

# Chaotické štruktúry

Skrytá logika emergentných systémov na platforme parametrického navrhovania architektúry

Michal Valúšek

Identifikácia, definovanie, hodnotenie a kritizovanie východiskových pojmov alebo princípov chaosu a hľadanie analógie výskytu chaotických štruktúr v exaktných vedách, umení (literatúra, hudba, film) a následne v architektúre poskytne vstupnú platformu pre oporné body k pochopeniu experimentálneho výskumu tvorby chaotických systémov v architektúre. Projekt sa snaží byť nielen teoretickou prácou, ale najmä cenným materiálom s ukázkami prototypov algoritmov riešiacich určité problémy v rámci parametrického navrhovania chaotických štruktúr v architektúre s možnosťou ich ďalšej editácie.

Forma a chaos, poriadok a zmätok, determinizmus a náhoda sú ako neustáli rivali bojujúci o hegemoniu v nekonečnej aréne nášho sveta. Príroda ako neuveriteľný rezervoár inšpirácií nám pritom sústavne predkladá groteskné až bizarné turbulentné fazóny a roky sa v nich tak pokúšame nájsť príklady modelov či určité paralely, ktoré by sme mohli klasifikovať a pochopiť. Takmer počas celej svojej existencie sa potom práve len človek usiluje zaviesť poriadok do nesystematického či nepravidelného sveta a to čomu nerozumie, často diletantsky ignoruje alebo ľahkovážne opovahuje. Súčasný človek vyzbrojený počítačom začína vyzývať toto zdanivo náhodné kráľovstvo chaosu a opisuje vzťahy, kde jedinými opornými formami sveta sú tie, ktoré sám vytvoril. Z tejto výzvy sa tak vynára nová veda sľubujúca excerptovať nekonečnú komplexnosť týchto dynamických polí. Veda produkujúca novú geometriu a prekvapivý paradox, že dokonca aj v chaoze existuje poriadok. Veda, ktorá posúva naše myšlenie ďaleko za hranice konvenčnosti.

Teória chaosu. Približne 60 rokov od jej vzniku, výskumom počasia<sup>1</sup>, obrátila takmer všetko konvenčné v čo sme verili a v čo sme chceli veriť. Pritom stále čím ďalej, tým viac rezonuje a svet ju vníma súčasne ako netradičnú, ale bezpochyby komplexnú vedu o skutočnej povahе sveta. Pre niektorých je táto paradigma chaosu príliš pesimistická alebo v krajnom prípade anarchická, avšak mnoho z nás ju víta s okázalým nadšením ako určitý posun a nový myšlienkový smer. Celá príroda je pritom riadená akýmsi emergentným prúdom zdanivo usporiadanej, ale ľahko opísateľného samoorganizovaného chaosu udalostí na platorme vývoja a toku života. Koniec koncov, prečo sa nám zdá byť všetko, čo vytvorila príroda estetické, aj napriek tomu, že svoje nezvyčajné tvary vytvorila

pod šatkou chaosu a náhody? Niekomu sa môže zdať, že táto teória neprináša nič nové, že všetko relatívne funguje a samotný chaos bol len počiatkom všetkého pôvodného. Jedno je však jasné, tento nový smer so sebou prináša nebývalé viacobzorové rozpätie, s akým o jednotlivých témach uvažuje a skutočnosť, že k svojim tvrdeniam prikladá striktne vedecké skúmania.

Teória chaosu sa stala ikonou, pojmom a novou vednovou disciplínou zaobrajúcou sa systémami, pri ktorých „[...] aj najmenšie zmeny v chaotickom systéme vedú k veľkým a dokonca aj kvalitatívnym zmenám v správaní, a môžu tak viesť k ďalšiemu vývoju“<sup>2</sup>, takže ich správanie nie je dlhodobo predpovedateľné. Inak povedané, chaos neznamená zmätok alebo neporiadok, ale chaotické systémy sú len zložito usporiadane štruktúry, ktorým nerozumieme, alebo si nevieme svojím konvenčným myšlením predstaviť proces ich vzniku a tvorby. Jednoducho, kapacita nášho mozgu je limitovaná a pri takých zložitých systémoch, akými sú napríklad počasie, fraktály alebo tekuté architektonické figúry či nekonvenčné výzie urbanistických projektov nových miest, nemôže nikto predvídať, ako sa bude takto mnohovrstvový systém vyvíjať vzhľadom na čas a veľké množstvo činiteľov, ktoré ho rozhýbu. Chaos je preto len zdanivo náhodná dynamika, ktorá je v skutočnosti generovaná z deterministických systémov. Ťažiskovou tému potom ostáva uvažovanie o reálnom svete ako o nelineárne, nespojite a náhodne sa správajúcim dynamickom systéme, pri ktorom je spôsob, akým sa teória chaosu stavia k náhode akousi jej skrytou zložkou. Pre takýto systém tak na jednej strane môže náhoda znamenať určité „vybočenie či poruchu sústavy“, ktorú by bolo možné odstrániť zdanivo chybou konštantou a je niečím, čo môže postupne premeniť existujúci systém pravidel novou sústavou. Analogickým protipólom je potom i hľadanie významu náhody súčasne v zdanivo neopísateľnej a ľahko uchopiteľnej súčasti určitého systému, ktorá však prečo už nie je len akýmsi „šumom či chybou“, ale skrytým princípom jeho samoorganizácie a samohybnej silou emergentného vývoja jeho stavov. Podobne aj udalosti v našej mysli vznikajú spôsobom istej dezorganizácie, sú nepredpovedateľné a vynárajú sa náhodne, bez príčiny. Evolučne sa potom ovplyvňujú a tvarujú v zdanivo jasnom systéme, ale predsa len chaoticky. „Skrátka,

všetko so všetkým súvisí, nič a nikto nie je stratený (Motýľí efekt).<sup>3</sup>

Prečo by potom i architektúra vo svojej zložitosti tvarov, dispozícii či rastrov nemohla čerpať z tejto studne nových myšlienok a popustiť tak uzdu v nonkonformnom chápaniu sveta? Usilujme sa viac preniknúť do sveta chaosu so snažením porozumieť procesom jeho vzniku, a najmä s hľadaním významu aplikovania jeho princípov aj v architektúre. Skrátka, podobne ako v prírode, tak aj v architektúre sa **pokusme vidieť v strome skutočne živý strom** a to i vrátane všetkých vplyvov, ktoré naň pôsobia a ktoré on späťne ovplyvňuje. Základom každého systému poznania je predovšetkým vzťah človeka k nemu, snaha porozumieť mu a zobrať si z neho to najdôležitejšie. Odtrhnime sa od vžitých pohľadov na architektúru a hľadajme cestu v hlbšom poznaní súvislostí a príčin.

#### Počítač a jeho jazyk ako hlavný katalyzátor opisujúci logiku chaosu

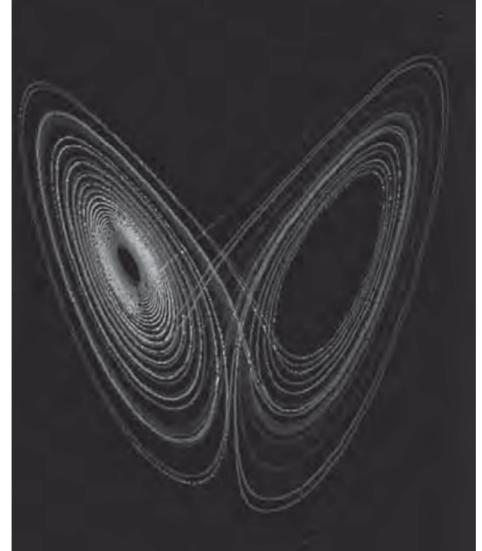
Skrýté princípy zložitých polí chaosu na platorme algoritmickej architektúry a konkrétnie techniku *skriptovania*<sup>4</sup> sa pri svojom terajšom výskume pokúsí využiť práve na generovanie zložitých štruktúr, ktorých priebeh alebo proces vzniku si nedokážeme predstaviť alebo nakresliť. Stotožnenie sa s poznatkami teórie chaosu je potom pre bádanie v rámci architektonických foriem generovaných pomocou aplikovania vysoko logického a previazaného systému programovania klúčové. Už prvé počítače (napr. ENIAC)<sup>5</sup>, skúmanie takýchto systémov uľahčujú markantrým zrýchlením procesov tvorby a poskytujú náhľad na výsledky zložitých matematických iterácií. Jedným z prvých a asi najvýznamnejších progresívstiev, keď bol počítač použitý na simulovanie vývinu určitej sústavy (konkrétnie Royal McBee LPG-30), bol Edward Lorenz, ktorý výskumom atmosféry dokázal, prečo je prakticky nemožné urobiť nejakú dlhodobú predpoveď počasia. Pri jeho výpočtoch sa ukázalo, že aj minimálne zmeny počiatocných fáz vedú k výrazne odlišnému stavu počasia v budúcnosti. „Z celkom malých odlišností východísk tak vznikol obrovský rozdiel ich ďalšieho osudu. Takáto extrémna citlivosť je charakteristickým znakom chaotických dynamických systémov“<sup>6</sup>, podobne ako je i počasie. Lorenz vytvoril dôležité pojmy, akými sú **efekt motýľich krídel**

podľa ktorého, „môže vyvolať mávanie krídel motýľa v Amazonskom lese hurikán v Karibiku. [...] Spúšťačom by však mohol byť aj iný proces, ako je zvuk flauty na brehu Ria de Janeiro alebo také niečo...“<sup>7</sup> Ďalej je to **Lorenzov atraktor**, ktorého obrazce „... pozostávajú z dráhy. Jedna trajektória je kombináciou po sebe idúcich bodov v priestore (stavy systému). Pre podivné atraktory sa trajektórie nikdy nevrátia späť do toho istého bodu v priestore.“<sup>8</sup> Predstavujú tak bod so zdanlivou pravidelnou dráhou, ktorú sice stále približne opakuje, ale nikdy neprejde po tej istej. Je tak uvázený na nekonečne dlhej a neperiodickej línií znácej práve ako podivný atraktor.

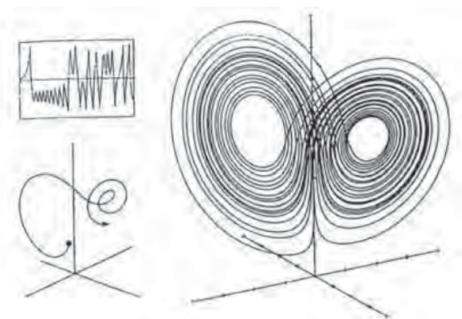
Obrovský krok v pochopení chaosu pomocou počítačovej geometrie má následne i fraktálna **Mandelbrotova množina**<sup>9</sup> označovaná za ikonu chaosu. Počítač je potom naším mikroskopom pri ceste po nespočetných vrcholkoch tejto počítačovej množiny, kde pri ľubovoľnom priblížení vidíme nekonečnú zložitosť tvaru a podrobnosti.

#### Paralely na poli architektúry

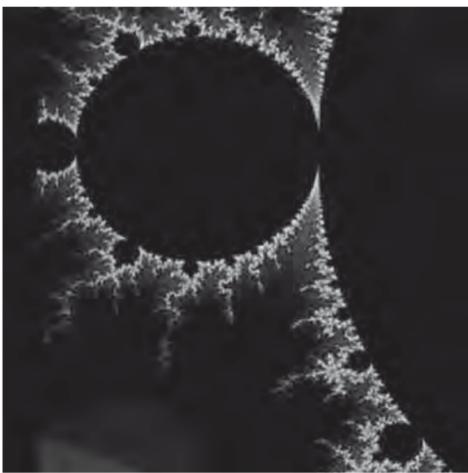
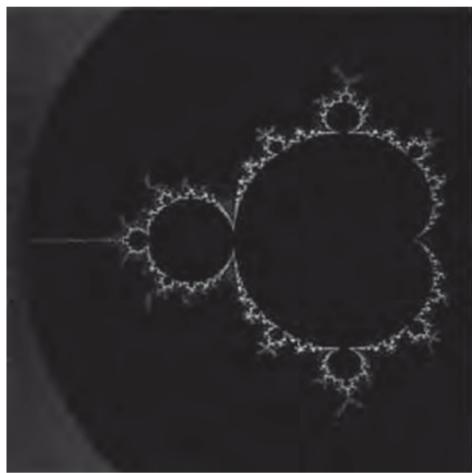
Je vôbec možné nájsť adekvátnie paralely princípov **chaosu na platforme architektúry** a dajú sa tieto poznatky využiť v procese tvorby architektonických štruktúr, figúr či urbanistických polí? Počítačová matematika a geometria sa už roky snaží odpovedať na otázku významov chaotických systémov, princípov ich dynamického toku v priestore alebo vzniku tektúr polí hľadaním uchopiteľných deterministických východísk ako vstupných parametrov celkového dizajnu. **Parametre ako veličiny** potom charakterizujú tento systém alebo stav v samotnom procese tvorby a predstavujú práve tak vlastnosť, ako aj charakteristické hodnoty či veličiny riešeného problému. Stanovia sice počiatocné fázy a určia oscilovanie výslednej formy v priestore, ale vzhľadom na množstvo parametrov a atraktorov – „hýbačov“ (podobne ako v počasí), nedokážeme presne predpovedať, ako na seba budú pôsobiť, aký bude priebeh ich vývoja a ako sa celkovo daný systém vyvinie. Pri experimentálnom skúmaní chaotických štruktúr na poli architektúry je preto mimoriadne cenným nástrojom práve sila počítačových výpočtov, ale najmä primeraný **cit architekta**. Môže byť potom výraz „softvérový architekt“, práve analógiou opisujúcou užitočné skúbenie moci počítača a súčasne **citu architekta**?



Ako Lorenz vypočítal, niektoré premenné, ktoré opisujú zmeny systému počasia, že aj malé rozdiely v údaji o počasí, na ktorom stal sa jeho model, ukazujú veľmi odlišné dlhodobé predpovede.



Lorenzov-Atraktor (Glück, 1988, S.47) Podivné atraktory opisujú systém, ktorého správanie sa nikdy neopakuje, je vždy nepredvídateľné a pritom paradoxne vždy sebe-podobné.



Iteráciou bodov medzi bodmi Mandelbrotovej množiny môžu v danom rozsahu prenikať do ľahších vrstiev množiny. Pretože je medzi dvoma bodmi nekonečný počet ďalších bodov, detaily Mandelbrotovej množiny sú nekonečné – mimoriadne zložité pobrežia.

### Technika skriptovania a „parametricizmus“

Skúste sa zamyslieť, čo všetko musí urobiť počítač a ako sa vyťaží jeho procesor, keď len uchopíte myš, pohnete ňou na ploche z miesta na miesto a dvakrát ľavým tlačidlom kliknete na zložku, ktorá sa následne otvorí. Omnoho menej by sa procesor vytážil, keby ste tento jednoduchý úkon napísali pomocou písaného kódu počítačového jazyka, respektívne ho naskriptovali (napr. pomocou jazyka Visual Basic, ktorým bol mimochodom napísaný aj Windows). Počítač tak nemusí spracúvať žiadne z povelov ako v prvom prípade, ale zložku rovno otvorí. Analogicky nám potom práve technika skriptovania dovoľuje vo väčšej miere užiť výkon počítača práve na zložité organizácie foriem a štruktúr v priestore. Prichádza nová vlna v sfére architektúry, ktorú Patrik Schumacher nazval a prezentoval na Bienále architektúry 2008 v Benátkach ako nový štýl po moderne „Parametricizmus ako štýl.“<sup>10</sup>

Ako sám hovorí vo svojom parametrickom manifeste: „Tento rozvoj bol podporovaný vývojom nástrojov a skriptov parametrického navrhovania, ktoré umožňujú presnú formuláciu a uskutočnenie spletitých korelácií medzi elementmi a subsystémami. [...] Parametricizmus môže existovať iba cez sofistikované parametrické techniky. Nakoniec, výpočtovo pokročilé dizajnové techniky ako skriptovanie, (v Mel-scripte alebo Rhino-scripte) a parametrické modelovanie (s nástrojmi ako Generative Components alebo DP) sa

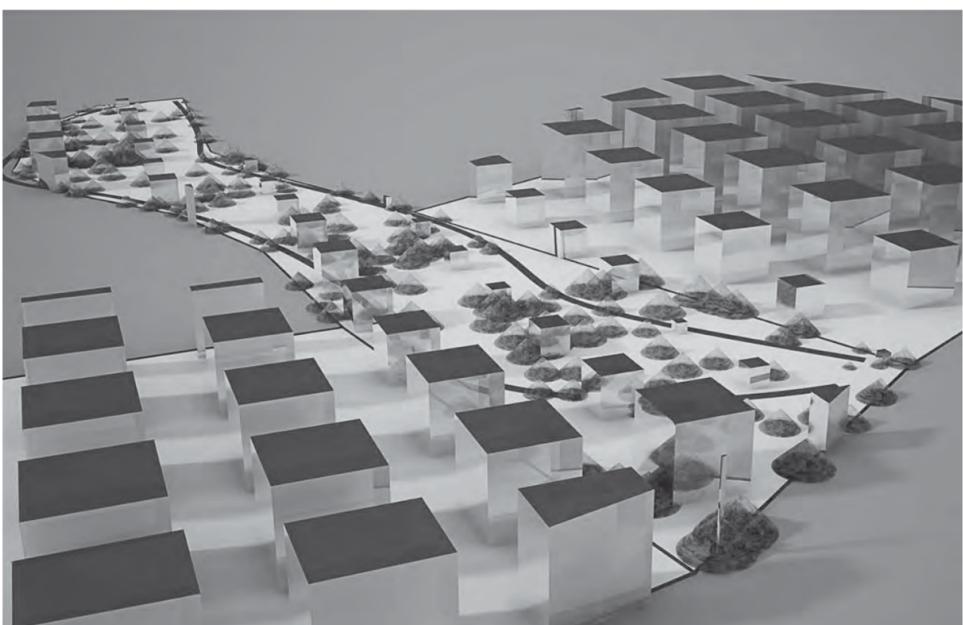
stávajú prenikavou realitou. Dnes je nemožné súťažiť so súčasnou avantgardou scénou bez zvládania týchto techník.“<sup>11</sup>

Po aplikovaní jednej z častí Schumacherovho parametrického manifestu hovoríacej o vrstvení jednotlivých analýz som práve pomocou sofistikovanej techniky skriptovania v softvéri Rhinoceros (plugin Grasshopper) využil výkon počítača na previazanie veľkého množstva bodov za spolupôsobenia viacerých „atraktorov“ v prostredí.

Výsledky sú zhromadením určitých analýz, ktorých výsledné formy sú dôsledkom viacerých integrujúcich súčasných polia ako modulácie necharakterizujúcej rozpad poriadku, chaos, ale zhromadené zložité matematické opakovania a informácie z analýz. Predstavujú plynulo sa premieňajúce polia parametrických figúr produkujúce súvislé urbánne efekty.

Inšpirujme sa náhľadmi, ako sa daná zložitosť architektonického rámca bude správať a neskládime do bizarných tvarov, ktoré nám pokrokové dizajnové techniky prvoplánevo ponúkajú. Kedže ani za pomocou počítača nemôžeme nikdy vytvoriť ideálnu architektúru či mesto, vzhľadom na ten najpodstatnejší faktor, ktorý sa nedá nikdy zdigitalizať a softvérovo započítať. a tým je človek, ako „ľudské bytie“ so svojimi emóciami, cítením a individuálnym vnútorným charakterom.

Parametrický systém – Grafické skriptovanie pomocou plugin Grasshopper





Takéto interiéry sú vizuálne nekonečne hlboké kŕdlo  
tvarosloví splývajúcich s dynamikou kŕdľov ľudských tiel.

## Problematicosť v rámci parametrického navrhovania

Existuje obrovský rozdiel medzi architektúrou virtuálne fantastických tvarov vznikajúcich na monitoroch počítačov a realizáciami vychádzajúcimi z týchto obrázkov. Vzniká kvantum nezmyselných niekedy až „digitálne erotických tvarov“, ktoré sú iba symbolom algoritmov generovaných softvérm, ktorým chýba podstata. Kritický postoj k digitálnemu navrhovaniu a novej odnože architektúry napríklad Vladimír Šimkovič opisuje v zborníku *Digitálna architektúra fa stu 2009* takto: „Často sa jej vyčítia individuálnosť, svojvoľnosť, finančná náročnosť realizácie (neprístupnosť pre bežného človeka) ako aj urbanistická extrémnosť (konflikt s prostredím). Pre jej vnímanie je potrebná iná senzibilita, ako pre bežne zrozumiteľné stavby. [...]. Náhly pocit tvorivej slobody, ktorý so sebou prináša, však nesie aj nebezpečenstvo chaosu, bezúčelnosti, dezorientácie a až únavy z presýtenia, pretože spoločné pravidlá organizácie hmotového prostredia sú oslabené. Je možné vyjadriť akúkoľvek ideu, akoukoľvek formou, akúkoľvek technológiou.“<sup>12</sup> Nenechajme sa preto zviesť, ale kultivovaným spôsobom prispievajme k novému charakteru architektúry a hľadajme primerané využitie a aplikácie non-komformných štruktúr v architektonickej tvorbe.

Problematickým v rámci parametrického navrhovania, respektíve navrhovania pomocou sofistikovanej techniky skriptovania býva aj slovník. Niektorým sa určité slovné spojenia môžu javiť cudzie či ľahšie pochopiteľné a na poli novo nastoleného diskurzu sa budú musieť legitimizovať. Dôvodom je krátky časový horizont vplyvu digitalizácie v architektúre navrhovanej pomocou algoritmov určitého skriptovacieho jazyka alebo texty zaobrajúce sa len čiastkovými problémami. Podobne ako povedal architekt Liu Yu-Tung na konferencii Feidad Award, 2007: „Digitálna architektúra bude novým vekom, ak bude mať dosah na celú šíru architektúry, ale aj na hodnotový systém (čo je dobré) a bude tvoriť novú estetiku (čo je pekné). Časovo ide o viac ako o 30 rokov.“<sup>13</sup> Vek digitálnej architektúry sa len napĺňa.

Cielénym využitím tejto nekonvenčnej techniky sa konečne pokúsme osloboodiť od prednastavených ikon grafických rozhraní počítačov, ktoré nás svojimi naprogramovanými funkciemi môžu zavádzat či zbytočne spomaľovať pamäť počítača, výkon ktorej je mimoriadne dôležitý i pri simulovaní generácií

chaosu. Vytvorením prototypov počítačových skriptov s možnosťou ich ďalšej editácie či rozvoja tak možno dokážeme opísť, identifikovať či kritizovať skryté princípy chaosu alebo logiku jeho emergentných polí v architektúre, ktoré dokážeme len ľahko nakresliť alebo si ich predstaviť. Zámerom nie je dokázať, že architektúra je chaotická, ale snaha zmysluplnie zužitkovať skutočné pravidlá povahy sveta a hľadať adekvátné princípy uplatnenia matematiky, počítačovej logiky a geometrie na platforme architektonickej tvorby.

Nie neprirodok ani anarchia, ale nonkonformné chápanie extrémne dynamickej architektúry ako „kříženca priestoru a nových ideí“ určitých chaotických či emergentných štruktúr, ktoré sú výzvou pre súčasné konvenčné chápanie priestoru.

<sup>1</sup> Edward Lorenz – americký matematik a meteorológ, ktorý pomocou počítačovej simulácie predpovede počasia v roku 1959 – 1961, dokázal, že aj celkom malé rozdiely v takom dynamickom a zložitom systéme, ako je napríklad počasie, môžu viesť k obrovským zmenám, a preto nie je ich správanie možné predpovedať dlhodobo.

<sup>2</sup> MÜLLER, Karl-J.: Chaos und Zufall. Hausdruckerei der Johannes Gutenberg-Universität Mainz Umschlag und Fertigstellung. Fritz Druck, Wiesbaden 1993, s. 13.

<sup>3</sup> MÜLLER, Karl-J.: Chaos und Zufall. Hausdruckerei der Johannes Gutenberg-Universität Mainz Umschlag und Fertigstellung. Fritz Druck, Wiesbaden 1993, s.12.

<sup>4</sup> „Skriptovaním nazývame vytváranie krátkych programov, ktoré sú vytvorené v textovej podobe a spúštané pomocou interpreta, a ktoré dokážu zautomatizovať často vykonávané operácie.“ Skriptovanie [online]. [cit. 2010-10-24]. Dostupné na internete: <[http://www.spsepn.edu.sk/skola/pl\\_info/studium/ucebtext/cvic\\_ele/eps/cvic\\_eps/skriptovanie.htm](http://www.spsepn.edu.sk/skola/pl_info/studium/ucebtext/cvic_ele/eps/cvic_eps/skriptovanie.htm)>

<sup>5</sup> ENIAC – Elektronical numerical integrator and calculator alebo Eniac, ktorý vyuvinul v r. 1946 JOHN, W.: Mauchly a J. Presper Eckert. Prvý plne elektronický počítač použitý na určenie výpočtov balistických tabuľiek.

<sup>6</sup> Briggs, J.: Chaos – Neue Expeditionen in fraktale Welten. Aus dem Amerikanischen übersetzt von Friedrich Giese, Karlheinz

Dürr, Ulrich Mühr und Barbara Schweighofer. Druck und Bindung: Praest N. V., Turnhout. Belgium 1993, s. 18.

<sup>7</sup> MÜLLER, Karl-J.: Chaos und Zufall. 1993, s. 13.

<sup>8</sup> MÜLLER, Karl-J.: Chaos und Zufall. 1993, s. 47.

<sup>9</sup> Mandelbrotova množina – jeden obrázok zložený z nekonečného sveta čísel zvaného počítačová fraktálna geometria. BRIGGS, J. Chaos – Neue Expeditionen in fraktale Welten. Aus dem Amerikanischen übersetzt von Friedrich Giese. 1993, s. 73 – 82.

<sup>10</sup> SCHUMACHER, Patrik: Parametricism as Style – Parametricist Manifesto. [online]. London 2008. Presented and discussed at Dark Side Club1, 11th Architecture Biennale, Venice 2008. Dostupné na: <<http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20as%20Style.htm>>

<sup>11</sup> SCHUMACHER, Patrik: Parametricism as Style – Parametricist Manifesto. [online]. London 2008. Presented and discussed at Dark Side Club1, 11th Architecture Biennale, Venice 2008 [cit. 2010-09-12]. Dostupné na: <<http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20as%20Style.htm>>

<sup>12</sup> Digitálna architektúra fa stu 2009. Bratislava, STU 2009, s. 11.

<sup>13</sup> LIU, Yu-Tung: The Philosophy of Digital Architecture. The Feidad Award. [online]. Graduate Institute of Architecture, NCTU, Taiwan. 2009. [cit. 2010-12-12]. s. 2. Dostupné na: <<http://architettura.supereva.com/extended/20060513/index.htm>>