

Received: February 13, 2025; Received in revised form: February 17, 2025; Accepted: November 11, 2025

Citation: Januszewski, W., (2025). The Mathematics of Place: Measure and Geometry, in the Making of Habitat from Palladio to Van der Laan/ *Matematyka miejsca – miara i geometria w kształtowaniu habitatu od Palladia do Van der Laana*, *Środowisko Mieszkaniowe/ Housing Environment*, 54, pp. 38–55, <https://doi.org/10.2478/he-2025-0034>

WOJCIECH JANUSZEWSKI*

The Mathematics of Place: Measure and Geometry, in the Making of Habitat from Palladio to Van der Laan

Matematyka miejsca – miara i geometria w kształtowaniu habitatu od Palladia do Van der Laana

Streszczenie

Przedmiotem artykułu jest rola ładu matematycznego w kształtowaniu środowiska zbudowanego oraz wpływ miary i geometrii na formowanie przestrzeni egzystencjalnej człowieka. Polem badań są teorie proporcji architektonicznych, poczynając od renesansu po XX wiek na przykładzie m.in. koncepcji Leona Battisty Albertiego, Andrei Palladia, Le Corbusiera i Hansa van der Laana. W pracy dokonano zestawienia klasycznych podejść opartych na idei uniwersalnej harmonii, z ujęciem nowoczesnym, kładącym nacisk na percepcję wizualną i jej rolę w kształtowaniu habitatu. Główna teza dotyczy architektury jako subkreaty – twórczego uzupełnienia porządku przyrody. W kontekście zrównoważonego rozwoju wskazano, że matematyczny ład może integrować przestrzeń zbudowaną z krajobrazem, tworząc środowisko czytelne percepcyjnie i harmonizujące z porządkiem naturalnym.

Abstract

This paper examines the role of mathematical order in the formation of the built environment and its influence on the creation of existential space. It traces theories of architectural proportion from the Renaissance to the 20th century, focusing on Leon Battista Alberti, Andrea Palladio, Le Corbusier, and Hans van der Laan. Classical approaches, grounded in the notion of universal harmony, are contrasted with modern perspectives that emphasise visual perception and its part in shaping habitable space. The central argument presents architecture as sub-creation – a creative continuation and complement of natural order. In the context of sustainable development, mathematical order is shown to be capable of integrating built form with landscape, producing environments that are perceptually legible and consonant with the deeper structures of nature.

Słowa kluczowe: proporcje, geometria, habitat, architektura

Keywords: proportions, geometry, habitat, architecture

WPROWADZENIE

Matematyczny porządek, wyrażony w liczbie, geometrii i proporcji, stanowi fundamentalną właściwość przestrzeni architektonicznej, nadając jej strukturę i organizację odmienną od form naturalnych. Teoria architektury wielokrotnie podejmowała refleksję nad rolą tego porządku w procesie kreacji habitatu. Na przestrzeni dziejów matematyczny ład był ujmowany w odniesieniu do natury – zarówno jako odwzorowanie jej zasad, jak i przejaw ludzkiej autonomii w kształtowaniu przestrzeni według własnych reguł porządku. Współczesne poszukiwania zrównoważonych form organizacji środowiska zamieszkania wymagają ponownego rozważenia tej relacji i jej konsekwencji dla kształtowania przestrzeni.

INTRODUCTION

Mathematical order – manifest in number, geometry, and proportion – is a defining attribute of architectural space. It endows the built environment with a coherence and clarity that sets it apart from the fluid irregularity of natural forms. Throughout history, architectural theory has repeatedly returned to the question of what this order signifies: a reflection of principles inherent in nature, or an autonomous human construct imposed upon it? Today, the search for sustainable forms of built environment demands that we once again examine this relationship and its consequences for the shaping of space.

* Wojciech JANUSZEWSKI, dr inż. arch., Wydział Architektury, Politechnika Wrocławska / Wojciech JANUSZEWSKI, PhD Eng. Ach., Faculty of Architecture, Wrocław University of Science and Technology, <https://orcid.org/0000-0002-7385-7430>, e-mail: wojciech.januszewski@pwr.edu.pl
Copyright: © 2025 Januszewski. This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

CEL, ZAKRES, METODA I UKŁAD PRACY

Celem pracy jest pogłębienie problematyki ładu matematycznego w architekturze jako zasady organizacji przestrzeni, która kształtuje egzystencjalny wymiar habitatu. Szczególną uwagę poświęcono roli matematyki w definiowaniu relacji między człowiekiem, architekturą i naturą. Analiza ta prowadzi do koncepcji architektury jako subkreacji – twórczego uzupełnienia naturalnego porządku, które jednocześnie czerpie z jego zasad i nadaje im nową, specyficzną ludzką formę. Takie ujęcie wzbogaca filozoficzne podstawy architektury tworzonej w duchu zrównoważonego rozwoju, podkreślając znaczenie harmonii z naturą jako wartości kulturowej i etycznej.

Zakres tematyczny artykułu dotyczy teorii architektury, w szczególności koncepcji proporcji architektonicznych. Zakres czasowy obejmuje nowożytną teorię architektury od renesansu po drugą połowę XX wieku, z uwzględnieniem wpływu teorii antycznych. Kontekst estetyczny tych koncepcji został celowo odsunięty na dalszy plan. Wybór analizowanych teorii podyktowany był ich znaczeniem i głębią ujęcia problemu ładu matematycznego w organizacji przestrzeni architektonicznej. Demonstracja praktycznych aspektów geometrycznych i arytmetycznych została ograniczona do minimum, niezbędnego do zilustrowania założeń ideowych.

Metoda pracy obejmuje studia źródłowe oraz krytyczną interpretację wybranych tekstów teoretycznych, które ukazują ewolucję idei matematycznego ładu w odniesieniu do przestrzeni habitatu. W ramach analizy porównawczej zestawiono różne stanowiska teoretyczne, uwzględniając zarówno ujęcia klasyczne, jak i postoświeceniowe. Szczególną uwagę poświęcono konceptualizacji ładu matematycznego jako odzwierciedlenia zasad natury bądź też jako autonomicznego konstruktu. W podsumowaniu podjęto krytyczną dyskusję z dotychczasowymi ujęciami tej problematyki, zwłaszcza z teorią empatii i abstrakcji Wilhelma Worringera w interpretacji Richarda Padovana. Podsumowaniem analiz i główną tezę pracy jest koncepcja architektury jako subkreacji, która redefiniuje znaczenie ładu liczbowego i geometrycznego w architekturze. Koncepcja ta stanowi autorskie uzupełnienie istniejących ujęć teoretycznych.

STAN BADAŃ

Koncepcja zamieszkiwania jako egzystencjalnego zakorzenienia stanowi istotny przedmiot refleksji filozoficznej rozwijanej m.in. przez Martina Heideggera, Gastona Bachelarda i Otta Bollnowa (Bachelard, 2014; Bollnow, 2011; Heidegger, 1977). W kontekście architektury kluczowe znaczenie dla tej problematyki mają prace Christiana Norberga-Schulza badającego relację między przestrzenią architektoniczną a egzystencjalną (Norberg-Schulz, 2000). Problematyka ładu matematycznego w architekturze znajduje swoje odzwierciedlenie przede wszystkim w teoriach proporcji. Ze względu na obszerność literatury przedmiotu, w niniejszej pracy uwzględniono jedynie te koncepcje, które odnoszą się do fundamentalnych przesłanek uzasadniających obecność porządku matematycznego w architekturze.

Wyróżnić można dwa główne nurty badań: prace poświęcone autorskim systemom proporcji wraz z ich założeniami ideowymi oraz opracowania o charakterze syntetycznym i przeglądowym. W pierwszej grupie uwzględniono systemy Le Corbusiera (Le Corbusier, 1980, 1986) i Hansa van der Laana (Laan, 1983; Van der Laan, 2005). Do drugiej należą przede wszystkim klasyczne opracowania Rudolfa Wittkowera (Wittkower, 1953, 1960, 1971), Petera Scholfielda (Scholfield, 1958) i Matila Ghyki (Ghyka, 1977, 2016), a także nowsze badania, w tym prace Richarda Padovana i Christopha Highta (Hight, 2008; Padovan, 1999). Osobną kategorię źródeł stanowią klasyczne traktaty architektoniczne Witruwiusza, Leona Battisty Albertiego i Andrei Palladia (Alberti, 1960, 1972; Palladio, 1955; Vitruvius, 1999).

AIM, SCOPE, METHOD, AND STRUCTURE

This study investigates mathematical order as a principle of spatial organisation that shapes the existential dimension of human habitat. It explores how number and geometry mediate the relationship between people, buildings, and the natural world. From this exploration emerges the central idea of architecture as sub-creation: a creative act that continues and completes the given order of nature, lending it distinctly human form while remaining rooted in its laws. Such a perspective offers a renewed philosophical foundation for an architecture committed to sustainability – one that treats harmony with nature as both a cultural imperative and an ethical obligation. The scope is limited to theories of architectural proportion, from the Renaissance to the late 20th century, with selective reference to ancient sources. Questions of style and aesthetic preference are deliberately set aside in favour of the deeper problem of order itself. The theories chosen for close analysis were selected for the clarity and depth with which they address the role of mathematical order in the making of habitable space. Practical demonstrations of geometry and arithmetic are kept to the minimum required to elucidate theoretical positions.

The comparative analysis juxtaposed a range of theoretical positions, including both classical and post-Enlightenment approaches. Particular attention was given to how mathematical order is understood – either as a reflection of natural principles or as an autonomous construct. The concluding discussion engages Wilhelm Worringer's distinction between empathy and abstraction (as reframed by Richard Padovan) and proposes sub-creation as a synthesis capable of transcending the limitations of both extremes. In doing so, it redefines the significance of numerical and geometric order for contemporary architectural practice.

STATE OF RESEARCH

The notion of dwelling as existential rootedness has been a central theme in 20th-century philosophy, most notably in the works of Martin Heidegger, Gaston Bachelard, and Otto Friedrich Bollnow (Heidegger 1977; Bachelard 2014; Bollnow 2011). Within architectural theory, Christian Norberg-Schulz's exploration of the relationship between existential and architectural space remains a foundational reference (Norberg-Schulz 2000). The role of mathematics in architecture has been addressed chiefly through theories of proportion. Given the vast literature on the subject, the present study limits itself to those concepts that most clearly articulate the underlying premises of mathematical order in the built environment.

Two principal strands of scholarship may be distinguished:

- (1) studies that present original proportional systems together with their philosophical and ideological foundations – notably Le Corbusier's Modulor (Le Corbusier 1980, 1986) and Hans van der Laan's plastic number (van der Laan 1983, 2005);
- (2) synthetic or historiographical works, including the classic studies by Rudolf Wittkower (1953, 1960, 1971), Peter Scholfield (1958), and Matila Ghyka (1977, 2016), as well as more recent contributions by Richard Padovan (1999) and Christopher Hight (2008).

A separate and indispensable category comprises the primary treatises of the classical tradition: Vitruvius, Leon Battista Alberti, and Andrea Palladio (Vitruvius 1999; Alberti 1960, 1972; Palladio 1955). Questions of visual perception and its bearing on architectural form are developed most systematically

Natomiast zagadnienia percepcji wizualnej opracowano na podstawie dorobku Juliusza Żórawskiego, jednego z kluczowych teoretyków formy architektonicznej (Żórawski, 1973, 2012). Kompleksowe opracowanie źródeł dotyczących teorii proporcji jest przedmiotem innych publikacji autora (Januszewski, 2024, 2024a).

**ŁAD MATEMATYCZNY W PRZESTRZENI
ARCHITEKTONICZNEJ**

Przestrzeń architektoniczna jest konkretyzacją przestrzeni egzystencjalnej – jej zdefiniowaniem i utwaleniem. Christian Norberg Schulz w fundamentalnej pracy *Bycie, przestrzeń i architektura* omówił podstawową strukturę tej przestrzeni zawierającą takie elementy jak miejsce, granice, centrum, strefa, droga, pion etc. (Norberg-Schulz, 2000) Przestrzeń architektoniczna jest konstruowana w oparciu o określony ład matematyczny wyrażający się w liczbie, geometrii oraz proporcji.

Podstawowym procesem kreacji przestrzeni jest rozmiarzenie – racjonalne określenie wielkości przestrzennych poprzez ich wyrażenie jako liczby powtórzeń niepodzielnego wzorca (modułu). Przed upowszechnieniem systemów metrycznych, miary miały cechy antropomorficzne. Witruwiusz w *De Architectura* wymienia: palec (*digitus*), dłoń (*palmus*), stopę (*pes*), łokieć (*cubitus*), (Ks III, 1, 5) (Vitruvius, 1999). Tradycja biblijna podkreśla fundamentalny związek aktu rozmiarzenia z procesem stwarzania świata, o czym świadczą słowa z Księgi Mądrości: „Bóg wszystko uczynił według liczby, miary i wagi” (Mdr 11,20). Ten porządek znajduje swoje odzwierciedlenie w opisach budowy Świątyni Salomona (1 Krl, 6, 2-7) oraz Namiotu Przybytku (Wj 26 i 27), gdzie precyzyjnie określone miary wyrażają ideę boskiego porządku¹.

Geometria architektoniczna rozwija i utrwała elementy przestrzeni personalnej związane z naturalnymi mechanizmami percepcji, ruchu i orientacji przestrzennej, przenosząc je na poziom społeczny i kulturowy (Bollnow, 2011, s. 44–54). Okrąg, wyznaczający granice dystansu proksemicznego w skali jednostki, w architekturze przybiera formę centralną, organizującą relacje społeczne i wspólnotowe (il. 1). Kwadrat, wynikający z naturalnej orientacji człowieka względem czterech głównych kierunków (przód-tył, lewo-prawo), stabilizuje te kategorie w wymiarze fizycznym i geograficznym. Kultura nadaje tym formom uniwersalne znaczenie symboliczne

in the writings of the Polish theorist Juliusz Żórawski (1973, 2012). A comprehensive review of the literature on proportion theory may be found in the author's earlier publications (Januszewski 2024, 2024a).

MATHEMATICAL ORDER IN ARCHITECTURAL SPACE

Architectural space gives concrete form to existential space; it defines and stabilises it. In his seminal *Being, Space and Architecture*, Christian Norberg-Schulz identified the fundamental elements of existential space – place, boundary, centre, domain, path, vertical axis, and so forth (Norberg-Schulz 2000). Architecture realises this structure through a specifically mathematical order expressed in number, geometry, and proportion.

The primary act of spatial creation is measurement: the rational subdivision of extension by repeated application of an indivisible unit, or module. Before the advent of the metric system, measures were directly derived from the human body. Vitruvius lists the finger (*digitus*), palm (*palmus*), foot (*pes*), and cubit (*cubitus*) (De architectura, Book III, 1.5; Vitruvius 1999). Biblical tradition explicitly links measurement and cosmogenesis: “Thou hast ordered all things in measure and number and weight” (Wisdom 11:20). The minutely specified dimensions of the Tabernacle (Exodus 26–27) and Solomon's Temple (1 Kings 6:2–7) demonstrate that precise quantification is the tangible expression of divine order brought into the human world.¹

Geometry translates the corporeal constants of perception, movement, and orientation into the social and cultural realm (Bollnow 2011, 44–54). At the personal scale, the circle demarcates proxemic distance; at the communal scale it organises gathering and centrality (Ill. 1). The square arises from the body's bilateral symmetry and its orientation to the four cardinal directions, stabilising spatial relations on the earth's surface. These elementary forms acquire universal symbolic resonance in the founding rituals of cultures: the “circle drawn upon the face of the deep” (Proverbs 8:27) or the square pomerium ploughed around the site of Rome to separate the sacred enclave from profane chaos (Rykwert 1976, 65–68).

Il.1. Neolityczny kromlech w Castlerigg, Anglia. Rysunek autora.

Ill. 1 Neolithic stone circle, Castlerigg, England. Drawing by the author



związane z aktem konstruowania przestrzeni. W Biblii idea zakreślenia przestrzeni pojawia się w opisie wyznaczenia „kręgu ziemi nad bezmiarem wód” (Prz. 8, 27). W tradycji rzymskiej rytuał zakładania miasta obejmował zaoranie granicy (*pomerium*) wyznaczonej w formie kwadratu, co miało na celu wyznaczenie enklawy *sacrum* w chaosie *profanum* (Rykwert, 1976, s. 65–68).

Proporcje to wzajemne relacje między wielkościami przestrzennymi. Większość teorii proporcji opiera się na założeniu, że powinny one wynikać z racjonalnej, czyli matematycznej zasady, która może mieć charakter liczbowy lub geometryczny.

Teoria architektury traktowała zagadnienia porządku matematycznego różnorodnie, często pozostając w ścisłym związku ze światopoglądem epoki. Przedstawiona poniżej analiza wyróżnia dwie główne kategorie. Pierwszą z nich stanowią koncepcje klasyczne, zakorzenione w tradycji antycznej i rozwinięte w epoce renesansu. Drugą grupę tworzą ujęcia postświeceniowe, kształtowane w ramach nowego światopoglądu naukowego. W przeciwieństwie do teorii klasycznych, opartych na idei uniwersalnej harmonii, podejścia te traktowały matematykę bardziej instrumentalnie – jako narzędzie praktycznej organizacji przestrzeni lub środek kształtowania jej wizualnego odbioru. Takie podejście reprezentuje m.in. Juliusz Żórawski. Do tej grupy należą również Le Corbusier i Hans van der Laan – architekci XX wieku, łączący w swoich teoriach wątki klasyczne i nowoczesne.

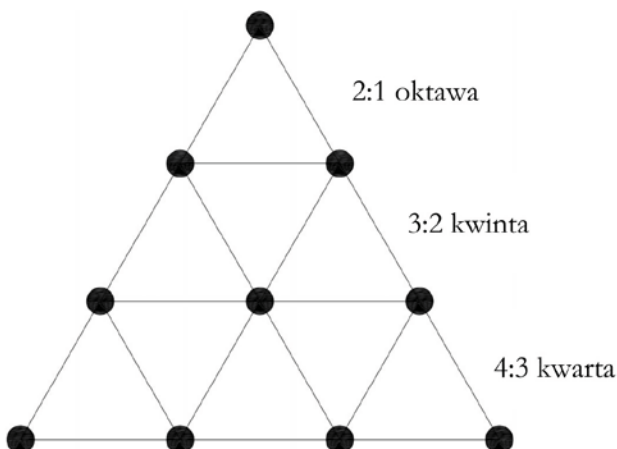
KONCEPCJE KLASYCZNE

Wielka Teoria

Za sprawą pitagorejczyków zagadnienie proporcji stało się jednym z istotnych wątków nauki, sztuki i estetyki greckiej. Doktryna pitagorejska uznawała liczbę za główną zasadę wszechświata. Według relacji Arystotelesa Pitagorejczycy: „Przejawszy się matematyką, jeśli uważać, że zasady jej są zasadami wszelkiego bytu, ponieważ zaś w niej liczby są rzeczą z natury pierwszą, a oni Niemali, że widzą w liczbach liczne podobieństwa z tym, co jest i co się staje, bardziej liczne niż w ogniu, ziemi, wodzie, uważali liczby za rzecz pierwszą w całej naturze, pierwiastki liczb za pierwiastki bytu, niebiosą całe za harmonię i liczbę” (Tatarkiewicz, 1978, s. 41). Dowodem na matematyczną naturę porządku świata były odkryte przez Pitagorasa harmonijne interwały muzyczne, wyrażone w prostych stosunkach liczbowych (il. 2).

Il. 2. *Tetraktys*, symbol pitagorejski zawierający podstawowe proporcje muzyczne. Rysunek autora

III. 2 *Tetraktys*, the Pythagorean symbol containing the fundamental musical proportions. Drawing by the author



Proportion is the relational tissue that binds quantities into a coherent whole. Virtually all historical theories insist that these relations must be rational, i.e. mathematical, whether numerical or geometric in nature.

Architectural theory has understood mathematical order in markedly different ways, each reflecting the dominant worldview of its time. The present study distinguishes two broad traditions. The first – classical in the widest sense – is rooted in ancient thought and reaches its fullest expression in the Renaissance; it regards mathematical order as participation in a universal harmony. The second emerges after the Enlightenment and is shaped by the modern scientific outlook; it treats mathematics instrumentally, as a tool for organising space or structuring visual perception. This second line includes Juliusz Żórawski and, in the 20th century, Le Corbusier and Hans van der Laan – figures who, in different ways, sought to reconcile classical and modern sensibilities.

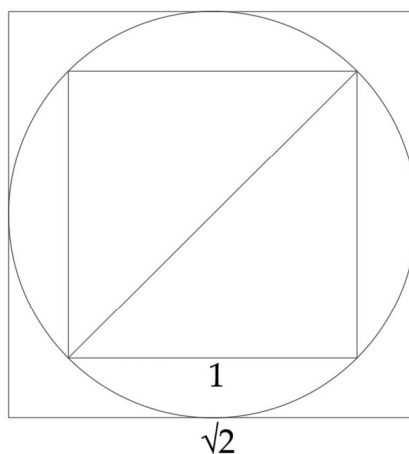
CLASSICAL CONCEPTS

The Great Theory

For the Pythagoreans, proportion lay at the very heart of Greek science, art, and aesthetics. Number, they held, was the governing principle of the universe. As Aristotle reports: “the so-called Pythagoreans, who were the first to take up mathematics, not only advanced this study, but also having been brought up in it they thought its principles were the principles of all things. Since of these principles numbers are by nature the first, and in numbers they seemed to see many resemblances to the things that exist and come into being – more than in fire and earth and water (...), they supposed the elements of numbers to be the elements of all things, and the whole heaven to be a musical scale and a number” (Tatarkiewicz 1978, 41). The decisive proof was the discovery of the harmonic musical intervals, expressible as simple whole-number ratios (III. 2). The Pythagoreans also made far-reaching discoveries in geometry, most famously the existence of irrational numbers – such as the ratio of a square’s side to its diagonal, $\sqrt{2}$ (Heath 1921, 154–157). Nearly all later systems of proportion

Il. 3. Schemat konstrukcji kwadratu o polu dwukrotnie większym od kwadratu wyjściowego. Konstrukcja ta znana była mistrzom murarskim i wykorzystywana w architekturze gotyckiej. Rysunek autora

III. 3 Construction of a square with double the area of a given square – a technique known to medieval master masons and widely used in Gothic architecture. Drawing by the author



Pitagorejczycy dokonali też doniosłych odkryć w dziedzinie geometrii. Jednym z nich były liczby niewymierne, które określały wewnętrzne stosunki w regularnych figurach geometrycznych, np. stosunek boku kwadratu do jego przekątnej, tj. $\sqrt{2}$ (Heath, 1921, s. 154–157). Większość późniejszych systemów proporcjonalnych wyrasta z jednego z tych dwóch nurtów nauki pitagorejskiej: teorii proporcji harmoniczných opartych na prostych stosunkach liczbowych lub geometrii figur i brył regularnych (il. 3).

Oba nurty obecne są w spekulacjach kosmogonicznych w *Timajosie* – jedynym dialogu Platona, który znało średniowiecze, przejętym również przez humanizm renesansowy. Platoński opis stworzenia duszy świata (*anima mundi*), która podzielona zgodnie z interwałami muzycznymi określa konstrukcję kosmosu, dał początek koncepcji muzyki sfer (*musica universalis*) (Platon, 2000, s. 189–191). Z kolei presokratejskie wyobrażenia 4 żywiołów znalazły w *Timajosie* swoje geometryczne odpowiedniki: czworościan (ogień), ośmiościan foremny (powietrze), dwudziestościan foremny (woda) i sześćścian (ziemia), a także dwunastościan (eter) (Platon, 2000, s. 199–200). Znajomość geometrii odgrywała kluczową rolę dla budowniczych średniowiecznych. Stosowanie zaawansowanych konstrukcji geometrycznych w budowach gotyckich jest dobrze udokumentowane. Ich znaczenie było zarówno praktyczne, jak i symboliczne (Bork, 2016; Frankl, 1945; Hansen & Shelby, 1977; Shelby, 1972).

Odrodzona teoria architektury w XV w. czerpała z traktatu Witruwiusza – jedynego zachowanego antycznego dzieła o architekturze, a także z tradycji pitagorejsko-platońskiej. Renesans rozwijał antyczną ideę analogii mikrokosmosu i makrokosmosu, zgodnie z którą człowiek jest ściśle powiązany z wszechświatem. Analogię tę pogłębiał chrześcijański motyw Stwórcy i stworzenia – człowieka ukształtowanego na obraz Boga. Proces twórczy jawił się jako odbicie boskiego aktu stworzenia, podporządkowane uniwersalnym zasadom ładu i harmonii. Dopelnieniem tej koncepcji była witruwiańska analogia między proporcjami ludzkiego ciała a strukturą architektoniczną (Eco, 2004, s. 61–98). Szczegółowe rozważania traktatów renesansowych wypływały zatem z idei harmonijnego powiązania na osi: człowiek – architektura – kosmos – Bóg. Za Tatarkiewiczem możemy nazwać tę koncepcję Wielką Teorią ze względu na rozmach ujęcia i historyczną doniosłość (Tatarkiewicz, 1980, s. 125–128).

Perspektywa linearna

Znaczenie renesansowej teorii perspektywy wykracza daleko poza zagadnienie iluzji malarskiej. Poniżej omówiono jej wybrane aspekty, szczególnie te dotyczące konceptualizacji przestrzeni i powiązań z Wielką Teorią.

Jednym z kluczowych problemów perspektywy były proporcje matematyczne określające zmniejszanie się elementów rzutowanych na płaszczyznę obrazu. Podstawą matematycznej teorii perspektywy było zaczerpnięte z *Elementów* Euklidesa twierdzenie o proporcjonalnym podziale boków trójkąta, powołane w pierwszym z traktatów perspektywicznych – *De Pictura* Leona Battisty Albertiego w roku 1435 (Alberti, 1972, s. 51).

Teorię tę rozwinął szczegółowo Piero della Francesca w traktacie *De Prospectiva Pingendi* (1475–1477). Badając wyidealizowane schematy rozmieszczenia obiektów, płaszczyzny obrazu i punktu obserwacji ustalił zasady proporcjonalne zmniejszania się przedmiotów w perspektywie. Na przykład, jeden ze schematów Piera zakładał sekwencję identycznych obiektów o wysokości jednej jednostki; odległości pomiędzy kolejnymi obiektami oraz między pierwszym obiektem i obrazem równe są jednej jednostce, oko znajduje się w odległości 4 jednostek od obrazu. Zmniejszenia (stosunek wielkości obrazów bliższego do dalszego) według Piera wynoszą odpowiednio: 5/4, 6/5, 7/6 (il. 4).

Jak zauważa Wittkower, Piero odkrył w ten sposób ogólną zasadę

descend from one of these two Pythagorean strands: the arithmetic tradition of harmonic ratios or the geometric tradition of regular figures and solids (III. 3).

Both strands converge in Plato's *Timaeus*, the only Platonic dialogue known throughout the Middle Ages and enthusiastically revived by Renaissance humanists. There the world-soul (*anima mundi*) is constructed according to the same musical intervals, giving rise to the notion of the music of the spheres (*musica universalis*) (Plato 2000, 189–191). The four pre-Socratic elements are assigned the regular Platonic solids – tetrahedron (fire), octahedron (air), icosahedron (water), cube (earth) – with the dodecahedron reserved for the quintessence or aether (Plato 2000, 199–200). Medieval builders drew extensively on such geometric knowledge; its presence in Gothic cathedrals was at once practical and deeply symbolic (Bork 2016; Frankl 1945; Hansen & Shelby 1977; Shelby 1972).

When architectural theory was reborn in the 15th century, it rested on two pillars: Vitruvius' *De architectura* – the sole surviving treatise from antiquity – and the revived Pythagorean-Platonic tradition. Renaissance thinkers elaborated the ancient analogy between microcosm and macrocosm: man, created in the image of God, is intimately bound to the universe. Building thus becomes a conscious reflection of the divine act of creation, governed by the same universal principles of order and harmony. Vitruvius' comparison of architectural members to the proportions of the human body provided a further bridge (Eco 2004, 61–98). The detailed proportional doctrines of Renaissance treatises therefore spring from a single, encompassing vision that unites man, architecture, cosmos, and God. Following Władysław Tatarkiewicz, this grand synthesis may justly be called the Great Theory, both for the breadth of its ambition and for its enduring historical influence (Tatarkiewicz 1980, 125–128).

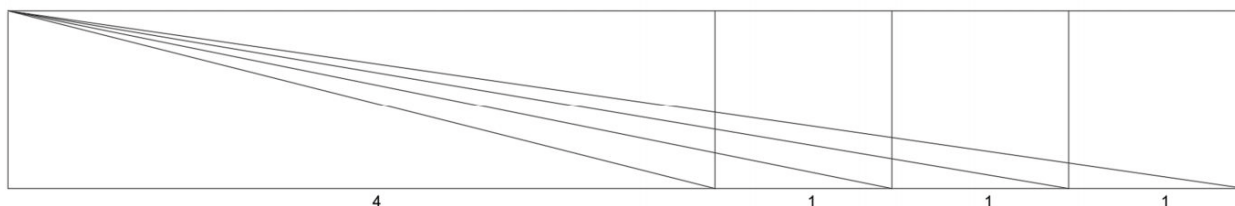
Linear Perspective

The importance of Renaissance perspective theory extends far beyond the mere creation of pictorial illusion. The discussion below focuses on those aspects that illuminate the new concept of space and its place within the Great Theory.

A central problem of perspective construction was the precise mathematical determination of the proportional reduction of objects as they recede into depth on the picture plane. The mathematical foundation of the new method rested on the theorem of proportional division within a triangle, taken directly from Euclid's *Elements* and explicitly invoked by Leon Battista Alberti in the first dedicated treatise on perspective, *De pictura* (1435) (Alberti 1972, p. 51).

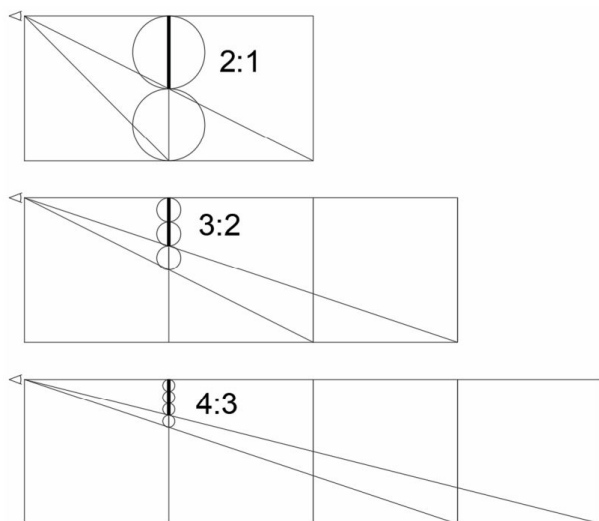
Piero della Francesca developed the theory in greater rigour in his treatise *De prospectiva pingendi* (c. 1475–1477). By systematically examining idealised arrangements of objects, picture plane, and viewing point, he established the exact laws of proportional diminution in depth. One of his demonstrations posits a regular series of identical objects, each one unit high, spaced one unit apart, with the picture plane one unit in front of the first object and the eye four units in front of the plane. The resulting reductions in apparent height are 5/4, 6/5, and 7/6 respectively (III. 4).

As Wittkower observed, Piero thereby uncovered the general formula for successive diminutions – $a_n = (n+1)/n$ – which holds regardless of the starting term, depending only on the distance from eye to picture plane (Wittkower 1953). A complementary scheme, reconstructed by Wittkower from Leonardo da Vinci's unpublished notes on painting, places the picture plane one unit



II. 4. Schemat perspektywny Piera della Francesca. Rysunek autora wg (Wittkower, 1960)

III. 4 Perspective diagram by Piero della Francesca. Drawing by the author after R. Wittkower



II. 5. Schemat perspektywny Leonarda-Wittkowera w opracowaniu autora z rozbiem na poszczególne interwały. Rysunek autora

III. 5 Leonardo-Wittkower perspective diagram with individual intervals indicated. Drawing by the author

zmniejszania obiektów, wyrażoną w ciągu $a_n = (n+1)/n$, który to ciąg można rozpocząć od dowolnego składnika, w zależności od odległości obrazu od oka (Wittkower, 1953). Uzupełnieniem schematów Piera jest wariant zrekonstruowany przez R. Wittkowera na podstawie notatek Leonarda da Vinci do jego nieukończonego traktatu o malarstwie (Wittkower, 1953). Jest to przypadek, w którym płaszczyzna obrazu znajduje się w odległości jednej jednostki od oka. Zmniejszenia, jakie wówczas uzyskujemy to $2/1$, $3/2$ i $4/3$, czyli podstawowe interwały pitagorejskie (il. 5).

Należy podkreślić, że proste i klasycznie piękne stosunki liczbowe, uzyskiwane przez Piera i Leonarda, były możliwe wyłącznie dzięki rytmicznemu uporządkowaniu schematów. Można zatem mniemać, że regularność podziałów przestrzeni w renesansowym malarstwie i architekturze podyktowana jest chęcią uzyskania harmonijnych zależności proporcjonalnych w widoku perspektywnym. Schematy perspektywiczne ilustrują znaczenie, jakie w teorii perspektywy miała idea wszechogarniającej harmonii. Jak pisze Diane Bodart: „Nieprzypadkowo Alberti, a później Piero della Francesca (...) używali terminu *commensuratio*: perspektywa pozwalała na dokładne, a więc z założenia prawdziwe, odtworzenie wizji świata, który jest współwymierny z człowiekiem, jako że jednostką miary są w nim proporcje ciała ludzkiego (...) Perspektywa była narzędziem stworzenia wrażenia głębi i trójwymiarowości przedmiotów namalowanych na płaszczyźnie obrazu, jednak dla piętnastowiecznych teoretyków sztuki jej najwyższym celem było ukazanie człowieka w jego otoczeniu”

from the eye. The resulting ratios are then $2/1$, $3/2$, and $4/3$ – the fundamental Pythagorean musical intervals (III. 5).

These strikingly simple and classically beautiful ratios were possible only because the spatial divisions themselves were rhythmically ordered. The disciplined regularity seen in Renaissance painting and architecture was not accidental; it was deliberately chosen to ensure that perspective views would yield harmonious proportional relationships. Perspective construction thus becomes a vivid demonstration of the all-embracing harmony central to the Great Theory.

As Diane Bodart has emphasised, “It is no coincidence that Alberti, and later Piero della Francesca (...) used the term *commensuratio*: perspective allowed for an accurate, and therefore inherently true, reproduction of the vision of the world, which is commensurate with man, as the unit of measurement in it is the proportions of the human body (...) Perspective was a tool for creating the impression of depth and three-dimensionality of objects painted on the plane of the image, but for 15th-century art theorists, its highest goal was to show man in his environment” (Bodart 2007, pp. 21–24). The great perspective compositions of Masaccio, Perugino, Piero della Francesca, and Raphael are therefore not primarily exercises in *trompe-l'œil*; they stage sacred and profane history within a visibly harmonised cosmos (III. 6).

Architecture alone fully realises *commensuratio*, because it immerses living subjects within the rationalised order rather than merely depicting it. It is therefore highly significant that the inventor of linear perspective was not a painter but an architect: Filippo Brunelleschi. In 1420 he stood in the west portal of Florence Cathedral (Santa Maria del Fiore) and compared the perspective drawing of the Baptistery with the real view. This famous demonstration – the first public proof of the new method – was, in truth, an act of architectural analysis: the mathematical reconstruction and verification of an existing built space. The architecture of San Lorenzo, Santo Spirito, and the Pazzi Chapel – rigorously quantified through rhythmic repetition, doubling, and the deliberate contrast of intervals and converging lines – offers the clearest possible embodiment of these theoretical principles (III. 7). As Giulio Carlo Argan observed, architecture thereby becomes a true instrument of knowledge, a science of space that claims the status of a liberal art once reserved for music: “the building is an instrument of knowledge, the instrument that creates perspective. In more general terms, the building is the instrument which, through the rationality of its process of construction, transforms a confused and unlimited reality into clear and ordered nature” (Argan, Robb 1946). We may add that this intellectual and sensory apprehension of space is precisely how the Renaissance sought to realise the archetypal idea of architectural space and, in the deepest sense, to inhabit the earth.

(Bodart, 2007, s. 21–24). Ideą która stoi za malarstwem wielkich perspektywistów jak Massaccio, Perugino, Piero della Francesca, czy Rafael, nie jest więc iluzja, ale osadzenie ludzkiej lub boskiej historii w otoczeniu doskonale wyrażającym ideę matematycznej harmonii świata (il. 6). Jednak to za sprawą architektury idea *współwymierności* może się w pełni zrealizować, obejmując już nie wizerunki, ale żywy podmiot. Trudno zignorować fakt, że wynalazcą perspektywy nie był malarz, ale architekt: Filippo Brunelleschi. Wiąże się to z eksperymentem, który Brunelleschi wykonał w 1420 r., stając w drzwiach Katedry Santa Maria del Fiore i porównując wykres perspektywiczny florenckiego bazyliki z jego rzeczywistym widokiem. Nie jest bez znaczenia, że ta pierwsza demonstracja możliwości nowej metody była w istocie analizą istniejącej przestrzeni architektonicznej.

Architektura kościołów San Lorenzo i Santo Spirito, czy kaplicy Pazzi – rytmicznie skwantyfikowana, oparta na prostych zależnościach miarowych, takich jak powtórzenie lub podwojenie, o kontrastowej artykulacji interwałów i linii zbiegowych – stanowi najlepszą ilustrację założeń teoretycznych (il. 7). Jak stwierdza Carlo Argan, architektura staje się narzędziem poznawczym, nauką o przestrzeni, posiadającą – podobnie jak do tej pory muzyka – status sztuki wyzwolonej: „Budynek jest narzędziem poznania, narzędziem, które tworzy perspektywę. W bardziej ogólnym ujęciu budynek jest narzędziem, które poprzez racjonalność procesu swojego wznoszenia przekształca chaotyczną i nieograniczoną rzeczywistość w jasną i uporządkowaną naturę.” (Argan & Robb, 1946). Dodajmy – w kontekście niniejszej pracy – że to intelektualno-zmysłowe poznanie przestrzeni stanowi sposób, w jaki renesans pragnie realizować archetyp przestrzeni architektonicznej i zamieszkiwać ziemię.

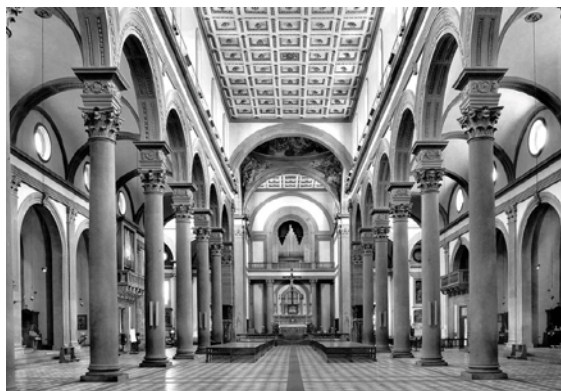
Alberti: naśladowanie natury

Najdobitniejszym wyrazem renesansowej teorii proporcji są fragmenty *De re Aedificatoria*, dzieła Leona Battisty Albertiego. Alberti w rozdziale 5 księgi IX pisze: „Nauczyli nas najwybitniejsi starożytni (...), że budynek jest jakby stworzeniem żyjącym i przy nadawaniu mu ostatecznej formy należy naśladować naturę” (Alberti, 1960, s. 251). Zdanie to streszcza całą renesansową teorię architektoniczną, ujmując jej 3 podstawowe komponenty: autorytet tradycji pitagorejsko-platońskiej, arystotelesowską koncepcję sztuki jako naśladowania (*mimesis*) oraz witruwiańską analogię architektury i ciała. Celem rozważań Albertiego jest znalezienie wartości spajającej dzieło architektoniczne, na której „polega w ogólności wszelkie piękno i ozdoby”. Wartość ta będzie łączyła wszystkie części „w jedną bryłę i jedno ciało, utrzymując je w dobrym i trwałym związku”. I dalej: „Każde bowiem ciało składa się z właściwych sobie i określonych części i jeżeli którąś z nich zabierzesz, albo zmienisz (...) to co było piękne i odpowiednie w takim celu, zepsuje się (...)” Odnosząc się wciąż do analogii ciała Alberti wywodzi trzy zasadnicze kategorie formy architektonicznej, tj. liczba (*numerus*), proporcja (*proportio*) i rozmieszczenie (*collocatio*). Z wzajemnego połączenia tych cech powstaje zaś wartość nadrzędna – harmonia (*concinitas*), która jest „żywicielką wszelkiego piękna i wdzięku”. Jednak, co istotne w świetle niniejszych rozważań, renesansowe pojęcie harmonii nie ogranicza się do aspektu estetycznego. Harmonia jest zasadą kosmiczną: „jest złączona z duszą i rozumem i ma szersze pole, na którym może działać i rozkwitać, obejmuje całe życie i obyczaje człowieka i przenika istotę wszystkiego. Niewątpliwie wszystko, co natura wytwarza, podporządkowuje prawom harmonii i o nic najbardziej się nie stara, jak o to, żeby wszystko co tworzy było doskonałe.” (Alberti, 1960, s. 252).



Il. 6. Perugino, *Chrystus przekazujący klucze św. Piotrowi*, Fresk w Kaplicy Sykstyńskiej, 1481-83

Ill. 6 Pietro Perugino, Christ Handing the Keys to St Peter, fresco, Sistine Chapel, 1481–83



Il. 7. Bazylika San Lorenzo we Florencji, proj. Filippo Brunelleschi, rozp. 1419, Fot. autor

Ill. 7 Filippo Brunelleschi, Basilica of San Lorenzo, Florence, begun 1419. Photograph by the author

Alberti: Imitating Nature

The clearest and most forceful statement of Renaissance proportional theory is found in Leon Battista Alberti's *De re aedificatoria*. In Book IX, chapter 5, he declares: “The most eminent ancients taught us (...) that a building is like a living creature, and that in giving it its final form, nature should be imitated” (Alberti 1960, p. 251). This single sentence distills the entire Renaissance doctrine, uniting three foundational strands: the authority of the Pythagorean-Platonic tradition, Aristotle's notion of art as mimesis, and Vitruvius' analogy between the proportions of the human body and those of architecture. Alberti's deeper purpose is to identify the principle that binds an architectural work into a coherent whole – the quality on which “all beauty and ornament generally depend”. This principle unites parts “into one body and one whole, keeping them in a good and lasting relationship.” And further: “For every body consists of its own specific parts, and if you take away or change any of them (...) what was beautiful and appropriate in that body will be ruined.” (Alberti 1960, p. 251). Continuing the organic analogy, Alberti derives the three constitutive categories of architectural form: number (*numerus*), proportion (*proportio*), and disposition (*collocatio*). From their perfect combination arises a higher value – *concinitas*, the “nourisher of all beauty and grace”. Yet Renaissance *concinitas* is far more than an aesthetic ideal; it is a cosmic principle

Można zatem powiedzieć, że nie samo estetyczne doznanie jest celem renesansowej teorii, ale *zestrojenie* sztuki z uprzednio istniejącą harmonią świata. *Concinnitas* istnieje obiektywnie w makrokosmosie świata i mikrokosmosie człowieka, architektura zaś, tak jak każda inna dziedzina ludzkiej twórczości, powinna tę harmonię rezonować, aby nie stanowić dysonansu w strukturze wszechświata – przeszkody dla godności i piękna.

Wszystkie szczegółowe zalecenia Albertiego dotyczące ładu matematycznego w architekturze wynikają bezpośrednio z imperatywu naśladowania. Omawiając zagadnienie proporcji, Alberti odwołuje się wprost do pitagorejskich interwałów muzycznych: „wszelkie zasady proporcji czerpiemy od muzyków, którym te liczby są doskonale znane.” Wymieniona jest zatem oktawa (2:1 – *diapason*), kwinta (3:2 – *diapente*), kwarta (4:3 – *diatessarion*) oraz ton (9:8). W rozdziale VI Alberti rozszerza zestaw proporcji poprzez zestawianie dwóch proporcji podstawowych. I tak na przykład: mając kwintę 4:6 (2:3) bierzemy większą liczbę tego stosunku jako mniejszą liczbę kolejnej kwinty 6:9. Uzyskany w ten sposób 4:9 jest tzw. kwintą podwójną. Kolejne derywaty to podwójna kwarta (9:16), oktawa+kwarta (3:8), oktawa+kwinta (1:3), czy wreszcie podwójna oktawa (1:4) (Alberti, 1960, s. 255–257). Pozbawiony ilustracji traktat Albertiego nie zawiera niestety demonstracji zastosowania proporcji muzycznych w praktyce projektowania. Taka demonstracja zawarta jest w innym, późniejszym znacznie traktacie autorstwa Andrea Palladia.

Palladio: proporcje i krajobraz

Architekturę Palladia, zwłaszcza wiejskie siedziby, które wybudował dla swoich arystokratycznych klientów w regionie Veneto, powszechnie uważano za wcielenie renesansowego ideału zamieszkania². Zachwyt nad Palladiem wiązano z proporcjami. Angielski architekt James Woods, relacjonując swoją wizytę w Vicenzy, pisał: „Cóż to tak bardzo i tak powszechnie zachwyca w dziełach tego artysty?” W odpowiedzi stwierdza, że musi być to „słuszność proporcji, za pomocą których określił części swojej architektury” (Woods, 1828, s. 238). Niewątpliwie, porządek matematyczny odgrywał w tej architekturze rolę decydującą. Sam Andrea Palladio, mistrz kamieniarski z Padwy, nabył wiadomości z zakresu doktryn neoplatonickich, obracając się w kręgach humanistów, takich jak

that governs the order of creation itself. Harmony, for Alberti, is nothing less than a cosmic principle: “[Concinnitas] is connected with the soul and reason and has a wider field in which it can act and flourish, encompassing the whole of human life and customs and permeating the essence of everything. Undoubtedly, everything that nature produces is subject to the laws of harmony, and it strives above all else to ensure that everything it creates is perfect” (Alberti 1960, p. 252).

The ultimate aim of Renaissance theory is therefore not aesthetic pleasure in itself, but the attunement of human making to the pre-existing harmony of creation. Concinnitas exists objectively in both the macrocosm of the universe and the microcosm of man; architecture, no less than any other creative act, must resonate with this universal order. To do otherwise would be to introduce dissonance into the fabric of reality – an affront to both dignity and beauty.

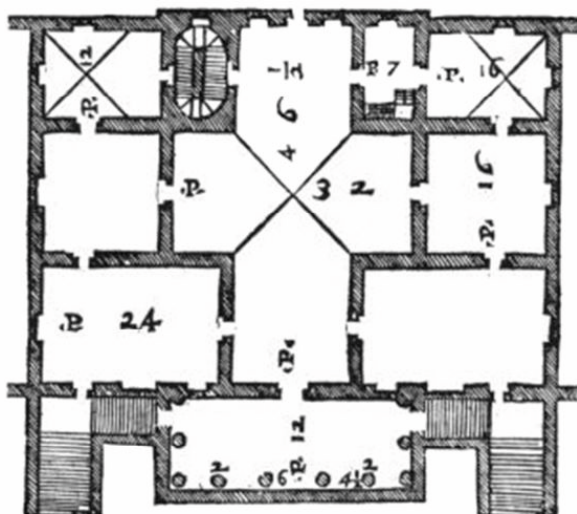
All of Alberti's subsequent proportional prescriptions flow directly from the imperative of imitation. He turns explicitly to the Pythagorean musical consonances: “We derive all the principles of proportion from musicians, who are perfectly familiar with these numbers”. He lists the primary intervals – octave (2:1, diapason), fifth (3:2, diapente), fourth (4:3, diatessarion), and tone (9:8) – then, in Book IX, chapter 6, extends the system by compounding them. Starting, for example, with a fifth expressed as 4:6 (i.e. 2:3), he takes the larger term (6) as the smaller term of the next fifth (6:9), yielding the double fifth 4:9. Continuing in this manner he obtains the double fourth (9:16), octave-plus-fourth (3:8), octave-plus-fifth (1:3), and finally the double octave (1:4) (Alberti 1960, pp. 255–257). Regrettably, *De re aedificatoria* contains no illustrations, so Alberti never shows how these musical ratios might be applied in actual design. That decisive step – the concrete demonstration of harmonic proportion in built form – would be taken a century later by Andrea Palladio.

Palladio: Proportion and Landscape

Palladio's architecture – above all the country villas he built across the Veneto – has long been celebrated as the very embodiment of the Renaissance ideal of dwelling.² The spell they

II. 8. Plan i fasada willi Foscari (La Malcontenta) koło Wenecji (Palladio, 1955, s. 122)

III. 8 Plan and elevation of Villa Foscari (La Malcontenta) near Venice (Palladio 1955, p. 122)





II. 9. Villa Capra (La Rotonda) w Vicenzy (1550). Rysunek autora

III. 9 Villa Capra (La Rotonda) in Vicenza (1550) Drawing by the author

poeta Gian Giorgio Trissino i kardynał Daniele Barbaro (Wittkower, 1971, s. 57–69). Świadectwem tych zainteresowań jest traktat *I quattro libri dell'architettura* (1570). Podane w nim reguły ograniczają się wprawdzie do ustalenia wymiarów pomieszczeń przy użyciu średniej geometrycznej i harmonicznej. Jednak – jak przekonywał Wittkower – prawdziwie istotna informacja zakodowana jest w zawartych w dziele reprodukcjach budynków Palladia. Wartości wymiarowe wpisane na planach i fasadach dają się ująć w ramy systemu, którego podstawą są interwały muzyczne³. Struktura planu willi palladiańskiej skoordynowana jest w taki sposób, że nie tylko poszczególne pomieszczenia podlegają określonym proporcjom, ale również ich wzajemne stosunki. Wittkower nazywa to – nawiązując do formy muzycznej – *systemem fugalnym*. I tak na przykład w planie Villi Malcontenta pomieszczenia po obu stronach hallu mają następujące proporcje: 12x16 stóp, 16x16 stóp, 16x24 stopy przy szerokości hallu 32 stopy. Seria 12, 16, 24, 32 określa podstawowe proporcje budynku (il. 8). Relacje między wartościami są określone przez proporcje muzyczne: 12:24 oraz 16:32 to oktawy, 12:16 i 24:32 to kwarty, 16:24 to kwinta, a 12:32, czyli 3:8 jest znanym już z teorii Alberta interwałem złożonym oktawy i kwarty. (Wittkower, 1971, s. 126–142).

Błędem byłoby jednak zawęzić architekturę Palladia wyłącznie do struktury matematycznej. Jak podkreśla Rybczyński: „*Quattro libri* czasem sprawia fałszywe wrażenie, że Palladio interesował się wyłącznie wyidealizowaną geometrią i klasycznymi formami architektonicznymi. W rzeczywistości znaczna część oddziaływania jego willi wynika z ich harmonijnego związku z otoczeniem. Wzgórzowe położenie willi Godi i La Rotonda, usytuowanie La Malcontenty na kanale czy wzgórze stanowiące tło dla Villi Barbaro są integralnymi elementami ich projektów.” (Rybczyński, 2003, s. 226).

Spostrzeżenie to zdaje się podkreślać główny sens teorii renesansowej – jedność i harmonię pomiędzy człowiekiem, przestrzenią architektoniczną, przyrodą i sferą duchową (il. 9). Więż ta utrzymywana była nie tylko na drodze matematycznych analogii, ale również poprzez wrażliwość na piękno natury i wykorzystanie jej walorów. Jak pisze Burckhardt: „Włosi pierwsi w czasach nowożytnych spostrzegli i rozkoszowali się pięknem, jakie w mniejszym czy większym stopniu przedstawia krajobraz” (Burckhardt, 2024, s. 145).

Aspekt ten nabiera szczególnego znaczenia w kontekście dalszych dziejów nowożytnej architektury. Doskonałość geometryczna oraz uniwersalny język klasycyzmu w twórczości Palladia sprawiły, że jego architektura zaczęła być postrzegana jako czysta idea, wyizolowana z kontekstu, w którym powstała. Kluczową rolę odegrał sam architekt, publikując jako pierwszy w historii wizerunki własnych projektów, co przyczyniło się do ich recepcji w oderwaniu od

cast was almost universally attributed to proportion. Visiting Vicenza in the early 19th century, the English architect James Woods asked himself: “What is it that pleases so much, and so universally in the works of this artist?” His answer was unequivocal: “justness of proportion, with which he has distributed all the parts of his architecture” (Woods 1828, p. 238).

Mathematical order undeniably lies at the heart of Palladio's achievement. A stonemason from Padua turned scholar-architect, Andrea Palladio absorbed Neoplatonic doctrine in the humanist circles of Gian Giorgio Trissino and Cardinal Daniele Barbaro (Wittkower 1971, pp. 57–69). The fruit of that education is *I quattro libri dell'architettura* (1570). On the surface the treatise offers only modest rules for room dimensions based on the arithmetic and harmonic means. Yet, as Rudolf Wittkower famously demonstrated, the real key is hidden in plain sight among the measured drawings of the buildings themselves. When the dimensions inscribed on Palladio's plans and elevations are examined together, they reveal a coherent system rooted in musical intervals.³ Not only is each individual room proportioned according to consonant ratios; the relationships between rooms are likewise governed by the same harmonic logic. Wittkower called it the fugal system. Take Villa Foscari (La Malcontenta): the rooms flanking the central hall measure 12 × 16, 16 × 16, and 16 × 24 feet, while the hall itself is 32 feet wide. The series 12, 16, 24, 32 governs the entire composition (Fig. 8). The intervals are pure music: 12:24 and 16:32 are octaves; 12:16 and 24:32 are fourths; 16:24 is a fifth; and 12:32 (3:8) is the familiar compound interval of octave-plus-fourth already encountered in Alberti (Wittkower 1971, pp. 126–142).

It would, however, be a mistake to reduce Palladio's villas to abstract mathematical skeletons. As Witold Rybczyński reminds us: “*Quattro libri* sometimes gives the false impression that Palladio was interested only in idealised geometry and classical architectural forms. In reality, much of the impact of his villas stems from their harmonious relationship with their surroundings. The hillside location of the Godi and La Rotonda villas, the location of La Malcontenta on the canal, and the hills that form the backdrop to Villa Barbaro are integral elements of their designs” (Rybczyński 2003, p. 226).

This observation cuts to the core of Renaissance theory: the aspiration to forge a seamless unity between man, built space, nature, and the spiritual realm (III. 9). That unity was achieved not only through mathematical analogy but through an exquisite sensitivity to landscape and its inherent qualities.

miejsca. Obraz budynku zaczął funkcjonować niezależnie w tworzącym się środowisku zawodowym architektów i wśród znawców sztuki. Jak zauważa John Habraken, identyfikacja architektury z jej abstrakcyjnym przedstawieniem stała się konstytutywną cechą nowoczesnego architekta – „dziecka Palladia”. Zdaniem Habrakena, negatywne skutki urbanizacji epoki industrialnej, w tym degradacja krajobrazu naturalnego i kulturowego, mają swoje najgłębsze źródło w tym właśnie abstrakcyjnym paradygmacie (Habraken & Teicher, 2005, s. 31–53). Paradoksalnie, stanowi on zaprzeczenie renesansowego ideału harmonii między człowiekiem a światem.

KRYZYS I REINTERPRETACJA KONCEPCJI KLASYCZNYCH

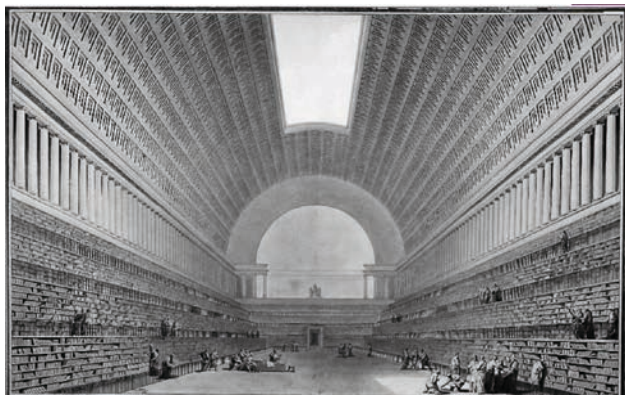
Racjonalizm oświeceniowy

Wraz z rozwojem nowożytnej nauki idea harmonii kosmicznej wyrażonej prostymi proporcjami liczbowymi stopniowo traciła na znaczeniu. Odkrycia Kopernika, prawa Keplera opisujące eliptyczne orbity planet oraz mechanika Newtona ujawniły bardziej złożony i dynamiczny charakter porządku rządzącego ruchem ciał niebieskich. Teoria proporcji architektonicznych, oderwana od kosmologii, nabrała charakteru estetycznego, stając się łatwym celem krytyki. Już w 1673 roku Claude Perrault w swoich komentarzach do Witruiusza podważył pogląd, że piękno klasycznych proporcji jest czymś więcej niż konwencją (Mallgrave, 2005, s. 8–9). Naukowe odkrycia sukcesywnie osłabiały fundamenty dawnych przekonań. Badania nad interferencją fal dźwiękowych umożliwiły głębsze zrozumienie zjawisk dysonansu i konsonansu – mechanizmów, które nie miały bezpośredniego odpowiednika w percepcji wzrokowej. To, co szczególnie przyjemne dla ucha, nie musiało być takim dla oka (Scholfield, 1958, s. 72–75). W XVIII wieku dawna wiara w istnienie uniwersalnej miary piękna została ostatecznie odrzucona. Nowożytna nauka – inaczej niż renesansowy humanizm, nie szukała harmonijnego zestrojenia z naturą, ale jak pisał Bacon, chciała raczej odkryć jej tajemnice w celu „zarządzania nimi w praktyce”. Jak zauważył Adorno, w ideologii Oświecenia „ludzie chcą nauczyć się od natury jednego – jak jej użyć, by w pełni zapanować nad nią i nad ludźmi” (Horkheimer & Adorno, 2023, s. 16). Znajduje to odzwierciedlenie w architekturze i urbanistyce. Matematyczny ład, niegdyś pojmowany jako kosmiczna analogia, ewoluował w kierunku narzędzia praktycznej organizacji. Neoklasycystyczna architektura Ledoux i Boullée’a (il. 10) czy plany miast Nowego Świata (il. 11) ukazują geometryczny porządek jako wyraz autonomii ludzkiego rozumu wobec przyrody i tradycji.

Wpływowy traktat J.N.L. Duranda z lat 1802-1805, choć pozornie zakorzeniony w klasyczno-renesansowym języku form, wprowadził

II.10. Étienne-Louis Boullée Projekt biblioteki królewskiej (1785)

III. 10 Étienne-Louis Boullée, project for the Royal Library, 1785



As Jacob Burckhardt observed, “the Italians were the first modern people truly to see and delight in the beauty that landscape, to a greater or lesser degree, always offers” (Burckhardt 2024, p. 145).

This aspect becomes particularly significant in the later history of modern architecture. The geometric perfection and apparently universal language of Palladio’s classicism led to his buildings being perceived as pure ideas, detached from the specific context in which they had been created. Palladio himself played a decisive role in this process: he was the first architect to publish images of his own designs. As a result, those images began to circulate and be interpreted independently of their original sites, and very soon they acquired an autonomous existence within the emerging professional sphere of architects and connoisseurs. As John Habraken observes, the identification of architecture with its abstract representation became the defining trait of the modern architect – a “Palladio’s child”. According to Habraken, the destructive consequences of industrial urbanisation, including the degradation of both natural and cultural landscapes, have their deepest roots in precisely this abstract paradigm (Habraken and Teicher 2005, pp. 31–53). Paradoxically, it stands in direct opposition to the Renaissance ideal of harmony between man and the world.

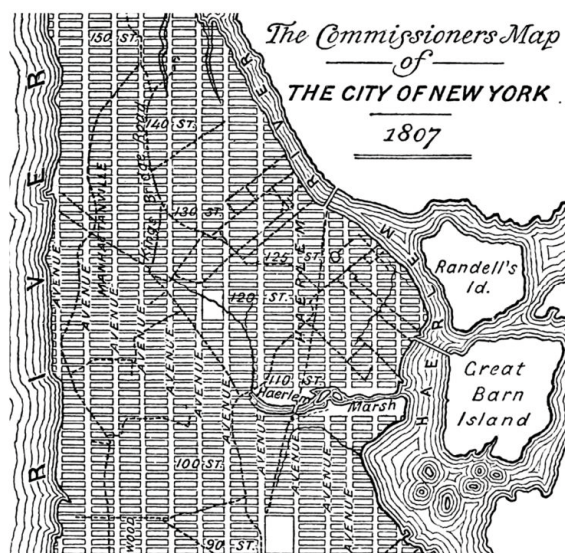
CRISIS AND REINTERPRETATION OF CLASSICAL CONCEPTS

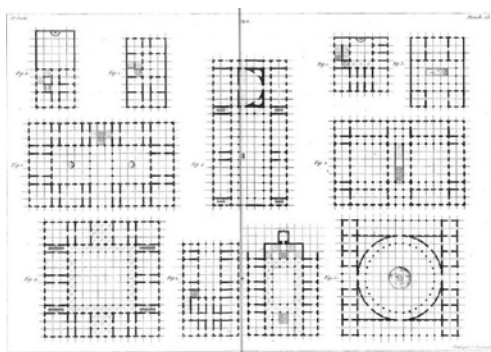
Enlightenment Rationalism

The rise of modern science steadily eroded the idea of a cosmos governed by simple numerical harmony. Copernicus, Kepler’s elliptical orbits, and Newton’s mechanics revealed a far more complex and dynamic order than the Pythagorean musical scale had suggested. Once severed from its cosmological moorings, the theory of architectural proportion retreated into the realm of mere aesthetics and quickly became vulnerable to critique. As early as 1673, Claude Perrault, in his annotated edition of Vitruvius, argued that the beauty of the classical orders rested on convention rather than any absolute law (Mallgrave 2005, pp. 8–9). Advances in acoustics further undermined the old analogies: consonance and dissonance, now

II. 11. The Commissioners’ Plan dla Manhattanu (1807) – fragment

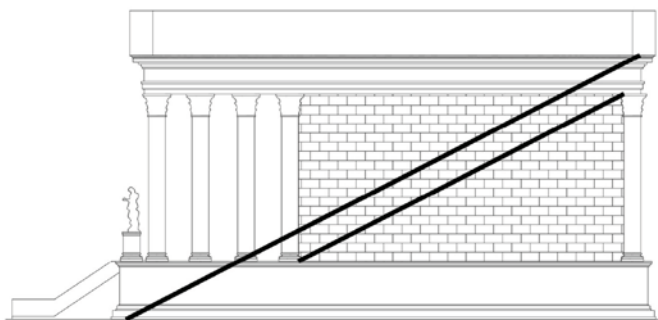
III. 11 Commissioners’ Plan of Manhattan, 1807 (detail)





II. 12. System kompozycji architektonicznej J.N.L. Duranda

III. 12 J.N.L. Durand's architectural composition system



II. 13. Rekonstrukcja elewacji bocznej świątyni Antonina i Faustyny w Rzymie z liniami regulacyjnymi. Rysunek autora wg ilustracji A. Thierscha

III. 13 Reconstruction of the side elevation of the Temple of Antoninus and Faustina, Rome, showing regulating lines. Drawing by the author, after A. Thiersch

do architektury nowatorski element: ortogonalną siatkę modułarną pozwalającą generować dowolny typ budynku (Durand, 2000). Humanistyczna analogia ciała złożonego z harmonijnie ukształtowanych członków została zarzucona na rzecz racjonalistycznej struktury, która jest podłożem zewnętrznej różnorodności form (il. 12).

Geometria jako organizacja percepcji

W XIX wieku historycy architektury, tacy jak E. Viollet-le-Duc, R.W. Billings i G. Dehio, ponownie zwrócili uwagę na systemy proporcji w analizie dawnych budowli (Billings, 1840; Dehio, 1895; Viollet-le-Duc, 1875). Zarówno oni, jak i ich XX-wieczni następcy, m.in. Jay Hambidge, Ernst Moessel i F.M. Lund, koncentrowali się na identyfikowaniu figur geometrycznych i siatek konstrukcyjnych, które miały stanowić ukrytą strukturę form architektonicznych (Hambidge, 1920; Lund, 1921; Moessel, 1926).

Całkowita ścisłość tych rekonstrukcji pozostaje dyskusyjna, jednak przyczyniły się one do nowej jakości w badaniach nad architekturą, koncentrując uwagę na porządku wizualnym. Istotnym krokiem w rozwoju tych koncepcji była teoria Augusta Thierscha z 1895 roku, według której wrażenie harmonii w architekturze nie wynika z konkretnej proporcji czy figury geometrycznej, lecz z powtarzalności określonych relacji proporcjonalnych lub kształtów – a zatem z redukcji złożoności formy (il. 13) (Thiersch, 1904).

Tropem wytyczonym przez Thierscha podążał polski badacz Juliusz Żórawski (1898-1967), stwarzając podstawy swojej teorii budowy formy architektonicznej. Jego myśl, wyrosła na gruncie teorii Gestalt, opierała się na idei, że człowiek tworzy porządek dostosowany do swoich ograniczeń percepcyjnych. Architektura, według Żórawskiego, organizuje otoczenie w sposób, który czyni je zrozumiałym dla człowieka. Nie może być „impresjonistyczna” ani przypadkowa, gdyż jest sztuką społeczną lub *nadindywidualną* mającą na celu wzmacnianie wizualnej komunikatywności środowiska. Jest narzędziem porządkowania chaosu wizualnego: „Żaden szczegół nie powinien ‘pływać’ nie związany, nie uwarunkowany formalnie, jeżeli takie jego ‘zawieszenie w niepewności’ nie jest wynikiem dążeń kompozycyjnych” (Żórawski, 1973, s. 90).

Centralnym pojęciem w jego teorii jest *forma spoista* – struktura, która dzięki wyraźnym relacjom geometrycznym i *ograniczonej złożoności* syntetyzuje elementy w łatwo postrzegalną całość (Żórawski, 1973, s. 23–29, 2012, s. 118–120). Żórawski zauważył, że percepcja naturalnie dąży do przekształcania form swobodnych, niejednoznacznych w bardziej uporządkowane i czytelne. Przykładem jest obserwacja gwiazd, gdzie ludzkie oko instynktownie łączy je w figury geometryczne: „Obserwujemy trójkąty i nieregularne czworoboki utworzone z gwiazd o podobnej sile światła i wydaje się, że są one powiązane ze sobą jakimiś idealnie prostymi liniami (...) Podczas wszystkich tych obserwacji szukamy formy” (Żórawski, 1973, s. 27).

understood as wave-interference phenomena, had no direct visual counterpart. What pleased the ear no longer guaranteed pleasure to the eye (Scholfield 1958, pp. 72–75). By the 18th century, faith in a single, universal measure of beauty had been abandoned.

Unlike Renaissance humanism, which sought attunement with nature, modern science – in Francis Bacon's phrase – aimed to interrogate nature in order to “manage it in practice”. As Horkheimer and Adorno later observed, Enlightenment ideology taught humanity “to learn from nature only one thing: how to use it in order wholly to dominate it and other men” (Horkheimer & Adorno 2023, p. 16). Architecture and urbanism followed suit. Mathematical order, once a mirror of cosmic harmony, was transformed into an instrument of rational control. The austere geometric visions of Étienne-Louis Boullée and Claude-Nicolas Ledoux (III. 10), together with the rigid grid plans of new colonial cities (III. 11), proclaimed the triumph of human reason over both nature and historical tradition.

J.N.L. Durand's hugely influential *Précis des leçons d'architecture* (1802–1805), though couched in classical vocabulary, introduced a radically new device: the orthogonal modular grid capable of generating buildings of any type or programme (Durand 2000). The organic, humanistic analogy of a body composed of harmoniously proportioned members was discarded in favour of a rational matrix that served as the neutral basis for infinite formal variation (III. 12).

Geometry as the Organisation of Perception

In the 19th century, architectural historians such as Eugène Viollet-le-Duc, Robert William Billings, and Georg Dehio once again drew attention to the proportional systems underlying ancient and medieval buildings (Billings 1840; Dehio 1895; Viollet-le-Duc 1875). Their 20th-century successors – Jay Hambidge, Ernst Moessel, and Frederik Macody Lund – pursued the same quest with renewed intensity, attempting to reveal the hidden geometric figures and regulating grids that supposedly governed historic form (Hambidge 1920; Lund 1921; Moessel 1926).

The historical accuracy of many of these reconstructions is open to question, yet their significance lies elsewhere: they decisively shifted the focus of proportional theory from metaphysical harmony to the conditions of visual order. A pivotal contribution was August Thiersch's theory of 1895, which maintained that visual harmony arises not from any single ratio or geometric figure but from the consistent repetition of proportional relationships and from a deliberate reduction of formal complexity (III. 13) (Thiersch 1904).

The Polish theorist Juliusz Żórawski (1898–1967) took Thiersch's insight further and made it the cornerstone of his

Kluczową rolę w tym procesie odgrywają linie proste tworzące szkielet formalny (siatka prostych) wiążący istotne punkty. Proporcje w architekturze są istotne o tyle, o ile określają relacje tych punktów na liniach prostych, zwiększając spójność i stabilność kompozycji. Jak pisze Żórawski: „Proporcje, które w architekturze grają decydującą rolę w komunikacji wzrokowej i powodują powstanie uczuć estetycznych u patrzącego, rozgrywają się zawsze między punktami, które są w korespondencji dzięki położeniu na jednej prostej” (Żórawski, 2012, s. 31). Znaczenie, jakie Żórawski przyznaje liniom prostym porównać można do wywodów Le Corbusiera o liniach regulacyjnych zawartych w *Vers une Architecture*.

Le Corbusier – nowy humanizm ?

Twórczość i publicystyka Le Corbusiera wiąże się nierozdzielnie z ideą ładu matematycznego. Liczba i geometria stanowiły dla niego podstawowe narzędzia służące człowiekowi do organizacji przestrzeni. Był propagatorem stosowania linii regulacyjnych (*tracés régulateurs*) (Le Corbusier, 2012, s. 117–128) i wykorzystywał je w swoim purystycznym malarstwie, a następnie w licznych realizacjach. Ukoronowaniem jego wieloletnich zainteresowań w tym zakresie był system Modulor ogłoszony w roku 1948 (Cohen, 2014). Modulor zajmuje szczególne miejsce wśród XX-wiecznych systemów ze względu na kompleksowe zarysowanie problematyki proporcji. System dotyka zagadnień estetyczno-wizualnych, standaryzacji technicznej, a przede wszystkim relacji wymiarów ciała człowieka i przestrzeni architektonicznej.

Podstawą systemu jest wyidealizowana sylwetka człowieka, której podstawowe proporcje (głowa, pępek, krocze, podniesiona ręka) ustalono na podstawie geometrycznych konstrukcji złotego podziału (il. 14). Proporcje te doskonalowane do wysokości sylwetki 6 stóp (1,829 m), tworzą bazowe wartości dla dwóch serii wymiarowych będących wyrazami ciągu Fibonacciego ($F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$). Wartości mogą zmniejszać się do minimum i rosnać w nieskończoność. W efekcie system ma potencjał określenia wymiarów wszystkich elementów środowiska zbudowanego bez względu na skalę. Sam Le Corbusier stosował w praktyce go do skali umeblowania, pomieszczeń i całościowych gabarytów budynków (Le Corbusier, 1980, s. 25–68).⁴

Chociaż Le Corbusier nie wykorzystał w swoim systemie interwałów muzycznych, podobieństwo do idei renesansowych jest uderzające. System określa związek ciała ludzkiego i jego otoczenia jako abstrakcyjną zasadę geometryczno-arytmetyczną. Co istotne,

own theory of architectural form. Drawing on Gestalt psychology, he argued that human perception actively constructs order within its own limits. Architecture, as a supra-individual art, must therefore render the environment legible; it cannot be impressionistic or arbitrary. Its primary task is to impose structure on visual chaos: “No detail should ‘float’ unconnected, formally unconditioned, unless such suspension in uncertainty is itself a compositional intention” (Żórawski 1973, p. 90).

Central to Żórawski's system is the idea of cohesive form – a composition that, through clear geometric relationships and restricted complexity, binds elements into an immediately perceivable whole (Żórawski 1973, pp. 23–29; 2012, pp. 118–120). He illustrated this with the example of star observation, where the eye instinctively links points of similar brightness into geometric figures: “We observe triangles and irregular quadrilaterals formed by stars of similar brightness, and it seems that they are connected by perfectly straight lines (...) In all such observations, we search for form” (Żórawski, 1973, p. 27).

For Żórawski, straight regulating lines constitute the indispensable formal skeleton. Proportions matter only insofar as they govern the distances between significant points lying on the same straight line, thereby enhancing compositional coherence and stability: “Proportions, which play a decisive role in visual communication in architecture and evoke aesthetic feelings in the viewer, always occur between points that correspond to each other due to their position on a single straight line” (Żórawski 2012, p. 31). The paramount importance Żórawski attached to straight lines clearly echoes Le Corbusier's celebrated arguments about regulating lines in *Vers une architecture*.

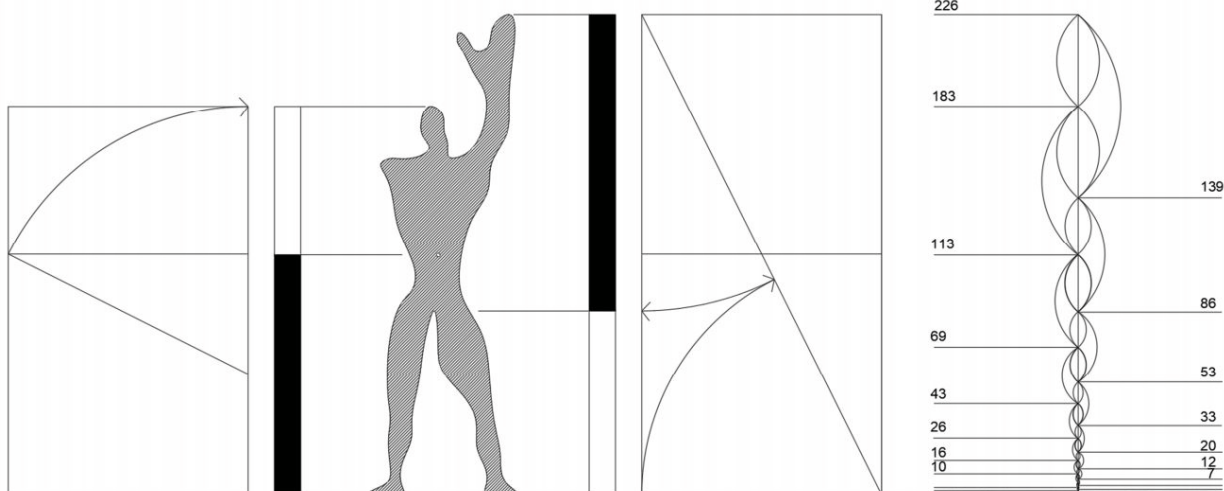
Le Corbusier – A New Humanism?

Le Corbusier's work and writings are inseparable from his lifelong faith in mathematical order. For him, number and geometry were the primary means by which humanity organises space. From the early 1920s he championed the use of *tracés régulateurs*, first in Purist painting and then in architectural projects (Le Corbusier 2012, pp. 117–128). His most ambitious synthesis came in 1948 with the announcement of the Modulor (Cohen 2014).

Among 20th-century proportional systems, the Modulor occupies a singular position. It simultaneously addresses aesthetic concerns, technical standardisation, and – above all

Il. 14. System Modulor – rysunek autora wg Le Corbusiera

III. 14 The Modulor system – drawing by the author after Le Corbusier



zasada ta traci znaczenie wizualne, gdy porównujemy wymiary położone w odległych miejscach serii, np. wysokość krzesła i budynku. Istotne jest raczej pokrewieństwo wynikające ze zgodności z wszechogarniającą harmonią symbolizowaną przez złoty podział i z faktu, że każdy wymiar ostatecznie jest pochodną ludzkiego ciała. Wszystko to odnajduje swój odpowiednik w teorii renesansowej. Potwierdzają to niektóre fragmenty *Vers une Architecture*, w których Le Corbusier wprost zdaje się nawiązywać do Wielkiej Teorii: „Ta wibrująca w nas płyta rezonansowa jest naszym kryterium harmonii. To właśnie oś, na której człowiek pozostaje w zgodzie z naturą i być może z wszechświatem (...); ta oś sugeruje, że istnieje we wszechświecie pewien jednolity zamysł, że u jego źródeł słoń jakiś spójny zamiar. Z osi tej wynikają również prawa fizyki, a jeśli rozumiemy (i kochamy) naukę oraz jej dzieła, to tylko dzięki świadomości, że wywodzą się one z tego pierwotnego zamysłu. (...) Możemy stąd wyprowadzić definicję harmonii: to moment zgodności z osią istniejącą w człowieku, a więc z prawami wszechświata – powrót do powszechnego porządku” („Le Corbusier, 2012, s. 229–235).

Obraz Le Corbusiera jako konsekwentnego kontynuatora tradycji klasycznych byłby jednak nieprawdziwy. Pomimo spektakularnych gestów, takich jak postawienie Partenonu za wzór dla architektury XX wieku, corbusierowskie koncepcje noszą silne piętno postosiwieceniowego racjonalizmu. Doktryna puryzmu, głosząca architekturę jako „czystą kreację rozumu,” w istocie zaprzeczała teoriom Witruwiusza i Albertiego o antropomorficznym pochodzeniu form architektury. Swoisty tradycjonalizm, przejawiający się w licznych fragmentach paradoksalnej publicystyki Le Corbusiera, nie uprawnia do nazwania go – jak czyni to Richard Padovan – „architektem klasycznym” (Padovan, 1999, s. 28–33). Równie paradoksalny pozostaje rozdźwięk między totalizmem jego utopii urbanistycznych, opartych na postosiwieceniowym rozumieniu geometrii, a dojrzałymi realizacjami, takimi jak Ronchamp czy La Tourette, gdzie harmonia krajobrazu i zmatematyzowanej struktury osiąga niemal palladiańską doskonałość (il. 15).

Hans van der Laan

Teoria przestrzeni architektonicznej Hansa van der Laana zawiera pogłębioną refleksję dotyczącą ładu matematycznego w kształtowaniu habitatu. Van der Laan (1904–1991), holenderski architekt i benedyktyn, propagował swoje założenia ideowe i zasady

– the relationship between human bodily dimensions and the built environment. The system rests on an idealised male figure (initially 1.75 m, later 1.829 m or 6 feet) whose key points – head, navel, crotch, raised hand – are located by successive golden-section divisions (Ill. 14). These points generate two infinite Fibonacci-based series (red and blue) that can be extended upwards or downwards without limit, providing a single scale capable of dimensioning anything from furniture to an apartment block (Le Corbusier 1980, pp. 25–68).

Although Le Corbusier abandoned musical intervals, the underlying ambition remains strikingly Renaissance: the human body is once again the source of an abstract geometric-arithmetic order that governs the surrounding world. The visual legibility of any particular ratio may disappear across widely separated scales (a chair and a building, for instance), yet the system retains its force through the golden section's symbolic association with universal harmony and through the unbroken derivation of every dimension from the human figure – an echo of Vitruvian anthropomorphism.

Certain celebrated passages in *Vers une architecture* appear to invoke the Great Theory directly: “This sounding-board which vibrates in us is our criterion of harmony. This is indeed the axis on which man is organised in perfect accord with nature and probably with the universe (...) This axis leads us to assume a unity of conduct in the universe and to admit a single will behind it. The laws of physics are thus a corollary to this axis, and if we recognize (and love) science and its work, it is because both one and the other force us to admit that they are prescribed by this primal will. (...) From this we get a possible definition of harmony, that is to say a moment of accord with this axis which lies in man, and so with the laws of the universe - a return to universal law” (Le Corbusier 1986, pp. 208–212).

Yet to portray Le Corbusier as a faithful continuator of the classical tradition would be profoundly misleading. For all his spectacular gestures – elevating the Parthenon to the status of timeless exemplar, his thought remains stamped by post-Enlightenment rationalism. Purism's insistence that architecture is a “pure creation of the mind” stands in direct

Il. 15. Klasztor dominikanów Sainte Marie de La Tourette, Éveux, Francja. Proj. Le Corbusier (1959). Rysunek autora

Ill. 15 Dominican monastery of Sainte-Marie de La Tourette, Éveux, France. Le Corbusier, 1953–1960. Drawing by the author



matematyczne w ramach działalności dydaktycznej prowadzonej w latach 1946–1973 w 's-Hertogenbosch, co dało początek nurtowi w powojennej holenderskiej architekturze sakralnej – tzw. De Bossche School. Te same zasady konsekwentnie wykorzystywał we własnych projektach utrzymanych w charakterystycznym asceetycznym stylu (il. 16).

Van der Laan dostrzegał pierwotny dystans człowieka wobec natury, dlatego uważał, że musi on nadać jej własny, ludzki porządek. Podstawową kategorią takiego porządku jest przestrzeń architektoniczna doświadczana na trzech hierarchicznie powiązanych poziomach: fizycznej obecności, widzenia i rozumienia. Doświadczenie bycia w przestrzeni możliwe jest dzięki percepcji tej przestrzeni, zwłaszcza percepcji wizualnej, a ta zachodzi wówczas, gdy aparat wzrokowy dostarcza danych zrozumiałych dla intelektu.

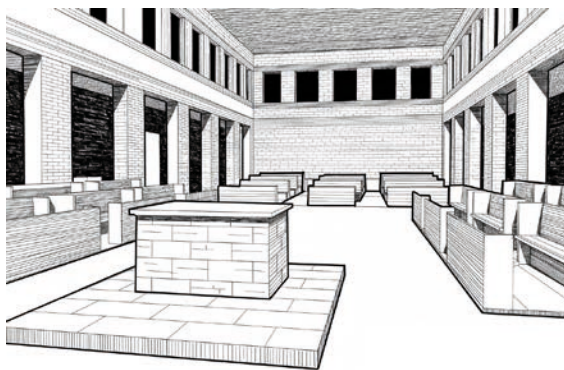
System proporcji Van der Laana – tzw. system *liczby plastycznej* – był wynikiem analizy procesu postrzegania wielkości w środowisku. Punktem wyjścia było zdefiniowanie granic percepcji proporcji: różnice między wielkościami muszą być wystarczająco duże, by były zauważalne, ale na tyle małe, aby można je było ze sobą powiązać. Na podstawie eksperymentów Van der Laan określił dwa kluczowe stosunki: $4/3$ jako najmniejszą odróżnialną relację oraz $7:1$ jako największą, która pozwala zachować powiązanie między wymiarami. Na bazie tych limitów powstała skala 8 wymiarów, nazwana porządkiem wielkości, wyrażona w stosunkach: $1, 4/3, 7/4, 7/3, 3, 4, 16/3, 7$. Kolejne składniki skali wzrastały w przybliżeniu w stosunku $4:3$, czyli tzw. liczby plastycznej⁵. Największy element danego porządku, np. ukształtowania domu, stawał się najmniejszym składnikiem kolejnego porządku, np. zagospodarowania terenu parceli. Nietrudno dostrzec, że jest to zasada podobna jak w przypadku oktaf gam muzycznych. Mimo istotnych różnic względem teorii renesansowych, w tym aspekcie można dostrzec również podobieństwa do dawnej tradycji myślenia o proporcjach w kategoriach analogii muzycznej (il. 17).

Teoria liczby plastycznej osadzona była w kontekście światopoglądowym właściwym dla środowiska monastycznego, w którym żył Van der Laan. Światopogląd ten określała filozofia scholastyczna oparta na rozumowaniu indukcyjnym, prowadząca od empirycznych doświadczeń do ogólnych zasad porządku i prawd metafizyki. Zgodnie z tą zasadą zbudował Van der Laan całościową teorię habitatu. W późnej pracy *The Play of Forms* eksplorował hierarchię form, które towarzyszą egzystencji człowieka. Hierarchia ta zaczyna się od form naturalnych, będących wytworami przyrody, takich jak drzewa czy kamienie. Drugi poziom stanowią artefakty kultury powstające w wyniku przekształcenia form naturalnych na potrzeby jednostek i społeczeństw – na przykład: dom zbudowany z kamieni i drewna. W ramach kultury można wyróżnić formy funkcjonalne, służące zaspokajaniu potrzeb ciała, formy ekspresyjne, przekazujące informacje o funkcji fizycznej, oraz formy monumentalne, których zadaniem jest komunikowanie idei. Na szczycie hierarchii znajdują się formy liturgiczne, skierowane ku transcendencji, stanowiące „poświęcone” formy kultury, takie jak świątynia – „dom Boga”. Teoria habitatu w ujęciu van der Laana – podobnie jak spekulacje renesansowe – nieodłącznie wiąże się z ideą ‘wyższego porządku’, jednak prowadzi do niej na drodze stopniowych uogólnień, zamiast zakładać ją *a priori*. (Van der Laan, 2005, s. 35–43).

DYLEMATY TEORII

Empatia i abstrakcja

Niniejsze studium ukazuje złożoność refleksji nad zagadnieniem przestrzeni architektonicznej, podkreślając znaczenie porządku matematycznego jako kluczowego elementu jej kształtowania. W omówionych teoriach ład matematyczny jawi się jako kategoria



II. 16. Prezbiterium kościoła opactwa Benedyktynów w Vaals, Holandia. Proj. Hans Van der Laan (1986). Rysunek autora

III. 16 Presbytery of the Benedictine abbey church, Vaals, Netherlands. Hans van der Laan, 1986. Drawing by the author

opposition to the Vitruvian–Albertian conviction that form arises from the imitation of nature and the human body. The intermittent traditionalism that surfaces in his writings is too contradictory and too rhetorical to warrant Richard Padovan's description of him as a “classical architect” (Padovan 1999, pp. 28–33). The same unresolved tension is visible in the works themselves. The authoritarian, top-down geometry of his urban utopias belongs squarely to the instrumental rationality of the Enlightenment. By contrast, the late masterpieces such as the chapel at Ronchamp or the monastery of La Tourette achieve a synthesis of landscape and mathematised form that comes remarkably close to the Palladian ideal of harmony between building and site (III. 15).

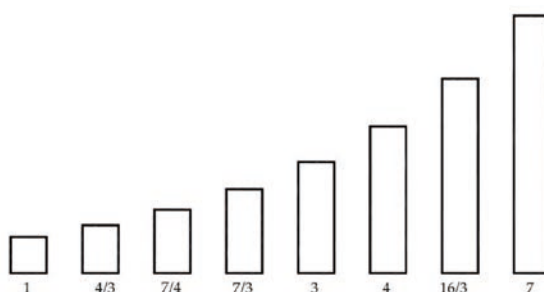
Hans van der Laan

Dom Hans van der Laan (1904–1991), Dutch Benedictine monk and architect, offers one of the most profound and rigorously argued theories of mathematical order in 20th-century architecture. Between 1946 and 1973 he taught his principles at the seminary in 's-Hertogenbosch, giving rise to the influential post-war Bossche School. He applied them with uncompromising consistency in his own built work, which is characterised by extreme asceticism and crystalline order (III. 16).

Van der Laan began from a frank recognition of the ontological distance that separates human being from raw nature. Because we do not simply coincide with nature, we are compelled to impose upon it a specifically human order. For him, architectural space is encountered on three hierarchically ordered levels: physical presence, vision, and understanding. True spatial experience arises only when visual perception

II. 17. Porządek wielkości wg Hansa Van der Laana. Rysunek autora

III. 17 Order of size after Hans Van der Laan. Author's drawing



symboliczna, odwołująca się do rzeczywistości zewnętrznej (np. struktury kosmosu), bądź jako efekt uwarunkowań ludzkiej percepcji. Zarysowany tu dylemat wpisuje się w jedno z uniwersalnych pytań filozofii nauki: czy matematyka jest tworem ludzkiego umysłu, czy odkryciem uniwersalnych praw rządzących rzeczywistością? Podobne pytanie można odnieść do architektury: czy matematyczny porządek przestrzeni architektonicznej jest czysto ludzką kreacją, czy też stanowi odzwierciedlenie fundamentalnych zasad istniejących w naturze?

Richard Padovan, nawiązując do słynnej koncepcji W. Worringera z 1908 roku określa te dwa odmienne stanowiska mianem *abstrakcji i empatii*: „Z perspektywy empatii poznanie czegoś oznacza przynależność do tego: możemy poznać i zrozumieć naturę, ponieważ jesteśmy jej częścią, a matematyka jest kluczem do tego zrozumienia, ponieważ natura jest z istoty matematyczna. Jednak z perspektywy abstrakcji poznanie oznacza stworzenie czegoś samemu: nie możemy poznać natury, ponieważ jej nie stworzyliśmy, ale możemy ją interpretować poprzez matematykę, ponieważ matematyka jest naszym własnym wytworem” (Padovan, 1999, s. 18–19). W perspektywie empatii, charakterystycznej dla umysłowości starożytnej Grecji, człowiek odczuwa swoją jedność z naturą – bycie jej częścią i podleganie jej prawom. Świat postrzegany jest jako ład (*kosmos*). Przestrzeń, którą tworzy człowiek dla spełnienia swoich potrzeb, jest odzwierciedleniem tego ładu. W wymiarze egzystencjalnym wszechświat postrzegany jest jako ‘dom’, dlatego dom w wymiarze fizycznym konstruowany jest jako model wszechświata. Z kolei abstrakcja – przeciwstawna empatii – odzwierciedla nowożytną świadomość złożoności świata i nieskończoności kosmosu, co wymaga od człowieka konstruowania własnego racjonalnego porządku. Matematyka jest narzędziem tworzenia relacji przestrzennych, które są zrozumiałe oraz satysfakcjonujące wizualnie i intelektualnie.

Czy jednak opisana powyżej koncepcja dostatecznie wyjaśnia fenomen porządku w architekturze? Jest oczywiste, że architektura nie jest wyłącznie abstrakcyjna albo tylko empatyczna: obie kategorie łącznie składają się na ład architektoniczny. Potwierdzają to paradoksy teorii przedstawionych w niniejszym studium. Co więcej, nadmierna przewaga jednego z aspektów wydaje się generować nieporozumienia w teorii i wątpliwe rezultaty w praktyce budowania.

I tak na przykład, błędem jest poszukiwanie bezpośrednich związków pomiędzy formami architektury i natury. Głośnym reprezentantem tego podejścia był XIX-wieczny teoretyk Adolf Zeising, który twierdził, że ‘zasadą’ całej przyrody jest tzw. złota proporcja i dlatego właśnie należy stosować ją w sztuce⁶ (Zeising, 1854). Formy naturalne nie poddają się jednak opisowi geometrii euklidesowej właściwemu dla tradycyjnych form architektury. Dziś ich złożoność wydaje się być wprawdzie opanowana dzięki nowym narzędziom geometrycznym i technologii cyfrowej. Jednak pomiędzy formą naturalną i architektoniczną zachodzi fundamentalna różnica: pierwsza wynika z procesów adaptacyjnych i ewolucyjnych, druga jest warunkowana logicznym rozumowaniem i intuicyjną zdolnością do postrzegania i tworzenia przestrzeni. Dlatego symulowanie form przyrody w architekturze często prowadzi do powierzchownego estetyzmu⁷. Z drugiej strony, uznanie architektury za dyscyplinę całkowicie autonomiczną wobec natury prowadzi do utraty równowagi środowiskowej i percepcyjnej. Trudno na przykład przecenić znaczenie abstrakcyjnego, post-oświeceniowego rozumienia geometrii w modernistycznych utopiach urbanistycznych w typie Ville Radieuse czy schematów Ludwiga Hilberseimera, których arbitralność i przytłaczająca skala nie miały precedensu w historii architektury. Autonomia porządku architektonicznego ujawniła się jeszcze wyraźniej

supplies the intellect with data it can meaningfully process.

His proportional system – the plastic number – emerged directly from a meticulous analysis of size perception. Van der Laan first determined the perceptual thresholds within which differences in magnitude remain both distinguishable and relatable: the smallest noticeable ratio is approximately 4:3, while the largest ratio that still allows two sizes to be experienced as belonging together is 7:1. From these limits he constructed an eight-term order of size: $1 - 4/3 - 7/4 - 7/3 - 3 - 4 - 16/3 - 7$. Each successive term grows by a factor of roughly 4:3 – the plastic number itself.⁴ Crucially, the largest element of one order (for example, the overall volume of a house) becomes the smallest element of the next higher order (the plot or the urban block). The principle is strikingly analogous to the octave shift in music: the same relational structure repeats at ever-larger scales. Despite significant differences from Renaissance theories, in this respect, similarities can also be seen with the old tradition of thinking about proportions in terms of musical analogy (Ill. 17).

Van der Laan's plastic number was deeply rooted in the scholastic worldview of the Benedictine monastery in which he lived and worked. That worldview – shaped by Thomist philosophy – proceeded inductively: from concrete empirical observation to general principles of order, and ultimately to metaphysical truth. In his late work *The Play of Forms*, van der Laan set out a comprehensive hierarchy of forms that frame human existence. At the base lie natural forms – trees, stones, the given world untouched by human hand. Above them stand cultural artefacts, produced by transforming nature to meet individual and collective needs: a house built of stone and timber is the paradigmatic example. Within the realm of culture, van der Laan distinguishes three ascending levels: functional forms that serve bodily requirements, expressive forms that make physical function visible and intelligible, and monumental forms whose primary purpose is to communicate ideas. At the summit stand liturgical forms, oriented toward transcendence – sacred expressions of culture such as the temple, the true “house of God”. Van der Laan's theory of habitat, like Renaissance speculations, is inextricably linked to the higher order, but it leads to it through gradual generalisations rather than assuming it a priori (Van der Laan, 2005, pp. 35–43).

THE DILEMMAS OF THEORY

Empathy and Abstraction

The analyses presented in this study reveal the complexity of reflections on mathematical order in the making of architectural space. In the theories examined, mathematical order functions in two distinct ways: as a symbolic category that refers to an external reality (for example, the structure of the cosmos), or as the direct outcome of the conditions and limitations of human perception. This duality belongs to one of the fundamental questions of the philosophy of science: is mathematics a creation of the human mind, or is it the discovery of universal laws that govern reality? The same question may be asked of architecture: is the mathematical order of architectural space a purely human construct, or does it reflect fundamental principles that already exist in nature?

Richard Padovan, drawing on Wilhelm Worringer's celebrated distinction of 1908, describes these two opposing positions as abstraction and empathy: “From the viewpoint of empathy, to know something is to belong to it: we can know and understand nature because we are of it; and mathematics is the key to this understanding because nature is essentially

w postmodernizmie, prowadząc niekiedy do kryzysu pojęcia porządku jako takiego. Ilustracją tego paradoksu może być słynna seria eksperymentalnych domów Petera Eisenmana (il. 18), konstruowana na zasadzie zestawiania regularnych 'palladiańskich' siatek kompozycyjnych w sposób, który ostatecznie prowadził do zatracenia poczucia integralności formy (Jencks, 1984, s. 67).

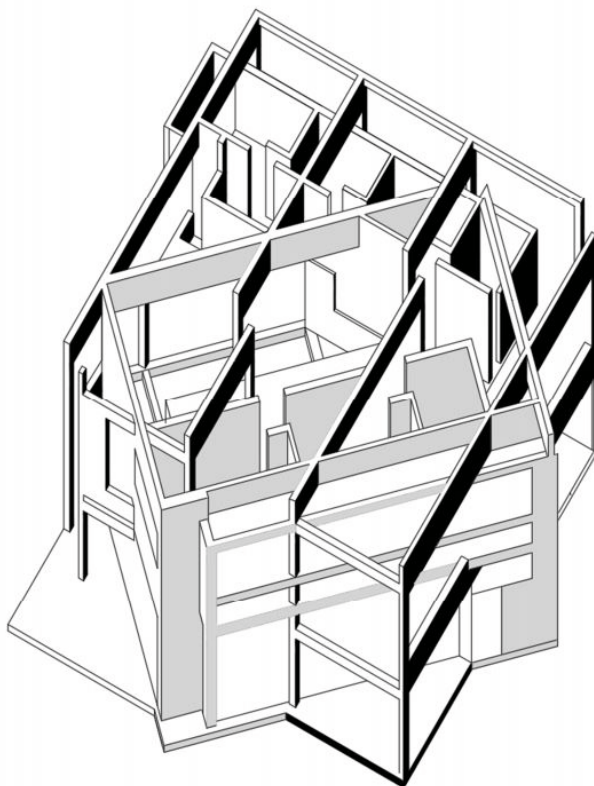
Architektura jako subkreacja

W obliczu globalnego problemu, jakim jest narastająca ekologiczna i estetyczna dysproporcja między architekturą a krajobrazem naturalnym, rodzi się potrzeba pogłębionej refleksji na temat natury porządku architektonicznego. Rozważania zawarte w niniejszej pracy pozwalają na określenie ramy konceptualnej, w której kategorie abstrakcji i empatii uzupełniają się, tworząc podstawy harmonijnego współistnienia przestrzeni zbudowanej i świata przyrody. Na wstępie należy podkreślić, że przestrzeń architektoniczna nie powstaje *ex nihilo* – wykorzystuje, interpretuje i przetwarza elementy uprzednio istniejące w naturze, takie jak materia i krajobraz. Uwzględnia również biologiczne i percepcyjne uwarunkowania człowieka jako integralnej części świata przyrody. Architektura pełni więc funkcję uwiecznienia pierwotnego porządku – jest *subkreacją*. Tak jak człowiek należy do natury, tak samo przestrzeń architektoniczna stanowi jej kontynuację, choć proces twórczy rządzi się własną, logiczno-racjonalną zasadą.

Idea subkreacji wywodzi się z tradycyjnej teorii sztuki ukształtowanej pod wpływem koncepcji chrześcijańskich. Filozof Jacques Maritain, przywołując doktryny scholastyczne pisze: „Stąd w artyście poczucie jego szczególnej godności. Jest on niejako współpracownikiem Boga w tworzeniu pięknych dzieł; rozwijając zdolności, które zostały mu dane przez Stwórcę (...), wykorzystując stworzoną

Il. 18. „Dom III” z 1970 r. autorstwa Petera Eisenmana. Rysunek autora na podstawie oryginalnego projektu

III. 18 Peter Eisenman, House VI, Cornwall, Connecticut, 1972–1975. Axonometric drawing by the author based on the original design



mathematical. But from the viewpoint of abstraction, to know something is to have made it oneself: we cannot know nature because we have not made it; but we can interpret it through mathematics because mathematics is our own creation" (Padovan 1999, pp. 18–19). From the perspective of empathy – characteristic of the ancient Greek worldview – man experiences his unity with nature, being part of it and subject to its laws. The world is perceived as an ordered whole (cosmos). The space that man creates to satisfy his needs therefore becomes a reflection of that cosmic order. In the existential dimension, the universe itself is felt as a great "house"; consequently, the physical house is built as a model of the universe. Abstraction, by contrast, is the opposite of empathy. It reflects the modern awareness of the infinite complexity of the cosmos and of man's alienation within it. Here mathematics serves as a tool for constructing a rational order that is comprehensible, visually coherent, and intellectually satisfying.

Yet the dichotomy outlined above does not fully account for the phenomenon of order in architecture. Architecture is never exclusively abstract nor exclusively empathetic; both tendencies coexist and together constitute genuine architectural order. This is confirmed by the paradoxes encountered in the theories examined here. Moreover, an excessive predominance of either pole appears to generate theoretical confusion and problematic outcomes in practice.

One common error lies in the attempt to establish direct formal links between architecture and nature. A classic example is the 19th-century theorist Adolf Zeising, who proclaimed the golden section the principle of all natural beauty and therefore obligatory in art (Zeising 1854).⁵ In reality, natural forms resist description by Euclidean geometry; their complexity has only recently been approached through fractal geometry and digital modelling. Even so, a fundamental difference remains: natural forms arise from adaptive and evolutionary processes, whereas architectural forms are the product of logical reasoning and the human capacity to perceive and shape space. The literal imitation of natural forms in architecture therefore tends toward superficial aestheticism.⁶ Conversely, treating architecture as entirely autonomous from nature leads to a loss of environmental and perceptual balance. The abstract, post-Enlightenment conception of geometry played a decisive role in the modernist urban utopias – Le Corbusier's Ville Radieuse, Ludwig Hilberseimer's schemes – whose arbitrariness and overwhelming scale remain unprecedented in architectural history. In postmodernism the autonomy of architectural order was pushed still further, at times to the point of a crisis of order itself. Peter Eisenman's early experimental houses (III. 18) offer a striking illustration: they deliberately superimpose and disrupt regular "Palladian" compositional grids, ultimately dissolving the very sense of formal integrity that those grids once guaranteed (Jencks 1984, p. 67).

Architecture as Sub-creation

At a time when the ecological and aesthetic rift between building and landscape continues to widen, we urgently need to rethink the nature of architectural order. The analyses presented here offer a framework in which abstraction and empathy no longer stand in opposition but complement one another, establishing the conditions for a genuinely harmonious coexistence of built space and the natural world. First and foremost, architectural space is never created *ex nihilo*. It emerges from human biological and perceptual realities and from materials and landscapes that already exist. Architecture therefore crowns, rather than replaces, the given order of nature; it is

materię, tworzy, można by powiedzieć, w drugiej kolejności. Twórczość artystyczna nie naśladuje stworzenia Boga, lecz je kontynuuje.” (Maritain, 1974, s. 43). Filolog i literat J.R.R. Tolkien, pisał: „Każdy sub-twórca pragnie w pewnym stopniu być prawdziwym stwórcą lub ma nadzieję, że czerpie z rzeczywistości: ma nadzieję, że szczególna jakość tego wtórnego świata (jeśli nie wszystkie szczegóły) wywodzi się z Rzeczywistości lub do niej zmierza. Jeśli rzeczywiście osiągnie jakość, którą można sprawiedliwie opisać definicją słownikową: ‘wewnętrzna spójność rzeczywistości’, trudno wyobrazić sobie, jak to możliwe, jeśli dzieło nie uczestniczy w jakiś sposób w rzeczywistości.” (Tolkien, 2008). Ta ‘wewnętrzna spójność’ wydaje się być fundamentalną własnością, pozwalającą uznać architekturę za kontynuację natury.

Ład architektoniczny, określony przez elementarną matematykę, jest ‘skrojony na ludzką miarę’ i odmienny od złożonego porządku natury – pozostaje jednak jego częścią. Kształtowanie zrównoważonego środowiska zbudowanego wymaga ponownego odczytania klasycznej koncepcji kosmosu jako ładu. Jej ponadczasowy charakter znajduje swoje uzasadnienie w nauce, filozofii i duchowości. Frank Wilczek, laureat Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki, w książce *Piękne Pytanie* ukazuje związek między fizyką a estetyką. Dowodzi, że fundamentalne prawa natury odzwierciedlają platońską ideę symetrii – prostoty, spójności i porządku. W podstawowych strukturach materii dostrzega rodzaj ‘muzyki sfer’, przekraczającej wizję Platona i Pitagorasa, w której matematyczny ład staje się źródłem zachwyty i inspiracji (Wilczek, 2015, s. 308–309). Matematyczność – podobnie jak w poszukiwaniach renesansowych – stanowi wspólny fundament, na którym opiera się nasze rozumienie świata i architektury. Jej porządek nie polega na dosłownym odwzorowaniu natury, lecz na twórczym nawiązaniu do jej zasad. Architektura wpisuje się w istniejący ład świata, zachowując autonomię procesu twórczego, a jednocześnie pozostając w harmonii z naturalnym porządkiem.

Takie ujęcie porządku architektonicznego nie oznacza rezygnacji z klarownej geometrii na rzecz przypadkowej amorficzności. Przeciwnie, zakłada kształtowanie architektury, która zachowuje swoją autonomię i racjonalność, a jednocześnie traktuje walory krajobrazowe jako fundamentalny składnik przestrzeni, wobec którego forma zbudowana stanowi właściwe dopełnienie.

PRZYPISY KOŃCOWE/ ENDNOTE

¹ Le Corbusier wykorzystał ten ostatni przykład w *Vers une Architecture* jako ilustrację pierwotnej zasady matematyczności architektury (Le Corbusier, 2012, s. 117–119).

² Wizja przedstawiona przez słynnego architekta oddziaływała z mocą na kolejne pokolenia twórców za pośrednictwem *I quattro libri* oraz dzięki podrójom do Włoch odbywanym w ramach *Grand Tour*, powszechnym wśród europejskich elit. W zapiskach z takiej podróży J.W. Goethe, oczarowany architekturą Palladia, przedstawił go jako „boskiego geniusza” (Goethe, 1982, p. 65).

³ Co istotne, wartości te niekiedy różnią od rzeczywistych wymiarów istniejących budynków. Reprodukcje w traktacie są zatem idealizacją, mającą na celu demonstrację systemu, zrozumiętego czytelnika wykształconego w duchu humanizmu.

⁴ Większość tych zastosowań ilustruje książka *Modulor II*. W odniesieniu do zastosowania miar Modulora do całego gabarytu *Unité d’Habitation* – patrz: (Padovan, 1999, pp. 332–335).

⁵ Liczba plastyczna $p=1,3247\dots$, przybliżona stosunkiem 4:3, to liczba niewymierna, stanowiąca rozwiązanie równania $x + 1 = x^3$

⁶ Nie ma rozstrzygających dowodów na to, że złoty podział, znany już Euklidesowi i obecny w spekulacjach renesansowych, odgrywał przez Zeisingiem znaczącą rolę w architekturze (Frings, 2002). Jego rola w systemach proporcjonalnych XX wieku, np. Hambidge’a, Lunda i Moessela, i w *Modulorze* wynika z faktu, że złoty podział jest wygodną konstrukcją geometryczną pozwalającą tworzyć sukcesywne podziały i sekwencje figur podobnych.

⁷ Dotyczy to zwłaszcza kolejnych odsłon biomimetyzmu. Przykładowo – Charles Jencks przedstawiał popularną w latach 90. XX wieku architekturę dekonstruktywistyczną jako wyraz nowej nauki o wszechświecie – teorii chaosu, fraktali, teorii złożoności i innych (Jencks, 1997).

a form of sub-creation. We belong to nature, and the spaces we make continue it – albeit through logical and rational processes that are uniquely human.

The idea of sub-creation has deep roots in Christian art theory. Jacques Maritain, drawing on scholastic tradition, describes the artist’s vocation in precisely these terms: “Hence in the artist the feeling of his peculiar dignity. He is as it were an associate of God in the making of beautiful works; by developing the powers placed in him by the Creator (...) by making use of created matter, he creates, so to speak, at second remove. Artistic creation does not copy God’s creation, it continues it” (Maritain 1974, p. 43). J.R.R. Tolkien, writing from the same metaphysical horizon, puts it even more vividly: “every sub-creator, wishes in some measure to be a real maker, or hopes that he is drawing on reality: hopes that the peculiar qualities of this secondary world (if not all the details) are derived from Reality, or are flowing into it. If he indeed achieves a quality that can fairly be described by the dictionary definition: ‘inner consistency of reality’, it is difficult to conceive how this can be, if the work does not in some way partake of reality” (Tolkien 2008) That inner consistency of reality is exactly what allows architecture to feel like a natural continuation of the world rather than an alien intrusion.

Mathematical order in architecture – elementary, clear, and proportioned to human perception – is therefore neither a mimetic copy of nature’s complexity nor an arbitrary imposition upon it. It is the rational language through which we complete the intelligibility already latent in creation. A sustainable built environment demands a renewed, affirmative reception of the ancient notion of cosmos as order, yet in a contemporary key. Modern physics, far from refuting this intuition, has only deepened it. Nobel laureate Frank Wilczek, in *A Beautiful Question*, argues that the deepest laws of nature embody the Platonic ideals of symmetry, simplicity, and coherence – a 21st-century “music of the spheres” that transcends Pythagoras and Plato alike, and in which mathematical order remains a source of wonder and inspiration (Wilczek 2015, pp. 308–309). There is no need, then, to abandon lucid architectural geometry in favour of amorphous randomness. On the contrary: the path forward lies in an architecture that preserves its rational autonomy while treating the landscape not as mere backdrop but as an integral, co-constitutive element of spatial order.

¹ Le Corbusier used the latter example in *Vers une Architecture* as an illustration of the original principle of the mathematicality of architecture (Le Corbusier, 1986, pp. 69–70).

² The vision presented by the famous architect powerfully influenced subsequent generations of artists through *I quattro libri* as well as through the grand tour common among the European elite. In his notes from such a journey, J.W. Goethe, enchanted by Palladio’s architecture, depicted him as a ‘divine genius’ (Goethe, 1982, p. 65).

³ Significantly, these values sometimes differ from the actual dimensions of existing buildings. The drawings are idealisations, intended to demonstrate a system, understood by a humanist-educated reader.

⁴ The plastic number $p = 1.3247\dots$, approximated by a ratio of 4:3, is an irrational number which is the solution of the equation $x + 1 = x^3$.

⁵ There is no conclusive evidence that the golden section – known to Euclid and prominent in Renaissance speculation – played a significant role in architecture before Zeising (Frings 2002). Its widespread adoption in twentieth-century proportional systems (Hambidge, Lund, Moessel, and the Modulor) stems from the simple fact that the golden section is an extremely convenient geometric construction: it allows the generation of successive divisions and sequences of similar figures.

⁶ This becomes especially evident in the successive waves of biomimetic enthusiasm. A notable example is Charles Jencks, who in the 1990s presented deconstructivist architecture as the architectural expression of a new scientific worldview – chaos theory, fractals, complexity theory, and related ideas (Jencks 1997).

BIBLIOGRAFIA/ REFERENCES

- [1] Alberti, L. B. (1960). *Książ dziesięć o sztuce budowania* (K. Dziewoński, Ed.). Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- [2] Alberti, L. B. (1972). *On painting and On sculpture*. (C. Grayson, Ed.). Phaidon.
- [3] Argan, G. C., & Robb, N. (1946). *The Architecture of Brunelleschi and the Origins of Perspective Theory in the Fifteenth Century*. *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, 9, 96–121.
- [4] Bachelard, G. (2014). *The Poetics of Space*. Penguin.
- [5] Billings, R. W. (1840). *An Attempt to Define Geometric Proportions of Gothic Architecture as Illustrated by the Cathedrals of Carlisle and Worcester*. T. & W. Boone.
- [6] Bodart, D. (2007). *Renesans i Manierizm*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [7] Bollnow, O. F. (2011). *Human Space*. Hyphen Press.
- [8] Bork, R. (2016). *The Geometry of Creation: Architectural Drawing and the Dynamics of Gothic Design*. Routledge.
- [9] Burckhardt, J. (2024). *Kultura Odrodzenia we Włoszech*. Vis-à-vis Etiuda.
- [10] Cohen, J.-L. (2014). *Le Corbusier's Modulor and the Debate on Proportion in France*. *Architectural Histories*, 2(1). <https://doi.org/10.5334/AH.BY>
- [11] Dehio, G. (1895). *Ein Proportionsgesetz der antiken Baukunst und sein Nachleben im Mittelalter und in der Renaissance*. Karl J. Trübner.
- [12] Durand, J.-N.-L. (2000). *Précis of the Lectures on Architecture*. Getty Research Institute.
- [13] Eco, U. (2004). *On Beauty*. Seeker & Warburg.
- [14] Frankl, P. (1945). *The Secret of the Mediaeval Masons*. *Art Bulletin*, 27(1), 46. <https://doi.org/10.2307/3046979>
- [15] Frings, M. (2002). *The Golden Section in Architectural Theory*. *Nexus Network Journal*, 4(1), 9–32.
- [16] Ghyka, M. C. (1977). *The Geometry of Art and Life*. Dover Publications.
- [17] Ghyka, M. C. (2016). *The Golden Number : Pythagorean Rites and Rhythms in the Development of Western Civilization*. Inner Traditions.
- [18] Goethe, J. W. von. (1982). *Italian journey: 1786–1788* (W. H. Auden & E. Mayer, Eds.). North Point Press.
- [19] Habraken, N. J., & Teicher, Jonathan. (2005). *Palladio's children*. Taylor & Francis.
- [20] Hambidge, J. (1920). *Dynamic Symmetry: The Greek Vase*. Oxford University Press.
- [21] Hansen, B., & Shelby, L. R. (1977). *Gothic Design Techniques: The Fifteenth-Century Design Booklets of Mathes Roriczer and Hanns Schmuttermayer*. *Technology and Culture*, 20(3), 627. <https://doi.org/10.2307/3103827>
- [22] Heath, T. L. (1921). *A history of Greek mathematics* (Vol. 1). The Clarendon press.
- [23] Heidegger, M. (1977). *Budować, mieszkąć, myśleć – eseje wybrane*. Vol. Czytelnik.
- [24] Hight, Christopher. (2008). *Architectural Principles in the Age of Cybernetics*. Routledge.
- [25] Horkheimer, M., & Adorno, T. (2023). *Dialektyka oświecenia. Fragmenty filozoficzne*. Wydawnictwo Krytyki Politycznej.
- [26] Januszewski, W. (2024). *An outline of the geometric proportion systems in architecture*. *Architectus*, 3(75), 103–113. <https://doi.org/10.37190/ARC230310>
- [27] Januszewski, W. (2024). *Logic, Perception, and Beauty – An Outline of the Modern Proportion-Based Approach in Architecture*. *Buildings* 2024, Vol. 14, Page 2266, 14(8), 2266. <https://doi.org/10.3390/BUILDINGS14082266>
- [28] Jencks, C. (1984). *The language of post-modern architecture*. Rizzoli.
- [29] Jencks, C. (1997). *The architecture of the jumping universe: how complexity science is changing architecture and culture*. In *Newsline* (Issue 4). John Wiley & Sons.
- [30] Laan, H. van der. (1983). *Architectonic Space : Fifteen Lessons on the Disposition of the Human Habitat*. Brill.
- [31] Le Corbusier. (1980). *Modulor 1&2*. Harvard University Press.
- [32] Le Corbusier. (2012). *W stronę architektury*. Centrum Architektury.
- [33] Lund, F. M. (1921). *Ad Quadratum*. B. T. Batsford.
- [34] Mallgrave, H. Francis. (2005). *Modern Architectural Theory: a Historical Survey, 1673–1968*. Cambridge University Press.
- [35] Maritain, J. (1974). *Art and scholasticism and the frontiers of poetry*. University of Notre Dame.
- [36] Moessel, E. (1926). *Die Proportion in Antike und Mittelalter*. C.H.Beck.
- [37] Norberg-Schulz, C. (2000). *Bycie, przestrzeń i architektura*. Wydawnictwo Murator.
- [38] Padovan, Richard. (1999). *Proportion : Science, Philosophy, Architecture*. Taylor & Francis.
- [39] Palladio, A. (1955). *Cztery księgi o architekturze* (J. Minorski, Ed.). Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- [40] Platon. (2000). *Dialogi* (Vol. 2). Tower Press.
- [41] Rybczynski, Witold. (2003). *The Perfect House : A Journey with Renaissance Master Andrea Palladio*. Scribner Book Company.
- [42] Rykwert, J. (1976). *The idea of a town : the anthropology of urban form in Rome, Italy and the ancient world*. Princeton University Press.
- [43] Schofield, P. H. (1958). *The Theory of Proportion in Architecture*. Cambridge University Press.
- [44] Shelby, L. R. (1972). *The Geometrical Knowledge of Mediaeval Master Masons*. *Speculum*, 47(3), 395–421. <https://doi.org/10.2307/2856152>
- [45] Tatarkiewicz, W. (1978). *Historia filozofii* (Vol. 1). Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- [46] Tatarkiewicz, W. (1980). *A History of Six Ideas: An Essay in Aesthetics*. Martinus Nijhoff.
- [47] Thiersch, A. (1904). *Handbuch der Architektur*. Arnold Bergsträsser Verlag (A. Kröner).
- [48] Tolkien, J. R. R. (2008). *On Fairy-stories* (V. Flieger & D. A. Anderson, Eds.). Harper Collins Publishers.
- [49] Van der Laan, H. (2005). *The play of forms*. Brill.
- [50] Viollet-le-Duc, E.-E. (1875). *Discourses on Architecture*. J.R. Osgood.
- [51] Vitruvius. (1999). *O architekturze ksiąg dziesięć*. Prószyński i S-ka.
- [52] Wilczek, F. (2015). *A beautiful question : finding nature's deep design*. Penguin Press.
- [53] Wittkower, R. (1953). *Brunelleschi and "Proportion in Perspective."* *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, 16(4), 275–291.
- [54] Wittkower, R. (1960). *The Changing Concept of Proportion*. Daedalus, 89(199–215).
- [55] Wittkower, R. (1971). *Architectural Principles in the Age of Humanism*. W.W. Norton.
- [56] Woods, J. (1828). *Letters of an architect, from France, Italy, and Greece*. (Vol. 2). John and Arthur Arch.
- [57] Zeising, A. (1854). *Neue Lehre von den Proportionen des Menschlichen Körpers: Aus Einem Bisher Unerkannt Gebiebenen, die Ganze Natur und Kunst Durchdringenden Morphologischen Grundgesetze Entwickelt und mit Einer Vollständigen Historischen Uebersicht der Bisherigen Systeme*. Rudolf Weigel.
- [58] Żorawski, J. (1973). *O budowie formy architektonicznej*. Arkady.
- [59] Żorawski, J. (2012). *Siatka prostych. O architekturze nadiindywidualnej*. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej.