

*Zabytki architektoniczne
Ostrowa Lednickiego
w rekonstrukcji komputerowej*

Biblioteka Studiów Lednickich

Tom X

*Zabytki architektoniczne
Ostrowa Lednickiego
w rekonstrukcji komputerowej*

BORYS SIEWCZYŃSKI

Zabytki architektoniczne Ostrowa Lednickiego w rekonstrukcji komputerowej

Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy, 62-261 Lednogóra

Publikacja sfinansowana przez Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy

Projekt okładki: Wojciech Kujawa

Redaktor techniczny: Beata Skorubska

ISSN 1732-5471

ISBN 83-917364-3-1

Łamanie i naświetlanie: perfekt, ul. Grodziska 11, 60-363 Poznań,
tel. (0-61) 867 12 67, e-mail: dtp@perfekt.pl

Druk i oprawa: Zakład Poligraficzny Moś – Łuczak, ul. Piwna 1, 61-065 Poznań,
tel./fax (0-61) 863 7165

Od autora

Podstawą niniejszej książki jest praca doktorska obroniona w roku 2002 na Wydziale Architektury Politechniki Wrocławskiej. W roku 2003 uzyskała ona wyróżnienie Ministra Infrastruktury RP. Na potrzeby wydawnicze praca została ona poprawiona, uaktualniona i uzupełniona.

Pragnę złożyć serdeczne podziękowania mojemu opiekunowi naukowemu, Panu profesorowi Aleksandrowi Grygorowiczowi, za wskazanie ciekawego tematu badań, oraz zaangażowanie i cenne uwagi, poczynione w trakcie opracowywania niniejszej rozprawy. Dziękuję również Pracownikom Wydziału Architektury Politechniki Wrocław-

skiej za wniesienie cennych uwag i wskazówek oraz okazane życzliwe wsparcie. Pragnę również wyrazić wdzięczność Dyrekcji i Pracownikom Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy udostępnienie materiałów źródłowych i wsparcie merytoryczne.

Panu Dyrektorowi Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy, mgr. Andrzejowi Kaszubkiewiczowi, dziękuję za zainspirowanie i umożliwienie publikacji w formie książkowej. Serdeczne podziękowania składam również na ręce Pani prof. Zofii Kurnatowskiej za cenne uwagi poczynione w trakcie redagowania niniejszej pracy.

Spis treści

Od autora	5	4.1.1. Architektoniczna rekonstrukcja komputerowa hipotezy według zespołu: Żurowska, Rodzińska-Choraży, Biedroń, Łastowiecki, Węclawowicz, Wrześniński: FAZA I: baptysterium i pałac biskupi (1993).	47
1. Wstęp	9	4.1.1.1. Analiza planimetryczna w oparciu o materiały źródłowe	47
1.1. Wprowadzenie	9	4.1.1.2. Modelowanie przestrzenne	48
1.2. Cel pracy	9	4.1.1.3. Wizualizacja	48
1.3. Zakres pracy	10	4.1.1.4. Wizualizacja interaktywna. Zastosowanie metod alternatywnych	49
2. Stan i metodologia badań nad relikdami architektury Ostrowa Lednickiego	11	4.1.1.5. Wstępne wnioski z eksperymentu	50
2.1. Ostrów Lednicki w kontekście kulturowym i przyrodniczym	11	4.1.2. Architektoniczna rekonstrukcja komputerowa hipotezy według A. Szyszko-Bohusza (1945).	51
2.2. Historia badań reliktdów Ostrowa Lednickiego	12	4.1.3. Architektoniczna rekonstrukcja komputerowa hipotezy według A. Grygorowicza (1985)	51
2.3. Przesłanki historyczno-architektoniczne do rekonstrukcji lednickiego zespołu pałacowo-sakralnego.	14	4.2. Zagadnienie „Arkady Lednickiej” w aspekcie wspomagania komputerowego	52
2.3.1. Budowle kamienne Ostrowa Lednickiego na tle historyczno-architektonicznym	14	4.2.1. Zgromadzenie i analiza materiałów źródłowych	52
2.3.2. Domniemane fazy rozwojowe obiektu	15	4.2.2. Wprowadzenie danych do systemu CAD.	53
2.4. Wybrane hipotezy rekonstrukcyjne.	17	4.2.3. Odnalezienie związków przestrzennych	54
2.5. Wybór wariantów rekonstrukcji poddanych eksperymentowi informatycznemu	26	4.2.4. Zastosowanie metody analizy cieni.	54
3. Wyznaczenie obszaru badawczego — zarys metodologii eksperymentów komputerowych w aspekcie założonych wymagań badawczych	29	4.2.5. Wstępne wnioski z eksperymentu	55
3.1. Stan badań — wstęp.	29	5. Analiza wyników	56
3.1.1. Wybrane przykłady komputerowych rekonstrukcji architektoniczno-historycznych	29	6. Synteza wyników	61
3.1.2. Praktyczne możliwości edukacyjnych zastosowań architektonicznych rekonstrukcji komputerowych w świetle przykładów aplikacyjnych	36	6.1. Wnioski dotyczące metodologii postępowania w badaniach komputerowych nad strukturą przestrzenną.	61
3.2. Narzędzia informatyczne w aspekcie przydatności dla wybranej tematyki	40	6.2. Autorska metoda wielostopniowej analizy struktury przestrzennej	61
3.2.1. Selekcja systemu CAD w aspekcie planowanego eksperymentu.	40	6.3. Zagadnienia prezentacji i ochrony reliktdów lednickich w świetle przeprowadzonych badań	62
3.2.2. Wizualizacja w procesie projektowania i rekonstrukcji architektonicznej	40	7. Zagadnienie budowli ochronnej nad relikdami budowli kamiennych na wyspie Lednickiej	65
3.2.3. Wybrane alternatywne metody wizualizacji komputerowej	42	7.1. Dotychczasowe struktury ochronne	65
3.3. Zakres wykonania prac badawczych	45	7.2. Wybrane koncepcje budowli ochronnych	66
3.3.1. Rekonstrukcja architektoniczna	45	7.3. Autorskie koncepcje budowli ochronnych w aspekcie wariantowej rekonstrukcji komputerowej	69
3.3.2. Zagadnienia przyrodnicze i kulturowe jako kontekst eksperymentu	45	8. Wnioski	71
3.3.3. Aspekt edukacyjny eksperymentu na tle oświatowej roli Muzeum Pierwszych Piastów	46	8.1. Konstatacje metodologiczne	71
4. Zastosowanie metod komputerowych w architektonicznej analizie wybranych obiektów	47	8.2. Prezentacja wyników badań i zagadnienie ochrony reliktdów lednickich	71
4.1. Omówienie rekonstrukcji komputerowej.	47	9. Bibliografia	72
		Źródła internetowe.	75
		Streszczenie	76

1. Wstęp

1.1. Wprowadzenie

Postrzeganie wizualne i kontakt wzrokowy jest jedną z głównych dróg poznania zachodzących w otoczeniu człowieka zjawisk, co ma swoje głębokie uzasadnienie w konstrukcji psycho-fizycznej człowieka i jego wrażliwości na docierające do niego bodźce. Doskonalenie środków przekazu graficznego prowadzi więc do przyspieszenia procesów analizy i syntezy poznawanych zjawisk.

Nowoczesne techniki tworzenia obrazu i przekazywania go na odległość, których burzliwy rozwój obecnie obserwujemy, wykorzystywane są przede wszystkim jako narzędzie rozrywki. Również w nauce i technice zaczynamy doceniać korzyści płynące z wizualizacji obiektów i zjawisk w trakcie pracy badawczej, co sprawia że konieczne jest poszukiwanie takich środków przekazu wizualnego, które pozwolą najpełniej i obiektywnie przekazać najistotniejsze dla badacza cechy przedmiotu jego zainteresowania.



Rys. 1*. Zdjęcie lotnicze Ostrowa Lednickiego i wyspy Ledniczki. W południowej części wyspy widoczne pozostałości obwałowań, relikty zespołu pałacowego i kościoła grodowego

Nie tak dawno rekonstrukcji obiektów architektury historycznej dokonywano wyłącznie metodami klasycznymi na zasadzie poszukiwań analogii genetycznych i stylistycznych badanych relikwów z odpowiednią grupą autentyków udowodnionej filiacji. Wprowadzenie tej metoda

pozostaje nadal aktualna, jednak celowe wydaje się poszukiwanie metod jej weryfikacji.

Wydaje się że narzędziem pomocnym w tych działaniach może być rekonstrukcja komputerowa oparta na metodach CAAD (Computer Aided Architectural Design). Przy pomocy narzędzia jakim jest CAD, zmniejsza się ryzyko niedoboru wyobraźni przestrzennej, i przerostu subiektywnych wizji przyjętych a priori przez badaczy. Metoda polegająca na wykonaniu wariantowej rekonstrukcji wirtualnej pozwolić może na ocenę dotychczasowych badań, oraz pomoże wybrać najtrafniejsze rozwiązania, nie tylko w aspekcie konserwatorskim, ale również architektonicznym i planowania krajobrazu. Może być także użyta z łatwością przez archeologów, historyków i architektów we wzajemnej współpracy.

Nie bez znaczenia jest też możliwość popularyzacji prac naukowych wykonanych w formie cyfrowej, za pomocą mediów elektronicznych. Przy wykorzystaniu internetu jako medium, opracowania naukowe mogą być łatwo rozpowszechniane, a bieżące wyniki badań trafią nie tylko do naukowców, ale także do szerszego grona odbiorców.

Lednicki Park Krajobrazowy wraz z obrzeżem, a szczególnie jego Ostrów, stanowią jedyną w swoim rodzaju enklawę bogatą w relikty kulturowe najwyższej rangi, w prawie autentycznego, jeszcze mało zdegradowanego krajobrazu. Jego zasoby stanowią skarbnicę nie do końca rozszyfrowanych informacji o kulturze tych obszarów, zwłaszcza wobec szczupłości źródeł pisanych. Złożoność problematyki interdyscyplinarnej występującej na tym terenie inspirowała do podejmowania prób dalszego doskonalenia procesu badawczego, na drodze do pieczołowitej ochrony i konserwacji.

1.2. Cel pracy

Praca niniejsza ma na celu wskazanie możliwości obiektywnego sprawdzenia dotychczasowych wyników rekonstrukcji architektonicznej, przy wykorzystaniu metod charakterystycznych dla CAAD. W pracy wskazuje się na celowość stosowania informatycznych narzędzi analizy architektonicznej równoległe i niezależnie od specjalistycznych badań z zakresu archeologii i historii archi-

* Ilustracje kolorowe numerowane jednolicie znajdują się na końcu tekstu, strony 77 – 100.

tektury. Jednocześnie w pracy wykazuje się, że zespół przestrzenny Ostrowa Lednickiego spełni swe doniosłe zadania kulturowe w stosunku do zwiedzających jako obiektywna wizja średniowiecznej Polski, pod warunkiem zademonstrowania spójnej, skojarzonej i wiarygodnej wirtualnej rekonstrukcji wczesnośredniowiecznego budownictwa, w inspirującej widza oprawie, na tle oryginalnego krajobrazu (zob. rys. 2) i zdeponowanego zasobu zabytków ruchomych.

W następstwie gromadzenia coraz większej ilości danych, a co za tym idzie narastania ilości problemów do rozwiązania w ramach każdej dziedziny wiedzy, tworzą się enklawy zamkniętych specjalności. Pomimo faktu, że wyrastają z tych samych ogólnych podstaw, trudno jest czasem uzyskać potrzebne im dane. Drogą do udroźnienia komunikacji może być znalezienie wspólnego języka, za pomocą którego można się porozumieć.

Można przyjąć że jedną z najbardziej podstawowych i naturalnych dróg komunikacji jest rysunek. Nawet najbardziej dokładny, werbalny (pisany, ustny) opis zjawisk nie jest w stanie oddać wszystkich aspektów podmiotu badań. Dzieje się tak, gdyż przekaz wizualny obejmuje około 80% percepcji zmysłowej człowieka¹. Środki informacyjne muszą być tak dobrane, aby dopasować się jakością i rodzajem przekazu do odbiorcy.

Wraz z rozwojem myśli ludzkiej i co za tym idzie techniki (w tym technicznego sposobu przekazywania informacji) zmienia się też sposób, ilość, rodzaj i jakość przekazywanych danych, a za tym naturalna selekcja formy efektywnego przekazu. Rysunek (obraz) jako naturalny dla człowieka sposób odbioru pozostanie najprawdopodobniej długo jeszcze najprostszym. Zmienia się tu jakość przekazu, sposób jego tworzenia, wzrasta stopień nagromadzenia i komplikacja użytych symboli. Tworzenie obrazów jest ściśle związane z postępowaniem technologicznym, a szczególnie z rozwojem elektronicznych środków przekazu. Oprócz statycznych obrazów używa się dziś animacji komputerowych, prezentacji multimedialnych, obrazów trójwymiarowych, stereoskopowych, rozmaitych urządzeń widzenia stereoskopowego służących do symulowania przestrzeni trójwymiarowej, czy wreszcie symulacji czasu rzeczywistego, w których oprogramowanie i urządzenia Virtual Reality służą do wprowadzenia widza w nierzeczywisty świat fantomatycznych² obiektów.

Naturalne wydaje się więc sięgnięcie do tych nowych środków wyrazu plastycznego przy pracach architektoniczno-rekonstrukcyjno-konserwatorskich. Obiekt zabytkowy wymaga przemyślanych ingerencji. Każda dostępna

metoda przewidywania skutków podejmowanych działań — wizualizacja komputerowa, a szczególnie symulacja czasu rzeczywistego — jest kolejnym krokiem na drodze do ułatwienia procesu projektowo-rekonstrukcyjnego.

Poważną rolę w wykorzystaniu nowych środków przekazu elektronicznego grają koszty sprzętu i oprogramowania. Objawia się to szczególnie w polskich warunkach, przy niedofinansowaniu wielu dziedzin nauki. Przy założeniu, że stosować będziemy metody CAAD oczywiście jest, że należy szukać rozwiązań i metod badawczych które są efektywne przy wykorzystaniu w miarę przeciętnej konfiguracji komputera, a nie najbardziej zaawansowanych (i najdroższych) technologii. Dostępność sprzętu i oprogramowania przekłada się tu bezpośrednio na powszechność zastosowania proponowanej metody badawczo-projektowej, a co za tym idzie na jej skuteczność.

Można więc zaproponować tezę, że stosowanie metod komputerowych jest przydatne dla uzyskania prawidłowej percepcji architektonicznej przestrzeni kulturowej. Podobnie — wprowadzanie dostępnych i alternatywnych metod zaawansowanej wizualizacji i obróbki komputerowej jest przydatne przy weryfikacji hipotez rekonstrukcji architektonicznej obiektów zabytkowych w kontekście ich otoczenia przyrodniczo-kulturowego.

1.3. Zakres pracy

W pracy podjęto próbę zastosowania wybranych metod przetwarzania komputerowego w celu umożliwienia weryfikacji hipotez badawczych. Na podstawie dostępnych materiałów źródłowych i rozpoznań terenowych określono reprezentatywną grupę obiektów i zagadnień, celem sprawdzenia wybranej metody badawczej — zastosowaniu modelowania komputerowego jako metody przestrzennej analizy wariantów rekonstrukcji architektonicznych, w tym wprowadzenia metod wizualizacji komputerowej w procesie percepcyjnej weryfikacji hipotez rekonstrukcyjnych.

W oparciu o wyniki przeprowadzonych badań, i wyniki podobnych doświadczeń znanych z literatury sformułowano wnioski i postulaty w stosunku do dalszego postępowania w ramach rekonstrukcji, konserwacji i dokumentacji reliktywów kulturowych i przyrodniczych Lednickiego Parku Krajobrazowego, a w szczególności terenu Ostrowa Lednickiego i jego reliktywów architektonicznych. Dokonano również analizy porównawczej warsztatu tradycyjnego i cyfrowego w aspekcie przeprowadzonych badań.

¹ Cichy-Pazder E. W., 1998. Podobnie Bańka A., 1984

² Spotykany jest pogląd, że autorem koncepcji wirtualnej rzeczywistości jest S. Lem. Swojej idei nadał ogólną nazwę „Fantomatyka”. Lem S., 1964

2. Stan i metodologia badań nad relikdami Ostrowa Lednickiego

2.1. Ostrów Lednicki w kontekście kulturowym i przyrodniczym

Ostrów Lednicki znajduje się na połodowcowym, rynnowym jeziorze Lednica o długości około 8,5 km, w centrum Lednickiego Parku Krajobrazowego (LPK) (zob. rys. 3). Wyspa leży na średniowiecznym szlaku z Poznania do Gniezna, w centrum plemiennego obszaru Polan, w zachodniej części Pojezierza Gnieźnieńskiego, wchodzącego w skład Wysoczyzny Gnieźnieńskiej.

Relikty wyspy lednickiej i otaczający je krajobraz stanowią jedyną w swoim rodzaju wartość, i całość z punktu widzenia konserwatorsko-historycznego, jako ukształtowane nie tylko dzięki siłom przyrody, ale także dzięki wielowiekowej działalności ludzkiej, której początki sięgają schyłku V tysiąclecia p.n.e. Według Z. Kurnatowskiej³ teren sąsiadujący z wyspą lednicką stanowi przykład planowego tworzenia wokół ośrodka państwowego jednego z najgęściej zasiedlonych terenów Wielkopolski, a przeprowadzane badania wyraźnie wskazują na jego historyczny rodowód. Na przełomie wieków X i XI gęstość zaludnienia była tu najwyższa w Wielkopolsce. Dokumentują to liczne znaleziska w postaci cmentarzysk, pozostałości osad, artefaktów wskazujących na rozwój cywilizacyjny. Jednocześnie liczni badacze podkreślają wciąż niekompletny stan wiedzy na temat otoczenia jeziora Lednica, licząc się z istnieniem niewykrytych wciąż stanowisk archeologicznych (zob. rys. 4).

Liczne badania poświęcone są również przyrodzie Lednickiego Parku Krajobrazowego. Studia te inspirowane początkowo przez etnografów i archeologów związanych z Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy dostarczyły już i dostarczają w dalszym ciągu informacji nie tylko z zakresu ogólnie pojętych nauk przyrodniczych, ale również stanowią przyczynek do prac archeologicznych, historycznych i etnograficzno-demograficznych, i jak pisze K. Tobolski: „analizy te okazały swą przydatność przy sporządzaniu opisów oraz charakterystyki środowisk przyrodniczych dawnych społeczności”⁴.

Wielkie znaczenie dla prac naukowo badawczych prowadzonych w obrębie LPK miało powołanie w 1982 roku interdyscyplinarnego zespołu do badań regionu Lednicy⁵. Inicjatywa ta doprowadziła do owocnej współpracy, który według wielu autorytetów naukowych może stanowić wzorzec dla innych przedsięwzięć badawczych.



Rys 5. Mapa Lednickiego Parku Krajobrazowego według A. Kaszubkiewicza. 1 — grodzisko wkleśte, 2 — grodzisko stożkowe, 3 — kościół, 4 — granice otuliny LPK, 5 — granice LPK

³ Kurnatowska Z., 1996

⁴ Tobolski K., 1996

⁵ Badania zespołu prowadzone są na obszarze dawnej kasztelanii ostrowskiej, o powierzchni około 1000 km². Poszczególne zespoły mogą dostosowywać obszar badań do własnych potrzeb. Nazwa „kastelania ostrowska” może wywodzić się od „castrum Ostrow”, czyli obecnego grodziska lednickiego.

2.2. Historia badań reliktyw Ostrowa Lednickiego

Pierwsze wzmianki o znaleziskach na wyspie Lednickiej znaleźć można u niemieckiego autora Mone w roku 1822. Dopiero jednak 21 lat później publikacje i wzmianki Edwarda hrabiego Raczyńskiego dotyczące tajemniczych i romantycznych ruin na Ostrowie Lednickim wzbudzają szerokie zainteresowanie. Raczyński kierując się ludowymi legendami sugerował, że są to pozostałości zamku Bolesława Chrobrego. Jednym ze swych szkiców zapoczątkował ponadto trwającą do dziś dyskusję na temat pochodzenia „arkady lednickiej”. Pierwsze badania z inicjatywy landrata von Grenevitza rozpoczęto w roku 1845. W wyniku przeprowadzonych prac, sporządzono pierwszą dokumentację reliktyw lednickich, którą przesłano do Berlina, na ręce A.F. Quasta, generalnego konserwatora sztuki w Prusach.

Wkrótce wyspa wraz z ruinami przechodzi w ręce hr. A. Węsierskiego, który zabiega o podjęcie badań naukowych. Nawiązuje on kontakt z Poznańskim Towarzystwem Przyjaciół Nauk i Krakowską Akademią Umiejętności. Owocuje to przyjazdem na Lednicę licznych badaczy, w tym między innymi architekta L. Jagielskiego, który sporządza oparty na pomiarach plan ruin. Przybycie zespołu krakowskich uczonych owocuje pierwszą monografią reliktyw lednickich, pod redakcją M. Sokołowskiego.

Jednocześnie pojawiają się liczne hipotezy na temat przeznaczenia budowli. Joachim Lelewel popiera tezę E. Raczyńskiego, K. Szulc przedstawia hipotezę, jakoby ruiny miały być pozostałością po świątyni pogańskiej. Przeważa jednak przekonanie oparte między innymi na przekazie Długosza⁶ o częściowym lub całkowitym sakralnym charakterze zespołu (Sokołowski)⁷.



Rys 6. Arkada Lednicka, ryc. według E. Raczyńskiego

Do roku 1932 następuje przerwa w badaniach. Autorzy licznych publikacji wskazują na postępujący w tym okresie proces niszczenia zabytku przez okoliczną ludność.

W latach międzywojennych rozpoczyna się drugi okres badań na Ostrowie (według Z. Kurnatowskiej). Tematem postępowania archeologicznego jest jednak nie tyle sama budowla, co otaczający teren, ze szczególnym uwzględnieniem cmentarzyska szkieletowego wewnątrz dawnego grodu (Z. Zakrzewski, A. Wrzosek, M. Ćwirko-Godycki). W tym okresie pojawia się także aktualna do dziś skonkretyzowana hipoteza o świecko-sakralnym przeznaczeniu budowli (Z. Zakrzewski 1933).

W latach okupacji G. Mazanetz dokonuje wykopu sondażowego na osi północ-południe, przecinając wały i wnętrze grodziska. Odnajduje w ten sposób nową, nieznaną dotychczas budowlę, zidentyfikowaną później jako kościół grodowy.

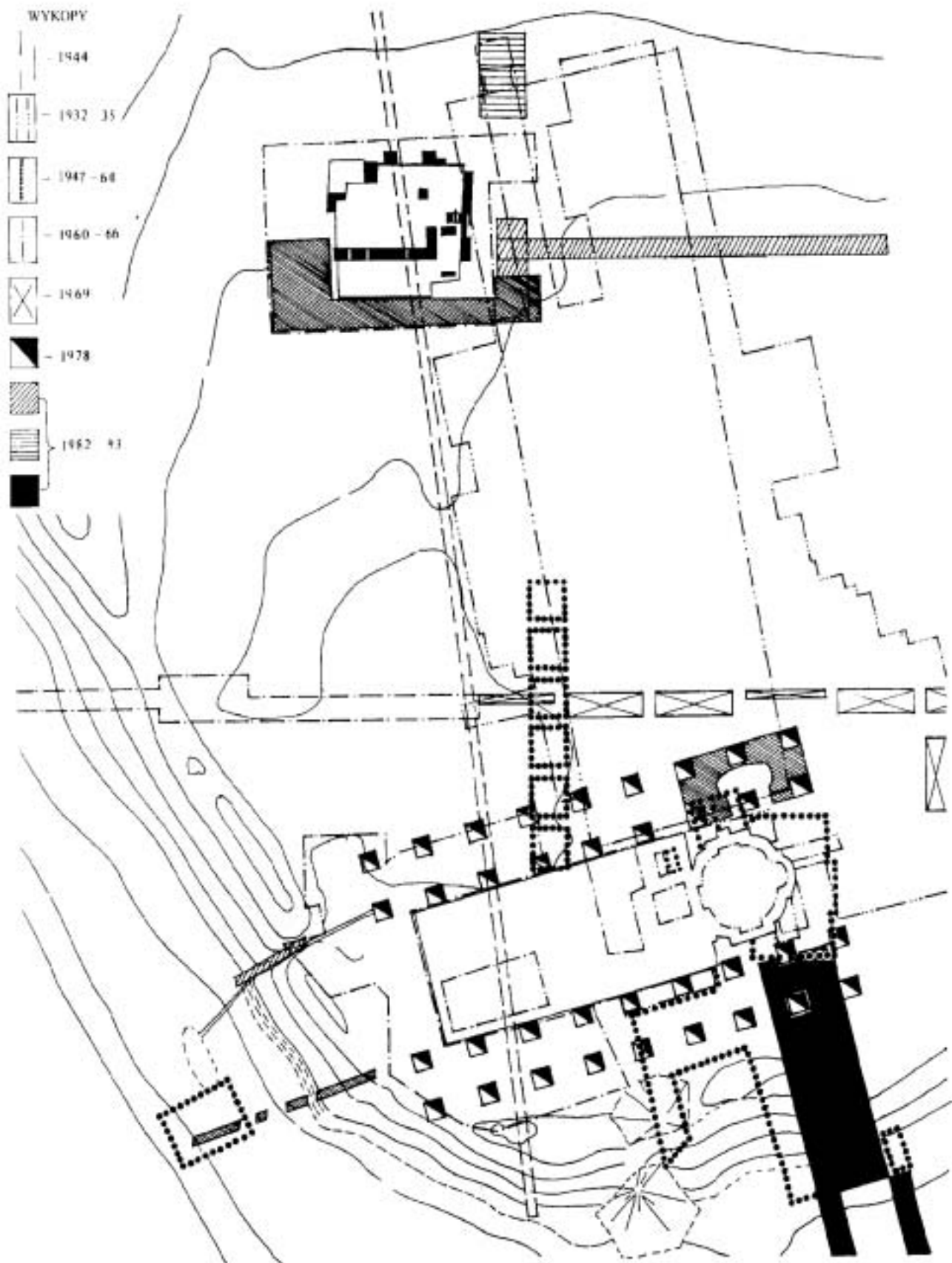
Trzeci okres — badania powojenne — rozpoczyna się po II wojnie światowej. Prace historyczno-archeologiczne odbywają się w ramach Kierownictwa Badań nad Początkami Państwa Polskiego, a następnie w ramach powstałego w 1969 roku Muzeum Początków Państwa Polskiego na Lednicy, później przemianowanego na Muzeum Pierwszych Piastów. Okres ten charakteryzuje się dogłębnym i pełniejszym podejściem do problematyki lednickiej. Odkryto między innymi pozostałości mostów łączących wyspę z brzegami jeziora; (zob. rys. 8) badaniami objęto cały teren wyspy, oraz pozostałości osadnictwa dookoła jeziora. Podjęto szereg prac wykopaliskowych w obrębie wałów i całej wyspy lednickiej. W latach 1961 – 65 za sprawą wykopalisk A. Nowaka wyjaśniona została również kwestia odkryć Mazanetza — położenie i kształt jednonawowego kościoła grodowego. Jednocześnie opublikowane zostaje opracowanie architektoniczne W. Dalbora „Dwór książęcy z X w. na Ostrowie Lednickim” z 1959 roku, oraz publikacje takich kompetentnych autorów jak Z. Świechowski, K. Józefowiczówna, J. Zachwatowicz.

Narastały w tym okresie spory interpretacyjne, szczególnie dotyczące znaczenia reliktyw lednickich we wczesnodziejowej historii Polski. Niemalże znaczenie miał tu fakt interpretowania znalezisk w aspekcie zbliżających się państwowych obchodów milenijnych. W tym czasie sformułowano też pojęcie „kraj Polan”, ze znajdującym się w centrum Ostrowem Lednickim.

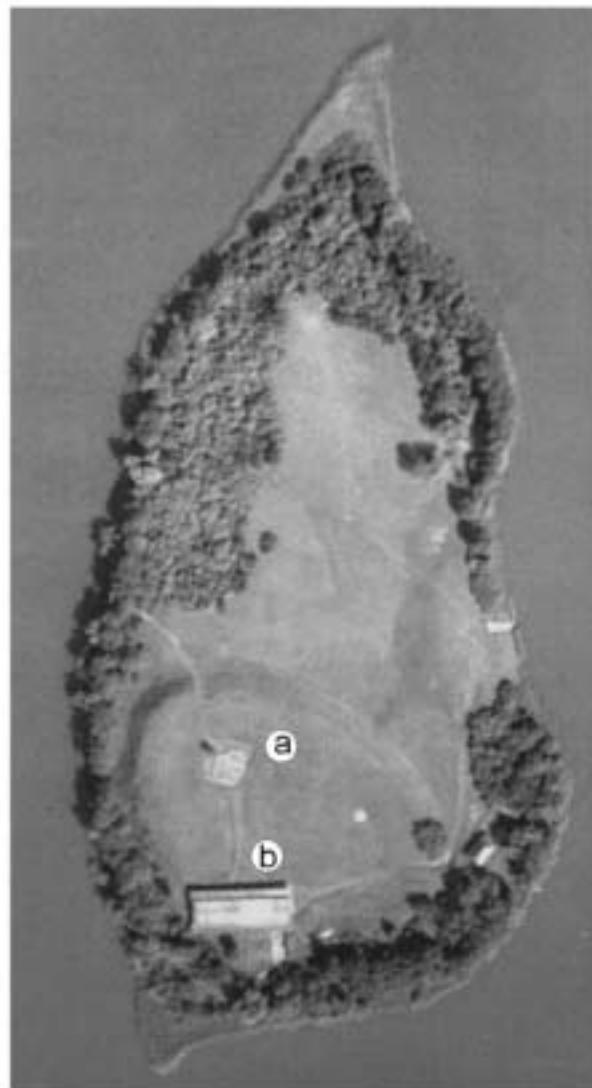
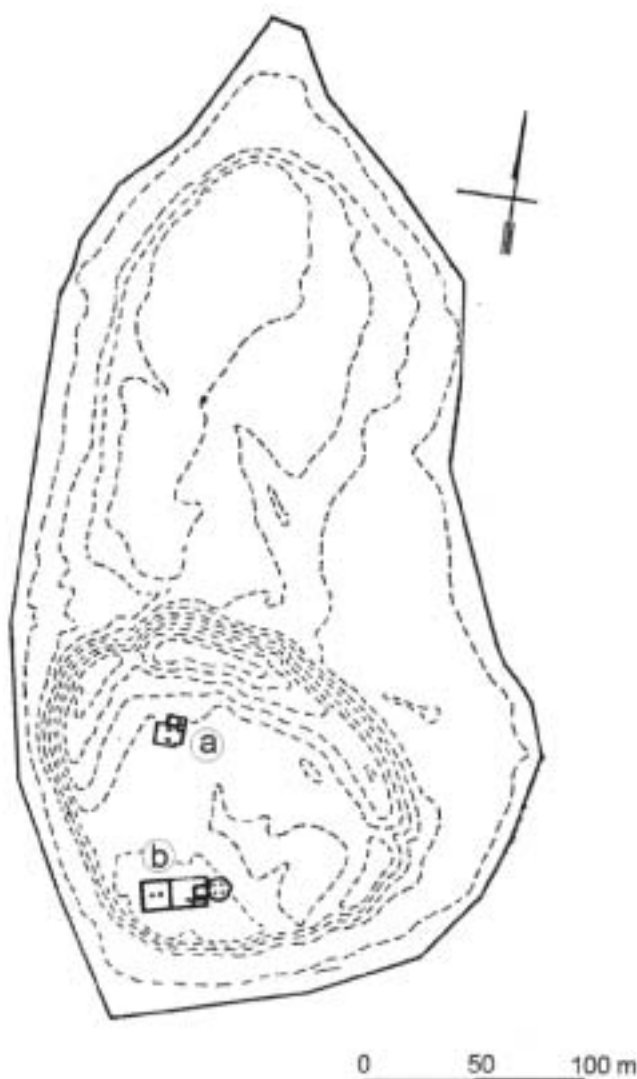
Czwarty okres w dziejach badań lednickich wiąże się ściśle z powstaniem Pracowni Archeologicznej w ramach Muzeum Pierwszych Piastów, i powołanie interdyscyplinarnego zespołu do badań Lednicy. W ramach wyżej wymienionych zespołów, i przy współudziale naukowców z innych ośrodków naukowo-badawczych, kontynuowano rozpoczęte już badania. Głównym zadaniem okazało się doświadczać weryfikowanie wcześniej postawionych hipotez poprzez wykopaliska, sondowania, badania podwodne (trasy i przyczółki mostowe); w ramach prac prze-

⁶ Długosz J., *Historiae Polonicae libri XII*

⁷ Sokołowski M., *Ruiny na Ostrowie Jeziora Lednicy...*, [w:] *Pamiętnik Akademii Umiejętności w Krakowie*, wyd. filologiczny i historyczno-filozoficzny, t. 3



Rys. 7. Zbiorny plan wykopów archeologicznych na Ostrowiu Lednickim od 1932 do 1990 roku (archiwum MPP na Lednicy). Pionową podwójną kreską przerywaną zaznaczono wykop Mazanetza z 1944 r. (za: „Ostrów Lednicki”, 1993)



Rys 9. Zestawienie rysunków przedstawiających wyspę lednicką. Z lewej rysunek wg Zachwatowicza, po prawej fotomapa (według Dedal Foto, za A. Grygorowiczem). Oznaczenia: a) kościół grodowy, b) zespół pałacowo-sakralny (na zdjęciu lotniczym ukryty pod wiatą zabezpieczającą)

prowadzano również badania elektrooporowe gruntu i radarowe (SIR; P. Kiszkowski, J. Wrzesiński). Przedstawiono też pierwsze rekonstrukcje komputerowe zabytków lednickich (A. Grygorowicz, B. Siewczyński 1998).

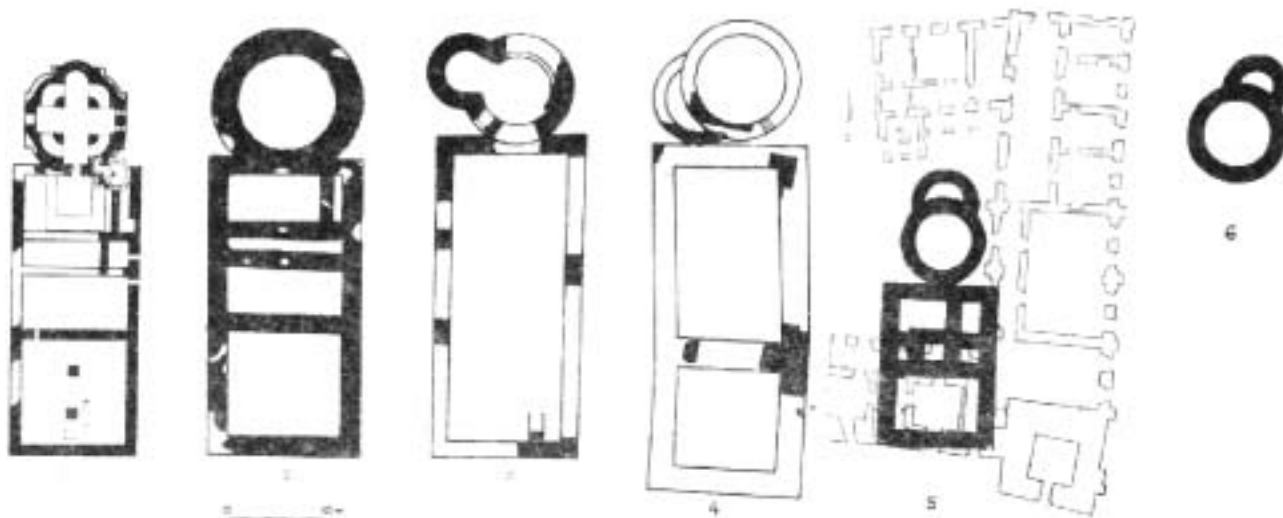
Tematyką historyczno-architektoniczną zajmowali się historycy sztuki: K. Józefowiczówna, a następnie K. Żurowska. W latach 1987 – 1990 zrealizowano program badań nad kamienną architekturą grodu lednickiego (Pracownia archeologiczna MPP i Instytut Historii Architektury UAM). Wśród publikacji wymienić tu należy monografię „Ostrów Lednicki” (1993) pod redakcją Klementyny Żurowskiej, oraz interdyscyplinarną w swoim charakterze pracę zbiorową pod redakcją A. Grygorowicza i K. Tobolskiego „Podstawy rekonstrukcji wczesnodziejowego zespołu rezydencjonalno-obronnego na Ostrowie Lednickim” (1998).

Badania archeologiczne związane z „Archeologicznym Zdjęciem Polski”, programem badawczym służącym skatalogowaniu zabytków kulturowych na ziemiach polskich w ujednoliconym i znormalizowanym układzie.

2.3. Przesłanki historyczno-architektoniczne do rekonstrukcji lednickiego zespołu pałacowo-sakralnego

2.3.1. Budowle kamienne Ostrowa Lednickiego na tle historyczno-architektonicznym

Powszechnie wiąże się fundację budowli lednickich z II połową X wieku, t.j. z okresem przyjęcia chrześcijaństwa, na co wskazuje między innymi technika wykonania murów charakterystyczna dla okresu przedromańskiego. Takie datowanie obiektu może potwierdzać odkrycie wgłębień części podłogowej kaplicy, uznawanych przez wielu badaczy za baseny chrzcielne. Mogłoby to oznaczać, że kaplica pełniła funkcję baptysterium. Niektórzy badacze łączą nawet relikty lednickie z przyjęciem chrześcijaństwa na ziemiach polskich. Badania K. Żurowskiej pozwoliły na postawienie tezy, że zespół lednicki będąc fundacją Mieszka I-go, pełnił początkowo funkcję siedzi-



Rys. 11. Przykłady zespołów palatium/rotunda, od lewej: Lednica, Giecz, Przemyśl, Wiślica, Płock, Łekno (za: Grygorowicz A., 1985)

by biskupiej (być może biskupa Jordana), czego pośrednim potwierdzeniem byłyby informacje zawarte w dziełach Długosza⁸.

Wraz ze wzmacnianiem organizacji państwowej następuje ożywienie działalności budowlanej związanej z ośrodkami władzy. Jak się wydaje, wzorzec i model ideowy palatium i zespołów architektonicznych przejęty zostaje z zachodu⁹; niektórzy autorzy sugerują jednak wpływy wschodnie, na co wskazuje między innymi charakter krzyżowo-kopułowy budowli (szkoła bizantyjska), i wzorowana na Bizancjum symbolika władzy. (Grygorowicz, Józefowiczówna).

Zespół Lednicki stanowi najprawdopodobniej element planowej akcji fundacyjnej, w ramach której w grodach młodego państwa powstają budowle mające świadczyć o jego spójności i podkreślać autorytet władcy (rys. 10). W tektonice i wymowie symbolicznej tych budowli doszukują się niektórzy badacze dziedzictwa karolińskiej idei jedności władzy świeckiej i kościelnej, a jako dowodu na to, obiektów świeckich i sakralnych spojonych w jedną całość. Jak pisze Zachwałowicz: (...) Koncepcje przestrzenne i formy architektury tego czasu w Polsce stanowią odbicie architektury na zachodzie Europy w jej dziełach pokarolińskich i przedromańskich (...)"

Jak twierdzi A. Grygorowicz (1985), znaczna gęstość założeń palatium-kaplica może budzić niekiedy wątpliwości co do ich świeckiego przeznaczenia. Proponowano między innymi hipotezy o ich monastycznym charakterze (Grygorowicz 1985), lub jako siedziby biskupiej (Żurowska 1993). Wielu badaczy wskazuje też na domniemany kluczowy charakter zespołu lednickiego na tle innych tego

typu założeń w strukturze organizacyjno-przestrzennej (zob. rys. 10). Wskazywać by na to miało centralne położenie Lednicy w państwie piastowskim, w rejonie o największym zagęszczeniu grodów i obszarze o największej koncentracji zaludnienia¹⁰ oraz wyszukana forma architektoniczna budowli¹¹.

Wątpliwości budzi kwestia autorstwa tak konsekwentnie realizowanych obiektów. Jak pisze Tomaszewski: „(...) Seria ta zwarta formalnie, w stopniu pozwalającym przyjąć, że powstała w wyniku jednego impulsu artystyczno-ideowego, lecz zarazem na tyle różniąca się w szczegółach formalnych i technicznych, że mowy być nie może o upatrywaniu w niej dzieła jednego mistrza, lub warsztatu (...)”¹². Józefowiczówna natomiast przedstawia inny punkt widzenia, stwierdzając: „(...) Przeprowadzona analiza formy architektonicznej (...) wystarcza, aby kościoły pałacowe z Gniezna, Krakowa i z wyspy na Lednicy uznać za zaprojektowane przez tego samego architekta.(...)”¹³ (rys. 11).

Bezsporne wydaje się zniszczenie całkowite, lub częściowe budowli podczas najazdu Brzetysława. Kolejne fazy budowy następują na przełomie XI i XII wieku. Źródła historyczne wskazują, że na Ostrowie Lednickim mieściła się siedziba kasztelanii.

2.3.2. Domniemane fazy rozwojowe obiektu

Na podstawie prac wykopaliskowych i badań stratygraficznych murów wyodrębnić można wstępnie trzy fazy w dziejach obiektu, które można scharakteryzować w kolejności powstawania jako:

⁸ Długosz w Kronikach przejął te informacje od mistrza Wincentego (Kadłubka), patrz: Labuda G. 1987, s. 89. Również wzmianki w Roczniku Poznańskim, patrz: Labuda G. 1999, s. 190 – 193.

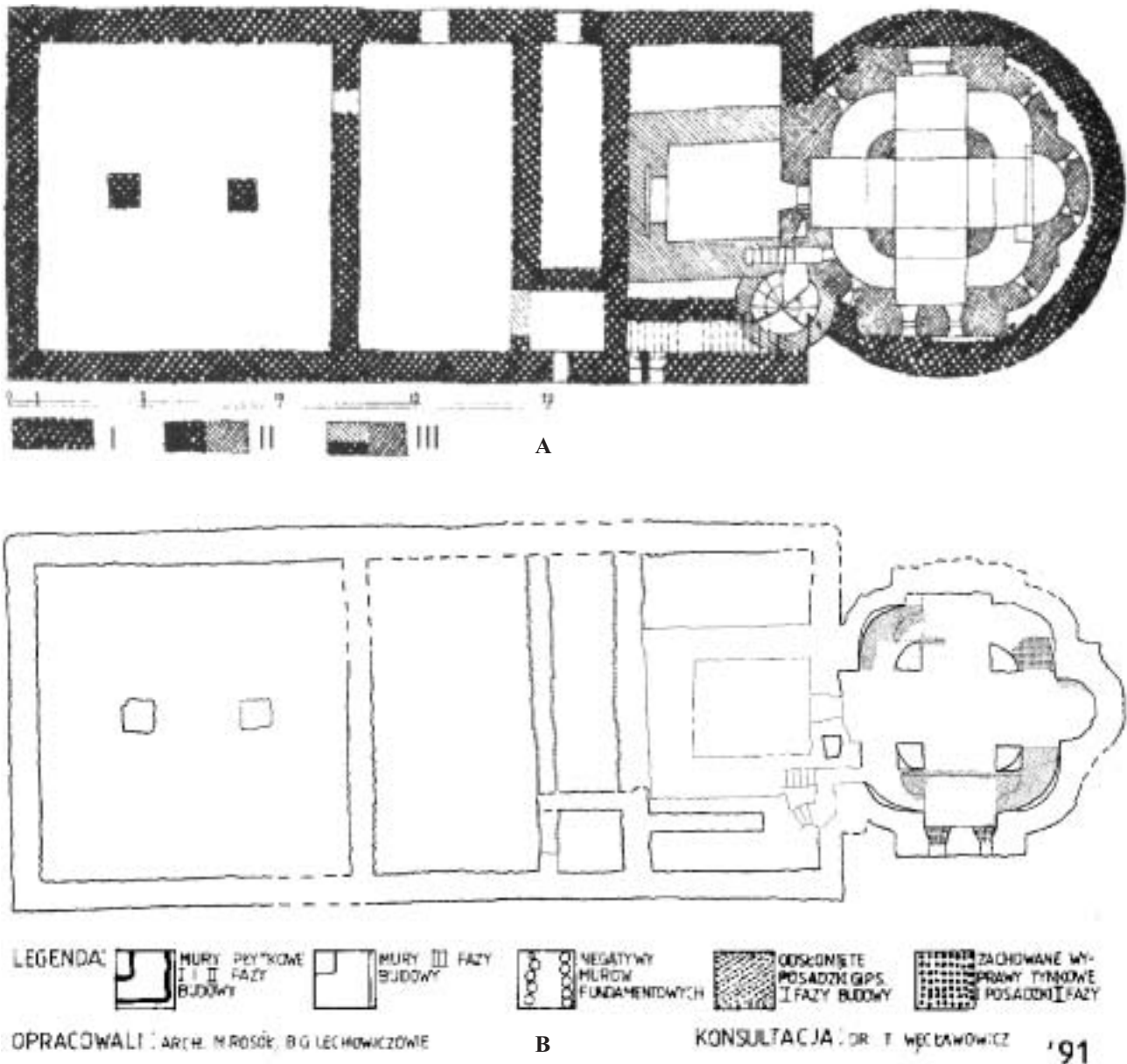
⁹ Józefowiczówna K., 1969, s. 114 – 158; 213 – 248

¹⁰ Biedroń A., 1993

¹¹ Leśny J., 1985, s. 26 – 32

¹² Tomaszewski A., 1974

¹³ Józefowiczówna K., 1969, s. 114 – 158; 213 – 248



Rys. 12 A. Przypuszczalne etapy rozwoju palatium i baptysterium na podstawie inwentaryzacji M. Sokołowskiego i W. Łuszczkiewicza, w opracowaniu A. Grygorowicza; B. Stratygrafia murów palatium i baptysterium (za: „Ostrów Lednicki”, 1993)

- budowla podłużna wraz z kaplicą. A. Grygorowicz proponuje tezę, według której pierwotna kaplica miała być na planie okręgu, analogicznie do planu budowli w Gieczu¹⁴
- przebudowa budowli podłużnej i kaplicy (ujęta między innymi w rekonstrukcji według zespołu: Żurowska, Rodzińska-Choraży, Biedroń, Łastowiecki, Węclawowicz, Wrzesiński¹⁵)

- kolejna przebudowa; pojawia się obrys murów interpretowany później przez badaczy jako podstawa wieży (zlokalizowana przy zachodnim ramieniu krzyża); przedstawiają ją między innymi Dalbor, Zachwatowicz, Weidhaas, Grygorowicz, Józefowiczówna, Tomaszewski.

Na rys. 12 zamieszczono rzuty relikwów lednickich w opracowaniach stratygraficznych, przedstawionych w ostatnich latach.

¹⁴ „Podstawy rekonstrukcji wczesnodziejowego zespołu rezydencjonalno-obronnego i sakralnego na Ostrowie Lednickim”, 1998

¹⁵ „Ostrów Lednicki”, 1993

2.4. Wybrane hipotezy rekonstrukcyjne

A. Hipoteza rekonstrukcyjna H. Weidhaasa (1942)

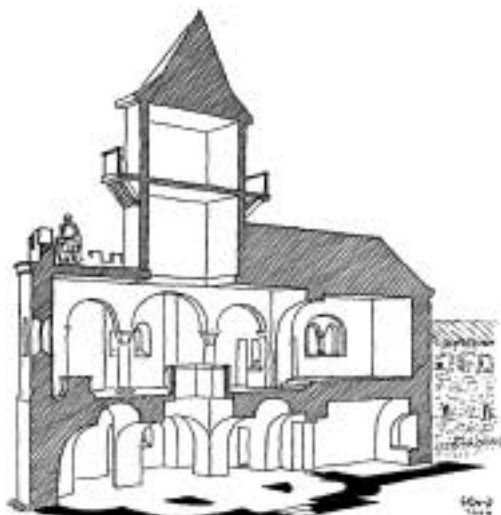
Autor uważa budowlę Ostrowa Lednickiego za pozostałości budowli obronno-sakralnej typu skandynawskiego, propagując jednocześnie tezy o wpływie germańskim (nordyckim) na kulturę Słowian. Twierdzi nawet, że budowla lednicka jest najstarszym znanym przykładem centralnej budowli typu skandynawskiego. W oparciu o własne badania terenowe i wcześniejsze prace (w tym również autorów polskich) przedstawia trzy fazy budowy, za najwcześniejszą uznając dwupoziomową kaplicę z kręconymi schodami i wysmukłą wieżą. Piętra kaplicy miałyby łączyć stonkowo wąski otwór. Kolejną fazę stanowić miał pałac, w części drewniany z wejściem od zachodu. Ostatnim etapem rozwoju budynku jest według autora tak zwane „oratorium”, czyli dwupiętrowa budowla sklepią łącząca piętra kaplicy.

Charakter obronny budowli Weidhaas podkreśla zastosowaniem w rekonstrukcji krenelażu i drewnianego pomostu obserwacyjnego na wieży na przecięciu ramion krzyża nad kaplicą.

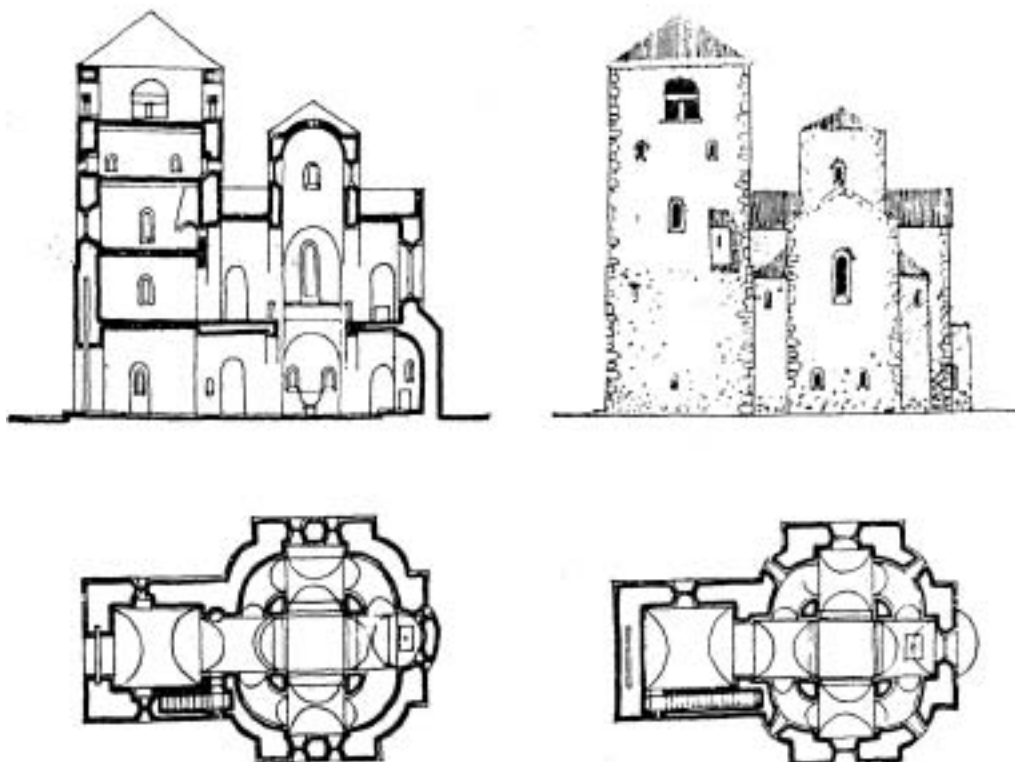
B. Hipoteza rekonstrukcyjna A. Szyszko-Bohusza (1945)

W roku 1945 A. Szyszko-Bohusz w odpowiedzi na twierdzenia Weidhaasa przedstawia swoją wersję rekonstrukcji budowli lednickich. Jak czytamy w sprawozda-

niach z posiedzeń Polskiej Akademii Umiejętności w Krakowie, w dniu 25 października 1945 „(...) autor poddaje krytyce dotychczasowe prace Weidhaasa z r. 1942 i przytacza w rysunkach własną rekonstrukcję, widząc we wschodniej części ruin kaplicę grodową, budynek centralny, piętrowy, z wieżą mieszkalną, następnie włączoną w układ pałacowy, wzorowany na pfalcach niemieckich cesarzy. Jako najbliższy typ pokrewny wskazuje na pfałc w Goslarze z czasów Henryka II z kaplicą N.P. Marii.(...)”¹⁶.



Rys.13. Rekonstrukcja H. Weidhaasa. Przekrój perspektywiczny (za: Weidhaas H., 1940)



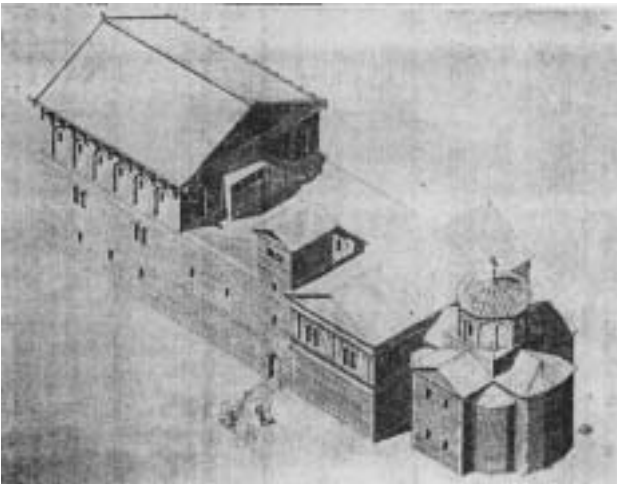
Rys. 14. Rekonstrukcja budowli lednickich według A. Szyszko-Bohusza (za: „Ostrów Lednicki” 1993)

¹⁶ Szyszko-Bohusz A., 1946, s. 185

Należy tu jednak zaznaczyć za Rodzińską-Choraży i Biedroniem, że Szyszko-Bohusz znał budowle jedynie z opisów Weidhaasa i Sokołowskiego¹⁷.

C. Hipotezy rekonstrukcyjne W. Dalbora (1957)

Według autora obiekt powstał w drugiej połowie panowania Mieszka I. W architekturze dopatruje się wpływów grecko-bizantyjskich, porównując lednickie budowle z pałacem w Goslar. W. Dalbor przedstawia dwa etapy historii budowli. Należy tu zaznaczyć, że są to najdokładniejsze i najbardziej szczegółowe rekonstrukcje, łącznie z wyposażeniem wewnętrznym¹⁸.



Rys. 15. Rekonstrukcja według W. Dalbora, aksonometria (faza I) (za: Dalbor W., 1957)

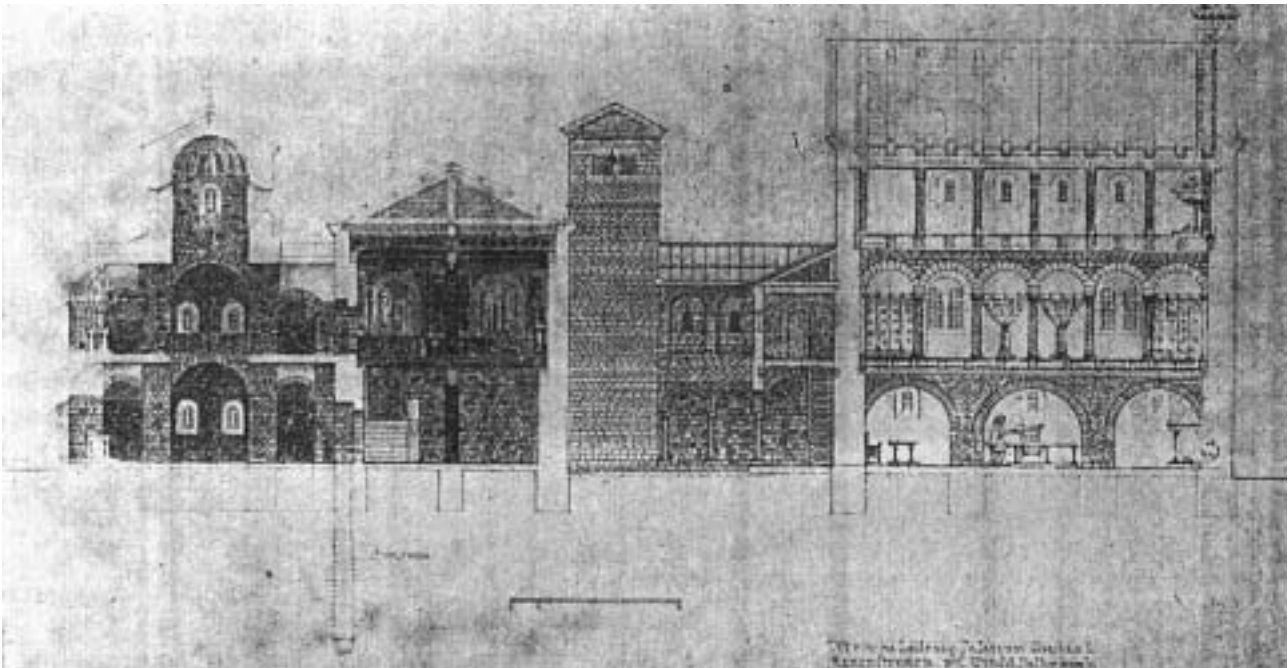
Jako pierwszy powstaje, jak twierdzi autor, zespół kaplicy i „podłużnej budowli zachodniej” — najpierw jej część wschodnia, później zachodnia.

Kaplicę Dalbor rekonstruuje jako dwupiętrową z emporą, podając nawet jej wysokość: 3,8 m. (1,3 m ściana wewnętrzna, sklepienie kolebkowe 1,06 m, grubość sklepienia 0,6 m). Palatium przedstawia jako dwubryłową budowlę z wewnętrznym dziedzińcem. Według autora rozplanowanie części pałacowej świadczy o wyraźnym podziale na część oficjalną i prywatną.

W. Dalbor wnosi również ciekawe uwagi odnoszące się do nazewnictwa budowli lednickich: (...)Siedziba na Ostrowie Lenickim może nosić nazwę palatium, tak bowiem nazywano dwór monarszy(...); również niezupełnie odpowiada tu nazwa willi <villa regia>(…) najtrafniej określić możemy (...) mianem dworu książęcego <curia regia>(…)”.

Według Dalbora budowla ta została częściowo zburzona podczas najazdu Brzetysława; obiektów nie odbudowano aż do wieku XII.

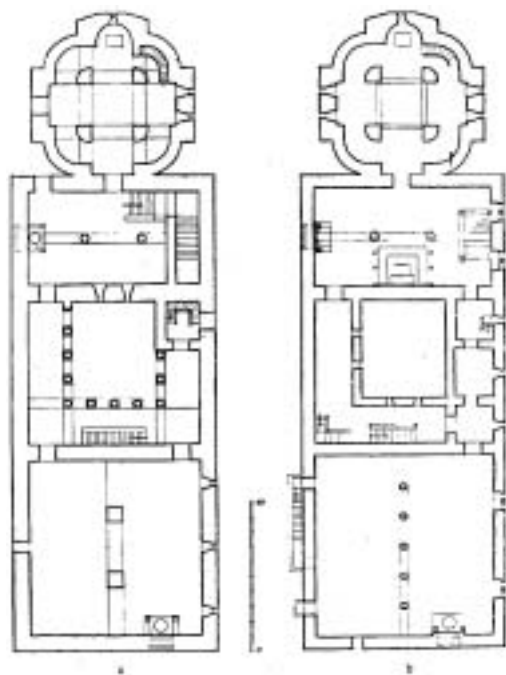
Tu zaczyna się druga faza w dziejach budowli. Na pozostałościach z siedziby piastowskiej powstaje „(...)feudalna siedziba księcia z obozem wojskowym(...) kasztel składający się z dwu członów: inkastelowanej kaplicy oraz obronnej wieży w kształcie regularnego donżonu(...)”. Autor uznaje jednocześnie budowle lednickie za najwcześniejszy w dziejach Polski donżon. Stanowi on według autora centrum castrum otoczonego drewnianym wałem o średnicy 100 m. Za datę zniszczenia tej budowli Dalbor uznaje wiek XIII.



Rys. 16. Rekonstrukcja według W. Dalbora, przekrój z kładami ścian wzdłuż osi wschód-zachód (faza I) (za: Dalbor W., 1957)

¹⁷ „Ostrów Lednicki”, 1993.

¹⁸ Dalbor W., 1959, s. 172 – 288



Rys. 17. Rekonstrukcja według W. Dalbora (faza I), rzuty: a) przyziemia, b) pierwszego piętra (za: Dalbor W., 1957)



Rys. 18. Rekonstrukcja według W. Dalbora — kasztel (faza II), aksonometria (za: Dalbor W., 1957)

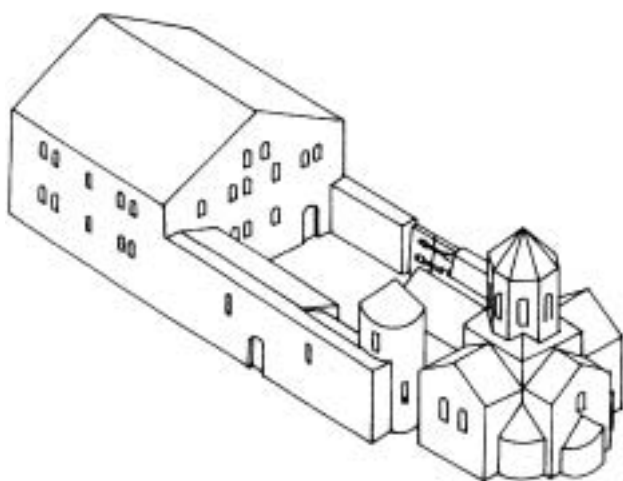
D. Hipotezy rekonstrukcyjne K. Józefowiczówny (1969)

Autorka podaje dwie wersje rekonstrukcji. W pierwszej wersji Józefowiczówna przedstawia budynek jednokondygnacyjnej kaplicy, do której poprzez dziedziniec otoczony grubym murem przylega dwupiętrowe palatium. Zachodnie ramię krzyża kaplicy autorka wydłuża, umiejscawiając w nim narteks. W rekonstrukcji tej ujęta jest także wieża schodowa.

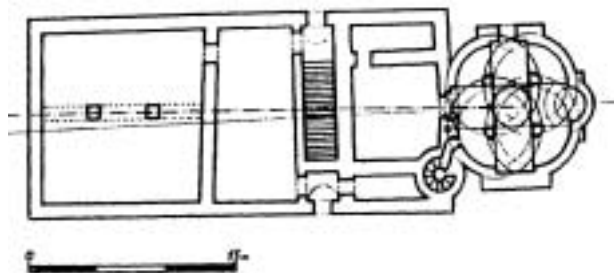
W toku dalszych prac autorka odchodzi jednak od tej koncepcji. W drugiej wersji kaplicę rekonstruuje jako w całości dwupiętrową z emporą. Bryłę pałacu przedsta-

wia jako dwukondygnacyjną, krytykując twierdzenia Dalbora o istnieniu dziedzińca wewnętrznego. Wejścia do pałacu miałyby się znajdować od północy i południa. Na piętrze przy schodach umiejscowiona jest aula regia. Przy rekonstrukcji tej powołuje się autorka na analogie planu budowli na Lednicy i w Gieczu.

Jako trzecią podaje Józefowiczówna rekonstrukcję budowli po zniszczeniu jej w latach 1034 – 1039. W tym okresie wzniesiono wieżę przylegającą do kaplicy od strony zachodniej. Funkcję schodów w wieżycy przejęły proste schody w murze wieży, będącej formą dwupoziomowego narteksu stanowiącego rodzaj przejścia do ocalałej wschodniej części pałacu książęcego.



Rys. 19. Rekonstrukcja palatium i kaplicy według K. Józefowiczówny, wersja I (za: „Ostrów Lednicki”, 1993)

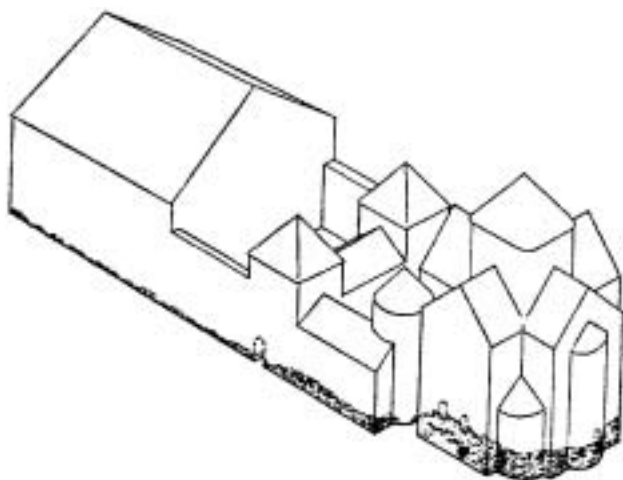


Rys. 20. Rekonstrukcja rzutu palatium według K. Józefowiczówny, wersja II (za: Józefowiczówna K., 1969)

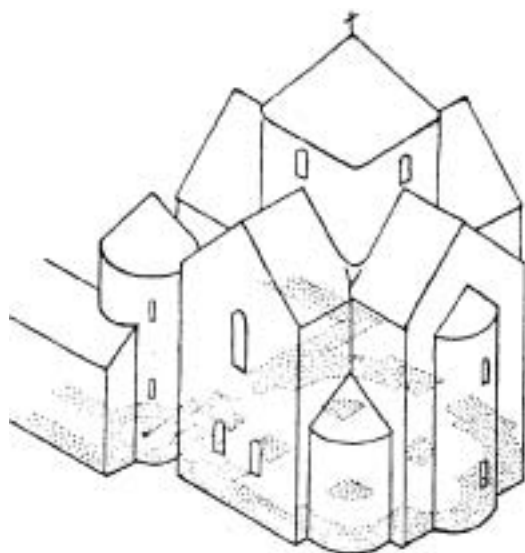
E. Hipoteza rekonstrukcyjna J. Zachwatowicza

Autor przedstawia rekonstrukcję zespolonej bryły palatium i kaplicy, wskazując na podobieństwa swojej rekonstrukcji do założeń karolińskich i idei dwuwieżowego westwerku. Kaplicę opisuje jako piętrową, podkreślając jej ciasnotę. Wskazuje na istnienie schodów i niskie umiejscowienie okien. Bryłę opisuje jako wysoką, z wieżą na przecięciu ramion krzyża.

Część wschodnia pałacu mogła według Zachwatowicza pełnić następujące funkcje: 1) (...) do (...) kaplicy (...) przylegało od zachodu kilka pomieszczeń stanowiących z nią jedną całość, (...) zakończonych od zachodu jedną lub dwiema flankującymi wieżami; 2) pomieszczenia te



Rys. 21. Rekonstrukcja bryły kaplicy i palatium na Ostrowie Lednickim według J. Zachwatowicza (za: Zachwatowicz J., 1971).



Rys. 22. Rekonstrukcja bryły według J. Zachwatowicza za Z. Świechowskim, (za: Świechowski Z. 1962)

można tłumaczyć jako narteks w kondygnacji dolnej (...) i salę w kondygnacji górnej, otwartej jako empora (...); 3) należałoby (...) rozważyć ideę martyrium — skarbcza relikwialnego w dyspozycji władcy, (...) w przyziemiu”¹⁹.

Część zachodnią palatium Zachwatowicz uważa za piętrową. Na parterze znajdowała się od zachodu: sala reprezentacyjna ze sklepieniem podpartym słupami, z przylegającą do niej sienią.

Zachwatowicz wskazuje też na związki pomiędzy architekturą palatium i kaplicy lednickiej z podobnymi założeniami w Gieczu, na grodzie w Przemyślu i relikwiami rotundy i palatium na grodzie w Wiślicy.

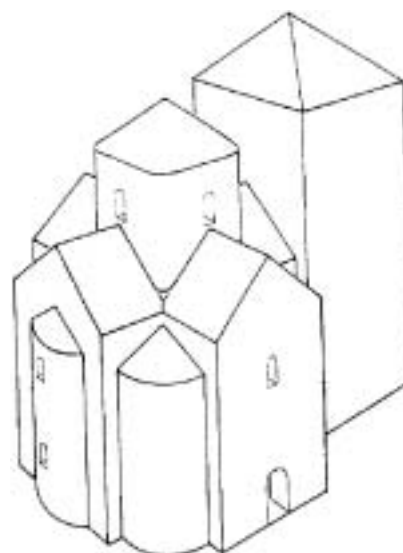
F. Hipoteza rekonstrukcyjna A. Tomaszewskiego (1974)

Autor przedstawia dwie fazy rozwoju obiektu, zaznaczając jednocześnie, że „(...) funkcja wcale nie należy do jednoznacznie wyjaśnionych (...). O ile istnieją przesłanki do określania rotund jako kaplicy władcy (...), to pogląd upatrujący w budynkach podłużnych palatia o funkcjach mieszkalnych dla władcy i jego otoczenia jest (...) hipotezą intuicyjną (...)”²⁰.

W obu etapach rozwojowych obiektu kaplica jest obiektem dwukondygnacyjnym. Na poparcie swojej tezy Tomaszewski przytacza następujące argumenty:

- nisko umieszczone okna w ramieniu południowym
- ponad oknami ślad sklepienia dokumentowany przez Sokołowskiego
- klatka schodowa, łącząca według autora piętra kaplicy, a nie palatium.

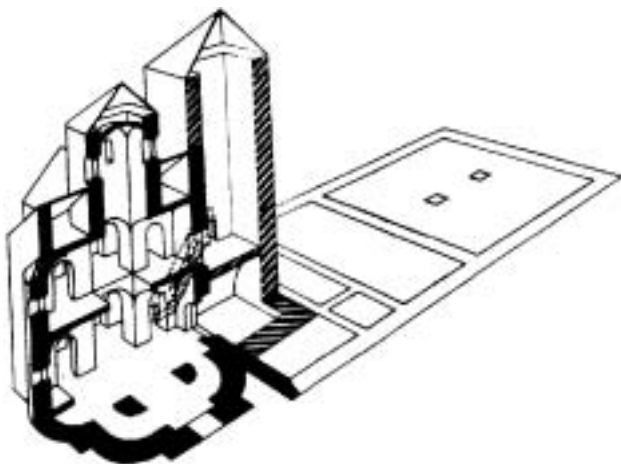
W pierwszej fazie Tomaszewski przedstawia kaplicę połączoną przejściem z wnętrzem palatium, które autor widzi raczej jako parterowe. Nie wyklucza jednak istnie-



Rys. 23. Rekonstrukcja układu przestrzennego rotundy wraz z dobudowaną wieżą; aksonometria (za: Tomaszewski A., 1974)

¹⁹ Zachwatowicz J., 1971.

²⁰ Tomaszewski A., 1974



Rys. 24. Rekonstrukcja układu przestrzennego rotundy wraz z dobudowaną wieżą; przekrój aksonometryczny (za: Tomaszewski A., 1974)

nia piętra, połączonego z emporą kaplicy. Jednocześnie skłania się ku twierdzeniu, że wyjście z kaplicy (na zachód) otwierało się na „dziedziniec-atrium”. Jak twierdzi autor: „zachodnie ramię krzyża nie było stopione z wysoką ścianą szczytową palatium, lecz (...) było wolno stojące”

W drugiej fazie po „przebudowie romańskiej” dostawiono aneks — wieżę, dopasowaną do szerokości ramienia krzyża, przedłużając go. Nowa bryła nie naruszyła murów palatium, gdyż wybudowano ją wewnątrz dziedzińca: „(...) przybudówkę wstawiono w otwartą przestrzeń, ogra-

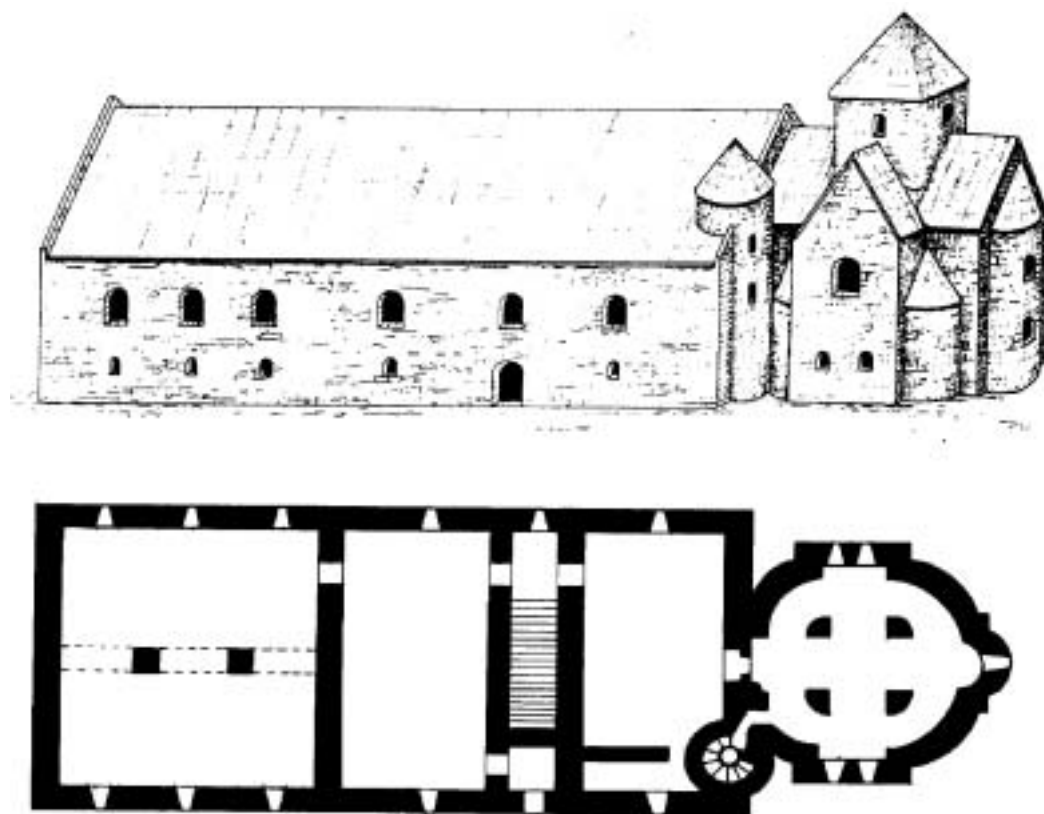
niczoną niskimi murami(...)”. Wejście do kaplicy zlokalizowano od strony północnej. Autor poddaje w wątpliwość jednoczesne funkcjonowanie schodów wewnątrz muru aneksu wieżowego i wieżyczki schodowej, sugerując połączenie pomiędzy emporą i wieżą. Rekonstrukcję bryły aneksu wieżowego przedstawił A. Tomaszewski jako przedłużenie zachodniego ramienia krzyża kaplicy, bądź kilkupiętrową wieżę.

G. Hipoteza rekonstrukcyjna A. Kaszubkiewicza (1984)

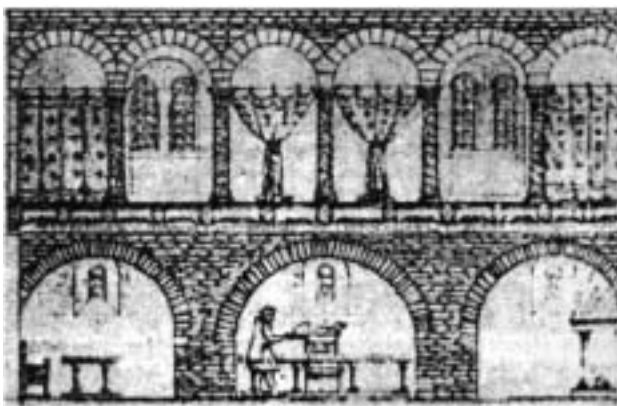
Rekonstrukcja ta została opracowana jednocześnie z rekonstrukcją kościoła jednonawowego. Hipoteza zakłada dwie fazy rozwojowe budowli.

W pierwszej fazie autor przedstawia bryłę dwukondygnacyjnego palatium z wejściem od strony południowej, nakrytego jednym dwuspadowym dachem. Budowla ta łączy się z centralną formą baptysterium. Autor zaznacza jednocześnie, że jego zdaniem część pałacowa od samego początku posiadała dwa piętra; jako potwierdzenie swojej teorii przytacza wyniki badań fundamentów o niezmienną szerokości stopy i istnienie klatki schodowej.

Autor nie wypowiada się na temat wnętrza kaplicy, opisuje natomiast pomieszczenia wnętrza palatium, między innymi obszerną salę przylegającą do zachodniej ściany palatium. Znajdować się tu miały trzy łuki arkadowe wspierające sklepienie (rys. 26). Na tej konstrukcji wspierają się, według autora, drobniejsze już filary spięte łukami arkadowymi, a na nich konstrukcja dachu i strop nad



Rys. 25. Rekonstrukcja Palatium w pierwszej fazie według A. Kaszubkiewicza (za: Kaszubkiewicz A., 1996)



Rys. 26. Przytaczany przez A. Kaszubkiewicza fragment rekonstrukcji według W. Dalbora, obrazujący strukturę łuków arkadowych w zachodniej sali części pałacowej

piętrzem. Zwieńczenie filarków piętra stanowić by miały kapitele, których rysunek znajdujemy na szkicach reliktyw wykonanych przez F.A. Quasta²¹. A. Kaszubkiewicz na potwierdzenie swej teorii przytacza tu szkic hrabiego E. Raczyńskiego (rys. 6.). Arkada przedstawiona na rysunku ma być środkową arkadą sali w przyziemiu budowli. Powołuje się jednocześnie na rekonstrukcję W. Dalbora ukazującą łuki arkadowe w przyziemiu.

Druga faza w dziejach budowli związana jest według autora z najazdem Brzetysława i zniszczeniem części pałacowej budowli. W XII lub XIII wieku dostawiono do kaplicy od zachodu masywną wieżę. W szczytowej północnej ścianie przebito nowe wejście, ponieważ dotychczasowe wejście do kaplicy znajdowało się od strony dawnego palatium. Komunikację z wyższymi piętrami zapewniała klatka schodowa w okrągłej wieżycze.

H. Hipoteza rekonstrukcyjna według zespołu: Żurowska, Rodzińska-Choraży, Biedroń, Lastowiecki, Węclawowicz, Wrzesiński (1993)

Rekonstrukcja ta została opublikowana w monografii „Ostrów Lednicki” pod redakcją K. Żurowskiej. Autorzy oparli swoje twierdzenia na wieloletnich interdyscyplinarnych badaniach prowadzonych na Ostrowie Lednickim. Podkreślają przy tym, że „przesłankami do (...) rekonstrukcji będzie przede wszystkim analiza reliktyw badanych w latach 1987 – 1991, a także dziewiętnastowieczne opisy wyspy”²².

Autorzy wskazują na istnienie trzech faz rozwoju obiektu:

FAZA I: baptysterium i pałac biskupi

Według autorów budowle kamienne Ostrowa Lednickiego (palatium, baptysterium, kościół grodowy) stanowiąc jednolity zespół architektoniczno-funkcjonalny są przykładem przeniesienia na ziemię polskie wzorca śródziemnomorskiego zespołu biskupiego. Budynki te miały za zadanie „(...) stworzenie warunków do udzielania chrztu osobom dorosłym w sposób w pełni zgodny z wymogami liturgii kościoła.(...) Gród był (...) przygotowany na dłuższy pobyt biskupa”²³.

Rekonstrukcję przeprowadzono w oparciu o system modułarny. Na podstawie analizy planimetrycznej ruin, i w nawiązaniu do karolińskich jednostek miary, jako moduł podstawowy przyjęto ~260 cm. Jednocześnie wskazano na podobieństwa w rzucie budowli lednickich i reliktyw architektonicznych z Giecza (kaplica i pałac), który jak pisze T. Węclawowicz: „(...)prezentuje ten sam układ kompozycyjno-funkcjonalny (...)”²⁴. W rekonstrukcji trójwymiarowej przyjęto również zasadę okręgów (sfer ?) modułarnych.

Rekonstrukcja przedstawia bryłę parterowego budynku palatium i parterowe baptysterium bez empory. Przez przekrycie baptysterium płaskim stropem przestrzeń nad nim jest niejasnego przeznaczenia. Wejście do palatium umieszczono od północy, a do kaplicy można wejść jedynie z części pałacowej. Dopuszcza się również zaakcentowanie części zachodniej pałacu (nad salą reprezentacyjną) za pomocą poprzecznego ustawienia kalenicy w stosunku do osi głównej obiektu (wschód–zachód)²⁵.

Funkcję wewnętrzną obiektu T. Węclawowicz opisuje w sposób następujący: „Część wschodnia — narteks i baptysterium — spełnia funkcje liturgiczne, natomiast część zachodnia z dwiema salami — funkcje reprezentacyjne i świeckie. Największa sala, końcowa od zachodu, odpowiada kompozycyjnie baptysterium kończącym układ od wschodu”²⁶.

FAZA II: pałac książęcy z kaplicą

Rekonstrukcja przedstawia dwukondygnacyjną bryłę pałacu i baptysterium, w którym najprawdopodobniej wzniesiono emporę. Możliwe jest także pełne odseparowanie baptysterium (na poziomie parteru) od kaplicy pałacowej (na piętrze). Na górny poziom kaplicy wchodziło się najprawdopodobniej schodami umieszczonymi w okrągłej wieżycze. Jednocześnie ścięto naroża słupów. Autorzy powołują się tu również na zmianę wielkości modułu podstawowego budowli, wynikającej ze zmiany jednostki miary na stopę francuską królewską. Jak podają autorzy: „(...) Wyraźne ograniczenie roli chrzcielnej i wprowadzenie poziomu górnego świadczą o zmianie jej

²¹ Fogel J., *Pompeja Polska*. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 1991. F.A. Quast (1807 – 1876) generalny konserwator zabytków sztuki w Prusach i ceniony archeolog.

²² Węclawowicz T., [w:] „Ostrów Lednicki” 1993, s. 209

²³ Biedroń A., [w:] „Ostrów Lednicki” 1993, s. 198

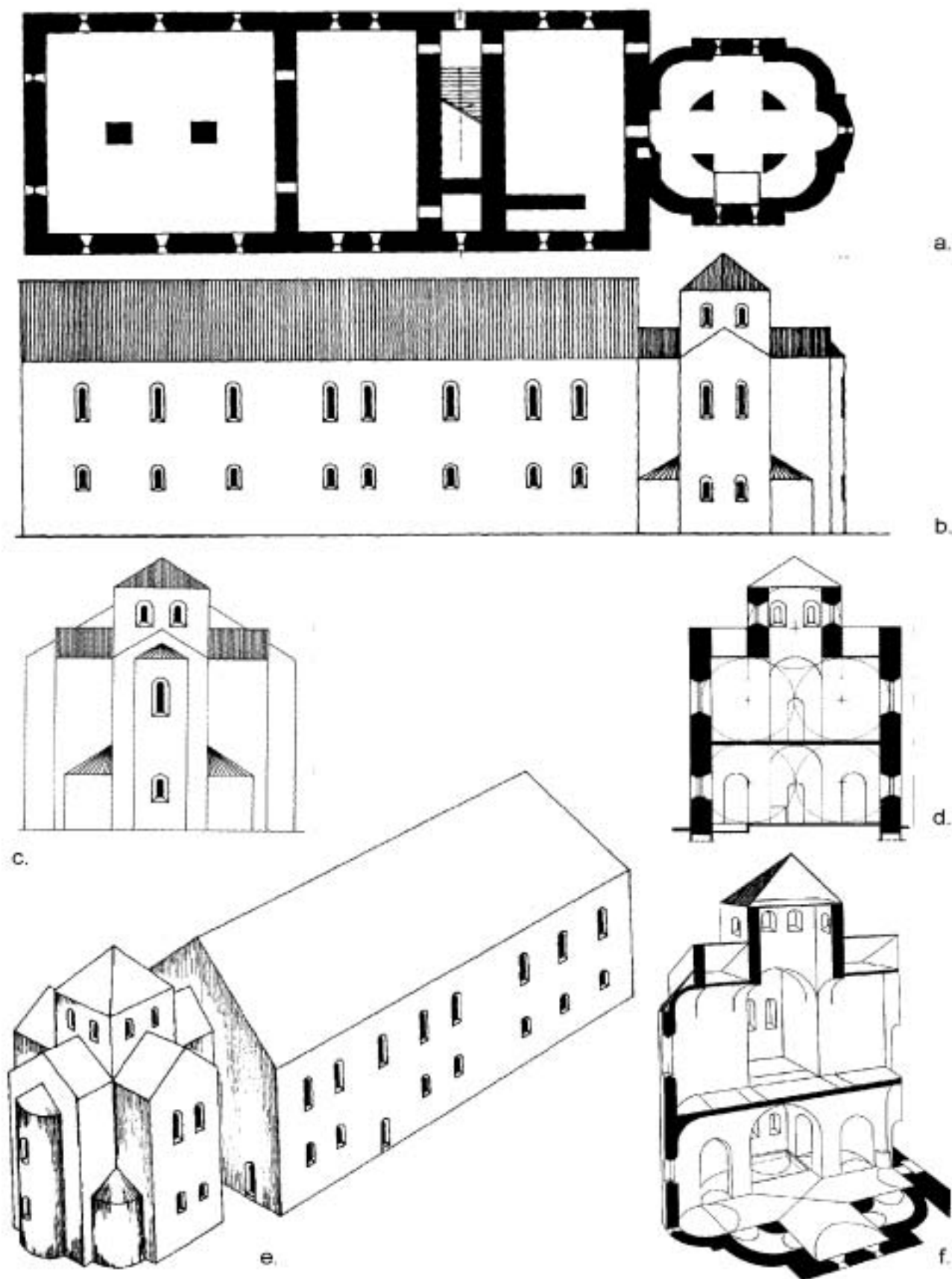
²⁴ Podobne porównanie przeprowadzają również między innymi A. Grygorowicz i J. Zachwatowicz.

²⁵ Taką interpretację rzutu zamieszcza T. Węclawowicz jedynie w tekście; „Ostrów Lednicki” 1993, s. 211.

²⁶ Węclawowicz T., *Rekonstrukcje rysunkowe (...)*, [w:] „Ostrów Lednicki” 1993, s. 211.



Rys. 27. Rekonstrukcja według: Żurowska, Rodzińska-Choraży, Biedroń, Łastowiecki, Węclawowicz, Wrzesiński, FAZA I, za: „Ostrów Lednicki”, 1993. a. rzut przyziemia z analizą planimetryczną, b. elewacja południowa, c. elewacja wschodnia (baptysterium), d. przekrój przez baptysterium, e. aksonometria, f. przekrój aksonometryczny przez baptysterium



Rys. 28. Rekonstrukcja według: Żurowska, Rodzińska-Choraży, Biedroń, Łastowiecki, Węclawowicz, Wrzesiński, FAZA II, za: „Ostrów Lednicki”, 1993; a. rzut przyziemia, b. elewacja południowa, c. elewacja wschodnia, d. przekrój przez kaplicę, e. aksonometria, f. przekrój aksonometryczny przez kaplicę

funkcji oraz użytkownika, gdyż dwukondygnacyjne kaplice kojarzą się (...) z serią kaplic pałacowych w siedzibach panujących.(...)”²⁷.

Rekonstrukcja trójwymiarowa opiera się jak poprzednio na wpisaniu odpowiednich okręgów modularnych. W baptysterium natomiast oparto się częściowo na pomiarach Sokołowskiego.

W ramach rozbudowy części pałacowej nadbudowano piętro, a pomieszczenie pełniące uprzednio rolę sieni podzielono i wstawiono schody. Przesklepiono też zachodnią salę reprezentacyjną. Na stojących pośrodku sali dwu filarach wsparto najprawdopodobniej łuki arkadowe. Zmian budowlanych dokonano mając na względzie jak najpełniejsze wykorzystanie i zachowanie poprzedniego układu funkcjonalnego i konstrukcyjnego.

FAZA III: pałac z kaplicą i aneksem wieżowym

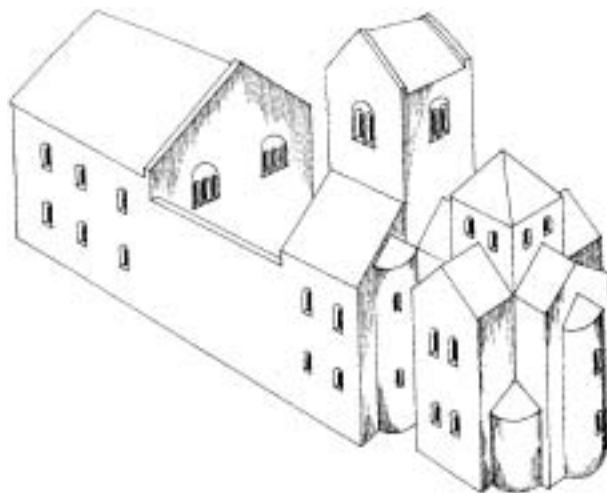
Autorzy rekonstrukcji podkreślają, że jednoznaczna i pełna rekonstrukcja w tej fazie rozwoju nie jest możliwa, z braku jednoznacznych przesłanek w postaci zachowanych relikwów architektonicznych. W trakcie dokonywania zmian budowlanych fazy III wschodnia część pałacu uległa całkowitej, lub częściowej ruinie, z nieznanymi powodów. Baptysterium pozostaje dwukondygnacyjne, najprawdopodobniej z emporą. Dostawiona do niego wieża schodowa istnieje nadal i łączy emporę z dwukondygnacyjną pozostałością wschodniej części pałacu. Od strony zachodniej do kaplicy dobudowano potężną — jak zakłada się — trzykondygnacyjną wieżę.

Jak pisze T. Węclawowicz: „(...)W poziomie terenu nie było wejścia do kaplicy, ani do wieży ani też do dwukondygnacyjnej sali pozostałej z zachodniego skrzydła pałacu. Do wieży czworobocznej prowadziły (...) schody drewniane, zewnętrzne (...). Mur południowy pałacu wykorzystany został być może pod ganek komunikacyjny łączący (...) salę zachodnią i kaplicę z wieżą.(...)”²⁸. Kwestia komunikacji wewnętrznej w zespole budowli pozostaje więc poniekąd otwarta.

Z trzecią fazą łączą autorzy zagadnienie tzw. „Arkady Lednickiej”. W świetle znanych im faktów widzą w niej arkadę nad bramą wjazdową na południowo-wschodnim, lub południowo-zachodnim odcinku obwałowań.

I. Hipoteza rekonstrukcyjna A. Grygorowicza (1985/98)

Podstawą rekonstrukcji z 1985 roku jest poddanie w wątpliwość świeckiego charakteru relikwów lednickich. Autor proponuje uznanie ich za pozostałości klasztoru, lub siedziby biskupa. Na poparcie swoich twierdzeń przedstawia następujące argumenty:



Rys. 29. Rekonstrukcja według: Żurowska, Rodzińska-Choraży, Biedroń, Łastowiecki, Węclawowicz, Wrzeziński, FAZA III (aksonometria), za: „Ostrów Lednicki”, 1993

- nagromadzenie podobnych zespołów (kaplica + domniemany pałac) na stosunkowo małym obszarze na terenie Wielkopolski,
- powtarzalność rzutu, i jego uproszczenie, nie przystające do rezydencji monarszej, i będące najprawdopodobniej efektem akcji misyjnej,

Podkreślając „(...) poziom inwencji architektonicznej (...)”²⁹ budowli lednickich A. Grygorowicz sugeruje, że zespół na Ostrowie Lednickim pełnił wśród innych podobnych zespołów na terenie Wielkopolski szczególną rolę.

W swej rekonstrukcji autor przekonuje również o wpływie obrządku wschodniego i wschodniej kultury budowlanej na architektoniczny kształt budowli lednickich; na poparcie swoich tez przywołując argumenty natury historycznej oraz obraz świątyni z drzwi gnieźnieńskich (rys. 31 a) i rewers denara „królewskiego” Bolesława Śmiałego z rysunkiem świątyni z trzema kopułami³⁰ (rys. 31b).

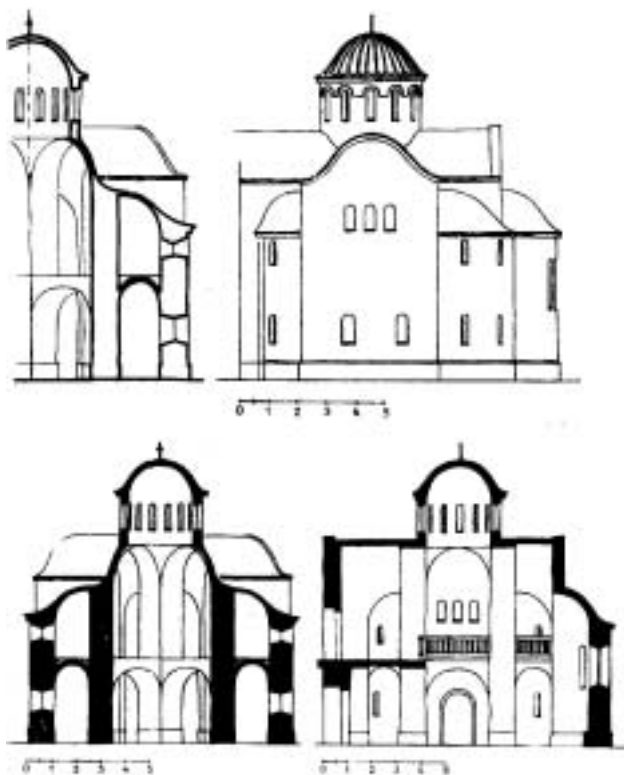
W 1998 roku A. Grygorowicz przedstawia drugi wariant rekonstrukcji, wypowiadając się również na temat architektury palatium (rys. 32 A, B). Polemizuje jednocześnie z niektórymi tezami K. Żurowskiej, a w szczególności z podziałem na trzy fazy rozwojowe wiążące się z koniecznością kompletnej przebudowy obiektu. Poddaje też w wątpliwość odtworzenie zachodniej sali ze stropem drewnianym, widząc tu raczej sklepienie oparte na łukach arkadowych wychodzących z zachowanych słupów (podobnie W. Dalbor, A. Kaszubkiewicz). W „Arkadzie Lednickiej” hr. Raczyńskiego (zob. rys. 6) widzi autor relikw łuków arkadowych zachodniej sali, popierając swe twierdzenia analizą rysunkowo-topograficzną.

²⁷ Żurowska K., Rodzińska-Choraży T., Biedroń A., Przebudowa baptysterium i domu biskupa na rezydencję świecką, [w:] „Ostrów Lednicki”, 1993.

²⁸ Węclawowicz T., Rekonstrukcje rysunkowe (...), [w:] „Ostrów Lednicki”, 1993, s. 226.

²⁹ Grygorowicz A., 1985, s. 26 – 32

³⁰ Grygorowicz A., 1968, s. 41 – 44.



Rys. 30. Rekonstrukcja A.Grygorowicza. Elewacje i przekroje (za: Grygorowicz A., 1985, s. 26 – 32)



A.



B.

Rys. 31. Architektura kopułowa: A) na denarze „królewskim” Bolesława Śmiałego, B) na Drzwiach Gnieźnieńskich (za: A. Grygorowiczem)

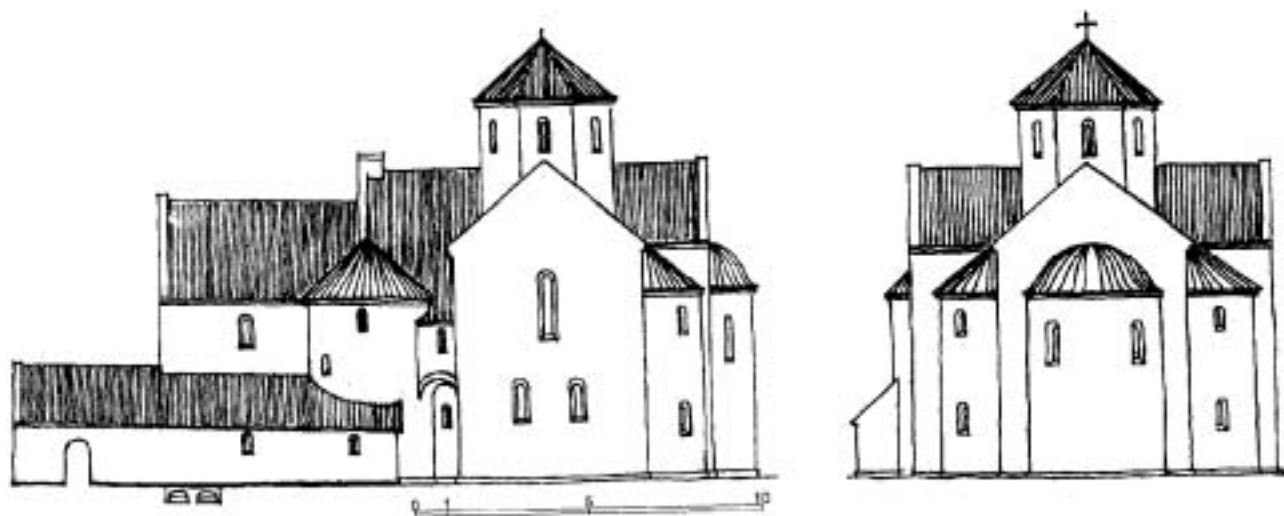
2.5. Wybór obiektów poddanych eksperymentowi informatycznemu.

Przy wyborze obiektów wzięto pod uwagę następujące czynniki:

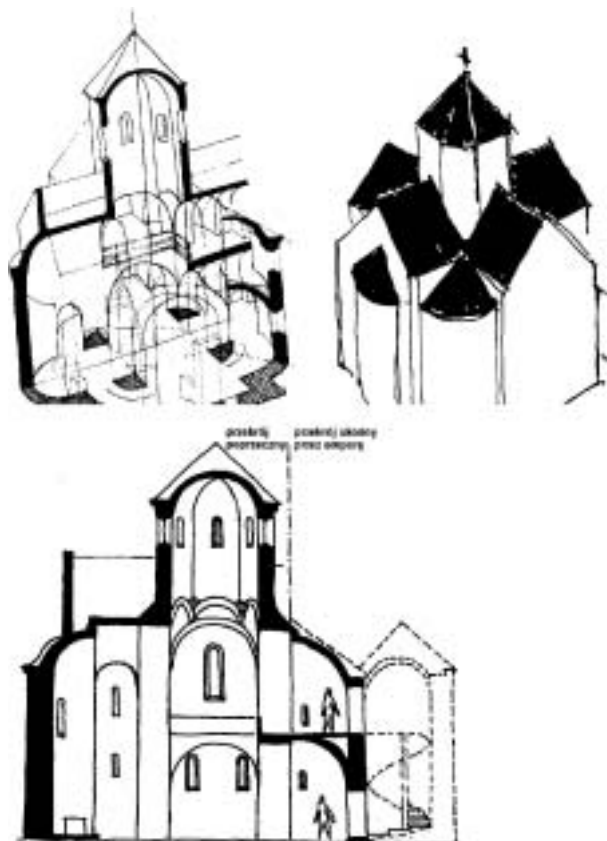
- konieczność wykonania eksperymentu na podstawie możliwie najnowszego opracowania rekonstrukcyjnego wykonanej metodą tradycyjną,

- określenie grupy obiektów w których istnieją rozwiązania predestynujące je do ewentualnej weryfikacji w pierwszej kolejności,
- potencjalna wizualna atrakcyjność i czytelność obiektu rozpatrywana w aspekcie planowanej prezentacji multimedialnej dla celów edukacyjnych.

Spośród dotychczas wykonanych rekonstrukcji zebranych i przedstawionych w punkcie 2.4., zdecydowano się



Rys. 32 A. Rekonstrukcja według A. Grygorowicza (1998): Elewacje w fazie II i III (za: „Podstawy rekonstrukcji wczesnodziejowego zespołu rezydencjonalno-obronnego i sakralnego na Ostrowie Lednickim”)

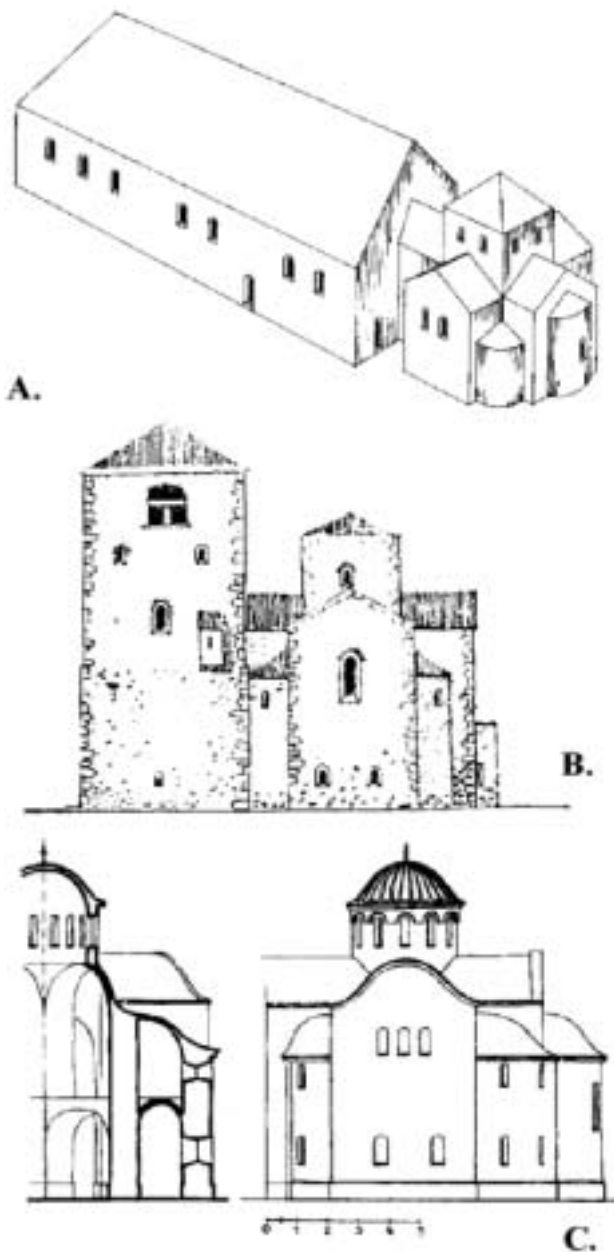


Rys. 32 B. Rekonstrukcja według A. Grygorowicza (1998): Schemat rekonstrukcji kaplicy w fazie II i III, aksonometria wnętrza, aksonometria bryły, przekrój (za: „Podstawy rekonstrukcji wczesnodziejowego zespołu rezydencjonalno-obronnego i sakralnego na Ostrowie Lednickim” 1998)

wybrać poniższe trzy hipotezy i opracować je w postaci rekonstrukcji komputerowej.

- A) Rekonstrukcja według zespołu: Żurowska, Rodzińska-Choraży, Biedroń, Łastowiecki, Węclawowicz, Wrzeński (1993) w fazie I: „baptysterium i pałac biskupi”, za najnowszym opracowaniem monograficznym na temat Ostrowa Lednickiego. Wybór ten pozwoli dodatkowo na ewentualne zweryfikowanie idei basenów chrzcielnych w aspekcie przestrzenno-funkcyjnym wnętrza obiektu, i ocenę bryły zaproponowanej w rekonstrukcji. Ten wariant koncepcji rekonstrukcyjnej mógłby być jednocześnie podstawą do budowli ochronnej nad relikami lednickimi³¹ (por. 7.2.).
- B) Rekonstrukcja według A. Szyszko-Bohusza (1945). Wizualizacja tej fazy budowli według tej koncepcji może przyczynić się do oceny i uzmysłowienia zmian jakie zająć mogły w bryle zespołu pałacowego po jego przebudowie i dostawieniu potężnej wieży. W tym kontekście ważny wydaje się edukacyjny aspekt eksperymentu.
- C) Rekonstrukcja według A. Grygorowicza (1985). Wykonanie wizualizacji komputerowej przyczyni się, jak

i w poprzedniej rekonstrukcji, do weryfikacji zastosowanych proporcji, choć nie będzie miało wpływu na świadomie zastosowaną jej bizantyjską proveniencję. Z drugim wariantem rekonstrukcji tego autora z r. 1998³² związane jest zastosowanie metody komputerowej do przeprowadzenia analizy przestrzennej „Arkady Lednickiej”.



Rys. 33. Schematyczne zestawienie hipotez rekonstrukcyjnych, omówionych w rozdz. 2.4. wybranych do zrekonstruowania komputerowego: A — K. Żurowska z zespołem (faza I), B — A. Szyszko-Bohusz. (1945), C — A. Grygorowicz (1985)

³¹ Konkurs na budowlę ochronną rozpisany wśród studentów poznańskiej ASP (por. 7.2.) wykazał istnienie dwu zasadniczych tendencji w kształtowaniu bryły ewentualnego zadaszania. Jedne z koncepcji ukazywały struktury swobodne, wpisane w teren, inne opierały się na jednej z rekonstrukcji jako podstawie dla formowania bryły. Zwycięska praca A. Lorenca (zob. rys 39) ukazuje właśnie strukturę ukształtowaną na bazie rekonstrukcji o kształcie, która pozwala się domyślać inspiracji hipotezą postawioną przez zespół pod kierunkiem K. Żurowskiej (w fazie I).

³² Podstawy rekonstrukcji wczesnodziejowego zespołu rezydencjonalno-obronnego i sakralnego na Ostrowie Lednickim, 1998.

Zainteresowanie autora kontrowersjami dotyczącymi tak zwanej „Arkady Lednickiej” (zob. 2.2.) zaowocowało podjęciem decyzji o przeprowadzeniu eksperymentu sprawdzającego hipotezy mówiące o ewentualnym położeniu arkady na Ostrowie. Eksperyment polegający na odtworzeniu

domniemanego łuku arkadowego będącego częścią palatium, i zidentyfikowania wizualnego jego położenia w kontekście przestrzennym, stanowi sprawdzenie zdolności oprogramowania do rozwiązywania zadań w zakresie szerszym, niż jedynie odtwarzanie poszczególnych obiektów.

3. Wyznaczenie obszaru badawczego — zarys metodologii eksperymentów komputerowych w aspekcie założonych wymagań badawczych

3.1. Stan badań — wstęp

Na etapie przygotowania do wykonania planowanego eksperymentu zebrano przykłady podobnych projektów badawczych. Rolę przewodnią w zbieraniu i wyborze przykładów opracowań komputerowych rekonstrukcji architektoniczno-archeologicznych pełniły następujące czynniki:

- odnalezienie przykładów podobnych działań rekonstrukcyjnych,
- wstępne rozpoznanie opracowań w omawianej dziedzinie; wyciągnięcie wniosków w stosunku do planowanych badań,
- odnalezienie przykładów harmonogramów i strategii postępowania przy wykonywaniu rekonstrukcji,
- określenie rodzaju stosowanych narzędzi z zakresu CAAD, CAD i GIS,
- określenie trudności które można napotkać i ewentualnych dróg ich eliminacji na etapie wstępnym,
- rozpoznanie powszechności stosowania technik zaawansowanych — VR i innych
- próba znalezienia przesłanek do wyciągnięcia wniosków na temat dalszego rozwoju technik informatycznych w przedmiotowej dziedzinie,
- rozpoznanie wzajemnych relacji pomiędzy rekonstrukcją tradycyjną i wykonywaną w oparciu o techniki komputerowe

Założono, że efektem analizy zebranych przykładów powinna być strategia (model) postępowania adekwatny do zamierzeń rekonstrukcyjnych i efektów oczekiwanych przez MPP na Lednicy.

3.1.1. Wybrane przykłady komputerowych rekonstrukcji architektoniczno-historycznych

Poniżej przedstawiono szereg komputerowych, architektonicznych rekonstrukcji obiektów zabytkowych. Rekonstrukcje te wykonane zostały w czasie ostatnich kilkunastu lat. Autorzy przedstawiają różnorakie podejście do problemu, zarówno od strony historyczno-architektonicznej, jak i zastosowania narzędzi informatycznych. Poniższe

przykłady ilustrują możliwości zastosowania technik komputerowych, pokazując rozmaite metody rekonstrukcyjne, badawcze i projektowe.

Z pośród wielu przykładów rekonstrukcji wspomaganą komputerowo wybrano i przedstawiono reprezentatywne opracowania polskie (A. Nowacki 1995; Latour, Fiuk i in. 1999) jak i zagraniczne, np. Cluny I, II, III, Capella Speciosa, Perta).

Ze względu na fakt, że zagadnienia związane z relikta-
mi kamiennymi znajdującymi się na Ostrowie Lednickim mają charakter szerszy niż jedynie rekonstrukcja samego obiektu (budynku) palatium, przedstawiono również przykłady rekonstrukcji i informatycznych systemów rekonstrukcyjnych obejmujących także kontekst przestrzenny obiektu. Przykład rozpoznania urbanistycznego stanowić mogą rekonstrukcje Cluny I i Cluny II. Rozpoznanie archeologiczno-architektoniczne jest natomiast głównym celem powstania systemu ARCHAVE i badań w Petrze (Jordania).

Prezentowane przykłady dobrano pod kątem wykazania roli nowoczesnych technik informatycznych, w tym CAAD i CAD, jako istotnego elementu warsztatu rekonstrukcji architektonicznej.

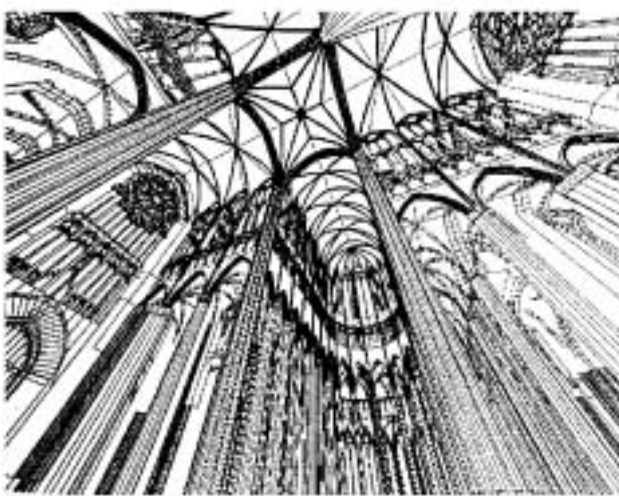
A. Komputerowa rekonstrukcja nieukończonej części katedry w Beauveais (A. Nowacki 1995)

Praca ta może być traktowana zarówno jako rekonstrukcja, jak i projekt architektoniczny. Wykonany model komputerowy dotyczy bowiem nie tylko istniejącej części katedry w Beauveais, ale również części nigdy nie ukończonej.

Wychodząc od rzutów i przekrojów istniejącej części, autor zbudował model części istniejącej. Pracę tą wykonano w oparciu o oprogramowanie firmy Autodesk. Autor wskazuje na trudności w modelowaniu skomplikowanych elementów konstrukcji i wystroju architektonicznego katedry. Następnie powstała rekonstrukcja (projekt) nieukończonej części budowli. W oparciu o analizę porównawczą i teoretyczne zasady kompozycji przestrzennej bryły, autor sporządził model przestrzenny odpowiadający hipotetycznemu, teoretycznemu wyglądowi całości budowli. Autor podkreśla jednocześnie przydatność komputera



A.



B.

Rys. 34. Katedra w Beauvais. A. Widok wnętrza (rekonstrukcja części nieukończonych); B. model linarny, siatkowy (wireframe) sklepienia nad nawą główną (za: Nowacki A. 1995)

jako narzędzia w modelowaniu bryły, pozwalającego na swobodne projektowanie skomplikowanych elementów katedry gotyckiej.

Ostatnim elementem pracy jest fotorealistyczna wizualizacja. Należy tu zwrócić uwagę na fakt, że autor uważa wizualizację za końcowy, dodatkowy efekt pracy, nie będący integralną częścią procesu kształtowania bryły, traktując ją jedynie jako kolejne „zadanie”³³ w procesie rekonstrukcyjno-projektowym.

B. Komputerowa rekonstrukcja rotundy i kościołów cysterskich w Łeknie — S. Medeksza, M. Orzeszyna (1998)

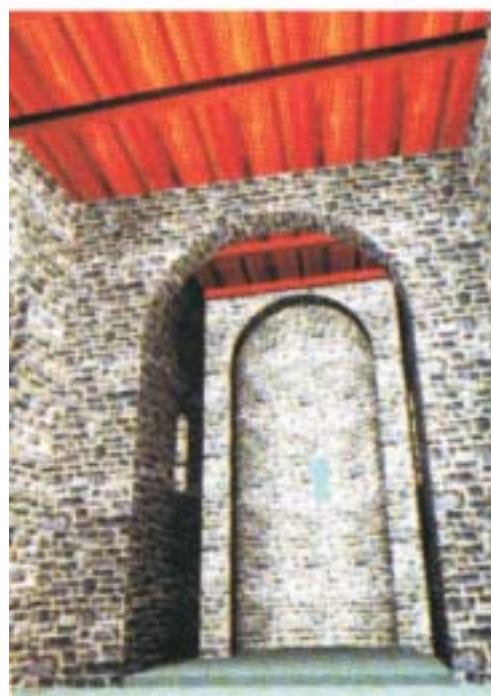
Autorzy przedstawiają proces rekonstrukcji komputerowej „(...)romańskiej rotundy „B”, kościołów cysterskich „A1”, „A2” i „A2-2”, oraz obiektu sakralnego „C”, odkrytych (...) w Łeknie”³⁴. Podstawą dokonania rekonstrukcji były połowe rysunki inwentaryzacyjne, oraz ikonografia

drzewa genealogicznego klasztorów cysterskich. Celem dokonania rekonstrukcji było „(...) ukazanie przemiany brył architektonicznych nawarstwiających się obiektów sakralnych (...)”.

Opisano również szczegółowo przygotowywanie i konwersję materiałów analogowych i rastrowych w celu wykorzystania ich jako podstawy dla rekonstrukcji bryły, podkreślając znaczenie tego procesu dla prawidłowego ukształtowania rekonstruowanego obiektu. Przyjęto założenie precyzyjnego odwzorowania zarysów murów poszczególnych faz rozwojowych obiektów, pomimo że, jak piszą autorzy: „(...) płynność i niejednorodność linearna murów stanowiła



A.



B.

Rys. 35. Renderingi komputerowe przedstawiające kościół cysterski fazy A1: A. widok, B. wnętrze (za: Medeksza S., Orzeszyna M. 2000)

³³ Nowacki A., 1995.

³⁴ Medeksza S., Orzeszyna M., 2000.

znaczne utrudnienie(...)”. Podkreślono również znaczenie doboru narzędzia informatycznego, szczególnie na etapie procesów modelowania detali architektonicznych, oraz nakładania faktur, które następczy mogą wielu problemów. Doboru tekstur dokonano w oparciu o dane z wykopaliisk i znajomość ówczesnej sztuki budowlanej.

W efekcie wykonanych prac otrzymano renderingi przedstawiające wnętrza rekonstruowanych budowli, oraz ich widoki zewnętrzne. W oparciu o wykonane modele cyfrowe wykonano również przekroje obrazujące strukturę budowli. Otrzymano w ten sposób realistyczny obraz obiektów zabytkowych znanych dotąd jedynie z opracowań archeologicznych.

C. Wizualizacja układu przestrzennego Ostrowa Lednickiego. Wydawnictwo Naukowe PWN SA(1999)

Opracowanie wykonano na potrzeby Encyklopedii Multimedialnej PWN. Obejmuje ono jedynie ogólną bryłową wizualizację palatium, kościoła grodowego, wyspy wraz z wałem obronnym i mostów. w XI wieku. Autorzy pominieli zabudowę grodu i podgrodzia. Prezentacja obejmuje animację komputerową wraz z komentarzem zawierającym podstawowe informacje na temat grodu. Budowle Lednickie przedstawiono najprawdopodobniej³⁵ według hipotezy K. Żurowskiej (z zespołem) w fazie II (zob. rys. 36).

Wizualizacja przedstawia widok z lotu ptaka prezentując wyspę i drewniane mosty łączące Ostrów z brzegami. Należy zaznaczyć, że przedstawiana prezentacja multimedialna PWN zawiera w rekonstrukcji architektoniczno-historycznej elementy kontrowersyjne w świetle ostatnich badań (położenie przyczółków mostowych, ukształtowanie linii brzegowej i obwałowań) (por. K. Żurowska 1991; J. Górecki 2002).

D. Rekonstrukcja Twierdzy i Starego Miasta w Kostrzynie nad Odrą (Latour, Fiuk Goczyńska, Bogdanowski; 1999)

W ramach działań mających na celu przywrócenie naturalnego funkcjonowania organizmu miejskiego w najstarszej części Kostrzyna podjęto wiele działań i inicjatyw, w tym między innymi opracowanie „Wirtualna rekonstrukcja Twierdzy i Starego Miasta w Kostrzynie nad Odrą”. Celem opracowania była „(...) ocena możliwości i sposobu odtworzenia zabytkowego zespołu Twierdzy (...)”³⁶. Praca ta wykonana została dla Zarządu Miasta Kostrzyna, w ramach komercyjnego zlecenia.

Pracę przeprowadzono w kilku etapach, a mianowicie: zaktualizowano analogową mapę zasadniczą, wykonano badania archeologiczne i architektoniczno-konserwatorskie i na tej podstawie wykonano projektową koncepcję zagospodarowania terenów objętych opracowaniem, ze wskazaniem na walory kompozycyjne i architektoniczne.



A.



B.

Rys. 37. A. Plan Kostrzyna n./O, Twierdza i Stare Miasto. Koncepcja zagospodarowania przestrzennego i zabudowy; B. Wizualizacja kompleksu terenów Twierdzy i Starego Miasta w Kostrzynie n./O. według koncepcji zagospodarowania przestrzennego i zabudowy. Widok od strony południowo-zachodniej (za: Latour S., Fiuk P. 1999)



Rys. 38. Wizualizacja kompleksu terenów Twierdzy i Starego Miasta w Kostrzynie n/O. Widok ulicy Chyżyńskiej w stronę rynku i zamku (za: Latour S., Fiuk P. 1999)

³⁵ W tekście towarzyszącemu wizualizacji nie podano autorów rekonstrukcji budowli lednickich, a jedynie autora scenariusza prezentacji multimedialnej (B. Kaczorowski).

³⁶ Latour S., Fiuk P., Kostrzyn nad Odrą — wirtualna rekonstrukcja Twierdzy i Starego Miasta. II Ogólnopolska Konferencja, Architektura ryglowa — wspólne dziedzictwo; Antikon 99; 1999 (pdf).

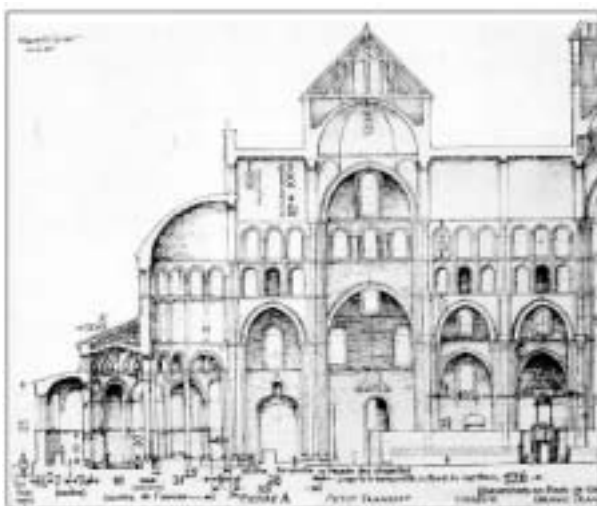
Ostatnim etapem było wykonanie rekonstrukcji komputerowej, przedstawiającej wygląd przestrzeni miejskich po ingerencjach projektowych. W wizualizacji zawarto zarówno istniejące obiekty zabytkowe, jak i postulowane przywrócenie zabudowy; jak piszą autorzy: „(...) Zasady kształtowania nowej zabudowy oparto na wynikach studiów i analiz zawartych we wcześniejszych etapach opracowania, zakładając odtworzenie pierwotnego układu przestrzennego miasta w formach i charakterze nawiązującym do rozwiązań historycznych (...)”³⁷.

E. Rekonstrukcje komputerowe opactwa w Cluny (1993)

Poniżej przedstawiono trzy niezależne opracowania rekonstrukcyjne przedstawiające opactwo w Cluny w kolejnych fazach rozwoju (zob. rys. 39). Wizualizacje i badania wykonywały niezależnie różne zespoły i na polecenie różnych zamawiających. Autorzy stawiali też przed sobą różne zadania, nie tylko historyczno-architektoniczne, ale również z dziedziny computer science czy nawet telekomunikacji (opracowanie z 1993 roku). W związku z tym rekonstrukcje przedstawiono zgodnie z kolejnością ich wykonywania, a nie chronologią rozwoju obiektu.

1989 — Rekonstrukcja Cluny III (1989)

Opracowanie w roku 1989 wykonała firma ASB Baudat³⁸, CAD-Service GmbH we współpracy ze specjalistami z dziedziny architektonicznej wizualizacji i rekonstrukcji komputerowej. Zamawiającym był program telewizji niemieckiej Südwestfunk Baden-Baden. Wizualizacja została wykorzystana w serialu „Nomaden auf dem Kaiserthron — auf den Spuren der Salier”. Wizualizację, analizy planimetryczne i geometryczne oraz modelowanie 3D wyko-



Rys. 40. Rysunek rekonstrukcyjny K.J. Connant'a
(za: <http://www.rzw.ch/>)

nano w oparciu o system Speedicon i stacje robocze Hewlett Packard.

Autorzy opracowania komputerowego opierali się na pracach rekonstrukcyjnych K. J. Connant'a. Przy digitalizacji odręcznych szkiców napotkano problem natury technicznej. Rysunki rekonstrukcyjne Connanta wykonane były w skali uniemożliwiającej przeniesienie ich wprost do systemu CAD, nawet przy zastosowaniu zaawansowanych technik powiększania obrazu. Zdecydowano się więc na dogłębną, analityczną rekonstrukcję komputerową w oparciu o studia proporcji obiektu i znajomość romańskiej sztuki budowlanej. Dane terenowe i wnioski rekonstrukcyjne były analizowane i wprowadzane w postaci schematu trójwymiarowego. W budowlu odnaleziono podstawowe osie oraz podziały pionowe i poziome (Schnurgerüste), na których oparto przestrzenną strukturę rekonstrukcji. Jednocześnie powstał charakterystyczny tylko dla bryły Cluny III system koordynacji wymiarowej będący podstawą do analitycznego określania i rekonstruowania proporcji obiektu. Pozwoliło to jednocześnie na precyzyjne skoordynowanie wieloosobowego zespołu pracującego nad obiektem. W ten sposób uniezależniono się od obciążonego błędami i niedokładnościami rysunku odręcznego.

Następnie w oparciu o powstałą siatkę modułarną zaczęto rozmieszczać poszczególne elementy budowli. Powstawały one w oparciu o szkice i zdjęcia. Elementy wprowadzano kolejno do komputera — najpierw w formie przekrojów i rzutów, a następnie po wstępnej weryfikacji proporcji i rozmiarów, stworzono obiekty trójwymiarowe (zob. rys. 42).

Rożmieszczenie w systemie precyzyjnej siatki proporcjonalno-modularnej pozwoliło na uzupełnienia i sprawdzenie hipotez badawczych dotyczących struktury przestrzennej budynku i wyeliminowanie niedokładności i przekłamań wymiarowych.

Problemem dla twórców rekonstrukcji była złożoność detalu architektonicznego. Zdecydowano się na pewne uproszczenia, na przykład redukcję rozbudowanych motywów ornamentów, nieistotnych z punktu widzenia rekonstrukcji struktury budowli, do ich gabarytowej reprezentacji. Jednocześnie zdecydowano się na zabieg polegający na stworzeniu katalogu „typowych” dla Cluny III obiektów i detali architektonicznych. W ten sposób kosztem dokładności rekonstrukcji ograniczono ilość nakładu pracy.

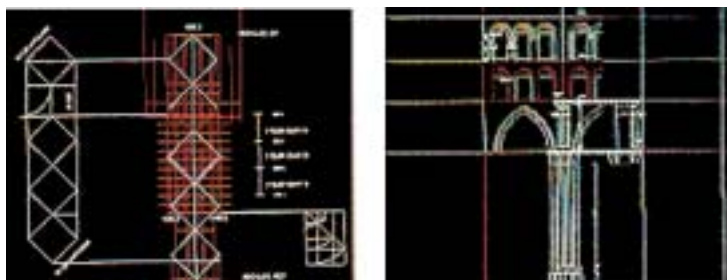
Powstałe w trakcie prac elementy budowli zestawiono następnie w jedną całość. Wzajemna kompatybilność elementów stanowi dodatkowe sprawdzenie poprawności rekonstrukcji. Po złożeniu modelu w całość koniecznym okazało się dokonanie korekt w modelu trójwymiarowym. Jako przyczyny autorzy wskazują niedokładność analogowych rysunków rekonstrukcyjnych.

Końcowym etapem przedsięwzięcia było oświetlenie obiektu, dodanie powierzchniom tekstur i stworzenie animacji. Wykonano także montaż fotograficzny ukazujący zrekonstruowaną budowlę w kontekście przestrzennym.

³⁷ Latour S., Fiuk P., 1999 (pdf)

³⁸ Opracowanie autorskie, zespół w składzie: Dorothee Lörch, Peter Schmidt-Abert, Rainer Schrepp, Katja Schwarz, Jürgen Sonnenberger, Stephen Wittkopf, Ursula Zahlmann; <http://www.asb-baudat.com/firmenprofil/pressespiegel/index.html>

Rys. 41. Analiza geometryczna planu Cluny III w oparciu o prace K.J. Connanta. Wprowadzenie modularnego systemu konstrukcyjnego do planu całego obiektu i do detalu. (za: <http://www.rzw.ch/>) ASB Baudat 1989



Rys 43. Zestawienie pojedynczych elementów budowli w oparciu o siarkę wymiarową (za: <http://www.rzw.ch/>) ASB Baudat 1989



Autorzy podkreślają, że starali się ukazać sam obiekt jako integralny element kompozycji urbanistycznej („glühende Herz des Abendlandes”).

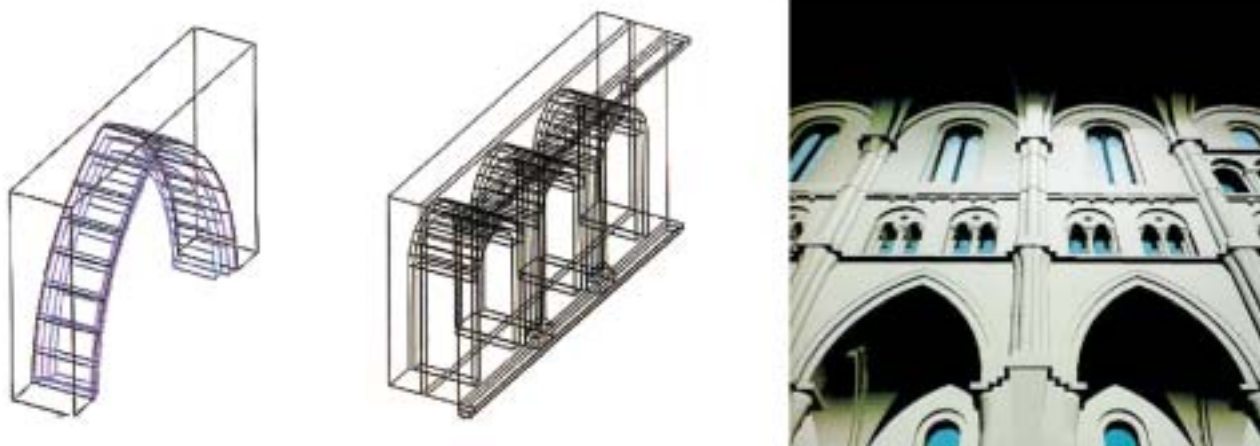
1993 — Projekt „Cluny” — Rekonstrukcja Cluny III

Rekonstrukcja powstała jako wynik projektu badawczego „CLUNY” zrealizowanego przez IBM France w latach 1992 – 1993. Koordynatorem projektu był Institut National de l'Audiovisuel³⁹, w ramach którego przeprowadzono również inne podobne projekty w dziedzinie Virtual Reality. W projekt zaangażowane były takie insty-

tucje jak Medialab, France Telecom, IBM France's Agence Ingenierie et Graphiques.

Podobnie jak inne rekonstrukcje Opactwa Cluny, również ta oparta była o prace prof. Connant'a. Bazę danych zawierającą trójwymiarowy opis budowli opracowało IBM France w oparciu o prace dwu francuskich studentów, którzy zebrali dokumentację K. J. Connant'a opracowaną w latach 1928 – 1984. IBM dokonało konwersji i optymalizacji danych w celu uzyskania możliwości ich wizualizacji i obróbki w czasie rzeczywistym⁴⁰.

Eksperyment „Cluny” miał na celu pokazanie możliwości zdalnego współuczestnictwa w wirtualnej prezenta-



Rys. 44. „Typowe” elementy budowli Cluny III i ich zastosowanie w rekonstrukcji (za: <http://www.rzw.ch/>) ASB Baudat 1989

³⁹ Za: Joscelyne A., VR Means Virtual Reconstruction. Cluny Abbey has been rebuilt. http://www.wired.com/wired/archive/2.01/virtual.cluny_pr.html

⁴⁰ Prędkość symulacji czasu rzeczywistego w projekcieuony nie spadała poniżej 10 klatek na sekundę. Operację tę przeprowadzały dwa komputery Silicon Graphics 440 VGXT



Rys. 45. Wnętrze zrekonstruowanego Cluny III
(za: <http://www.rzw.ch/>) ASB Baudat 1989



Rys. 46. Bryła zrekonstruowanego Cluny III (za: <http://www.rzw.ch/>) ASB Baudat 1989 (zob. też rys. 47)

cji. Użytkownicy połączeni poprzez sieć ISDN mogli jednocześnie uczestniczyć w tej samej prezentacji. Interface użytkownika stanowił hełm wirtualny (HMD)⁴¹ i trójwymiarowa „mysz”. Prezentacja była w pełni interaktywna. Uczestnicy mogli wpływać na swoje położenie oraz widzieć się nawzajem i komunikować. Projekt Cluny stanowi więc przykład symulacji czasu rzeczywistego w dziedzinie komputerowej rekonstrukcji architektonicznej (zob. rys. 48).

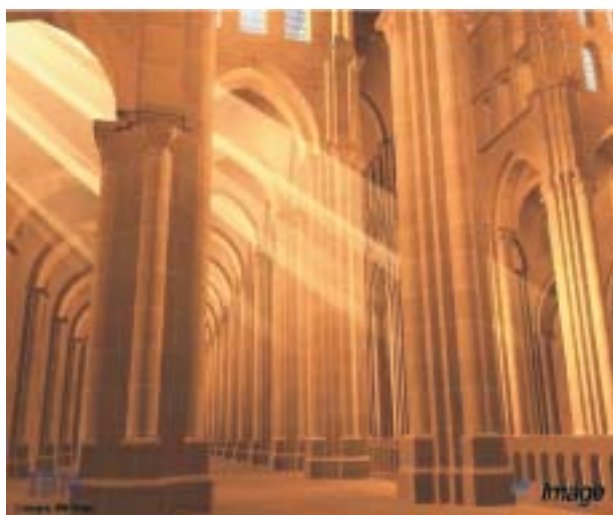
Oprócz zaawansowanych wizualizacji czasu rzeczywistego, IBM udostępnił również część projektu Cluny w postaci światów VRML, które można oglądać za pomocą zwykłej przeglądarki WWW wyposażonej w dodatkowe oprogramowanie — pluginy VRML⁴².

2000 — Cluny I i II

Rekonstrukcja opactwa i otoczenia powstała na zamówienie Nord Österreich Landesregierung, Abteilung Kultur und Wissenschaft w okresie od 11/1999 – 04/2000 w oparciu o następujące oprogramowanie: ArchiCad6.0 (modelowanie), Photoshop 5.0.2 (obróbka obrazu), Blender 1.73 (animacja). Rekonstrukcję wykonała firma architektoniczna „ArGe Projekte”⁴³.

Wizualizacja przedstawia klasztor wraz z kontekstem przestrzenno-urbanistycznym w dwu fazach rozwojowych, określanych jako Cluny I i Cluny II.

W swoich pracach autorzy rekonstrukcji opierali się na badaniach i opracowaniach architektoniczno-archeologicznych Kennetha J. Conant’a⁴⁴, oraz na wiedzy o zwy-



Rys. 49. Wnętrze Cluny III w wizualizacji. Przykład wizualizacji ilustrującej rolę oświetlenia w percepcji przestrzeni (za: IBM France) (zob. też rys. 50)

czajach i regułach życia w klasztorach benedyktyńskich i rozpoznaniach terenowych. Zwrócono uwagę na unikalną możliwość realistycznego i dokładnego zrekonstruowania charakterystycznych elementów przestrzennych (räumlicher Phänomene) dzięki nadaniu znanym fundamentom i pozostałościom budowli charakteru trójwymiarowego za pomocą technik informatycznych⁴⁵.

⁴¹ HMD (Head Mounted Display).

⁴² VRML — Virtual Reality Modelling Language, zob. rozdz. 3.1.2.

⁴³ Zespół autorski „ArGe Projekte” w składzie: Hans Peter WALCHHOFER, Rainer MAYERHOFER, Andreas VOIGT, Friedrich MOSER, Philipp KREBS, Barbara SCHEDL, Georg KLEIBER, Helmut HÜRNER

⁴⁴ Connant K. J., 1968

⁴⁵ Autorzy używają określenia „simulationsgestützte Rekonstruktion” rekonstrukcja wspomagana symulacyjnie („Ein Kloster in Burgund: Cluny I und Cluny II als virtuelles Experiment” <http://www.arge-projekte.at/proj5.html>).

Jak czytamy w opracowaniu, umożliwiono wirtualne przejście przez kościół i otoczenie, co autorzy określają jako „virtuelle Begehbarkeit”⁴⁶.

Autorzy podkreślają także możliwość i łatwość w eksperymentowaniu z różnymi rodzajami materiałów i wykończeniem elementów wystroju wnętrza. Poddano tym zabiegom elementy kamienne i drewniane. W celu dodania realizmu wizualizacji i rekonstrukcji, autorzy zastosowali w rekonstrukcji elementy budowli z tego samego okresu.

Wykonanej na zakończenie animacji i wizualizacji dodano realizmu za pomocą odpowiedniej kolorystyki, oświetlenia i efektów atmosferycznych (mgła).

F. „Capella Speciosa” (1993 – 1995)

„Capella Speciosa” jest częścią klasztoru Klosterneuburg w Austrii. Została wzniesiona jako kaplica dworska przez księcia Leopolda VI dla potrzeb jego rezydencji; konsekracja odbyła się w roku 1222.

Rekonstrukcja bazowała na rysunkach datowanych na lata 50-te XVII-go wieku, częściowej rekonstrukcji Augusta Essenwein'a (1861) oraz badaniach i analizach archeologicznych.

Podobnie jak w przypadku rekonstrukcji Cluny III z 1989 roku, elementy rekonstrukcji wprowadzono do komputera bazując na siatce wymiarowej. Już w trakcie rozmieszczania i składania elementów budowli wykryto wiele niedociągnięć rekonstrukcji A. Essenwein'a. Po skompilowaniu wszystkich danych okazało się że rekonstrukcja nie zgadza się również z wynikami wykopalisk przeprowadzonych na terenie obiektu. Rekonstrukcja okazała się przestrzennie niemożliwa do skonstruowania. Wizualizacja komputerowa i budowanie modelu 3D pozwoliło również na zidentyfikowanie funkcji konkretnych przestrzeni obiektu; udało się również określić poprawne gabaryty poszczególnych części funkcjonalnych obiektu.

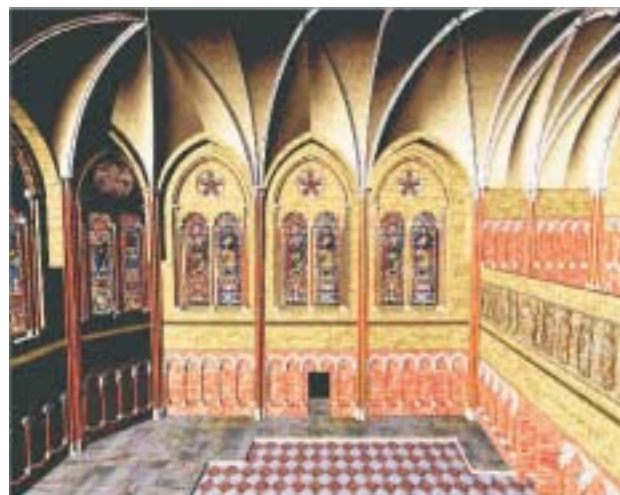
Jak piszą autorzy: „(...) Przedstawiona praca (metoda) naukowa jest warta więcej niż narzędzie aplikacyjne służące do wizualizacji nieistniejących struktur architektonicznych. Powinna być uznana za solidne praktyczne narzędzie badań interdyscyplinarnych nad budynkami zabytkowymi, umożliwiając rozwiązywanie zagadnień konstrukcyjnych, stylistycznych oraz architektonicznych, prowadzących do wniosków natury historycznej(...)” (tłum. aut.)⁴⁷.

G. „ARCHAVE” — przykład komputerowego, zaawansowanego systemu wizualizacyjno-architektoniczno-archeologicznego (Acevedo, Vote, Laidlaw, Joukowsky 2000)

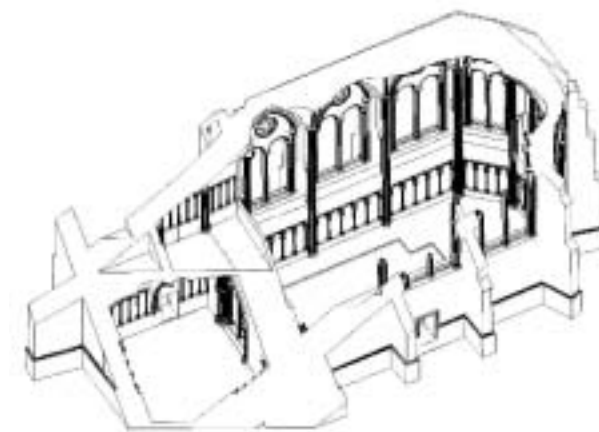
System ARCHAVE został opracowany w zespole Shape LAB, działającym na Brown University. Program badawczy powstał w oparciu o grant US National Science



Rys. 53. Rysunek przedstawiający „Capella Speciosa” autorstwa Benedikta Prill'a wykonany pomiędzy 1746 i 1756 (za: Schwarz M., Schmidinger E., Voigt A., Walchhofer E. 1995)



A.



B.

Rys. 54. Rekonstrukcja „Capella Speciosa”. A. Widok perspektywiczny wnętrza — wizualizacja fotorealistyczna; B. Aksonometria wnętrza. Za: Schwarz M., Schmidinger E., Voigt A., Walchhofer E. 1995

⁴⁶ Pojęcie „virtuelle Begehbarkeit” choć używane w kontekście “walk through” może być mylące. “Walk through” oznacza bowiem przejście interaktywne; autorzy prezentują jedynie animację komputerową (film).

⁴⁷ „The present research work is worth more than the utilization application of visualization of non-existing architectural structures. It is to be regarded as a practically hardly implemented tool of interdisciplinary approach to building monuments of the past comprising constructive and style-approach aspects as well as architectural analogic fields and thus to the conceptual-historical features of the time of creation”. Reconstruction of Capella Speciosa; Schwarz M., Schmidinger E., Voigt A., Walchhofer H. P., Mayr-Ebert E.; <http://fbra.tuwien.ac.at/speciosa/>

Foundation w 1999 roku, jako narzędzie do komputerowej obróbki danych archeologicznych pozyskanych od 1993 r. na wykopaliskach prowadzonych w wielkiej świątyni w Petrze (Jordania).

Program badawczy ARCHAVE ma charakter interdyscyplinarny. W pracach nad nim biorą udział wydziały Computer Science, Matematyki Stosowanej, Archeologii, Sztuki i Antropologii. Twórcy systemu postanowili udowodnić, że użycie wirtualnej rzeczywistości w opracowaniu bazy danych trójwymiarowych pozwoli badaczom na łatwe przeprowadzenie pełnej i prawidłowej przestrzennej analizy zebranych danych.

Autorzy zauważyli, że archeologowie często posługują się dla przeanalizowania swoich znalezisk oprogramowaniem typu Geographical Information Systems (GIS). Robią tak wykorzystując możliwości tych systemów przy generowaniu przestrzennych korelacji i wizualizacji dużych ilości danych, które stają się problemem, gdy informacja nie jest w postaci 2D, a ma charakter trójwymiarowy. Logiczne więc jest użycie odpowiedniego interfejsu aby umożliwić badaczowi prawidłową wizualizację wszelkich danych i informacji, albo wyeliminować informacje niepotrzebne w danym momencie.

Kolejnym zadaniem postawionym przed twórcami programu było umożliwienie statystycznej analizy znalezisk, w czym również mogła pomóc wizualizacja typu VR (Virtual Reality). Pozwala ona badaczowi na intuicyjną ocenę artefaktów, poprzez analizę odpowiednio skomponowanego obrazu. W dalszym ciągu jednak w procesie oceny i interpretacji wirtualnego miejsca badań, wiedza i doświadczenie archeologa są niezastąpione; odpowiedni sposób przedstawienia odgrywać tu może decydującą rolę.

Jak piszą autorzy (Acevedo, Vote, Laidlaw, Joukowsky)⁴⁸ celem zastosowania technologii VR do przedstawienia danych zebranych w wyniku badań wykopaliskowych jest:

- umożliwienie lepszego zrozumienia i powiązania danych w kontekście przestrzennym
- możliwość swobodnego przemieszczania się w przestrzeni wykopaliska, i po zebranych danych: archeolo-



Rys. 55. Petra, Jordania. Wielka Świątynia — miejsce zbierania danych do testów nad systemem ARCHAVE (za: Acevedo, Vote, Laidlaw, Joukowsky 2000) (zob. też rys. 56)

gicznych, architektonicznych w przestrzennym zbiorze znalezisk,

- odejście od tradycyjnego, skostniałego sposobu posługiwania się bazami danych,
- możliwość zastosowania bardziej skomplikowanych metod nakładania i porównywania zebranych danych w celu ich zanalizowania,
- przejście od prostego przeglądania danych do interakcji z badanym „otoczeniem”.

Dodatkowo system VR umożliwił ma przejrzysty i klarowny dostęp do informacji na temat znalezisk, również innym osobom, na przykład badaczom innych specjalności. Powstały w wyniku prac system należy do grupy programów nazywanych VRGIS, czyli jest systemem informacji geograficznej (czy przestrzennej), do którego dostęp umożliwia interfejs VR, pozwalając na:

- realistyczną reprezentację trójwymiarową terenu badań,
- swobodne przemieszczanie się użytkownika po terenie,
- dostęp do typowych funkcji systemów GIS.

Docelowo system składać się będzie z następujących elementów:

- części wizualizacyjnej VR
- pakietu GIS (ESRI ArcView)
- systemu umożliwiającego łączenie się z bazami danych poprzez internet.

Prezentacja zebranych danych odbywa się poprzez kilka interfejsów graficznych, zapewniających zróżnicowany, dostosowany do konkretnego zastosowania sposób prezentacji danych (zob. rys. 57, 58). Są to:

- a) monitor podłączony do komputera typu desktop, sprzężony z okularami,
- b) HMD dzięki któremu można swobodnie poruszać się po wykreowanej przez komputer, wirtualnej rekonstrukcji,
- c) wyświetlacz Barco Baron sprzężony z okularami,
- d) przestrzenny system prezentacyjny CAVE, składający się z pięciu ekranów ustawionych w formie sześcianu, na które rzuca się obraz z projektorów. W rezultacie obserwator stojący wewnątrz ma wrażenie znajdowania się wewnątrz rzeczywistej przestrzeni.

3.1.2. Praktyczne możliwości edukacyjnych zastosowań rekonstrukcji komputerowych w świetle wybranych przykładów aplikacyjnych

Można przyjąć, że pod pojęciem „oświatowy aspekt rekonstrukcji komputerowych” należałoby rozumieć rozpowszechnianie informacji na temat znalezisk i hipotez badawczych w formie graficznej i tekstowej. Zdolność i łatwość wykonania prezentacji graficznej w komputerowych opracowaniach architektonicznych preferuje w naturalny sposób graficzny sposób prezentacji danych. Należy zauważyć jednak, że tekstowy komentarz merytoryczny jest niezastąpiony jako uzupełnienie informacji zawartej w obrazie (zob. rys. 59).

Zdolność i nośność internetu jako medium dla wszelkiego rodzaju przekazów należy przyjąć jako wyznacznik

⁴⁸ Acevedo D., Vote E., Laidlaw D. H., Joukowsky M. S., 2000

kierunku poszukiwań przykładów aplikacyjnych edukacyjnego zastosowania technik komputerowych. Wydawnictwa albumowe i telewizję można wymienić jako inne znaczące media, w których prezentowane były i są architektoniczne rekonstrukcje komputerowe. Na potrzeby filmów dokumentalnych sporządzono opracowania takie jak rekonstrukcje niezrealizowanych projektów Le Corbusiera, wizualizacja starożytnego Pekinu („Zakazanego Miasta”), czy — sięgając do przykładów polskich z ostatnich lat — rekonstrukcja „bursztynowej komnaty” wykonana na zlecenie Telewizji Polskiej; nawet ta ostatnia rekonstrukcja, zrealizowana techniką „wirtualnej scenografii” nie może jednak równać się z możliwościami prezentacji poprzez sieci komputerowe.

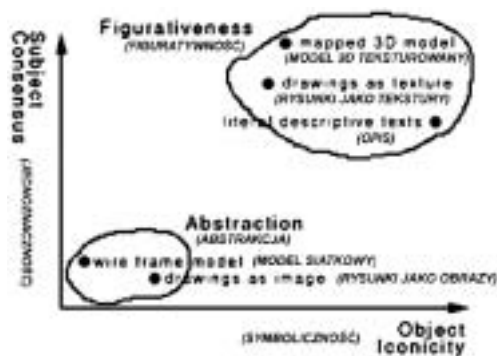
Internetowe techniki przekazu posiadają zasadniczą i decydującą przewagę nad innymi mediami — możliwość interakcji pomiędzy zwiedzającym (zwiedzającymi), a prezentacją.

Najprostszym przykładem ilustrującym wyżej wspomniane możliwości może być sposób prezentacji rekonstrukcji świątyni Hery w Paestrum, we Włoszech⁴⁹. Autorzy przedstawili obiekt wykorzystując tradycyjne sposoby wizualizacji architektonicznej: nieruchome obrazy i film ukazujący budowlę z obracającej się kamery. Zastosowano jednak dodatkowy element — wizualizację przy Quicktime VR. Prezentację uzyskuje się wykonując rendering i następnie nakładając tak powstały obraz na walec lub kulę (zob. rys. 60).

Punkt widzenia użytkownika (kamerę) przy prezentacji umieszcza się pośrodku powierzchni (bryły), na którą rzutowany jest obraz. Obserwator na ekranie widzi jedynie prostokątny wycinek powierzchni (ekranu). W rezultacie uzyskuje się wrażenie „rozglądania się” dookoła. Nie można jednak zmieniać płynnie punktu obserwacji, a jedynie skokowo, wskazując myszą wcześniej zaprogramowane punkty odwołujące się do miejsc w obiekcie, dla których wykonano uprzednio renderingi. Odnośnik taki przenosi obserwatora do kolejnego miejsca, w którym może „rozglądać się” dookoła. Prezentację można obejrzeć w okienku na stronie WWW, za pomocą pluginu QTVR do przeglądarki internetowej.

Interakcja z obiektem odbywa się zatem jedynie w postaci zmiany kierunku patrzenia. Nawet ten prosty zabieg pozwala już na uzyskanie ograniczonej orientacji w „zwiedzanej” przestrzeni, co jest niemożliwe w przypadku zastosowania w prezentacji nieruchomych obrazów.

Podobne podejście do problemu przedstawiono w multimedialnej rekonstrukcji rzymskiego miasta Carnuntum⁵⁰ w Austrii. Prezentacja obejmuje filmy, nieruchome obrazy i prezentacje Quicktime VR. Niestety, w związku z komercyjnym charakterem prezentacji jedynie jej mała część opublikowana została w internecie. Całość prezentacji dostępna jest po zakupieniu CD-romu. Prezentację uzu-



Rys. 59. Zależność figuratywność — abstrakcja w formach przekazu cyfrowego (za: Alberti M.A., Marini D., Trapani P. 1998)

pełniają informacje tekstowe skojarzone z obserwowanym obiektem. Dodatkowo zwiedzający ma możliwość obejrzenia detali architektonicznych w większej skali na zbliżeniach.

Skok technologiczny w dziedzinie teleprezentacji przestrzeni stanowi technologia Virtual Reality w postaci protokołu internetowego VRML⁵¹. Za jego pomocą można przesyłać przez internet cyfrowy opis przestrzeni i następnie na tej podstawie odtworzyć go na terminalu użytkownika. Prezentacje wykonane przy użyciu VRML można ponadto łączyć z informacjami które przekazać można za pomocą innych mediów — dźwięku, tekstu.

VRML jest doskonałym przykładem elastycznego projektowania oprogramowania, dzięki czemu stosować je można do wielu zadań, w których niezbędne jest zastosowanie wizualizacji jako narzędzia badawczo-projektowego. Najpopularniejszym zastosowaniem VRML pozostaje jednak grafika prezentacyjna — szczególnie rozpowszechnianie poprzez internet „wirtualnych światów” VRML.

W ostatnich latach powstało wiele projektów mających na celu zebranie, skatalogowanie i udostępnienie rekonstrukcji architektonicznych, osiągalnych poprzez sieć jako przestrzenie VRML lub w innej postaci cyfrowej. Do inicjatyw takich zaliczyć można Virtual Heritage Network lub ogólnoświatowe przedsięwzięcie Virtual Worlds in Archeology Initiative, które w zamiarze ma być bazą danych na temat cyfrowych restytucji architektonicznych. Zamiar przeprowadzenia tego projektu powzięto w 1998 roku podczas konferencji Virtual Reality at the Computer Applications in Archaeology odbywającej się w Barcelonie. W ramach projektu zebrano wiele rozproszonych dotąd w sieci wirtualnych rekonstrukcji obiektów zabytkowych, w nadziei ułatwienia dostępu do nich nie tylko zwiedzającym, ale również profesjonalnym badaczom. Jednym z głównych pomysłodawców Virtual Worlds in Archeology Initiative jest firma Learning Sites, Inc. wyspecjalizowana w wykonywaniu komputerowych rekonstrukcji zabytków. W swojej działalności wykorzystuje

⁴⁹ Gallardo A., Aucher L., 3D Virtual reconstruction; <http://members.toast.net/zeroneg1/Web/vreconframeset.html>

⁵⁰ Opracowanie autorskie: Schrenk M., Voigt A., Brus H., Wittine H., Emrich G., Kleiber, H., Walchhofer P., <http://www.multimediplan.at/carnuntum/Englisch/englisch.html>

⁵¹ VRML: Virtual Reality Modeling Language. Najnowsza wersja protokołu to tak zwany VRML97, protokół według standardu ISO/IEC 14772-1:1997. 1997 The VRML Consortium Incorporated.



Rys. 61. Kadry z multimedialnej prezentacji rekonstrukcji rzymskiego miasta Carnuntum. Grafika prezentacyjna uzupełniona przez tekst i informacje dodatkowe — rysunki detali architektonicznych i wystroju wnętrz

ona zarówno tradycyjne metody renderingu, jak i technologie VR, w tym VRML jako medium dla prezentacji internetowych. Learning Sites współpracuje także z Uniwersytetem Stanu Nowy Jork w zakresie wykorzystywania w rekonstrukcji architektoniczno-historycznej zaawansowanych systemów wizualizacji interaktywnej. (CAVE, Augmented Reality i inne).

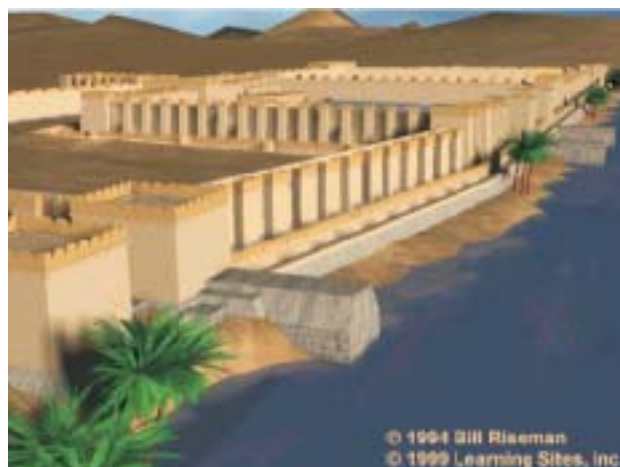
Szczególnie obiecującą wydaje się dziedzina Augmented Reality, która jest interaktywną techniką wizualizacyjną będącą odmianą rzeczywistości wirtualnej. Obserwator porusza się w świecie realnym, a za pomocą odpowiednich wyświetlaczy system komputerowy dodaje elementy nie istniejące. Technologia ta wykorzystywana jest między innymi w tak zwanej medycynie wirtualnej, eksperymentach z dziedziny chemii, biologii molekularnej i innych dziedzinach nauki, w których przekaz wizualny i graficzna reprezentacja danych mają znaczenie kluczowe dla przebiegu badań. Swe szczególne zalety metoda ta ukazać może w projektowaniu architektonicznym, dzie-

ki umożliwieniu zachowania identyfikacji przestrzennej, przy jednoczesnej ewaluacji projektu (rekonstrukcji architektonicznej) w niezakłóconym kontekście otoczenia.

Liczne przykłady zastosowania tej techniki podaje D. H. Sanders⁵². Obejmują one systemy projekcji mobilnej i statycznej. W przypadku projekcji mobilnej obserwator (użytkownik) porusza się z własnym wyświetlaczem; może być to HMD, jak w przypadku greckiego projektu Archeoguide. Obserwator porusza się po ruinach, a system czujników bada jego położenie na terenie wykopalisk kontrolując obraz na ekranie (zob. rys. 63). Innym przykładem mobilnego systemu AR jest system opracowany na uniwersytecie w Lleida (Hiszpania). Tu zwiedzający porusza się z panelem ciekłokrystalicznym, na którym obserwuje teren wraz z elementami rekonstrukcji komputerowej (zob. rys. 64). W ruinach fortecy Els Vilars zespół badaczy studiuje możliwości zastosowania technik VR w wizualizacji badawczej dla potrzeb badań historyczno-archeologicznych.

Projekcje o charakterze statycznym korzystają z nieruchomych monitorów (urządzeń projekcyjnych) ustawionych na stałe, z których można obserwować relikty architektoniczne uzupełnione o komputerową rekonstrukcję. Z rozwiązań takich korzystają między innymi Belgowie w Ename Center (system TimeScope). Na system projekcyjny składają się: kamera, dwa monitory i ekran dotykowy. Zwiedzający dotykając elementów na ekranie wywołuje rekonstrukcje wirtualne które pojawiają się na ekranach „wyrastając” z rzeczywistych ruin. Całe urządzenie znajduje się w specjalnej transparentnej obudowie bezpośrednio przed relikdami budowli (zob. rys. 65, 66).

Biorąc pod uwagę praktyczny aspekt przedsięwzięcia edukacyjnego w kontekście zastosowań o charakterze oświatowym w ramach działalności Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy, należy skupić się raczej na wykonaniu takiej prezentacji, która mogłaby być przedstawiana



Rys. 62. Forteca w Buhen, Egipt (Leap™ boom-mounted display, /Evans & Sutherland Freedom™ 3000 image accelerator /Sun SPARCstation). Learning Sites Inc. 1999

⁵² Sanders D.H., 2001



Rys. 65. Ename Center, Belgia. TimeScope — prezentacyjny system projekcyjny Augmented Reality (za: D.H. Sanderssem)



Rys. 66. Ename Center, Belgia. TimeScope — prezentacyjny system projekcyjny Augmented Reality. Plan (za: D.H. Sanderssem)

nie tylko za pomocą takich urządzeń jak HMD, CAVE. Są one drogie i operują technologiami, które są jeszcze często zawodne⁵³. Wydaje się że najlepszym rozwiązaniem byłoby skupienie się na prezentacji w postaci desktop VR. Dostęp do wirtualnego świata zapewnia tu jedynie ekran sprzężony z typowym PC.

Kolejną technologią dostępną i atrakcyjną dla potencjalnych „wirtualnych” zwiedzających może być VR-MUD. MUD (Multi User Dungeon) to odmiana internetowych gier komputerowych, w których internauta porusza się w świecie wirtualnym dzięki komunikatom tekstowym. Uzupełniony o technologię i interfejsy VR, MUD staje się poważnym i atrakcyjnym narzędziem edukacyjnym. Zależnie od poziomu zaawansowania interfejsu VR można stopniować koszt systemu (jego rolę może pełnić również VRML). Jednocześnie „tekstowy rodowód” aplikacji umożliwi zawarcie w prezentacji dużej ilości informacji opisowej, z elementami dodatkowymi, charakterystycznymi dla MUD, takimi jak na przykład robot konwersacyjny (Bot). Tego rodzaju programy, pomimo że ich rodowód wywodzi się wprost z gier komputerowych, spełniają ważną funkcję w istniejących edukacyjnych systemach VRMUD (por. Schweller K.⁵⁴). Hybrydowa konstrukcja oprogramowania prezentacyjnego VRML/MUD pozwoli najprawdopodobniej obniżyć koszty ewentualnego systemu prezentacji multimedialnej do poziomu akceptowalnego przez Muzeum Pierwszych Piastów.

Problem wysokich kosztów wprowadzania zaawansowanych technologii jako medium edukacyjnego znany jest również w innych, bogatszych krajach. W raporcie na temat możliwych zastosowań i oceny edukacyjnych systemów

VR dla US Defence Advanced Research Project Agency⁵⁵, C. Youngblut pisze: „(...) w praktyce, desktop VR jest bardziej odpowiedni dla powszechnego użycia niż technologia immersive VR(...)” (tłum.aut.). Podobnie uważają D. Sanders, E. Gay: „(...) interaktywne, sieciowe światy wirtualne muszą być dostępne na platformach, na które mogą sobie pozwolić szkoły i muzea(...)” (tłum.aut.)⁵⁶. Za platformę taką autorzy uważają VRML w wersji 2.0 (VRML97)⁵⁷.

Wydaje się sensowne przyjęcie takiej metody w pracy, która pozwoli na osiągnięcie rezultatów umożliwiających przedstawienie ich również w postaci zaawansowanej prezentacji multimedialnej. Nie można bowiem wykluczyć, iż w przewidywalnym okresie czasu Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy zakupi odpowiedni sprzęt i oprogramowanie. Elastyczność formatu cyfrowego otrzymanego wyniku pracy jest więc równie ważna, co zdolność oprogramowania wizualizacyjnego do wymiany danych w trakcie pracy.

Jednocześnie w aspekcie specyficznej problematyki Ostrowa Lednickiego należy zauważyć szczególną przydatność techniki komputerowej w „nie inwazyjnym” prezentowaniu szeregu wariantów rekonstrukcyjnych (por. rys. 63 – 65) na tle otoczenia przyrodniczo-krajobrazowego i kulturowego. Tym samym szczególnej wagi nabiera kwestia wyboru i obiektywnego dopracowania hipotez rekonstrukcyjnych wybranych do zaprezentowania zwiedzającym. Biorąc pod uwagę wyjątkowy charakter zespołu lednickiego, wirtualny sposób prezentowania jego obiektów zabytkowych może się okazać bardziej adekwatny, niż wiele przykładów zaprezentowanych w rozdz. 7.

⁵³ Należy tu wliczyć zarówno koszty zakupu, obsługi technicznej i eksploatacji (konserwacji), które mogą osiągać bardzo wysokie wartości przy zaawansowanych wizualizacyjnych systemach sprzętowo-informatycznych. Dodatkowo należy wziąć pod uwagę brak personelu technicznego przeszkolonego do obsługi tak zaawansowanych urządzeń wizualizacyjnych.

⁵⁴ Schweller K., 1994

⁵⁵ Youngblut C., Educational uses of Virtual Reality Technology. Institute of Defence Analyses, US Department of Defense; (pdf) 1998

⁵⁶ „(...)interactive networked virtual worlds must be available on platforms affordable to schools and museums(...)”; Sanders D. and Gay E., VRML-Based Public Education-an example and a vision, [w:] VRMLSite Magazine, Aereal Magazine DEC1996, Aereal Inc.

⁵⁷ Podobnie Carver S., Kingston R., Turton I., 1998

3.2. Narzędzia informatyczne w aspekcie przydatności dla wybranej tematyki

3.2.1. Selekcja systemu CAD w aspekcie planowanego eksperymentu

Jak wykazano na przykładach (zob. 3.1.1.) nie sposób w cyfrowych rekonstrukcjach architektonicznych wskazać tendencji do preferowania jednego rodzaju (gatunku) oprogramowania, jak CAD, CAAD, GIS, lub wręcz konkretnych programów. W swych opracowaniach autorzy wykorzystują różnorodne oprogramowanie. Metodologia „komputerowego” postępowania rekonstrukcyjnego wymusza konieczność stosowania oprogramowania, które zdolne jest wykonać szereg zadań szczegółowych będących elementami procesu badawczego, niezależnie od przyjętej metody i harmonogramu.

Kolejnym ważnym czynnikiem jest koszt systemu komputerowego, na którym dokonywać się będzie proces rekonstrukcji. Wydaje się, że rozbudowane i drogie systemy komputerowe należy wyłączyć z obszaru zainteresowania, ze względu na ważne zdaniem autora realistyczne podejście do możliwości praktycznego zastosowania wyników eksperymentu.

W oparciu o wstępnie wykonane próby rekonstrukcji i doświadczenie praktyczne, zdobyte w pracy projektowej, zaproponowano następujące kryteria ewaluacji pakietów CAD w aspekcie przydatności do planowanych zadań:

- łatwość przeprowadzania analiz planimetrycznych (analizy rzutu) z dużą dokładnością;
- zdolność aplikacji CAD do tworzenia skomplikowanych brył trójwymiarowych w oparciu o różnorodne metody ich kreacji, jak również łatwość późniejszych modyfikacji,
- możliwość wykonania wizualizacji w oparciu o wykonany model bez konieczności używania do tego celu innych, dodatkowych aplikacji,
- wizualizacja projektu w trakcie edycji — aplikacja powinna zapewniać dostępność do elementów „desktop VR” podczas pracy nad rekonstrukcją,
- eksport i import danych do innych aplikacji, z uwzględnieniem programów wykonujących eksport w postaci światów VRML; wybrana aplikacja powinna używać jako podstawowego popularnego formatu plików, co przyczynić się może do bezproblemowej wymiany danych,
- możliwie niskie koszty środowiska operacyjnego (oprogramowania i sprzętu),
- zdolność do przeprowadzania opracowań analitycznych nie tylko w odniesieniu do pojedynczych obiektów, lecz również kontekstu przestrzennego (LPK, MPP). Konieczne jest aby w ramach jednej aplikacji można było zawrzeć w postaci cyfrowej informacji dotyczące wszystkich elementów miejsca badań.

W ten sposób wykonana zostanie cyfrowa, przestrzenna baza danych, umożliwiająca symultaniczny dostęp do informacji w formie odpowiadającej postawionym problemom badawczym,

- adaptatywność do różnych zadań projektowo-badawczych, w tym stworzenie wirtualnej mapy ochrony; wymagana jest tu zdolność do rozbudowywania systemu o niezależne, równoległe narzędzia informatyczne służące analizie naukowej.

Pod kątem wymienionych wyżej kryteriów zestawiono wybrane, dostępne pakiety oprogramowania. W oparciu o zebrane dane oraz korzystając z własnych projektowych doświadczeń aplikacyjnych, zdecydowano się na wybór systemu Autocad w wersji 2000. Szczególnie należy zwrócić uwagę na zdolność Autocada do daleko idącej adaptatywności, szczególnie do zadań wymagających łączenia danych w różnej postaci — analogowej i cyfrowej; właściwość ta może mieć niebagatelne znaczenie w procesie integrowania danych historyczno-archeologicznych i kartograficznych z modelowaniem cyfrowym. Znaczenia tego faktu nie sposób przecenić, biorąc pod uwagę, że dane zbierane w trakcie wieloletnich prac badawczych nad relikwami lednickimi oraz ich otoczeniem kulturowo-przyrodniczym, niemal w całości mają charakter analogowy (rysunki, mapy, hipotezy rekonstrukcyjne i inne).

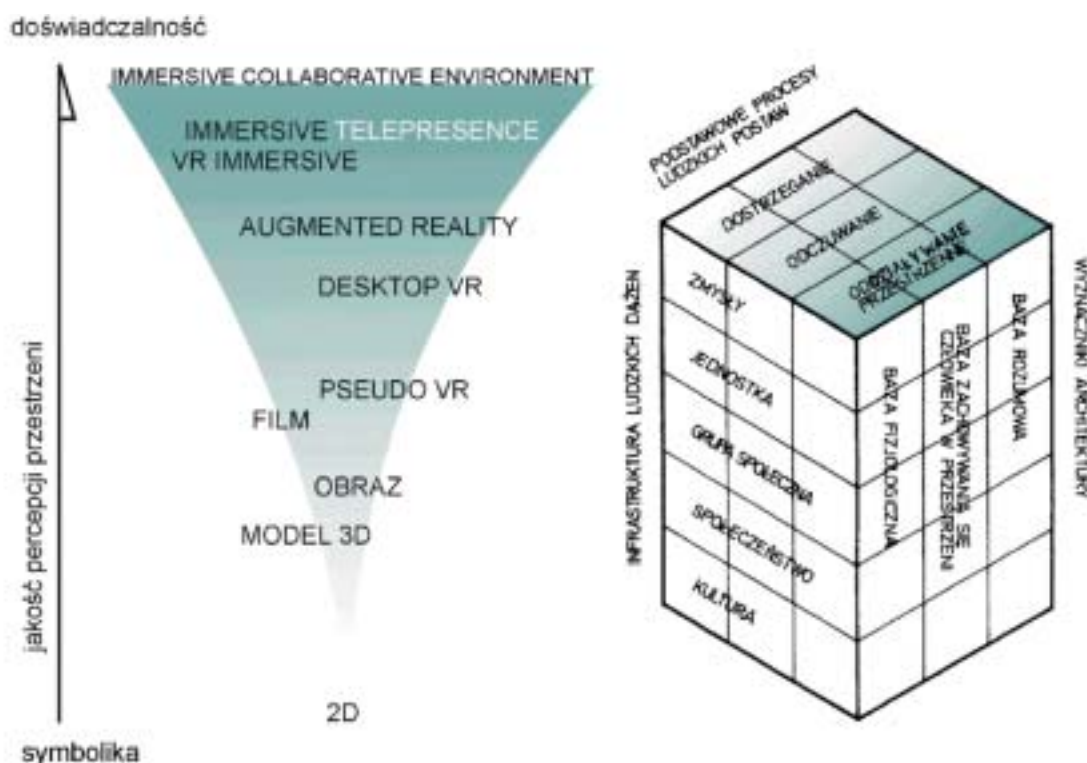
Jako przykład zdolności do łączenia tego typu danych w ramach systemu Autocad podać można szereg opracowań wykonywanych w ramach zespołu projektowego Wydziału architektury Politechniki Poznańskiej. Były to zarówno opracowania planistyczne wykonywane na terenach o cennych walorach kulturowych i przyrodniczych jak i koncepcji rewitalizacji cennych architektonicznie, historycznie i kulturowo przestrzeni miejskich. Wymienić tu można takie opracowania jak: Koncepcja zagospodarowania przestrzennego obszaru Morasko-Radojewo-Umulkowo w Poznaniu, czy rewitalizacja historycznego ciągu pieszego — ul. Półwiejskiej⁵⁸ w Poznaniu. W wymienionych wyżej opracowaniach dokonano łączenia źródłowych materiałów analogowych i cyfrowych, dokonując na ich podstawie analiz i interwencji projektowych w formie opracowania cyfrowego, w tym modelowania przestrzennego i wizualizacji.

3.2.2. Wizualizacja w procesie projektowania i rekonstrukcji architektonicznej

Kryteria jakimi należy się kierować określając stopień zaawansowania wizualizacji można przyjąć za M. Heim'em⁵⁹. Podaje on podstawowe wyznaczniki pozwalające rozpoznać w przestrzennej kreacji cyfrowej cechy wirtualnej rzeczywistości. Przy założeniu, że punktem wyjścia w rozważaniach jest typowy rendering (widok, obraz), podawane przez Heima przesłanki stanowiąc

⁵⁸ Opracowania autorskie, zespół w składzie: główny projektant: R. Ast, projektanci K. Borowski B. Siewczyński. zob.: Ast R.: Kształtowanie przestrzeni regionów i miast. Wybrane zagadnienia. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2001.

⁵⁹ Heim M., 1993



Rys. 67. Rola jakości przekazu jako wyznacznika znaczenia percepcji przestrzeni (otoczenia) w procesie projektowania, w zależności od zaawansowania technologii informatycznej (A), na tle schematu wzajemnych zależności projektowania architektonicznego według A. Bańki (B)⁶⁰

podstawę do stworzenia modelu oceny wizualizacji pod kątem jej zaawansowania technicznego i w konsekwencji walorów informacyjnych (poznawczych). Warunki te, to (według Heima): symulacja (simulation), interakcja (interaction), nienaturalność (artificiality), zagłębienie się (immersion), teleobecność (telepresence), zagłębienie całym ciałem (full body immersion), komunikacja sieciowa (networked communications). Nienaturalność (artificiality) Heim uważa za subiektywne odczucie przeżywania obecności w nienaturalnym świecie. Przyjęto, że dla dalszych rozważań możliwe jest pominięcie tego kryterium.

Jednocześnie proponuje się uzupełnienie skali o augmented VR, (która jak wykazano w rozdz. 3.1.2. może okazać się przydatna w zamierzonych pracach), oraz desktop VR jako kolejne stopnie zaawansowania technologii.

Na rys. 67 przedstawiono schematycznie jakość przekazu jako wyznacznika znaczenia percepcji przestrzeni (otoczenia) w procesie projektowania, w zależności od zaawansowania technologii informatycznej (rys. 67 A). Dla zilustrowania znaczenia interakcji występujących pomiędzy zaawansowaniem technologii przekazu graficznego, a odczuwaniem i kreowaniem przestrzeni architektonicznej, zamieszczono obok schemat wzajemnych zależności projektowania architektonicznego według A. Bańki (B), zaznaczając na nim obszar odpowiadający odbiorowi symulacji komputerowych. Wraz z zaawansowaniem technologii wizualizacyjnej zwiększa się zakres odbieranych

wrażeń i poprawia się jakość percepcji projektowanej (rekonstruowanej) przestrzeni, od symboliki (rysunek płaski, np rzut techniczny, perspektywiczny linearny), do odczuwania przestrzeni — „doświadczalności” (VR: desktop, augmented, immersion).

Doświadczalność należy rozumieć między innymi jako interakcję z poznawaniem za pomocą wirtualnego instrumentarium badanym otoczeniem. Dogłębniejszej percepcji można oczekiwać, gdy otoczenie badane zmysłami wykazuje reakcje na poczynania obserwatora. w przypadku wizualnego kontaktu z rzeczywistością wirtualną:

- zmiana punktu obserwacji wywołuje przemieszczenia obiektów; powoduje to bardziej dogłębne poznanie relacji przestrzennych pomiędzy elementami rozpatrywanej przestrzeni. W przypadku analizowania rysunku płaskiego (renderingu, zdjęcia, szkicu) obserwator jedynie domyśla się wzajemnych relacji pomiędzy obserwowanymi obiektami na podstawie nabytych doświadczeń w poruszaniu się w przestrzeni trójwymiarowej,
- następuje wzmocnienie efektu emocjonalnego oddziaływania wnętrza, poprzez wrażenie przebywania w nim (zagłębienia — immersive VR), a nie jedynie biernej (obojętnej) obserwacji nieruchomego ujęcia (obrazu),
- występuje reakcja otoczenia na bezpośrednie działanie obserwatora — na przykład dotknięcie przycisku powoduje zapalenie światła, lub zbliżenie się do drzwi powoduje ich otwarcie,

⁶⁰ Bańka A., 1984

— darmowy dostęp do przeglądarek i narzędzi do tworzenia światów VRML; ich często aktualizowane wersje znaleźć można w internecie⁶¹.

VRML posiada niestety szereg niedoskonałości, których listę podają D. Sanders i E. Gay⁶²:

- rozbudowywanie wirtualnych światów o podstawowe funkcje komunikacyjne wymaga zastosowania dodatkowego oprogramowania, tak zwanych appletów. W standardzie VRML nie ma określonej specyfikacji języka programowania, w którym dodatki te należy wykonywać (JAVA, JavaScript, VRMLScript);
- pewne funkcje użytkowe światów VRML nie są dostępne na niektórych przeglądarkach internetowych, lub przeglądarkach VRML, które nie umieją ich zinterpretować;
- światy VRML mają tendencję do „zawieszania się” w nieprzewidywalnych okolicznościach.

Największa siła jest zarazem słabością. Otwarty charakter systemu VRML stwarza niejako automatycznie problem standaryzacji i koordynacji jego usystematyzowanego rozwoju. W efekcie otrzymujemy narzędzie elastyczne, o potencjalnych ogromnych możliwościach, jednak obciążone skazą incydentalnych, nieprzewidywalnych zachowań.

Należy zwrócić uwagę na inną jeszcze wadę VRML: niejednoznaczną interpretację graficzną przez przeglądarki VRML parametrycznego, skryptowego zapisu świata wirtualnego. Jest to spowodowane nie tylko inną interpretacją skryptu, ale również odmienną w każdej przeglądarce zasadą prezentacji poprzez sprzętowe wspomaganie 3D (OpenGL, DirectX), lub przetwarzanie (rendering) software'owe, co objawiać się może nieprzewidywanymi efektami wizualnymi. Rendering pozbawiony w VRML zaawansowanych efektów plastycznych, dodatkowo w skomplikowanych światach jest powolny, ze względu na brak dostatecznej optymalizacji liczby jednocześnie widzianych elementów (LOD — Level of Detail). Wszystko to sprawia, że prezentacja VRML daleka jest od fotorealizmu.

Siłą rzeczy najbardziej wydajnymi mechanizmami renderingu opartego na wspomaganii sprzętowym 3D, dysponują gry komputerowe. Jako mechanizm wymuszający najbardziej wydajne rozwiązania działa komercyjny rynek rozrywki komputerowej. Jednocześnie daje się zauważyć sprzężenie zwrotne pomiędzy prędkością popularnego sprzętu komputerowego, a zaawansowanymi technologicznie modułami wizualizacyjnymi gier.

Można więc powtórzyć za A. Kadyszem, który pisze w materiałach konferencji „Cad Space”: „Zadziwiająco wypada porównanie CAAD z grami komputerowymi, które wydają się być technologiami bardziej zaawansowanymi.(...) należy tę różnicę nazwać przepaścią technologiczną (i cenową)(...)”⁶³. Należy więc sądzić, że środowiska zawodowe i naukowe zainteresowane w wizualizowaniu danych powinny zainteresować się tymi technologiami pod kątem wykorzystania ich w komputerowym wspomaganii procesów badawczo-projektowych. Logiczne i zasadne wydaje się podjęcie prób zmierzających do tworzenia wysokiej jakości architektonicznych symulacji czasu rzeczywistego, traktując wybrane elementy oprogramowania systemów rozrywkowych jako bazy rozbudowy aplikacji graficznych.

W celu użycia mechanizmów informatycznych gier do wizualizacji architektoniczno-rekonstrukcyjnej wyizolować należy z całej aplikacji jedynie te cechy, które mogą okazać się przydatne, odrzucając balast rozrywkowy. Do wykorzystania w dziedzinie wizualizacji architektonicznej nadają się szczególnie mechanizmy wizualizacyjne (tak zwane engine) gier typu FPP (first person perspective), lub konkretniej, ich odmiany FPS (first person shooter)⁶⁴. Można tu wymienić takie aplikacje jak Quake, Unreal, Max Payne. Najbardziej popularne i udane wydają się produkty firmy ID Software (Quake I,II,III); świadczyć o tym może fakt, że engine gier ID Software stosowane są jako podstawa dla programów rozrywkowych innych producentów. Uzyskany w ten sposób produkt porównać należy z innymi aplikacjami o podobnych możliwościach w obrębie podobnego, oczekiwanego efektu wizualnego. Wynik takiego porównania okazuje się bardzo interesujący (por. tabela 2). Biorąc pod uwagę kryteria ujęte w tabeli, w porównaniu z innymi aplikacjami, pod względem możliwości prezentacyjnych, z grą FPP „Quake” (ID Software) może konkurować jedynie VRML, i to przy założeniu rozbudowania wirtualnego świata VRML o szereg skomplikowanych aplikacji i skryptów.

Na rozpatrywanie engine'ów gier komputerowych pod kątem ich wykorzystania w wizualizacji architektonicznej pozwalają następujące praktyczne możliwości tego typu oprogramowania:

- zdolność do wykonania w krótkim czasie trójwymiarowego modelu obiektu możliwego do oglądania w czasie rzeczywistym, w formie fotorealistycznej prezentacji, czyli symulacji czasu rzeczywistego, trudnej lub niemożliwej do uzyskania przy zastosowaniu konkurencyjnych, tradycyjnych metod,

⁶¹ Ta cecha oprogramowania związanego VRML może mieć niebagatelne znaczenie, jeżeli weźmiemy pod uwagę kondycję finansową wielu jednostek edukacyjnych lub osób pragnących skorzystać z ich zasobów; w niektórych przypadkach okazać się to może decydujące dla wyboru platformy informatycznej dla opracowań popularyzatorskich. Powstaje jednocześnie pytanie jak rozpatrywać zagadnienie koszt — walory merytoryczne dla systemów informatycznych.

⁶² Sanders D., Gay E., VRML-Based Public Education — an example and a vision. VRMLSite Magazine, Aereal Magazine DEC 1996, Aereal Inc.

⁶³ Kadysz A., 1995.

⁶⁴ Gra słowna — FPS oznacza także Frames Per Second, czyli ilość klatek na sekundę w animacji prezentowanej na ekranie, parametr najważniejszy dla każdego miłośnika gier FPP przy ocenie sprzętu i oprogramowania.

- doskonała jakość prezentacji multimedialnej, uzyskiwana przy zastosowaniu najnowszych, dostępnych w umiarkowanym pułapie cenowym rozwiązań z dziedziny cyfrowego przetwarzania obrazu i dźwięku (współpraca z HMD, systemami projekcji stereoskopowej, dźwiękiem przestrzennym, otaczającym),
 - niezależność od platformy sprzętowej i softwareowej,
 - symulacja czasu rzeczywistego oparta na oprogramowaniu FPP umożliwi precyzyjne określenie warunków fizycznych „środowiska” symulacji, które wpływają bezpośrednio na percepcję przestrzeni; można tu wymienić takie elementy jak: parametry ruchu użytkownika, precyzyjne określenie sposobu widzenia przestrzeni, personifikacja sposobu nawigacji wewnątrz świata wirtualnego, czy wreszcie parametry atmosferyczne,
 - szczególna elastyczność gier, jako środowisk operacyjnych dla dodatkowych aplikacji, umożliwiających dokonywanie daleko idących zmian w dostarczonym oprogramowaniu. Dodatki dostępne są w formie skryptów lub skompilowanych programów. Do tworzenia aplikacji dodatkowych opracowano nawet specjalne języki programowania; jako przykład podać można środowisko Quake, gdzie rolę tę pełni Quake C,
 - największa na świecie ilość dostępnego poprzez internet oprogramowania do edycji światów trójwymiarowych, często najwyższej jakości; są to aplikacje przewyższające często komercyjnych „profesjonalnych” konkurentów pod względem intuicyjności obsługi, ergonomii, wygody użytkowania, prędkości działania i nowatorstwa w stosowanych rozwiązaniach,
 - bardzo niskie koszty kompletnego środowiska edycyjnego i wizualizacyjnego,
- jedną z najważniejszych cech systemów gier FPP jest umożliwienie przebywania w wirtualnym świecie wielu osobom jednocześnie (telepresence), pozwalając na wzajemną komunikację, co jest nieocenione w przypadku potencjalnych zastosowań jako platformy edukacyjnej, bądź konsultacyjno-wizualizacyjnej,
 - możliwość współpracy z zaawansowanymi systemami wizualizacyjnymi, takimi jak na przykład CAVE, wykorzystywanymi już w eksperymentach rekonstrukcji architektonicznej (ARCHAVE zob. rozdz. 3.2.).

Prób adaptacji technologii gier celem zastosowania w CAVE dokonano w NCSA (National Center for Supercomputing Applications, University of Illinois), gdzie stworzono aplikację wizualizacyjną CQ3A (CAVE Quake3 Arena), której autorem jest P. Railich⁶⁵

Poza współpracą z CAVE, CQ3A pozwala też na wykorzystywanie Quake z innymi urządzeniami VR, lub do wizualizacji na zwykłym domowym komputerze PC. Program oparto na engine Aftershock autorstwa S. Taylora. Do oryginalnego projektu Aftershock wprowadzono wiele usprawnień, takich jak detekcja kolizji. Poprawiono również wydajność systemu dzięki zastosowaniu wsparcia dla nowoczesnych technologii sprzętowych, oraz przeprogramowano engine tak, aby współpracował z różnymi interfejsami VR. Niestety, pomimo wprowadzonych zmian, CQ3A pracuje kilkakrotnie wolniej na platformie CAVE, niż niezmodyfikowane Q3A (około 24 fps, wg danych P. Railich'a).

Q3A (Quake III Arena) i co za tym idzie CQ3A stanowią dzięki zastosowanym rozwiązaniom programistycznym jakość samą w sobie, szczególnie pod względem wizualnym. Są to między innymi tekstury wieloprzebiegowe

Tab. 2. Ogólne zestawienie tabelaryczne podstawowych możliwości wybranych popularnych pakietów oprogramowania pod kątem prezentacji wizualizacyjnych; oceny dokonano według następującej skali punktacyjnej: 1,0 — dobre, 0,5 — dostateczne, X (0 punktów) nie satysfakcjonujące lub funkcja nie występuje

		3DStudioMax	Arcon	VRML	Quake	Autocad
Wizualizacja	generacja obrazów nieruchomych	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	generacja filmów (animacji)	1,0	1,0	X	1,0	0,5
	fly through	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	walk through	X	1,0	1,0	1,0	X
Wizualizacja interaktywna	zdolność do uzyskania projekcji pseudo VR	X	X	1,0	1,0	X
	Desktop VR	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Immersive VR	X	X	1,0	1,0	X
komunikacja i zadalna obecność	obecność zdalna (telepresence)	X	X	1,0	1,0	X
	komunikacja poprzez internet	X	X	1,0	1,0	0,5
	komunikacja głosem	X	X	0,5	0,5	X
	komunikacja tekstem	X	X	1,0	1,0	0,5
elastyczność oprogramowania	reprezentacja poprzez Avatar	X	X	0,5	1,0	X
	definiowanie param. środowiskowych wizualizacji	X	X	0,5	1,0	X
	modyfikowalność oprogramowania (elastyczność)	0,5	X	1,0	1,0	0,5
	niezależność od platformy sprzętowej (softwareowej)	X	X	1,0	1,0	0,5
	swobodność obsługi	0,5	1,0	1,0	1,0	X
	intuicyjność kreacji modelu	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5
suma punktów		5,5	7,0	14,0	16,5	6,0

⁶⁵ Rajlich P., CAVE Quake III Background; <http://www.vrsource.org/sections.php?op=viewarticle&artid=4>

Tab 3. Współpraca CQ3A z różnymi platformami wizualizacyjnymi i systemami operacyjnymi. (za: CAVE QUAKE III ARENA <http://www.visbox.com/cq3a/>)

	CAVEb	vrJungler	FreeVR	MPSDK	SDL	GLUT	GLX
IRIX	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Linux	.	Y	Y	-	Y	Y	Y
Win32	Y	.	-	-	Y	Y	-
MacOS X	-	Y	-	-	Y	Y	-
FreeBSD	-	Y	.	.	.	.	.
HP-UX	Y	.	.	.	.	Y	.
Solaris	.	.	Y	.	.	.	.

Key: Y works, . not tested, - doesn't exist, [black box] fails

(multi-pass shaders), krzywe parametryczne, technologie BSP, cieniowanie oparte na mapie cieni, animacje, rendering tła (nieba). Jak podkreśla autor szczególnie interesującym zastosowaniem, jeśli pominąć oryginalne, „rozrywkowe” pochodzenie engine'u wizualizacyjnego, jest zastosowanie go do tworzenia grafiki (wizualizacji) 3D. Wskazuje tu na możliwość wykorzystania wielu dostępnych edytorów Q3A, ze szczególnym uwzględnieniem Q3Radiant. Dzięki otwartej architekturze CQ3A wielu programistów ma możliwość współuczestniczenia w jego tworzeniu. Obecnie istnieją już wersje na większość dostępnych platform wizualizacyjnych i systemów operacyjnych (tab. 3).

Należy zaznaczyć że aplikacje FPP, pomimo swych zalet jako środowiska wizualizacyjnego, obciążone są podstawową wadą trudnej wymienialności danych z innymi systemami 3D. Często nawet w grach stosowane są inne systemy miary, oparte na wynikających z systemu binarnego wymiarach bitmap stosowanych na tekstury. Tego typu rozwiązania prowadzą do sporych trudności w transformacjach modeli 3D z innych aplikacji. Trudno również wymagać od edytorów geometrii stworzonych dla potrzeb gier, cech charakterystycznych dla specjalizowanego oprogramowania CAAD, takich jak zdolność do generowania przekrojów czy rzutów obiektu w formie rysunków technicznych. Występuje tu zasadnicza różnica w sposobie podejścia do zagadnienia. Współczesne oprogramowanie CAD jest zorientowane obiektowo i „posługuje się” pojęciami takimi jak „ściana”, „strop”, „okno”. Edytory wirtualnych światów gier FPP operują pojęciami geometrycznymi — stożek, kula, sześcian. Dodać tu jednak należy, że systemy takie jak Autocad czy Microstation również w wersji podstawowej są zorientowane geometrycznie, a nie obiektowo. Dopiero specjalistyczne nakładki (np. Autodesk Architectural Desktop) dają możliwość obiektowego traktowania procesu kreacji modelu.

Z uwagi na obiecujące możliwości technologii FPP, w pracy podjęto próbę praktycznego jej wykorzystania jako narzędzia wizualizacyjnego, oraz w celu dokonania analizy porównawczej efektów stosowania tradycyjnego renderingu, VRML i wybranego engine FPP. Jako obiekt eksperymentu wybrano engine Quake, która jest jedną z naj-

popularniejszych aplikacji tego typu. Ważna wydaje się również potencjalna zdolność gry do wykonania na jej bazie symulacji edukacyjnych w wersji desktop VR, z zastosowaniem możliwości telepresence oraz immersive VR (CQ3A).

3.3. Zakres wykonania prac badawczych

3.3.1. Rekonstrukcja architektoniczna

Za priorytet w pracy badawczej przyjęto wykonanie trzech zadań szczegółowych:

- Wykonanie komputerowych rekonstrukcji architektonicznych, będących w stosunku do relikwów lednickich przedsięwzięciem nowym.
- Wykazanie możliwości (dokonanie) sprawdzenia wcześniej postawionych rekonstrukcyjnych hipotez badawczych, z punktu widzenia projektowania architektonicznego, przy użyciu charakterystycznych dla tej dziedziny warsztatu inżynierskiego (CAAD), i metod badawczych.
- Dostosowanie wyników prac do postaci umożliwiającej ich prezentację.

Za celowy uznano aspekt praktyczny przedsięwzięcia, którego wyrazem będzie sprawdzenie wcześniej postawionych hipotez badawczych, i przesłanki metodologiczne w stosunku do dalszych działań poznawczych, ochronnych i ekspozycyjnych dotyczących relikwów lednickich.

3.3.2. Zagadnienia przyrodnicze i kulturowe jako kontekst eksperymentu

Złożoność zagadnień występujących na terenie LPK i MPP inspiruje do wykorzystania informatycznych narzędzi przetwarzania informacji przestrzennej z zakresu SIP (System Informacji Przestrzennej) lub GIS. Jednocześnie jak wskazują Acevedo, Vote, Laidlaw, Joukowsky⁶⁶ należy dążyć do zintegrowania danych systemów GIS w postaci bazy danych zintegrowanej z systemami VR w celu pełniejszej ich wizualizacji; powstaje w ten sposób system VRGIS (zob. rys. 70). Pożądane jest jednocześnie udo-

⁶⁶ Acevedo D., Vote E., Laidlaw D. H., Joukowsky M., 2000.

stępnienie zasobów VRGIS poprzez sieci komputerowe (Joukowsky, Siewczyński⁶⁷), oraz rozbudowywanie systemu poprzez zintegrowanie z urządzeniami umożliwiającymi operowanie w terenie (na przykład Bluetooth) (Sanders D.H⁶⁸).

System VRGIS zdefiniować można jako bazę danych z interfejsem VR. Wybrany do przeprowadzenia eksperymentu Autocad posiada możliwości operowania danymi przestrzennymi w postaci bazy danych, współpracy z zewnętrznymi bazami danych, oraz innymi systemami GIS. Jednocześnie jak wspomniano w rozdziale 3.2.1. Autocad posiada również funkcje Desktop VR, oraz możliwości integrowania danych cyfrowych i analogowych (archiwalne mapy, plany). Wykonanie rekonstrukcji „arkady lednickiej” i weryfikacja jej poprawności stanowić będzie sprawdzian możliwości oprogramowania w zakresie łączenia, obróbki i końcowej wizualizacji informacji przestrzennych.

3.3.3. Aspekt edukacyjny eksperymentu na tle oświatowej roli Muzeum Pierwszych Piastów

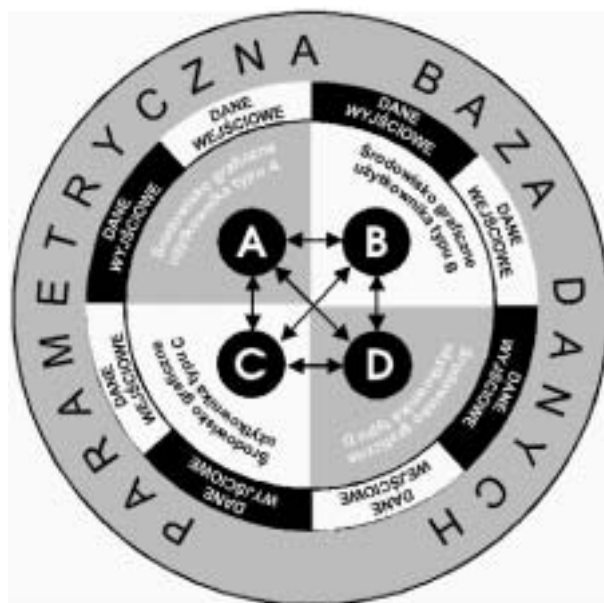
Opracowując rekonstrukcje komputerowe reliktyw lednickich należy zbadać możliwość publicznego udostępnienia wyników prac. Zastosowanie metod informatycznych preferuje niejako cyfrowe formy przekazu. Jednocześnie można przyjąć za K. Schwellerem⁶⁹, że prezentacja multimedialna (system edukacyjny) powinna posiadać następujące atrybuty definiowane przez słowa-klucze, które przyjęto w pracy, jako kryteria weryfikacji testowanych rozwiązań:

- Użyteczność: musi zaspokajać konkretne potrzeby.
 Łatwość: prezentacja powinna być bardzo (podkr. K. Schweller) łatwa i intuicyjna w obsłudze.
 Zabawa: jeśli nie sprawi przyjemności w odbiorze, nie będzie używana.
 Siła: musi spełniać jednocześnie wymagania dzieci i profesjonalnych badaczy
 Elastyczność: powinna posiadać zdolność adaptacji do wykonywania nieprzewidywalnych zadań.
 Inspiracja: zdolność do inspirowania nowych pomysłów i idei.

Na podstawie wykonanych studiów (ob. rozdz. 3.1.1; 3.1.2), własnych działań aplikacyjnych, oraz konsultacji przeprowadzonych w MPP, przewiduje się możliwość wykonania szeregu szczegółowych przedsięwzięć oświatowo edukacyjnych z wykorzystaniem wyników komputerowych działań rekonstrukcyjnych:

- publiczne pokazy na terenie muzeum w formie aranżacji multimedialnych w salach audytorijnych w celu interaktywnego prezentowania modeli komputerowych wraz z podbudową merytoryczną,
- udostępnienie publiczności osobnych stanowisk komputerowych w salach (pracowniach) na terenie MPP⁷⁰
- rozpowszechnianie wyników eksperymentów komputerowych przez internet jako opracowań:
 - WWW,
 - VRML,
 - zwiedzanie z przewodnikiem lub w oparciu o autonomiczne systemy edukacyjne oparte o VRMUD,
 - wizualizacja prezentacyjna w oparciu o engine i zdolności multimedialne gier komputerowych.
- udostępnienie zwiedzającym alternatywnych modeli budowli lednickich przy wykorzystaniu technologii Augmented Reality,

Zdaniem autora najważniejszą rolę edukacyjną pełnić może budowla ochronna nad reliktywami lednickimi, wykonana w formie wybranej rekonstrukcji, której weryfikację przeprowadzić należy na zasadzie ewaluacji modelu komputerowego. Kolejnym etapem sprawdzenia koncepcji budowli ochronnej będzie wizualizacja obiektu w kontekście przestrzennym Ostrowa Lednickiego.



Rys. 69. Schemat systemu danych o terenie. A,B,C,D — użytkownicy reprezentujący różne branże, dysponujący własnym, specyficznym środowiskiem graficznym, dostarczający i pobierający z bazy danych interesujące ich informacje (za: B. Siewczyński 1998)

⁶⁷ Siewczyński B., 1998.

⁶⁸ Sanders D.H., The Tourist and the Time Machine: are visitors and staff ready for on-site real-time virtual reconstructions? Referat komisji europejskiej Eureka! w ramach warsztatów Advancing Archaeological Sites: exploring technology and the theme park experience, Chania, Kreta, 2001.

⁶⁹ Schweller K., 1994, Building Tools for Education. [w:] Journal of Virtual Reality In Education Complete Journal.

⁷⁰ Autorską koncepcję architektoniczną aranżacji zabudowań MPP na potrzeby prezentacji audiowizualnych przedstawiono w: Siewczyński B.: Rewitalizacja zespołu folwarcznego w Dziekanowicach na tle aranżacji wczesnodziejowego Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy, praca dyplomowa magisterska, Poznań-Lednica 1996. Praca pod kierunkiem prof. A. Grygorowicza.

4. Zastosowanie metod komputerowych w architektonicznej analizie wybranych obiektów

4.1. Omówienie rekonstrukcji komputerowej

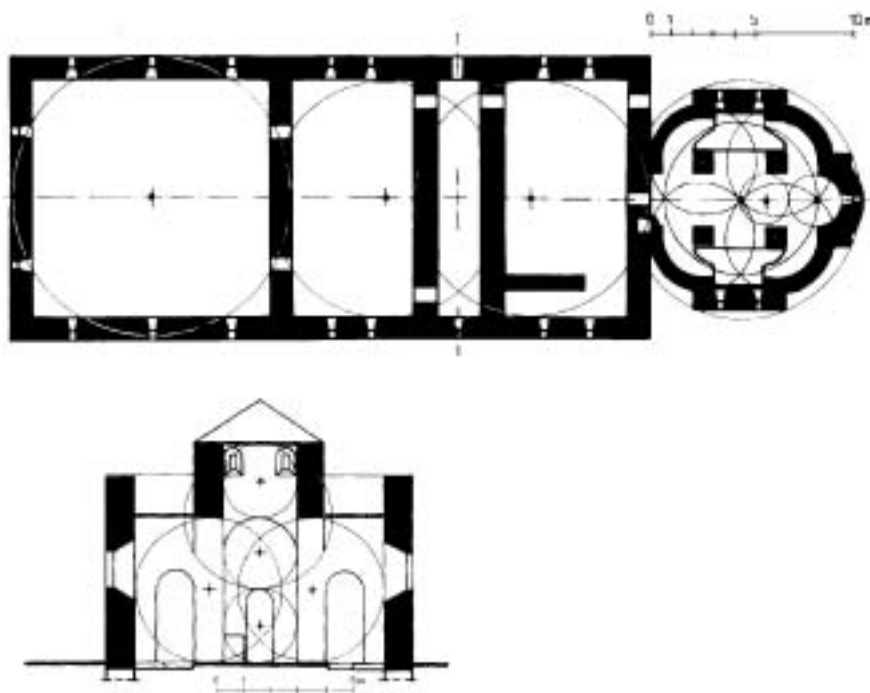
4.1.1. Architektoniczna rekonstrukcja komputerowa hipotezy według zespołu: Żurowska, Rodzińska-Choraży, Biedroń, Łastowiecki, Węclawowicz, Wrzesiński: FAZA I: baptysterium i pałac biskupi (1993)

4.1.1.1. Analiza planimetryczna w oparciu o materiały źródłowe

Odtworzenia budowli dokonano według opisu i rysunków podanych w rekonstrukcji źródłowej. Obiekt odtworzono na podstawie teoretycznych założeń poczynionych przez zespół K. Żurowskiej. Punktem wyjściowym do zre-

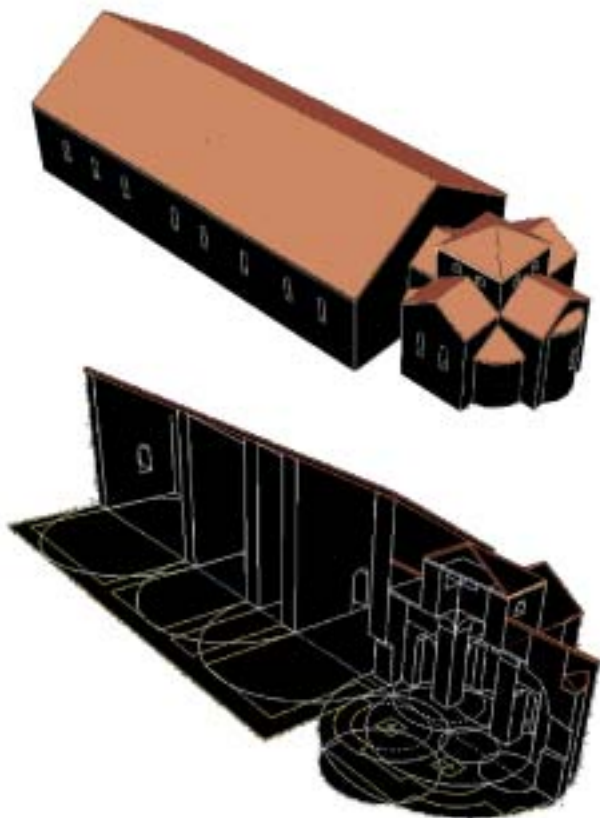
konstruowania bryły jest analiza planimetryczna rzutu, i wyciągnięte na jej podstawie wnioski co do hipotetycznego kształtu obiektu w trzecim wymiarze⁷¹. Na rys. 71 przedstawiono analizę planimetryczną obiektu, której podstawą (jak podają autorzy) było rozpoznanie historyczne współczesnych obiektowi metod wyznaczania planu obiektu w oparciu o obowiązujące wówczas jednostki miary.

Dane zawarte w opisie i na rysunkach wprowadzono do systemu Autocad. Poprzez wierne przeniesienie założeń planu stworzono model „idealnego” rzutu palatium i kaplicy lednickiej w oparciu o przyjęte przez K. Żurowską podstawy teoretyczne (zob. rys. 72). Jednocześnie należy zauważyć, że dzięki zastosowaniu systemu komputerowego wykryto nieznaczące nieścisłości w geometrycznej analizie obiektu, których zdecydowano się nie korygować.



Rys. 71. Ostrów Lednicki. Faza I. Analiza planimetryczna rzutu poziomego i przekroju (za opracowaniem T. Węclawowicza, rys M. Rosół (za: „Ostrów Lednicki”, red. K. Żurowska, 1993)

⁷¹ Podobnie Medeksza S., Orzeszyna M., 2000.



Rys. 74. Ostrów Lednicki. Model trójwymiarowy palatium wraz z bazyliką, wykonany według rekonstrukcji K. Żurowskiej (opracowanie autora). Rzut aksonometryczny (u góry) i rzut perspektywiczny przekroju wzdłuż osi wschód–zachód, z pokazaniem analizy planimetrycznej rzutu (u dołu)

Następnie, idąc za przykładem rekonstrukcji źródłowej i korzystając z wykonanego schematu rzutu określono zależności przestrzenne będące podstawą do modelowania w trzecim wymiarze (proporcje wnętrza, wysokość przejść, kąt nachylenia dachu i inne). Wysokość i rozmiar otworów okiennych określono na podstawie hipotezy w wersji wykonanej pod kierunkiem K. Żurowskiej.



Rys. 75. Fragment przekroju wzdłuż osi wschód–zachód w rzucie aksonometrycznym: Model komputerowy (opracował autor)

Dodatkowo podjęto próbę zastosowania metod komputerowych w celu wykrycia innych zależności w planie. Efekt tych rozważań prezentuje rys. 73. Wykonano między innymi analizę zmiany strzałki łuku obejścia filarów w budowli centralnej, wynikłej z domniemanej, opisywanej przez wielu autorów przebudowy obiektu (np. Grygorowicz, Żurowska). Analizy dokonano w oparciu o rzut murów (zob. rys. 73).

4.1.1.2. Modelowanie przestrzenne

W oparciu o wykonaną analizę planimetryczną opracowano przestrzenny model obiektu. Należy podkreślić, że przyjęto zasadę nie dokonywania korekt w analizowanej rekonstrukcji źródłowej wynikających z odczuć estetycznych czy ze znajomości sztuki budowlanej. Otrzymana bryła jest więc wierną reprezentacją trójwymiarową autorskiej hipotezy rekonstrukcyjnej K. Żurowskiej.

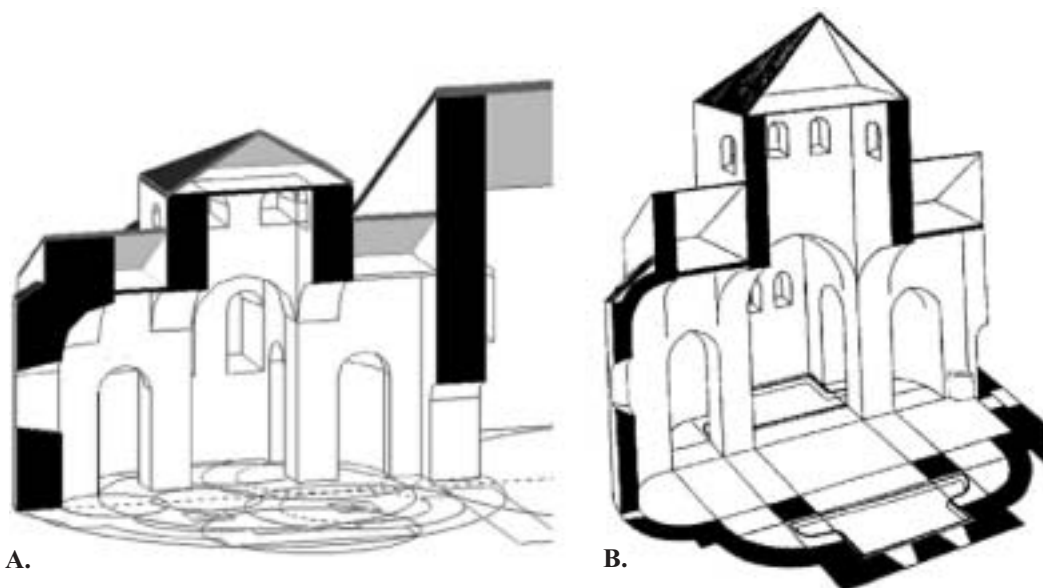
Wykonany model cyfrowy umożliwia wygenerowanie szeregu ujęć obiektu umożliwiających jego wszechstronną analizę szczegółową. Na rysunkach 74 – 76 zaprezentowano przekroje i widoki obiektu w rzutach aksonometrycznych i perspektywicznych, oraz w przekroju; prawidłowy odbiór obiektu wzmocniono dodatkowo zastosowaniem tekstur i cieni korzystając z możliwości systemu Autocad. Trójwymiarowy obiekt przedstawiono każdorazowo na tle dwuwymiarowej analizy planimetrycznej, w celu unaocznienia relacji przestrzennych.

Przedstawiony na rysunkach przekrój obiektu wykonano wzdłuż osi podłużnej wschód–zachód. Dokonano tego w celu umożliwienia porównania odtworzonego komputerowo, poprawnego geometrycznie przekroju przez bryłę palatium i bazylikę z przekrojem rysowanym odrębnie, jako elementem rekonstrukcji autorskiej (K. Żurowska z zespołem).

Analiza porównawcza przekrojów (rys. 77) wykazała niedociągnięcia wynikające przypuszczalnie z błędnej interpretacji rzutu przy przekształcaniu go w bryłę. Do najważniejszych zaliczyć należy niepoprawność przy sklepieniu absydy i skażone proporcje bryły obiektu. Zwracając również uwagę niekonsekwencje w rozmieszczeniu otworów okiennych (inne na rysunkach płaskich, inne w aksonometrii). Podobnie nieprawidłowo przedstawione zostały grubości murów, a w konsekwencji nieprawidłowo przekazano proporcje wnętrza, co może mieć zasadniczy wpływ na przemyślenia dotyczące jego przeznaczenia, w aspekcie rozważań ergonomicznych i funkcjonalnych.

4.1.1.3. Wizualizacja

W oparciu o model trójwymiarowy dokonano wizualizacji obiektu. Zastosowano w niej mechanizmy wizualizacyjne systemu Autocad. Należy podkreślić, że w trakcie pracy w systemie komputerowym Autocad użytkownik ma możliwość stałej wizualizacji modelu w formie desktop VR. (rys 78), dzięki zastosowaniu wspomaganie sprzętowego przy przetwarzaniu obiektów



Rys. 77. Analiza porównawcza (zestawienie) przekrojów wykonanych za pomocą technik informatycznych (A — opracował autor) i odręcznie, intuicyjnie (B — za opracowaniem T. Węclawowicza, rys M. Rosół). Oba przekroje wykonano na podstawie tej samej analizy planimetrycznej opublikowanej w: „Ostrów Lednicki”, red. K. Żurowska, 1993

trójwymiarowych. Uzyskać można w ten sposób interaktywny obraz obiektu, również w przekroju.

Jako faktury dla muru użyto obraz, który pobrano (zeskanowano) z ruin obiektu; przekształcono go następnie tak, aby można go było użyć jako tekstury nakładanej na model trójwymiarowy. W dalszych pracach badawczych można w ten sposób skanować i stosować do celów wizualizacyjnych wątki murów z poszczególnych partii budowli. Uzyskana wizualizacja pozwoli na ukazanie faz rozwojowych i ich wpływu na kształt obiektu, w ujęciu różnych hipotez rekonstrukcyjnych.

W następnej kolejności dokonano prezentacji fotorealistycznej, w ujęciach perspektywicznych i aksonometrycznych (rys. 79).

W oparciu o wbudowany renderer programu Autocad wykonano również wizualizacje wnętrza budowli w formie statycznych ujęć perspektywicznych (rys. 79, 80)

Jednocześnie dokonano wizualizacji, stosując inny wariant wykończenia ścian obiektu. Wygląd palatium i baptysterium lednickiego w wariantcie z otynkowanymi murami przedstawia rys 80. Poza zmianą wyglądu zewnętrznego budynku, należy ponadto stwierdzić, że w tej wersji zmienia się radykalnie odbiór ciasnych wnętrz baptysterium, które w tym „kostiumie” sprawiają wrażenie optycznie większych, niż są w rzeczywistości. Może to stanowić pośrednią przesłankę potwierdzającą hipotezy na temat wykończenia ścian obiektu (szczególnie wnętrz).

Do wizualizacji interaktywnej obiektu (VR i desktop VR) postanowiono użyć eksperymentalnie alternatywnych narzędzi wizualizacyjnych — VRML i engine Quake3.

4.1.1.4. Wizualizacja interaktywna. Zastosowanie metod alternatywnych

Podstawowym kryterium wyboru metody wizualizacyjnej wnętrza baptysterium i palatium lednickiego była zdolność narzędzia do prezentowania wizualizacji w formie desktop VR. W celu wykonania wizualizacji interaktywnej zastosowano metody opisane w rozdz. 3.2.3. — uniwersalny język opisu światów wirtualnych VRML i eksperymentalnie — graficzny engine internetowej gry komputerowej Quake3.

Rys. 81. przedstawia porównawcze zestawienie wizualizacji wykonanych za pomocą Autocada 2000, VRML i engine Quake3. Do wizualizacji zastosowano więc alternatywne narzędzia opisane w rozdz. 3.2.3.

Proces wykonania wizualizacji za pomocą VRML można podzielić na następujące etapy:

1. Modelowanie. Wykonanie modelu przestrzennego w programie Autocad 2000, nałożenie faktur na obiekt.
2. Konwersja. Konwersji z modelu Autocada (.dwg) do formatu .3ds i następnie do .wrl (VRML'97) dokonano za pomocą programu 3D Studio Max v2.5.
3. Naniesienie poprawek w kodzie VRML, uzupełnienie o funkcje dodatkowe.
4. Wizualizacja w przeglądarce CosmoPlayer, lub GLView.

Inaczej przedstawia się postępowanie w przypadku wykonania wizualizacji za pomocą engine Quake3:

1. Modelowanie. Wymiary obiektu zostały dostosowane do systemu wymiarowego Quake za pomocą programu Autocad2000⁷² Przeliczenia dokonano za pomocą materiałów źródłowych dostarczonych przez firmę ID Software. Model trójwymiarowy utworzono w programie Q3 Radiant (build 202).

2. Kompilacja. Proces obejmuje:

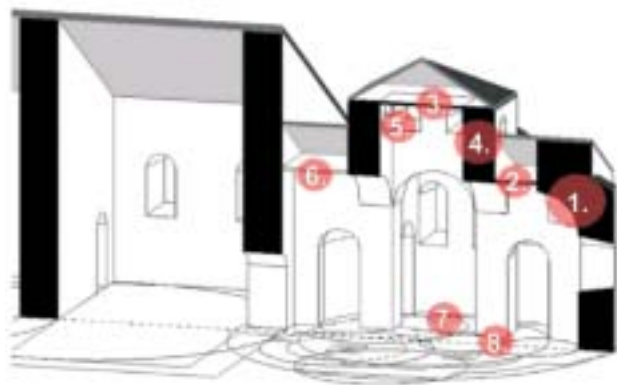
- nałożenie tekstur
- obliczenie efektów świetlnych
- optymalizacja widoczności

3. Wizualizacja w Quake3, obejmująca również dostosowanie „warunków fizycznych”, w tym kąta widzenia (obserwacji) i prędkości poruszania się.

W obu przypadkach, tak jak i w wizualizacji przy pomocy Autocada 2000, użyto tych samych tekstur. W ten sposób można było zaobserwować zmianę jakości prezentacji w wyniku zastosowania różnych instrumentów badawczych.

Dzięki wykonaniu wizualizacji interaktywnej (desktop VR) stało się możliwe „zwiedzenie” wnętrza obiektu. W trakcie wirtualnej wizytacji obiektu zaobserwowano kilka elementów rekonstrukcji, którym należałoby poświęcić w przyszłych badaniach większą uwagę.

- Nieproporcjonalna wydaje się być bryła obiektu (zob. rys. 80 A), z masywem pałacu wyraźnie dominującym i przytłaczającym baptysterium. Wydaje się, że przestrzenny wyraz prostego rzutu palatium powinien być celem dalszych dociekań, a ich efektem powinna być forma bardziej wyrafinowana
- Z zewnątrz obiektu wyraźnie rzuca się w oczy wątpliwe rozmieszczenie okien wieży tuż nad dachem, jak i koniunkcja otworów okiennych widoczna od wewnątrz (zob. rys. 80A, 82).
- Rozmieszczenie basenów chrzcielnych, i ich rozmiar w porównaniu do ogólnej powierzchni podłogi stawia pod znakiem zapytania funkcjonalność wnętrza (zob. rys 83).



Rys. 85. Schemat ukazujący elementy kontrowersyjne w hipotezie rekonstrukcyjnej zaproponowanej w publikacji zespołu K. Żurowskiej, wykryte dzięki zastosowaniu metod komputerowych. Opis w tekście (opracował autor)

- Niekonsekwentne formalnie wydaje się przekrycie przestrzeni nad absydą. Przerwanie sklepienia na tak krótkim odcinku wydaje się być też nielogiczne ze względów budowlanych (zob. rys. 84).
- Podobną niekonsekwencją wydaje się być zamknięcie przestrzeni w wieży płaskim stropem, co obniża estetykę wnętrza; być może ciekawszym formalnie rozwiązaniem byłaby forma kopuły, której zbudowanie na tak małej rozpiętości nie stanowiłoby problemu technicznego (zob. rys. 84).
- Uwagę zwraca ciasnota wnętrza (zob. rys 81, 83), rodząc pytania o słuszność domniemanego reprezentacyjnego charakteru wnętrza baptysterium, a szczególnie o zdolność do pomieszczenia dużej ilości ludzi podczas ceremonii religijnych.

4.1.1.5. Wstępne wnioski z eksperymentu

A. Konstatacje architektoniczno-historyczne

Przeprowadzony eksperyment wykazał niedociągnięcia w kształtowaniu bryły (zob. rys. 85), które wzbudzić mogą wątpliwości co do domniemanej funkcji obiektu. Powyższe uwagi poczyniono na podstawie analizy planimetrycznej, geometrycznej, percepcji wnętrza.

Wątpliwości co do poprawności funkcjonalnej (technologicznej) obiektu potwierdzić można dodatkowo przykładami z literatury dotyczącej obiektów o pokrewnej funkcji⁷³.

Na rys. 85 przedstawiono wzmiankowane powyżej elementy hipotezy rekonstrukcyjnej:

1. Sklepienie nad absydą
2. Strop nad absydą
3. Zwieńczenie przestrzeni wieży stropem
4. Brak zróżnicowania grubości murów w powiązaniu z układem konstrukcyjnym
5. Rozmieszczenie okien wieży
6. Stropy drewniane nad przestrzeniami baptysterium
7. Położenie i rozmiar basenów chrzcielnych
8. Niedokładności w analizie planimetrycznej

B. Konstatacje metodologiczne

Należy stwierdzić, że zastosowane narzędzia informatyczne poprawnie wywiązują się ze swojej roli, umożliwiając przeprowadzenie eksperymentów w planowanym zakresie. Użyte w eksperymencie alternatywne metody wizualizacji sprawdziły się jako dostępne dla przeciętnego użytkownika interface desktop VR; obiecująca wydaje się również perspektywa zastosowania ich w edukacyjnych prezentacjach multimedialnych.

⁷² Obliczeń dokonano za pomocą materiałów źródłowych dostarczonych przez firmę ID Software. Jak podają twórcy programu 8 jednostek = 30,5 cm (1 stopa), stąd 1 jednostka = 3,8125 cm. Niniejsze przeliczenie określa jednocześnie dokładność, z jaką można wykonywać modele w CQ3A, ponieważ engine nie dopuszcza wymiarów ułamkowych. Jaquays P., Q3 Radiant Editor Manual. Id Software Inc., 2000, Appendix C, s.132

⁷³ Khatchatrian A. 1962; Khatchatrian A. 1982.

4.1.2. Architektoniczna rekonstrukcja komputerowa hipotezy według A. Szyszko-Bohusza (1945)

Rekonstrukcję podjęto ze względu na oryginalny charakter bryły obiektu, powstałej jako interpretacja rzutu reliktywów w stadium po dobudowie do baptysterium obiektu (wieży mieszkalnej). Donżon wraz z kaplicą stanowi inspirujący przykład interpretacji rzutu reliktywów lednickich (zob. rys. 86 – 88).

Wizualizację interaktywną wykonano w oparciu o engine Quake2. W opisywanym procesie rekonstrukcji komputerowej wydzielić można następujące etapy:

1. konwersja płaskich rekonstrukcyjnych rysunków odręcznych do postaci cyfrowej,
2. dopasowanie rysunków do dokumentacji ruin obiektu za pomocą programu Autocad,
3. konwersja wymiarów rzeczywistych obiektu do systemu wymiarowego aplikacji wizualizacyjnej,
4. modelowanie; model trójwymiarowy utworzono w programie Worldcraft v1.5b,
5. tekstury i elementy oświetlenia rozmieszczono w programie Worldcraft v1.5b; do edycji tekstur użyto następującego oprogramowania: Paint Shop Pro v4, MipDib v1.55; do utworzenia tekstur użyto skanowanej fotografii wątku muru baptysterium,
6. kompilacja obejmująca: nałożenie tekstur, obliczenie efektów świetlnych, optymalizację widoczności.
7. interaktywna wizualizacja w Quake1. W trakcie przygotowania do wizualizacji dokonano przystosowania parametrów „fizycznych” engine Q1, w celu umożliwienia obserwatorowi jak najbardziej realistycznego odbioru wirtualnej przestrzeni (kąąt widzenia, prędkość poruszania się).

W wersji 2 engine programu Quake dodano nowe możliwości oświetlenia (między innymi efekt radiosity, możliwość stosowania kolorów w oświetleniu), usprawnione algorytmy optymalizacji widoczności, oraz pełne wsparcie dla sprzętowej akceleracji renderingu. Przyczyniło się to do poprawy jakości prezentacji, wykorzystującej w pełni graficzny potencjał komputera.

W trakcie wykonywania modelu zdecydowano o jego wykonaniu w dwu wariantach. Podyktowane to zostało trudnościami z ustaleniem rodzaju stropu pomiędzy kondygnacjami wewnątrz donżonu mieszkalnego. A. Szyszko-Bohusz w swej rekonstrukcji nie precyzuje, czy w wieży mieszkalnej powinny znaleźć się stropy drewniane, czy pomieszczenia powinny być przesklepione.

Przy wykonywaniu modelu przestrzennego w celu wykorzystania go do wizualizacji interaktywnej VR, konieczne jest ujawnienie logicznego układu komunikacji, niewątpliwie istniejącego w zamyśle budowniczego, w celu udostępnienia wirtualnemu zwiedzającemu wszystkich części budynku. W przypadku zastosowania sklepień pojawił się kolejny problem: A. Szyszko-Bohusz sugeruje umieszczenie schodów wiodących na górę w południowym murze wieży, jednak ze względów konstrukcyjnych kontynuacja klatki schodowej na wyższych kondygnacjach

wydać się wydaje się wątpliwa. Jednocześnie, inaczej niż w przypadku stropów drewnianych, w sklepieniu trudno umieścić otwór, w celu zlokalizowania w nim schodów.

W związku z powyższym, model trójwymiarowy wykonano w dwu wariantach:

- w pierwszym wariantcie powyżej pierwszej kondygnacji zastosowano drewniane stropy i schody, dzięki czemu dojść można na najwyższe piętro wieży,
- w drugim wariantcie w całej wieży mieszkalnej zastosowano sklepienia kolebkowe, w związku z czym zwiedzający miałby dostęp do górnych kondygnacji jedynie pod warunkiem zastosowania skomplikowanych rozwiązań konstrukcyjnych, umożliwiających umieszczenie otworu i schodów w sklepieniu

Porównanie przestrzeni i kondygnacji przekrytej stropem drewnianym i przesklepionej przeprowadzono na rys. 88.

4.1.2.1. Wstępne wnioski z eksperymentu

A. Konstatacje architektoniczno-historyczne

Wykryto pozostające do wyjaśnienia wątpliwości dotyczące stropów w wieży mieszkalnej i komunikacji pionowej pomiędzy kondygnacjami. Jednocześnie wizualizacja potwierdziła spodziewane walory estetyczne i architektoniczne zrekonstruowanej przez A. Szyszko-Bohusza bryły zespołu lednickiego.

B. Konstatacje metodologiczne

Rekonstrukcja komputerowa sprawdziła się zatem jako metoda analizy rzeczywistości geometrycznej i strukturalnej, oraz architektonicznej percepcji bryły i wnętrza obiektu.

Zaobserwowano również technologiczny postęp w stosunku do poprzedniej wersji oprogramowania, polegający na pełniejszym wykorzystaniu sprzętowych możliwości przetwarzania obrazu, oraz szereg ułatwień w edycji „wirtualnego świata”.

Narzędzie informatyczne sprawdziło się również przy wariantowym opracowaniu bryły obiektu, umożliwiając szybkie wykonanie niezbędnych zmian w modelu trójwymiarowym, a następnie pozwalając ocenić jego skutki. Niestety w dalszym ciągu program nie obsługuje krzywych parametrycznych, co odbija się w prezentacji na jakości łuków i sklepień; nie poprawiono także niedogodności związanych z wymianą danych z innymi programami do modelowania przestrzennego.

4.1.3. Architektoniczna rekonstrukcja komputerowa hipotezy według A. Grygorowicza (1985)

Rekonstrukcję wykonano w ramach projektu badawczego KBN „Podstawy rekonstrukcji wczesnodziejowego zespołu rezydencjonalno-obronnego i sakralnego na Ostrowie Lednickim” w roku 1998. Wykonano wówczas rekonstrukcję komputerową w oparciu o hipotezę A. Grygorowicza z roku 1985 r. Była to pierwsza wizualizacja komputerowa reliktywów lednickich (zob. rys. 89).



Rys. 89. Interaktywna rekonstrukcja komputerowa (1998) hipotezy według A. Grygorowicza (1985) (opracował autor)

Zdecydowano, że wizualizacja będzie opierała się o założenie interaktywności wizualizacji, tym samym przyjęto konwencję desktop VR. Interaktywną rekonstrukcję komputerową wykonano w oparciu o engine Quake1. Początkowo wykorzystywano jedynie rendering softwareowy, a następnie oparty o przetwarzanie wspomaganie sprzętowo (GLQuake +S3 Virge/Diamond Monster 3D). Spowodowało to znaczący wzrost jakości prezentacji — szybkości i jakości obrazu (filtrowanie tekstur, zwiększona rozdzielczość). Proces rekonstrukcji komputerowej przebiegał podobnie jak w przypadku rekonstrukcji według A. Szyszko-Bohusza (rozd. 4.1.2).

Prezentacji tak wykonanej wizualizacji dokonano w siedzibie Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy w roku 1998 w gronie zespołu interdyscyplinarnego. Przeprowadzona prezentacja i rozpoczęta na niej dyskusja udowodniła przydatność tego typu wizualizacji jako metody wspomagającej postępowanie badawcze prowadzące do poprawnego zrekonstruowania obiektów zabytkowych.

Niestety techniczne ograniczenia engine wizualizacyjnego i szybkość sprzętu nie pozwalały na pełne oddanie niektórych elementów budowli. Stopień komplikacji obiektu, a szczególnie ilość krzywizn w modelu, wpływał na szybkość prezentacji. Ponadto stosowana wersja oprogramowania nie zawierała możliwości tworzenia przestrzennych krzywych parametrycznych, które trzeba było symulować za pomocą wielu brył o płaskich ściankach.

4.1.3.1. Wstępne wnioski z eksperymentu

A. Konstatacje architektoniczno-historyczne

Wykonana rekonstrukcja komputerowa pomimo swych niedostatków technicznych potwierdziła zawarty w hipotezie efekt wizualny (wrażenia estetyczne) i proporcje bryły. Jednocześnie dzięki interaktywnemu charakterowi wizualizacji (desktop VR) udało się oddać nastrój i klimat wnętrza umożliwiając zwiedzającemu pełniejszą percepcję rekonstruowanej przestrzeni.

B. Konstatacje metodologiczne

W pełni potwierdziły się oczekiwania odnośnie interaktywnego charakteru prezentacji typu Desktop VR, jak

również zdolności prezentacyjne programu, w tym współpraca przez internet.

Ze względu na niedostatki w oddaniu układu geometrycznego obiektu (niezdolność wiernego oddania krzywizn) stwierdzić należy, że stosowane w opisywanej wersji oprogramowanie nie w pełni spełniało pokładane w nim oczekiwania. Niedostatki te można było jednak zrekompensować umiejętnym kształtowaniem modelu, przy jednoczesnym „poświęceniu” szybkości prezentacji na rzecz dokładności oddania bryły.

4.2. Zagadnienie „Arkady Lednickiej” w aspekcie komputerowego wspomaganie projektowania architektonicznego

Jednym z najbardziej interesujących i nie wyjaśnionych dotąd do końca zagadnień, mających bezpośredni związek z palatium lednickim, jest „Arkada Lednicka” ze sztychu hr. E. Raczyńskiego. Poniżej opisano podjętą próbę zastosowania analizy informatycznej do wyjaśnienia niektórych kwestii związanych z tym tematem badawczym.

4.2.1. Zgromadzenie i analiza materiałów źródłowych

Dane wyjściowe do przeprowadzenia eksperymentu stanowiły:

- przegląd dotychczasowych publikacji,
- przegląd hipotez rekonstrukcyjnych,
- wnioski z wizji lokalnej,
- mapy i plany Lednickiego Parku Krajobrazowego,
- dokumenty archiwalne, w tym plany zagospodarowania wsi Lednogóra z I poł. XIX w. (współczesne sztychowi).

W materiale zebrany w rozdz. 2.4. odnaleźć można wątek „Arkady Lednickiej” w hipotezach badawczych wielu autorów. Stanowiska na temat hipotetycznego położenia arkady są podzielone:

- Dalbor, Grygorowicz (zob. rys. 90), Kaszubkiewicz umiejscawiają arkadę w „wielkiej sali” w palatium;

- najnowsze opracowanie, wykonane w zespole Żurowska, Rodzińska-Choraży, Biedroń, Łastowiecki, Węławowicz, Wrzesiński, wskazuje na arkadę jako element wału obronnego, w jego części południowo-wschodniej, lub zachodniej;
- niektórzy autorzy negują usytuowanie arkady na Ostrowie Lednickim, zakładając niewiarygodność przekazu hr. E. Raczyńskiego (Wrzesiński J., 1996)⁷⁴.

W ramach niniejszych rozważań, uznano za celowe podjęcie próby weryfikacji powyższych hipotez, zakładając roboczo (za A. Grygorowiczem⁷⁵), że przedstawiony na sztychu łuk arkadowy jest elementem tak zwanej „wielkiej sali” w części zachodniej palatium.

W ten sposób określono wstępnie położenie łuku arkadowego w kontekście przestrzennym. Po wstępnej analizie przyjęto, że wewnątrz łuku widoczny jest zachodni, lub południowo zachodni brzeg jeziora. W rejonie tym położona jest wieś Lednogóra. Wynika stąd, że budynek widoczny na sztychu powinien stanowić część historycznej zabudowy wsi (zob. rys. 91).

Niestety obecnie nie istnieje żaden obiekt, który byłby porównywalny z przedstawionym przez hr. Raczyńskiego (rys. 92). We wsi Lednogóra istnieje tylko jeden budynek posiadający podobny akcent wysokościowy — kościół, który wzniesiono jednak w późniejszym okresie (koniec XIX w), w związku z czym należy go pominąć w rozważaniach. Należy jednak sprawdzić, czy na zachodnim brzegu jeziora Lednica, we wsi Lednogóra mógł istnieć obiekt wcześniejszy.

Poszukiwania takiego obiektu podjęto, sięgając do map i planów z okresu odpowiadającego przypuszczalnemu terminowi wykonania sztychu.

W wyniku przeprowadzonej kwerendy w Poznańskim Archiwum Państwowym odnaleziono dwie mapy, na których przedstawiona jest wieś Lednogóra:

- Lednogóra–wieś, powiat Gniezno: Gemarkung Lednogóra, Gemarkungskarte in ein Blatt; mapa obrębowa w zbiorze map katastralnych, oryginał — brak danych, kopie 1863, 1831 (Gniezno 134). (rys. 94)
- Lednogóra folwark i wieś (Projekt?): Karte vom Gute Lennagóra im Gnesener Kreise. Kopia oryginału mapy z 1831 roku w skali 1:5000. Mapa w zbiorach Landratura Gniezno, autor nieznan (Gniezno 44) (rys. 95).

Na mapach tych odnaleziono obiekt położony nad brzegiem jeziora Lednica, którego zarys w planie oraz umiejscowienie sugerują, że mógł być to dwór, będący centralną częścią założenia folwarcznego, którego charakterystyczny zarys można rozpoznać w planie wsi; znalazł się on także na wyżej wspomnianym projekcie urbanistycznym nieznanego autora (Gniezno 44, w zbiorach Landratura Gniezno).

Domniemany pałac znajduje się na przecięciu głównej osi kompozycyjnej wsi Lednogóra, (wschód–zachód), oraz osi założenia folwarcznego (północ–południe). Jednocześnie w zarysie obiektu rozpoznać można środkowy ryzalit, którego rozwinięcie przestrzenne w formie wieży zaobserwować można na rycinie przypisywanej hrabiemu Raczyńskiemu (zob. rys. 6, 92). Należy zaznaczyć, że podobne, niemal symetryczne założenie przestrzenne (wieś i folwark) znajdowało się po przeciwnej stronie jeziora, we wsi Dziekanowice⁷⁶.

Kolejnym elementem badanej hipotezy były łuki arkadowe. Podjęto próbę ich skonfrontowania ze sztychem hr. Raczyńskiego, koncepcją rekonstrukcyjną W. Dalbora oraz z mapami archiwalnymi. Przyjęto, że w modelu komputerowym zostaną one odtworzone według hipotezy rekonstrukcyjnej W. Dalbora⁷⁷; za podaną przez autora ryciną (rys 16, 93) i podziałką przyjęto ich gabaryty, wysokość i strzałkę łuku.

Na brzegu jeziora, na wschodnim krańcu wsi zaznaczony na czerwono obrys obiektu, najprawdopodobniej o charakterze pałacowym. (Czarna kreska w poprzek mapy jest odbiciem łącznika pomiędzy arkuszami wykonanego z ciemnego płótna)

4.2.2. Wprowadzenie danych do systemu CAD

W pierwszej kolejności do systemu Autocad wprowadzono mapy rastrowe. Do analogowego podkładu wysokościowo-sytuacyjnego dodano kolejno:

- mapę archiwalną, obrębowa (rys. 94)
- szczegółowy podkład poziomicowy wyspy lednickiej
- plan ruin

Wszystkie wyżej wymienione mapy wprowadzono do trójwymiarowej przestrzeni wirtualnej Autocada 2000 i zestrojono je pod względem skali, usuwając zniekształcenia. Należy zaznaczyć, że korelacja danych analogowych pochodzących z różnych źródeł sprawiać może problemy nie tylko w przedstawionym eksperymencie, ale również w pracach projektowo-aplikacyjnych. Zniekształcenia powstające w procesach powielania map i planów trudno zniwelować nawet przy użyciu zaawansowanego programowania. Brak danych o terenie w postaci cyfrowej pozwala na uzyskanie informacji jedynie w pewnym przybliżeniu. Uznano że efekt osiągnięty przy zastosowaniu wybranego oprogramowania jest zadowalający i pozwala na kontynuowanie prac. W ten sposób dokonano integracji danych o różnej skali dokładności w jeden system koordynat przestrzennych.

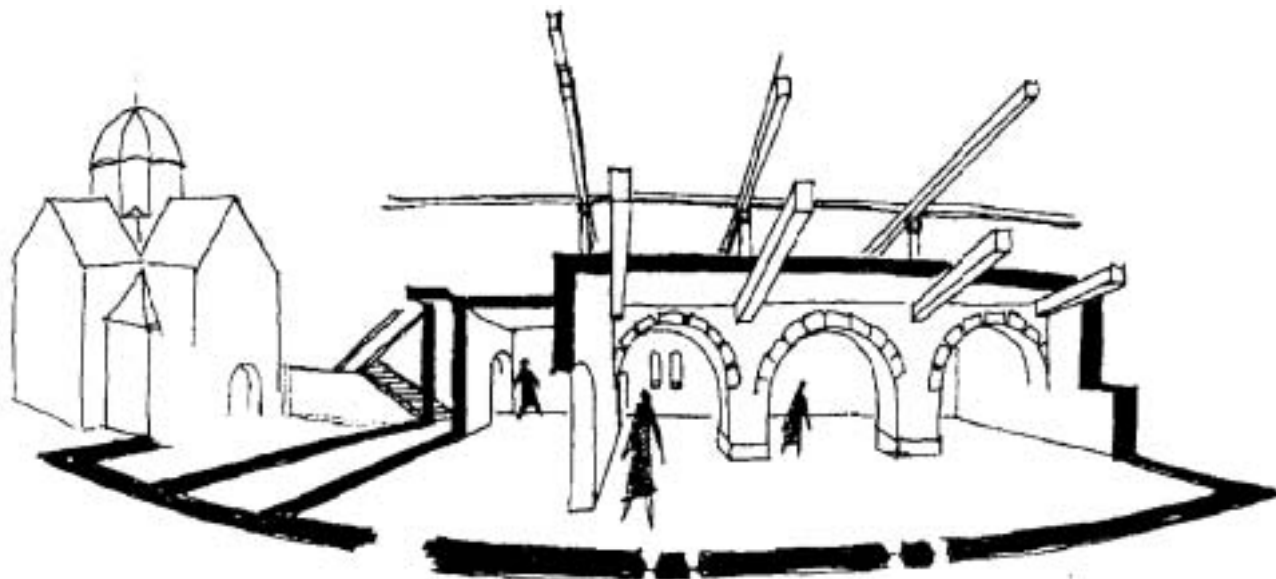
Następnie na tej kanwie zbudowano przestrzenny model cyfrowy wyspy pozwalający na odtworzenie domniemanej wysokości punktu obserwacji. Dane przyjęto na

⁷⁴ Wrzesiński J., 1996.

⁷⁵ Hipoteza zawarta w: „Podstawy rekonstrukcji wczesnodziejowego zespołu rezydencjonalno-obronnego i sakralnego na Ostrowie Lednickim” red. Grygorowicz A., Tobolski K., 1998

⁷⁶ Szerszy opis założenia folwarcznego i kompozycji przestrzennej Dziekanowice znaleźć można w: Siewczyński B., Rewitalizacja zespołu folwarcznego w Dziekanowicach na tle aranżacji wczesnodziejowego Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy, praca dyplomowa magisterska, Poznań-Lednica 1996 (archiwum Wydziału Architektury Politechniki Poznańskiej).

⁷⁷ Dalbor W. 1959, s. 172 – 288



Rys. 90. Ideogram konstrukcji wnętrza w II fazie według A. Grygorowicza. (za: Grygorowicz A. 1998)



Rys. 92. Zbliżenie domniemanego zachodniego brzegu jeziora Lednica wraz ze znajdującym się na nim obiektem (fragment sztychu według hr. E. Raczyńskiego)

podstawie podkładu wysokościowego i powszechnie przyjmowanej w wizualizacji architektonicznej przeciętnej wysokości człowieka. W dalszej kolejności wymodelowano łuki arkadowe korzystając z opisu zawartego w rekonstrukcji W. Dalbora. Zastępnie osadzono je, korzystając z wprowadzonego wcześniej planu Ostrowa Lednickiego i szczegółowego planu ruin.

W miejscu, gdzie znajdować się mogła domniemana budowla pałacowa wstawiono uproszczony obiekt w kształcie

nawiązującym do przedstawionego na rycinie. Tym samym w przestrzeni cyfrowej zbudowanej na podstawie materiałów źródłowych odtworzono główne elementy sytuacji przestrzennej ukazane na rycinie (zob. rys. 96).

4.2.3. Odnalezienie związków przestrzennych

Po odtworzeniu sytuacji przestrzennej, w której znajdować się mógł przedstawiony łuk arkadowy, przestąpiono do wykonania ujęcia perspektywicznego zgodnego z przedstawionym na rycinie hr. Raczyńskiego, stosując metody charakterystyczne dla planowania urbanistyczno-architektonicznego w odniesieniu do detekcji projektowanych i zastanych związków przestrzennych.

Otrzymany rezultat w formie nałożenia obrazu komputerowego na oryginalną rycinę przedstawia rys. 97.

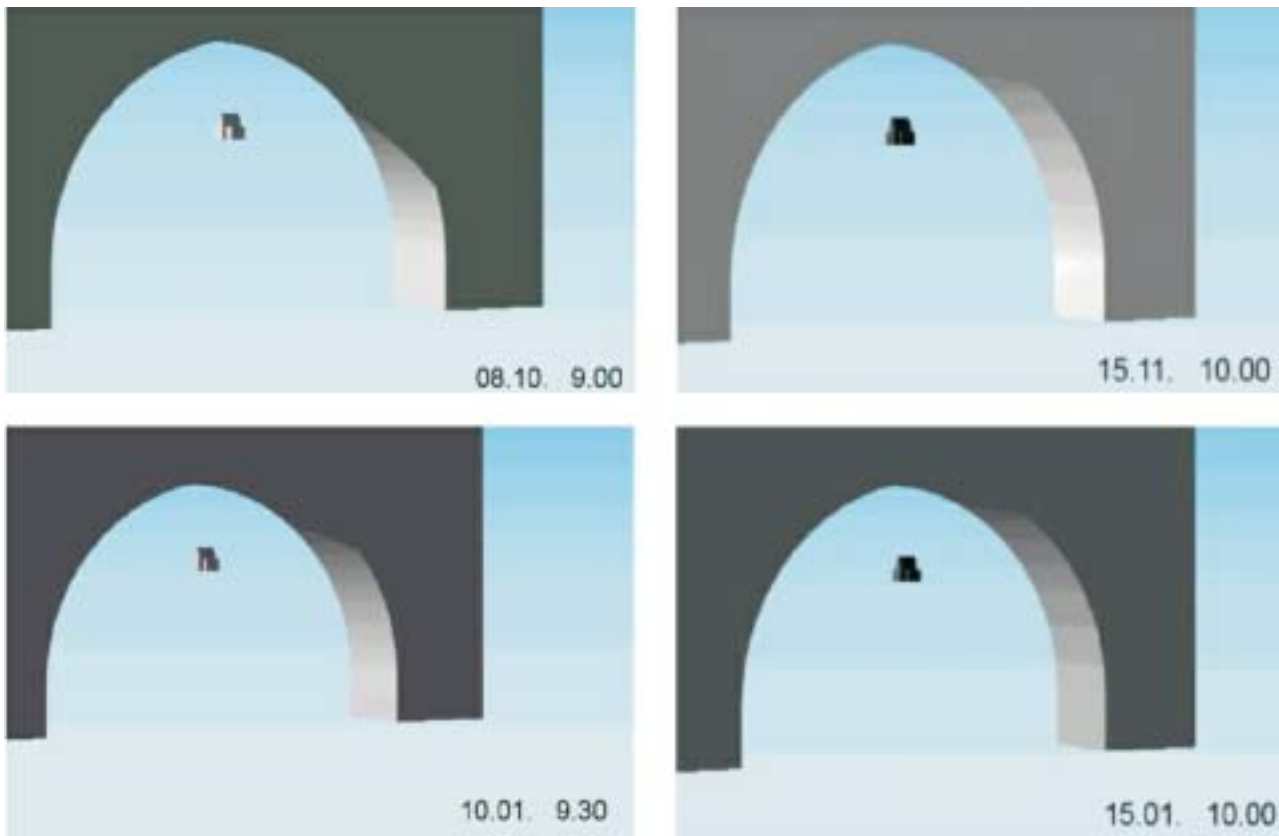
4.2.4. Zastosowanie metody analizy cieni

W celu identyfikacji przestrzennej łuków arkadowych zastosowano ponadto metodę analizy cieni. Pozwoliła ona na zweryfikowanie hipotezy rekonstrukcji, przy przyjęciu następujących założeń:

- dzięki przekazom historycznym zebranych przez J. Fogla⁷⁸ znamy przypuszczalny termin pobytu hr. Raczyńskiego na wyspie — sierpień 1842 r.
- położenie obiektu determinuje układ cieni w powiązaniu z porą dnia i roku.

Stosowane w eksperymencie oprogramowanie umożliwia odtworzenie warunków oświetlenia po podaniu daty, godziny i położenia geograficznego. W oparciu o wcześniej wykonany model dokonano symulacji oświetlenia dla wybranych pór dnia i roku. Wyniki przedstawia rys. 98.

⁷⁸ Fogel J., 1996.



Rys. 98. Symulacja oświetlenia komputerowej rekonstrukcji „Arkady Lednickiej”

4.2.5. Wstępne wnioski z eksperymentu

A. Konstatacje metodologiczne

Należy stwierdzić, że wybrane oprogramowanie (Autocad 2000) wykazało swoją skuteczność jako instrument badawczy służący wykryciu prawidłowości wstępnie stawianych hipotez badawczych, umożliwiając przeprowadzenie eksperymentu w założonym wstępnie zakresie.

Poza analizą geometryczną i planistyczną, możliwości wybranego instrumentu badawczego zainspirowały przeprowadzenie eksperymentu dodatkowego — badania za pomocą analizy cieni.

B. Konstatacje natury historyczno-architektonicznej

1. Analiza geometryczna i analiza osi widokowej wykazują zbieżność z ryciną opublikowaną przez hr. Raczyńskiego, potwierdzając tym samym stawianą hipotezę.

2. Analiza cieni potwierdza prawidłowe umiejscowienie łuku arkadowego, nie w pełni jednak zgodna jest z domniemanym terminem pobytu hr. Raczyńskiego na Lednicy. Jak odczytać można z rys. 98 największa zbieżność z ryciną występuje dla października. Należy jednak podkreślić, że wiele elementów ryciny, w tym sposób oświetlenia stanowić może efekt wizji artystycznej rysownika, a później stalorytnika, wykonującego ilustrację książki na podstawie szkicu autopsyjnego. Należy zauważyć jednocześnie, że tendencję

do „spłaszczania” cienia wykazują również późniejsze kopie ryciny (przedstawiane między innymi przez J. Fogla⁷⁹) (rys. 99); wyostrenie cienia poprawiać mogło w przekonaniu autorów dramatyzm i „nastrojowość” rysunku.

W związku z niepewnym charakterem tego dowodu należy uznać jego rolę jako pomocniczą, niemniej potwierdzającą hipotezę.



Rys. 99. Arkada na Ostrowie Lednickim (kopia I. Polkowski 1876⁸⁰)
Widoczne skrócenie cienia wewnątrz łuku w stosunku do oryginalnego szkicu (zob. rys. 97)

⁷⁹ Fogel J., 1996

⁸⁰ Polkowski I., 1876.

5. Analiza wyników

Jak opisano w rozdziale 4, dzięki zastosowaniu metod komputerowych w architektonicznych badaniach rekonstrukcyjnych udało się zweryfikować szereg hipotez badawczych, dotyczących zarówno zagadnień architektoniczno-historycznych (rozdz. 4.1.) jak i rozpoznania planistycznoprzestrzennego (rozdz. 4.2.). Na podstawie rezultatów praktycznych i merytorycznych przeprowadzonych eksperymentów, oraz obserwacji ich przebiegu, można sformułować uwagi i spostrzeżenia istotne dla procesu architektonicznej rekonstrukcji komputerowej relikwów Ostrowa Lednickiego.

Na podstawie opisanych badań stwierdzić można, że wybrane instrumenty badawcze umożliwiają przeprowadzenie eksperymentów w planowanym zakresie.

Dzięki przeprowadzeniu dokładnej cyfrowej analizy planimetrycznej wykryto niedokładności analizy rzutu relikwów lednickich w hipotezie rekonstrukcyjnej zespołu K. Żurowskiej; precyzyjne usytuowanie obiektów w przestrzeni cyfrowej było podstawą w eksperymencie dotyczącym arkady lednickiej. Należy więc stwierdzić, że stosowane metody usprawniają przeprowadzanie szczegółowych i rzetelnych analiz rzutu obiektu, szczególnie analiz planimetrycznych. Zastosowanie cyfrowego narzędzia pozwala więc na dokonywanie badań z większą dokładnością, i korektę hipotez rekonstrukcyjnych przeprowadzanych metodami tradycyjnymi. (zob. rozdz. 4.1.1. p..A; podobnie M. Schwarz, E. Schmidinger, A. Vogt, Walchhofer H. P., zob. rozdz. 3.1.1.).

Prawidłowe ukształtowanie bryły rekonstruowanego obiektu wpływa w bezpośredni sposób na wyciąganie wniosków merytorycznych. Podstawę tego procesu stanowi analiza percepcyjna wewnątrz, dokonana w oparciu o wizualizacje komputerowe, ze szczególnym uwzględnieniem wizualizacji interaktywnych desktop VR. Dotyczy to zarówno aspektów historyczno-rekonstrukcyjnych, architektonicznych jak i budowlanych. Świadczą o tym wnioski zamieszczone w rozdz. 4.1. Analiza percepcyjna dokonana na podstawie wizualizacji przyczynić się może również do sformułowania spostrzeżeń natury funkcjonalno-ergonomicznej dotyczącej domniemanego przeznaczenia obiektu. Wrażenie przebywania w budynku osiągnięte dzięki metodom VR wspomaga prawidłowe pojmowanie badanej przestrzeni (zob. rozdz. 3.2.2., i 4.1.1.4.).

Stosowanie metod komputerowych w przeprowadzonych eksperymentach wymuszało precyzyjne „wirtualne”

wzniesienie pełnej struktury budynku. Przyczyniło się to do wykrycia niedokładności i niedociągnięć (zob. rozdz. 4.1.3. 4.1.1.4., 4.1.1.5.) w bryle budynku zrekonstruowanej w sposób tradycyjny i umożliwiło skorygowanie ich w modelu komputerowym. Niedociągnięcia wykryto w fazie analizy geometrycznej struktury budowli.

Przeprowadzenie eksperymentu dotyczącego zagadnienia Arkady Lednickiej wykazało, że dzięki stosowaniu proponowanych metod możliwe jest rozpatrywanie badanych obiektów w kontekście ich otoczenia — przestrzennego, kulturowego i urbanistycznego (zob. rozdz. 4.2.).

Wykonane opracowania wizualizacyjne, szczególnie typu desktop VR, przekonują o celowości wykonywania rekonstrukcji wirtualnych w celu popularyzowania wyników badań. Przeprowadzone doświadczenia wykazały również możliwość zastosowania do prezentacji edukacyjnych materiałów wprost z wykorzystywanej do badań aplikacji CAD. Otwiera to możliwości szybkiego, sprawnego i taniego sporządzania rzetelnych i aktualnych prezentacji oświatowych.

W procesie przygotowywania opracowania komputerowego wydzielić można kolejne etapy, które opisano w rozdz. 4.1. i 4.2. W zależności od specyficznego charakteru wykonywanego opracowania w przebiegu prac badawczych wystąpić mogą różnice. W wykonywanych badaniach znaczenie dla przebiegu postępowania miały: charakter i dokładność danych źródłowych, rodzaj danych źródłowych, zakres opracowania, użyta metoda wizualizacyjna i decyzje o zastosowaniu dodatkowych metod badawczych (np. analiza cieni w przypadku Arkady Lednickiej). Podobne etapowanie zaobserwować można również w przykładach podanych w rozdz. 3.1.1.

Zastosowanie instrumentarium CAD pozwala na sprawne łączenie materiałów źródłowych różnego pochodzenia: analogowych (rastrowych — skanowane mapy, plany, rzuty rekonstruowanych obiektów) i cyfrowych (mapy cyfrowe, modele przestrzenne), co okazało się niezbędne przy przeprowadzaniu eksperymentów, i co opisano w rozdziałach: 4.1.1.1., 4.1.2, 4.1.3, 4.2. Jednocześnie wybrane oprogramowanie CAD umożliwia łączenie wyżej wspomnianych danych z modelami przestrzennymi (zob. rozdz. 4.2.2.).

W trakcie przeprowadzania dalszych badań rekonstrukcyjnych przy użyciu metod komputerowych zwrócić należy baczniejszą uwagę na kwestię detalu architekto-

nicznego, wystroju wewnętrznego i zastosowanych materiałów. Głębsze rozpoznanie wyżej wymienionych zagadnień przyczyni się do pełniejszego oddania charakteru relikwów lednickich.

Analiza porównawcza efektów wizualizacji komputerowej (zob. rys. 81) metodami „tradycyjnymi” (rendering w profesjonalnej aplikacji CAD) i alternatywnymi wykazuje, że stosując te ostatnie, uzyskać można porównywalne, lub lepsze rezultaty. Zaznaczyć również należy, że za pomocą metod alternatywnych uzyskano interaktywną wizualizację typu desktop VR. Rodzaj użytych narzędzi informatycznych umożliwi również popularyzację wyników badań za pomocą internetu, lub stałej ekspozycji multimedialnej. Można więc przyjąć, że narzędzi tych nie należy lekceważyć również jako potencjalnego efektywnego instrumentu badawczego w procesach projektowych i rekonstrukcyjnych. Zastosowanie obu opisanych (w rozdz. 3.2.3.) i alternatywnych instrumentów wizualizacyjnych w ramach eksperymentu dotyczącego jednego obiektu (zob. rozdz. 4.1.1.4.), upoważnia do przeprowadzenia analizy porównawczej obu narzędzi pod kątem przydatności

i efektywności ich zastosowania w procesie rekonstrukcji, i projektowej wizualizacji architektonicznej (tabela 4).

Należy stwierdzić że problem stanowi wymiana danych pomiędzy programami. Zanotowano przypadki występowania nieprzewidywalnych i przypadkowych pomyłek przy konwersji brył i koordynat tekstur, źródeł światła czy punktów obserwacji (kamer) (konwersja .dwg — .wrl).

Problemy następcza również różna interpretacja danych modelu trójwymiarowego przez karty graficzne różnych typów i ich specyficzne oprogramowanie. Przykładem może być model wykonany w VRML, którego wygląd zależy od zastosowanej konfiguracji sprzętu komputerowego. Nawet przy użyciu tej samej karty graficznej model wygląda inaczej w przypadku zastosowania renderowania softwareowego, lub korzystania z bibliotek OpenGL czy DirectX. Rysunek 100 ukazuje porównanie kadrów wizualizacji interaktywnej wykonanej z użyciem VRML, na których zaobserwować można różnice i błędy w wyświetlaniu tego samego modelu przestrzennego w zależności od kombinacji sprzęt/oprogramowanie. Przeglądarki VRML wyposażone są jednak w możliwość wyboru sposo-

Tab. 4. Analiza porównawcza alternatywnych metod wizualizacyjno-prezentacyjnych pod kątem ich przydatności i efektywności zastosowania w świetle wykonanych badań nad relikwami lednickimi

		VRML	Q3	uwagi:
MODEL	tworzenie modelu	w dowolnym programie do edycji 3D posiadającym funkcję zapisu do VRML lub konwersja poprzez programy trzecie	producent dostarcza zaawansowany edytor 3D lub skomplikowana konwersja przez programy trzecie, efekty często z błędami	edytor rozpowszechniany z Q3 może konkurować z profesjonalnymi produktami komercyjnymi; poważnie sfinalizowane jest skorzystanie z modelu stworzonego w innym programie
	jakość modelu	zależna od konwersji i programów trzecie, brak obsługi krzywych parametrycznych	wysoka, obsługa krzywych parametrycznych	
	łatwość i możliwość wprowadzania zmian w modelu	zależy od użytego oprogramowania edycyjnego dla modelu 3D	wbudowany edytor	
PREZENTACJA	niezależność sprzętowa i programowa prezentacji	dostateczna	bardzo dobra	
	jakość prezentacji	w dużym stopniu zależna od sprzętu i wersji systemu operacyjnego i przeglądarki. W praktyce zachodzi konieczność dostosowania parametrów przeglądarki do używanego sprzętu.	wysoka jakość prezentacji, praktycznie niezależna od oprogramowania i systemu komputerowego	w prezentacjach VRML zauważono błędy w wyświetlaniu brył i tekstur. Odmiennie Q3, który wykorzystuje zaawansowane technologie w przetwarzaniu obrazu 3D
UŻYTECZNOŚĆ	łatwość obsługi	zależna od przeglądarki	intuicyjna, wygodna	
	możliwość zintegrowania z prezentacją WWW	łatwa, efektywna	tylko poprzez podanie adresu i informacji o serwerze	Prezentacji Q3 nie można załadować na stronie www (np. w ramce). Q3 jest osobnym programem nie powiązany z przeglądarką internetową
	możliwość wykonania stałej ekspozycji multimedialnej	istnieje	istnieje	
	opcje i funkcje dodatkowe, pluginy	dostępne za darmo w internecie, zainstalowanie i używanie wymaga specjalistycznej wiedzy	dostępne za darmo w internecie, łatwa instalacja	
INTERNET KOMUNIKACJA	szczęśliwość przez internet	funkcja wbudowana	funkcja wbudowana	
	telepresence	wymaga dodatkowego pluginu	funkcja wbudowana	
	avatar	wymaga dodatkowego pluginu	funkcja wbudowana	
	komunikacja głosem	wymaga dodatkowego pluginu	wymaga dodatkowego pluginu	
	komunikacja tekstowa	wymaga dodatkowego pluginu	funkcja wbudowana	
	koszt	darmowe	-50 PLN kompletne środowisko wizualizacyjno - edycyjne	

bu przetwarzania grafiki, co umożliwi wybór optymalnej konfiguracji środowiska graficznego.

Należy stwierdzić, że środowisko Autocad w wersji 2000 umożliwiło przeprowadzenie zamierzonych badań w planowanym zakresie (rekonstrukcja komputerowa wg hipotezy K. Żurowskiej, A. Grygorowicza, A. Szyszko-Bohusza, oraz zagadnienie Arkady Lednickiej). Jednocześnie można zauważyć adaptatywność i elastyczność w działaniu w różnych skalach (pojedynczy obiekt — identyfikacja w kontekście otaczającej przestrzeni). Zauważono jednak wiele mankamentów, w tym szczególnie niedostateczne wykorzystanie możliwości przyspieszania sprzętowego grafiki, oraz zdarzające się błędy w konwersji modeli trójwymiarowych (teksturowanie, aproksymacja krzywych).

Na podstawie otrzymanych wyników i weryfikacji hipotez rekonstrukcyjnych, można stwierdzić przydatność aplikacji wykorzystujących Desktop VR. Wykazały one swoją skuteczność zarówno w trakcie budowy modelu trójwymiarowego (zob. rozdz. 4.1.1.3.), jak i wizualizacji interaktywnych (zob. rozdz. 4.1.1.4.), przyczyniając się do weryfikacji hipotez rekonstrukcyjnych (zob. rozdz. 4.1.1.4. i 4.1.1.5.).

Istotne okazało się dobranie odpowiedniego kąta widzenia (ogniskowej „wirtualnej kamery”) (zob. rys. 101). Pomimo że najbardziej naturalnie odbiera się obraz przy kącie widzenia (cg_fov) 60 – 70, to praktyczne doświadczenia wykazały, że obiekt obserwuje się najlepiej przy kącie 90 – 110, szczególnie we wnętrzach. Szeroki kąt widzenia zapewnia identyfikację przestrzenną, natomiast wąski kąt widzenia obejmuje jedynie mały wycinek obserwowanej przestrzeni. Jak się wydaje, zależności te wynikają z charakteru Desktop VR, gdzie obserwacji dokonuje się na ekranie komputera. Przy szerokim kącie widzenia „kamery” wzrok skupia się na niewielkiej przestrzeni ekranu (pole wyraźnego widzenia oka ludzkiego)⁸¹. W tym obszarze zakłócenia wywołane szerokim kątem widzenia „wirtualnej kamery” są niewielkie. Pozostały obszar ekranu zapewnia widzowi „identyfikację przestrzenną”, umożliwiając prawidłowe odczytanie kierunku obserwacji, oraz zmiany jej szybkości i kierunku.

Zaobserwowano jednocześnie, że kąt obserwacji należy dobierać indywidualnie dla użytkownika prezentacji desktop VR, ponieważ niektóre osoby miały trudności z przystosowaniem się do zbyt szerokiego lub zbyt wąskiego kąta obserwacji, odbierając go jako „nienaturalny”, co wywoływało dezorientację w prezentowanej przestrzeni wirtualnej.

Przy zastosowaniu technologii stereoskopowej, wraz ze specjalnymi okularami polaryzującymi się naprzemiennie dla obu oczu w sprzężeniu z częstotliwością odświeżania obrazu monitora, uzyskać można efekt pozornej głębi przestrzennej. Technika ta może dawać jednak mylne re-

zultaty, ponieważ na percepcję wyświetlanej przestrzeni wpływa wiele nie definiowalnych czynników (oddalenie głowy od monitora, rozstaw oczu, wada wzroku obserwatora, jakość monitora, wewnętrzne ustawienia funkcji stereoskopowych dla karty graficznej i monitora).

W oparciu o przeprowadzone prace można dokonać analizy porównawczej zagrożeń wynikających z zastosowania technik informatycznych z możliwościami otwierającymi się dzięki ich zastosowaniu. Porównanie takie ukazuje tabela 5.

Na podstawie przeprowadzonych prac poczynić można również kilka uwag w celu dokonania analizy porównawczej metod tradycyjnych i metod przedstawionych w pracy, wykorzystujących warsztat informatyczny.

W rekonstrukcji komputerowej efekt wizualny jest bezpośrednim wynikiem prac nad strukturą budynku — „wirtualną” budową. Gwarantuje to niejako większą wiarygodność otrzymanych rezultatów w stosunku do metod tradycyjnych, gdzie efekt rekonstrukcji jest pomocą dla intuicji przestrzennej badacza, popartej szkicami autorskimi, a tym samym wypadkową umiejętności rysunkowych. Nie należy jednocześnie wpaść w pułapkę lekceważenia rysunku odręcznego, jako metody badania projektowanej lub rekonstruowanej przestrzeni. Szkic autorski, notatka rysunkowa jest bowiem podstawową formą zapisu formy⁸². Na etapie konkretyzacji zapisu przestrzeni, zastosowanie precyzyjnego i obiektywnego narzędzia informatycznego ujawnić jednak może niedociągnięcia w rekonstrukcjach przygotowanych metodami tradycyjnymi.

Przy zastosowaniu metod komputerowych udało się uzyskać pełniejszy odbiór plastycznego i architektonicznego wyrazu rekonstruowanego obiektu. Dzięki unikalnym właściwościom nowoczesnych technologii Virtual Reality badacz (obserwator) lepiej odczuwa otaczającą go przestrzeń. W rekonstrukcji tradycyjnej pod uwagę brana jest jedynie struktura obiektu, jako efekt przemyśleń natury historycznej. Odbiór wizualny obiektu, aspekt „wrażeniowości” jest najczęściej pomijany, lub poświęcany na rzecz poprawności merytorycznej i zgodności z przykładami literaturowymi. Rola efektów świetlnych, gra kształtów, efekty przestrzenne nieprzewidywalne przy zastosowaniu tradycyjnego instrumentarium, łatwo rozpoznać przy zastosowaniu metod komputerowych (zob. rozdz. 4.1.1.3, 4.1.1.2, rys. 80, 84). Rolę decydującą w ocenie jakości przestrzeni pełnią więc przeżycia i doznania estetyczne i psychiczne⁸³ w trakcie wirtualnych oględzin obiektu, których pełniejsze przywołanie umożliwia proponowana metoda badawcza. Samodzielne przemierzanie wirtualnej przestrzeni za pomocą Desktop VR pozwala na wzbogacenie percepcji projektowanych lub rekonstruowanych struktur architektonicznych, o element ruchu i następstwa czasowego w trakcie dokonywanych obserwacji. Jak pisze A. Bańka: „(...) Wszelkie doznania związane z przedmiotami lub

⁸¹ Jaśkiewicz J. 1966.

⁸² Fikus M., 1991.

⁸³ Badanie konkretnych, nazwanych przeżyć wizytującego jako metodę analizy rekonstruowanej przestrzeni podczas obserwacji modeli komputerowych dyskutują między innymi A. Brown i A. Simpson., *Historical Critique and Design Interrogation through CAAD*; w: materiały konferencji CAD Creativeness, Białystok 1996.

Tabela 5 Analiza porównawcza zagrożeń wynikających z zastosowania technik informatycznych z możliwościami otwierającymi się dzięki ich zastosowaniu

	Zagrożenia wynikające z zastosowania technik informatycznych	Możliwości otwierające się dzięki zastosowaniu metod wspomaganie komputerowego
1.	Tendencja do nieświadomego podporządkowania tematu technicznym możliwościom narzędzi i ograniczeniom współczesnych metod badawczych	Zdolność do poprawnego kształtowania bryły i jej korekcji, nie obciążona subiektywnym odbiorem i ograniczenie możliwości popełnienia błędów warsztatowych dzięki nowym możliwościom narzędzia.
2.	Realne, obiektywne ograniczenie możliwości przedstawienia bryły spowodowane limitacjami technicznymi narzędzia.	Umożliwienie sprawdzania rozwiązań przestrzennych, których prawidłowe rozpoznanie jest niemożliwe lub uciążliwe przy użyciu metod tradycyjnych i technik analogowych.
3.	Problem z doбором instrumentu badawczego, a co za tym idzie z wyborem metodologii postępowania badawczego, spowodowany wielością proponowanych rozwiązań i obserwowanym tempem rozwoju technik informatycznych.	Możliwość dobrania narzędzia do konkretnego zadania z pośród szerokiego wachlarza instrumentów informatycznych.
4.	Brak czytelnej metodologii postępowania w architektonicznych eksperymentach badawczych.	Sposobność określania własnych metod postępowania w zależności od obiektu badań i określenia spodziewanych rezultatów pracy.
5.	Tendencja do narzędziowego, pomocniczego traktowania komputerowych metod badawczych, ograniczająca inwencję w postępowaniu badawczym.	Zastosowanie metod informatycznych i odejście od metod tradycyjnych implikuje zmianę powszechnie obowiązujących, utartych paradygmatów badawczych.
6.	Możliwość uzyskiwania w prosty i szybki sposób wariantowania wprowadzić może stagnację w rozumowaniu na korzyść mechanicznego powielania schematów myślowych	Zdolność do szybkiego wariantowania pobudza do znajdowania nowych rozwiązań
7.	Tendencja do omijania merytorycznej poprawności na korzyść efektów wizualnych	Prawidłowa i sugestywna wizualizacja korzystnie wspiera rozumowanie w zakresie poprawnej interpretacji przestrzeni
8.	Konieczność poświęcania dużej ilości czasu i uwagi na kwestie techniczne nie związane z merytorycznym aspektem badań.	W praktyce badawczej nauk technicznych nowatorstwo warsztatu badawczego stanowi kluczowy element na drodze do postępu badań empirycznych. Uwaga zwrócona w stronę stosowania najnowocześniejszych technik badawczych, w tym informatycznych, procentuje jakością osiąganych rezultatów eksperymentu.
9.	Konieczność posiadania doświadczenia w posługiwaniu się narzędziem informatycznym staje się warunkiem prowadzenia badań	Praktyczna i teoretyczna znajomość współczesnych technologii informatycznych jest niezbędna w pracy badawczej, przy założeniu, że są one bardziej zaawansowane od metod tradycyjnych i dają pełniejsze rezultaty. Odnosi się to również do opartych o technologie komputerowe sposobów wymiany informacji naukowej, z uwzględnieniem zmiany charakteru tradycyjnie rozumianej publikacji jako źródła informacji i zastąpienie jej efektywniejszym medium elektronicznym.
10.	Możliwe trudności na obszarze styku metod tradycyjnych i zaawansowanych metod komputerowych; psychiczny opór przed stosowaniem metod komputerowych u osób przyzwyczajonych do narzędzi tradycyjnych, prowadzący do negowania uzyskiwanych w ten sposób rezultatów.	Możliwość skonfrontowania wyników otrzymanych w sposób tradycyjny i z zastosowaniem współczesnych (alternatywnych) metod informatycznych, a tym samym umożliwienie dogłębnej analizy i wykrycie poprawności stawianych hipotez.
11.	Ze względu na łatwość i szybkość prezentowania wyników prac poprzez zaawansowane media (sieci komputerowe) następuje generowanie „szumu informacyjnego”, co prowadzi do zakłóceń w dostępie do istotnych danych.	Efektywna wymiana informacji w oparciu o techniki informatyczne, zarówno w postaci tekstowej (publikacyjnej) jak i niedostępna innymi (tradycyjnymi) metodami komunikacja w przestrzeni eksperymentu wirtualnego (Virtual Collaborative Environment), a co za tym idzie zdolność koordynacji rozległych interdyscyplinarnych zespołów badawczo-projektowych.
12.	Sugestywna prezentacja błędnych wyników doprowadzić może do dezinformacji, co może być szczególnie niebezpieczne w przypadku badań i ekspozycji architektoniczno-historycznych	Niespotykane dotychczas możliwości prezentacji otrzymanych wyników badań w postaci prezentacji wirtualnych.

zdarzeniami występują w czasie i przestrzeni. (...) W ocenie odległości i głębi decydującą rolę odgrywają liczne jednoznaczne wskaźniki odległości. Najważniejsze z nich to: nakładanie się przedmiotów, perspektywa, światła i cienie, ruch.(...)”⁸⁴.

W świetle powyższego wypada podkreślić rolę architekta, wyposażonego w nowoczesne instrumentarium informatyczne, oraz wiedzę specjalistyczną wspartą wyczuwaniem projektowanej (rekonstruowanej) przestrzeni. Wydaje

się, że proponowane metody, dzięki swym możliwościom prezentacyjno-wizualizacyjnym, są również w stanie wspomóc badaczy nie posiadających wykształcenia architektonicznego (historyków, archeologów, historyków sztuki).

Eksperyment dotyczący Arkady Lednickiej wykazał również, że dzięki zastosowaniu instrumentarium komputerowego przeprowadzić można sprawnie i wiarygodnie analizy obiektów w szerszym kontekście przestrzennym, przy zestawieniu archiwalnych map i planów, modelowa-

⁸⁴ Bańka A., 1984.

nia trójwymiarowego i wreszcie analizy cieni. Przeprowadzenie tak wszechstronnej analizy byłoby przy użyciu tradycyjnego warsztatu o wiele bardziej pracochłonne i czasochłonne.

Należy również zauważyć, że użycie metod komputerowych jako alternatywnego w stosunku do tradycyjnego postępowania badawczego, daje unikalną możliwość

sprawdzenia rezultatów obu opracowań dzięki zastosowaniu analizy porównawczej, przyczyniając się tym samym do obiektywizacji otrzymanych wyników. Istotna jest również możliwość łatwej wymiany danych (roboczych i efektów prac badawczych) w postaci cyfrowej, co stanowić może znaczne ułatwienie w prowadzeniu konsultacji w ramach prowadzonych projektów badawczych.

6. Synteza wyników

6.1. Wnioski dotyczące metodologii postępowania w badaniach komputerowych nad strukturą przestrzenną

Przeprowadzone eksperymenty wyraźnie wykazują, że działania zmierzające do zrekonstruowania komputerowego reliktyw lednickich powinny mieć miejsce w ramach zintegrowanego, jednolitego systemu komputerowego. W przedstawionych w niniejszej pracy badaniach jako podstawowego środowiska CAD użyto programu Autocad w wersji 2000, wykorzystując go do przeprowadzenia analiz planimetrycznych, modelowania przestrzennego, wizualizacji, analiz w skali wielkoprzestrzennej i wreszcie, dodatkowo do analizy cieni w eksperymencie dotyczącym Arkady Lednickiej. Należy zaznaczyć, że w badaniach nie wykorzystano wielu funkcji systemu Autocad, spośród których należałoby wymienić przede wszystkim: możliwość tworzenia aplikacji uzupełniających system Autocad, współpraca z zewnętrznymi bazami danych, przechowywanie w tworzonych rysunkach informacji parametrycznych o tworzonych obiektach, współpraca przez internet.

Biorąc powyższe pod uwagę, można stwierdzić, że proponowane rozwiązanie może stanowić bazę dla budowy systemu informatycznego, będącego zintegrowaną, cyfrową bazą danych o terenie, zawierającą informacje archeologiczne⁸⁵, przyrodnicze, urbanistyczne, i jednocześnie środowiskiem badawczo-projektowym, umożliwiającym wykorzystywanie zbieranych danych, opracowywanie ich w formie projektów badawczych, między innymi z dziedziny rekonstrukcji i projektowania architektonicznego. System taki byłby bardzo przydatny w celu kształtowania jednolitej i konsekwentnej i planowej polityki badawczo-konserwatorskiej w stosunku do Muzeum Pierwszych Piastów oraz Lednickiego Parku Krajobrazowego.

Po rozbudowaniu funkcje dodatkowe, stworzyć można system, który będzie komunikował się z użytkownikiem przez zindywidualizowany interfejs oparty o desktop VR, którego przydatność wykazano w przedstawionych badaniach. Współpraca z zewnętrznymi bazami

danych, oraz zdolność do komunikowania się za pomocą internetu stanowią bazę do budowy wirtualnego środowiska współpracy (virtual collaborative environment), umożliwiającego zdalną pracę nad zagadnieniami lednickimi, i szybki dostęp do zgromadzonych danych.

Możliwości modelowania przestrzennego wykorzystać można nie tylko do celów projektowo rekonstrukcyjnych, ale również do katalogowania znalezisk archeologicznych. Po wykonaniu cyfrowych modeli znalezisk, można je umieszczać w cyfrowej przestrzeni w miejscach ich odnalezienia, budując unikalną, trójwymiarową bazę danych. Wykonane modele przestrzenne można następnie poddawać wszechstronnej analizie, dysponując danymi merytorycznymi na ich temat wraz z umiejscowieniem w wirtualnej przestrzeni badań.

W celu przygotowania prezentacji umożliwiającej percepcję przestrzeni w bardziej zaawansowanej formie konieczne jest użycie zewnętrznego oprogramowania. W świetle przeprowadzonych eksperymentów i analiz logiczny wydaje się więc wybór VRML jako metody wizualizacji interaktywnej. Do takiego stwierdzenia uprawnia między innymi zdolność do bezpośredniej konwersji danych Autocad — VRML. Biorąc pod uwagę popularność tego formatu, oraz końcowe zamierzenia prezentacyjne, w tym publikacje internetowe i ewentualne ekspozycje (projekcje) stałe należy uznać że VRML okazać się może narzędziem skutecznym.

Jednocześnie zaznaczyć wypada, że wykonane eksperymenty wykazały znaczną różnicę w jakości prezentacji interaktywnej na rzecz metody alternatywnej — engine Quake w wersji 3. Szczególnie zastanawiająco wypada porównanie z możliwościami drogich, rozbudowanych systemów profesjonalnych, w tym systemu Autocad.

6.2. Autorska metoda wielostopniowej analizy struktury przestrzennej

W trakcie badań zauważono prawidłowości w etapowaniu prac w procesie rekonstrukcji dokonywanej przy użyciu metod komputerowych. Proces ten usystematyzo-

⁸⁵ Np. fotograficzne zdjęcia cyfrowe w formie panoram pseudo VR i trójwymiarowo zeskanowane znaleziska umieszczone w przestrzeni wirtualnej trójwymiarowej bazy danych, zastąpiłyby rysowanie odręczne przekrojów obrazujących stratygrafię warstw kulturowych łącznie z artefaktami. Dokumentacja taka byłaby znacznie precyzyjniejsza i przystępniejsza od tradycyjnej.

wano tabelarycznie w formie proponowanego toku postępowania rekonstrukcyjnego, opartego na analizie danych wizualnych. W ten sposób ujęto w ramy postępowanie przygotowywania komputerowej rekonstrukcji architektonicznej (tabela 6).

Jak można zauważyć, proponowana metoda wielostopniowej analizy struktury przestrzennej jest zbieżna z postępowaniem w trakcie projektowania architektonicznego, przy założeniu, że koncepcyjne szkice autorskie są wstępnym zarysem obiektu, traktowanym jako analogowa forma zapisu idei.

Poprzez zastosowanie proponowanej metody analizy percepcyjnej, honoruje się pozycję człowieka, jako odbiorcy sztuki architektonicznej będącej spójną całością, niezależnie od czasu jej powstania i przypisanej jej funkcji. Sposób w jaki człowiek odbiera dzieło architektoniczne poprzez wrażenia estetyczne czy odczucie wygody użytkownika definiują jakość powstałej struktury przestrzennej projektowanej lub rekonstruowanej. Pojmując w ten sposób proces projektowo rekonstrukcyjny, docenić można jak ważna jest percepcja obiektu na etapie projektowym lub badawczym, i jak ważną rolę odgrywają w tym procesie metody oparte na wizualizacji interaktywnej i Virtual Reality. Umożliwiają one odbiór przestrzeni z punktu widzenia użytkownika obiektu (przyszłego, lub dawnego), na warunkach ściśle zdefiniowanych przez twórcę prezentacji, zarówno jeśli chodzi o „wirtualne warunki fizyczne” prezentacji, jak i jej graficzny charakter, dostosowany do zadań spełnianych przez wizualizację (zob. rys.102).

W rekonstrukcji architektonicznej nie można ograniczać się jedynie do analizy historycznej, ale sięgać należy do zasad kształtowania architektury obowiązujących zarówno kiedyś jak i współcześnie, opartych na założeniu, że dzieła architektoniczne podporządkowane być muszą swemu użytkownikowi—człowiekowi i jego potrzebom, których odzwierciedleniem jest funkcja obiektu i ich wyraz estetyczny. Jak wykazały wykonane opracowania i analizy, proponowane podejście badawcze z zastosowaniem informatycznych metod poznawczych z zakresu architektonicznego wspomagania projektowania, prowadzi do skutecznej weryfikacji wcześniejszych hipotez.

Podobne wnioski wysnuć można z eksperymentu dotyczącego Arkady Lednickiej. Jak wykazano w badaniach nad relikdami architektonicznymi nie można pomijać faktu, że obiekt egzystuje w określonym kontekście przyrodniczym i kulturowym. Hipotezy należy weryfikować identyfikując obiekt w konkretnej przestrzeni, za punkt wyjścia biorąc człowieka jako obserwatora swego otoczenia (w tym przypadku rysownika wykonującego szkic). Zastosowane metody komputerowe wspomogły odtworzenie sytuacji w której znalazł się obserwator—rysownik w XIX wieku — otoczenie przyrodnicze, relikty kulturowe i warunki przyrodnicze (nasłonecznienie — analiza cieni).

Można zaryzykować twierdzenie, że zastosowana me-

tody analizy wizualnej (percepcyjnej) przy wykorzystaniu Virtual Reality wykazują podobieństwa do post occupation evaluation study POE („Proces ewaluacji w trakcie eksploatacji”⁸⁶). Obserwator — projektant, badacz — poruszając się po zrekonstruowanym obiekcie dokonuje oceny zastanej przestrzeni pod kątem jej poprawności funkcjonalnej i wizualnej (estetycznej). Sposób ewaluacji zbliżony jest do metody „samodzielnego przemierzania drogi” (Self Guided Tour). Jak pisze H. Sanoff: „(...)procedura umożliwia (...) ocenę budynku podczas przemierzania pieszo. Jest to podejście impresjonistyczne, budzące u ludzi świadomość środowiska poprzez zwiększenie koncentracji na czynnikach wizualnych. Rezultatem przemierzania obiektu (...) są adekwatne reakcje na widoki napotymane na trasie wędrówki (...) orientację w przestrzeni, (...) oraz wygląd obiektu.”⁸⁷. Dzięki zastosowaniu metod komputerowych i pełnej „wirtualności” obiektu, obserwator może również twórczo wpływać na zastaną przestrzeń w systemie CAD. Roboczo metodę tą można nazwać Virtual Occupation Evaluation Study. (VOE).

6.3. Zagadnienia prezentacji i ochrony reliktdów lednickich w świetle przeprowadzonych badań

Jak zauważono w rozdz. 7.3., wielu autorów widzi planowaną budowlę ochronną w postaci sylwetowej rekonstrukcji, na co wskazują przytaczane w rozdz. 7.2. przykłady planowanych struktur ochronnych. W świetle przeprowadzonych badań i rozpoznania literaturowego rysują się dwa realistyczne warianty wykonania tego zadania:

- budowla ochronna w formie sylwetowej,
- wirtualna rekonstrukcja wraz z zabezpieczeniem ruin.

Zdaniem autora, w celu uzyskania prawidłowej percepcji przestrzeni architektoniczno-kulturowej, istotne jest odtworzenie domniemanego wyglądu reliktdów lednickich w dawnym kształcie, w oryginalnym otoczeniu. Wykonanie stałej struktury ochronnej może jednak wpłynąć niekorzystnie na stan zabytku, z uwagi na inwazyjny, i po części destrukcyjny charakter prac budowlanych.

Idea sylwetowego przedstawienia zrekonstruowanych reliktdów lednickich może znaleźć swoją realizację w postaci prezentacji typu Augmented Reality. Nieinwazyjny charakter takiej prezentacji, nie naruszając delikatnej struktury podziemnej i reliktdów zespołu pałacowego, zapewnić może spodziewane rezultaty oświatowe w postaci przekonującej ekspozycji reliktdów lednickich,. Umożliwi ponadto prezentację różnych wariantów rekonstrukcji, podczas gdy stała struktura nad relikdami prezentować będzie jedną hipotezę rekonstrukcyjną. Rekonstrukcja wirtualna ma również tą przewagę, że w trakcie prac badawczych wprowadzać można będzie poprawki do projekcji rekonstrukcji. W zestawieniu z doświadczeniami i przykładami zaprezentowanymi w rozdz. 3.1.1. i 3.1.2, a szcze-

⁸⁶ Za tłumaczeniem: A. Bańka, A. Hauziński

⁸⁷ Sanoff H. 1999.

Tab. 6. Schemat wielostopniowej analizy struktury przestrzennej w procesie rekonstrukcji architektonicznej w aspekcie założeń funkcjonalno-przestrzennych

<i>Forma prezentacji wizualnej</i>	OGÓLNE PROBLEMY BADAWCZE		ETAPY ANALIZY WIZUALNEJ	SZCZEGÓŁOWE PROBLEMY BADAWCZE	
	<i>projekt architektoniczny</i>	<i>rekonstrukcja architektoniczna</i>		<i>rekonstrukcja architektoniczna bryły palatium</i>	<i>„arkada lednicka”</i>
Rzut Elewacja Przekrój	→ geometryczna analiza konstrukcji bryły → strukturalna analiza przestrzeni	→ geometryczna identyfikacja obiektu w kontekście przestrzennym → weryfikacja poprawności strukturalnej	ANALIZA GEOMETRYCZNA	→ sprawdzenie zgodności z rekonstrukcją → analiza planimetryczna → analiza strukturalno-konstrukcyjna → poprawność bryły	→ identyfikacja osi widokowej → weryfikacja poprawności bryły w ujęciu perspektywicznym → analiza cieni
Rzut Przekrój Aksonometria Perspektywa VR	→ ewaluacja funkcjonalna; zgodność zamierzenia - efekt → analiza parametryczno wskaźnikowa obiektu pod kątem spełnienia zadań programowych	→ weryfikacja wykonanego modelu pod kątem zgodności z założeniami z rozpoznania historycznego → weryfikacja wykonanego modelu pod kątem logiki użytkownika	ANALIZA MERYTORYCZNA	→ zgodność wykonanej rekonstrukcji z materiałami źródłowymi → zgodność schematu funkcjonalnego z przyjętym modelem historycznym → sprawdzenie poprawności pod względem sztuki budowlanej → weryfikacja poprawności rozwiązań formalnych	→ sprawdzenie zgodności z archiwalnym materiałem historycznym
Przekrój Rzut Aksonometria Perspektywa VR	→ subiektywna ocena estetyki → subiektywna ocena funkcjonalności → subiektywna ocena ergonomii	→ próba oceny estetycznej (na podstawie analizy historycznej) → weryfikacja funkcjonalności przestrzeni (w aspekcie rozpoznania historycznego) → ergonomia subiektywna (doświadczalna)	ANALIZA PERCEPCYJNA	→ estetyka (na podstawie analizy historycznej) → funkcjonalność w odbiorze subiektywnym w zgodzie z założeniami domniemanej funkcji obiektu) → ergonomia rekonstrukcji przestrzeni	→ poprawność perspektywiczna → poprawność ergonomiczna - oparcie konstrukcji wizualizacji o parametry fizyczne człowieka (realność hipotezy)

gólnie przykładem Ename Center w Belgii (zob. rys. 65), pojawia się wizja rekonstrukcji nieinwazyjnej będąca alternatywą dla działań budowlanych.

Osobną rolę w prezentacji dokonań rekonstrukcyjnych spełnić może rozpowszechnienie ich poprzez internet

w formie VRML, uzupełniając tym samym ofertę oświatową MPP. Czytelnik WWW po zapoznaniu się z wirtualną rekonstrukcją w internecie, będzie miał mógł obejrzeć ten sam cyfrowy model rekonstrukcyjny w formie prezentacji augmented reality w pełnej skali i w natu-

ralnym otoczeniu. Zadaniem opracowania VRML będzie więc rozbudzenie ciekawości widza, i zachęcenie do przyjazdu na Ostrów Lednicki, gdzie przy wykorzystaniu nowoczesnych, atrakcyjnych technologii prezentacyjnych, w naturalnym kontekście przyrodniczym, zwiedzający może prawidłowo rozpoznać bogactwo przestrzeni archi-

tektoniczno-kulturowej. Tak przygotowaną prezentacją zastąpić można obecnie istniejącą budowlę która zakłóca odbiór Ostrowa Lednickiego. Można zaryzykować twierdzenie, że wykonanie wirtualnej rekonstrukcji reliktyw architektonicznych jest warunkiem prawidłowego funkcjonowania MPP w nowoczesnej formie.

7. Zagadnienie budowli ochronnej nad relikdami palatium na wyspie Lednickiej

7.1. Dotychczasowe struktury ochronne

W roku 1978, zastępując tymczasowe drewniane zadaszenia (rys. 103), wzniesiono nad relikdami lednickimi zadaszenie w postaci stalowej wiaty. W ramach budowy wykonano również wykopy pod stopy fundamentowe, aby zapewnić oparcie ciężkiej stalowej konstrukcji. Korzystając z okazji przeprowadzono badania archeologiczne; niemniej jednak wykopy te stanowiły brutalną ingerencję w strukturę podpowierzchniową. Wielu autorów (między innymi Węławowicz, Grygorowicz) zauważa konieczność uniknięcia w przyszłości podobnych niedociągnięć, zwracając w swych opracowaniach uwagę na konieczność takiego zaplanowania prac konserwatorskich i przyszłych struktur ochronnych, aby nie szkodziły one zabytkom wyspy lednickiej.

Jednocześnie należy nadmienić, iż obecna budowla ochronna pozostawia wiele do życzenia pod względem formy architektonicznej i funkcjonalności. Stalowe zadaszenie (rys. 104) stanowi zakłócenie w przestrzeni sacrum



Rys. 103. Drewniane, tymczasowe zadaszenie osłaniające ruiny.
Zdjęcie za: Dalbor W. (1957 – 59)



Rys 104. Obecna budowla ochronna nad relikdami Ostrowa Lednickiego, fot archiwum MPP

lednickiego, a przemysłowy charakter budowli stanowi kontrapunkt do unikalnego krajobrazowego kontekstu.

Jednocześnie badacze i konserwatorzy związani z Lednicą wyraźnie podkreślają, że istniejąca struktura nie spełnia podstawowych wymogów ochronnych:

- z powodu nie przemyślanego układu i wielkości zadania nie chroni dostatecznie przed deszczem,
- jako rodzaj „wiaty” nie zabezpiecza przed erozją powietrzną, wilgocią i erozją biologiczną.
- będąc budowlą otwartą nie izoluje przed mrozem,
- relikty lednickie nie chronione są przed wandalizmem.

Budowla w obecnym kształcie stanowi utrudnienie w zadaniach edukacyjnych, prowadzonych w ramach Muzeum Pierwszych Piastów. Kształt wiaty zakłóca prawidłowy odbiór przestrzenny, upośledzając percepcję reliktyw lednickich.

7.2. Wybrane koncepcje budowli ochronnych

W świetle powyższego należy wskazać główne kryteria, którymi należałoby się kierować, projektując i wznosząc budowlę ochronną nad reliktyw Ostrowa Lednickiego:

- a) ochrona przed erozją atmosferyczną czyli wiatrem, wodami opadowymi i temperaturą; podkreśla się tu również wpływ zmiany klimatu na budowle lednickie, w tym w szczególności spadek nasłonecznienia (od lat 20-tych 20-go wieku o około 12%), co wpływa na zwiększenie wilgotności powietrza i niszczenie murów⁸⁸. Dane klimatyczne na lata 1988 – 1990 podaje tabela 7.
- b) izolacja od otoczenia zewnętrznego, ochrona przed cyklami zamrażanie — odmrażanie
- c) ochrona przed niszczącym działaniem mikroorganizmów i roślinności,
- c) przeciwdziałanie wandalizmowi
- d) spełnianie roli edukacyjnej,
- e) wpisanie projektowanej struktury w otoczenie, w nawiązaniu do teorii architektury miejsca⁸⁹

Tab. 7. Dane klimatyczne okolic Lednicy; (za S. Skibińskim i P. Koziejem)

	średnia temp. powietrza	średnia wilgotność wzgl.	uśłonecznienie
1986	7,44 °C /64x/	80 %	1673,0 godz.
1987	7,92 °C /67x/	81 %	1392,9 godz.
1988	9,71 °C /51x/	73 %	1596,7 godz.
1989	9,54 °C /38x/	72 %	1801,4 godz.
1990	9,21 °C /23x/	79 %	1828,4 godz.

x — w nawiasach podano ilość dni poniżej zera

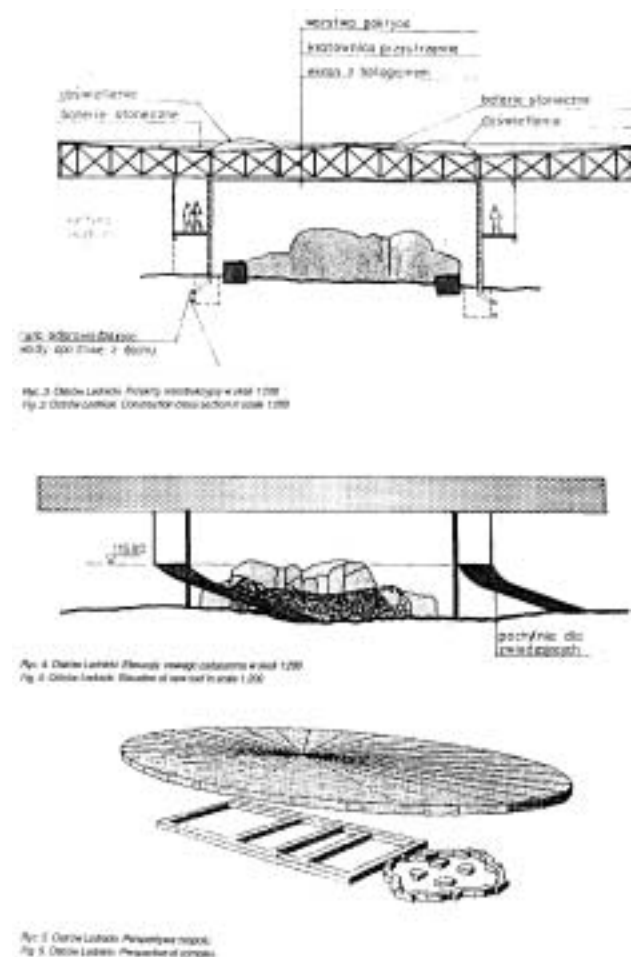
f) możliwie nieinwazyjna struktura konstrukcyjna, wykorzystująca fundamenty istniejącej budowli ochronnej.

Poniżej przedstawiono wybrane projekty budowli i struktur ochronnych, których autorzy starali się spełnić powyższe wymagania.

A. Koncepcja ekspozycji reliktyw lednickich S. Skibińskiego i P. Kozieja (1993)

Autorzy proponują wzniesienie zadania na planie elipsy, odpowiadającej obrysem wyliczonym teoretycznie kierunkom opadów atmosferycznych. Konstrukcję stanowi kratownica przestrzenna wsparta na słupach stojących na istniejących fundamentach. Zwiedzający poruszali by się na podestach biegnących około 2 m nad poziomem terenu. Wyposażenie techniczne planuje się umieścić wewnątrz konstrukcji dachu (rys.105).

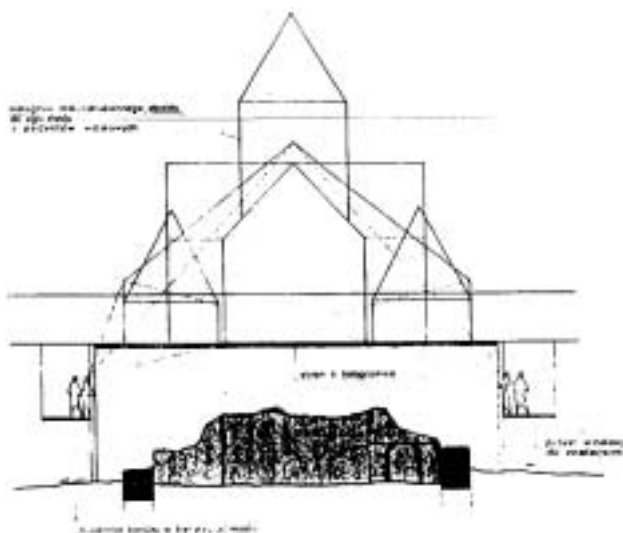
Wartość edukacyjny zamierza się osiągnąć poprzez projekcje hologramowe na spodzie dachu oraz laserowe projekcje przestrzenne z emiterów zainstalowanych na jego górnej płaszczyźnie. Hologramy byłyby widoczne jedynie



Rys. 105. Projekt eliptycznego zadania reliktyw lednickich autorstwa S. Skibińskiego i P. Kozieja

⁸⁸ Dokładną analizę reliktyw lednickich w aspekcie zadań konserwatorskich podają Skibiński S. i Koziej P. w artykule: O potrzebie rewaloryzacji wczesnośredniowiecznej rotundy i palatium na Ostrowie Lednickim, Ochrona Zabytków XLVI, z. 1, 1993, s. 1 – 35.

⁸⁹ Fikus M., 1991.



Rys. 106. Koncepcja projekcji holograficznej pod dachem i sylwetowej projekcji laserowej według koncepcji zadaszania relikwów lednickich autorstwa S. Skibińskiego i P. Kozieja

dla zwiedzających poruszających się na podestach widokowych, natomiast projekcje laserowe miałyby stanowić w założeniu sylwetową rekonstrukcję możliwą do obserwacji z dużej odległości po zmroku. Autorzy przewidują możliwość holograficznej prezentacji różnych wariantów rekonstrukcji:

„(...)Określenie rekonstrukcji obiektu, czy przedstawienie jego konkretnej fazy powinno być oparte o najnowsze badania archeologiczno-architektoniczne. W przypadku istnienia kilku prawdopodobnych hipotez wizji obiektu możliwe byłoby stworzenie kilku obrazów. (...) Możliwe jest zaprezentowanie na hologramach etapów budowy założenia i prezentacja jego kształtów zwiedzającym”⁹⁰ (rys. 106).

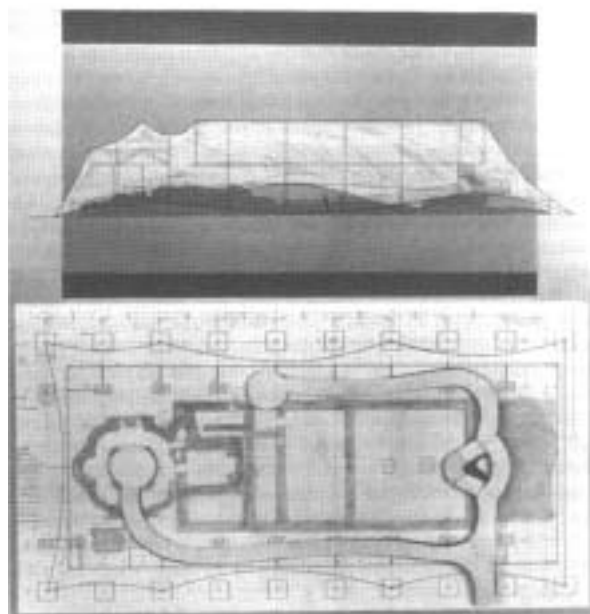
Dla ochrony przed wpływem atmosfery, autorzy proponują zainstalowanie rolet na obwodzie eliptycznego zadaszania, oraz na obwodzie podestów dla zwiedzających.

Okładzinę zadaszania stanowić by miało bezspoinowe pokrycie ze szkła refleksyjnego, dzięki czemu bryła wtapiać się ma w otoczenie.

B. Konkurs studentów Akademii Sztuk Pięknych w Poznaniu (1997)

Na polecenie Wojewody Poznańskiego, w roku 1997 Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy zleciło Akademii Sztuk Pięknych w Poznaniu wykonanie koncepcji budowlanej ochronnej dla relikwów Ostrowa Lednickiego.

W ramach przygotowania do konkursu studenci odbyli między innymi zajęcia plenerowe w celu zapoznania się z problematyką lednicką. Po dwuetapowym postępowaniu konkursowym, spośród 20 prac komisja pod przewodnictwem M. Fikusa z Politechniki Poznańskiej wyróżniła pierwszą nagrodą pracę studenta Adama Lorenca (rys. 107, 108).



Rys. 107. Projekt A. Lorenca, studenta Akademii Sztuk Pięknych w Poznaniu; I nagroda w konkursie na zadaszanie na relikwami Ostrowa Lednickiego

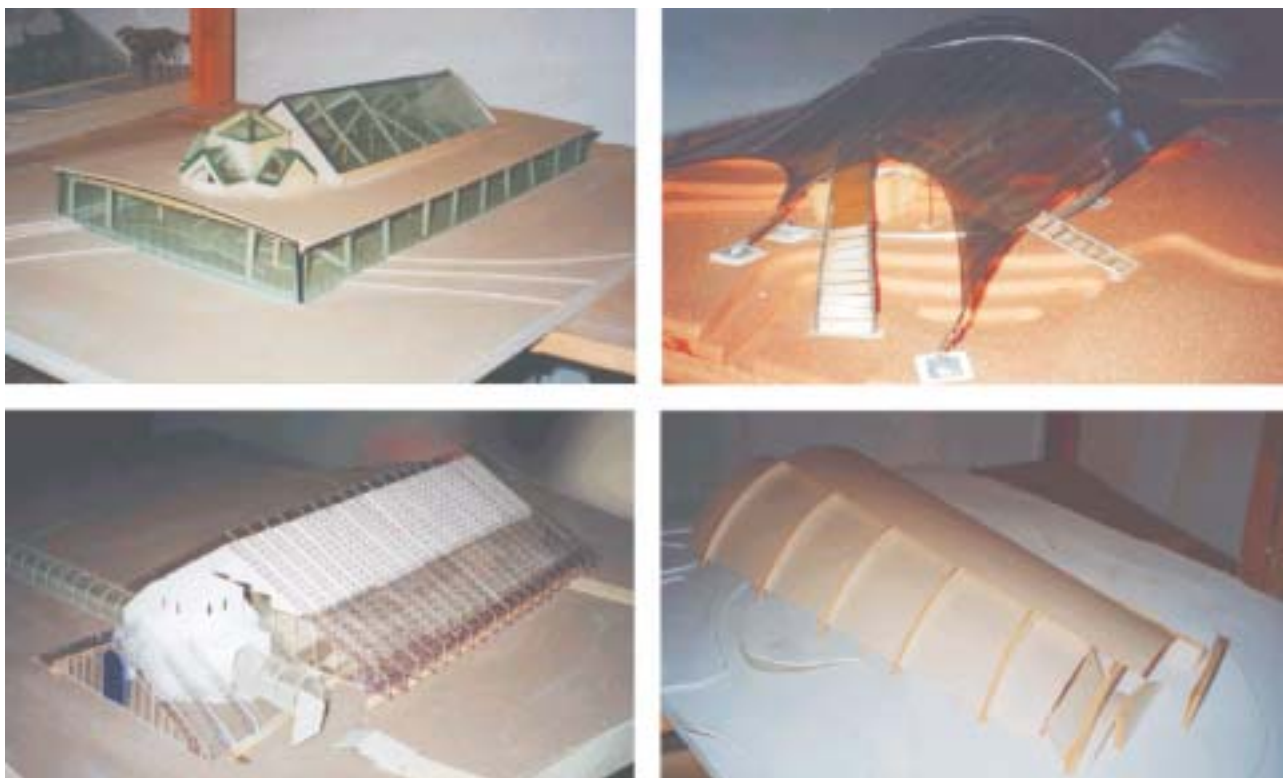


Rys. 108. Projekt A. Lorenca, makieta w archiwum MPP na Lednicy

Koncepcja przewiduje wsparcie nowej konstrukcji na istniejących stopach fundamentowych. Zasadniczym elementem rozwiązania jest lekka forma zadaszania wykonanego z impregnowanej tkaniny rozpiętej na przeszklonej konstrukcji stalowej w będącej bryłową rekonstrukcją zespołu lednickiego. Wewnętrzna budowla szklana stanowi jednocześnie osłonę przed wpływami atmosferycznymi. Wewnątrz przewidziano także pomosty galeriowe dla zwiedzających.

Decyzją Marszałka Województwa Poznańskiego projekt przeznaczono do realizacji; nie doszło do niej z powodów formalnych.

⁹⁰ Skibiński S., Koziej P., 1993.



Rys. 109. Wybrane makiety do projektów konkursowych. (Archiwum Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy, fot. autor)

C. Koncepcja budowli ochronnej

A. Grygorowicza (1993/1998)

Autor przedstawia dwa warianty struktury ochronnej.

W wariantcie pierwszym (rys. 110) przewiduje się zdemontowanie pokrycia z istniejącego zadaszenia nad palatium i kaplicą, pozostawiając jednak jego konstrukcję nośną. Następnie na jej bazie, nad zespołem zabytkowym proponuje się wzniesienie przezroczystej struktury w oparciu o jedną z rekonstrukcji. Z pierwotnej struktury pozostaną

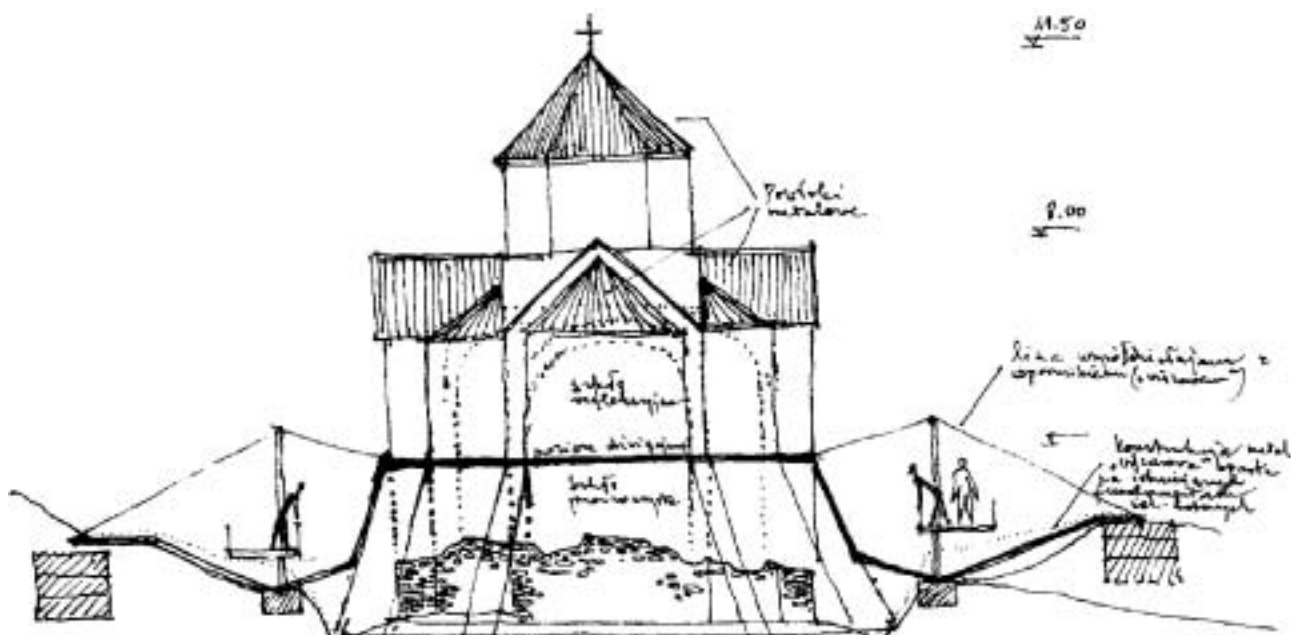
rownież galerie dla zwiedzających i ich wspornikowe zadaszenie.

Autor podkreśla realność tej koncepcji, powołując się na obliczenia statyczne. Jednocześnie jednak wskazuje na fakt, że: „(...) Słabą stroną jest pozostawienie większej części stalowej konstrukcji o charakterze przemysłowym oraz niekorzystne perspektywiczne przesłonięcie latarni rotundy przez wspornikowy dach galerii dla zwiedzających”⁹¹.



Rys. 110. Wariant I zadaszenia ochronnego nad relikwiami lednickimi, według A. Grygorowicza

⁹¹ Grygorowicz A., 1993.



Rys. 111. Wariant II zadaszania ochronnego nad relikdami lednickimi, według A. Grygorowicza; ideogram konstrukcyjny — zawieszenie „klosza” (za: Grygorowicz A., 1998)

Wariant drugi (rys. 111) przewiduje całkowite rozebranie nadziemnej części obecnego zadaszania, i wzniesienie nad relikdami architektonicznymi szklanej struktury osłonowej, która wspierać by się miała na konstrukcji ciągnowo-wspornikowej w oparciu o istniejące fundamenty wiaty.

D. Koncepcja budowli ochronnej w opracowaniu zespołu Z. Łosiński, A. Kurzawski, J. Stankowski, E. Matejko, A. Wojciechowicz (2001)

Koncepcja zadaszania nad relikdami palatium jest fragmentem opracowania zawierającego elementy zagospodarowania terenów ekspozycyjnych Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy.

Koncepcja zakłada (podobnie jak u A. Grygorowicza) częściową rozbiórkę istniejącego przekrycia nad ruinami, a następnie wprowadzenie w to miejsce elementów przezroczystych. Proponuje się również dodatkowe elementy

przystające formalnie do planowanego zadaszania z elementów przezroczystych.

7.3. Autorskie koncepcje budowli ochronnych w aspekcie wariantowej rekonstrukcji komputerowej

Analizy przedstawionych powyżej prezentacji projektowych prowadzi do następujących wniosków:

- A) Większość autorów koncepcji projektowych uznaje konieczność wprowadzenia sylwetkowej rekonstrukcji reliktyw lednickich jako dominującego elementu budowli ochronnej. Potwierdziły to również wyniki konkursu na koncepcję zadaszania, przeprowadzonego na poznańskiej ASP (A. Grygorowicz, S. Skibiński i P. Koziej A. Lorenc, i inni) (zob. rys. 113, 114).



Rys. 112. Koncepcja budowli ochronnej w opracowaniu zespołu Z. Łosiński, A. Kurzawski, J. Stankowski, E. Matejko, A. Wojciechowicz (2001). Fragment planu z zadaszaniem nad palatium i kaplicą (według opracowania zespołu Z. Łosiński, A. Kurzawski, J. Stankowski, E. Matejko, A. Wojciechowicz; archiwum MPP na Lednicy)

- B) Istnieją realne możliwości wykorzystania istniejącej konstrukcji zadaszania przy wznoszeniu nowych struktur ochronnych (A. Grygorowicz; S. Skibińskiego i P. Koziej; A. Lorenc; Z. Łosiński, A. Kurzawski, J. Stankowski, E. Matejko, A. Wojciechowicz).
- C) W związku z istnieniem wielu modeli rekonstrukcyjnych, należy poszukiwać rozwiązań które umożliwią MPP na Lednicy wariantową prezentację rekonstrukcji reliktyw wyspy lednickiej. Studium S. Skibińskiego i P. Kozieja wskazuje na możliwości drżemiące w nowoczesnych technikach wizualizacyjno-projekcyjnych. Nie powinno to jednocześnie powodować rezygnacji z fizycznego, „namacalnego” odtworzenia zabudów lednickich w formie rekonstrukcji w postaci lekkiej struktury (A. Grygorowicz, A. Lorenc).
- E) Planowany obiekt należy rozpatrywać w powiązaniu i w kontekście krajobrazowo-przestrzennym Lednic-

kiego Parku Krajobrazowego (A. Grygorowicz, S. Skibiński i P. Koziej i inni).

W trakcie opracowywania rekonstrukcji będącej podstawą przyszłej budowli ochronnej, należy dokonać wstępnej oceny rozwiązań rekonstrukcyjnych w oparciu o materiał pogładowy gwarantujący realność przekazu. W tym świetle wskazana wydaje się próba poszukiwania nowoczesnej metody, pomocnej w projektowaniu architektonicznym i jednocześnie ewaluacji rozwiązań rekonstrukcyjnych, być może oparta o współczesne, cyfrowe modelowanie 3D.

Wskazane też byłoby, aby rezultaty prac mogły stanowić przyczynek do działalności edukacyjnej MPP; jak pisze T. Węclawowicz: „zadaszenie reliktyw w formie sylwetowej rekonstrukcji kaplicy, palatium i kościoła byłoby decydujące dla walorów oświatowych rezerwatu historyczno-archeologicznego w Lednickim Parku Krajobrazowym”⁹².

⁹² Węclawowicz T. 1993.

8. Wnioski

8.1. Konstatacje metodologiczne

1. W świetle przeprowadzonych badań i ich wyników, należy stwierdzić, że proponowane metody komputerowe potwierdziły swoją przydatność w weryfikacji i wykrywaniu niedociągnięć w hipotezach rekonstrukcyjnych, wykonywanych w sposób tradycyjny.
2. Wskazane jest opracowanie ujednoczonego systemu informatycznego, pozwalającego na zarządzanie i ochronę zasobów kulturowych i przyrodniczych Muzeum Pierwszych Piastów i Lednickiego Parku Krajozbrazowego. System taki, nazwany roboczo Wirtualna Mapa Ochrony, powinien umożliwiać przechowywanie danych o znaleziskach archeologicznych, reliktach architektonicznych i informacji o terenie. Powinien on również posiadać cechy systemu CAD, umożliwiające rekonstrukcyjne i architektoniczne modelowanie trójwymiarowe na bazie zgromadzonych danych, komunikując się z użytkownikiem poprzez zindywidualizowany interface VR.
3. W planowaniu, etapowaniu i przeprowadzaniu badawczych prac z dziedziny komputerowej rekonstrukcji architektonicznej, można brać pod uwagę metodę wielostopniowej analizy struktury przestrzennej przedstawionej w rozdziale szóstym.

4. W pracach badawczych i opracowaniach popularyzatorskich wskazane jest używanie alternatywnych metod wizualizacyjnych.

8.2. Prezentacja wyników badań i zagadnienie ochrony reliktyw lednickich

1. Należy przemyśleć koncepcję zastąpienia stałej budowli ochronnej, nieinwazyjną prezentacją wariantową, opartą na nowoczesnej technologii informatycznej Virtual Reality, lub jej odmianie Augmented Reality. Prezentacja taka mogłaby również być uzupełnieniem stałej struktury ochronnej.
2. Ewentualna stała struktura ochronna, lub obiekt ekspozycyjny wzniesiony na Ostrowie Lednickim, powinny przyjąć sylwetową formę jednego z wariantów rekonstrukcji, dokonanej z użyciem instrumentarium informatycznego, celem uzyskania przez zwiedzających poprawnej percepcji unikalnej przestrzeni wyspy, wraz z jej kulturowym dziedzictwem architektonicznym.
3. W prezentacjach w ramach ekspozycji stałej lub w postaci Augmented Reality powinny być użyte opracowania komputerowe wykonane w ramach ujednoczonego badawczego systemu informatycznego.

9. Bibliografia

- Acevedo D., Vote E., Laidlaw D. H., Joukowski M. S.
2000 ARCHAVE: A Virtual Environment for Archaeological Research, Work in Progress report, Visualization 2000.
- Alberti M.A., Marini D., Trapani P.,
1998 Experimenting Web technologies to access an opera theatre, [w:] proceedings of Ed-Media & Ed-Telecom 98, June 1998, Friburg D.
- Alberti M.A., Trapani P.,
1999 On the Opera Theatre Simulation, [w:] Short Papers & Demos Proceedings of EUROGRAPHICS '99, September 1999, Milano.
- Ast R.,
2001 Kształtowanie przestrzeni regionów i miast. Wybrane zagadnienia, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań.
- Bańka A.,
1984 Behavioralne podstawy projektowania architektonicznego, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań.
- Borowski K.,
2001 Śródmiejskie transurbacje technologiczne, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań.
- Brown A., Simpson A.,
1996 Historical Critique and Design Interrogation through CAAD, [w:] materiały konferencji CAD Creativeness, Białystok.
- Carver S., Kingston R., Turton I.,
1998 Review of the graphical environments on the www as a means of wideing public participation in social science search, University of Leeds, School of Geography.
- Cichy-Pazder E.W.,
1998 Humanistyczne podstawy kompozycji miast. Wybrane aspekty percepcyjne i behawioralne, Monografia. Politechnika Krakowska, Kraków
- Cruz-Neira C., Leigh, J., Barnes, C., Cohen, S., Das, S., Engelmann, R., Hudson, R., Papka, M., Siegel, L., Vasilakis, C., DeFanti, T., Sandin, D.,
1993 Scientists in Wonderland: A Report on Visualization Applications in the CAVE Virtual Reality Environment, [w:] Proceedings of IEEE 1993 Symposium on Research Frontiers in Virtual Reality, 10/01/93-10/01/93, s. 59 – 66
- Cruz-Neira C., Sandin, D., DeFanti, T.,
1993 Virtual Reality: The Design and Implementation of the CAVE”, [w:] Proceedings of SIGGRAPH 93 Computer Graphics Conference, 08/01/93-08/01/93, ACM SIGGRAPH, pp. 135 – 142
- Brodziszewski A. W. ks.,
Zamek Chrobrego na ostrowie przy Gnieźnie; rękopis w zbiorach Archiwum Archidiecezjalnego w Gnieźnie.
- Dalbor W.,
1959 Dwór książęcy z X w. na Ostrowie Lednickim, *Slavia Antiqua* 6 (1957–59), s. 172 – 288
- Dechau W.,
1990 Cluny IV— Simulation von Cluny mittels CAD, *Deutsches Bauzeitung* 1990 /12
- DeFanti T., Sandin, D., Cruz-Neira, C.,
1993 A 'Room' with a 'View' [w:] *IEEE Spectrum*, 10/01/93-10/01/93, s. 30 – 33
- Długosz J.,
1878 *Historiae Polonicae libri XII*
- Dorozynski, A.,
1993 Computers Bring Back a Long-Lost French Abbey (Cluny Abbey), [w:] *Science*, 261(5121), s. 544 – 546
- Dudek I.,
1996 Problem użycia technik komputerowych w tworzeniu hipotez rekonstrukcyjnych opartych na rewizjach wiertniczych; [w:] materiały konferencji CAD Creativeness, Białystok.
- Dzięciołowski E., Górecki J.,
1989 Interdyscyplinarne badania Ostrowa Lednickiego, *Studia Lednicke I*, s. 185 – 199.
- Eber D.: Teaching Computer Graphics Visual Literacy to Art and Computer Science
2000 Students: Advantages, Resources and Opportunities, [w:] *ACM SIGGRAPH*, Vol.34 No.2 May 2000
- Fikus M.,
1991 Przestrzeń w autorskich zapisach graficznych, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań.
- Fogel J.,
1991 Pompeja Polska. Z dziejów archeologii wielkopolskiej XIX wieku: Działalność Albina hr. Węsierskiego i Zbigniewa hr. Węsierskiego-Kwileckiego, Poznań.
- Fogel J.,
1994 Glosa do najwcześniejszych badań Ostrowa Lednickiego, [w:] *Studia Lednicke III*, s. 343 – 345.
- Fogel J.,
1996 Edward hr. Raczyński (1786–1845) o Ostrowie Lednickim, [w:] *Studia Lednicke IV*, s. 385 – 405.
- Gallardo A., Aucher L.,
1999 3D Virtual reconstruction; <http://members.toast.net/zeroneg1/Web/vreconframeset.html>
- Gaździcki J.,
1990 Systemy Informacji Przestrzennej, PPWK Warszawa — Wrocław
- Geryk B., Maronn D.,
CAVE Quake Q&A; http://www.gamespot.com/features/cave_quake2/
- Górecki J., Łastowiecki M, Wrzesiński J.,
1994 Wczesnośredniowieczne budownictwo mieszkalne Ostrowa Lednickiego; [w:] *Studia Lednicke III*, s. 21 – 45.
- Górecki J.,
2002 Gród na Ostrowie Lednickim na tle wybranych ośrodków grodowych pierwszej monarchii piastowskiej, Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy, Poznań — Lednica.
- Grygorowicz A.,
1985 Nowy wariant rekonstrukcji rotundy na Ostrowie Lednickim na tle wczesnopiastowskiej aglomeracji stołecznej, [w:] *Prace Instytutu Architektury i Planowania Przestrzennego Politechniki Poznańskiej V*, Poznań, s. 26 – 32.
- Grygorowicz A.,
1993 Koncepcje przebudowy istniejącej stalowej wiaty nad rotundą i palatium na wyspie lednickiej, maszynopis w archiwum Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy.

- Grygorowicz A.,
1995 Problemy przestrzenno-krajobrazowej ekspozycji wczesnośredniowiecznego zespołu grodowo-sakralnego na Ostrowie Lednickim, *Ochrona Zabytków*, nr 1., s. 36 – 38.
- Grygorowicz A.,
1996 Projektowanie architektoniczne dla ochrony zabytków na przykładzie Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy, [w:] *Studia i materiały PAN, Krajobrazy z. 15 (27)*, Warszawa, s. 55 – 62.
- Grygorowicz A.,
1968 Moneta wczesnopiastowska jako źródło rekonstrukcji architektonicznej Wawelu, *Sprawozdania z posiedzeń Komisji Naukowych, w dok. PAN w Krakowie, styczeń-czerwiec. 1968*, s. 41 – 44.
- Grygorowicz A., Tobolski K., red.
1998 Podstawy rekonstrukcji wczesnodziejowego zespołu rezydencjonalno-obronnego i sakralnego na Ostrowie Lednickim, Wydawnictwo Homini, Bydgoszcz.
- Heim M.,
1993 *The Metaphysics of Virtual Reality*, New York: Oxford University Press, Interactive MUD VR; <http://tecfa.unige.ch/edu-comp/WWW-VL/eduVR-page.html>
- Jaquays P.,
2000 Q3 Radiant Editor Manual, Id Software Inc.
- Jaśkiewicz J.:
1966 *Zasada kompensacji przestrzeni w zamkniętych wnętrzach urbanistycznych*, PWN Warszawa.
- Johnson A., Sandin, D., Dawe, G., Qiu, Z., Thongrong, S., Plepys, D.,
2000 Developing the PARIS: Using the CAVE to Prototype a New VR Display, [w:] *CDROM Proceedings of IPT 2000: Immersive Projection Technology Workshop, Ames, IA, 06/19/00-06/20/00*
- Joscelyne A.,
1994 VR Means Virtual Reconstruction. Cluny Abbey has been rebuilt; http://www.wired.com/wired/archive/2.01/virtual.cluny_pr.html
- Joukowsky, M. S.,
1998 *Petra Great Temple, Vol. I: Brown University Excavations 1993 – 1997*, E.A. Johnson Company, USA.
- Józefowiczówna K.,
1969 *Sztuka w okresie wczesnośredniowiecznym; Druga faza stylu romańskiego*, [w:] *Dzieje Wielkopolski, t. 1, Poznań*, s. 114–158; 213 – 248.
- Kadysz A.,
1995 CAD space — przestrzeń niekompatybilna, [w:] *CAD SPACE, III International Conference: Computer in Architectural Design*, Politechnika Białostocka.
- Kaszubkiewicz A.,
1996 Kilka uwag na temat palatium lednickiego, *Studia Lednickie IV*, s. 445 – 449.
- Kaszubkiewicz A.,
2000 Detal kamienny palatium na Ostrowie Lednickim, *Studia Lednickie VI*, s.
- Kaszubkiewicz A.,
2000 Konkurs studentów A.S.P. w Poznaniu na nową osłonę dla palatium Lednickiego, *Studia Lednickie VI*, s. 161 – 177.
- Khatchatrian A.,
1962 *Les baptistères paleochrétiens, Paris*.
- Khatchatrian A.,
1982 *Origine et typologie des baptistères paleochrétiens, Centre de Culture Chrétiene, Mulhouse*.
- Kiszkowski P., Wrzesiński J.,
1996 Prospekcja elektrooporowa Ostrowa Lednickiego, *Studia Lednickie IV*, s. 167 – 195.
- Kłoszewski K.,
1995 Prezentacja idei w architekturze a techniki komputerowe, [w:] *materiały III międzynarodowej konferencji Computer in Architectural Design, Politechnika Białostocka, Białystok*.
- Kola A. Wilke G.,
1989 *Sprawozdanie z archeologicznych badań podwodnych relikwów wczesnośredniowiecznego mostu „pozańskiego” (Rybitwy, stan 3a) w jeziorze lednickim w latach 1986–1987*, *Studia Lednickie I*, s. 77 – 97.
- Kobb M.,
2003 *Synagogen in Deutschland*, <http://www.cad.architektur.tu?darmstadt.de/synagogen/inter/menu.html>
- Koob M., Cramer H.,
1993 *Cluny Architektur als Vision*, Edition BRAUS, Heidelberg.
- Koob M.,
2000 *Virtuelle Rekonstruktion von Bauwerken — Voraussetzungen, Nutzen, Beispiele*, [w:] *Detail: Umnutzung, Ergänzung, Sanierung, 7/2000*.
- Kościński K.,
1999 *Przewodnik po Poznaniu i Wielkim Księstwie Poznańskim, z mapą, planem i rycinami*, Drukarnia Świętego Wojciecha, Poznań.
- Kurnatowska Z.,
1989 *Kierunki badań nad Ostrowiem Lednickim i jego regionem osadniczym*, *Studia Lednickie I*, s. 7 – 16.
- Kurnatowska Z.,
1996 *Zasoby kulturowe w Lednickim Parku Krajobrazowym i problem ich zabezpieczenia*, *Studia Lednickie IV*, s. 39 – 44.
- Labuda G.,
1987 – 1989 *Studia nad początkami Państwa Polskiego, t. 1, 2. Poznań*.
- Labuda G.,
1999 *Słowiańszczyzna starożytna i wczesnośredniowieczna*; wyd. PTPN, Sorus.
- Latham Roy.,
1991 *The dictionary of computer graphics and virtual reality*, New York: Springer-Verlag.
- Latour S., Fiuk P. i in.,
1999 *Kostrzyń nad Odrą — wirtualna rekonstrukcja Twierdzy i Starego Miasta, II Ogólnopolska Konferencja, pt. Architektura ryglowa — wspólne dziedzictwo; Antikon 99*; (pdf).
- Lem S.,
1984 *Summa Technologiae*, Wydawnictwo Lubelskie, Lublin.
- Leśny J.,
1985 *Początki, rozwój i upadek kasztelanii na Ostrowie Lednickim; Studia i materiały do dziejów Wielkopolski i Pomorza, 12 (23)*, s. 5 – 37.
- Medeksza S., Orzeszyna M.,
2000 *Rekonstrukcja przestrzenna rotundy i kościołów cysterskich w Łeknie*, *Studia i materiały do dziejów Pałuk, t. III*, s. 391 – 405, Wydawnictwo Poznańskie, Poznań.
- Nowacki A.,
1995 *Katedra gotycka w przestrzeni wirtualnej*, [w:] *CAD Space, materiały III międzynarodowej konferencji Computer in Architectural Design, Politechnika Białostocka, Białystok*.
- Pantelidis V.S.,
2001 *The RAVE, CAVE, and Collaborative Virtual Environments*, <http://www.soe.ecu.edu/vr/rave/RAVEexec.htm>
- Paley S.M., Sanders D.H.,
2000 *The Assyrian Palaces at Nimrud: Digital Publication Projects and the Implications for Archaeology and Education on the Web*, [w:] *Ancient Studies — New Technology Conference: The World Wide Web and Scholarly Research, Communication, and Publication in Ancient, Byzantine, and Medieval Studies*, Salve Regina University, Newport, Rhode Island, USA.
- Pape D.,
2001 *The CAVE Virtual Reality System*; <http://www.ev1.uic.edu/pape/CAVE/>
- Pape D.,
1998 *History of the CAVE*, <http://www.ev1.uic.edu/pape/talks/AEC98/>
- Pape D.,
1996 *A Hardware-Independent Virtual Reality Development System*, [w:] *IEEE Computer Graphics and Applications, vol. 16, no. 4, 07/01/96-07/01/96*, s. 44 – 47
- Polkowski I.,
1876 *Opisy starożytnych ruin na wyspie Jeziora Lednickiego, Gniezno. Praca zbiorowa*
- 1999 *Encyklopedia Multimedialna PWN (Sztuka)*, Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa; hasło: „Ostrów Lednicki”.
- Rajlich P.,
2001 *CAVE Quake III Arena*; <http://www.visbox.com/cq3a/>

- Rajlich P. J.,
1998 The CAVE Environment”, <http://brighton.ncsa.uiuc.edu/~prajlich/T/node7.html>
- Raczyński E.,
1843 Wspomnienia Wielkopolski, t 1,2, teka ilustracji cz 1,2; Poznań 1842 – 43
- Raczyński E.,
1843 Wyspa na jeziorze pod Lenną Górą, Przyjaciel Ludu, r. 9, nr 51 (17 IV), s. 403 – 405.
- Sanoff H.,
1999 Integrowanie programowania ewaluacji i partycypacji w projektowaniu architektonicznym. Podstawy teorii Z; Wydawnictwo Naukowe Stowarzyszenia Psychologia i Architektura, Poznań.
- Sanders D.H.,
2001 The Tourist and the Time Machine: are visitors and staff ready for on-site real-time virtual reconstructions?, Referat komisji europejskiej Eureka! w ramach warsztatów „Advancing Archaeological Sites: exploring technology and the theme park experience”, Chania, Kreta.
- Sanders D., Gay E.,
1996 VRML-Based Public Education--an example and a vision, VRMLSite Magazine, Aereal Magazine, DEC1996, Aereal Inc.
- Schwarz M., Schmidinger E., Voigt A., Walchhofer H. P., Mayr-Ebert E.,
1998 Reconstruction of Capella Speciosa; <http://fbra.tuwien.ac.at/speciosa/>
- Schweller K.,
1994 Building Tools for Education, [w:] Journal of Virtual Reality In Education Complete Journal, http://tecfa.unige.ch/edu?comp/DUJVRE/vol11/no1/building_tools_for_education.text
- Siewczyński B.,
1996 Rewitalizacja zespołu folwarcznego w Dziekanowicach, Przegląd Wielkopolski nr 35 – 36/1996 w ramach materiałów z Krajowego Kongresu Kultury Wsi.
- Siewczyński B.,
1998 Techniki komputerowe w projektowaniu architektonicznym na terenach cennych archeologicznie, [w:] red. A. Grygorowicz i K. Tobolski, Podstawy rekonstrukcji wczesnodziejowego zespołu rezydencjonalno-obronnego i sakralnego na Ostrowie Lednickim, wydawnictwo Homini, Bydgoszcz.
- Siewczyński B.,
1998 Gra w edycję, CHIP nr 8/1998 r.
- Siewczyński B.,
2000 Letnie warsztaty planistyczne w Rawiczu, [w:] Autorskie dokonania i kontynuacje, Studioteka Zaręby, Wydział Architektury Politechniki Poznańskiej, Poznań.
- Siewczyński B.,
2001 Metoda interaktywnej wizualizacji komputerowej jako narzędzie architektonicznej rekonstrukcji relikwów Ostrowa Lednickiego, Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Architektura i Urbanistyka, Zeszyt 2, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań.
- Siewczyński B.,
1996 Rewitalizacja zespołu folwarcznego w Dziekanowicach na tle aranżacji wczesnodziejowego Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy, praca dyplomowa magisterska, Poznań-Lednica.
- Skibiński S., Koziej P.,
1993 O potrzebie rewitalizacji wczesnośredniowiecznej rotundy i palatium na Ostrowie Lednickim, Ochrona Zabytków XLVI, z. 1, s. 1 – 35.
- Sokołowski M.,
1876 Ruiny na Ostrowie Jeziora Lednicy. Studium nad budownictwem w przedchrześcijańskich i pierwszych wiekach w Polsce. Na podstawie badań wspólnie na miejscu odbytych z prof. Władysławem Łuszczakiewiczem, [w:] Pamiętnik Akademii Umiejętności w Krakowie, wyd. filologiczny i historyczno-filozoficzny, t. 3, s. 117 – 277.
- Szysko-Bohusz A.,
1946 Ruiny na Ostrowie Jeziora Lednicy, [w:] Prace Komisji Historii Sztuki 8, s. 322.
- Szysko-Bohusz A.,
1946 Ruiny na Ostrowie Jeziora Lednicy, Sprawozdania PAU 8, s. 185.
- Szysko-Bohusz A.,
1946 Ruiny na Ostrowie Jeziora Lednicy, [w:] Antichita Altroadriatiche I, Udine, s. 189 – 248.
- Świechowski Z.,
1959 Zagadnienie redukcji i koniunkcji na przykładzie architektury wczesnośredniowiecznej, Kwartalnik Architektury i Urbanistyki 4.
- Świechowski Z.,
1962 Wczesna architektura piastowska około roku 1000, [w:] Początki Państwa Polskiego. Księga Tysiąclecia, t II, Poznań.
- Tobolski K.,
1996 Stan poznania przyrody lednickiego parku krajobrazowego i proponowane formy ochrony przyrody, Studia Lednickie IV, s. 47 – 57.
- Tomaszewski A.,
1974 Romańskie kościoły z emporami zachodnimi na obszarze Polski, Czech i Węgier, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk.
- Weidhaas H.,
1940 Ein Denkmal karolingisch-wikingischer Baukunst im Piastischen Kernland, Zeitschrift des Deutschen Vereins für Kunstwissenschaft 7, s. 225-248.
- Węsierski A.,
1875 Czym był Ostrów Lednicki?, Warta, r. I. nr 48, s. 427 – 428.
- Wrzesiński J.,
1996 SIR-8 — Radarowa obserwacja struktur podpowierzchniowych Ostrowa Lednickiego, Studia Lednickie IV, s. 157 – 166.
- Wrzesiński J.,
1996 Lednicka Arkada, Studia Lednickie IV, s. 429 – 432.
- Zimowski L.,
1990 Lokacja, siedliska, domy-ogrody w modelach transubacji, rewitalizacji, teorii biomów, Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej BL nr 33, Poznań.
- Zachwatowicz J.,
1971 Architektura przedromańska w wieku IX i pierwszej połowie wieku X, [w:] Sztuka polska przedromańska i romańska do schyłku XII wieku, t. 1, Warszawa.
- Zachwatowicz J.,
1861 Polska architektura monumentalna w X i XI wieku, kwartalnik Architektury i Urbanistyki 6, s. 101 – 131.
- Żurowska K., Rodzińska-Choraży T., Biedroń A.,
1991 Architektura Kamienna Ostrowa Lednickiego w świetle badań z lat 1987 – 1990; Studia Lednickie II, s. 353 – 360.
- Żurowska K., red.
1993 Ostrów Lednicki, Wydawnictwo Gutenberg, Kraków.
- Youngblut C.,
1998 Educational uses of Virtual Reality Technology, Institute of Defence Analyses, US Department of Defense (pdf).

Źródła internetowe

1. ARCHAVE: a virtual environment for archeological research; <http://www.cs.brown.edu/research/graphics/research/sciviz/archaeology/archve/index.html>
2. ArGe Projekte; Ein Kloster in Burgund: Cluny I und Cluny II als virtuelles Experiment, <http://www.ar-ge-projekte.at/proj5.html>.
3. ArchNet — WWW Virtual Library; <http://spirit.lib.uconn.edu/ArchNet/ArchNet.html>
4. CAA++ — Computer Applications in Archaeology; <http://caa.soton.ac.uk/caa/index.html>
5. Cluny IV; <http://www.rzw.ch/kultur/kultur.htm>
6. Computing Archaeology Research Group, Staffordshire University, <http://www.soc.staffs.ac.uk/research/groups/cag/index.html>
7. Fakespacesystems: CAVE; <http://www.fakespacesystems.com/products/cave.html>
8. Mediaport/CyberScience: Cluny; http://www.mediaport.net/CyberScience/BDD/fich_054.en.html
9. Willkommen in Cluny; http://www.cad.architektur.tu-darmstadt.de/architectura_virtualis/cluny/hafan/hfan1.html

Summary

The goal of presented dissertation is to show usefulness of applying CAD methodology in processes of architectural reconstruction concerning historical objects, on the example of Ostrów Lednicki relicts. In order to do this, several experiments have been planned and conducted, in which it was decided to prove the following thesis:

Applying computer methods is useful in order to achieve correct perception of architectural culture space.

In the dissertation the importance of deepened architectural space perception was stressed, as an element of reconstruction hypothesis verification, with special consideration of visual perception and sensing of reconstructed space, thanks to the usage of modern computer techniques.

In order to prepare experiments, research has been done, regarding past studies concerning historical and architectural scientific investigations of Ostrów Lednicki relicts, and similar experiments conducted in Poland and worldwide, using computer instruments. Additionally, an inquiry was made, to explore prepared popularization studies. Then, on the basis of gathered examples and research about computer tools, applications were chosen, in order to conduct planned experiments with their help. Alternative methods of projecting 3D objects have been also noticed, to employ them in the research process, and possibly, in examinations of Virtual Reality.

Using chosen CAD instruments verification of reconstruction concepts of K. Żurowska, A. Grygorowicz, A. Szyszko-Bohusz. was made. It was achieved by building computer models according to aforementioned hypotheses. By applying computer instruments, and especially perceptual analysis, using traditional visualization (rendering), and interactive (desktop VR), a number of inaccuracies was detected in reconstructions made by traditional methods. Variantable computer reconstruction inclu-

ding also variants of construction solutions has been conducted. Also within the confines of research, a successful verification of hypothesis concerning location of the so called „Arkada Lednicka” was made, using 3D modeling, and identification of the object in the surrounding culture space.

The obtained results were then analyzed, in order to prove the usefulness of the employed research methods in architectural reconstruction processes. On the basis of research examinations, and the described examples of reconstruction studies, comparative analysis was conducted, regarding traditional and computer methods of architectural and historical reconstruction. Another comparative analysis was conducted regarding possible hazards connected with the use of computer techniques, and possibilities coming up from their application. As an effect of experimental use of alternative methods of interactive visualization desktop VR, it was possible to compare their results to visualizations made by professional CAD applications.

On the basis of conducted studies and analysis, a synthesis of the computer aided research process was created, in form of the author's method. It connects separate stages of the process regarding architectural examination of spatial structure. Usefulness of alternative methods, as an element supporting the research processes, was shown. Furthermore, it was also proved, that computer methods and CAD instruments, and especially VR techniques, are useful for archiving enhanced perception of the examined spatial structures.

Conclusions were drawn, regarding the usefulness of computer aided reconstruction processes, and the used research methods, for the protection and presentation of Ostrów Lednicki relicts. Preparation of an integrated computer system was proposed: Virtual Preservation Map for Lednicki Park Krajobrazowy.



Rys. 2. Ostrów Lednicki
(fot. Archiwum MPP
na Lednicy, A. Biedroń)

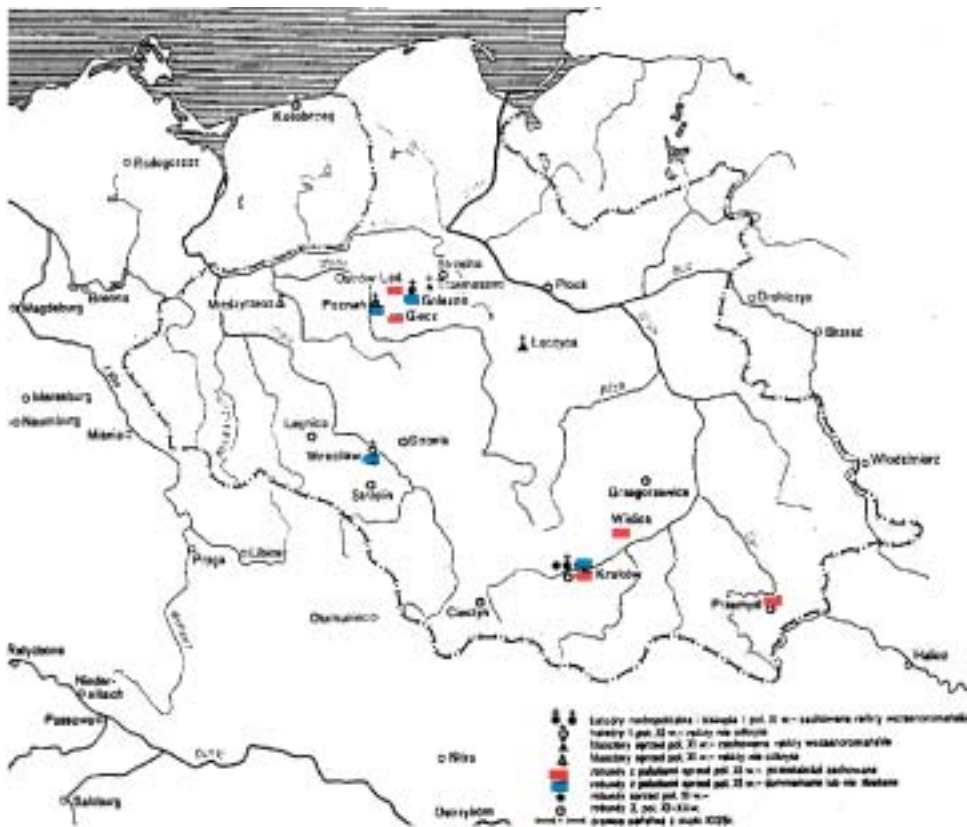


Rys. 3. Plan Lednickiego Parku Krajobrazowego wraz
z terenem Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy,
w granicach z 1997 r. (za: Grygorowicz A., 1998)



Rys. 4. Granica włości lednickiej wg W. Leśnego 1976, na tle mapy obszarów zalesionych w średniowieczu wg K. I. Hładyłowicza 1932 (za: Grygorowicz A., 1998)

Rys. 8. Plan sytuacyjny na bazie zdjęcia lotniczego. Zaznaczono wały grodzisk wczesnośredniowiecznych i mosty wczesnośredniowieczne (za: Grygorowicz A., 1998).



Rys. 10. Relikty architektury przedromańskiej i romańskiej, oraz przedromańskie i romańskie rotundy i palatia (według J. Zachwatowicz , opracował autor)



A.



B.



C.

Rys. 36. Wizualizacja układu przestrzennego Ostrowa Lednickiego w XI wieku (za: Encyklopedia Multimedialna PWN (Sztuka), 1999; hasło: Ostrów Lednicki)
 A. Widok ogólny wyspy wraz z mostami, u góry most „poznański”, na dole most „gnieźnieński”; B. Widok na gród z mostu „gnieźnieńskiego”; C. Budowle kamienne Ostrowa Lednickiego — Palatium wraz z kaplicą, kościół grodowy

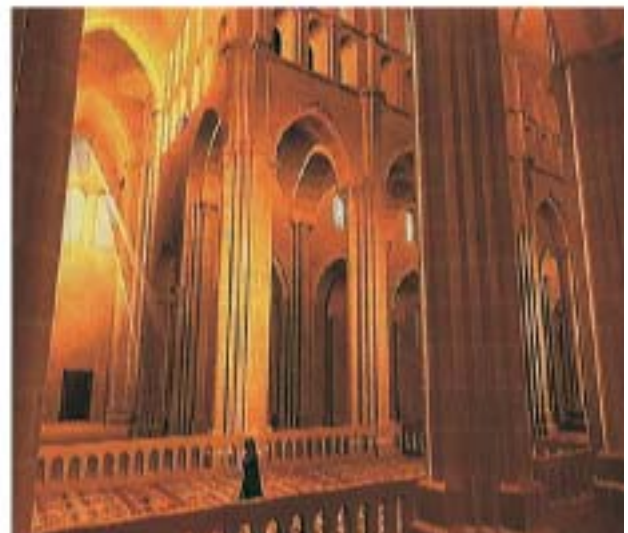


Rys. 39. Wielkość budowli kościoła Cluny III na tle obecnie istniejącej zabudowy. Montaż fotograficzny w którym za pomocą białych linii ukazano obrys obiektu. Jediną pozostałością Cluny III jest wieża widoczna w prawym górnym rogu zdjęcia (za: <http://www.rzw.ch/>)

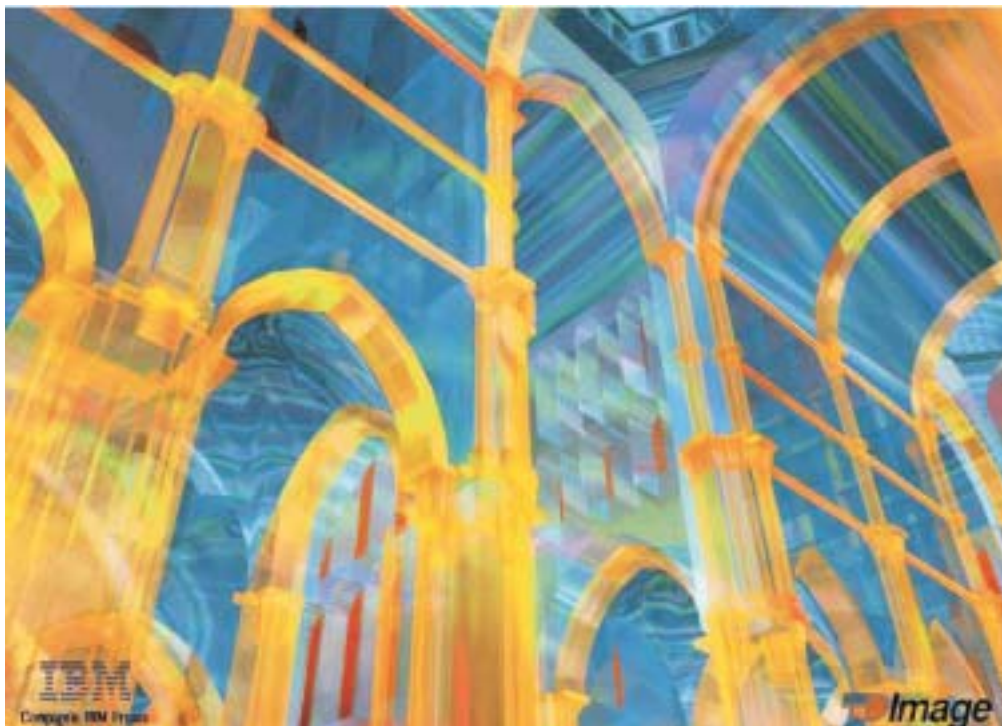


Rys. 42. Model siatkowy Cluny III
(za: <http://www.rzw.ch/>) ASB Baudat 1989

Rys. 47. Bryła zrekonstruowanego Cluny III w kontekście urbanistycznym. Fotomontaż komputerowy (za: <http://www.rzw.ch/>) ASB Baudat 1989

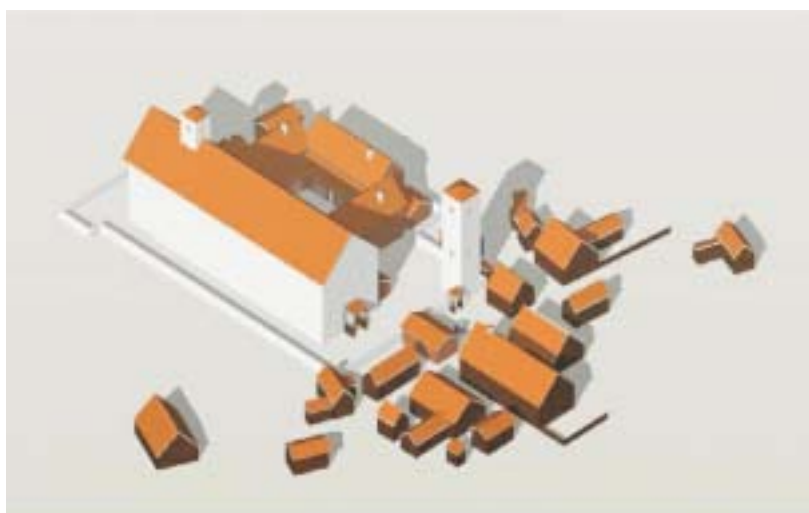


Rys. 48. Ujęcia z interaktywnej symulacji czasu rzeczywistego — projekt „Cluny”. Widoczne graficzne reprezentacje użytkowników poruszające się w wirtualnej przestrzeni zrekonstruowanego obiektu. Ilustracje za: Mediaport/CyberScience „Cluny”; http://www.mediaport.net/CyberScience/BDD/fich_054.en.html



Rys. 50. Wnętrze Cluny III w wizualizacji. Wizualizacja struktury przestrzennej. (za: IBM France)

A.



B.



Rys. 51. Aksonometria założenia przestrzennego opactwa Cluny I (A) i Cluny II (B) ArGe Projekte 2000

Rys. 52. Wizualizacja Cluny II.
Fotorealistyczne ujęcie
perspektywiczne klasztoru wraz z
otoczeniem. ArGe Projekte 2000



Rys. 56. Rekonstrukcja wirtualna „Wielkiej Świątyni” w Petrze wykonana za pomocą systemu ARCHAVE (za: Acevedo, Vote, Laidlaw, Joukowsky 2000)

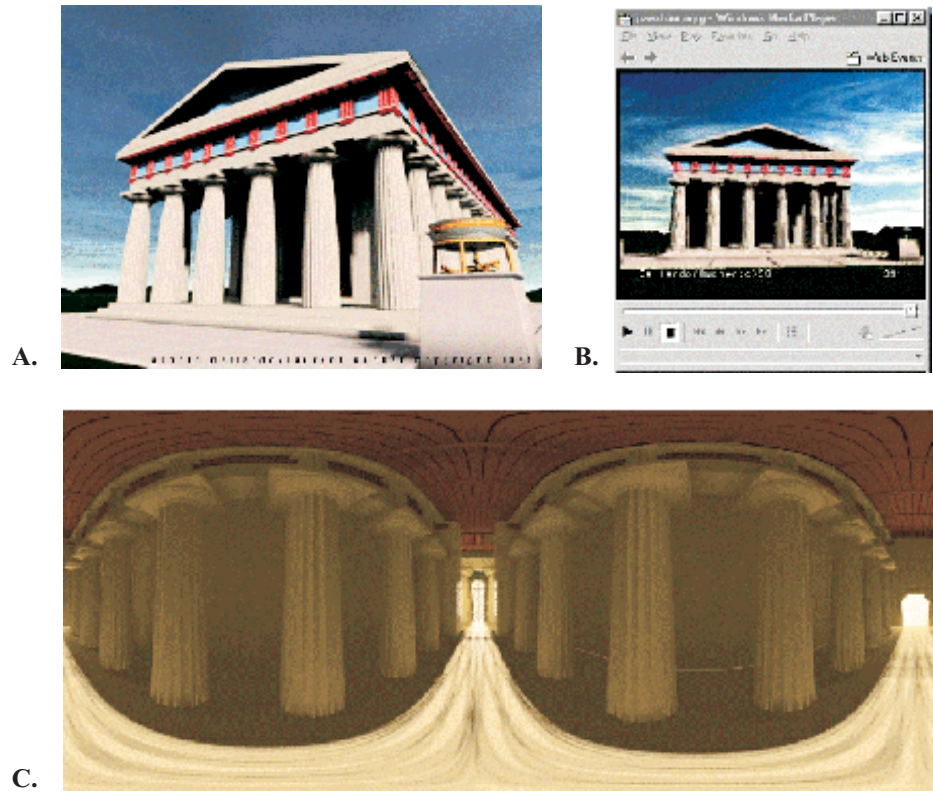


Rys. 57. Komunikacja z użytkownikiem w systemie ARCHAVE za pomocą (od góry): zwykłego monitora i PC, wyświetlacza Barco Baron, wyświetlacza HMD (za: Acevedo, Vote, Laidlaw, Joukowski 2000)



Rys. 58. Model przestrzenny z systemu ARCHAVE prezentowany w CAVE (za: Acevedo, Vote, Laidlaw, Joukowski, 2000)

Rys. 60. Rekonstrukcja świątyni Hery w Paestrum — sposoby prezentacji wizualizacji: A. nieruchomy obraz, B. animacja, C. rozwinięcie obrazu rzutowanego na walec za pomocą Quicktime VR. Za: Gallardo A., Aucher L.,: 3D Virtual reconstruction 38



Rys. 63. Augmented Reality przy użyciu HMD.
A. projekcja rekonstrukcji widziana w HMD;
B. ten sam teren — zwiedzający wyposażony w HMD.
Projekt Archeoguide, Grecja, 2001. (za: D.H. Sandersem)



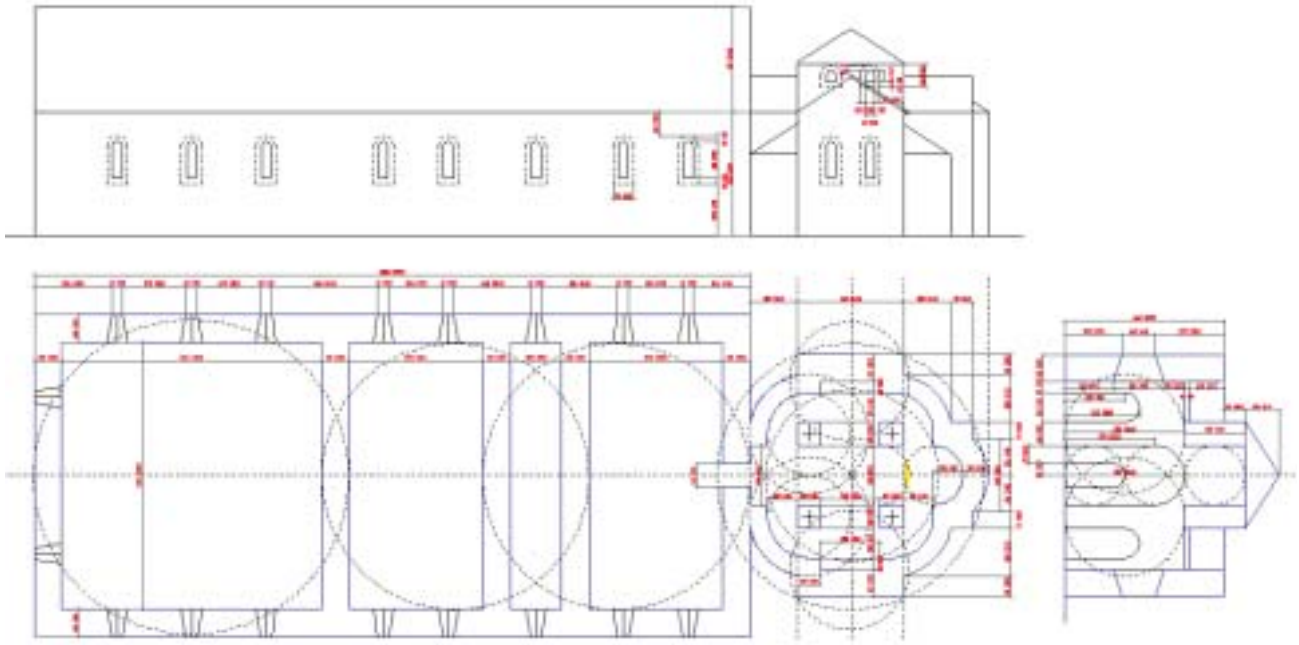
Rys. 64. Els Vilars, system prezentacji wizualnej Augmented Reality korzystający z wyświetlacza ciekłokrystalicznego jako interfejsu użytkownika. Research Group on Human-Computer Interaction and Databases University of Lleida. (za D.H. Sandersem)



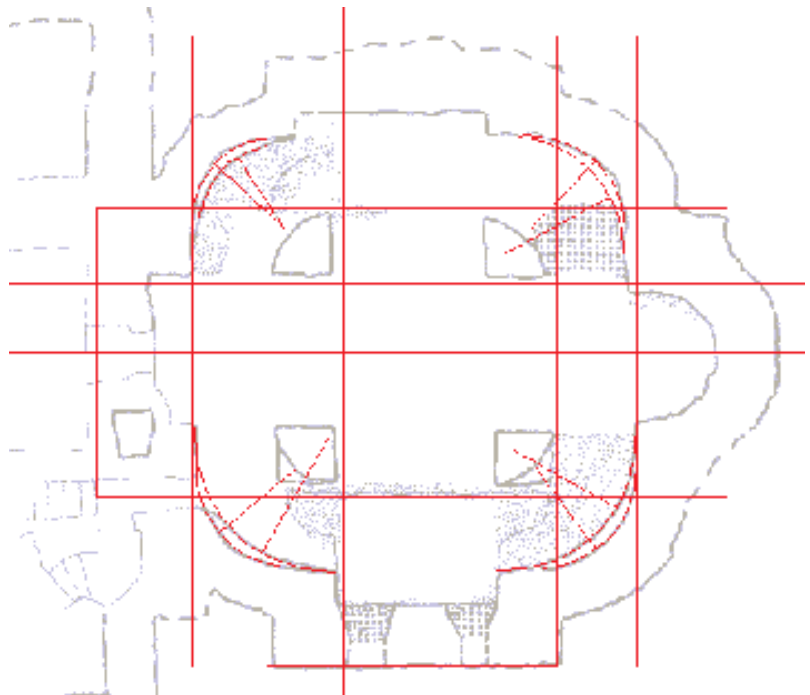
Rys. 68. Wizualizacja modelu trójwymiarowego za pomocą interfejsu CAVE przy wykorzystaniu systemu CQ3A. (za: CAVE QUAKE III ARENA <http://www.visbox.com/cq3a/>)



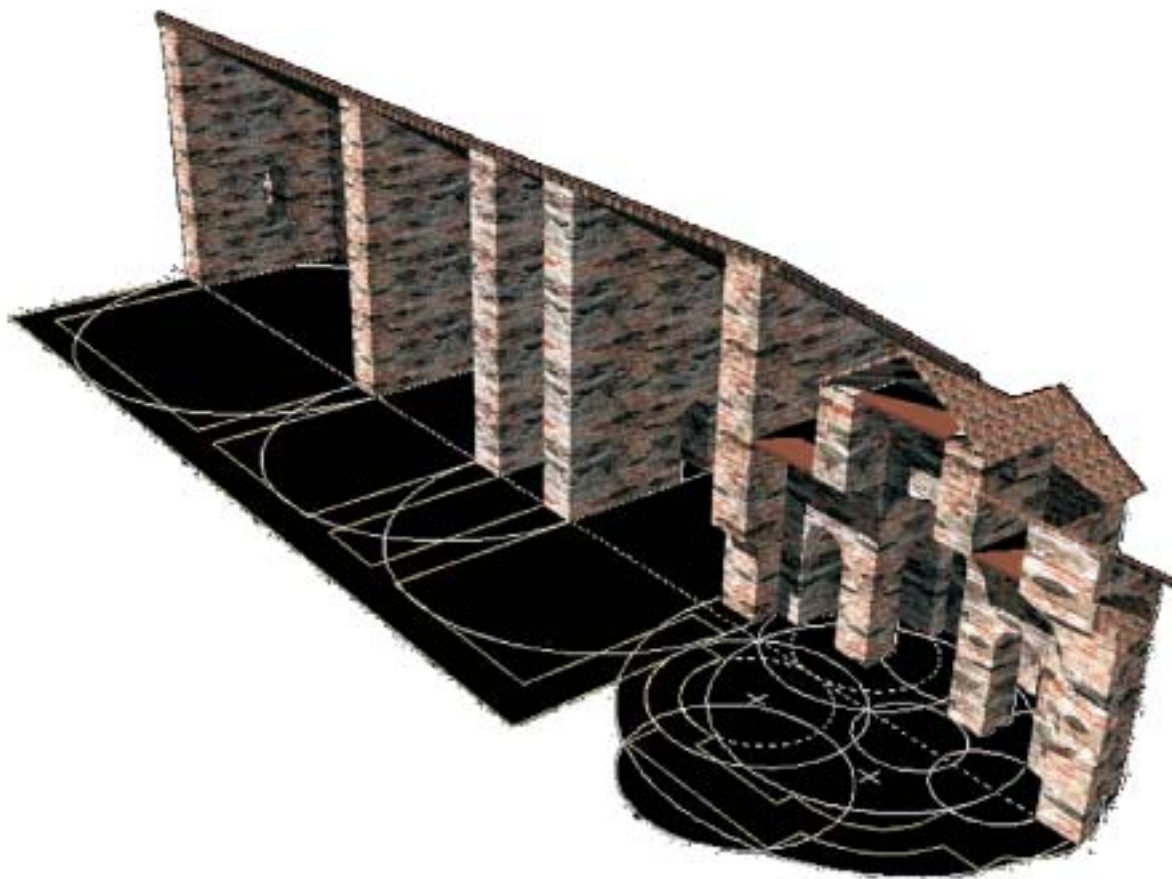
Rys. 70. VRGIS — system Archave, Brown University. Graficzna reprezentacja informacji o terenie wykopalisk (według: Acevedo D., Vote E., Laidlaw D. H., Joukowsky M. 200



Rys. 72. Architektoniczna analiza planimetryczna przy użyciu narzędzi informatycznych (opracował autor)



Rys. 73. Planimetryczna, komputerowa analiza domniemanej korekty strzałki łuku obejścia filarów w baptysterium (opracował autor)



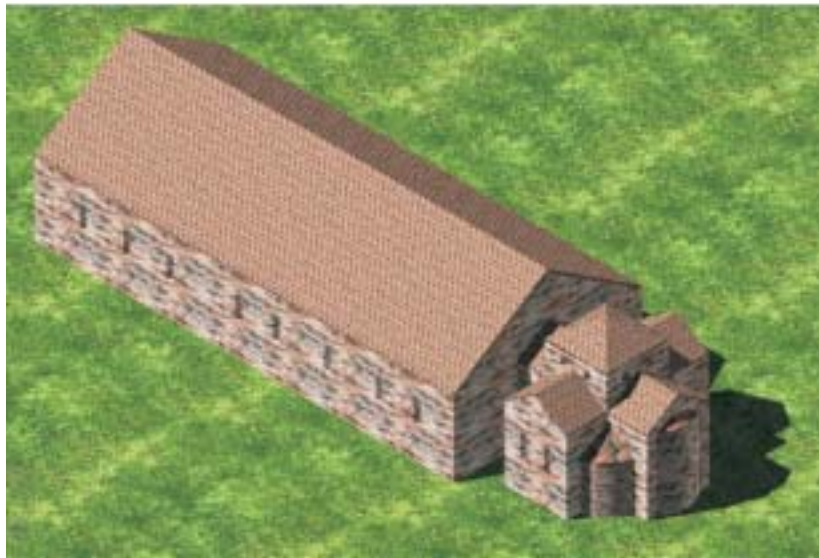
Rys. 76. Model trójwymiarowy palatium wraz z baptysterium, wykonany według rekonstrukcji K. Żurowskiej (opracował autor). Rendering perspektywiczny przekroju wzdłuż osi wschód — zachód, z pokazaniem analizy planimetrycznej rzutu (u dołu)



Rys. 78. Desktop VR w systemie Autocad. Interaktywna inspekcja modelu wraz ze strukturą przestrzenną. Rekonstrukcja za: „Ostrów Lednicki”, red. K. Żurowska, 1993



A.



B.



C.

Rys. 79 (A,B,C). Wizualizacje modelu trójwymiarowego wykonanego według hipotezy rekonstrukcyjnej K. Żurowskiej (opracował autor)

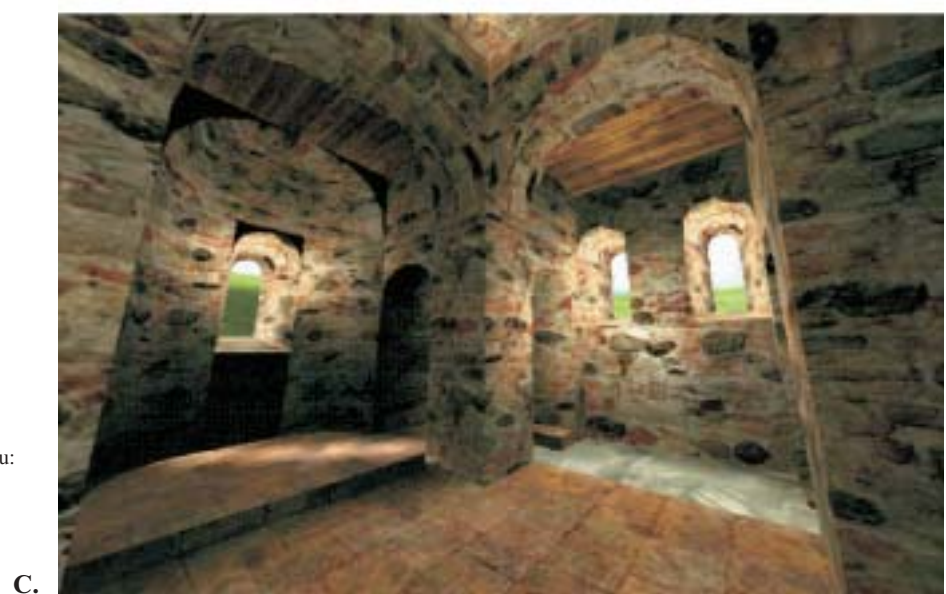
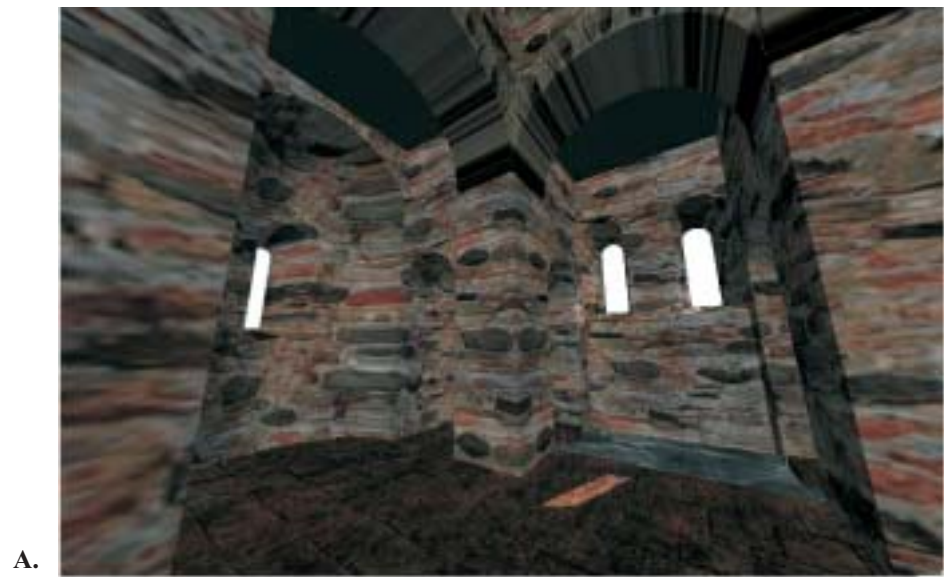
A.



B.



Rys. 80. Porównanie wyglądu budowli lednickich w różnym wykończeniu murów: A. wygląd z zewnątrz, B. wnętrza — widok na absydę i północne ramię krzyża (opracował autor)



Rys. 81. Zestawienie kadrów z wizualizacji wnętrza bazyliki — analiza porównawcza jakości renderingu:
A. obraz nieruchomy, rendering programu Autocad 2000,
B. interaktywna wizualizacja VRML,
C. interaktywna wizualizacja engine Quake 3 (opracował autor)



Rys. 82. Wizualizacja wnętrza wieży baptysterium (opracował autor)



Rys. 83. Widok z wysokości stropu nad wieżą obrazuje wzajemne proporcje powierzchni zajmowanej przez domniemane baseny chrzcielne i całości podłogi baptysterium (opracował autor)



Rys. 84. Sklepienia i sufity w baptysterium. Po lewej stronie przerwane sklepienie nad absydą, po prawej sufit nad południowym ramieniem krzyża. (opracował autor)



Rys. 86. Rekonstrukcja komputerowa według hipotezy A. Szyszko-Bohusza. Widok od południowego wschodu (opracował autor)



Rys. 87. Rekonstrukcja komputerowa według hipotezy A. Szyszko-Bohusza. Wnętrza. U góry — widok z empory na podstawę wieży, u dołu — widok na emporę w kierunku południowo-wschodnim (opracował autor)

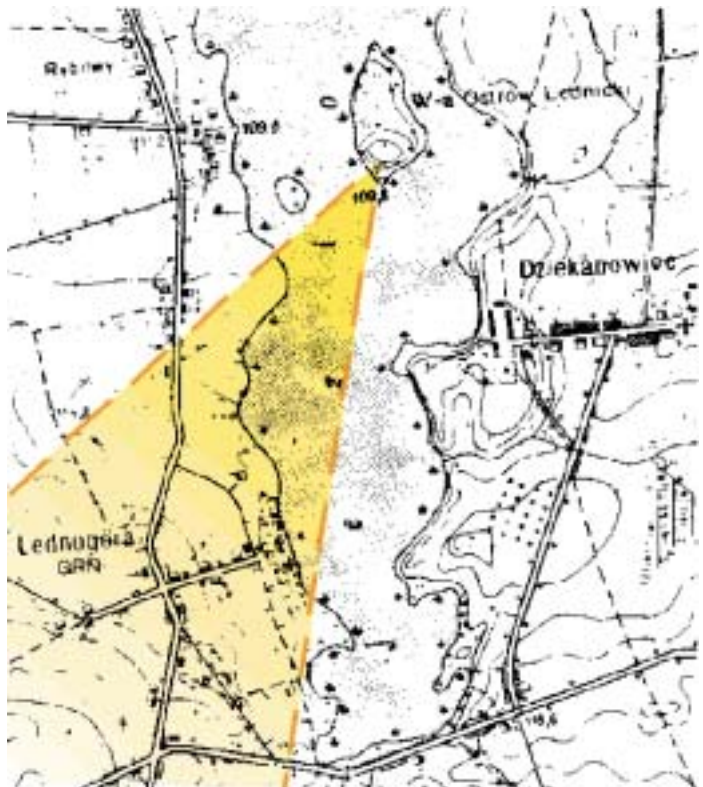


Rys. 88. Rekonstrukcja komputerowa według hipotezy A. Szyszko-Bohusza. Wnętrze. Porównanie przestrzeni I kondygnacji przekrytej stropem: A. drewnianym, B. przeklepionej (opracował autor)

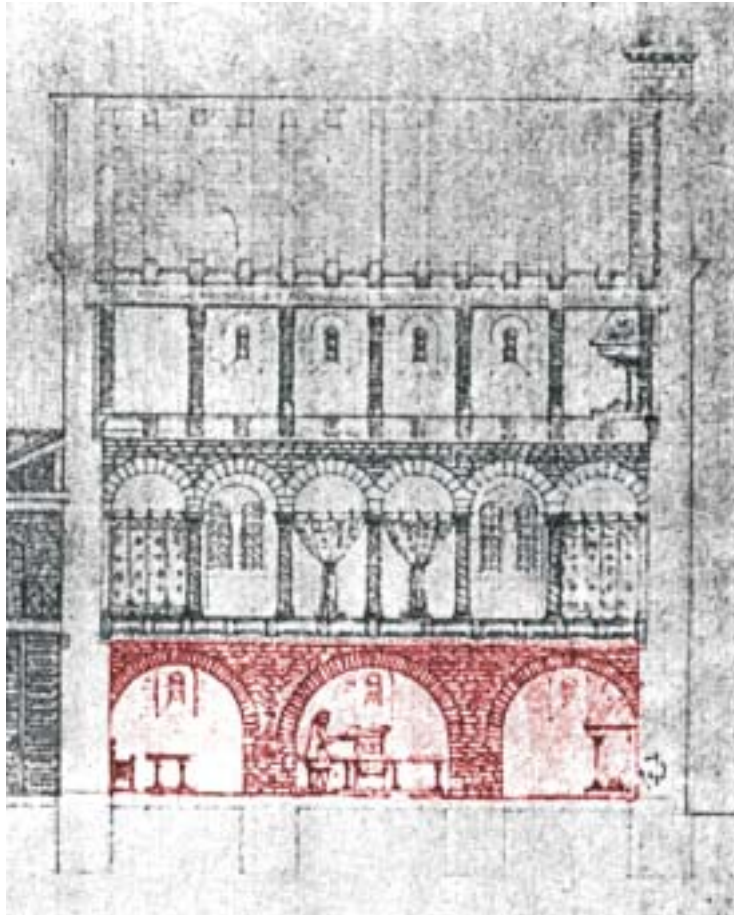
A.



B.



Rys. 91. Fragment mapy sytuacyjno-wysokościowej okolic Jeziora Lednickiego z zaznaczeniem domniemanego zasięgu obserwacji, według ryciny hr. E. Raczyńskiego



Rys. 93. Przekrój palatium lednickiego według W. Dalbora. Na czerwono zaznaczono łuki arkadowe (za: Dalbor W., 1959)



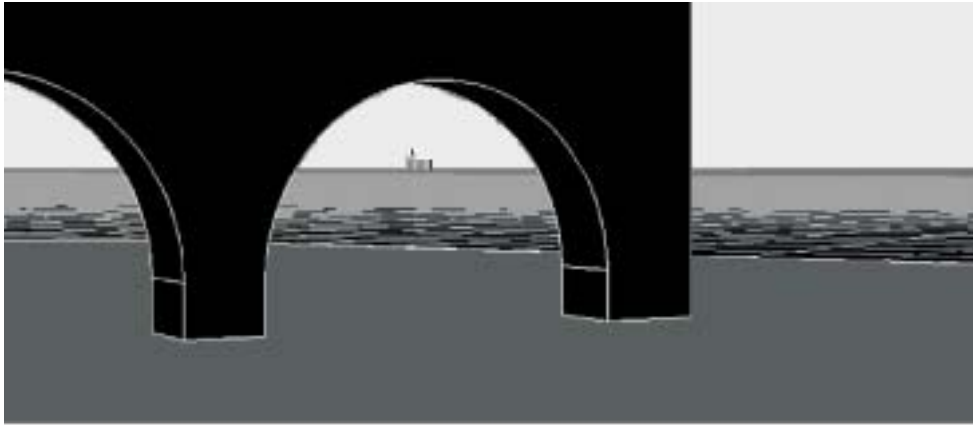
Rys. 94. Archiwalna (przed 1831) mapa obrębowa wsi Lednogóra w zbiorze map katastralnych Poznańskiego Archiwum Państwowego. Po prawej stronie, na wschodnim krańcu wsi, widoczny folwark



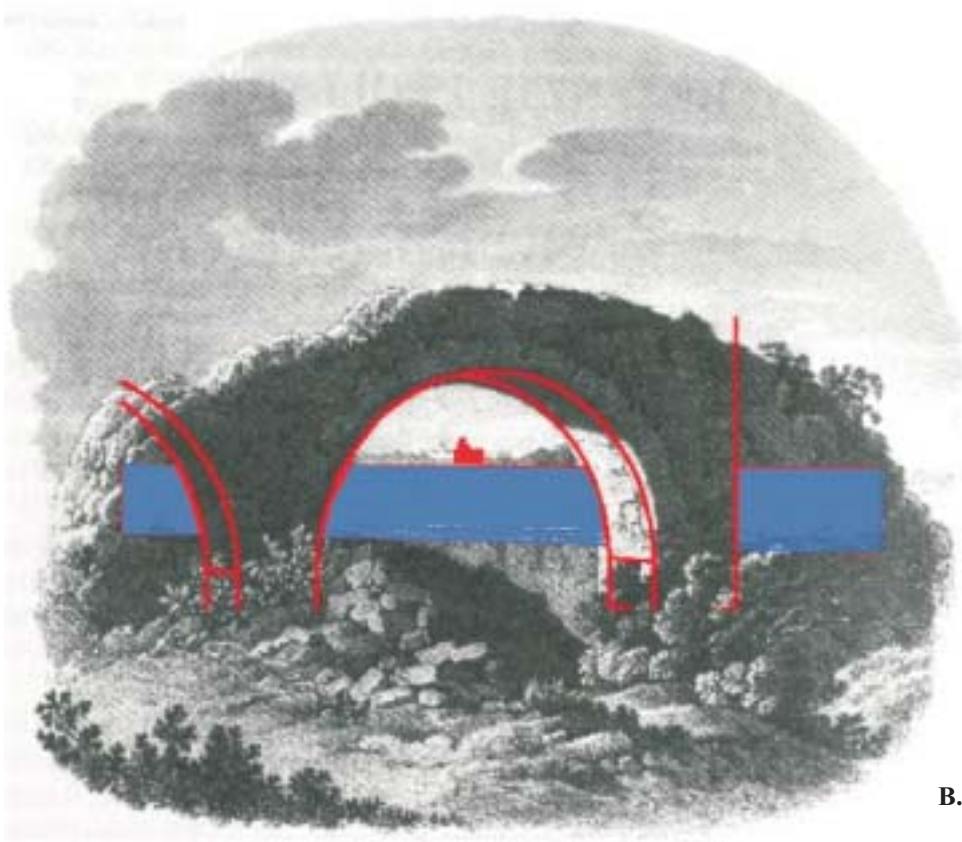
Rys. 95. Lednogóra folwark i wieś: Karte vom Gute Lennagóra im Gnesener Kreise. Kopia oryginału mapy z 1831 roku w skali 1:5000. Mapa w zbiorach Landratura Gniezno (Gniezno 44).



Rys. 96. Konteks przestrzenny eksperymentu w wirtualnej przestrzeni. Zestawienie analogowych map i planów. Na czerwono zaznaczono domniemaną oś widokową według ryciny hr. Raczyńskiego; w niebieskiej ramce Ostrów Lednicki



A.

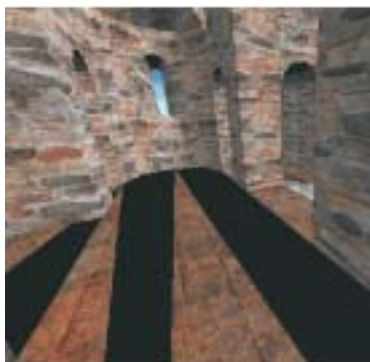


B.

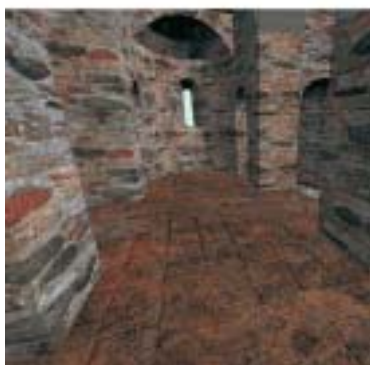
Rys. 97. A. Model komputerowy arkady lednickiej w uproszczonym kontekście przestrzennym. B. Sprawdzenie hipotezy rekonstrukcyjnej poprzez nałożenie rekonstrukcji komputerowej na rycinę hr. Raczyńskiego



A.



B.



C.

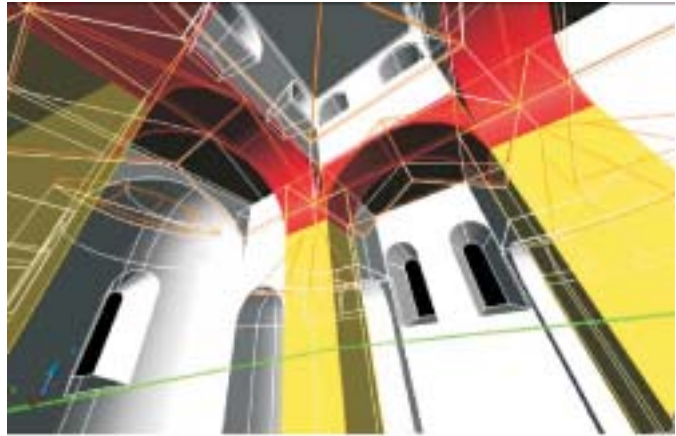
Rys. 100. Błędy w interpretacji modelu przestrzennego VRML przez akceleratory graficzne. A. Chipset RIVA TNT2/ DirectX. B. Chipset RIVA TNT2/ OpenGL. C. Chipset 3dfx Voodoo3/ OpenGL. Widoczne błędy w wyświetlaniu powierzchni podłogi, występują również drobne zmiany w jakości wyświetlania tekstur, nasycenia kolorów



Rys. 101. Porównanie kadrów z wizualizacji desktop VR, wykonanych przy ogniskowej (od góry) 60, 90, 110. Obraz wykonany przy małej ogniskowej odbiera się jako „naturalniejszy”, jednak obraz wykonany przy dużej ogniskowej pozwala na pełniejszą identyfikację przestrzenną

Rys. 102. Zestawienie wizualizacji interaktywnych Desktop VR i i zróżnicowanie ich graficznego charakteru, dostosowanego do spełnianych przez nie zadań: A. wizualizacja w programie Autocad 2000, obrazująca strukturę obiektu podlegającą edycji; B. wizualizacja interaktywna VRML, element analizy percepcji przestrzeni. (porówn. z rys. 67 — system Archave)

A.



B.



A.



B.



C.



Rys. 113. Budowla ochronna według A. Lorenca w kontekście przestrzennym Ostrowa Lednickiego, montaż komputerowy (opracował autor) A. widok z promu na wyspę, B. widok z wnętrza grodu, C. widok na wyspę z wschodniego brzegu jeziora

**A.****B.****C.**

Rys. 114. Budowla ochronna z materiału przezroczystego; rendering oparty o model trójwymiarowy przedstawiony w rozdz. 4.1.1.2. ukazany w kontekście przestrzennym Ostrowa Lednickiego. Podobnie mógłby również wyglądać jeden z wariantów wirtualnej projekcji augmented reality przedstawiany zwiedzającym (montaż komputerowy, opracował autor). A. widok z promu na wyspę, B. widok z wnętrza grodu, C. widok na wyspę z wschodniego brzegu jeziora.