

**Bogusława Olszewska, Angelika Mazur,
Mateusz Marczuk, Paweł Stefaniak**

Studenckie Koło Naukowe Zakładu Budownictwa
Państwowa Szkoła Wyższa w Białej Podlaskiej
- opiekun naukowy mgr inż. Agnieszka Karwacka, dr inż. Bartosz Zegardło

MAKIETY ARCHITEKTONICZNE ODZWIERCIEDLENIEM RZECZYWISTOŚCI

Streszczenie

Referat przedstawia analizę sposobów i kosztów wizualizacji obiektów architektoniczno - budowlanych, wykonanych za pomocą makiet oraz programów komputerowych. Przedstawiona została różnorodność programów komputerowych, a także sposobów wykonywania makiet ze względu na użyte materiały.

Zestawione zostały różnice między wizualizacjami komputerowymi i makietą. W szczególności ze względu na cenę, jakość oraz czas wykonania. Niewątpliwie każda z cech podjętych do porównania jest istotna w pracach naukowych jak i pracy zawodowej.

Podjęte zagadnienie zobrazowane zostało na podstawie wykonania wizualizacji w wybranym programie komputerowym, a także wykonanej makiety.

Przedmiotem opracowania projektów był budynek zabytkowy - stary spichlerz zlokalizowany w Międzyrzeczu Podlaskim w zespole pałacowo - parkowym.

Porównanie projektów pozwoliło na dostrzeżenie wielu zalet jak i wad metody powszechnie używanej do wizualizacji - komputerowej oraz już rzadko spotykanej - wykonywanie makiet.

Wstęp

Określenie „wizualizacja” oznacza wyobrażenie danej sytuacji przestrzennej na modelu skonstruowanym przy pomocy oprogramowania komputerowego lub pracy własnoręcznej. Wykonanie wizualizacji komputerowej, czy też makiety jest dodatkową formą przedstawienia przyszłej inwestycji. Powszechnie ma na celu zrozumieć rozwiązania architektoniczne i konstrukcyjne a przez to wczuć się w atmosferę danego przedsięwzięcia.

Obecne technologie stosowane w dziale budownictwa (architektury) pozwalają na wykonanie szybkich i bardzo efektownych wizualizacji w porównaniu do dawnych metod - wykonania makiety. Jednak wiąże się to z cenami

specjalistycznego oprogramowania, które znacząco wpływa na końcowy efekt jakościowy wizualizacji. Zastosowanie zatem starszych metod nie zawsze jest gorszą decyzją.

Celem niniejszej pracy była analiza sposobów i kosztów wizualizacji obiektów architektoniczno-budowlanych, wykonanych za pomocą makiet oraz programów komputerowych. Przybliży to świadomość, możliwości modelowania za niewielką cenę, a dobrą jakość wykonania, wykorzystując oprogramowania komputerowe jak i materiały powszechnego użytku.

Wizualizacje komputerowe

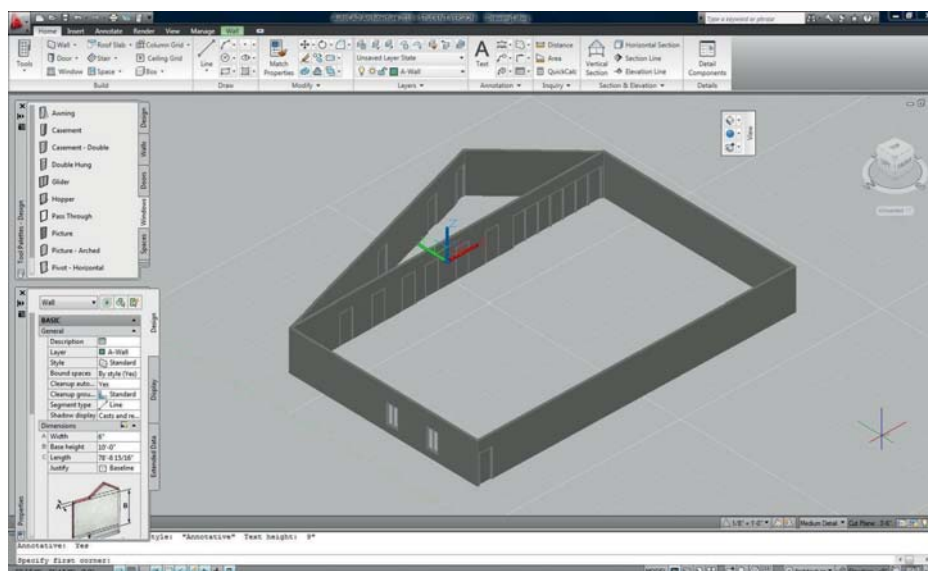
W wielu przypadkach modelowanie 3D staje się podstawowym sposobem zainicjowania procesu projektowania, zaś rysowanie na płaszczyźnie jest działem uzupełniającym i koniecznym ze względu na przyzwyczajenia starszej kadry inżynierskiej (Montusiewicz 2008).

Komputerowa wizualizacja trójwymiarowa jest techniką, która łączy w sobie wiele elementów składowych. Po pierwsze – modelowanie trójwymiarowej geometrii obiektów, po drugie – projektowanie materiałów do mapowania powierzchni obiektów, po trzecie - wprowadzenie oświetlenia do trójwymiarowych scen, po czwarte – ustawienie kamer, przez które obserwujemy wirtualną rzeczywistość, oraz po piąte – generowanie dwuwymiarowych obrazów bitmapowych lub filmów prezentujących spacer po scenie. Wykonanie wszystkich etapów prowadzi do uzyskania wizualizacji foto realistycznej. Dzięki zastosowaniu zaawansowanych technik grafiki komputerowej możemy oglądać w realistycznej jakości obiekty, które jeszcze w rzeczywistym świecie nie istnieją (Świt-Janowska 2010).

Rozwój oprogramowania do modelowania obiektów trójwymiarowych doprowadził do sytuacji, w której użytkownik musi szczególnie uważnie się zastanowić nad prawidłowym wyborem narzędzia pracy. Mniejsze pracownie architektoniczne do tworzenia projektów obiektów budowlanych wykorzystują czasami tańsze oprogramowania komputerowe. Takie zachowanie w większości jest podyktowane dość wysoką ceną zakupu licencji na użytkowanie komercyjnych wersji programów. Określenie tańsze nie oznacza wcale gorsze. Istnieje wiele wersji programów komputerowych w wersji darmowej i edukacyjnej do tworzenia wizualizacji, które są powszechnie dostępne dla osób zajmujących się zawodowo tworzeniem wizualizacji oraz studentów.

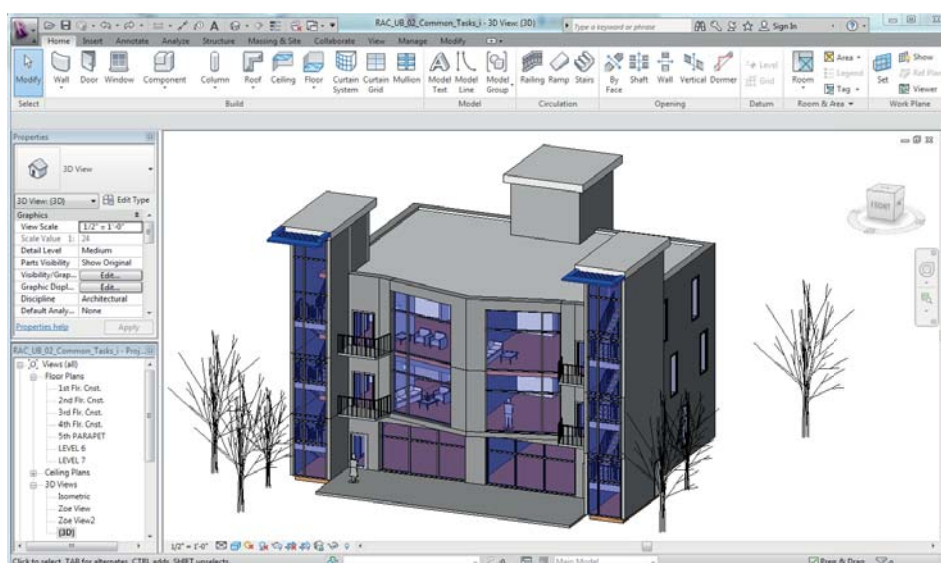
Obecnie mamy wiele specjalistycznych programów do modelowania i tworzenia wizualizacji architektonicznych, np.: AutoCAD Architecture, Revit Architecture, Autodesk 3ds Max Design, SketchUp.

AutoCAD Architecture jest programem znacznie przyspieszającym tworzenie dokumentacji technicznej obiektów budowlanych. Pozwala na szybkie rysowanie obiektów 3D jak ściany, słupy, schody, okna i stropy (ryc. 1). Daje to możliwość przeprowadzania wizualizacji, oraz automatycznego generowania elewacji i przekrojów. AutoCAD Architecture oparty jest na AutoCADzie.



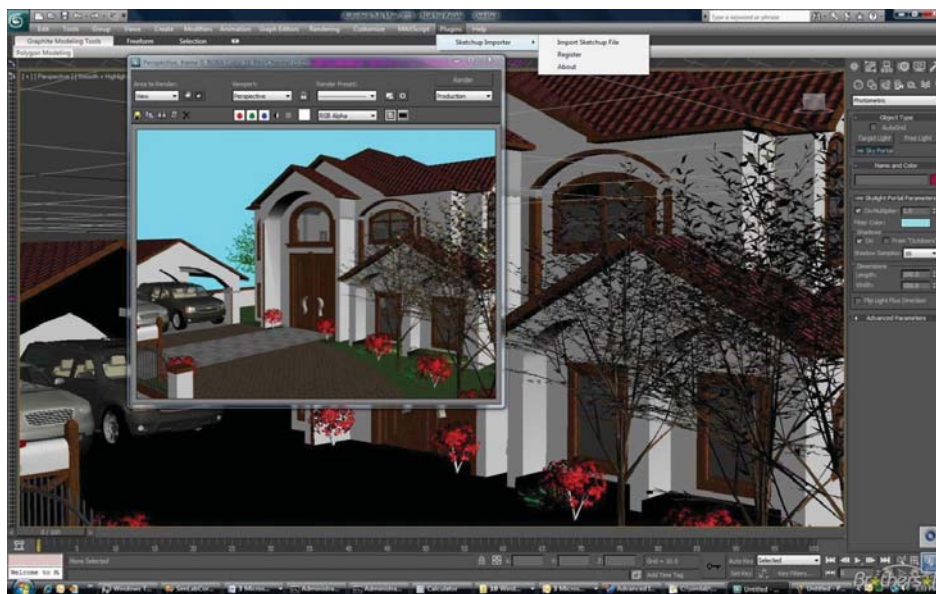
Ryc. 1. Zrzut z ekranu w programie AutoCad Architecture 2013

Revit Architecture. Umożliwia tworzenie w pełni parametrycznych modeli budynku, poprzez wstawianie ścian, słupów, belek stropów i innych elementów konstrukcyjnych (ryc. 2). Rysunki zawsze są aktualne, a model 3D generowany jest poprzez rysowanie elementów na rzutach/elewacjach i przekrojach. Duże możliwości robienia zestawień czy wizualizacji, to jedne z niewielu funkcji, jakie posiada ten program.



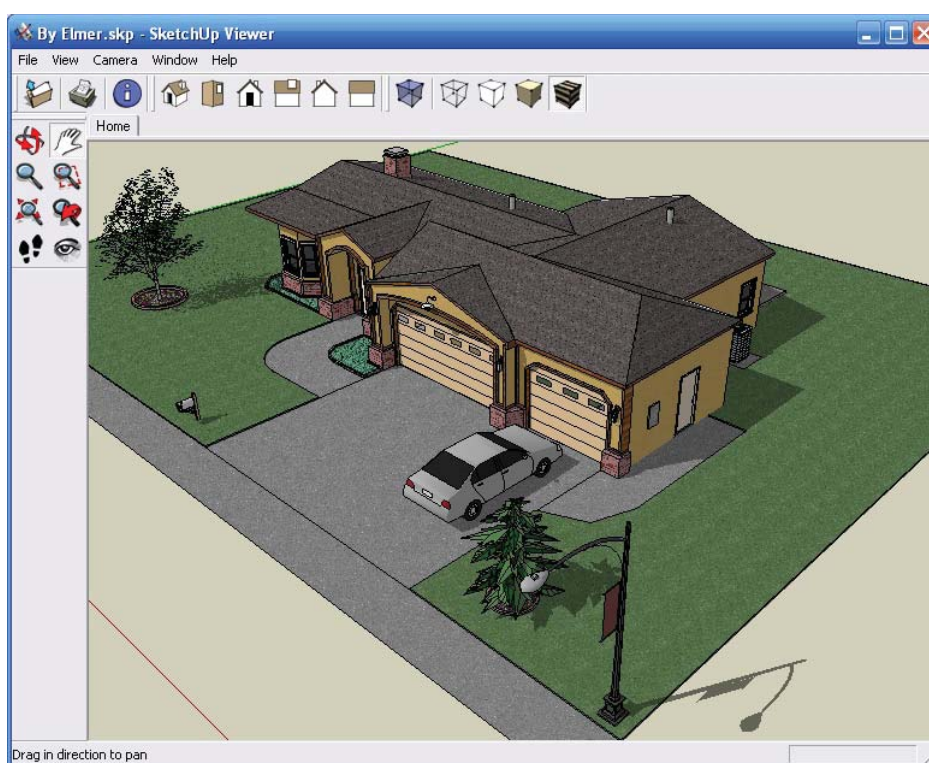
Ryc. 2. Zrzut z ekranu w programie AutoCad Revit 2013

Autodesk 3ds Max Design prezentuje wszechstronną technologię symulacji i analizy oświetlenia, możliwości renderingu oraz bardzo dobrą współpracę z oprogramowaniem Revit, AutoCAD Civil 3D i nie tylko. Za pomocą programu można kompleksowo modelować, dokonywać animacji i renderingu 3D (ryc. 3). Oprogramowanie jest przeznaczone przede wszystkim dla architektów, projektantów inżynierów i specjalistów ds. wizualizacji. Posiada bardzo rozbudowany program do wizualizacji. Nieograniczone możliwości modelowania, oraz bardzo wydajny silnik renderowania Mental Ray generujący foto realistyczne wizualizacje - to najważniejsze zalety 3ds Max Design.



Ryc. 3. Zrzut z ekranu w programie Autodesk 3ds Max 2013

SketchUp jest programem do modelowania 3D zarówno dla początkujących, jak i profesjonalistów, w tym architektów oraz projektantów, który nie stawia właściwie żadnych ograniczeń swoim użytkownikom. Pozwala on łączyć elementy 3D z elementami 2D, takimi jak zdjęcia, tekst, szablony blokowe, a nawet tekst pisany ręcznie. Umożliwia nie tylko projektowanie wnętrz, wybieranie tekstur i dodawanie gotowych komponentów takich jak samochody, drzewa, wyposażenie domowe, ale i tworzenie zupełnie nowych elementów (ryc. 4).



Ryc. 4. Zrzut z ekranu w programie Google SketchUp

Większość programów pochodzi od jednego producenta oprogramowania specjalistycznego. Aby w pełni wykorzystać możliwości tych narzędzi konieczne jest nabycie nowych umiejętności z obsługi poprzez przejście odpowiednich kursów lub szkoleń, które niestety są dość kosztowne. Same korzystanie z licencji programów ponosi za sobą niemały wydatek. Darmowe bądź edukacyjne wersje nie zawsze pozwalają na pełne wykorzystanie funkcji programu, co wiąże się z pogorszeniem efektu wykonania wizualizacji obiektu.

Wizualizacje 4d (makiety)

Na przestrzeni wieków, modele architektoniczne stanowiły dosyć ważne narzędzie pracy architekta. Dzięki nim możliwe było przedstawienie wizji i ideologii projektanta oraz rozplanowanie realizacji budowlanych. Za pomocą modeli myśl projektanta i artysty zostaje przedstawiona w materiale fizycznym. Takim zagadnieniem zajmował się Arystoteles, który w swoich rozważaniach uwzględniał z jednej strony naturę materiałów, natomiast z drugiej strony świadome i celowe ludzkie działania, ideę architekta (Leśniak 1983).

Makieta będąc miniaturą posiada wiele cech wspólnych z docelowym obiektem budowlanym, co pozwala uzyskać dosyć wiarygodną weryfikację i waloryzację rozwiązań architektonicznych na etapie projektowym. Osoby związane zawodowo, mające na co dzień do czynienia z architekturą i projektowaniem, sprawnie posługują się modelowaniem obiektów z wersji dwuwymiarowej na trójwymiarową. Natomiast ludzie niebędący w tym kręgu zawodowym, często mają problemy ze złożeniem rzutów, widoków i elewacji w formy przestrzenne.

Makiety wykorzystywane są do wielu celów. Przemysłowe, mogą prezentować skomplikowane procesy w prosty i czytelny sposób umożliwiając kompleksowe zrozumienie zastosowanej technologii. Architektoniczne, pozwalają na szczegółowe porównanie budynków i budowli względem siebie, zagospodarowania terenu inwestycji oraz otaczających ulic i chodników. Z kolei makiety urbanistyczne obrazują głównie kompozycję brył w przestrzeni, a poprzez zastosowanie odpowiedniego oświetlenia efektownie je eksponują. Skala modelu, odzwierciedlenie detali i wysoki standard wykonania to wszystko powoduje, że makiety osiedli, budynków, czy zakładów są bliskie rzeczywistości i w prosty sposób przemawiają do wyobraźni oglądających (Barełkowska 2010).

Makiety i elementy stanowiące całość projektu prezentacji mogą być wykonywane w różny sposób i z wykorzystaniem mniej lub bardziej zaawansowanych technologii. Budowa makiety jest bardzo czasochłonna i wymaga dużej precyzji.

Makiety można wykonywać praktycznie z każdego materiału. Do najbardziej podatnych należą: gips, glina, drewno, styrodur, pleksi i papier.

Makiety z gipsu (z cegiełek gipsowych) (ryc. 5). Wykonanie jest bardzo czasochłonne, ponieważ zanim zabierzemy się do sklejenia całego obiektu, najpierw konieczne jest wykonanie odlewu z gipsu do silikonowej formy imitującej cegły. Istotnym elementem jest precyzyjność wykonania. Wszystkie elementy powinny być idealnie równe. Koszty wykonania takiego modelu są następujące; forma silikonowa, najczęściej dostępna w sklepach internetowych, to wydatek około 50 zł, gips budowlany – 30 kg ok. 15 zł, klej w granicach 10 zł, do tego proste narzędzia, takie jak nożyk budowlany, papier ścierny.



Ryc. 5. Przykład makiety z cegiełek gipsowych

Makiety z gliny (ryc. 6). Ich wyrabianie potrzebuje równie tyle czasu, co wykonywanie makiet gipsowych. W pierwszym etapie glina jest modelowana, następnie wypalana i według uznania, malowana. Jeżeli obiekty modelowane są ręcznie, nie wyglądają tak efektownie, jak budynki z cegiełek gipsowych. Do kosztów produkcji należy wliczyć glinę rzeźbiarską – ok 5 zł za 1 kg.



Ryc. 6. Przykład makiety z gliny

Makiety z drewna (ryc. 7). Wykonanie wymaga ogromnej precyzji, szczególnie gdy obiekt wykonywany jest w dużej skali. Jako materiał można wykorzystać obrobione drewno różnych gatunków oraz płytę sklejkę. Narzędzia potrzebne do obróbki drewna; m.in.: ukośnica, wyrzynarka, piła ręczna, wiertarka lub wkrętarka, oczywiście wkręty oraz gwoździe, a także klej, nożyk, papier ścierny, dłuto. Koszty zależą od rodzaju drewna. Przykładowo sama sklejka np. o wymiarach 1200 x 2500 [mm] o grubości 5 mm, kosztuje ok. 30 zł.



Ryc. 7. Przykład makiety z drewna

Makiety ze styroduru (ryc. 8). Styrodur, styropian ekstrudowany – w odróżnieniu od zwykłego styropianu spienianego, nie składa się z kulek, dzięki czemu można go swobodniej kształtować. Wykonanie takiej makiety jest dosyć łatwe. Polega na wykrawaniu nożykiem potrzebnych nam elementów. Efekt końcowy, zależy od wyobraźni i zaangażowania, jak w przypadku innych materiałów. Koszt 1 m³ to ok. 430 zł.



Ryc. 8. Przykład makiety ze styroduru

Makiety z pleksi (ryc. 9). Wytworzenie takiej makiety, wymaga większego doświadczenia i kwalifikacji. Pożądaną kształt elementów otrzymujemy korzystając z usługi cięcia i gięcia materiału. Cięcie pleksi wykonuje się poprzez zastosowanie technologii laserowej CO₂, dzięki czemu można uzyskać dowolne kształty. Bardzo ważną jest również jakość krawędzi. Technika cięcia laserem podczas obróbki materiału, powoduje wygładzanie krawędzi. Proces gięcia tworzywa polega na liniowym wygrzaniu materiału giętego, a następnie jego wygięciu. Oprócz cięcia i gięcia nieodzownym etapem jest klejenie elementów. Koszt samej płyty pleksi to ok. 35 zł za 1 m² (grubość 1,5 mm). Należy doliczyć także usługi cięcia i gięcia.



Ryc. 9. Przykład makiety z pleksi

Makiety z papieru (ryc. 10). Najprostsze i najtańsze modele obiektów budowlanych. Do wykonania potrzebne są następujące narzędzia: nożyczki i klej oraz farby. Największy efekt oddają szczegóły, o które warto zadbać.



Ryc. 10. Przykład makiety z papieru

Wykonywanie makiet jest zajęciem czasochłonnym, jednak nie wymaga ogromnego inwestowania finansowego. Dzięki temu osoby znajdujące się w kręgu zawodowym projektowania, głównie studentów budownictwa czy architektury, mogą swobodnie przelać swoje wizje na model przestrzenny. Praca w „namacalnym” materiale uczy odpowiedzialności za konsekwencję konstrukcji, zużycie materiału, harmonię wszystkich komponentów (Rabiej 2013).

Makiety wykonywane są również przez pracownie modelarskie. W ówczesnych czasach, każda profesjonalna pracownia wspomaga swoją pracę ploterami termicznymi, laserowym cięciem, drukiem 3D i odlewami. Nowe technologie wspomagają proces wykonania makiet architektonicznych. Wiąże się to jednak z dużymi kosztami.

Przedstawienie analizowanego projektu

Analiza czasu wykonania, sposobów, kosztów i jakości wizualizacji obiektów architektoniczno-budowlanych, wykonana została na podstawie makiety oraz wizualizacji w programie komputerowym. Przedmiotem do opracowania projektów wybrano budynek zabytkowy - stary spichlerz zlokalizowany w Międzyrzeczu Podlaskim w zespole pałacowo-parkowym. Budynek jest wpisany do rejestru zabytków ze względu na jego wartości architektoniczne i historyczne. Data jego powstania nie jest dokładnie sprecyzowana, przyjęto 1890 r.

Budynek spichlerza zachował pierwotną formę architektoniczną. Wyważona w proporcjach bryła budynku składa się z dwóch prostopadłościanów, z pięciobocznym ryzalitem w części północnej korpusu głównego. Budynek został wymurowany z cegły czerwonej pełnej. Elewacje zewnętrzne są gładkie, bez detalu, z dachami o mocno wysuniętych okapach. We wnętrzu zachowana jest autentyczna konstrukcja drewniana stropów, wspartych na drewnianych słupach oraz oryginalna konstrukcja więźby dachowej. O wartości obiektu przesądza także nieprzekształcony układ jednoprzestrzennych wnętrz, z komunikacją przez szerokie otwory, a także uszeregowanych rytmicznie, wąskich i prostopadłych otworów okiennych (niektóre z zachowanymi kutymi w metalu kratami z zadziarami).

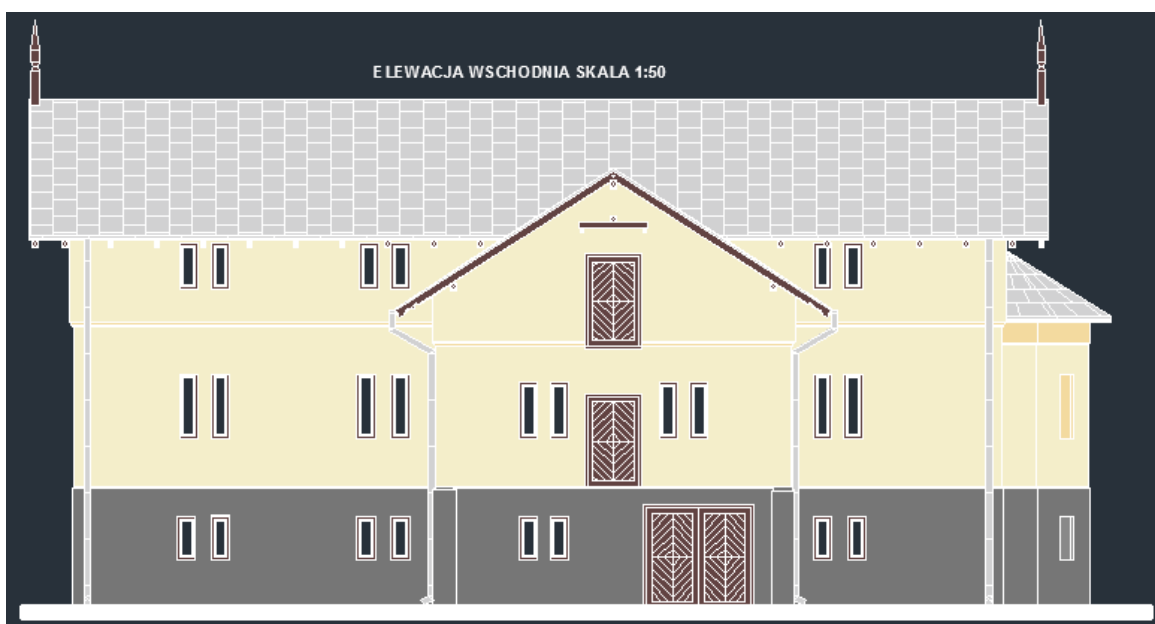
Na zdjęciu poniżej przedstawiony został wygląd budynku (ryc. 11, ryc. 12). Następnie obiekt po inwentaryzacji w programie AutoCad (nadana nowa struktura elewacyjna) (ryc. 13).



Ryc. 11. Zdjęcie wnętrza analizowanego budynku (stary spichlerz, zespół pałacowo-parkowy w Międzyrzecu Podlaskim)



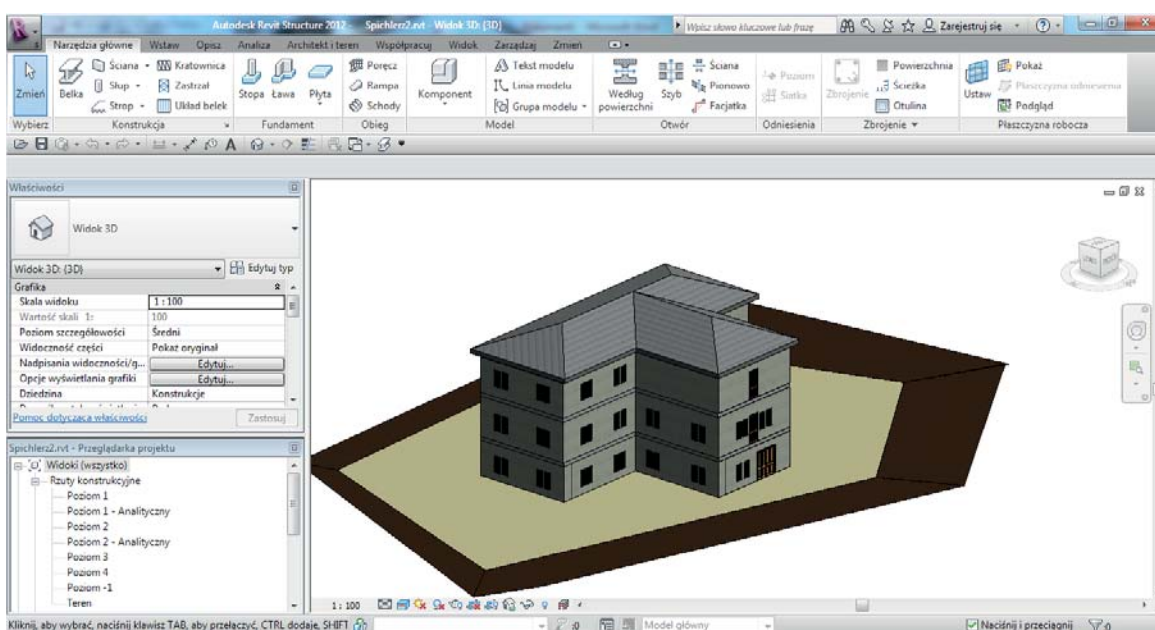
Ryc. 12. Zdjęcie elewacji analizowanego budynku (stary spichlerz, zespół pałacowo-parkowy w Międzyrzecu Podlaskim)



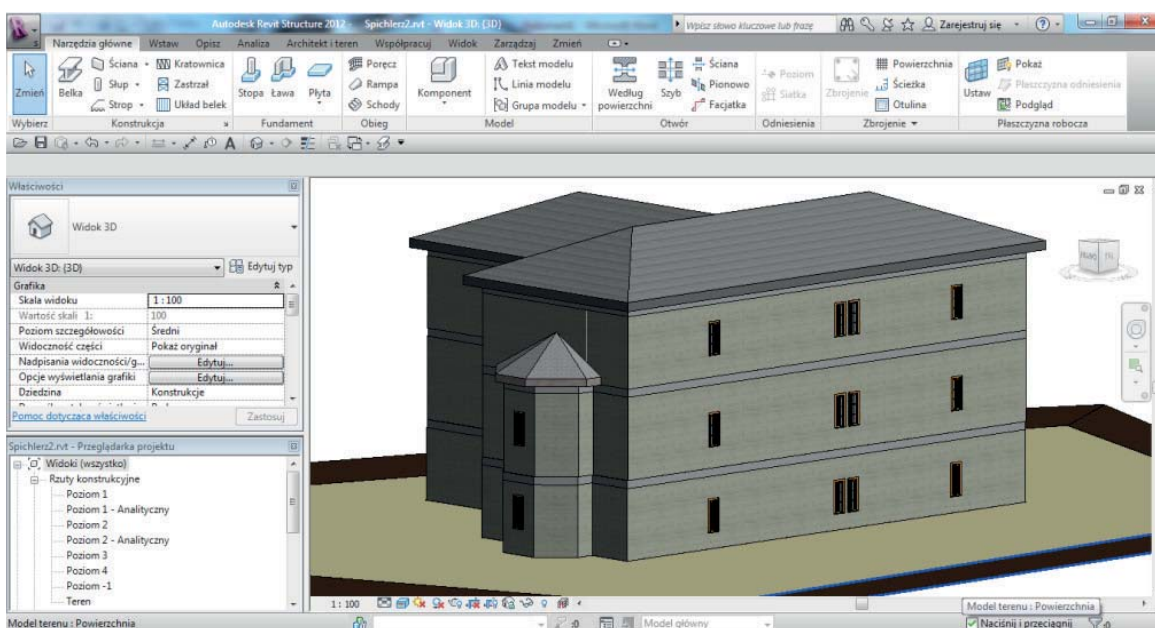
Ryc. 13. Zdjęcie elewacji po inwentaryzacji analizowanego budynku (stary spichlerz, zespół pałacowo-parkowy w Międzyrzecu Podlaskim)

Przedstawienie wykonania projektu na podstawie wizualizacji komputerowej

Wizualizacja tego obiektu została wykonana w programie Revit w skali 1:50 (ryc. 14, ryc. 15). Do stworzenia układu 3D posłużono się wcześniej wykonanymi rzutami 2D w programie AutoCad 2014. Po zaimportowaniu rzutów parteru, a w dalszych etapach kolejnych rzutów pięter konstrukcji, zaczęto wykonywać ściany konstrukcyjne budynku w widoku 2D zwracając uwagę na odpowiednie wymiary, oraz materiał z jakiego zostały wykonane. Podstawową czynnością jaką uprzednio wykonano było zdefiniowanie poziomów. Z przeglądarki projektu z widoku elewacji południe określono rzeczywiste wysokości kondygnacji budynków. W ścianach konstrukcyjnych w widoku 2D na każdym poziomie umieszczono otwory okienne i drzwiowe. Ostatnim elementem wizualizacji 3D było stworzenie bryły dachu.



Ryc. 14. Zrzut z ekranu AutoCad Revit, wizualizacja 3D (stary spichlerz, zespół pałacowo-parkowy w Międzyrzeczu Podlaskim)

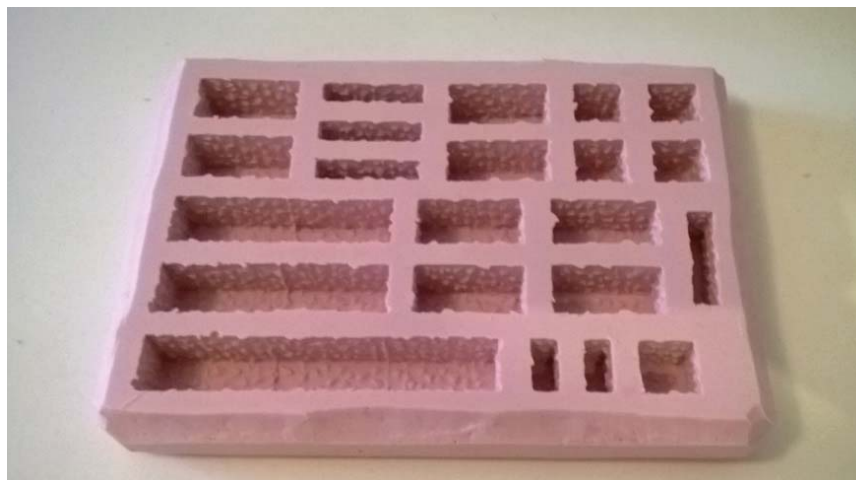


Ryc. 15. Zrzut z ekranu AutoCad Revit, wizualizacja 3D (stary spichlerz, zespół pałacowo-parkowy w Międzyrzeczu Podlaskim)

Przedstawienie wykonania projektu za pomocą wykonanej makiety

Prace nad makieta rozpoczęto od ustalenia wyboru materiałów, z których zostaną wykonane poszczególne elementy obiektu. Z wielu dostępnych, wybrano gips i drewno. Wykonanie równych i powtarzalnych elementów z gipsu było moż-

liwe dzięki specjalnej formie silikonowej (ryc. 16), z której jednorazowo pozyskano dwadzieścia gotowych elementów. Koszt formy o wymiarach 120x150 mm wyniósł 50 zł.



Ryc. 16. Zdjęcie silikonowej formy do wykonywania odlewów

Drewno do makiety pozyskano z odzysku. Elementy o wymiarach 70x140x500 mm pocięto na drobniejsze listewki i wyheblowano przy użyciu strugarki.

Wykonanie makiety okazało się pracochłonne. Najwięcej czasu zajęło wykonywanie odlewów z gipsu. Jeden proces, czyli wykonanie zaprawy gipsowej o odpowiedniej konsystencji, wylanie jej do formy, proces wiązania gipsu, wyjęcie wstępnie stwardniałych kostek z formy oraz oczyszczenie formy i narzędzi z resztek masy gipsowej trwało około 25 minut. Na potrzeby budowy całej makiety zostało wykonane około 100 takich procesów. Podczas wykonywania pierwszych odlewów pojawiła się trudność z doborem odpowiedniej konsystencji masy gipsowej, czyli stosunku woda-gips. W przypadku zbyt rzadkiej masy wiązanie gipsu znacznie się opóźniało, zaś jeśli masa była zbyt gęsta, nie wypełniała odpowiednio formy. Metodą prób i błędów udało się jednak ustalić idealne proporcje po około pięciu próbach. Po kilku dniach schnięcia, elementy gipsowe były gotowe do łączenia.

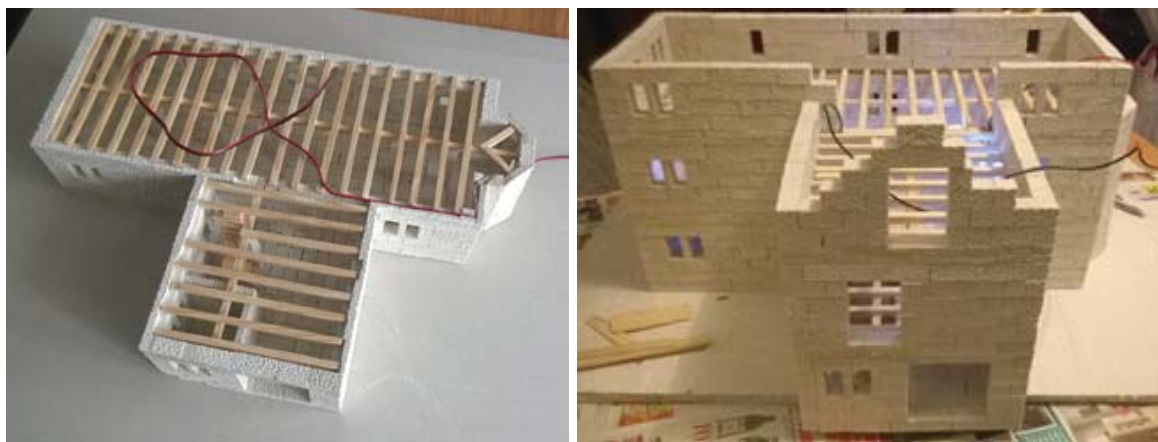
Obróbka drewna okazała się znacznie szybsza. Cięcie, struganie i docinanie elementów na długość zajęło około 6 godzin. Niewielki problem pojawił się, kiedy część z listew powstałych po rozcięciu krokwi uległa wypaczeniu, ze względu na działanie sił wewnętrznych w drewnie. Listwy te zostały jednak odrzucone i zastąpione nowymi, niezdeformowanymi.

Kolejnym etapem prac było łączenie przygotowanych wcześniej elementów gipsowych i drewnianych. Prace rozpoczęto od ułożenia podłogi z bloczków gipsowych pod całym budynkiem (ryc. 17).



Ryc. 17. Zdjęcie pierwszego etapu wykonywania makiety (stary spichlerz, zespół pałacowo-parkowy w Międzyrzecu Podlaskim)

Następnie wzniesiono ściany pierwszej kondygnacji. Do łączenia elementów użyto klej poliwinylowy.



Ryc. 18. Zdjęcia kolejnych etapów wykonywania makiety (stary spichlerz, zespół pałacowo-parkowy w Międzyrzecu Podlaskim)

Błoczki układano zgodnie ze sztuką murarską na wiązanie wozówkowe z przesunięciem o $\frac{1}{2}$ elementu. Przy wykonywaniu ścian pojawiły się trudności. Należało zwracać szczególną uwagę na poziomowanie elementów oraz odczekać, aż klej zwiąże warstwę przed nałożeniem kolejnej. Trudność na etapie budowy ścian wykazało stworzenie pięciobocznego ryzalitu. Połączenie drewnianych elementów konstrukcji nie sprawiło problemów. Po wykonaniu pierwszej kondygnacji wprowadzono instalacje oświetleniową (ryc. 18). Kolejne kondygnacje powstały podobnie jak poprzednie (ryc. 19).



Ryc. 19. Zdjęcie ostatecznego wyglądu makiety (stary spichlerz, zespół pałacowo-parkowy w Międzyrzecu Podlaskim)

Porównanie wykonanych wizualizacji

Wykonane wizualizacje są bardzo różne i trudne do porównania. Każda z nich posiada indywidualne cechy, potwierdzające słuszość ich wykonywania. Cechą wspólną i łączącą dwa projekty jest to, że są dużo bardziej czytelne niż rzuty płaskie, a przez to łatwiejsze do zrozumienia dla osób, u których zmysły przestrzenne są mniej rozwinięte. Łatwiej zatem przedstawić dzięki takim wizualizacjom zamysły architekta czy inżyniera budownictwa potencjalnemu inwestorowi.

Najważniejszą zaletą wizualizacji komputerowej jest krótki czas jej wykonania, około 10 godzin w przypadku studenta, który nie obsługuje biegle programu Autodesk Revit. Koszt zakupu programu jest sprawą dyskusyjną. Wersja studencka jest dostępna całkowicie za darmo, natomiast wersja komercyjna to wydatek około 30 000 zł.

Budowa makiety to niestety długie godziny żmudnej pracy. Czas można skracać wykonując mniej dokładnie niektóre detale architektonicznie lub całkowicie je pomijając. Niestety poprzez takie zabiegi inwestycja traci swój urok i staje się mniej atrakcyjna dla oglądającego. Dokładność wykonania jest ważna ze względu na późniejsze przeznaczenie makiety i wizualizacji. Obie dają podstawę do wykonania rzeczywistego budynku i ich wymiary powinny być zgodne z rzeczywistymi.

Tab. 1. Koszt wykonania makiety i wizualizacji komputerowej

Koszty wykonania makiety gipsowej i wizualizacji przez studenta			
Makieta		Wizualizacja komputerowa	
rodzaj nakładu	cena	rodzaj nakładu	cena
forma silikonowa	50 zł	zakup programu	0 zł
gips bud. 25 kg	15 zł	zakup komputera*	0 zł
drewno	0 zł		
podstawa/płyta g-k	8 zł		
papier ścierny	4 zł		
oświetlenie	10 zł		
suma	87 zł	suma	0 zł
Koszt wykonania makiety gipsowej i wizualizacji przez profesjonalną firmę			
forma silikonowa	50 zł	zakup programu	30 000 zł
gips bud. 25 kg	15 zł	zakup komputera	5 000 zł
drewno	50 zł	praca człowieka 5hx20 zł	100 zł
podstawa/płyta g-k	8 zł		
papier ścierny	4 zł		
oświetlenie	100 zł		
praca człowieka 100hx12 zł	1 200 zł		
suma	1427 zł**	suma	35100 zł**
* założono, że student posiada komputer			
** założono, że firma nie uzyskuje przychodów z wykonanej pracy			

Długie godziny spędzone nad budową makiety wynagradza zdumiewający i niesamowity efekt końcowy. Kształt i zapach drobnych elementów użytych do wykonania makiety połączonych w całość wywołuje niesamowite wrażenia, którym nie dorówna najlepsza wizualizacja komputerowa.

Wnioski

Makiety architektoniczne są bardzo dobrym odzwierciedleniem rzeczywistości. Ich wykonywanie posiada zarówno zalety jak i wady. Największym plusem jest wybranie materiału, z którego wykonanie makiety, nie będzie zbyt kosztowne, a efekt końcowy będzie robił wrażenie. Wykonywanie makiet pobudza wyobraźnię, uczy precyzji, odpowiedzialności, zaangażowania, harmonii i pracy w grupie, co dla studenta jest bardzo pomocne w pracy zawodowej. Niestety istnieją także wady podjęcia się takiego przedsięwzięcia. Na jakość i sposób wykonania wpływa czas, dokładność i precyzja.

Wykonywanie wizualizacji trójwymiarowych za pomocą programu komputerowego, przez studentów, również posiada dobre i złe strony. Największym atutem jest szybki czas wykonania, oprócz tego dużo łatwiejsze zachowanie skali i odniesienie do wymiarów rzeczywistych. W przypadku studenta, jest to bezpłatna forma przedstawiania wizualizacji. Niestety budynek wykonany metodą komputerową nie jest w stanie oddać takiego efektu i namacalnego wizerunku, jak makieta.

Analizowanie wykonanych prac (makieta i wizualizacja komputerowa) pozwoliło dostrzec podobieństwa i różnice przejawiające się w czasie wykonania, jakości oraz poniesionych kosztach. Do wykonania makiety potrzeba włożenia nakładu finansowego, ogromnej ilości czasu i cierpliwości, natomiast do wizualizacji komputerowej – zero kosztów, jedynie kilka godzin pracy. Warto więc poświęcić trochę więcej czasu, włożyć sporo pracy i wysiłku, aby uzyskać taki namacalny efekt, którego nie można porównać z żadną wizualizacją.

Piśmiennictwo

1. Barełkowska K. (2010), Modele architektoniczne, a rozumienie struktury przestrzennej budowli historycznych i współczesnych, Wyd. Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy im. Jana i Andrzeja Śniadeckich, Bydgoszcz.
2. Leśniak K. (1983), Wstęp, PWN, Warszawa.
3. Montusiewicz J. (2008), Metody wizualizacji wnętrza obiektów 3D w programie AutoCad, Postęp Nauki i Techniki, 2: 5-13.
4. Rabiej J. (2013), Architektura – sztuka transfiguracji, Wyd. Politechnika Śląska, Wydział Architektury, Katedra Projektowania Architektonicznego, Gliwice.
5. Świt-Jankowska B. (2010), Współczesne narzędzia pracy architekta, a jakość nowo projektowanej przestrzeni mieszkalnej. *Architecturae et Artibus*, 2: 79-85.

Liczba znaków ze spacjami: 23 474