

Monika Ewa ADAMSKA
Zakład Podstaw Projektowania Budowlanego
Wydział Budownictwa
Politechnika Opolska

PERCEPCJA PRZESTRZENI A KOMPUTER

O EWOLUCJI SPOSOBÓW PRZEDSTAWIANIA PRZESTRZENI W MALARSTWIE, RYSUNKU I TECHNICIE KOMPUTEROWEJ

1. ROZWÓJ SPOSOBÓW PRZEDSTAWIANIA PRZESTRZENI

Analizując rozwój historyczny rysunku i malarstwa na przestrzeni wieków można zaobserwować różnice w sposobach przedstawiania przestrzeni trójwymiarowej na płaszczyźnie rysunku, w zależności od rozwoju nauk geometrycznych, czasu powstania dzieła oraz obszaru kulturowego w którym dzieło powstało.

Jednym z najdawniejszych sposobów przedstawiania przestrzeni jest płaska kompozycja przedmiotów na płaszczyźnie, oparta na dwóch wymiarach i ukazana jako kombinacja rzutów poziomych i widoków (rys. 1). Przykłady takich przedstawień obecne są m. in. w malowidłach Starożytnego Egiptu, malarstwie średniowiecznym, a także w rysunku dziecka. Dzieła te służyły bardziej przekazaniu wiedzy o obserwowanym temacie niż wrażenia zarejestrowanego przez autora dzieła.

W starożytnej Grecji i Rzymie uczeni zapoczątkowali dociekania naukowe związane z postrzeganiem przestrzeni i tworzyli podstawy dla rozwoju perspektywy rysunkowej. Matematyk grecki EUKLIDES (II w. p.n.e.) rozwinął system stanowiący do dzisiaj podstawy geometrii, badał również zasady optyki. Rzymski architekt WITRUWIUSZ (I w. p.n.e.) rozwinął wiedzę filozofów greckich i stworzył teorię perspektywy liniowej opartą na zbieżności linii na rysunku, a w rzeczywistości równoległych. W rzymskim malarstwie pojawiają się ujęcia perspektywiczne fragmentów krajobrazu i obiektów architektonicznych, minie jednakże tysiąc lat zanim twórcy epoki Renesansu podejmą znowu temat perspektywy.

Próby wyrażenia zjawisk perspektywy w malarstwie włoskim wczesnego Renesansu opierały się początkowo na intuicji i wycuciu.

Wiek XV - XVI oznaczał ugruntowanie zasad perspektywy i odkrycie jej możliwości. W ewolucji tej brało udział wielu artystów epoki Renesansu prowadząc eksperymenty perspektywiczne, opracowując traktaty o prawidłach widzenia i przyczyniając się do rozwinięcia tej nauki w nowoczesnym znaczeniu.

Włoskimi architektami doby Odrodzenia, którzy zasłużyli się dla rozwoju perspektywy byli: FILIPPO BRUNELLESCHI (1377-1446) i LEON BATTISTA ALBERTI (1404 - 1472). Brunelleschi napisał rozprawę o poprawnym rysowaniu w perspektywie popartą przeprowadzonymi, prostymi pokazami i dowodzącą o istnieniu linii horyzontu z punktem zbiegu. Alberti natomiast rozwiązał problem rysowania w perspektywie siatki kwadratów umożliwiającej wpisywanie dowolnych kształtów. W przeprowadzonym dowodzie opierał się na rzucie poziomym z zaznaczoną płaszczyzną obrazu, punktem widzenia i wiązką ukośnych linii z punktu widzenia do płaszczyzny obrazu oraz rzucie z boku. Siatki perspektywiczne oparte na metodzie Albertiego są dostępne do dnia dzisiejszego.

LEONARDO DA VINCI (1452 - 1519) zsumował wiedzę dotyczącą perspektywy, objaśnił teorię w sposób, który służy do dnia dzisiejszego. Twierdził jednak, że należy raczej posługiwać się wzrokiem i rozumem niż geometrią, zachęcał do oparcia się bardziej na wrażliwości niż na teorii.

Dla niektórych artystów sztywny wykres perspektywy stawał się celem samym w sobie, matematycznie porządkował założoną kompozycję brył, w którą artysta wpisywał wymyślone sytuacje. Aby rysunek perspektywiczny uczynić bliższym rzeczywistości, prawdopodobnym, malarze zaczęli wprowadzać i różnicować światło, stopniować ostrość planów.

Leonarda da Vinci uznaje się za twórcę reguł perspektywy powietrznej, odrzucającej wyrazistą linearność konturu, uwzględniającej w rysunku warstwę powietrza pomiędzy elementami. Efektem tego założenia jest unikanie ostrych i gwałtownych kontrastów światła i cienia, zróżnicowanie w ostrości przedstawienia elementów pierwszoplanowych i oddalonych, znikające, zmiękczone kontury. "Sfumato" - przejrzysty welon powietrza daje bliższe naturze, bardziej miękkie przedstawienie tematu. Leonardo uważał problem światłocienia za najważniejszy dział sztuki, nadający głębię przestrzeni. Artysta wyróżniał dwa typy światła: rozproszone - dzienne, które zalecał stosować i skupione - dzienne lub sztuczne. W pracach Leonarda przestrzeń kształtowana jest już bez sztywnego rysunku linii zbieżnych i matematyki proporcji sprawiając wrażenie rzeczywistości.

Perspektywę studiował również znakomity malarz niemiecki ALBRECHT DÜRER (1471 - 1528), wydając traktat "Perspektywa i proporcje". Badał zjawiska perspektywy odwrotnej, zmniejszania się jednakowych odstępów w perspektywie i przedstawił praktyczne, mechaniczne sposoby konstrukcji perspektywicznej przy pomocy przezroczystego welum, szkła z kratą (rys 2 i 3).

Do XIX wieku w malarstwie europejskim obecne były zasady perspektywy wypracowane w okresie Renesansu. Po mistrzowsku władali perspektywą wielcy realisci niderlandzcy XVII wieku. Wiek XVIII to okres przedstawiania miast i scen miejskich, w sposób dokumentalny, dający olbrzymią wiedzę o ówczesnej rzeczywistości.

Malarze XIX - wieczni malowali zazwyczaj perspektywicznie, a ich obrazy odpowiadają widokowi modelu, wzbogaconego o wewnętrzne przeżycia artystów.

Impresjonizm jest ostatnim stylem malarskim, który wyrósł z obserwacji rzeczywistości wizualnej i zachował perspektywę jako środek wyrazu stosując odmienny niż dotychczas warsztat artystyczny i optykę.

Sztuka XX w. oznacza rozbitcie potocznego schematu optyczno - perspektywicznego, nowy sposób ujęcia bryły, radykalne zerwanie z przeszłością i wiernym odtwarzaniem rzeczywistości.

2. ANALIZA METOD WYDOBYCIA PRZESTRZENI TRÓJWYMIAROWEJ W O- PARCIU O WYBRANE DZIEŁA RYSUNKU I MALARSTWA EUROPEJSKIEGO

Wszystko co nas otacza składa się z trzech wymiarów, rysunek płaski zawiera tylko dwa z nich. Aby wydobyć trzeci wymiar i efekt przestrzeni, malarze posługują się kilkoma metodami, których założenia sięgają doby Renesansu. Jedną z tych metod jest perspektywa liniowa, której rozwój został omówiony powyżej, niezbędna przy przedstawianiu pejzaży miejskich składających się w większości z form geometrycznych. W tematach, które nie dadzą się przedstawić za pomocą perspektywy objętość może być przedstawiona jako interpretacja światła i cienia. Kolejna możliwość pokazania głębi wynika z usytuowania obiektu w przestrzeni - przedni plan jest bardziej skontrastowany, barwniejszy i wyraźniejszy niż plany dalsze. Metoda ta uwzględnia fakt rozpoznawania przez oko elementów pierwszego planu ostrzej niż tych oddalonych. Również odpowiednie zestawienie kolorów stwarza wrażenie głębi. Kolory ciepłe wysuwają się do przodu, a zimne cofają się. Na tylnym planie kolory

będą szarawe, neutralne, na przednim żywe i bardziej skonstrastowane. Sposób w jaki malarze korzystali z wymienionych wyżej metod zależał zarówno od okresu historycznego i kierunku w jakim tworzyli, jak i od indywidualności postrzegania artysty, warstwy osobistych emocji i wrażeń istniejących równolegle z warstwą tematyczną obrazu. Poniższe przykłady twórczości wybranych malarzy rysowników ukazują różnorodność postrzegania i zapisu przestrzeni zurbanizowanej oraz sposoby jej deformowania dla osiągnięcia określonego efektu.

Przykładem wczesnorennesansowej kompozycji jest fresk AMBROGIO LORENZETTIEGO (1319 - 1347) "Skutki dobrych rządów w mieście i okolicy" ukazujący panoramę Sieny. Dla uzyskania efektu panoramicznego i przekazania maksimum wiedzy o mieście, artysta zmieniał wielokrotnie swój punkt obserwacji. Powyższe założenie jak i niekompletna, fragmentaryczna w tym czasie wiedza o przedstawianiu przestrzeni trójwymiarowej spowodowała deformacje w rysunku perspektywicznym. Dodatkowo duży format dzieła utrudniał artyście obserwacje całego fresku w czasie jego powstawania.

Obraz renesansowy nie jest malowany z natury, lecz komponowany na zasadzie wiedzy perspektywicznej, światło i cień nie są jeszcze czynnikami kompozycyjnymi. Kolumnady, posadzki mozaikowe to elementy architektoniczne pojawiające się dla pokazania prawideł perspektywy linearnej, towarzyszą im postacie lub elementy krajobrazu.

Przykładem takiej kompozycji jest "Biczowanie Chrystusa" PIERO DELLA FRANCESCA (1410/20 - 1492), gdzie jak wydaje się, najistotniejszym zadaniem malarza było skonstruowanie zgeometryzowanej przestrzeni i wyliczenie proporcji. Kompozycja charakteryzuje się wyraźnie założonym kontrastem pomiędzy jej lewą i prawą stroną, artysta założył horyzont na 1/3 wysokości obrazu i centralny punkt zbiegu, którym nie była, jak tradycja wymagała, postać Chrystusa.

Przykładem malarstwa, w którym pojawiają się deformacje wynikające prawdopodobnie z wady wzroku artysty jest twórczość EL GRECO (1541 - 1614). Charakterystyczne wydłużenie postaci ludzkich spowodowane wynikającą z powyższej wady redukcją wymiarów poziomych tworzy niepowtarzalny i niepokojący wyraz obrazów tego malarza, nadając im silny pierwiastek indywidualizmu, prowokując historyków sztuki do analiz i poszukiwań.

Reprezentatywnym przykładem perspektywy wnętrza w malarstwie niderlandzkim okresu realizmu (XVII w.) jest obraz PIETERA DE HOOGH (1629 - 1684) "Wnętrze". Głęboka wydobyta jest tu za pomocą perspektywy linearnej, podkreślonej silną, geometryczną siatką zbiegających się linii czarno - białej posadzki, rytmem belek sufitu i przeszkleń ściany wewnątrz oraz ustawieniem postaci w kolejnych planach. Horyzont założony w połowie obrazu pozwala na wprowadzenie dużej powierzchni geometrycznie ujętej płaszczyzny podłogi porządkującej przestrzeń.

Z nurtem malarstwa krajobrazowego i pejzażami typu miejskiego związana jest twórczość BERNARDA BELOTTA zwanego CANALETTEM (1720 - 1780). Artystę cechuje racjonalne odtwarzanie rzeczywistości oparte zarówno na obserwacji jak i wiedzy o przedmiotach, sumiennosc w przedstawianiu detalu architektonicznego. Przestrzeń wydobywana była przez niego głównie za pomocą perspektywy linearnej, rytmów wertykalnych precyzyjnie wykreślonych w oparciu o jej zasady. Artysta nie stosował zasad perspektywy powietrznej, obiekty pierwszego planu jak i oddalone przedstawione były za pomocą ostrego konturu, o prawie niezmiennej wyrazistości i natężeniu koloru.

Canaletto w swojej pracy posługiwał się urządzeniem zwanym camera obscura kadrującym precyzyjnie widok, przenoszony na płótno lub deskę w formie szkicu, czasem powiększanego i dalej opracowywanego. Artysta malował często widoki ulic z więcej niż jednego punktu widzenia, łącząc w jeden obraz uzyskane za pomocą camera obscura, tak jak czyni się to współcześnie przy montażu zdjęć dla uzyskania efektu panoramicznego. Zbieg ten można zaobserwować w obrazie "Krakowskie Przedmieście od Nowego Świata", gdzie dla

tych samych planów lewej i prawej strony ulicy pojawiają się odrębne punkty zbiegu. Działanie takie pozwala uniknąć mocnych skrótów perspektywicznych, umożliwia bardziej szczegółowy rysunek detalu architektonicznego (rys. 4).

Cechą charakterystyczną dla obrazów mistrza jest nietypowe założenie linii horyzontu, w tzw. ujęciu półgórnym, na wysokości pierwszego lub drugiego piętra. Powoduje to skracanie postaci sztafażu i optyczne pomniejszenie ujętych obiektów architektonicznych. Innym przykładem świadomej deformacji przestrzeni jest niezgodne z rzeczywistością umieszczenie kolumny Zygmunta na obrazie "Krakowskie Przedmieście od strony Bramy Krakowskiej". Prawidłowa lokalizacja kolumny powodowałaby przesłonięcie interesującego dla artysty fragmentu pejzażu. Również korzystanie z kamer optycznych, które nie były przecież doskonałe, powodowało pewne zakłócenia w rozwijaniu szkiców uzyskanych za pomocą tych urządzeń i zmniejszało udział wrazeniowego postrzegania w powstawaniu obrazu. Podsumowując, obrazy Canaletta mają olbrzymią wartość dokumentów, pomogły odtworzyć budowle i detale architektoniczne w trakcie odbudowy Warszawy, charakteryzują się jednak monotonną geometrią i wynikającym z niej brakiem indywidualizmu.

Odmiennymi środkami przedstawiał pejzaż miejski impresjonista francuski CAMILLE PISARRO (1831 - 1903). Obraz "Plac Teatru Francuskiego" opiera się na zasadach perspektywy czołowej, z założonym jednym punktem zbiegu. Linia horyzontu jest umieszczona wysoko, tym samym grunt perspektywiczny zajmuje około dwie trzecie obrazu. Perspektywę podkreślają zbiegające się linie gzymsów i rzędy dorożek na ulicy. Bryły budynków zgodnie z zasadami impresjonizmu nie mają wyraźnych konturów, składają się na nie krótkie, widoczne pociągnięcia pędzla stwarzające wrażenie wibracji i miękkości. Elementy dalszego planu wydobyte są za pomocą różnych odcieni szarości, znacznego uproszczenia bryły. Artysta użył tu kolorów ciepłych, brązów oraz odcieni szarości, brak ostrych kontrastów, bieli i czerni, uchwycona przejrzystość powietrza sprzyja wyrazistości elementów pejzażu. Powyższy temat, w nieco innym ujęciu pojawia się jeszcze raz w twórczości Pisarra, tym razem w tonacji zimnych szarości oraz żółci, rejestrujących inne optyczne wrażenia świetlno - barwne. Atmosfera nasycona jest mgłą, która zmniejsza wydatnie wyrazistość kształtów i wrażenie głębi, pokrywając cały pejzaż szarością. Te dwa ujęcia tematu pokazują założenia impresjonizmu polegające na przedstawianiu przedmiotu w sposób postrzegany w danej chwili, zanotowany w plenerze, uzupełniony o sferę osobistego, indywidualnego przekazu.

Przedstawiając obok przykładów malarstwa, przykłady rysunków pejzażu miejskiego posłużono się twórczością architekta STANISŁAWA NOAKOWSKIEGO (1867 - 1928). Jego rysunki o charakterze szkiców, operują głównie linią ze światłocieniem lekko zaznaczonym sepia. Bryła zostaje wydobyta za pomocą perspektywy linearnej, kreską nierówną, żywą, często urywaną, bardzo charakterystyczną. Wydaje się że ważniejsze dla artysty było lapidarne, zwięzłe przedstawienie tematu, wybór istotnych detali niż precyzyjne odtworzenie wszystkich kierunków perspektywy. Stąd pojawiający się brak pionów, nierówne podziały i inne zniekształcenia. Szkicem reprezentującym powyższy nurt w twórczości Noakowskiego jest "Dom z renesansowym wykuszem nad gotycką bramą wjazdową" (rys 5).

Współczesne rysunki architektoniczne JANA KNOTHEGO (ur. 1912 r.) przedstawiają pejzaż miejski z zachowaniem zasad perspektywy linearnej i proporcji. Knothe stosuje różne sposoby pokazania głębi: w kolejnych planach różnicuje grubość kreski a tym samym zmniejsza kontrasty, wraz z oddalaniem eliminuje i upraszcza szczegóły, wprowadzając światłocien stosuje czarno - białe kontrasty. Analizując linearny rysunek perspektywy czołowej ulicy można zauważyć założenie podwyższonej linii horyzontu. Zabieg taki pozwala na wprowadzenie większej powierzchni poziomej płaszczyzny ulicy, podzielonej liniami zdążającymi do punktu zbiegu, które podkreślają efekt perspektywy i równoważą wertykalne układy pierzeji. W rysunku pojawia się jednak pewna deformacja, polegająca na pojawieniu się

dwóch punktów zbiegu - jednego dla ciągu budynków, drugiego dla poziomej płaszczyzny ulicy, położonych na dwóch liniach horyzontu lekko przesuniętych względem siebie. Rysunki Knothego sporządzone są często w formie syntetycznej notatki, przekazującej najistotniejsze informacje o temacie, wrażenie zanotowane w plenerze (rys. 6 i 7).

3. RYSUNEK PERSPEKTYWICZNY W TECHNICIE KOMPUTEROWEJ

Równoległe z poznawaniem zasad porządkujących przedstawianie przestrzeni, odkrywaniem reguł perspektywy, architekci i malarze prowadzili działania zmierzające do skonstruowania urządzeń ułatwiających zapis przestrzeni trójwymiarowej. Umysł twórców zajmował zarówno problem rysunku z natury jak i takiego, który przedstawiałby obiekt nie istniejący, projektowany, w sposób zgodny z prawami widzenia, tak aby rysunek dwuwymiarowy można było przetransponować w obraz przestrzenny.

Perspektywa malarska ewoluowała w różnych kierunkach, które szkicowo zanotowane są powyżej. Natomiast perspektywiczne przedstawienie obiektów projektowanych lub nie istniejących odbywało się prawie przez pięć stuleci za pomocą metody geometrycznej wymagającej ugruntowania wiedzy teoretycznej oraz za pomocą metod wspomaganych.

KONRAD DYBA pisał jeszcze w 1979 roku w skrypcie "Perspektywa linijna": "Sposoby geometryczne wspomagane i komputerowe wymagają stosowania trudno dostępnych i kosztownych na ogół urządzeń ponadto rysunki wykonywane za ich pomocą są jakościowo gorsze od tych wykreślanych ręką wprawnego rysownika".

Ostatnia dekada przyniosła dynamiczny i gwałtowny rozwój nauk informatycznych i oprogramowania komputerowego wspomagającego proces projektowania, otwierając szereg nieznanych dotąd możliwości. Komputer wraz z oprogramowaniem jest urządzeniem, które pozwala "wybudować" projektowaną przestrzeń, transponując płaski rysunek w obraz trójwymiarowy. Trzeba jednak pamiętać o tym, że komputer jest tylko obiektywnym narzędziem które nadaje postać materialną pomysłom i koncepcjom rodzącym się w umyśle twórcy.

Wrażenie głębi, przestrzeni w rysunku komputerowym wydobywa się przede wszystkim za pomocą perspektywy linearnej, a w programach do wizualizacji dodatkowo światłocieniem i wprowadzonymi elementami krajobrazu. W typowych wizualizacjach komputerowych nie stosuje się perspektywy powietrznej, zarówno bliższy jak i dalszy plan przedstawione są tą samą intensywnością koloru, wyrazistością detalu (rys 8).

Komputerowy rysunek perspektywiczny jest wolny od wszelkiego rodzaju deformacji i zniekształceń, które przy wykreślaniu odręcznym perspektywy wynikają zarówno z emocjonalnego stosunku twórcy do projektu jak i zakłóceń samej geometrii konstrukcji.

Obiektywizm komputerowego rysunku perspektywicznego daje możliwość wielostronnej oceny prawidłowości zastosowanych rozwiązań projektowych, sposobu ukształtowania bryły, założonych proporcji oraz skorygowania niepożądanych efektów.

Swoboda przeprowadzania dowolnej ilości prób związanych z obrazem przestrzennym obiektu, możliwość założenia wariantowych punktów widzenia i wysokości linii horyzontu, bez konieczności zmuszającego do konstruowania kolejnych widoków perspektywicznych jest niewątpliwie nową jakością w łatwości dostępu do trójwymiarowego przedstawiania przestrzeni.

4. ZAKOŃCZENIE, WNIOSKI

Ewolucja sposobów pokazywania głębi perspektywicznego obrazu umożliwiła twórcom odejście od czysto geometrycznej konstrukcji tematu uruchamiając obserwację i wrażeniowe postrzeganie.

Rozwój optyki, fotografii a ostatnio technik komputerowych pozwolił na rezygnację w malarstwie, rysunku z funkcji wiernego odtwarzania rzeczywistości dopuszczając do głosu sferę emocji, wewnętrznych przemyśleń i indywidualnego postrzegania.

Analiza wczesnych sposobów przedstawiania przestrzeni trójwymiarowej pozwala dostrzec naturalną skłonność człowieka do płaskiego, dwuwymiarowego ukazywania tematu. Późniejsza umiejętność posługiwania się odręcznym rysunkiem perspektywicznym pojawia się jako wynik studiów teoretycznych i ćwiczeń praktycznych trwających stulecia.

Rozwój nowoczesnych nauk geometrycznych i opracowanie zasad perspektywy wykreślnej umożliwiły konstruowanie przestrzenne tematu w wybranym, dowolnym ujęciu perspektywicznym. Osiąganie założonego efektu dokonuje się jednak poprzez szereg prób wymagających od rysownika ugruntowanej wiedzy teoretycznej, sporego doświadczenia i wytrwałości.

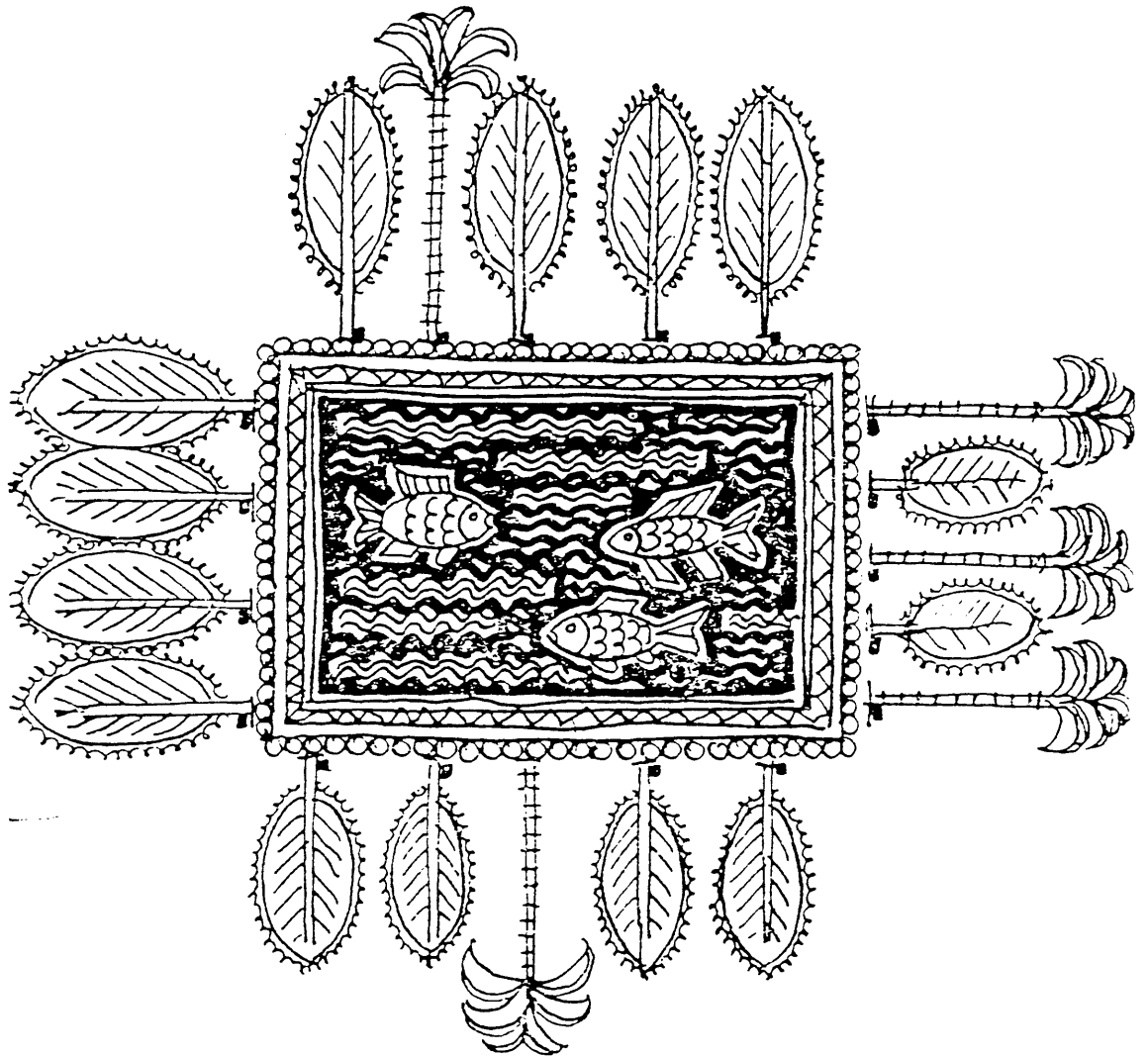
Technika komputerowa uwalnia od mozolnego procesu konstruowania rysunku perspektywicznego, daje możliwość łatwego uzyskiwania różnorodnych ujęć tematu, pozwala na szybkie poznanie relacji pomiędzy przestrzenią zewnętrzną a wnętrzem obiektu. Efektem jest uzyskiwanie optymalnych ujęć obrazów perspektywicznych w rysunku linearnym, a użycie programów do wizualizacji pozwala na najwłaściwszy dobór faktur, kolorów i oświetlenia dla przedstawionych obiektów. Kolejne programy komputerowe, wzbogacone i łatwiejsze w stosowaniu utrwalają technikę komputerową jako współczesną metodę odwzorowania przestrzeni na płaszczyźnie rysunku.

BIBLIOGRAFIA

- T.Dobrowolski - "Nowoczesne malarstwo polskie", t.I - III - Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław-Warszawa-Kraków, 1957.
- J.Knothe - "Z zabieję perspektywy" - Nasza Księgarnia, Warszawa 1977.
- E.Kurzyński - "Nauczanie rysunku perspektywicznego" - Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1960.
- J.M.Parramon, M.Calbo - "Perspektywa w rysunku i w malarstwie"- Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1993.
- M.Rzepińska - "Siedem wieków malarstwa europejskiego" - Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław-Warszawa-Kraków, 1986
- M.Wallis - "Canaletto - malarz Warszawy" - Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa 1954

THE EVOLUTION OF SPACE PRESENTATION IN PAINTING, DESIGN AND COMPUTER TECHNIQUE

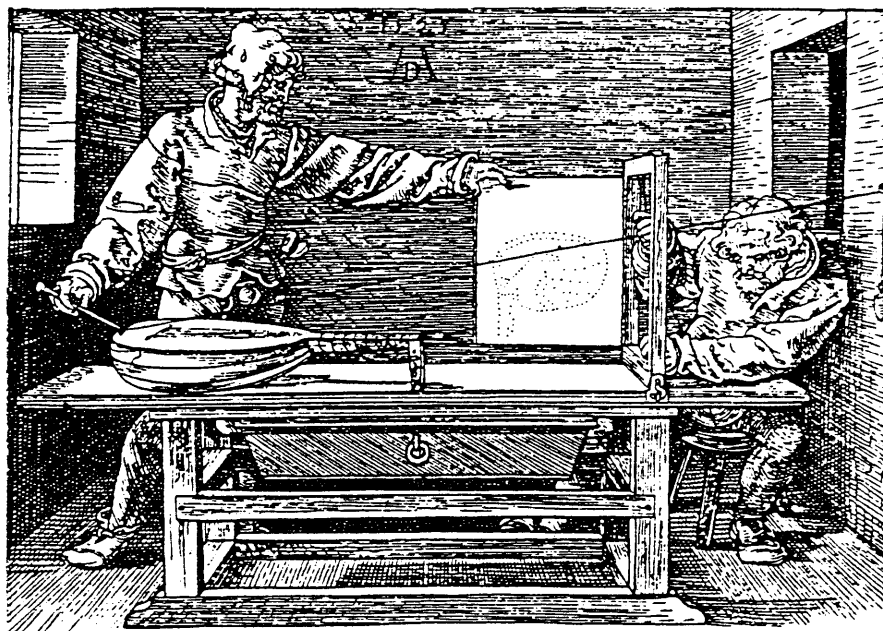
The paper presents development of the ways of showing three dimensional space in the painting and the drawing over centuries and contemporary computer programmes referring to perspective drawings.



1. **JAN KNOTHE** (ur. 1912)
Przedstawienie przestrzeni w kulturze Starożytnego Egiptu



2. **ALBRECHT DURER** (1471-1528)
„Święty Hieronim”



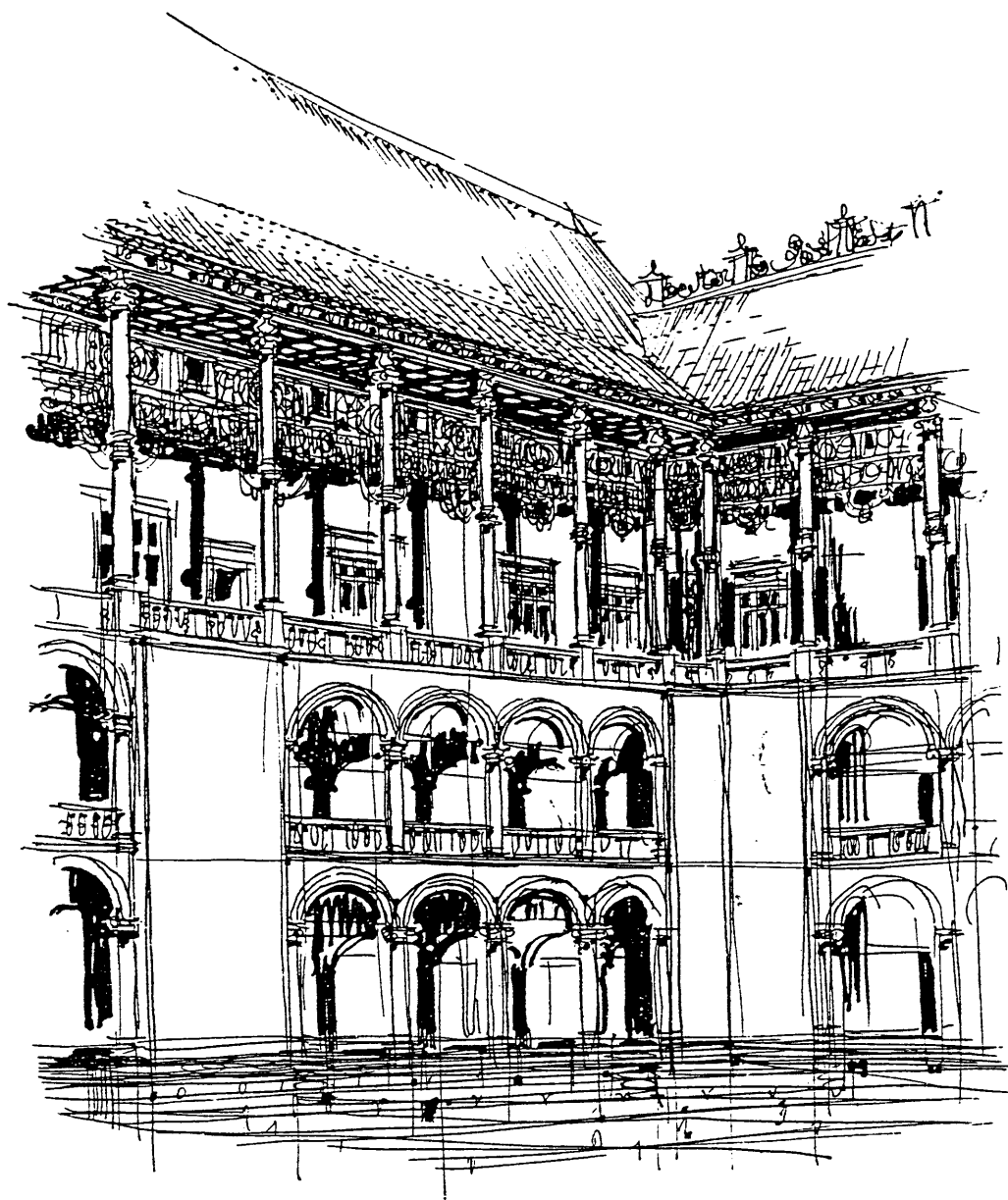
3. **ALBRECHT DURER** (1471-1528)
Drzeworyty z traktatu „Perspektywa i proporcje”



4. CANALETTO (1720-1780)
„Krakowskie Przedmieście od Nowego Światu”



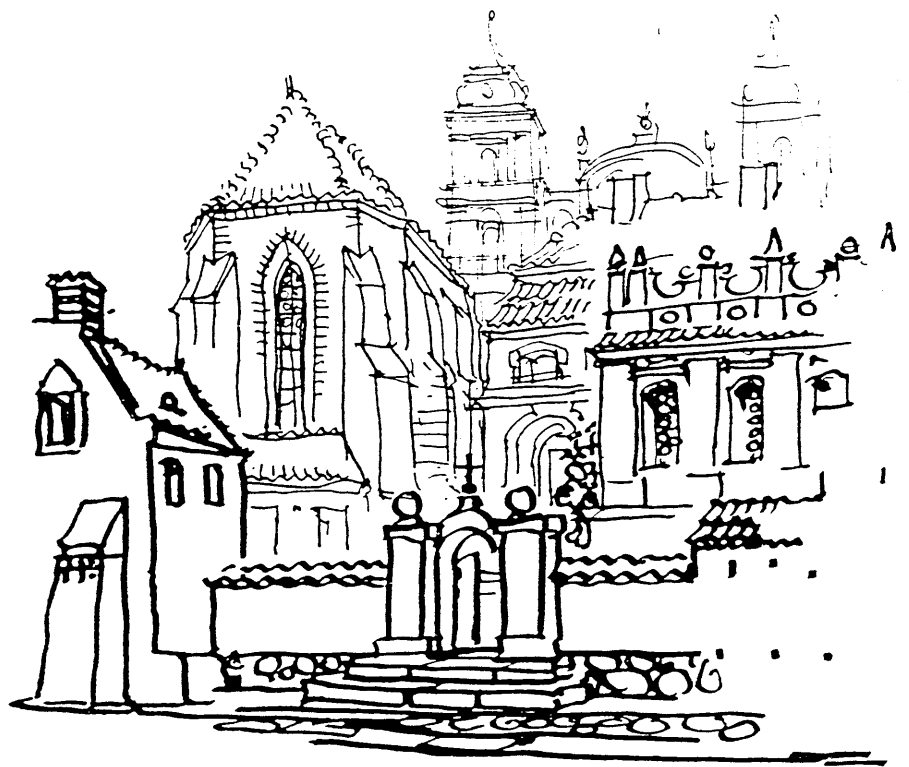
5. STANISŁAW NOAKOWSKI (1867-1928)
„Dom z renesansowym wykuszem nad gotycką bramą wjazdową”



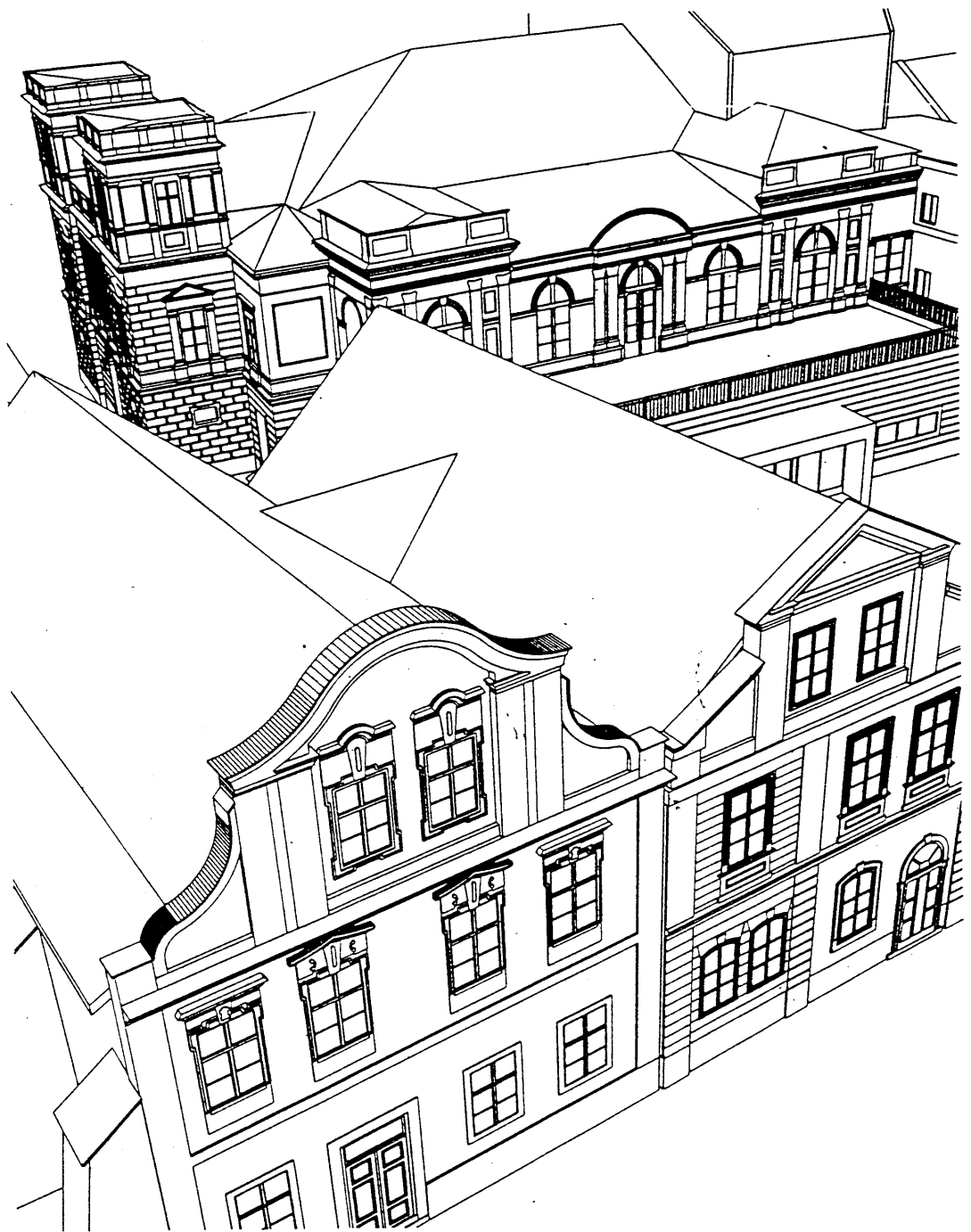
6,

JAN KNOTHE (ur. 1912)

Rysunek architektoniczny dziedzińca Wawelu



7. JAN KNOTHE (ur. 1912)
Przykłady rysunków architektonicznych



8. PRZYKŁAD KOMPUTEROWEJ PERSPEKTYWY LINEARNEJ