

DOI: 10.21005/pif.2023.53.B-03

ESSENTIAL CHARACTERISTICS OF DIAGRAMMATIC REPRESENTATIONS IN CREATIVE ARCHITECTURAL DESIGN

ZASADNICZE CECHY REPREZENTACJI DIAGRAMOWYCH W TWÓRCZYM PROJEKTOWANIU ARCHITEKTONICZNYM

Paweł Maryńczuk

dr inż. arch.

Author's Orcid number: 0000-0003-0627-3061

Andrzej Frycz Modrzewski Krakow University, Poland
Faculty of Architecture and Fine Arts

ABSTRACT

In this paper I attempt to identify the fundamental properties of the diagram as a form of representation in opposition to purely symbolic representation. The author's intent is to present the characteristics of architectural diagrams as they are and to analyse their role in argumentation, or, more broadly, in various forms of justifying diagrammatic representations. However, these two aspects cannot be fully separated from each other – the distinctive features of diagrams are of course tied with the distinctive properties of cognitive processes associated with them. This discussion will present just how diverse diagrams and types of thinking can be, and the wide range of roles that representations can play in architectural cognition. Key words: design process, diagram features, diagram thinking, cognitive processes, presentation methods, philosophical problems.

Key words: design process, diagram features, cognitive processes, presentation methods.

STRESZCZENIE

W niniejszym artykule podjęto próbę wyróżnienia podstawowych własności diagramu jako typu reprezentacji przeciwstawionego reprezentacji czysto symbolicznej. Zamysł autora jest taki, aby przedstawić własności diagramów architektonicznych jako takich i poddać analizie ich rolę w dowodach, czy szerzej, w różnych postaciach uzasadniania reprezentacji diagramowych. Tych dwóch aspektów nie można jednak w pełni oddzielić - charakterystyczne cechy diagramów są oczywiście związane również z charakterystycznymi własnościami procesów poznawczych z nimi związanych. Rozważania ukażą, jak różnorodne mogą być diagramy, typy myślenia oraz role, jakie reprezentacje mogą odgrywać w poznaniu architektonicznym.

Słowa kluczowe: proces projektowania, cechy diagramów, procesy poznawcze, sposoby prezentacji.

1. INTRODUCTION

The application of formalised notations has a single, fundamental goal: the unambiguous communication of a specific message. The so-called natural language, even when structured into lists, tables, graphs or geometric figures, is based on ambiguity, for it is in its nature. As a result, descriptions formulated using natural language are like principles suffering from ambiguity, and academic research of design documentation from the field architectural notation and specific requirements confirm this. This is why, to ensure the explicitness of the message, architects replace so-called conceptual prose with diagrammatic notation. The key characteristic of a properly made diagram is a set of symbols ascribed to architects and their work, and their structure in the diagram, which is a description of how to unambiguously interpret such a diagram. Every violation of the 'language' over the course of encoding can send the wrong message to the receiving party, who will, by principle, literally interpret the visualisation presented. When discussing the role of diagrams in architectural argumentations/experiments, we must inevitably arrive at the stage of formalising diagrammatic inference. In the most general terms, we can discuss systems in which, apart from standard architectural symbols, the language of diagrams is systematically documented and the rules of using this language are precisely defined. We must also mention attempts at formalising diagrammatic inference in mathematics.

Such formalisations usually pertain to selected, narrow fields – they are typically simple geometric inferences or inferences that reference Venn or Euler diagrams. Here we can mention formalisations of Euclidean inferences by Nathaniel Miller and John Mummy. The now-classical systems that frame inferences associated with Venn diagrams were presented in the early 1990s by Sun-Joo Shin and Eric Hammer. This paper is not intended to present this now-extensive subfield. The very existence of such systems in science is nevertheless notable, as it casts a light on the role that diagrams can play in architectural inference. The properties analysed are also partially the properties of diagrammatic inferences, or the means by which we build convictions concerning architectural objects. A dedicated analysis appears justified here as the characteristic of representation is not equivalent to its role in argumentation or proof. It facilitates and systematises further discussion, especially on intuition and its role in cognition. I want to treat these characteristics as, among others, a very good tool for analysing the role of diagrams in architectural cognition, a tool that is in use by an increasingly high number of architects.

2. METHODS AND MATERIALS

Empirical studies based on experience, which typically start with an informed identification of a problem and goal are essential in architectural research aimed at enhancing design praxis. In general, a distinction between heuristic and algorithmic methods is assumed, as stated by others, but with the assumption that conceptual design utilises solely heuristic methods. Architectural designs are characterised by highly specific characteristics that set them apart from other categories of works and have not yet been given a uniform definition. This drove me to present my own interpretation of the creative architectural design. Diagrammatic notation, as an exceptionally effective tool in professional work and teaching, was used to achieve this. Despite the fact that architects have practically always been using diagrams – furthermore, new fields heavily based on diagrams or visualisations have emerged – this study presents how diagrams can be used in architectural notation, as well as their strengths and weaknesses.

3. DIAGRAMMATIC SYSTEMS

Here I will briefly present the main problems associated with diagrammatic drawings and the general consequences of their existence with respect to the role of diagrams in architectural cognition. The starting point is the pursuit of the clarification and reconstruction of inferences based on diagrams in some way. As argued by Hammer, there appears to be no reason why we should not consider the type of representation used in actual proofs as a justified motivation for logical con-

struction (Hammer E. 1994). As a part of this formalisation, I introduced a new type of syntactic objects – two different types of diagrams (Maryńczuk P. 2014).

The generative diagram as a notation that reflects an element or a system of elements, explains their structure or operation, or a sequential set of co-dependent elements that form a system that emerges when one can read an architectural concept.

The analytical diagram, which is a reflection of the construct of a design, not necessarily a conceptual one. The analytical diagram is a simultaneously analysing and analytical part of a construct. What is crucial is that this diagram can be produced no earlier than at the end of the conceptual design stage, as then we can formulate a proof that justifies certain purely formal requirements.

Furthermore, we can also formulate rules for creating new (properly constructed) diagrams, and inference rules. If a given system features both 'traditional' symbols and diagrammatic symbols, then we can consider various types of 'interactions' between the symbolic and diagrammatic layers of these systems. In different system types, combinations of diagrammatic and linguistic systems are defined in different ways. In his formalisation of Venn diagram application, Hammer discussed four types of inferences: traditional inferences, where sentences (or sentence forms) are both premises and conclusions, inferences that lead from sentences to diagrams, from diagrams to sentences, and finally, from diagrams to diagrams (Hammer E. 1994). Hammer formulated suitable inference rules for each of these types. Proofs in Hammer's system – as in other diagrammatic systems – can thus be both simple sequences of sentences and diagram sequences, or a different combination of these two representation types. A slightly different perspective on the dichotomy of symbolic/diagrammatic representation was proposed by Marcus Giaquinto. Instead of starting with a division into two representation types and listing their properties, Giaquinto defined two types of properties: diagrammatic and linguistic (symbolic). He also assumed that specific representations (charts, graphs, geometric figures) can possess the properties of both. It thus retains the dual division into the properties of mathematical representations, but assumes a smooth transition between representations that are 'more diagrammatic' and 'more symbolic' (Giaquinto M. 2007).

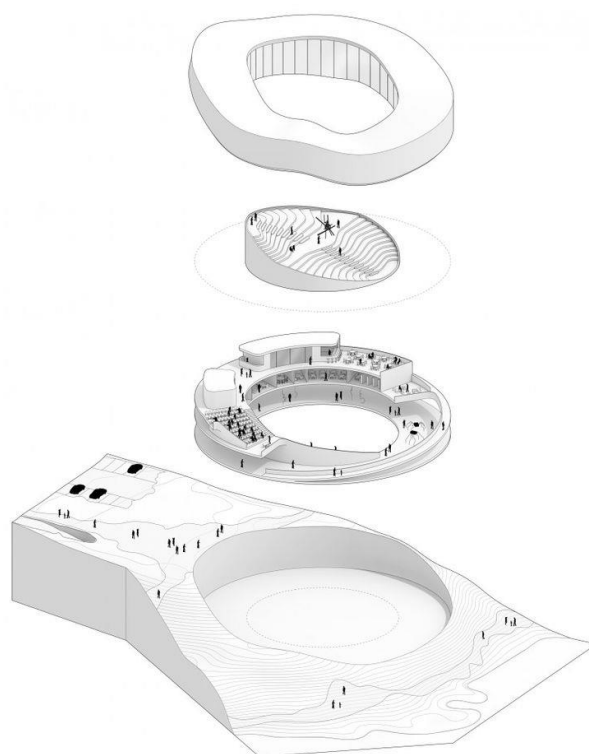


Fig. 1. Analytical diagram of a building's structure. In architectural diagrams, views are also used to represent building levels or a building's components. Greenland National Gallery competition, BIG Architects, 2011. Source: Diagraming building...

Ryc. 1. Diagram analityczny struktury obiektu architektonicznego. W diagramach architektonicznych eksploatowane widoki są również wykorzystywane do reprezentowania poziomów budynków lub elementów składających się na budynki. Konkurs Narodowej Galerii Grenlandii. BIG Architekci, 2011. Źródło: Diagraming building...

As a consequence, the construction of diagrammatic systems is quite a challenge, and poses a great many formal problems. It should be added that diagram semantics also comes into play – by functioning as symbols, diagrams can also be interpreted in different ways. Here we can consider models for a diagrammatic language and ask traditional logical questions, such as the question about the completeness of individual elements relative to specific interpretations (Giaquinto M. 2008). However, it should also be noted that the power of expression of diagrammatic systems is limited. For instance, in mathematics, formalisation has so far been performed for only a few areas of diagram application, such as the aforementioned fields of geometry or Venn diagrams.

As noted by Kulpa, diagrammatic inference is still difficult to formalise, and existing formalisations often negate the main strength of diagrams, which is direct insight into the sense of the information presented (Kulpa Z. 2006). The results of formalisation are not, according to Kulpa, fully satisfactory, especially from a pragmatic standpoint (Kulpa Z. 2006). Research on 'diagrammatic calculation' remains on the side lines of both mathematical praxis and of praxis that uses diagrams. It also has limited significance to the subject of this work, in which I discuss the role of 'ordinary' diagrams in architectural cognition. I believe that formalising diagrammatic inference is not the ultimate goal of research on diagrams, as we rarely use strictly formal methods in practice, regardless of whether diagrams or other formulae are used. Formalisations of (certain) diagrammatic inferences do not clarify many problems associated with diagram application in architectural design. In many cases, there appears to be no need for such formalisation (as in the case of the results of 'computer experiments' or other scientific theories). However, the very fact of their existence (and the possibility of constructing them) is certainly significant to my field, and which I will discuss further in this paper.

4. ESSENTIAL CHARACTERISTICS OF DIAGRAMMATIC PRESENTATIONS

1. Let us start with the particularity of diagrams:

Aristotle was among the first to observe a peculiar characteristic of diagrams (in this case geometric ones), which is currently called particularity: *In drawing geometric figures: although we do not require a triangle's precise measurements, we nevertheless draw it with strictly defined dimensions* (Aristotle, transl. Siwek P. 1992). Every diagram, drawing or chart is a specific, particular object, as it presents a certain specific building, e.g., a square roof, a prismatic column, and they are thus not representative of a larger class of objects. This means that by attempting to use a diagram to present an inference concerning some property of an entire class of objects (e.g., prismatic columns), we cannot present this inference for all such objects. We can only draw a specific, particular example of such an object and perform the inference for this case.

This begs the question, whether the information or inference presented concerns only the object in question, or some broader class of objects, and if so, than what class specifically? In other words, accusations are often made that diagrams and inferences based on them do not have a sufficient level of generality. Thus, to some, using a diagram appears controversial or even unjustified. It must be admitted that there is a degree of difficulty here, which does not mean that it cannot be addressed. It was not noted in many traditional presentations of diagrammatic inferences, as it had been assumed that a proper generalisation from a singular case to a class of objects is obvious enough, that there is no need to mark it on the diagram in some special way.

To depict this difficulty, I will present a case of a very simple inference on the diagram below: prismatic columns intersect with a square-shaped roof – we can perform a formal inference that shows this. Thus, we can get the impression, that this property (columns, located inside the square, intersect with the roof) refers to all columns and square roofs. However, different cases of column layouts and their relations with the roof show that they can also intersect in other places and that roofs can take on different shapes. We thus made the error of the incorrect generalisation based on a particular diagram. Such errors can of course occur in more complicated inferences.

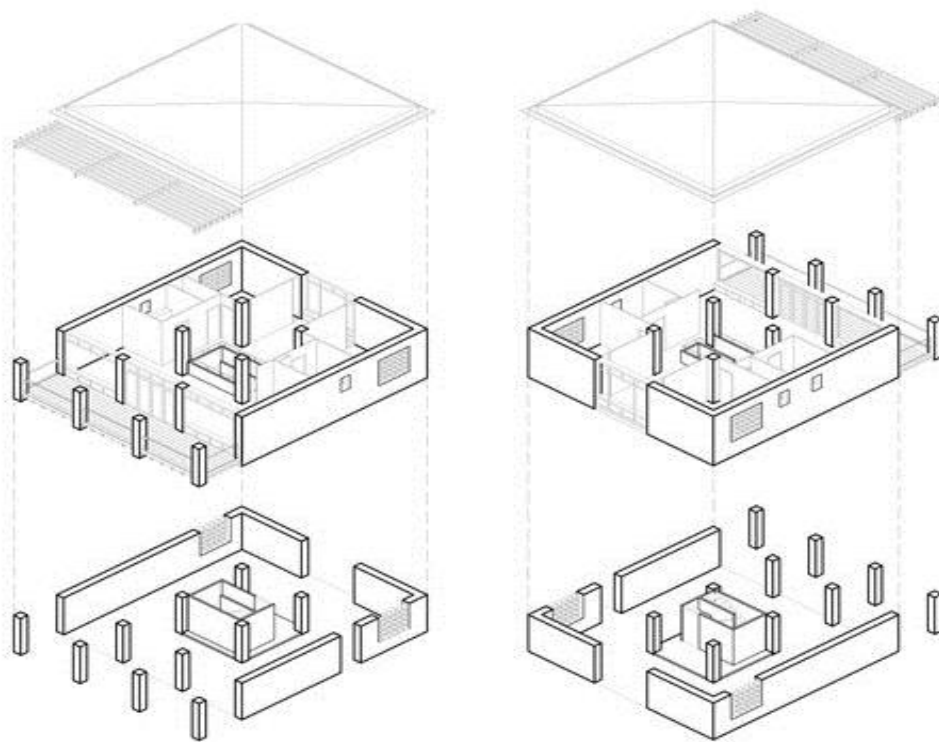


Fig. 2. Analytical diagram of the structure of a building. Single-family house Montélimar, France Architects: Perraudin Architectes 2019. Source: House Maison...

Ryc. 2. Diagram analityczny struktury obiektu architektonicznego. Dom jednorodzinny Montélimar, Francja Architekci: Perraudin Architectes 2019. Źródło: House Maison...

I will not discuss the particularity of diagrams further here. I only wish to highlight that different diagrams can be, so to speak, particular in different ways. It should be added that particularity is a problem only when a diagram is to represent a wider class of objects.

2. The overspecificity of diagrams is directly tied with particularity.

It is about diagrams containing a greater amount of information than what is needed to represent a given notion or that which is essential to a singular object and what is used in the inference (Giacinto M. 2008). The term itself was used to describe diagrams by Shimojima (2004). In essence, a diagram is a physical object, perceived using senses, which is characterised by many features that are non-essential to a given inference. Such features can include the placement of a diagram's fragment in space, or the lineweights of specific section or lines, or imperfections in the shape of straight or curved lines. When we infer about an object represented by a diagram, we do not consider most of these characteristics, e.g., based on the above diagram, we will not claim that a given roof is covered with greenery or is red, or that it is a rectangle, if the shape presented on the drawing can roughly be considered a square. The danger lies in the recipient being prone to making assumptions that, in some accidental manner, some properties are true for a given figure, while said figure is only supposed to act as an illustration (Ayer A. 2008). Finally, we must note that a symbolic representation does not in itself have any overspecificity. Mumma wrote of this property of symbolic representation as a non-reaction to certain detailed characteristics of some cases forced by representation (Mumma J. 2010).

3. Another property is the unreliability or deceptivity of diagrams. A diagram can be deceptive in a number of ways. First, the abovementioned particularity and overspecificity of diagrams can be

considered as properties that testify to their deceptivity. We can also mention other such properties of spatial representations:

- A drawing that lacks precision can result in the buildings it represents being ascribed characteristics that they do not have. The incorrectness can be caused by poor execution, errors in the diagram, or an inadequate internal visualisation.
- Spatial intuition can, in contact with a (properly made) diagram, suggest false assumptions based on purely visual data. This is because our sense of sight is incapable of grasping certain properties of a diagram, or when the diagram itself is incapable of accurately presenting certain properties of the object it depicts (e.g., due to excessively thick lineweights).
- The generally assumed visual interpretation of given notions leads to assumptions that clash with formal findings.
- Spatial intuition can suggest unjustified steps in the inference.

4. Non-dimensionality

The fourth property analysed here can be perceived as its strength. It is characterised by it being possible for a diagram to present a large amount of information simultaneously. Let us consider digital visualisations as visual representations of buildings. A visual representation can thus lead to an impression of insight into the entirety of a building's structure. This also allows us to produce, as argued by Giaquinto, a visual grasp of the entire structure (Giaquinto M. 2008). In mathematical diagrams, the function of diagrams of providing insight of a whole 'from a distance' was noted by Kvasz to be distinct of Greek mathematics (Kvasz L. 2006). It should be added that he compared insight via a diagram to intuitive reasoning, which provides insight through the 'mind's eye'.

5. Another feature of diagrams is the link between their external shape and the structure of buildings or objects that they represent. It is a key property of diagrams. First, we must note that some spatial feature of a diagram typically corresponds to the architectural properties of the object represented. In essence, a diagram that does not refer to a property of the building that it represents is useless.

6. 'Free ride' is another essential property of diagrammatic representation. It is a capacity to reveal to the observer – as a consequence of the act of construction itself – new facts that were unknown before the diagram's construction. Here we should note that a similar property of diagrams was noted by Peirce. He wrote that after creating a diagram we can discover new truths by direct observation. A new piece of information can be further revealed by manipulation within the diagram (Peirce Ch.S. 1963). Shimojima described this property of diagrams that expressing certain information sets results in expressing additional, consequential information (Shimojima A. 2004). In summary, it appears that the very application of information (or some assumption) to a diagram allows one to, in some cases, to discover new, previously unknown facts by observing and inferring from said information. Shimojima, among others, analysed how diagrams can reveal new facts to us. The capacity to read a given fact from a diagram was called 'free ride' by Shimojima.

This term entered wider use in English-language literature and many philosophers reference it (Shimojima A. 2004). This term can be literally translated into Polish, but due to the close proximity of cognitive processes and the associated elements of surprise, I propose that this characteristic be referred to as extracurricularity.

7. Another property I would like to discuss is the undefinability of diagrams: a diagram's shape does not determine the object it represents. In other words – a single diagram can represent any number of buildings. Potter called this property flexibility datum, i.e., diagram flexibility. He highlighted that the same physical feature can represent different geometric objects, hence what a given diagram is to represent is undefined by its physical structure (namely, a diagram without any linguistic or symbolic commentary) (Potter D. 2006). In written documentation supplied by architects from Atelier d'Architecture Perraudin we can find entries stating that columns were planned to be made of stone and be 40 cm thick, while the roof was to be built of larch wood. We are unable to conclude this based on observing and inferring from the relevant diagram.

It can be said that the consequence of this non-specificity is the need to combine diagrams with written or verbal commentary.

5. HOW TO DEAL WITH THE CHARACTERISTICS OF DIAGRAMMATIC PRESENTATIONS

The problems associated with the properties of architectural diagrams can be dealt with in multiple ways depending on the character of the task at hand. Below is a number of basic solutions:

Hybrid representation

The simplest method is based on adding supplementary information to the diagram. This information can precisely define the desired scope of generalisation and show that diagrammatic inference concerns equally all buildings from the class discussed.

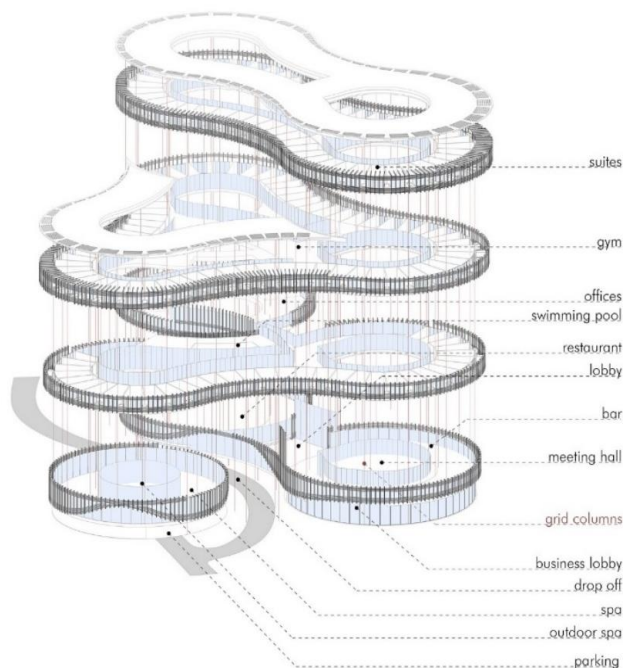


Fig. 3. Analytical diagram of a building's structure. Hybrid verbal and graphical representation. Verbal information supplements graphical forms. Hotel Myrtle Garden Xiangyang, China 2015. GRAFT, penda. Source: GRAFT + penda.....

Ryc. 3. Diagram analityczny struktury obiektu architektonicznego. Reprezentacja hybrydowa słowno – graficzna. Opisy słowne uzupełniają formy graficzne. Hotel Myrtle Garden Xiangyang Chiny 2015. GRAFT, penda. Źródło: GRAFT + penda...



Fig. 4. Visualization of the object. Hotel Myrtle Garden Xiangyang, China 2015. GRAFT, penda, Source: GRAFT + penda....

Ryc. 4. Wizualizacja obiektu. Hotel Myrtle Garden Xiangyang Chiny 2015. GRAFT, penda. Źródło: GRAFT + penda...

Explicit presentation of an object set

Sometimes, we can use a single diagram to present an entire class of buildings a given inference refers to or that which have the property we desire. We can use the simple problem of presenting information on a diagram that 'a tree was planted in a container on a building's roof' as a sample case. We can easily present the roof and the tree in a container, but we encounter the problem of where to place the tree specifically? We can draw it in various places of the roof area, but then the

particularity of the diagram will mean that we can glean additional information from it, namely that the tree is at a specific place, such as in the left section of the roof or in its centre, etc., instead of the desired generalisation that it can be in any place, provided that place is on the roof.

This variant of the diagram particularity problem is sometimes called the problem of representing incomplete knowledge (we do not want to present complete information on the precise placement of the container with the tree, for instance by using grey or green hatching in a relevant spot on the building's roof on the diagram). With the use of this visual language, the drawing of a tree in a container ceases to play the role of demarcating the precise location of this architectural element and merely becomes a graphical symbol used as a marking that designates the grey or green area as a possible site for placing the tree in a container.

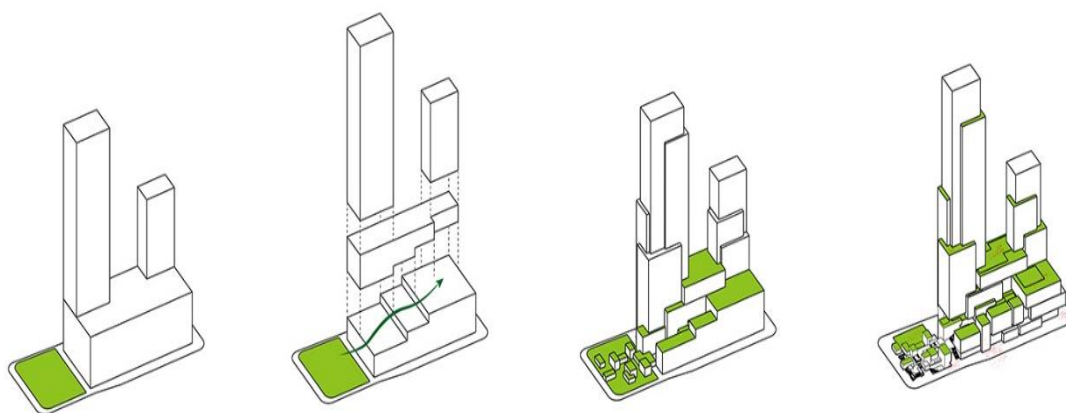


Fig. 5. Analytical diagrams of the presentation of greenery complexes on the roofs and around a building using colours as potential sites. OCT Xi'an International Culture Centre (XICC). Xi'an, China, EID Architecture. Source: Architecture EID...

Ryc.5. Diagramy analityczne przedstawienia zbiorów zieleni na dachach i wokół obiektu z zastosowaniem kolorów jako obszarów możliwych lokalizacji. Międzynarodowego Centrum Kultury OCT Xi'an (XICC). Xi'an Chiny. EID Architecture. Źródło: Architektura EID ...

Divergence

The divergence mechanism is based on breaking apart the problem of representing a piece of knowledge or inference process into a number of cases that require different treatment (e.g., drawing a slightly different diagram). For the case of our rooftop tree in a container, the divergence solution could take the form of a drawing on which: we would divided the possible locations of the tree in the container into three types, each presented with a slightly different diagram that together provide the desired information that the tree can be anywhere on the roof. This of course requires properly defining the visual language used and specific markings of the graphical symbols used for the tree – as presenting the entire area of its possible locations, which are qualitatively identical, with one to the left of the central roof point, to the right, directly at the centre, and below and above, in any place. This version of the particularity problem is also called the problem of representing disjunctive knowledge (the rooftop tree in a container in any place, presented as alternative positions), and can typically be solved by dividing the representation into several cases (i.e., using divergence).

Dynamic diagrams

Diagrams of this type are attempts at presenting not only a static object, but also the recipe (algorithm) for using it, via a range of transformations, to create any objects from the class assigned to it. If a diagram clearly shows that these transformations do not alter essential features of the object as used in the inference, then we are certain of the applicability of its result to all objects from a given set. This method must often be combined with divergence, as the object can consist of elements whose structures are different enough to require transformation to generate either other elements from the object, or different starting objects. Dynamic diagrams can be static in presenta-

tion, but they can also use true animation, showing the object's transformation along with a structure that documents the diagrammatic inference, or they can be constructed to allow interactive transformation by the user. The fact that diagrammatic inference often avoids representing a static object as the subject of inference drove some to argue that diagrams cannot represent variable dimensions, which is purportedly their critical flaw as a tool for precise reasoning.

However, it should be noted that, first, as demonstrated by the methods shown above, diagrammatic inference can be sufficiently precise and general without explicitly representing variables. Second, diagrams can represent variables, provided that it is truly necessary or comfortable.

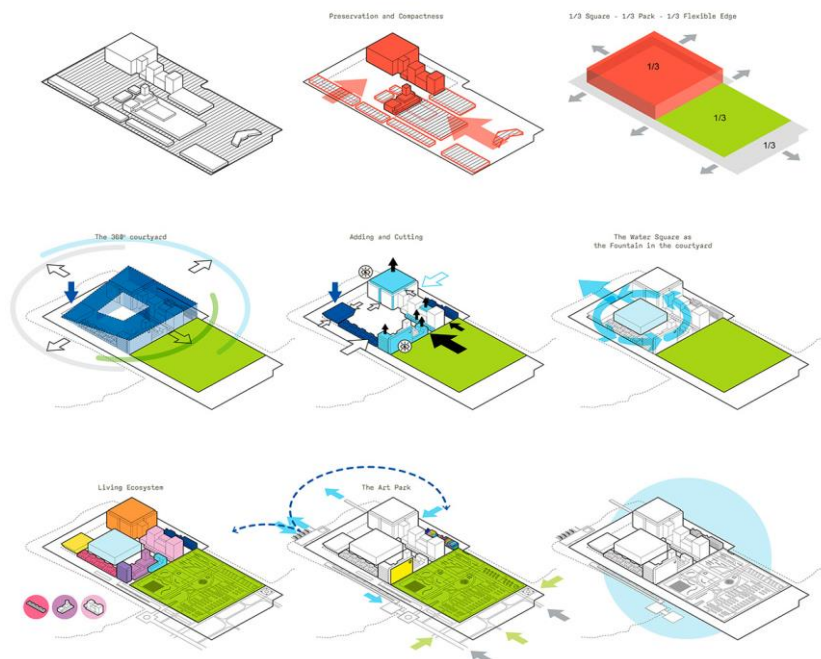


Fig. 6. Analytical diagram of a complex of buildings. A divergent diagram that divides content into cases. Conceptual design entry for the competition DohaArt Mill at BEHANCE.

Architects: Meganom project, off-the-grid studio. 2016. Source: Doha Art Mill

Ryc.6. Diagram analityczny zespołu obiektów architektonicznych. Diagram dywergencyjny rozbijający zagadnienia treściowe na poszczególne przypadki. Projekt koncepcyjny w ramach konkursu Doha-Art Mill w serwisie BEHANCE. Architekci: Meganom project, off-the-grid studio. 2016. Źródło: Doha Art Mill

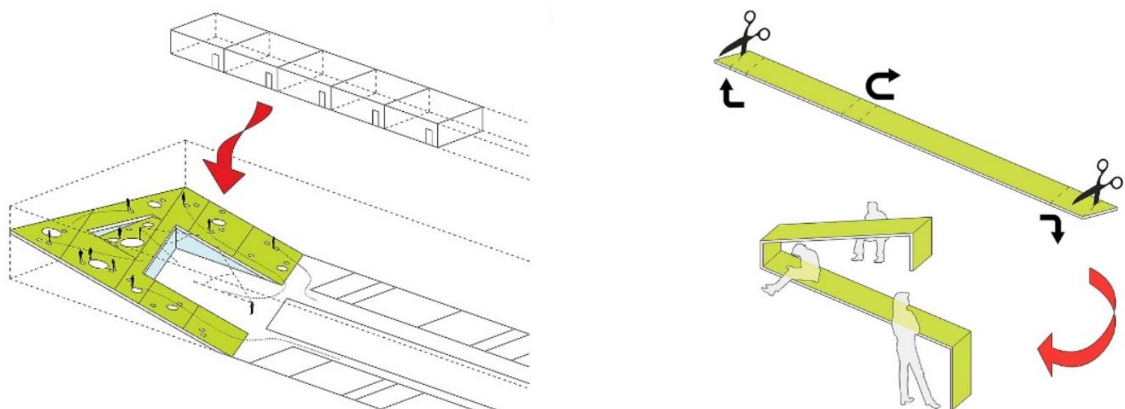


Fig. 7. Analytical diagram. Dynamic diagram that shows the algorithm of how users function within the building. Lecture hall of the Centre Osnabrück, architects: Architekt/Planer CROSS Architecture, Germany 2013. Source: Hörsaalgebäude Osnabrück

Ryc. 7. Diagram analityczny. Diagram dynamiczny ukazujący algorytm funkcjonowania użytkowników w przestrzeni wewnątrz obiektu. Sala wykładowa Centre Osnabrück architekci: Architekt/Planer CROSS Architecture. Niemcy 2013. Źródło: Hörsaalgebäude Osnabrück

6. CONCLUSIONS

To summarise, I would like to draw attention to a certain controversy associated with diagrams. Namely, I would like to point to two facets of visualisations – as static objects and dynamic visualisations. To be precise, I refer to animations, both produced using physical objects and observed on a computer screen. They are not, strictly speaking, diagrams. However, they are of course visualisations, as we can present them to ourselves in spatial imagination. At present, computers allow us to prepare various types of dynamic visualisations that can play a role in gaining insight into buildings. Most diagrams are static objects, completed drawings or digital graphics. In such cases we are 'given' a diagram that has a specific form and through it, it affects our mind. Insight is somewhat instantaneous, as it emerges from the unified act of perceiving the whole.

ZASADNICZE CECHY REPREZENTACJI DIAGRAMOWYCH W TWÓRCZYM PROJEKTOWANIU ARCHITEKTONICZNYM

1. WSTĘP

Stosowanie sformalizowanych notacji ma jeden podstawowy cel: jednoznaczne wyrażenie określonej treści. Tak zwany język architektury nawet uporządkowany w listy, tabele grafy czy figury geometryczne, jest oparty w niejednoznaczności, bo taką ma naturę. W efekcie opisy wykonane z użyciem naturalnego języka są z zasady narażone na niejednoznaczność, a naukowe badania dokumentacji w projektach z obszaru zapisu architektonicznego oraz specyficznych wymagań potwierdzają to. Dlatego, aby zagwarantować jednoznaczność treści w miejsce tzw. koncepcyjnej prozy, architekci stosują zapisy diagramowe. Kluczową cechą poprawnie wykonanego diagramu jest zbiór użytych symboli przypisanych architektom i ich twórczości oraz konstrukcji na diagramie, czyli opisu jak jednoznacznie zinterpretować taki diagram. Każde złamanie „języka” w toku kodowania, wprowadzi w błąd adresata, który jako adresat/odbiorca – z zasady będzie literalnie interpretował przedstawioną wizualizację. Rozważając rolę diagramów w dowodach/eksperymentach architektonicznych, zbliżamy się nieuchronnie do etapu formalizacji rozumowań diagramowych. Najogólniej rzecz biorąc można mówić o systemach, w których obok zwyczajnej symboliki architektonicznej w sposób systematyczny określa się język diagramów, oraz ściśle określa reguły posługiwania się tym językiem. Nie sposób nie wspomnieć również o próbach formalizacji rozumowań diagramowych w matematyce. Formalizacje takie dotyczą najczęściej wybranych, wąskich obszarów – najczęściej są to proste rozumowania geometryczne, bądź rozumowania odwołujące się do diagramów Venn'a czy Eulera. Można tu wymienić formalizacje rozumowań euklidesowych Nathaniela Millera oraz Johna Mummy. Klasyczne już systemy ujmujące rozumowania związane z diagramami Venn'a tworzyli na początku lat 90-tych Sun-Joo Shin oraz Eric Hammer. Nie mam w moim artykule na celu przedstawiania tego dziś już szerokiego nurtu. Sam fakt istnienia takich systemów nauk ścisłych jest jednak wart uwagi, ponieważ rzuca światło na to, jaką rolę diagram może grać w rozumowaniach architektonicznych. Analizowane własności są również po części własnościami rozumowań diagramowych, czy sposobu, na jaki budujemy sobie przekonania odnośnie do obiektów architektonicznych. Odrębna analiza wydaje się tu być jednak uzasadniona, jako że charakterystyka reprezentacji to jeszcze nie to samo, co jej rola w dowodzie. Ułatwia ona i usystematyzuje również dalszą dyskusję, w szczególności dotyczącą intuicji i jej roli w poznaniu. Charakterystyki chcę potraktować m.in. jako bardzo dobre narzędzie analizy roli diagramów w poznaniu architektonicznym; narzędzie, dodajmy, którym posługuje się coraz więcej architektów.

2. METODY I MATERIAŁY

Wśród badań w architekturze nacełowanych na doskonalenie praktyki projektowej istotne są badania empiryczne - oparte na doświadczeniu, które zwykle rozpoczynają się od świadomej identyfikacji

cji problemu i celu. Generalnie za innymi autorami przyjmuję podział na metody heurystyczne i algorytmiczne, uznając jednak, że w projektowaniu koncepcyjnym wykorzystuje się jedynie metody heurystyczne. Utwory architektoniczne charakteryzują się specyficznymi cechami, wyróżniającymi je spośród innych kategorii utworów i nie doczekały się jednorodnej definicji. Skłoniło to autora do przedstawienia własnej interpretacji twórczego dzieła architektonicznego. Służyć ma temu wykorzystanie zapisu diagramowego jako niezwykle skutecznego narzędzia w pracy zawodowej jak i dydaktycznej. Mimo, że architekci cały czas korzystali z diagramów – co więcej, powstawały nowe dziedziny w istotny sposób opierające się na diagramach bądź wizualizacjach, przeprowadzone badania pozwalają przybliżyć, w jaki sposób stosować można diagramy w zapisie architektonicznym, oraz jakie są ich zalety i wady.

3. SYSTEMY DIAGRAMOWE

W tym miejscu przyjrzyć się więc krótko głównym zagadnieniom związanym z rysunkami diagramowymi, oraz ogólnym konsekwencjom ich istnienia dla kwestii roli diagramów w poznaniu architektonicznym. Punktem wyjścia jest dążenie do uściślenia i rekonstrukcji rozumowań opierających się w jakiś sposób na diagramach. Jak pisze Hammer, „wydaje się nie być przyczyny, dla której nie powinniśmy rozważać rodzaju reprezentacji używanego w rzeczywistych dowodach jako uprawnionej motywacji do konstrukcji logik” (Hammer E.1994) W ramach takiej formalizacji wprowadziłem się, jak wspominałem, nowy typ obiektów syntaktycznych – są to dwa różnego rodzaju diagramy (Maryńczuk P. 2014).

Diagram generatywny jako zapis odzwierciedlający element lub układy elementów, wyjaśniający ich strukturę lub sposób działania lub sekwencyjny zestaw współzależnych elementów tworzących system, który powstaje, kiedy można odczytać koncept architektoniczny.

Diagram analityczny, który jest odzwierciedleniem konstruktów projektu niekoniecznie koncepcyjnego. Diagram analityczny to analizująca i analityczna równocześnie część konstruktów, istotne jest to, że ten diagram może powstać nie wcześniej, jak na koniec etapu projektowania koncepcyjnego, gdy mamy możliwości sformułowania dowodu czyniącego zadość pewnym czysto formalnym wymaganiom.

Dodatkowo formułować można reguły tworzenia nowych (poprawnie zbudowanych) diagramów, oraz reguły wnioskowania. Jeśli w danym systemie pojawiają się zarówno „tradycyjne” symbole, jak i symbole diagramowe, można rozważać różnego typu „interakcje” pomiędzy symboliczną oraz diagramową warstwą tych systemów. W różnych typach systemów połączenia elementów diagramowych i lingwistycznych określane są na różne sposoby. W swojej formalizacji zastosowań diagramów Venn’a, Hammer rozważa na przykład cztery typy wnioskowań: tradycyjne wnioskowania, których przesłankami i wnioskami są zdania (czy formuły zdaniowe), dalej wnioskowania prowadzące od zdań do diagramów, od diagramów do zdań i wreszcie od diagramów do diagramów (Hammer E.1994). Dla każdego typu wnioskowań formułuje Hammer odpowiednie reguły wnioskowania. Dowody systemu Hammera – jak i innych systemów diagramowych – mogą więc być zarówno zwykłymi ciągami zdań, jak również ciągami diagramów, bądź innego typu kombinacją tych dwóch typów reprezentacji. Nieco inne spojrzenie na dychotomię reprezentacja symboliczna/reprezentacja diagramowa, proponuje Marcus Giaquinto. Zamiast wychodzić z podziału na dwa typy reprezentacji i wymienić ich własności, Giaquinto określa dwa typy własności: diagramowe i językowe (symboliczne). Zakłada przy tym, iż poszczególne konkretne reprezentacje (wykresy, grafy, figury geometryczne) mogą posiadać zarówno własności pierwszego, jak i drugiego typu. Zachowany jest tu więc dualny podział na własności reprezentacji matematycznych, ale przyjmuje się płynne przejście pomiędzy reprezentacjami „bardziej diagramowymi” i „bardziej symbolicznymi” (Giaquinto, M. 2007). W konsekwencji konstrukcja systemów diagramowych stanowi niemałe wyzwanie, rodzi również sporo problemów natury formalnej. Dodajmy, iż pojawia się tu również zagadnienie semantyki diagramów – funkcjonując jako symbole, diagramy mogą być bowiem różnie interpretowane. Można tu więc rozważać modele dla języka diagramowego, jak również stawiać tradycyjne pytania logiczne, jak np. pytanie o pełność poszczególnych elementów względem konkretnych interpretacji (Giaquinto, M. 2008). Należy jednak podkreślić, iż siła wyrazu systemów dia-

gramowych jest ograniczona. W matematyce na przykład formalizacja przeprowadzona została dotychczas dla niewielu obszarów zastosowań diagramów, jak wspomniana geometria czy diagramy Venn'a. Jak pisze Kulpa, „wnioskowanie diagramowe ciągle z trudem poddaje się formalizacji, a istniejące formalizacje często niweczą główną zaletę diagramów, jaką jest bezpośredni wgląd w sens przedstawionej informacji” (Kulpa Z. 2006). Rezultaty formalizacji nie są więc, według Kulpy „w pełni satysfakcjonujące, szczególnie z pragmatycznego punktu widzenia” (Kulpa Z. 2006). Badania nad „rachunkami diagramowymi” pozostają na uboczu praktyki matematyków, również praktyki, w ramach której stosowane są diagramy. Ma ona również ograniczone znaczenie dla tematyki mojej pracy, w której rozważam rolę „zwykłych” diagramów w poznaniu architektonicznym. Uważam, że formalizacja rozumowania diagramowego nie jest ostatecznym celem badań nad diagramami, jako, że rzadko używamy ściśle formalnych metod w praktyce, niezależnie czy robimy to używając diagramów, czy innych formuł. Formalizacje (niektórych) rozumowań diagramowych nie rozjaśniają wielu problemów związanych z zastosowaniami diagramów w projektowaniu architektonicznym. W wielu przypadkach nie wydaje się istnieć potrzeba takiej formalizacji (jak w przypadku wyników „eksperymentów komputerowych”, czy również innych teorii nauk ścisłych). Jednak sam fakt ich istnienia (oraz możliwość ich skonstruowania) z pewnością ma pewne znaczenie dla tematyki mojej, które rozważać będę w dalszej części artykułu.

4. ZASADNICZE CECHY REPREZENTACJI DIAGRAMOWYCH

1. Zaczniemy od jednostkowości diagramów:

Już Arystoteles zauważył pewną cechę diagramów (w tym przypadku geometrycznych), zwaną obecnie *jednostkowością* (ang. particularity): *...w rysowaniu figur geometrycznych: choć nam wcale nie zależy na dokładnych wymiarach trójkąta, mimo to rysujemy go ze ściśle określonymi wymiarami.* (Arystoteles, tłum. Siwek P. 1992)

Każdy diagram, rysunek, czy wykres jest konkretnym, jednostkowym obiektem, bowiem przedstawiony jest na nim tylko pewien konkretny obiekt architektoniczny, np. kwadratowy dach, graniastopłupowy słup, nie są zatem reprezentatywne dla szerszej klasy obiektów. To znaczy, próbując przedstawić diagramem rozumowanie dotyczące jakichś własności całej klasy obiektów (np. słupów graniastopłupowych), nie możemy przedstawić tego rozumowania dla wszystkich takich obiektów. Możemy tylko narysować określony, jednostkowy przykład takiego obiektu i przeprowadzić nasze rozumowanie dla tego przykładu. W konsekwencji powstaje pytanie, czy przedstawiona informacja lub rozumowanie dotyczy tylko tego jednostkowego obiektu, czy też jakiejś szerszej klasy obiektów i jeśli tak, to konkretnie jakiej klasy? Innymi słowy, zarzuca się, że diagramy i rozumowania na nich oparte nie mają należytego stopnia ogólności. Stąd dla niektórych korzystanie z diagramu wydaje się kontrowersyjne, czy nawet nieuprawnione. Rzeczywiście trzeba przyznać, że istnieje tu pewna trudność, co nie znaczy, że nie można jej zaradzić. W wielu tradycyjnych przedstawieniach diagramowych rozumowań nie zwracano na nią uwagi, uznając, że właściwe uogólnienie z jednostkowego przypadku na klasę obiektów jest na tyle oczywiste, że nie trzeba go jakoś specjalnie na diagramie zaznaczać.

Dla zobrazowania tej trudności podam przykład bardzo prostego rozumowania, na poniższym diagramie: Graniastopłupowe słupy przecinają się z kwadratowym dachem można również przeprowadzić formalne rozumowanie to pokazujące. Stąd można ulec wrażeniu, iż poniższa własność (przecinanie się słupów leżących wewnątrz kwadratu z dachem) odnosi się do wszystkich słupów i kwadratowych dachów. Jednak różne przykłady układów słupów i ich relacji z dachem pokazują, że mogą się również przecinać w innych miejscach a dachy mogą przybierać różne kształty. W ten sposób popełniliśmy błąd niewłaściwego uogólnienia na podstawie jednostkowego diagramu. Błędy takie mogą się oczywiście również pojawiać w bardziej skomplikowanych rozumowaniach.

Nie będę tu szerzej rozważał jednostkowości diagramów. Chciałbym tu tylko zwrócić uwagę, iż różne diagramy mogą być, jeśli można tak powiedzieć, jednostkowe na różne sposoby. Dodajmy, iż jednostkowość jest problemem jedynie wtedy, gdy diagram ma reprezentować szerszą klasę obiektów.

2. Nadmiarowość diagramów jest bezpośrednio powiązana z jednostkowością. Chodzi o to, że na diagramie zawarta jest większa ilość informacji niż ta, która jest potrzebna dla reprezentacji danego pojęcia, czy też dla tego, co jest istotne dla pojedynczego obiektu i co jest wykorzystywane w rozumowaniu. (Giaquinto, M. 2008) Shimojima charakterystykę tę oddaje angielskim terminem *over-specificity*, czyli „nadmierną konkretyzacją”. (Shimojima A.2004) W istocie, diagram jest obiektem fizycznym, postrzegalnym zmysłowo, który cechuje się wieloma charakterystykami nieistotnymi dla poszczególnych rozumowań. Mogą to być wzajemne położenie fragmentów diagramu w przestrzeni, czy dajmy na to, grubość kresek reprezentujących odcinki czy linie, czy niedoskonałości, jeśli chodzi o kształt prostych, czy krzywych. Wnioskując o obiekcie reprezentowanym przez diagram, nie bierzemy oczywiście pod uwagę większości z tych charakterystyk – nie będziemy np. na podstawie powyższego diagramu twierdzić, że dany dach jest dachem pokrytym zielenią, bądź jest czerwony, bądź że jest prostokątem, jeśli dany kształt na rysunku wydaje się „na oko” być kwadratem. Niebezpieczeństwo tkwi w tym, iż odbiorca może być skłonny czynić założenia, które są w sposób przypadkowy (akcydentalny) prawdziwe o danej figurze, którą traktuje jako ilustrację. (Ayer A. 2008) Na koniec zwróćmy uwagę, że symboliczna reprezentacja w zasadzie nie posiada własności nadmiarowości. Mumma pisze o tej własności reprezentacji symbolicznej jako o „wymuszone przez reprezentację niereagowanie na pewne szczególne cechy poszczególnych przypadków”. (Mumma J. 2010)

3. Kolejną cechą to niewiarygodności czy zwodniczości diagramów. Diagram może być zwodniczy na kilka sposobów. Po pierwsze, wspomniane powyżej jednostkowość i nadmiarowość diagramów można uznać za własności diagramów świadczące o ich zwodniczości. Można jednak wymienić jeszcze inne takie własności reprezentacji przestrzennych.

- Niedokładnie wykonany rysunek może spowodować, iż obiektem architektonicznym przez nie reprezentowanym można przypisać własności, których nie posiadają. Niepoprawność ta może być spowodowana niestarannością, albo też błędnie wykonanym diagramem, bądź nieadekwatnie przeprowadzoną wizualizacją wewnętrzną.
- Intuicja przestrzenna może w kontakcie z (poprawnie wykonanym) diagramem sugerować, na podstawie czystych danych wizualnych, fałszywe twierdzenia. Jest tak gdy nasz zmysł wzroku nie jest w stanie wychwycić pewnych własności diagramu, bądź też gdy sam diagram nie jest w stanie uchwylić pewnych własności przedstawianego obiektu (poprzez np. zbyt dużą grubość kresek).
- Ogólnie przyjmowana wizualna interpretacja danych pojęć prowadzi do przekonań niezgodnych z ustaleniami formalnymi.
- Intuicja przestrzenna może sugerować nieuprawnione kroki w rozumowaniu.

4. Beźmiarowość

Czwartą analizowaną tu własność reprezentacji można postrzegać jako jej zaletę. Charakteryzuje się tym, iż na diagramie możliwe jest jednoczesne przedstawienie dużej ilości informacji. Rozważmy tu chociażby wizualizacje komputerowe jako wizualne reprezentacje obiektów. Wizualna reprezentacja może w ten sposób powodować wrażenie wglądu w strukturę całości obiektu. Pozwala to również na wytworzenie, jak pisał Giaquinto, wizualnego uchwycenia (*visual grasp*) całości struktury. (Giaquinto, M. 2008) W diagramach matematycznych, taką funkcję diagramów jako dającą ogląd „z odległości” całości problemu Kvasz uznawał za charakterystyczną dla matematyki greckiej. (Kvasz L. 2006) Dodajmy, iż ujawnia się tu również porównanie sposobu poznania diagramu do intuicyjnego poznania rozumowego, dającego wgląd przy pomocy „oka umysłu”.

5. Kolejną cechą diagramów jest powiązanie ich zewnętrznego kształtu ze strukturą obiektów, które reprezentują. Jest ona kluczową własnością diagramów. Zauważmy na początek, iż jakaś charakterystyka przestrzenna diagramu odpowiada zazwyczaj architektonicznym własnościom reprezentowanego przedmiotu. W istocie, diagram, który w żaden sposób nie nawiązuje do własności obiektów architektonicznych, które reprezentuje jest bezużyteczny.

6. Nadprogramowość to inna bardzo istotna cecha reprezentacji diagramowej. Jest ich zdolność do odkrywania przed obserwatorem – w konsekwencji samego dokonania aktu konstrukcji – nowych faktów, tzn. takich, które nie były znane przed konstrukcją diagramu. Przypomnijmy od razu, iż na

podobną własność diagramów zwracał uwagę Peirce. Pisał on, że po sporządzeniu diagramu możemy odkryć nowe prawdy poprzez bezpośrednią obserwację. Nowa informacja może być dalej ujawniona przez manipulację na diagramie. (Peirce Ch.S. 1963) Tak o omawianej własności diagramów pisze więc Shimojima: „wyrażanie pewnych zbiorów informacji skutkuje wyrażeniem dodatkowej informacji, która stanowi konsekwencję informacji poprzednich (consequential information)”. (Shimojima A.2004) Podsumowując, wydaje się, że samo naniesienie informacji (czy jakichś założeń) na diagram, pozwala w niektórych przypadkach odkryć nowe, nieznane wcześniej fakty, poprzez obserwowanie i wnioskowanie z tych obserwacji. To, na jaki sposób diagram może odkrywać przed nami nowe fakty jest analizowane m.in. Shimojimę.

Możliwość odczytania danego faktu z diagramu nazywa przy Shimojima „free ride”. Termin ten przyjął się w literaturze z anglojęzycznej, nawiązuje do niego wielu filozofów. (Shimojima A.2004) Można ów termin zgrabnie przełożyć na język polski – free ride jako „darmowa jazda”, lecz ze względu bliskość procesów poznawczych i związanych z nimi elementów zaskoczenia, proponuję tę cechę określić terminem nadprogramowości.

7. Kolejną własność, którą chciałbym tu omówić, to niedookreśloność diagramów: kształt diagramu nie determinuje obiektu, który ma być reprezentowany. Inaczej mówiąc – jeden diagram może reprezentować dużo różnych obiektów architektonicznych. Potter nazywa tę własność *flexibility datum*, a więc elastycznością diagramów. Podkreśla on, iż ta sama cecha fizyczna może reprezentować różne obiekty geometryczne, stąd to co dany diagram ma reprezentować jest niedookreślone przez jego fizyczną strukturę (tzn. diagramu pozbawionego jakichkolwiek komentarzy słowno-symbolicznych). (Potter D. 2006) W *opisie tekstowym dostarczonym przez architektów Atelier d'Architecture Perraudin* odnajdujemy zapisy, iż słupy są z kamienia o grubości 40cm, natomiast dach wykonany jest z drewna modrzewiowego. Czego nie jesteśmy w stanie stwierdzić na podstawie obserwacji i wnioskowania z przedstawionego wcześniej diagramu. Można powiedzieć, że konsekwencją tego niedookreślenia jest potrzeba załączenia do diagramu słownego komentarza.

5. JAK SOBIE PORADZIC Z CECHAMI REPREZENTACJI DIAGRAMOWYCH

Z problemami cech diagramów architektonicznych możemy sobie poradzić na różne sposoby w zależności od charakteru zadania. Oto kilka podstawowych sposobów:

Reprezentacja hybrydowa

Najprostszy sposób polega na umieszczeniu na diagramie odpowiednich uzupełniających informacji opisowych. Służą one precyzyjnemu określeniu pożądanego zakresu uogólnienia i pokazaniu, że rozumowanie diagramowe dotyczy w równym stopniu wszystkich obiektów z opisanej klasy.

Jawne przedstawienie zbioru obiektów

Czasami jest możliwe jawne przedstawienie na diagramie całej klasy obiektów, której dotyczy dane rozumowanie, lub które mają pożądaną przez nas własność. Jako przykład może posłużyć proste zagadnienie przedstawienia na diagramie informacji, że mianowicie „drzewo posadzono w donicy na dachu obiektu.” Bez trudności możemy przedstawić, dach i drzewo w donicy, ale pojawia się pytanie – gdzie dokładnie narysować drzewo w donicy? Możemy je bowiem narysować w różnych miejscach obszaru w obrębie dachu, ale zawsze wtedy jednostkowość diagramu spowoduje, że z diagramu takiego możemy odczytać także dodatkowe informacje, że drzewo znajduje się na lewej jego części, albo dokładnie na środku, itd., zamiast pożądanego uogólnienia, że może ono być w dowolnym miejscu, byle na dachu. Ten wariant problemu jednostkowości diagramu nazywany jest też czasem problemem reprezentacji wiedzy niepełnej (nie chcemy przedstawiać pełnej informacji o dokładnym położeniu donicy z drzewem, np. dlatego, że nie posiadamy takiej pełnej wiedzy). W tym wypadku problem można rozwiązać wzbogacając język wizualny diagramu o możliwość jawnej reprezentacji zbiorów położenia donicy z drzewem, w postaci np. zapełnienia szarym lub zielonym kolorem odpowiedniego obszaru diagramu, w ramach dachu obiektu. W ramach tego języka wizualnego, rysunek drzewa w donicy przestaje spełniać rolę oznaczenia dokładnej pozycji

tego elementu architektonicznego, a staje się symbolem graficznym służącym jako etykieta oznaczająca szary lub zielony obszar jako obszar możliwych położenia drzewa z donicą właśnie.

Dywergencja

Mechanizm dywergencji polega na rozbiciu zagadnienia reprezentacji jakiejś wiedzy lub procesu rozumowania, na kilka poszczególnych przypadków, wymagających odmiennego potraktowania (np. narysowania nieco innego diagramu). Dla przykładu naszego drzewa w donicy na dachu, rozwiązanie z użyciem dywergencji miałyby postać na rysunku, w którym: podzieliliśmy na nim możliwe położenia drzewa w donicy na trzy rodzaje, każdy przedstawiony nieco innym diagramem i dające w sumie pożądaną przez nas informację, że drzewo w donicy znajduje się gdziekolwiek na dachu. Wymaga to oczywiście odpowiedniej definicji użytego języka wizualnego, konkretnie znaczenia symbolu graficznego drzewa w donicy – jako przedstawiającego cały obszar możliwych jego położenia, jakościowo identycznych, mianowicie odpowiednio na lewo od centralnego punktu dachu, ma prawo, bezpośrednio centralnie na dachu, oraz poniżej i powyżej w dowolnym miejscu. Ten wariant problemu jednostkowości jest także nazywany problemem reprezentacji wiedzy dysjunkcyjnej (drzewo z donicą na dachu w jego dowolnym miejscu przedstawionej w formie alternatywnej) zwykle daje się rozwiązać właśnie metodą rozbicia reprezentacji na kilka przypadków (czyli metodą dywergencji).

Diagram dynamiczny

Diagramy tego typu starają się przedstawić nie tylko statyczny obiekt, lecz także przepis (algorytm) na tworzenie z tego obiektu, za pomocą odpowiednich przekształceń, dowolnych obiektów z klasy przypisanej obiektowi. Jeśli z diagramu wynika jasno, że te transformacje nie zmieniają istotnych cech obiektu używanych w rozumowaniu, mamy znów pewność stosowania się jego wyników do wszystkich obiektów z danego zbioru. Często tę metodę trzeba łączyć z metodą dywergencji, gdy obiekt składa się z części o na tyle odmiennych strukturach, by wymagały innych przekształceń dla generacji elementów z obiektu lub odmiennych obiektów startowych. Diagramy dynamiczne mogą być nieruchome, lecz mogą również wykorzystywać prawdziwe animacje, pokazując przekształcanie obiektu wraz z konstrukcją opisującą odpowiednie rozumowanie diagramowe, albo mogą być skonstruowane w sposób umożliwiający interaktywne przekształcanie przez użytkownika. Fakt, że wnioski diagramowe często umywają reprezentacji stałego obiektu jako obiektu rozumowania, skłonił niektórych do twierdzenia, że diagramy nie mogą reprezentować wielkości zmiennych co jest rzekomo ich istotną wadą jako narzędzi ścisłego rozumowania. Zauważmy jednak, że po pierwsze, jak pokazują wyżej omawiane metody, wnioskowanie diagramowe może być wystarczająco ścisłe i ogólne bez jawnego reprezentowania zmiennych. Po drugie z kolei, na diagramach jednak można reprezentować także zmienne, jeśli jest to rzeczywiście potrzebne.

6. POSUMOWANIE

Na koniec należy zwrócić uwagę na pewną kontrowersję związaną z diagramami. Musimy, mianowicie wskazać na dwa oblicza wizualizacji – jako statycznych obiektów, oraz dynamicznych wizualizacji. Dokładniej, mowa tu o przeprowadzonych przy pomocy jakichś przedmiotów fizycznych bądź obserwowanych na monitorze komputera animacjami. Nie są one, ściśle rzecz biorąc diagramami. Są jednak oczywiście wizualizacjami, jako że możemy przedstawić je sobie w wyobraźni przestrzennej. Współcześnie, komputery zezwalają na różnorodne dynamiczne wizualizacje, które mogą pełnić rolę w poznaniu obiektów architektonicznych.

Większość diagramów to statyczne obiekty, gotowe rysunki czy grafiki komputerowe. W takich wypadkach diagram jest „dany”, posiada określony kształt i poprzez niego oddziałuje na umysł. Wgląd jest niejako natychmiastowy, wypływa z jednolitego aktu oglądu całości.

REFERENCES

- Architecture EID - OCT Xi'an International Centre (theplan.it)
- Arystoteles (Oryginał: ok. 350 p.n.e.). *O pamięci i przypominaniu sobie*. w: *Dzieła wszystkie*. Tom 3, tłum. Paweł Siwek, PWN, Warszawa 1992.
- Ayer, A. 2008, *Language, Truth and Logic*, za: Manders, K., *The Euclidean Diagram (1995)*, w: *The Philosophy of Mathematical Practice*, red. P. Mancosu, Oxford University Press, s. 88.
- Diagraming building http://studiomaven.org/Course__100a_f12_hartzell_session_616966.html
- Doha Art Mill competition project proposal - Behance <https://www.behance.net/gallery/35213143/Doha-Art>
- Giaquinto, M. 2008, *Visualizing in Mathematics*, (w:) *The Philosophy of Mathematical*
- Giaquinto, M., 2007, *Visual Thinking in Mathematics*, Oxford University Press, Oxford, New York.
- GRAFT + penda do Break Ground na Myrtle Garden Hotel | ArchDaily.
- Hammer, E., 1994, *Reasoning with Sentences and Diagrams*, "Notre Dame Journal of Formal Logic", Vol. 35, No 1, Winter.
- Hörsaalgebäude Osnabrück; <https://www.heinze.de/architekturobjekt/hoersaalgebaeude-osnabrueck/12675543/>.
- House Maison Individuelle / Perraudin Architectes <https://www.archdaily.com/914156>.
- Kulpa, Z. 2003: *From Picture Processing to Interval Diagrams*. IFTR PAS Reports 4/2003, Warsaw (zob. <http://www.ippt.gov.pl/~zkulpa/diagrams/fpptid.html>).
- Kvasz, L. 2006, *The History of Algebra and the Development of the Form of its Language*, "Philosophia Mathematica" Vol. III, s. 287-317.
- Maryńczuk P. 2015 *Wspomaganie twórczego projektowania architektonicznego metodą syntezy informacji* Katowice. Wydawnictwo Śląsk ISBN 978-83-7184-876-2.
- Mumma, J. 2010, *Proofs, pictures, and Euclid*, "Synthese", 2010, V. 175, Nr.2, s. 255- 287.
- Peirce, Ch.S. 1996., *The Logic of Mathematics in Relation to Education*, w: *From Kant to Hilbert. A Source Book in the Foundations of Mathematics*, Vol. 1. red. Ewald, W.B., Clarendon Press, Oxford s. 632-637.
- Potter, D. 2006, *Diagrammatic Representation in Geometry*, "Dialectica", Vol. 60, No 4, s. 369-382.
- Practice*, red. P. Mancosu, Oxford University Press, s. 22-42.
- Shimojima, A, 2004, *Tutorial: Inferential and Expressive Capacities of Graphical Representations*, źródło: www.jaist.ac.jp/~ashimoji/Diagrams_2004_tutorial.ppt.

AUTHOR'S NOTE

From 1988 the author continuously participates in teaching classes for students of the Faculty of Architecture. The theoretical and practical experiences that I have gained during previous research work have become the foundation for developing my own original research methodology for studies of the design process. The use of diagrammatic notation, as an extraordinarily effective tool in both professional work and teaching, is intended to serve this purpose.

O AUTORZE

Od 1988r. autor nieprzerwanie uczestniczy w prowadzeniu zajęć dydaktycznych dla studentów Wydziałów Architektury. Teoretyczne i praktyczne doświadczenia zdobyte w trakcie prowadzenia wcześniej omówionych prac badawczych były podstawą do przygotowania autorskiego warsztatu badawczego dla badań nad procesem projektowania. Służyć ma temu wykorzystanie zapisu diagramowego jako niezwykle skutecznego narzędzia w pracy zawodowej jak i dydaktycznej.

Contact | Kontakt: m-projekt@vp.pl