. Biblioteka	167
il. 62. Wirydarz	169
il. 63. Piwnica.....	171
il. 64. Sad w południowej części klasztoru.....	173
il. 65. Widok na dziedziniec gospodarczy od strony klasztoru ...	175
il. 66. Widok na wozownię.....	177
il. 67. Pomieszczenie gospodarcze	179
il. 68. Widok z lotu ptaka na cały zespół klasztorny	181

SPIS ŹRÓDEŁ ILUSTRACJI

1. <http://old.guelman.ru/gallery/moscow/computer/>
2. <https://techpolska.pl/historia-sensorama-simulator/>
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Zhang_Zeduan
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_Boy
5. <https://geekweek.interia.pl/raporty/raport-medycyna-przyszlosci/medycyna/news-pierwsza-na-swiecie-operacja-transmitowana-przez-vr,nld,2185527>
6. <https://www.epicgames.com/fortnite/en-US/home>
7. https://en.wikipedia.org/wiki/Press_F_to_pay_respects
8. <https://fainaidea.com/izobretenija/prototypy/skonstruirovana-samaya-effektivnaya-e-102333.html>
9. <https://www.ubisoft.com/pl-pl/game/assassins-creed/assassins-creed>
10. <https://www.ubisoft.com/pl-pl/game/valiant-hearts>
11. https://www.gog.com/ru/game/the_vanishing_of_ethan_carter_collectors_edition_upgrade
12. <https://store.epicgames.com/pl/p/the-witness>
13. <https://www.leagueoflegends.com/pl-pl/champions/karma/>
14. <https://www.io-tech.fi/uutinen/video-kokeilussa-oculus-rift-s-ja-half-life-alyx/>
15. https://fotopolska.eu/Zagorz/b8061,Klasztor_Karmelitow_Bosych.html?f=2001207-foto
16. <https://www.zamkipolskie.com/zagorz/zagorz.html>
17. http://www.tonzbieszczadzki.pl/zabytki_zagorz.klasztor.htm

18.

[https://fotopolska.eu/1414604,foto.html?o=b8061&podglad=1&h
eight=974](https://fotopolska.eu/1414604,foto.html?o=b8061&podglad=1&height=974)

19.

[https://fotopolska.eu/1567050,foto.html?o=b8061&podglad=1&h
eight=974&modul=](https://fotopolska.eu/1567050,foto.html?o=b8061&podglad=1&h
eight=974&modul=)

20. <https://fotopolska.eu/458260,foto.html?o=b8061>

21. Rzut kościoła z księgi Adama Bochnaka " Warowny Klasztor Karmelitów Bosych w Starym Zagórze"

22. <https://fotopolska.eu/729418,foto.html?o=b8061>

23. <https://fotopolska.eu/1607568,foto.html?o=b8061>

24. <https://fotopolska.eu/1414605,foto.html?o=b8061>

25. https://www.imdb.com/title/tt8218644/?ref_=tt_mv_close

26.

[https://store.steampowered.com/app/1165850/IL_DIVINO_Michela
ngelos_Sistine_Ceiling_in_VR/](https://store.steampowered.com/app/1165850/IL_DIVINO_Michela
ngelos_Sistine_Ceiling_in_VR/)

27. <https://www.valvesoftware.com/pl/index>

28.

[https://www.facebook.com/sambir4/photos/%D1%89%D0%BE-
%D0%B2%D0%B8-](https://www.facebook.com/sambir4/photos/%D1%89%D0%BE-
%D0%B2%D0%B8-)

[%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%94%D1%82%D0%B5-](#)

[%D0%BF%D1%80%D0%BE-](#)

[%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B8
%D0%B9-](#)

[%D0%B7%D0%B0%D0%BB%D1%94%D0%B7%D1%83%D1%97%
D1%82%D0%B8-](#)

[%D0%B7%D1%8F%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%81%
D1%8C-%D1%83-](#)

[%D1%81%D0%B0%D0%BC%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%96-
1698-%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%83-](#)

[%D0%B2%D0%BE%D0%BD%D0%B8-](#)

[%D0%B7%D0%B1%D1%83%D0%B4%D1%83%D0%B2%D0%B0%
D0%BB%D0%B8-/1234380036738947/](#)

29. Opracowanie własne

194

- 30.** Opracowanie własne
- 31.** Opracowanie własne
- 32.** Opracowanie własne
- 33.** Opracowanie własne
- 34.** Opracowanie własne
- 35.** Opracowanie własne
- 36.** <http://fotopolska.eu/1694129,foto.html?o=b8061>
- 37.** Opracowanie własne
- 38.** <http://fotopolska.eu/825312,foto.html?o=b8061&p=1>
- 39.** Opracowanie własne
- 40.** <https://fotopolska.eu/1780691,foto.html?o=b8061>
- 41.** Opracowanie własne
- 42.** <https://fotopolska.eu/1656820,foto.html?o=b8061>
- 43.** Opracowanie własne
- 44.** <https://fotopolska.eu/753386,foto.html?o=b8061>
- 45.** Opracowanie własne
- 46.** <http://fotopolska.eu/1694139,foto.html>
- 47.** Opracowanie własne
- 48.** <https://fotopolska.eu/1567048,foto.html?o=b8061>
- 49. - 68.** Opracowanie własne

