

[A] SCHÉMA NAVRHOVANIA NEUVEDOMENEJ KULTÚRY, KTORÁ PROCES TVORBY NEMATEMATIZUJE, ALE TVORÍ PRIAMOU INTERAKCIU KONTEXTU (C1) A FORMY (F1) VO SVETE SAMOM BEZ VYTŤVÁRANIA MENTÁLNYCH OBRAZOV A ABSTRAHOVANIA INFORMÁCIÍ.

[A] THE SCHEME REPRESENTS THE DESIGN METHOD OF AN UNSELFCONSCIOUS CULTURE, WHICH DOES NOT MATHEMATISE THE DESIGN PROCESS AND CREATES THROUGH A DIRECT INTERACTION OF CONTEXT (C1) AND FORM (F1) IN THE WORLD ITSELF WITHOUT PROPOSING MENTAL PICTURES AND ABSTRACTING INFORMATION.

[B] SCHÉMA NAVRHOVANIA UVEDOMENEJ KULTÚRY. VYTŤVÁRA A OPERUJE S MENTÁLNYM KONCEPTUÁLNYM OBRAZOM A KONCEPTUÁLNOU REPREZENTÁCIU KONTEXTU, KTORÉ SÚ PODĽA ALEXANDRA ČASTO MYLNÉ.

[B] THE SCHEME REPRESENTS THE DESIGN METHOD OF A SELFCONSCIOUS CULTURE, WHICH OPERATES WITH MENTAL CONCEPTUAL PICTURES AND REPRESENTATIONS OF THE CONTEXT, WHICH ACCORDING TO ALEXANDER ARE OFTEN WRONG.

[C] ALEXANDROV NÁVRH POSTUPU UVEDOMENEJ KULTÚRY INTEGRUJE TRETÍ KROK: PREBUDÚVANIE MENTÁLNEHO OBRAZU NA ĎALŠÍ ABSTRAKTNÝ OBRAZ, KTORÝ POZOSTÁVA LEN Z KLÚČOVÝCH ZNAKOV ABSTRAKTNEJ ŠTRUKTÚRY A ELIMINUJE TAK HRUBÉ SKRESLENIE PROSTREDIA. FORMÁLNY OBRAZ MENTÁLNEHO OBRAZU (C3) SA TAK STÁVA PREDMETOM VYHODNOCOVANIA VZÁJOMNÝCH VZŤAHOV MATEMATICKÝMI OPERÁCIAMI.

[C] ALEXANDER'S PROPOSAL OF THE DESIGN PROCESS FOR THE CONSCIOUS CULTURE INTEGRATES THE THIRD STEP: REWRITING THE MENTAL PICTURE TO ANOTHER ABSTRACT IMAGE THAT CONSISTS ONLY OF THE KEY FEATURES OF THE ABSTRACT STRUCTURE AND ELIMINATES ROUGH DISTORTIONS OF THE ENVIRONMENT. THE FORMAL PICTURE OF THE MENTAL PICTURE (C3) THUS BECOMES THE SUBJECT OF EVALUATION OF RECIPROCAL RELATIONSHIPS THROUGH MATHEMATICAL OPERATIONS.

SCHÉMY REPREZENTUJÚCE POSTUPY VYTŤVÁRANIA FORMY

SCHEMES REPRESENTING PROCESSES OF DESIGNING FORM

Zdroj Source: ALEXANDER, Christopher, 1964. Notes on the synthesis of form. MA Cambridge: Harvard University Press, s. 76 – 77

Aspekty a podoby matematizácie architektúry z pohľadu teórie navrhovania Christophera Alexandra

Aspects and Appearances of Mathematisation in Architecture from the Standpoint of Christopher Alexander's Theory

Kristína Rypáková

This text forms a response to the crucial changes occurring in the architecture design process during the 1990s and the post-millennial era. This radical transition, shifting from the analogue design principle to the digital processes through new technological possibilities, is changing the key conceptual apparatus of the architecture of 21st century. The formulation of mathematisation is employed here to cover the presence of mathematics in architecture. Searching for answers to the key questions about mathematisation of architecture – What does the term of mathematisation mean?, What is mathematised and how?, What is mathematisable?, How is mathematics present in architecture? – it treats the theory and work of architect and theorist Christopher Alexander. A deep analysis of Alexander's design method strengthens his position as the initiator of parametric and emerging design. Alexander's theory, as one of the first, directs the thinking of architects and builders towards algorithms. The mathematization of the design method helps practitioners to grasp the complexity of the phenomena being solved and, as well, the design process itself.

The formulation of the first open-source design method integrates architects and non-architects into the design process. In addition to the broad influence of Alexander's pattern language in the architectural context, the integration of patterns and Alexander's mathematical principles emerged in the fields of computer engineering, computer industry, cybernetics, linguistics and others.

Christopher Alexander and Pattern Language

Alexander's theory and theses can be understood as the initiative for the integration of computer technologies and design of complex geometries into architecture. The author's research focuses onto the relationship between mathematization, geometrization and digitizing, and is examining the possibility of an analogy between Alexander's theory and contemporary computational design language that has not yet been the subject of extensive research in Slovakia. Under the term of mathematization, it can be understood as the formulation of an abstract model described by the terms of mathematics. Geometrization represents the phenomena studied by means of a geometrical apparatus.

The Basic starting points of Christopher Alexander's work

Alexander's theory, formulated since the 1960s, responds to the situation and crises of architecture, town pollution and the increase of population since World War II. Alexander proposes techniques that help to differentiate and identify the viable features of systems and subsequently include them into architecture, with the aim of designing and producing *living structures* where the society at large is involved in the creation. He offers a new approach to planning – a pattern language. To maintain its viability, the language must be shared – open source. The system keeps the designer and builder in collaboration, and through its internal systematic design logic and approximation of problems, produces coherent and compact solutions. The system disposes of input and output streams to keep the exchange of code, energy and information with its environment, hence the open system remains in a process of constant modification and rewriting.

The notion of a pattern: its meanings and positions in Alexander's theory and the author's equivalent

Currently, the term "pattern" lacks an accurate translation representation in the Slovak language. As such, the study uses the English word "pattern" in its implicit explication of the meaning and concept developments of the term: from etymological genesis through its positions and applications in Alexander's theory, up to translations and usage in Czech and Slovak contexts to the author's own translations. With this pattern language, Alexander proposes a set of rules to capture complexity. In the book *A Pattern Language*, Alexander offers a kind of handbook or planning guide to architects and builders. It is not an explanatory vocabulary, but a systematic order of 253 patterns resolving particular situations, from the largest scale of the region to the size of the interior. The second layer of pattern language is the interconnectivity between patterns of different scale. A pattern is always a hypothesis, represented by text notation and geometric entry. Those invariants are an instrument of mathematization of the design process, as they must have a structure and can vary within an interval. The success of the viable structure is also the dense network developed from interconnections between individual patterns (of geometry, of events) within space.

The quality increases with the density of interconnections and, in its essence, it proposes a function-type design method.

The etymological development of the meaning of pattern demonstrate numerous relations to meanings and terms: from models of behaviour, through outlines, samples, decorative design to current definitions of evolutionary networks. The study defines the term as an abstract model of relations between invariants.

A pattern is not a formula or an archetype. The existence of a pattern is conditioned by the co-existence of the following terms: type, a-type and prototype.

Alexander's methods of mathematisation, semi-lattice and tree

Alexander explains the mathematization of unconscious and conscious cultures and gives recommendations to conscious cultures on how to keep the system coherent. Alexander's rules of design method operate in the fields of sets, data trees and mathematical oriented graphs.

To achieve a living structure, it is important to understand the difference between a semi-lattice and a tree. Both principles create complex results from smaller sub-systems, but the semi-lattice avoids segregation and is not symmetrical. The interlocking of subsystems emerges through all scales within the hierarchy, which generates in turn a dense network of interlockings.

The relation of mathematisation and geometrisation in Alexander's work

Alexander relates patterns to diagrams, which are subject to constant refinement. The final form arises from the interaction of geometry and event patterns. The shape of the form itself is not determined by the patterns directly, but through the interaction between them and their simultaneous derivation. Joining partial, graphically represented solutions, step by step, into a viable living structure is seen as a gradual "unfolding of wholeness" (bottom-up system), and the intensity of the result depends on the intensity of individual connections and interlockings of sub-systems. Alexander's method is essentially a cycle evaluation of corrections and re-corrections of the hypothesis in the environment. The task is considered successful – a good fit – when the created prototype is integrated as

a whole into the environment, and coherently interacts with it. It is also important not to see Alexander's systems of creation as merely the operation of sub-systems, but as indirect operations and reactions to a change. The evaluation of livingness is given by 15 criteria for living systems, not only in terms of the natural world, but also living as a cultural and social category.

Analogies of Alexander's theory in the context of digital design

Alexander's design tools are currently being compared with parametric principles and software packages (the plug-in Grasshopper for the modelling software Rhinoceros). The analogies found between them indicate Alexander as a definite initiator of these methods of algorithmic generative design. Both notational systems are oriented semi-lattices (graphs) of interconnected subsystems unfolding the wholeness. However, in contrast to Alexander's theory, the inputs for the algorithm could be also numerical, while the geometry could be referenced directly from 3D space and need not be strictly bounded to the historical context. Both systems, nonetheless, evaluate sub-tasks in cycles based on true/false evaluation and the output of previous entity becomes input for the following one. The notation, as well as Alexander's, is protected against loops at the graph nodes. The result of the interlocking of sub-systems and layering of information is a "formable" structure that can constantly be tested and corrected in time. There is also a need to distinguish automatization processes from methods of parametric design.

The risks of Alexander's methods

Alexander himself understands the static quality of the pattern language and, to involve a dynamic factor provides his 15 criteria of the living environment. However, Alexander's theory has the following risks: the formation of a stiff process and the rendering of the dynamics of change very slow in comparison with the development and dynamics of the evolution of contemporary society. On one hand, mathematical formulas help to control complexity, yet on the other they do not correspond with present ideas of Big Data and severely reduce and compress the level of information.

Úvod: Ne/matematické prototypy a typológie¹

Táto štúdia je výsledkom výskumu reagujúceho na kľúčové zmeny procesu navrhovania architektúry deväťdesiatych rokov 20. storočia a post-miléniovej éry, ktoré naďalej ovplyvňujú aj súčasné architektonické navrhovanie. Radikálny prechod od analógových spôsobov navrhovania a tvorby architektúry k tým digitálnym prostredníctvom počítačových softvérov a nových technologických možností produkcie architektúry mení kľúčové vymedzenia, definície a pojmový aparát architektúry 21. storočia. V štúdiu formulujeme autorské chápanie a vymedzenie pojmu matematizovateľnosti architektúry, načrtávame, ktoré aspekty navrhovania a produkcie architektúry sú matematizovateľné, a taktiež mapujeme prítomnosť matematiky v architektúre. Pri hľadaní odpovedí na kľúčové otázky – Čo znamená pojem matematizácie architektúry?, Čo sa matematizuje a akým spôsobom?, Čo je matematizovateľné?, Ako je matematika prítomná v architektúre? – sa v štúdiu zaoberáme tvorbou významného britsko-amerického architekta a teoretika Christophera Alexandra (1936, Viedeň). Dôkladnou analýzou jeho postupov navrhovania poukazujeme na konkrétne možné spôsoby a podoby ich aplikácie i na prítomnosť matematiky v architektúre.

Christopher Alexander a jazyk patternov

Nové spôsoby architektonického myslenia, ktoré Alexander v sedemdesiatych a osemdesiatych rokoch 20. storočia sformuloval vo svojich dielach, prispeli k zmene paradigmy navrhovania nielen v oblasti architektúry a urbanizmu, ale i rodiacej sa informatiky. Z tohto pohľadu sa Alexandrove stanoviská a definované postupy navrhovania dajú chápať aj ako iniciujúce vývoj nových výpočtových technológií a koncipovania architektúry komplexných geometrií. Tento výskum sa sústreďuje predovšetkým na vzťah procesov matematizácie², geometrizácie³ a digitalizácie navrhovania i produkcie architektúry, pričom overuje možnosti vzťahovania Alexandrovej teórie ako dobového mílnika v dejinách architektúry 20. storočia na jazyk súčasného výpočtového navrhovania⁴, čo na Slovensku doposiaľ nebolo predmetom dôkladnejšieho bádania.

Základné východiská teórie navrhovania Christophera Alexandra

Christopher Alexander⁵ svojou teóriou formulovanou od šesťdesiatych rokov 20. storočia reagoval na dobové krízy architektúry, ale aj na globálne problémy: znečistenie miest či nárast populácie od druhej svetovej vojny.⁶ Stanovil techniky, čo mu pomáhali rozlíšiť a identifikovať životaschopné vlastnosti systémov, najskôr tých prírodných, potom i kultúrnych a architektonických životaschopných štruktúr (z angl. living structures), pričom na ich vytváraní sa podieľa ľudská spoločnosť-komunita obyvateľov a spolutvorcov. Ako riešenie kríz a nerovnováh sveta Alexander ponúka nový prístup k navrhovaniu architektúry a urbanizmu: zovšeobecniteľný a spoločne zdieľateľný takzvaný pattern language – jazyk patternov.⁷

„Je preukázané, že mestá a budovy sa nestanú životaschopnými, kým ich nevytvára každý člen spoločnosti a kým sa ľudia nepodieľajú na jednom spoločnom jazyku patternov, v rámci ktorého sa také stavby dajú utvárať, a kým tento jazyk patternov nie je životaschopný sám osebe.“⁸

Jazyk sa musí zdieľať⁹, aby bola architektúra životaschopná, čiže prirodzený alebo počítačový jazyk – zdrojový kód – má byť dostupný koncovému používateľovi a koncoví používatelia majú mať možnosť kód voľne používať, šíriť a modifikovať. Alexandrove postupy navrhovania a stavania stotožňujú rolu stavebníka a staviteľa v jednej identite. Alexandrov jazyk patternov dáva záruku koherentných, súdržných riešení s vnútornou logikou nielen prostredníctvom spolupráce projektanta a staviteľa, ale i svojou konzistenciou.

Podobne ako sa v prirodzenom jazyku pomocou univerzálnych pravidiel gramatiky, syntaktiky a pragmatiky utvára spoločná reč a individuálny prehovor, tak jazyk patternov konštruje jednotlivé budovy a miesta na základe tvorby a spájania patternov (kde patterny špecifikujú prvky a ich vzájomné prepojenia).¹⁰ Keď teda porozumieme, ako rozpoznávať a utvárať životaschopné patterny, vieme si vytvoriť (navrhovací) jazyk pre seba aj pre iných návrhárov a používateľov: školených či laických.

Pojem pattern:¹¹ jeho dobová úloha v teórii navrhovania Christophera Alexandra

Alexandrove navrhovacie nástroje sa vedome vymedzujú proti navrhovacím postupom „zjednodušujúcej moderny“ 20. storočia. Ponúkajú metódy a systém pravidiel založený na štúdiu komplexných javov prírody a kultúry.

V knihe *A Pattern Language*¹² Alexander ponúka architektom, stavebníkom a používateľom akúsi príručku, rukoväť navrhovania architektúry a plánovania urbanizmu. Nie je to výkladový slovník, ale systematické zoradenie 253 patternov, ktoré podľa Alexandra predstavujú riešenie konkrétnych architektonických a urbánnych úloh a situácií od najväčšej mierky regiónu (mestskej časti) po mierku interiéru. Jednotlivé patterny sú v knihe reprezentované fotografiou či textovým a geometrickým zápisom (schéma, pôdorys a i.).

„Každý pattern opisuje problém, ktorý sa v našom prostredí zjavuje znova a znova, potom opisuje jadro riešenia tohto problému tak, že toto riešenie možno aplikovať mnohokrát bez toho, aby sa použilo dvakrát rovnakým spôsobom.“¹³

Druhou „vrstvou jazyka patternov“ sú vzájomné vzťahy medzi patternami rôznych mierok. Žiaden z patternov nie je izolovaná entita a pattern zároveň existuje len do tej miery, do akej existuje podpora inými patternami. Alexandrov jazyk patternov je akási množina patternov, kde sa charakter vzťahov medzi patternami dajú analogicky vyhodnotiť ako operácie s množinami (vzťahy časti k časti a časti k celku). V rámci celku používateľ dokáže vytvoriť nekonečné množstvo variácií (tu: štrukturálnych variantov).

Akýkoľvek pattern je vždy hypotéza.¹⁴

Alexandrov pattern je ustálený pracovný model reprezentujúci systém vzťahov nepremenných veličín – invariantov –, ktorý sa overuje v konkrétnom prostredí. Patterny sú nástrojom procesu matematizácie navrhovacieho postupu. Samotné invarianty nemusia byť a priori opísateľné matematickým aparátom, musia mať však štruktúru (podobu) a môžu variovať v rámci istého intervalu.

Úspechom životaschopnej štruktúry je i hustá sieť vzťahov, prepájanie medzi individuálnymi patternami. Konečná množina patternov predstavuje bohato poprepájané, poprepletané, popreväzované (z angl. interlocked) patterny geometrie (z angl. patterns of geometry) a patterny architektonických, urbánnych a v širšom zmysle aj kultúrnych a biologických udalostí (z angl. patterns of events) v priestore.¹⁵ Kvalita architektonických diel a „vecí“ architektúry potom úmerne stúpa s hustotou interakcií medzi patternami.

Pojem pattern: autorský ekvivalent

Veľmi voľný preklad výrazu pattern z anglického jazyka vymedzuje jeho význam prostredníctvom širokej palety slov ako: vzor, vzorka, model, šablóna, vzorec, charakteristika, schéma, formát, podoba, zobrazenie, predloha, obrazec, patrón, diagram, tvar, nárys, vzorkovnica, ústrižok, skladba, strih, ideál, charakter, typ, profil, spôsob, štýl, sústava alebo štruktúra.¹⁶

Etymológia slova pattern preukazuje početné a zároveň významovo zaujímavé vzťahy k iným pojmom a slovám. V ranom 14. storočí slovo pattern znamenalo „obrys (kontúra), plán, model alebo vzor“.¹⁷ Stredoveké latinské slovo patronus a starofrancúzske patron označovalo „model správania, exemplár“.¹⁸ Vo význame „dekoratívneho návrhu – vzorky“ sa pojem prvýkrát spomenul okolo roku 1580. Význam odvodený zo slova patron poukazuje i na „model, ktorý sa napodobuje“.¹⁹

Jedným zo súčasných architektonických významov je *pattern* ako vzor alebo predloha, čo slúži ako príklad na vytváranie objektov architektúry.

„Patterny sú návody, ktoré slúžia ako predlohy na vytváranie objektov. (...) Dnešné patterny sú skôr otvorené matrice než uzavreté šablóny. (Re)produkciu modelov už dlhšie nezabezpečuje reprodukovanie vzorkovníc, ale reprodukcia základnej logiky. Rozširovaním sú z patternov evolučné sietezo, súčasne normované a flexibilné.“²¹

Pod pojmom pattern preto v tejto štúdii rozumieme abstraktný syntetizujúci model vzťahov medzi invariantmi. Štruktúra vzťahov je schopná repetície naprieč celým navrhovaným systémom či implicitnej adaptácie vlastností vzhľadom na lokálnu mierku, a tým aj organizácie všetkých vzťahov do zväzku. Pattern tu nepredstavuje vzorec ani archetyp. Existencia patternu je podnietená koexistenciou fenoménov a pojmov typ²², atyp²³ a prototyp²⁴. Pojmy sú kauzálne vymedzené.

Alexandrove postupy matematizácie

Kľúčovým dielom pri analýze a identifikácii matematických postupov v Alexandrovej teórii navrhovania je publikácia *Notes on the Synthesis of Form*.²⁵

Matematizácia sa objavuje vo vzťahu k diferenciacii kultúr *uvedomených* (z angl. selfconscious), teda tých, čo reflektujú vlastné postupy tvorby a rozoznávajú profesiu architekta, a *nevedomených* (z angl. unselfconscious), čo túto profesiu nepoznajú. Alexander kritizuje uvedomené kultúry s architektonickou profesiou, že k vzniku architektonickej formy nedochádza v interakcii medzi (prírodným, kultúrnym) kontextom a formou tak, ako k tomu dochádza v nevedomených (tzv. prírodných) kultúrach. „Prírodné kultúry“ sa tak vyhýbajú riziku náhleho, radikálneho narušenia vzťahu so životným prostredím, s kontextom prírodným i kultúrnym. Naopak, pre uvedomené kultúry, ktoré navrhujú aj radikálne a rýchle premeny životného prostredia, Alexander odporúča také utváranie architektúry, ktorého procesy a postupy sú matematizovateľné, systematizované prebudúvanie prostredia, čiže „problém navrhovania“ odporúča riešiť prostredníctvom narábania s *kontrolovateľnými matematickými entitami* (napr. množinami dát, z angl. sets).

Množina (set) sa formuluje ako súbor elementov, ktoré k sebe patria na základe istej definovanej charakteristiky – „spoločného menovateľa“. Postupné definovanie architektonickej úlohy prebieha v spoločnej komunikácii architekta s objednávateľom/stavebníkom a so staviteľom v podmienkach prostredia, kam je architektonické dielo navrhované. Alexandrove postupy a metódy sú aplikovateľné vo všetkých mierkach navrhovania od drobnej architektúry po urbanizmus.

Prvým krokom Alexandrovho postupu je tzv. analytická fáza, kde sa v procese navrhovania definujú dátové stromy požiadaviek (z angl. data tree). Ujasňujú sa typy premenných, variantov, na základe ktorých dochádza k dekompozícii jednotlivých vzťahov do matematických entít, množín.

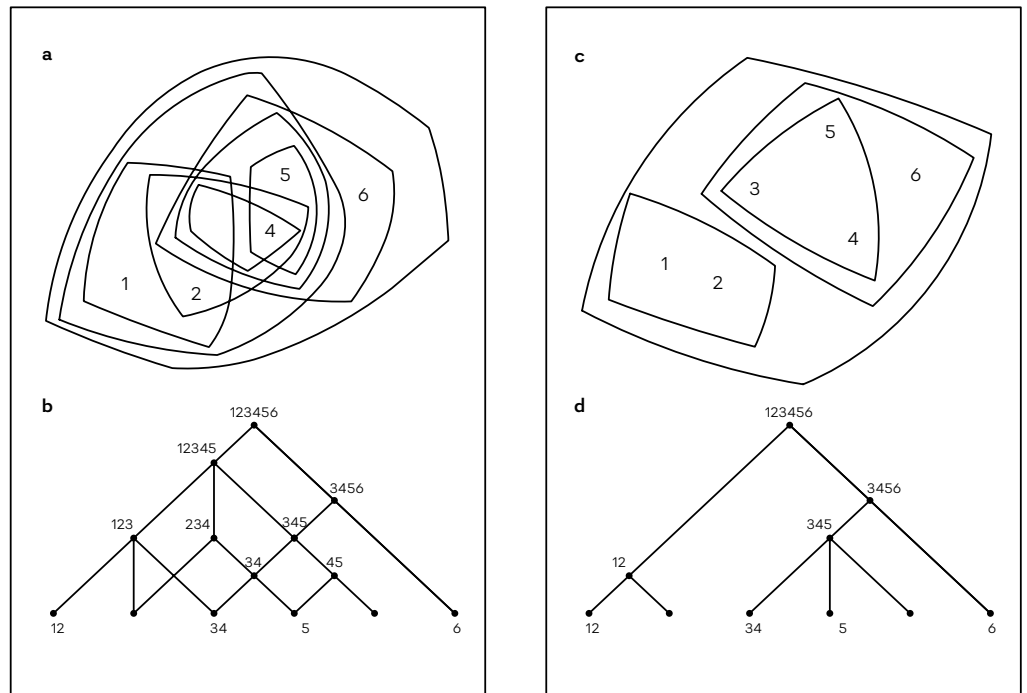
POLZVÄZOK A STROM

POLZVÄZOK (VĽAVO), STROM (VPRAVO). VIZUALIZÁCIA „UZLOVÉHO SYSTÉMU“. ŽIVÉ MESTÁ SA VYZNAČUJÚ CHARAKTEROM POLZVÄZKOV (SIENNA, MANHATTAN). PRE UMELE MESTÁ VYBUDOVANÉ NA PRINCÍPE STROMU JE TYPICKÁ NAPRIKĽAD SEGREGÁCIA (CHANDIGARH).

SEMI-LATTICE AND TREE

SEMI-LATTICE (LEFT), TREE (RIGHT). VISUALISATION OF THE 'NODE SYSTEM'. LIVING CITIES ARE CHARACTERIZED BY THE SEMI-LATTICE (SIENNA, MANHATTAN). ARTIFICIAL CITIES ARE BUILT ON THE PRINCIPLE OF A TREE SYSTEM AND ARE REPRESENTED BY E.G. FUNCTIONAL SEGREGATION (CHANDIGARH).

Zdroj Source: ALEXANDER, Christopher, 1965. "A City Is Not a Tree". 5 s. [cit. 2015-12-27]. Dostupné z: <https://bit.ly/2Dv2Fx7>, s. 5



Súvislosti medzi jednotlivými množinami sú definované kauzálnymi vzťahmi ich variantov. Generuje sa tak hustá sieť interakcií medzi jednotlivými množinami.²⁶ Tieto vzťahy sú reprezentované grafickým zápisom v podobe matematického grafu, v ideálnom prípade v podobe „superhustého“, teda veľmi komplexného polzväzku (z angl. semi-lattice). Graf pozostáva z bodov (uzlov, ktoré obsahujú informáciu) a čiar (prepojení).

Grafy: polzväzok a strom v Alexandrovej teórii navrhovania

Dôležité je uvedomiť si rozdiely medzi typmi grafov – polzväzok a strom²⁷ (z angl. tree) –, aby bol „dobře definovaný, životaschopný“ výsledok navrhovania úspešný. Z anglického jazyka sa semi-lattice často mylne prekladá ako mriežka.²⁸ Mriežka má síce podobný tvar, no jej križenia čiar nereprezentujú uzol s informáciou ako v prípade polzväzku, ale delenie celku na subdomény (podregióny), ktoré majú navzájom spoločné hrany. Oba typy zobrazení pritom opisujú štruktúru veľmi komplexných systémov zložených z menších subsystemov.

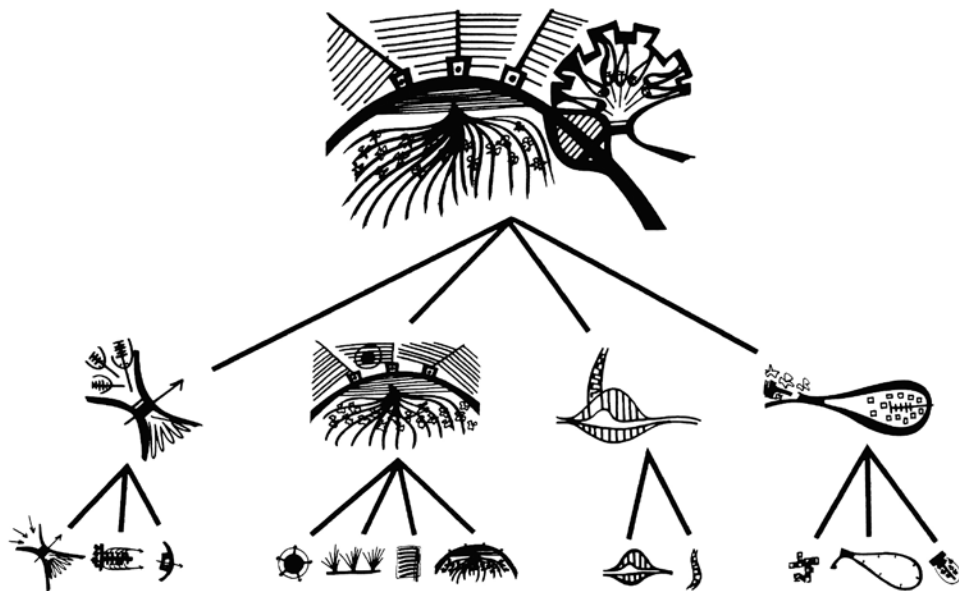
Za graf stromového typu Alexander považuje súbor množín vtedy, keď pre každé dve podmnožiny patriace do celkovej množiny platí, že buď je jedna úplne obsiahnutá v druhej, alebo sú celkom oddelené.²⁹ Strom je striktné hierarchický, číta sa lineárne v jednom smere a absentuje v ňom „husté“ preväzovanie jednotlivých podmnožín množiny.

Polzväzok nazýva Alexander aj akosi „tkaninou“, ktorá sa vyznačuje hustým popreplietaním (popreväzovaním, z angl. deep interlock) jednotlivých častí celku na jednej mierkovej úrovni. Polväzba nie je symetrická. Axiómu polzväzok (polväzba) Alexander definuje takto: „Súbor množín formuje polzväzok vtedy a len vtedy, keď prienik dvoch množín³⁰ patrí do tohto súboru množín, potom aj prvky množiny spoločné obojm množinám patria do tohto súboru množín.“³¹

Riešenie architektonickej úlohy či problému Alexander vizualizuje lineárnym grafom, pomenúva počet uzlov a taktiež označuje aj počet prepojení medzi uzlami.

Vzťah matematizácie a geometrizácie v tvorbe Alexandra

Po fáze analýzy nasleduje tzv. syntetická fáza, ktorá zlučuje definované čiastkové patterny do jedného celkového patternu. Tie Alexander prirovnáva k diagramom: „Idea diagramu alebo patternu je veľmi jednoduchá. Je to abstraktný vzorec fyzikálnych vzťahov, ktorý rieši malý systém interagujúcich a protipôsobiacich síl a nezávisí od všetkých ostatných síl ani od všetkých ostatných možných diagramov.“³² Diagramy v jeho ponímaní podliehajú neustálemu zdokonaľovaniu.



ODVÍJANIE CELISTVOSTI

SPÁJANIE JEDNOTLIVÝCH
SUBSYSTÉMOV V CYKLICKOM
VYHDNOCOVANÍ OD
VYJEMNÝCH PATTERNOV PO
NAJKOMPLEXNEJŠÍ VIZUALIZUJE
ALEXANDER GEOMETRICKÝMI
ALGORITMAMI (ZDOLA NAHOR).
OBRAZOK KONKRÉTNE
DEMONŠTRUJE NÁVRH
POLNOHOSPODÁRSKEJ DEDINY
PRE 600 INDIÁNOV V AMERIKE.

UNFOLDING OF WHOLENESS

ALEXANDER DISPLAYS THE JOINING
PROCESS OF SINGLE SUBSYSTEMS
IN CYCLICAL EVALUATION, FROM
THE SMALLEST PATTERNS TO THE
MOST COMPLEX, WITH GEOMETRIC
ALGORITHMS (BOTTOM-UP). THE
PICTURE ITSELF DEMONSTRATES
THE LAYOUT DESIGN FOR THE
FARMING VILLAGE OF 600 INDIANS
IN AMERICA.

Zdroj Source: ALEXANDER, Christopher,
1964. Notes on the synthesis of form.
MA Cambridge: Harvard University
Press, s. 153

Konečný objekt (výsledok) každého navrhovania je architektonická, prípadne urbánna forma ako celok (z angl. whole). Tá vzniká na základe interagovania patternov geometrie a patternov udalostí. Patterny neurčujú „vzhľad formy“ priamo, ale vymedzujú vzťahy a závislosti, na základe ktorých je forma deduktívne odvodená. Vzťahy a charakterové črty čiastkových patternov sú najskôr reprezentované graficky a následne spojené do jedného obrazca – abstraktného vzorca. Spájanie čiastkových riešení (figúr, obrazcov) do životaschopnej štruktúry prostredníctvom postupného integrovania a diferenciacie jednej podmnožiny za druhou Alexander nazýva postupným odvíjaním celistvosti (z angl. unfolding of wholeness).³³ Jeho stratégia spájania subsystemov do jedného komplexného celku používa tzv. bottom-up systém organizácie či usporiadania dát a štruktúr smerom zdola nahor. Postupné rozpoznávanie a budovanie celku prebieha spájaním patternov v rôznych mierkach krok po kroku a komplexnosť výsledku závisí od hustoty a intenzity jednotlivých prepojení. Táto Alexandrova metóda zároveň predpokladá spomínané neustále cyklické vyhodnocovanie. „Cykly korigovania a znova-korigovania, ktoré sa vyskytujú v priebehu adaptácie, prebiehajú postupne v jednom subsysteme za druhým: subsystem za subsystemom.“³⁴

Výsledná architektonická forma je tak v Alexandrovom prípade odvodená z požiadaviek architektonickej úlohy, z vlastností a síl prostredia a napokon z formulovaného programu/funkcie. Vzniká ako overovanie hypotézy (úlohy, funkcie) v prostredí. Alexander považuje architektonickú úlohu za úspešne vyriešenú a ukončenú, keď sa navrhnutý a realizovaný prototyp³⁵ (forma) ako celok úspešne včlení do prostredia a v ňom spolupôsobí³⁶ (z angl. good fit). Dá sa ale povedať aj to, že životaschopná štruktúra v Alexandrovej metóde navrhovania je definovaná na princípe organizácie pola (z origin. field) a v tomto prípade forma vzniká spolupôsobením vonkajších síl (z angl. external forces) i vnútorných síl v poli.

Na pochopenie celého procesu je dôležité vidieť Alexandrov systém tvorby nielen ako narábanie so subsystemami a ich usporadúvaním, ale aj ako nepriamu reakciu na zmenu v systéme (poli) a narábanie s touto zmenou. Metóda má síce ustálené postupy, procesy matematizácie aj geometrizácie síl v poli podliehajú formovaniu vzťahov medzi invariantmi jednotlivých podmnožín, ale celý systém sa s ohľadom na nové lokality vždy znova preveruje, ladí a prechádza premenami. Procesy vyvodzovania formy samej sa dejú už mimo priameho procesu matematizácie. Forma sa z charakteristík a požiadaviek patternov vyvodzuje rôzne, spravidla deduktívne. V Alexandrovom prípade je „výber geometrie“ úzko spätý aj so sociálnou, spoločenskou a kultúrnou tradíciou prostredia i miestnych spoločenstiev.

Vyhodnocovacím kritériom životaschopnosti vytvorených foriem je Alexandrových pätnásť kritérií živých systémov. Jednotlivé východiská a podmienky posudzovania Alexander sformuloval na základe dôkladného štúdia živých systémov a životaschopných prírodných i kultúrnych prostredí.

Analógie Alexandrovej teórie navrhovania v kontexte súčasného digitálneho navrhovania

Parametrické modelovanie prostredníctvom počítačových softvérov je tiež založené na hľadaní, vytváraní a uplatňovaní vzorcov všeobecne, teda nie vždy v zmysle Alexandrových patternov.³⁷ Vzhľadom na rapídny nárast výpočtovej kapacity súčasných počítačov veľmi komplexné podoby nadobúda v 21. storočí aj architektonická forma.³⁸ Na rozvoj uvažovania a technológií reagujú tiež spôsoby navrhovania a uchopovania komplexity v architektúre a urbanizme: architekt nenavrhuje ani neopisuje každý prvok geometrie či výsledný tvar zvlášť (geometriu – polygón, konštrukciu – nosník, stavebný typ – okenný otvor a i.), ale sústreďuje sa na tvorbu a opis celkového systému. Architekt formuluje podoby ustálených krokov – inštrukcií (v tomto prípade prepojený sled udalostí na základe vnútornej štruktúry), teda algoritmus. Na ich základe generuje výstup (z angl. output) vo forme komplexného modelu navrhovanej architektúry či urbanizmu. Vstupom (inputom) sa stávajú rozmanité dáta z oblasti architektúry aj mimo nej v podobe množín geometrických alebo číselných údajov. Zmena, prípadne modifikácia vstupnej informácie generuje i nový výstup. Z formálneho hľadiska ide potom o série topologických alebo geometrických variantov. Alexandrove nástroje navrhovania a algoritmy možno chápať v tomto zmysle aj ako analógie zásuvných modulov parametrického modelovania, napríklad Grasshopper používaný v programe Rhinoceros.

Čítanie algoritmickeho zápisu vytvoreného zásuvným modulom Grasshopper prebieha v západnej kultúre zľava doprava lineárne v jednom smere a vytvára reprezentáciu príčinnno-následných (kauzálnych) vzťahov v podobe *orientovaného grafu*. Rovnako ako u Alexandra je zápis štruktúrou orientovaného grafu. Podobným princípom skladania subsystémov sa vynára celok a uchopuje sa komplexita navrhovanej formy. Na rozdiel od Alexandrových geometrizovaných vstupov môžu vstupy týchto súčasných systémov predstavovať i číselné hodnoty.

Analogicky s Alexandrovou logikou sa v procese navrhovania pomocou Grasshopperu prezentuje orientovaný parametrický zápis v podobe *polvázku*. Jednou z hlavných štruktúrálnych a vizuálnych vlastností polvázky je jej asymetrickosť. Každý uzol reprezentuje „kontajner“ s informáciou a jednotlivé spojenia definujú vzťahy a súvislosti medzi kontajnermi.

Ďalšia analogická vrstva medzi parametrickým modelom a Alexandrovou polvázkou poukazuje na Alexandrove vzájomné preväzovanie *patternov udalostí* (komponenty) a *patternov geometrie* (parametre) s tým rozdielom, že geometria je v softvéri Grasshopper exaktne určená buď odkazovaním na geometrie z 3D modelovacieho priestoru, alebo vnútorne definovaná samým komponentom. Dané prvky však môžu variovať v prednastavených intervaloch.

Na rozdiel od Alexandrových postupov predchádza vytvoreniu algoritmickeho zápisu reprezentovanej a testovanej geometrie v spomenutom programe rozbor, analýza problematiky navrhovacieho procesu a hľadania vzorcov všeobecne, teda akéhosi abstraktného matematickeho modelu: matematizácie síl a vzťahov štruktúry a ich postupných modifikácií. Zápis ale nedokážeme vytvoriť bez toho, aby bolo vopred zrejmé, s akými entitami (odhadovanými) ideme narábať. Dá sa teda povedať, že vopred musí byť zrejme predbežné, odhadované celkové či všeobecné riešenie logiky zápisu aj kauzalita vzťahov.

Vstupmi algoritmu sú vždy parametre, ktoré sa v zápise nachádzajú vľavo. Postupným riešením čiastočných úloh a ich preväzovaním sa zápis približuje k jeho syntéze, výslednému komponentu (vpravo), teda k výstupu. „Lokálne“ vyhodnotenie úlohy vytvára geometrický zápis v modelovacom priestore. Proces geometrizácie úloh sa tak deje paralelne s cyklickým vyhodnocovaním podúloh (z angl. *sub-task*). Jednotlivými spojmi medzi entitami tečú informácie. Vyhodnocovanie sa potom deje na základe zvolených vzorcov, patternov (pravdivosti, nepravdivosti, priamym vyberaním zo zoznamu a i.). Výstup predošlej entity a vstup nasledovnej entity musí byť nevyhnutne rovnakého typu (číslo, geometria a i.).

Zápis je zabezpečený tak, že na uzloch grafu nedochádza k slučkám (z angl. *loops*), čiže k zacykleniu zápisov, čo by viedlo k neovereniu predpokladu. Prípadné iterácie v tomto procese zabezpečuje integrácia samostatných preddefinovaných komponentov vykonávajúcich iterácie v rámci (sub) systému. Výstupom je napokon komplexná forma vygenerovaná postupným cyklickým vyhodnocovaním. Algoritmus zabezpečuje neustálu kontrolu nad postupným preväzovaním (vrstvením)

DÁTOVÝ STROM
hierarchická textová formulácia požiadaviek a programu
DATA TREE
hierarchic text formulation of requirements and program



MNOŽINY A PODMNOŽINY
dekompozícia vzťahov a identifikácia patternov a kauzalit
SETS AND SUBSETS
decomposition of relationships and identification of patterns and causality



POLZVÄZOK
graf vzťahov
SEMI-LATTICE
graph of relationships



GRAFICKÁ REPREZENTÁCIA PATTERNOV (A)
vstupy
GRAPHICAL REPRESENTATION OF PATTERN (A)
inputs



ODVÍJANIE CELISTVOSTI (B)
spájanie patternov a cyklické vyhodnocovanie
UNFOLDING OF WHOLENESS (B)
joining the patterns and evaluating in cycles



TESTOVANIE PROTOTYPU V PROSTREDÍ (C)
fit-misfit
TESTING OF PROTOTYPE IN ENVIRONMENT (C)
fit-misfit



REALIZÁCIA (D)
REALISATION (D)

**ZOVŠEOBECNENIE
ALEXANDROVEJ METÓDY
NAVRHOVANIA V KROKOCH**
THE GENERALIZATION OF
ALEXANDER'S DESIGN METHOD
IN STEPS

Autor Author: Kristína Rypáková

(A) DIAGRAM MÁ BYŤ
VŠEOBECNÝ A BEZ NÁHODNÝCH
CHARAKTERISTÍK

(B) ALGORITMIZÁCIA POSTUPU

(C) VYHODNOTENIE PREPOJENÍ:
POZITÍVNE (KONKURENCIA),
NEGATÍVNE (ABSENCIA),
BEZ INTERAKCIE (NEZÁVISLÉ)

(D) VYHODNOTENIE VÝSLEDKU:
15 KRITÉRIÍ ŽIVOTASCHOPNEJ
ŠTRUKTÚRY

(A) THE DIAGRAM MUST BE
GENERALL AND WITHOUT
ACCIDENTAL CHARACTERISTICS

(B) PROCESS ALGORITHM

(C) EVALUATION OF LINKS:
POSITIVE (COMPETITION),
NEGATIVE (ABSENCE),
NO INTERACTION (INDEPENDENT)

(D) EVALUATION:
15 CRITERIAS OF LIVING STRUCTURE

operácií v jednotlivých častiach i celku a tvorca môže do procesu vstupovať čiastočne zmenami bežcov (zmenou kvantity, zmenou intervalov) či testovaním operácií a vzorcov. Geometria sa rodí paralelne v modelovacom priestore hlavného programu, vo výpočte, aj ako následok akejkoľvek zmeny, rovnako ako u Alexandra.

Výsledkom procesu je teda vlastne „tvárna“ algoritmická štruktúra, ktorú možno v čase neustále testovať a korigovať – ladiť a „ustalať“. Každá zmena vstupov vygeneruje nový výstup. Navrhované formy v závislosti od zmeny (typu) parametra vznikajú ako geometrické alebo topologické varianty v rámci zvolených morfológických typov. Z kvantitatívneho pohľadu to znamená, že pri výbere z veľkého počtu výsledných foriem je dôležité brať ohľad na samotný proces finálneho vyhodnocovania aj kvality algoritmu.

Nevyhnutná je tiež potreba odlišiť automatizáciu od postupov parametrizácie. V kontexte algoritmického navrhovania sa za automatizáciu môže považovať zápis, ktorý pomocou overených prostriedkov a postupov generuje výstup bez cieľného definovania vlastností parametrov a ich následného testovania. Parametrizácia buduje komplexný zápis cyklickým preväzovaním operácií na entitách algoritmu, pri ktorom ide o tvárnosť štruktúry s cieľom generovať a vyhodnocovať vlastnosti vzťahov častí medzi sebou a vzťahy častí k celku (mereologická úloha).

Samotný softvér by sa dal chápať aj ako forma zápisu nielen v umelom programovacom jazyku, ale do istej miery aj v „geometrickom jazyku“ ako štruktúra, ktorá svojím aparátom danú problematiku formuluje a opisuje. Parametrický softvér je voľne dostupný, tvorca síce nedokáže meniť zdrojový kód programu, môže však vytvárať vlastné komponenty, kde tieto entity často zahŕňajú zložitý automatizovaný postup. Tvorca dokáže vytvárať ľubovoľný počet vybraných zápisov podľa vlastných pravidiel a kritérií.

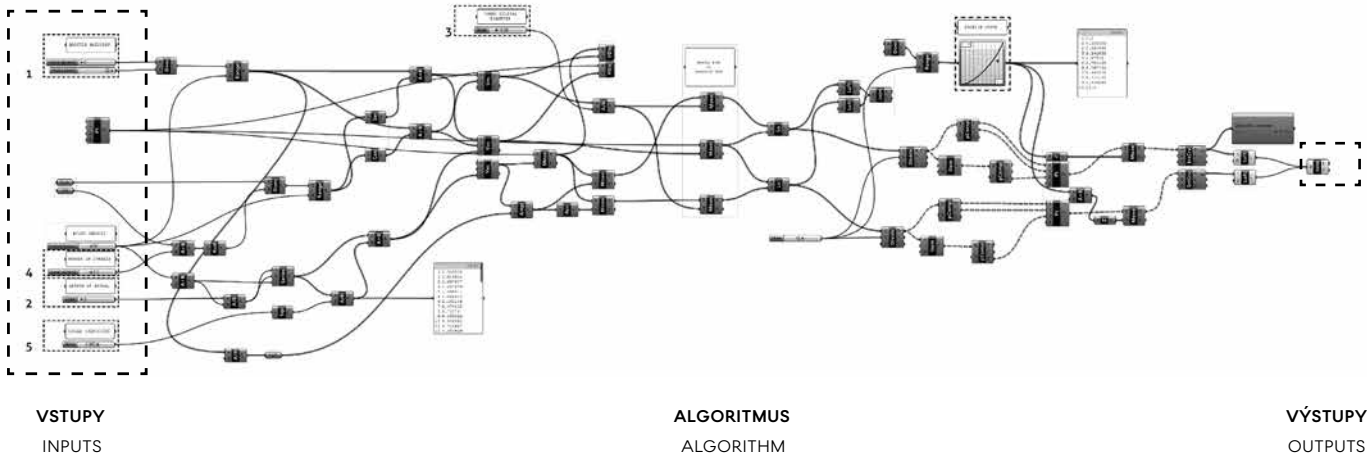
Christopher Alexander presadzoval overovanie úlohy v konkrétnom krajinnom a kultúrnom prostredí. Posun k digitálnym prostriedkom sprvu vyníma proces tvorby z kontextu, ale dovoľuje simulovať jeho sily, vlastnosti aj správanie, dokonca prognózy prostredia vo virtuálnom priestore programu tak, že sú uchopované matematickými i nematematickými aparátmi. Kontajnery s dátami s určitou presnosťou a pravdivosťou informácií sú vytvorené na základe meraní a vyhodnocovaní rôznych vedeckých i mimovedeckých subjektov či agentúr (napr. otvorené databázy: NASA skenuje terén zemegule v 3D; OSM zakresľuje geografické mapy Zeme na základe kontroly GPS; WMO vytvára balíky údajov o počasi, pohyboch Slnka a i.).

Alexander zdôrazňoval tiež nevyhnutnosť participácie objednávateľa architektonického či urbánneho diela a jeho spoluúčasť na realizácii. Profesionalizácia a expertná deľba realizačného procesu podľa neho spôsobuje nekonzistentnosť, keďže každý profesista vytvára vlastné modely, postupy a ich spôsoby overovania, a zasahuje tak negatívne do procesu realizácie nekonzistentnými zmenami vrátane „vlastných nesystémových inovácií“. Riešenie týchto problémov by mohlo poskytnúť prepojenie CAD-navrhovania so strojovým vybavením CAE a CAM. Určitá forma geometrickej reprezentácie by sa re-kódovala do sústavy príkazov a na základe priamej komunikácie medzi softvérom a strojom by dochádzalo k automatizovanému vykonaniu príkazov. Systémy CAD/CAE a CAM umožňujú vzájomnou komunikáciou veľkú presnosť (až na 1/10 mm i viac) pri posudzovaní kvality v priebehu celého procesu tvorby architektonickej formy. Priame vzťahy medzi procesom tvorby geometrie, jej vyhodnocovaním a tvorbou formy nepodliehajú rizikám nesystémových modifikácií.

Riziká Alexandrových postupov

Nedostatkom Alexandrových postupov navrhovania pomocou patternov je uprednostňovanie reduktívneho ponímania tradície a inovácie pri posudzovaní pravdivosti výrokov. Alexander si uvedomuje relatívnu statickosť jeho používania jazyka vzorcov a za dynamický faktor považuje svoje vyhodnocovacie kritériá (15 invariantov živého prostredia).

Alexandrova teória má napriek tomu nasledujúce dôsledky: riziko vzniku stuhnutých, statických postupov.³⁹ Dynamika zmien (evolúcia architektonických a urbánnych foriem) je veľmi pomalá i v porovnaní s vývojom a dynamikou evolúcie súčasnej spoločnosti a s premenami jej kultúr. Vyhodnocovacie kritériá pri používaní súčasných nástrojov parametrického navrhovania si musí autor definovať sám.



**ZÁPISY NAVRHOVANIA
V ZÁSUVNOM MODULE
GRASSHOPPER**

**ORIENTOVANÝ GRAF, VYTVORENÝ
NESYMETRICKÝMI VÁZBAMI,
ČITATELNÝ ZĽAVA DOPRAVA:
VSTUPY (VĽAVO), ALGORITMICKÝ
ZÁPIS (STRED), VÝSTUPY (VPRAVO).**

DESIGN NOTATION IN THE
GRASSHOPPER PLUGIN

ORIENTED GRAPH CREATED
BY NON-SYMMETRICAL LINKS,
READABLE FROM LEFT TO RIGHT:
INPUTS (LEFT), ALGORITHM
(MIDDLE), OUTPUTS (RIGHT).

Autor Author: Kristína Rypáková

„Zmena sa stane významnou len vtedy, keď zlyhanie alebo nesprávna interakcia formy s kontextom (z angl. misfit) dosiahne kritickú relevanciu – v tom momente, keď je rozpoznaná a ľudia majú pocit, že s formou niečo nie je v poriadku. (...) so zámerom zvažovať kultúru meniacu sa v jednotlivých nespojitých, nepatrných krokoch.“⁴⁰

Striktná spätosť procesu tvorby s prostredím v Alexandrovom prípade predstavuje nasledovane etablovaných predstáv o tradícii (vo význame usporiadania, štruktúry, konštrukcie, materiality aj tradičnej manuálnej a remeselnej výroby). Podporuje predovšetkým nevedomé kultúry. Jeho systém navrhovania je veľmi uzavretý, nedochádza v ňom k integrácii externých, mimosystémových krokov a neustále tak zotrváva pri postupoch redukovaného chápania tradičného navrhovania, i keď sa usiluje o udržiavanie tradície aj o všeobecne dostupné nové, korektné a kontrolovateľné postupy navrhovania a stavania. Forma je napriek všetkému odpoveďou nielen na povahy síl pôsobiacich v prostredí, ale aj na vopred rozpoznané a etablované program, funkciu a programové požiadavky. Jeho architektúra tak netvorí radikálne nové ani inovujúce formy konania a správania používateľa či obyvateľa, ani nové spôsoby používania a obývania architektúry. Alexander pri riešení úloh nejde ani za hranicu radikálnejšieho morfovania foriem so zámerom vytvoriť novú geometriu, nové priestorové a materiálové kvality, prípadne nové optické či haptické vlastnosti materiálov. Neprijíma iné ani nové formy, resp. postupy geometrizácie, ani ich vedome, zámerne neutvára. Mimo procesu matematizácie ostávajú u Alexandra napokon i samotné vstupy, architektonická forma a výrobné postupy.

Záver: architektonické ohlasy Alexandrovej tvorby

Alexandrova teória ako jedna z prvých umožňuje myslenie architekta i stavebníka v algoritmoch, čím usmerňuje ich vlastné rozhodnutia aj externé zásahy do procesu navrhovania a stavby. Matematizáciou procesu navrhovania pomáha uchopovať komplexitu riešených fenoménov i samotného projektovania. Od objektovo-orientovaného navrhovania sa vlastné vedomé i nevedomé intencie autora, architekta, urbanistu, projektanta presúvajú k overovateľnému, opakovateľnému a variovatelnému systému krokov – k algoritmu. Sformulovanie prvého otvoreného *open-source* postupu navrhovania integruje do tohto procesu odborníkov i laikov a umožňuje pomerne radikálnu participáciu verejnosti na týchto procesoch. Poukazovanie na analógie Alexandrových postupov so súčasnými digitálnymi metódami navrhovania ukazuje a preveruje jeho pozíciu ako iniciátora a predchodcu parametrického aj emergentného navrhovania. Popri širokom vplyve Alexandrovho patternového jazyka v architektonickom kontexte sú Alexandrove matematické postupy navrhovania reflektované i v oblastiach počítačových sociálnych sietí – v tom je ich aktualita aj možnosť neustáleho preverovania.

MAG. ARCH. KRISTÍNA RYPÁKOVÁ

KATEDRA ARCHITEKTONICKEJ
TVORBY
VYSOKÁ ŠKOLA VÝTVARNÝCH
UMENÍ V BRATISLAVE

Hviezdoslavovo námestie 18
814 37 Bratislava
rypakova@vsvu.sk

Štúdia je časťou autorkinej dizertačnej práce na tému „Ne/matematické prototypy a typológie“ vypracovanej na Katedre architektonickej tvorby Vysokej školy výtvarných umení v Bratislave.

- 1** Dizertačná práca, z ktorej táto štúdia vychádza, skúma spôsoby matematizácie architektúry a jej zápisov vo vzťahu ku generatívnym postupom navrhovania a k vytváranej forme. Formuluje autorské vymedzenia predstavy a pojmu matematizovateľnosti architektúry. Na príkladoch formuluje hypotézy týkajúce sa postupov navrhovania a navrhovaných foriem aj to, ktoré aspekty pritom ostávajú mimo procesu matematizácie a stávajú sa tak nematematizovateľnými, čím vznikajú nové (stabilné, nestabilné, kinetické) prototypy architektonických diel testované na celej škále od digitálneho návrhu až po výrobný proces a následnú analýzu.
- 2** Matematizácia – formulovanie abstraktného modelu opísaného pojmami matematiky.
- 3** Geometrizácia – formulovanie abstraktného modelu opísaného pojmami geometrie.
- 4** Doktorská práca nachádza analógie postupov matematizácie v samotnom procese navrhovania a teórie Christophera Alexandra so zásuvným modulom Grasshopper pre nurbsový modelovací program Rhinoceros 3D, navrhnutý americkou asociáciou Robert McNeel & Associates, ktorý umožňuje parametrizovaný zápis postupov navrhovania foriem.
- 5** Tvorba Christophera Wolfganga Alexandra, tvorcu rakúskeho pôvodu narodeného vo Viedni, ktorý v cambridgeskej Trinity College študoval chémiu, fyziku a matematiku, operuje na poliach architektúry, matematiky, informatiky a ďalších vied. Alexander absolvoval bakalárske štúdium v oblasti architektúry vo Veľkej Británii a získal magisterský titul z matematiky. Doktorát z architektúry obhájil na Harvarde. Pôsobil ako profesor architektúry na univerzite v Berkeley (USA, California, od roku 1963), kde v roku 1967 založil Centrum pre environmentálnu štruktúru/Center for Environmental Structure. Popri rozsiahlej pedagogickej činnosti navrhol a stavebne zrealizoval okolo 200 projektov na celom svete.
- 6** ALEXANDER, Christopher. *Patterns in Architecture*. [cit. 29. 12. 2015]. Dostupné z: <https://bit.ly/zuutVoh>.
- 7** Alexandrov pojem „Pattern Language“ možno voľne prekladať ako jazyk vzorcov, vzorov, modelov, šablón, hypotéz... Ide o „nepreložiteľnú“ komplexitu významov.
- 8** Preklad autorka, originálne znenie: “It is shown there, that towns and buildings will not be able become alive unless they are made by all people in society, and unless these people share a common pattern language, within which to make these buildings, and unless this common pattern language is alive by itself.” ALEXANDER, Christopher, ISHIKAWA, Sara a SILVERSTEIN, Murray, 1977. *A Pattern Language*. Towns, Buildings, Construction. New York: Oxford University Press. s. x.
- 9** Preklad autorka, originálne znenie: “But in our time the languages have broken down. Since they are no longer shared, the process which keep them deep have broken down: and it is therefore virtually impossible for anybody, in our time, to make a building alive.” ALEXANDER, Christopher, 1979. *The Timeless Way of Building*. New York: Oxford University Press, s. 225.
- 10** Alexander, Ch., 1979, s. 187.
- 11** Preklad pojmu *pattern* nemá ustálenú komplexnú podobu. Preklady v slovenskom a českom prostredí variujú od pojmov *vzor*, *vzorok*, *vzorec*, *model*, *obrys* až po pojem Ivana M. Havla *patrnost*. Pozri v MITÁŠOVÁ, Monika. 2014. *Zovšeobecniteľná teória navrhovania Christophera Alexandra. Prínosy a limity – na príklade Pattern Language* (habilitačná prednáška). Praha: ČVUT, s. 15.
- 12** Alexander, Ch., Ishikawa, S. a Silverstein, M., 1977.
- 13** Preklad autorka, originálne znenie: “Each pattern describes a problem, which occurs over and over again in our environment, and then describes the core of the solution to the problem, in such a way that you can use this solution a milion times over, without ever doing in the same way twice.” Alexander, Ch., Ishikawa, S. a Silverstein, M., 1977.
- 14** Alexander označuje jazyk *pattern* a *pattern* v angličtine neurčitým členom „a“ – nejaký, akýkoľvek *pattern*. (A *pattern language*, a *pattern*).
- 15** Preklad autorka, originálne znenie: “These patterns of events are always interlocked with certain geometric patterns in the space.” Alexander, Ch., 1979. s. 75.
- 16** Prekladový slovník anglického jazyka. [cit. 5. 1. 2015] heslo: *pattern*. Dostupné z: <https://bit.ly/2RiBGsQ>.
- 17** Online etymologický slovník. [cit. 4. 1. 2015] heslo: *pattern*. Dostupné z: <https://bit.ly/2A6oD39>.
- 18** Tamže.
- 19** Tamže.
- 20** Vďaka voľne prístupnému zdrojovému kódu evolúciu formujú i nesystémové exteriórne aspekty.
- 21** Preklad autorka, originálne znenie: „Patterns are guides that serve as samples to create objects. (...) Today, patterns are open matrixes, rather than closed templates. No longer “samplers” reproduced to (re)produce models, but rather logics of basic information. By extension, patterns are evolutionary grids, at once normed and flexible.“ GAUSA, Manuel, GUALLART, Vincente et al., 2003. *The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture*. City, technology and society in the information age. Barcelona: ACTAR, s. 475. Heslo: *patterns*.
- 22** Typ vzniká ustálením *patternu* v architektonickom diele.
- 23** Atyp je nielen opakom, ale aj doplnkom typu (preklad do angličtiny je možný ako adj. *atypical* resp. *non-typical*).
- 24** Prototyp je prvá podoba formy, ktorej vlastnosti (parametre) sa idú testovať a predchádza procesu ustálenia typu – typizácii. V prípade Christophera Alexandra sú vzťahy medzi invariantmi opakovane vyhodnocované pre každé riešené prostredie tak, aby s ním spolupôsobili.
- 25** ALEXANDER, Christopher, 1964. *Notes on the Synthesis of Form*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- 26** Predmetom výskumu vedy nazvanej mereológia (teória množín) sú vzťahy častí k celku a vzťahy častí k sebe navzájom v rámci celku.
- 27** Prvý „strom vedomostí“ (z angl. „tree of knowledge“) sa prisudzuje katalánskemu spisovateľovi Ramonovi Llullovi na sklonku 13. storočia. Postup zapisovania poznatkov akýchkoľvek diskurzov z akýchkoľvek oblastí poznávania prostredníctvom štruktúr vetvenia a stromových schém so zámerom vytvoriť univerzálnu metódu (najmä taxonomické delenie) rozpracoval logik a pedagóg francúzskeho pôvodu Pierre de la Ramée. Pozri v CARPO, Mario, 2017. *The Second Digital Turn in Architecture*. Design Beyond Intelligence. Cambridge, MA: The MIT Press, s. 26 – 27.
- 28** Pozri príklady uvedené v práci Mitášová, M., 2014.
- 29** Preklad autorka, originálne znenie: “A collection of sets forms a tree if, and for any two sets that belong to the collection, either one is wholly contained in the other, or else they are wholly disjoint.” ALEXANDER, Christopher, 1965. *A City is Not a Tree*. s. 5 [cit. 27. 12. 2015]. Dostupné z: <https://bit.ly/2Dv2Fx7>.
- 30** Angl. slovom *overlapping* sa myslí prienik množín. $A \cap B$.
- 31** Preklad autorka, originálne znenie: “A collection of sets forms a semi-lattice, if and only if when two overlapping sets belong to the collection, then the set of the elements common to both also belongs to the collection.” Alexander, Ch., 1979, s. 4.
- 32** Preklad autorka, originálne znenie: “The idea of a diagram or pattern is very simple. It is an abstract pattern of physical relationships, which resolves a small system of interacting and conflicting forces, and is independent of all other forces, and of all other possible diagrams.” Alexander, Ch., 1964. Preface.
- 33** ALEXANDER, Christopher. *Patterns in Architecture*. [cit. 29. 12. 2015]. Dostupné z: <https://bit.ly/zuutVoh>.
- 34** Preklad autorka, originálne znenie: “... the cycles of correction and recorection, which occur during adaptation, are restricted to one subsystem at a time.” Alexander, Ch., 1964., s. 43.
- 35** Alexander nazýva vytvorenú formu prototypom.
- 36** Preklad autorka, originálne znenie: “Misfit is a condition of the ensemble as a whole, which comes from the unsatisfactory interaction of the form and context.” Alexander, Ch., 1964, s. 96.
- 37** SCHEURER, Fabian – STEHLING, Hanno, 2011. *Lost in Parameter Space?* In: *Architectural Design*. Mathematics of space, **81(4)**, s. 75.
- 38** Viac pozri Carpo, M., 2017.
- 39** Taliansky historik a teoretik Mario Carpo upozorňuje, že matematické abstrakcie (vzorce a *patterny*) na jednej strane poskytujú postupy uchopujúce komplexitu a prostriedky napríklad zabezpečujúce i neskúseným pracovníkom dospieť k rovnakým záverom a výsledkom, logika matematických modelov však nekorešponduje s ideou *Big Data*, pretože abstrahuje a komprimuje informácie a nevie pracovať s premennými vlastnosťami. Limity matematizácie a mieru abstrahovania stanovuje i samotný jazyk a dostupné prostriedky matematiky. Viac v Carpo, M., 2017, s. 48 – 52.
- 40** Preklad autorka, originálne znenie: “...change only become significant at that moment when a failure or misfit reaches critical importance – at that moment, when it is recognized, and people feel the form has something wrong with it. (...) to consider culture as changing in discrete steps.” Alexander, Ch., 1964, s. 44.