

FLOW SMART MATERIALS AND APPLICATIONS

Miloš Florian

Ústav modelového projektování_MOLAB, Fakulta architektury ČVUT
florian@fa.cvut.cz

Digitálně-řízená revoluce, která se nastartovala již před několika lety, už pomalu přestává být převratem, ale stává se běžnou realitou. Dnes už téměř každé technické zařízení – stavby, letadla, auta, vlaky, lodě, telefony, computery, tablety – obsahují digitální hardware, software a jsou připojeny ke globálním sítím. Po každé revoluci nastává období stabilizace, tak nás to učí teorie. Doba se ale obecně zrychluje natolik, že už na nějaké delší stabilizované období nemáme zkrátka čas. Digitálně-řízené revoluci dýchá na paty *kyber-fyzická revoluce*, která dělá z inteligentních zabudovaných systémů *kyber-fyzické systémy*, existující v takzvaném *kyber-fyzickém prostoru*. Kyber-fyzický prostor je takový, ve kterém spolu nejen jednotlivé komponenty, ale i data a informace komunikují samy prostřednictvím internetu a v podstatě už k tomu člověka s mírnou nadsázkou ani nepotřebují. Komponenty, které jsme vymysleli a vyrobili, se tedy mohou směle připojit, propojit a začít žít vlastním samostatným životem. To si jen těžko dokážeme představit. Jisté je, že internet a světová síť *World Wide Web* si budou v reálném čase uvědomovat skutečný svět. Hranice mezi skutečným a virtuálním se začíná vytrácet. Řízení nejen výroby, ale například i fungování staveb, dopravy i distribuce energie se decentralizuje a stává se absolutně flexibilním, stejně tak jako nakládání se znalostmi a zvládání problémů. Většina aplikací, které byly dosud výhradně nainstalovány na počítačích, se přesouvají na *cloudy*. Cílem je propojit procesy i lidi do jediného funkčního „organismu“, který bude „živě“ komunikovat se svým okolím.

V současnosti proto značná část odborníků upíná pozornost k *internetu věcí*, který by měl, laicky řečeno, umožnit elektronickou komunikaci s předměty běžné potřeby. V budoucnu by mohl tento nástroj kromě jiného pomáhat i se sledováním tepu velkoměst, mohl by usměrňovat hustotu dopravního provozu a zajišťovat úsporný provoz staveb. Na architekturu, urbanismus a chytrá města se pohlíží jako na multifunkční *dynamické systémy*.

FLORIAN STUDIO | STUDENT WORK se proto zaměřuje na:

INOVATIVNÍ KONSTRUKČNÍ SYSTÉMY ■ CHYTRÉ MATERIÁLY ■ SKLO JAKO KONSTRUKČNÍ MATERIÁL ■ ENERGETICKY ÚČINNÉ BUDOVY ■ CAD/CAM A CAD/CAE TECHNOLOGIE ■ AUTOMATIZACI A ROBOTIZACI ■ DIGITÁLNÍ TOVÁRNY ■ BIM/PLM SPRÁVU ŽIVOTNÍHO CYKLU ■ KVANTOVÉ SYSTÉMY ■ NANOTECHNOLOGIE.

INOVATIVNÍ KONSTRUKČNÍ SYSTÉMY

Není pochyb o tom, že architektura prochází radikálním posunem paradigmatu. Považha tohoto posunu je však mnohotvárná, což zahrnuje četné různorodé trendy, často zdánlivě vzájemně nesouvisející. Nicméně se zdá, že existuje jeden společný jmenovatel pro všechny souběžné vývoje, které hluboce ovlivňují současnou architekturu. Ať už se díváme na rostoucí význam udržitelnosti, globalizace, dostupnosti nových materiálů a technologií, nový vývoj v projektování s pomocí počítače, kulturní a společenské změny nebo na vzrůstající potřebu stavební přizpůsobitelnosti a kustomizace, uvědomujeme si, že všechny tyto nové trendy se v mnoha ohledech, přímo nebo nepřímo, vztahují k jednomu jevu: probíhajícímu rychlému a vsudypřítomnému vývoji v informační technologii. Tento vývoj skutečně přeměnil naši civilizaci a kulturu v posledních desetiletích. Informační technika až do dnešní doby označila svou přítomnost téměř v každé oblasti našeho života, přičemž architektura jako jeden z mála oborů zůstala relativně nedotčena. I když je nepochybně široce přítomna v architektuře, je digitální technika obvykle pocítována jako dodatky k budovám spíše než jako vrozené složky architektonických vlastností. Teprve nyní si architekti, beroucí si inspiraci z jiných oborů, začínají postupně uvědomovat, že použití informačních technologií může vést k opětovnému ustavení hlavních kvalit zastavěného prostředí, a tak i k rozvoji nového, zcela bezprecedentního druhu architektury: aspektem architektonického projektování je úzký vztah a vzájemná závislost mezi stavebními prostory a jejich uživateli. Architektura by měla být chápána a projektována ve všech svých aspektech jako *interaktivní*.

Interaktivita sama o sobě je termín široce používaný v běžném jazyce a široce nadužívaný v současné kultuře, zvláště v kontextu s digitálními produkty a službami. Protože interaktivita ve své podstatě je komunikační proces (a výsledek řetězce následných akcí komunikujících entit), je důležité odlišit ji od jiných komunikačních postupů, jako jsou jednosměrná nebo reagující komunikace. Při jednosměrné komunikaci není možná žádná odpověď na poslanou zprávu, zprávy se posílají v obou směrech, ale nevztahují se jedna k druhé. Reagující komunikace umožňuje pouze odpověď na jednu předchozí zprávu. Naproti tomu při interakci se může uskutečnit více zpráv, které potřebují být vyměněny, a musejí se vztahovat k více než jedné předchozí zprávě. To umožňuje definovat interaktivitu jako více než výskyt. Je to proměnná, která charakterizuje rozsah, v jakém se zprávy v sekvenci vztahují jedna k druhé, a zvláště rozsah, v jakém pozdější zprávy znovu připomínají vztah k dřívějším zprávám.

Důsledky takovéto definice interaktivity jsou podstatné. Zatímco schopnost posílat nebo dostávat informace a provádět jednoduché reakce na získané podněty je naprosto běžná, k interaktivitě může dojít jen mezi entitami, které vykazují vlastní činnost. Interakce způsobuje trvalou změnu ve všech reagujících entitách, takže to znamená existenci reagující paměti subjektů a schopnosti se učit. Jestliže se toho použije u architektury, znamená pojem interaktivity vytvoření budov a jiných zastavěných prostorů, které se neustále mění/jednají, jako výsledek probíhajícího dialogu s jejich uživateli a prostředím.

Možná, že si myslíme na interaktivní architekturu jako na jev, který se vynořuje z automatizace přizpůsobivých a kustomizovatelných vlastností v budovách. Automatizace budov bezpochyby vedla k vytvoření architektury, která je aktivní v mnoha aspektech. Avšak automatizované budovy se nemohou přizpůsobit podmínkám nepředvídaným jejich projektanty. Na druhé straně jsou všechny budovy schopny přizpůsobit se jakýmkoliv okolnostem,

nepředvídaným v původním projektu, tím, že jsou přestavěny v procesu různých typů zásahů do jejich celistvosti.

Myšlenka interaktivity umožňuje, aby tyto dvě radikálně odlišné cesty k dosažení přízpůsobitelnosti v architektuře byly kombinovány. Toho může být dosaženo pouze stálým nahrazováním lineární logiky, což vede k automatizovanému chování se schopností samostatně uvažovat a učit se. A tak může být dosaženo skutečné architektonické interaktivity pouze v prostorech, které jsou schopny udržovat neustálý dialog se svými uživateli a prostředím. Interaktivní prostory tak budou vždy reagovat na činnost uživatelů a aktivně se zapojí do činností objevujících se v architektonickém kontextu.

V důsledku toho, jestliže se budovy stanou interaktivními, budou poskytovat mnohem více než jen kustomizovatelné nebo reagující prostory. Zatímco ponese znaky tradiční architektury, bude interaktivní architektura rovněž rozvíjet nové rysy specifické pro kontext interaktivity. Interaktivní architektura nám bude sloužit pro-aktivně tím, že tvůrčím způsobem bude přicházet s prostorovými změnami v závislosti na neustále shromažďovaných, aktualizovaných a ověřovaných znalostech. Interaktivní architektura bude poskytovat bezprecedentní zážitky a estetiku založenou na architektonických kvalitách, jako je neustálé vyvíjení a měnění prostorových procesů, spíše než na tradičních přístupech, které se zaměřují na jednotlivé stavy staticky postavených prostorů. Architektura půjde dál, než aby byla jen médiem. Stane se aktivní zprostředkovací agenturou, nejen přenášející, ale také vytvářející obsah, který komunikuje. Bude komunikovat se svými uživateli a s mnoha dalšími agenturami přírodního i technického původu, z nichž mnohé nebyly nikdy předtím osloveny, a zvláště ne prostřednictvím architektury.

Do praktického provedení by měla být převedena odvážná vize v podobě komplexního adaptivního systému, založeného na přístupu k architektonickému designu a výkonu. Většina v současné době prováděných pokusů o integraci informačních technologií do budov je omezena na programovatelná HVAC (teplo, větrání, klimatizace), osvětlení, komunikace a systémy zábavy. Avšak ve většině případů vedou takovéto instalace k opačnému efektu, než byl původně zamýšlen, v tom, že vyžadují velké množství údržby, jsou zranitelné při drobných chybách nebo selháních a postrádají flexibilitu. Problémy jsou způsobeny velkým množstvím možných nastavení, nedostatkem přeprogramovaných scénářů a obtížně ovladatelnými stykovými plochami, z nichž nejmenší typ představuje řídicí panel průměrné domácnosti. Existuje i lepší typ, který bere v úvahu rostoucí počet zařízení, jež zpracovávají informace kolem nás, která neprovádějí jen jednoduché funkce jako například přehrávání filmu nebo ovládání světla, ale ovládají prostory, ve kterých žijeme, mnohem komplexněji v celé jejich hloubce.

Komplexní systémy jsou systémy skládající se z velkého počtu propojených, a přece samostatných komponentů. Jestliže má každý z těchto komponentů schopnost přizpůsobit se místním měnícím se podmínkám, zabýváme se *komplexním adaptivním systémem*. Takovýto systém jako celek bude pravděpodobně vykazovat dobré chování. Za určitých podmínek, při dosažení kritického stupně komplexnosti, je možno si myslet, že bude schopen vykázat určitý stupeň inteligence, dále označované jako *rojová inteligence*. Rozsah příkladů komplexních systémů, které je možno nalézt v přírodě, je velký. Příklady mohou obsahovat kolonie hmyzu, tornáda nebo živé organismy za předpokladu, že se zabýváme každou buňkou jako samostatným komponentem systému. Tyto systémy jsou řízeny velkým počtem jednoduchých

a lokalizovaných způsobů chování svých komponentních částí. Tyto části mohou být mravenci v mravenčí kolonii, částičky vzduchu a vody v tornádu nebo nervové buňky v mozku našich těl. I když jsou ovládány jednoduchými pravidly chování, vykazují vcelku velmi komplexní a nepředvídatelný výkon. Nejdůležitější je, že komplexní adaptivní systémy jsou schopny reagovat na nedefinované situace a přizpůsobit se podmínkám dříve neřešitelným.

Aplikace modelů komplexních adaptivních systémů v architektonickém plánování může vést k formulaci nové metodiky generování architektonických procesů. Takovýto nový přístup může vést k integraci mnoha současných, i když dosud oddělených trendů, které se v současné době objevují na hranici architektury a informační techniky. Záměrem je zformulovat zásady pro generování architektury, která by měla být dynamická a adaptabilní při respektování funkčně-provozní kvality. (Viz obr. 1, obr. 3 a obr. 4.)

CHYTRÉ MATERIÁLY

Vzrůstající síla projektového softwaru, rozšířená dostupnost digitální výroby a rostoucí složitost našeho zastavěného prostředí jsou v naprostém kontrastu k neefektivním technikám, na kterých je v současnosti postaven stavební průmysl. Dnešní postupy sestavování mohou být v představách zásadně změněny díky inspiraci u biologických systémů, které vytvářejí struktury daleko složitější, s větší informační kapacitou a instrukcemi k sestavování, než nejmodernější struktury dokáží se současnými technologiemi. Pro přírodní systémy jsou charakteristické *metabolismus* a *samosestavování*, jež by se měly stát základními principy procesu plánování *samopřestavitelných stavebních systémů*. Studio z tohoto důvodu zaměřuje své aktivity na *výpočetní techniku*, *nelineární a lineární geometrii*, *vztah forma–síla*, *vztah forma–mobilita*, *transfer technologií*, *digitálně řízenou výrobu* a *zapojení inteligence do složení materiálů a struktur*: bio-inspirované materiály ■ biologicky odbouratelné materiály ■ recyklovatelné materiály ■ lehké stavební a izolační materiály ■ materiály měnící tvar ■ multifunkční materiály ■ materiály vyrábějící energii a ovlivňující světlo ■ udržitelné výrobní procesy ■ programovatelné materiály ■ roje robotů ■ syntetická biologie ■ dynamické struktury fasád

■ *Přeměnitelné struktury*. Záměrem výzkumu je získávat, šířit a aplikovat znalosti, jež se vztahují k plánování geometrie a strukturální analýzy přeměnitelných struktur v oblasti architektonického a strukturálního inženýrství. Princip tvarové přeměny u takových struktur je založen na aplikaci mechanismů z rozvinutelných, skládacích nebo přestavitelných komponentů.

■ *Origami*. Záměrem výzkumu je přinést nové koncepty založené na aplikaci origami do oblasti strukturálního plánování a výrobních technik. Cíleně inovovat struktury a výrobní techniky pomocí základního pochopení dynamických a geometrických vlastností origami.

■ *Struktury se zakřivenými povrchy*. Záměrem je zkoumat a stanovit základní vztah mezi geometrickými a mechanickými vlastnostmi obalových plášťů a membránových struktur. Cíleně pochopit chování pláště fasád a membránových struktur, což v samém důsledku vede k docenění důležitosti efektivního plánování.

■ *Výpočetní technika a geometrie*. Témata výzkumu se vztahují k digitálně řízenému plánování a popisu strukturální geometrie, jež jsou založeny na výpočetních metodách

a technikách. Dále se aplikují výpočetní metody a nástroje v rámci generování strukturální geometrie.

■ *Adaptabilní bednění.* Záměrem výzkumu je zkoumat, testovat a zavádět bednění pro výrobu struktur staveb a komponentů se složitou strukturální geometrií.

Záměrem našeho výzkumu je plánování například reagující struktury fasád příští generace včetně generování textury, která bude nejen inteligentní, ale i komunikativní. Takové systémy jsou schopny snižovat energetické nároky, zlepšovat pohodu obyvatel a integrovat výrobu energie do současné architektury. (Viz obr. 2, obr. 3 a obr. 5.)

SKLO JAKO KONSTRUKČNÍ MATERIÁL

Poznatky z navrhování se sklem jako konstrukčním materiálem (sklo jako materiál, laminované sklo, izolační sklo) se aplikují i do projektů volných forem. Důležitou roli přitom hraje práce s detailem a světlem, nejen přirozeným, ale i umělým. Rozmanité principy nasvětlení mohou podtrhnout rozličné výrazové možnosti. Za všechny lze uvést: je-li celoskleněný projekt, jehož nosnou konstrukci tvoří skelet například ze skleněných trubíc, tak se naskytá několik způsobů osvětlení stavby. Pokud se nasvětlí pouze trubice a ostatní části se ponechají neosvětlené, získá se levitující dojem. Pokud se nasvětlí skleněné stropní desky nebo fasáda a utlumí skleněný vnitřek, vznikne pokaždé ze stavby jiný dojem. Specifická je *mediální fasáda* ze skel s integrovanými *světelnými diodami*, *OLED povlaky*, *TOLED povlaky* nebo se *samoosmívacím* či *holograficko-optickým efektem*. S tím souvisí studium a aplikace inovativních a chytrých materiálů ve vazbě na rozmanité konstrukční systémy.

Dodavatelé konstrukčních a animačních softwarů nabízí komplexní sadu nástrojů dodávaných ze zabezpečeného *cloudu* s platbami za skutečné využívání. Tato sada umožňuje jakékoliv společnosti provádět simulace jako součást svých každodenních návrhových a konstrukčních procesů. Architekti, designéři, konstruktéři a analytici mohou snáze predikovat, optimalizovat a vyhodnocovat funkci i výkonnost všech možných produktů. Téměř neomezený *výpočetní výkon cloudu* dovoluje většině designérů provádět komplexní konstrukční testy, které byly dříve omezeny pouze na úzký okruh simulačních specialistů. Architekti a projektanti mohou získat detailnější pohled na chování budov a jejich zařízení prostřednictvím simulované cirkulace vzduchu s cílem dosáhnout tepelného komfortu, analyzovat vlivy na životní prostředí a testovat chování stavebních materiálů.

ENERGETICKY ÚČINNÉ BUDOVY

Navrhování energeticky úsporných budov ve spojení s inteligentními pláštěmi ze skla na základě počítačové simulace. Skleněná fasáda může být označena skutečně jako inteligentní jen tehdy, když využívá přírodních obnovitelných zdrojů energie jako energie slunce či větru, vzduchových proudů nebo vody či země jako zdroje tepla, aby zabezpečila požadavky na budovu, pokud jde o větrání, vytápění, chlazení a osvětlení. Pro tento účel jsou prováděny počítačové simulace – testy s modely budov v aerodynamickém tunelu a s modely ve skutečné velikosti ve volném prostoru. Pro simulace se často používá počítačová metoda *matematické modelování proudění tekutin* (CFD, *Computational Fluid Dynamics* → PLM, *Product Lifecycle Management*), která může pomocí proudění například plynu vizuálně demonstrovat rychlost, teplotu a intenzitu vzduchových proudů, aby se účinně využilo opatření pro úsporu

energie. Znamená to, že celková energetická koncepce se musí odvíjet *ve stádiu plánování*, aby se dosáhlo efektivní interakce mezi fasádou, okolím a systémy budov. Platí *inteligentní opláštění budov a automatizované řízení budov*.

Výhodou je *modularita* – každý z dílčích komponentů lze operativně přidat, mohou být navrženy v různých rozměrech. Produktové portfolio systémů automatizace propojuje komfort při efektivním využívání budovy s jejím dokonalým zabezpečením, energetickými úsporami a atraktivním designem. Volit lze jednodušší varianty začínající jak u automatizace oken a dveří, tak i komplexní systémové řešení celého objektu. Systém automatizace vedle výše zmíněného zabezpečuje i decentralizovanou ventilaci skrze fasádní komponenty. Řízená kontrola a výměna vzduchu významně přispívá k optimalizaci energetických ztrát/úspor a zlepšuje kvalitu klimatu uvnitř budovy.

Představiteli bezpečnostních komponentů jsou dále zařízení pro odvod kouře a tepla, která v případě požáru chrání únikové cesty před kouřem a vysokými teplotami. Přehlédnout nelze *magnetické senzory* instalované do oken, dveří a světlíků pro identifikaci stavu otvorové výplně: otevřeno/zavřeno/zamčeno/odemčeno. Senzory rovněž mohou zprostředkovávat povětrnostní informace, být napojeny na centrálu signalizace vloupání, techniku ovládání fasádních komponentů a vytápění, upozorňovat na rozbití skla a skřípnutí prstů.

Dalším důležitým prvkem je *bezdrátový systém automatizace budov*, který zajistí synchronizaci všech systémových komponentů bez nutnosti propojení kabely. Systém slouží k automatizovanému řízení vytápění, větrání, osvětlení a stínění místnosti, připojit lze například noční chlazení budovy. Systém dovoluje přímé bezdrátové ovládání jednotlivých komponentů inteligentní fasády prostřednictvím skrytých přepínačů: senzorů a pohonů. Systém monitoruje aktuální klimatické podmínky, které porovnává s optimálním stavem, následně aktivuje příslušné systémové komponenty vedoucí k dosažení ideálního stavu. Pod dohledem je tak kvalita vzduchu pomocí senzorů emisí oxidu uhličitého, teplota v místnosti, úroveň světla, systém umí ovládat osvětlení a zapnutí počítačů.

Senzory a pohony jsou integrovány například v kování rámu okna, nástěnné spínače lze připevnit na jakýkoliv povrch, a jsou proto disponibilní i při změně umístění. Současně s tímto způsobem navrhování souvisí i aplikace rozmanitých typů zasklení fasád. Plášť bývá sestaven z transparentních barevných, opakních nebo potištěných izolačních skel nebo z VIG – *vakuových izolačních skel*, která jsou zakomponována do posuvných, sklopných či otočných okenních křidel. Do zasklení mohou být integrovány *fotochromické, termochromické, mechanochromické, chemochromické materiály, holograficko-optické prvky, systémy denního osvětlení* nebo *fotovoltaické články*, které zabraňují přehřátí slunečním zářením, rozvádějí rozptýlené denní světlo do místností a vyrábějí energii. Další prvky představují skla s *elektrochromickými, plynochromickými, elektrooptickými povlaky, tekutými krystaly a gely* na principu *aerogelů a PCM (Phase Change Materials)*. Vzhledem k tomu, že se sklo v poslední době transformuje i do dalších hmot, se členové ateliéru zaměřují i na *plastové materiály*. (Viz obr. 1.)

CAD/CAM A CAD/CAE TECHNOLOGIE

Navrhováním systémů, které by zajistily optimální realizovatelnost architektur fantastických struktur tvarů budov a urbanistických forem, reaguje v poslední době nová generace

architektů na zájem o teorii chaosu, fraktální geometrii a na zrychlující se vývoj v ostatních oblastech, především v informatice, umělé inteligenci, materiálovém inženýrství, molekulární biologii, genetice a nanovědě.

Mezinárodní organizace ASTM v roce 2009 definovala termín *Additive Manufacturing*. Aditivní výroba sdružuje aditivní výrobní technologie, kde objekt vzniká na základě 3D digitálních dat modelu obvykle spojováním materiálu vrstvu po vrstvě na rozdíl od tradičních subtraktivních výrobních metod, kde se materiál postupně odebrává. Aditivní výroby stavebních komponentů umožňují zhotovit dílce velmi složitých tvarů bez jakýchkoliv nástrojů nebo přípravků. Často se můžeme setkat s terminologií jako *additive fabrication*, *additive processes*, *additive techniques*, *additive layer manufacturing*, *layer manufacturing*, *freeform fabrication*. Aditivní technologie mají čím dál vyšší přínos i z hlediska ekologie, a to jak z důvodu absence odpadního materiálu, tak eliminace nutnosti přepravy fyzických komponentů: návrhy 3D komponentů jsou digitálně převáděny do míst, kde mohou být vytisknuty blíže k místu použití.

Zájem o řízení výroby počítačovým modelováním výrazně stoupá. Pomocí softwaru je možné počítačovou simulací postavit *digitální továrnu* a na obrazovce ve 3D zobrazení nainstalovat a nanečisto vyzkoušet fungování pracoviště, výrobní linky, robotů a dalších procesů. V této souvislosti se pozornost obrací nejen k chytrým materiálům, ale i ke konstrukčním online plně automatizovaným firmám, které využívají softwaru na principu CAD/CAM (*Computer-Aided Design a Computer-Aided Manufacturing*) a CAD/CAE (*Computer-Aided Design a Computer-Aided Engineering*) technologií nejen k přípravě modelů a prototypů, ale i k jejich výrobě. Firmy, jež obsluhují několik CNC strojů (číslicově řízené stroje), decentralizují produkci a přinášejí nejen nové metody, ale i výroby individuálních komponentů rozmanité aplikace. Často se v této souvislosti hovoří o navrhování metodami *Digital Prototyping* (DP), *Rapid Prototyping* (CRP) a podobně, které jsou dnes hybnou silou řešení různých vývojových úkolů. Výhodou takového digitálního navrhování je nejen precizně nadimenzovaný a vytvarovaný komponent z různých materiálů, ale pak ve finále ze všech komponentů vytvořený dokonalý objekt ve velmi krátkém čase. (Viz obr. 1, obr. 2, obr. 3, obr. 4 a obr. 5.)

AUTOMATIZACE A ROBOTIZACE

Žijeme v další etapě vědeckotechnického vývoje založeného na konvergenci technologií čtyřčlenné skupiny označované zkratkou NBIC (*Nano-Bio-Info-Cogno*). V současné době dělají mimořádné pokroky nanovědy a nanotechnologie, biotechnologie a genetika, informační technologie včetně pokročilých a komunikačních systémů a vědy o poznávání včetně neurologie. Namísto prohlubující se specializace, kterou můžeme dosud pozorovat, jsou nyní otevřeny možnosti celostního pohledu a sjednocování nejen různých věd, ale i odborných postupů. Integrace vyžaduje sdílení kultury napříč existujícími okruhy vědeckých disciplín a nový technický jazyk opírající se o matematiku komplexních systémů, fyziku struktur na úrovni nanorozměrů a hierarchickou logiku inteligence.

Studio se zaměřuje na plánování a optimalizaci roboticky přestavitelných struktur. Zabývá se výzvou hledat algoritmy sekvencí modifikace struktur, které mohou přeměnit danou modulovou strukturu na novou cílovou strukturu, která slouží rozdílné funkci. Cílová struktura není vyloženě specifikovaná, pouze její požadovaná funkce, a proto algoritmus plánová-

ní potřebuje současně vysvětlit nejen projektování, ale i odpovídající dekonstrukci a sekvenci konstrukce. Navrhujeme, aby kombinace přestavitelných struktur, silné algoritmy přestavitelnosti a přestavitelné roboty mohly otevřít prostor k metabolickému procesu, během něhož jsou struktury rozkládány a znovu skládány samostatně tak, aby vyhovovaly měnícím se požadavkům rozmanitých aplikací od obnovy infrastruktury, přes stavby, městské celky až po výzkum vesmíru. Budoucnost našeho fyzického světa je zcela *závislá* na našem rozvoji ve výrobě a výstavbě, což nevyhnutelně vyžaduje chytřejší materiály a inteligentnější procesy sestavování.

Biologický metabolismus je proces, při němž organismus rozkládá potravu na své modulové prvky (katabolismus) a pak používá těchto surovin k vytvoření nové tkáně (anabolismus). Metabolické procesy vykazují zajímavé vlastnosti, které jsou obtížně replikovatelné v syntetických strukturách, jako jsou kontinuální replikování modulových prvků v nových organismech, autonomní procesy rozkládání a skládání, samoopravování, kontinuální adaptace funkčním požadavkům a odolnost vůči fluktuaci zdrojů. Duplikace těchto vlastností v ekologii robotů a skládání, rozkládání a pak opětovné skládání článků z takovýchto modulových prvků by mohlo mít široký rozsah aplikace.

Strukturální metabolismus splňuje vlastnosti biologického metabolismu, jako je autonomní rozkládání a skládání, automatický projekt ze zakódovaných požadavků a odolnosti vůči nestabilitě. Samopřestavitelná modulová robotika tradičně uvažuje o systémech s homogenními samopohyblivými moduly, které mění svůj vlastní tvar přeskupováním pojištění svých komponentů. Problém plánování spočívá v určení sekvence pohybů, které mění počáteční sestavu na specifikovanou sestavu. Tato pohyblivost je důležitá v systému určeného pro přestavování opakovaně z důvodu, že systém rozkládá strukturu do stavebních bloků a znovu sestavuje tytéž stavební bloky do cílové struktury. Algoritmus řeší problém, který spočívá ve stanovení sekvence k optimalizování parametrů vlastností a funkce. Optimalizace topologie struktury je jedním z nejzajímavějších a zároveň obtížných problémů. *Metabolismus strojů je dlouhodobým cílem.*

Proces samosestavování je nevyhnutelnou revolucí, která stojí před naším fyzickým světem. Samosestavování naléhá na projektování a stavební průmysl, aby přehodnotily své procesy práce, abychom se ohlédli zpět na to, co jsme se naučili z digitálních informací, biologie a mechanických počítačů, a postarali se o síly, které jsou v našich rukou. Nakonec budeme potřebovat stavět struktury větší, menší, přesnější nebo s menší spotřebou energie, než je dnes lidsky možné. Důvodem je vzrůstající síla projektového softwaru, rozšířená dostupnost digitálně řízené výroby a rostoucí komplexnost našeho zastavěného prostředí, což je v naprostém kontrastu k *neefektivním technikám*, na kterých je v současnosti postaven stavební průmysl. Dnešní procesy sestavování mohou být zásadně změněny díky inspiraci u biologických systémů, které vytvářejí struktury daleko komplexnější, s větší informační kapacitou a instrukcemi k sestavování, než nejmodernější stavební struktury dokáží se současnými technologiemi. Pro přírodní systémy je charakteristický proces samosestavování, jež by se měl stát základním principem plánovaných kinematických samoreplikujících strojů a kinematických samopřestavitelných robotických stavebních systémů.

Proces samosestavování se stává základním stavebním principem pro plánování soliterních a skupinových architektur samopřestavitelných robotických struktur. *Samopřestavitelná robotická struktura* slibuje širokopásmové spojení lidského mozku a robota, auto-

matického optimalizačního plánovacího nástroje a struktury postavené z materiálů s předem určenými vlastnostmi, se schopností adaptace na proměnlivé situace a v důsledku s vysokou energetickou efektivností, která zaručuje ohleduplnost k životnímu prostředí. (Viz obr. 3 a obr. 5.)

DIGITÁLNÍ TOVÁRNA

V současnosti jsou automatizační technologie nejen v průmyslu, stavitelství a architektuře, ale i v každodenním životě natolik běžné, že jsou považovány za samozřejmost. Žijeme, plánujeme a tvoříme v době, kdy se vše propojuje do jediné *end-to-end* sítě. *Nezastavitelný trend k plné automatizaci se dotýká všech oblastí: řídicí mikrosystémy či nanosystémy se již aplikují do nejmenších zařízení a z druhé strany neexistuje hranice ve velikosti či složitosti továrny, ve které by se řídicí systémy nemohly uplatnit.* Všechny tyto aplikace mají jedno společné: hlavní a poslední metodou optimalizace je *software*. Společně s automatizací pracovního prostředí, strojů a systémů dochází postupně i k digitalizaci vývoje a ochrany stavby, včetně celého procesu jejího plánování a finální realizace.

CAD (*Computer-Aided Design*) představuje technologie zastřešující oblast generování komponentů stavby, které se mohou následně zpracovat na CNC (*Computer-Numeric Control*) strojích s pomocí CAM (*Computer-Aided Manufacturing*) programů. Digitální modely se testují s pomocí CAE (*Computer-Aided Engineering*) místo toho, aby se stavěly drahé prototypy. Nové továrny, do kterých se má instalovat výrobní neboli realizační zařízení, se nejdříve naplánují jako *digitální továrny* na displejích počítačů. Virtuálně všechny systémy začínají pracovat mnohem dříve, než jsou fyzicky skutečně nainstalovány.

Software je hnací silou ve všech stádiích plánování a vzniku stavby: od prvotního nápadu po koncept, přes konkrétní návrh komponentů, vývoj, testování, ověřování až po plánování výroby a realizaci. Výsledkem tohoto trendu je úplně nový způsob fungování realizačního podniku neboli továrny. Virtuální model se stává čím dál důležitější a dostupnost tohoto modelu začíná být klíčovým faktorem úspěšnosti procesu realizace. Dodavatelé kompletních řešení proto musejí být schopni zákazníkům nabídnout nejen software pro plánování stavby, vývoj a výrobu samotných komponentů včetně systémů, ale také software pro návrh, plánování a řízení celé továrny, včetně managementu toků služeb, servisu a materiálů do a z továrny. Říká se tomu PLM (*Product Lifecycle Management*).

Pojem *digitální továrna* označuje rozsáhlou síť digitálních metod, modelů a nástrojů, které jsou integrovány v rámci průběžného řízení dat. Cílem je komplexní a systémové plánování, projektování, ověřování a kontinuální zlepšování všech důležitých procesů a zdrojů reálné továrny. Dnes lze zrealizovat prakticky cokoli: nejdříve virtuálně v počítači, protože se již v podstatě nemusejí vyrábět drahé reálné testovací prototypy, a následně rovnou bezchybně v reálném provozu. (Viz obr. 3, obr. 4 a obr. 5.)

BIM/PLM SPRÁVA ŽIVOTNÍHO CYKLU

Místo toho, aby se vytvářel vždy nový software pro jednotlivé funkce, vytvářejí se rovnou celé platformy pro množství aplikací. Místo změti vzájemně nekomunikujících systémů v jednotlivých oblastech budou v blízké budoucnosti fungovat celková řešení propojená soft-

warem do sítě a budou natolik široká, že vzájemně spojí všechny účastníky plánovacího, výrobního a servisního procesu.

Informační model budovy BIM (*Building Information Modelling*) představuje koordinovaný soubor procesů vytváření a spravování dat o projektu, jež poskytuje přidanou hodnotu při generování, řízení a sdílení informací o stavbě po celou dobu jejího životního cyklu. Výsledkem je pomocí specializovaných CAD-BIM systémů generovaný třídimensionální *informační model budovy*, který integruje všechny informace o stavbě počínaje architektonickou studií, konstrukčním návrhem až po proces výstavby a servisu. Díky tomuto integrovanému procesu mohou architekti, inženýři, firmy, vlastníci a uživatelé staveb efektivněji generovat a koordinovat digitální dokumentaci tak, aby byla možná jakákoli změna v kterékoli fázi projektu.

Správa životního cyklu PLM (*Product Lifecycle Management*) je princip, který vzájemně propojuje dokonce hned několik softwarů, protože v rámci digitální továrny musejí všechny softwary dokonale fungovat ve vztahu k celku. PLM koncept se začíná formovat v první fázi plánování. Veškerá data spojená s virtuální stavbou se spojují s virtuální výrobou. Simulují se toky materiálů a výrobní procesy, které se následně optimalizují. V této fázi se celý model rovněž rozšiřuje o spolupráci s dodavateli a výrobcí strojů. Výhodou tohoto procesu je, že se na výsledky ze simulované výroby mohou ihned podívat architekti, projektanti či designéři a výsledné řešení stavby včetně jednotlivých komponentů mohou ještě upravit tak, aby co nejlépe vyhovovalo podmínkám reálné výroby. Důležitou fází v životním cyklu stavby je její provoz. Čím lépe mohou být komponenty stavby servisovány, tím snadnější práci pak pozdější servis bude mít a uživatel může ocenit dlouhé spolehlivé fungování stavby. Tato skutečnost je speciálně důležitá u staveb s dlouhou plánovanou životností, u kterých se investice navracejí za relativně dlouhou dobu. Díky kontrole a optimalizaci veškerých dat se systémovému inženýrství daří vyvíjet stále složitější komponenty staveb a současně maximalizovat produktivitu a efektivitu operací, jež probíhají v různých částech světa. *Systémové inženýrství* poskytuje plně integrovaný přístup, protože jediným měřítkem plánování je komplexita.

KVANTOVÉ SYSTÉMY

Teorie architektury založená na aplikaci principů *kvantové mechaniky* se stává nástrojem pro plánování *kvantové architektury* a *kvantového urbanismu*. Kvantový jev řeší faktor nepředvídatelnosti a nejistoty chování, a proto stavba plánovaná na tomto principu už není otázkou kompozice, ale chování, vytváření vzájemných vztahů, zpracovávání informací – být informován a informovat jiné. Generované struktury jsou udržovány spíše agenty-činiteli a nejsou považovány za statické objekty se stabilními vztahy a vazbami. Nejen všechna vstupní data přichází v podobě toku, ale i všechna výstupní data jsou vysílána ve formě toku. *Model stavby představuje těleso v pohybu a nikoliv pevný soubor dat*. K plánování designu stavby se přistupuje jako k procesu plánování „tělesa“ na principu *přívod* → *zpracování* → *výkon*, který se rozvíjí krok za krokem směrem k zralému „tělesu“ stavby, jež se aktivně chová v textuře města. Plánování představuje nikdy nekončící proces, jenž je podobný cyklu pozemského života a může být sledován zvýrazněním jednoho typu informace na úkor jiných typů informačních dat. *Všechny komponenty stavby se mění v reálném čase a je třeba se na ně dívat jako na dynamicky fungující zařízení, jako na kreativní agenty, jež si vyměňují informace se svými bezprostředními sousedy*. Představme si strukturu stavby, která se nějak chová, která je ve

stálém procesu změny a komunikuje se svým prostředím a uživateli. Informační model budovy získává nový význam a rozměr.

Kvantový informační model budovy Q•BIM (Quantum Building Information Modelling) se zabývá stavem mentálního chování komponentů struktury stavby v reálném čase v souvislosti s faktorem nepředvídatelnosti a nejistoty, což představuje hlavní znak chování, který znamená rozdíl mezi kvantovou a jinak programovatelnou architekturou.

Součástí kvantových systémů jsou *dynamické systémy*, jež představují odvětví fyziky, které popisuje, jak se objekty pohybují. Dynamické animace využívají pravidel fyziky k simulování přírodních sil. Geomorfologie, okolní zástavba, slunce, voda, vítr, zeleň a hluk pomocí optimalizačních simulací zajímavým procesem generují design struktury staveb včetně vnitřního prostředí. Výsledkem jsou originální konceptuální projekty, pro které je charakteristická soběstačnost a citlivost vůči životnímu prostředí.

NANOTECHNOLOGIE

Oblast nanotechnologie je založena na principu plánování, který vychází ze schopnosti vyrábět struktury z *molekulární stavebnice* rotory (něco, co má osičku, setrvačnick, co se může točit, co se dá pohánět elektrickým polem, světlem nebo proudem plynu). Jednotlivé stavební bloky stavebnice se skládají z molekul o desítkách až stovkách atomů. Jedná se o zcela nové materiály, při jejichž přípravě je nutno se řídit přesnou polohou jednotlivých chemicko-fyzikálních skupin. Konstrukce těchto materiálů má přesně definovanou *adaptivní strukturu* na atomární úrovni a s integrovanými molekulárními zařízeními vykonávají různé funkce jako větrání, topení, chlazení, osvětlení a podobně. Tyto systémy struktur lze programovat tak, aby měly neuvěřitelně malou velikost, měnily tvar a přizpůsobovaly se změnám prostředí. Forma projektu je schopna se chovat distribuovaným způsobem velmi podobně jako vzájemně spolupracující buňky v lidském těle. I v tomto případě jednotlivé stavební komponenty struktury projektu získávají design pomocí CAD systémů a pak se pomocí speciálního softwaru buď *přímo tisknou*, anebo se vyrábějí v plně *automatizované nanotovárně*. (Viz obr. 3, obr. 4 a obr. 5.)

VŠECHNY TYTO OBLASTI SE VZÁJEMNĚ OVLIVŇUJÍ

Vývoj nových materiálů a stavebních systémů je úzce spojen s komplexním přepracováním postupů, které zahrnují nápaditou aplikaci počítačových nástrojů v průběhu konstrukce a výroby. Počítačové metody se staly motorem vývoje a provádění pokusů v architektuře, umění a stavebním inženýrství. Mnoho z tohoto pokroku souvisí s dostupností výkonných počítačových systémů a nových softwarových nástrojů, jež umožňují generování a analýzu systému struktur, stejně jako algoritmů pro vyhledávání, porovnávání a řazení informací.

Ještě výkonnější hloubkové techniky jsou však potřeba ke splnění slibů, které nabízí *strukturální morfologie* založená na průsečíku architektury, umělé inteligence a vědy o materiálech. Vyuvíjejí se teoretické systémy a matematická prostředí, které spojují počítačové myšlení s procesem konstrukce. Plánování vytváří generativní proces, jenž zahrnuje aplikování nejmodernější programovací techniky užívané pro umělou inteligenci a počítačovou geometrii. Vztah mezi formou i technikou je proměnlivý a zapojuje nelineární kombinace digitálních i analogových sekvencí, nové algoritmy a intenzivní „hloubkové“ počítačové tech-

niky. Význam spočívá ve vývoji algoritmů pro simulace evolučních a trojrozměrných struktur, včetně povrchů založených na prostředí. Ideálem jsou strukturálně orientované modely, kde růst je potenciálně řízen celou vyvíjející se strukturou pomocí stávajících prvků této struktury. Koncentrace růstových modelů umožňuje kombinace atomické struktury a mechanických vlastností materiálů s makro-chováním struktury jako celku zasazeného do dynamického prostředí.

V současnosti vývoj dospěl do fáze, kdy není třeba určit si materiál podle katalogu, ale je možno si materiál s konkrétně požadovanými estetickými a strukturálními vlastnostmi navrhnout. To vede k různým modelům pro různé materiály ve vazbě na rozsáhlejší struktury vztahované k specifickým vlastnostem materiálu. Takto je možné adaptovat nastavitelné faktory materiálů prostřednictvím vzájemné zpětné vazby s vznikající strukturální morfologií jako celkem.

V této souvislosti se členové v rámci Studia FLO|W zabývají navrhováním systémů, které by zajistily optimální realizovatelnost architektur volných tvarů na principu plánování staveb z přímo na míru projektovaných komponentů, které mají v sobě integrované rozmanité funkce. Členové se musí umět „prokousávat“ nejen již vyvinutými softwary, ale často jsou nuceni je upravovat či vytvářet zcela nové softwary a ty pak aplikovat na svá řešení:

parametrický design × generativní design × e-motivní architektura = algoritmická architektura.

Úroveň experimentování dospěla do bodu, kdy je nemožné jasně rozlišovat mezi formou a obsahem a zároveň mezi grafikou, malířstvím, sochařstvím, designem, stavitelstvím a architekturou. Dochází k rozšiřování repertoáru prostorového členění. Aplikované techniky směřují k novému pojetí prostoru v podobě magnetického prostorového pole, částicového prostoru a podobně. Obyvatelé těchto prostor se už neorientují podle vyznačených bodů, os, okrajů a jasně definovaných sfér. Na jejich místo nastupuje rozložení hustoty, směrových odchylek, gradientů, vektorů, a podobně, jež vytvářejí novou ontologii, která definuje, co znamená být někde.

Digitální revoluce spolu s vývojem nových chytrých materiálů, principů adaptivních staveb založených na studiu biologie a technologii vytváření prototypů, zásadně změnila způsob, jakým se plánují, řídí, kontrolují a stavějí budovy. Všudy přítomnost a cenová dostupnost cloudu zásadně mění způsob, jakým lidé vytvářejí data, pracují s nimi a sdílejí je. Nabídka softwarů postavená na cloudové platformě umožňuje architektům, designérům a konstruktérům současně testovat různé „what if“ scénáře mnoha simulačně náročných úkolů. Schopnost realizovat více simulačních studií v cloudu současně otevírá možnosti porozumět systémům mnohem lépe a za kratší čas. To jim umožňuje přijímat kvalifikovanější rozhodnutí s ohledem na projektové náklady a vyhodnocovat funkci systémů a celkovou energetickou bilanci. Výpočetní výkon cloudu rovněž eliminuje potřebu specializovaného a výkonného hardwaru na straně uživatele, odstraňuje předchozí omezení a pomáhá zvyšovat produktivitu. K zachycení nových vztahů mezi vyvíjejícími se vlastnostmi materiálu, strukturální morfologií, strukturami, roboty, výrobní technologií a architektonickým výrazem jsou třeba nové nástroje i techniky, v jejichž rámci dochází pomocí generativních počítačových postupů k integraci materiálů a výrobních procesů.

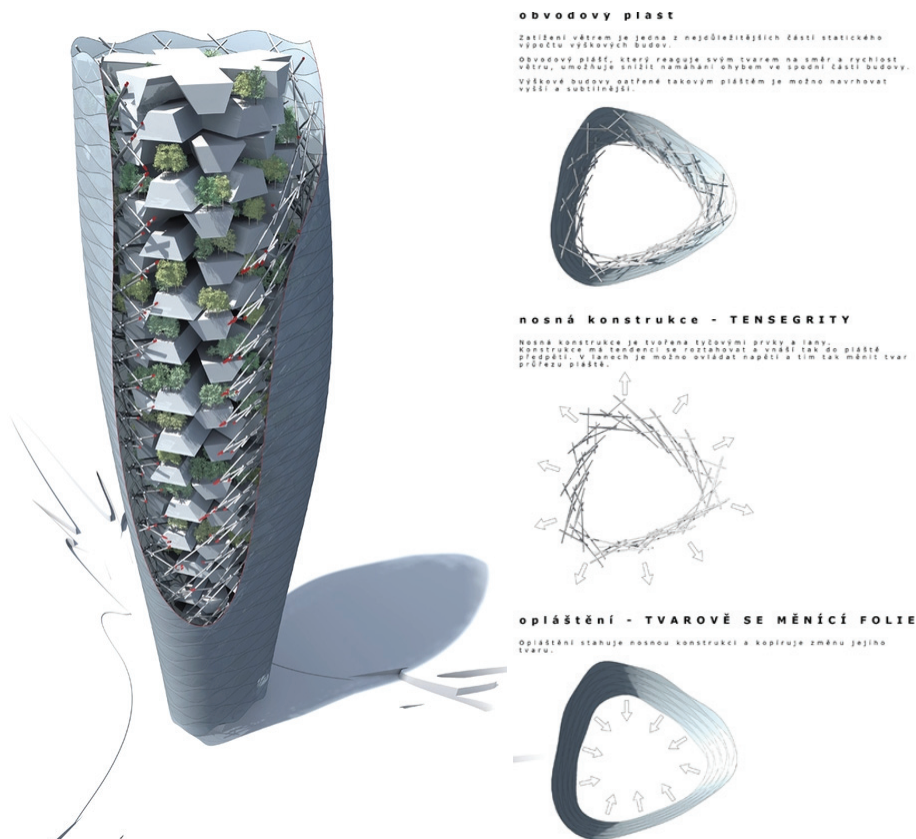
FLORIAN STUDIO | STUDENT WORK

vzniklo na podzim roku 2004 po několikaletém úsilí Miloše Floriána na Českém vysokém učení technickém (ČVUT) v Praze, Fakulta architektury, Ústav stavitelství I. Název FLO|W (*dříve Glass/Freeform Architecture*) určuje hlavní zaměření nejen projektů, ale také pedagogické aktivity. Práce pedagoga a studentů se snaží reflektovat již zmíněné tendence založené na jiných principech a multidisciplinární spolupráci, než bylo dosud běžné. A doktorandi zase zpracovávají disertační práce na témata jako *Adaptivní systémy, Algoritmicky definovaná architektura, Generativní procesy navrhování, Sklo jako konstrukční materiál, Materiálové vlastnosti dřeva, Chytré materiály, Biomorfní struktury, Automatizace a robotizace ve výstavbě*. Obecně záleží na individuálních schopnostech každého jednotlivce.

Studio získalo několik ocenění a nominací jako nejlepší ateliér školy a je možno konstatovat, že v některých oblastech plánování architektury získávají členové Studia v zahraničí možnost publikovat své práce (např. v publikaci *Distinguishing Digital Architecture*, ed. Liu, Yu-Tung), ocenění v soutěžích (např. *FEIDAD Award, Philips Award, Pilkington Competition, Textile Structures for New Building: Textextil Messe Frankfurt/TensiNet, CENTRAL GROUP, Think ARCH, Přehledky diplomových prací* atd.) a získávání studijních stáží na školách (např. *AA London, TU Delft, TU Munich, TU Berlin, Universität Stuttgart, RWTH Aachen, ETH Zürich, ISU-International Space University Strasbourg – Agency NASA, University of Pennsylvania* atd.) a ve studiích (např. *Renzo Piano Workshop, Specialist Modelling Group Foster and Partners London, Arup AGU London, Arup Associates London, AECOM London, Heatherwick Studio London, Jürgen Mayer H. Architects Berlin, LAVA/Laboratory for Visionary Architecture Stuttgart–Berlin–Sydney, ONL/Oosterhuis_Lénárd* atd.).

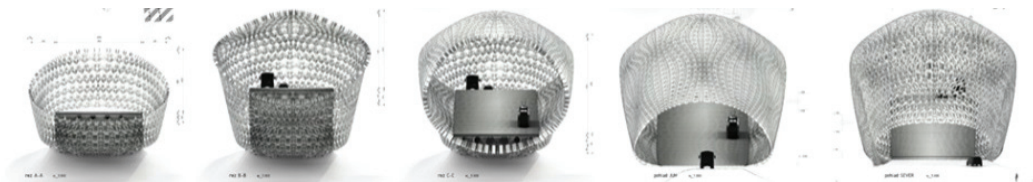
Od dubna do května 2013 se Studio prezentovalo v rámci *Bienále experimentální architektury #1* (www.eabiennial.com) společně s *IoA Vídeň: Zaha Hadid Studio, Greg Lynn Studio, Hani Rashid Studio, Excessive-Herman Diaz Alonso*, a s *Universität Innsbruck: Studio Schumacher, Studio Colletti*.

<http://fa.cvut.cz/Cz/Ateliery/AtelierFlorian> | www.studioflorian.com



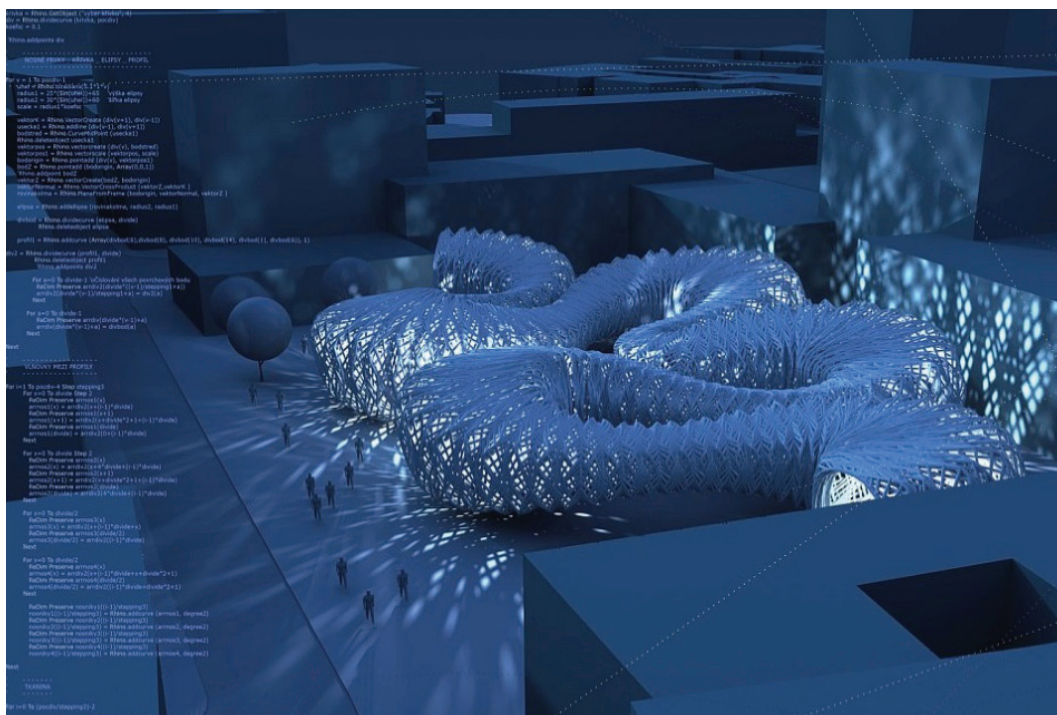
obr. 1 Ondřej Otýpka: Tensegrity Tower

Tensegrity tower představuje možný koncept výškové polyfunkční budovy. Ta je tvořena vnitřní prostorovou skladbou buněk, klima-aktivní vrstvou zeleně a vnějším obvodovým pláštěm. Vnitřní skladba buněk je zavěšena na vertikálním komunikačním jádře a spolu tvoří otevřený modulární systém, který umožňuje dodatečný růst stavby expanzí buněk, až po mez vyčerpání únosnosti jádra. Zeleně na každém patře má pozitivní klimatický i psychologický vliv na člověka. Vnější pohyblivý obvodový plášť je tvořen spolupůsobením nosné konstrukce – tensegrity a výplňové transparentní elastické membrány. Taková konstrukce je schopna lépe odolávat účinkům větru (www.studioflorian.com).



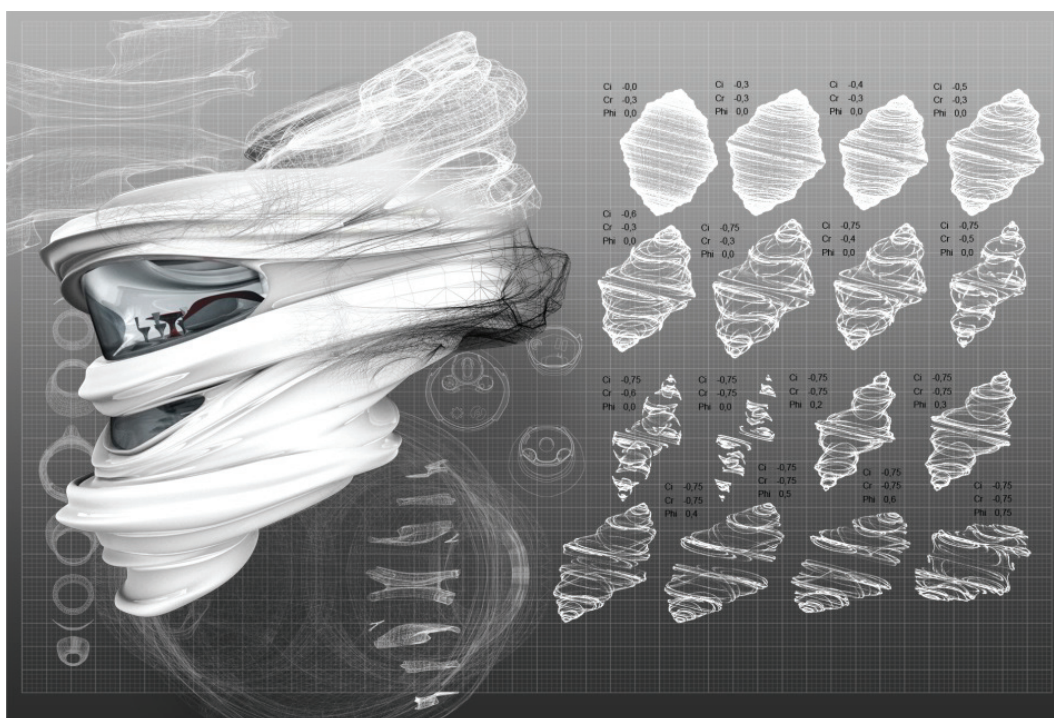
obr. 2 Miroslav Strigáč: Myotension Bridge _ Experimental Bridge

Experimentálny most predkladá možné riešenie problematiky bratislavského starého mosta. Redesign mosta je víziou energeticky nezávislého systému, schopného reagovať na zmeny. Ide o vzťažný systém prvkov s modifikovateľnou povahou. Práca sa zaoberá adaptabilitou architektúry voči prostrediu a potrebám jej užívateľov a skúma uplatnenie nových technológií v architektúre ako aj ich priamy vplyv na proces návrhu (www.studioflorian.com).



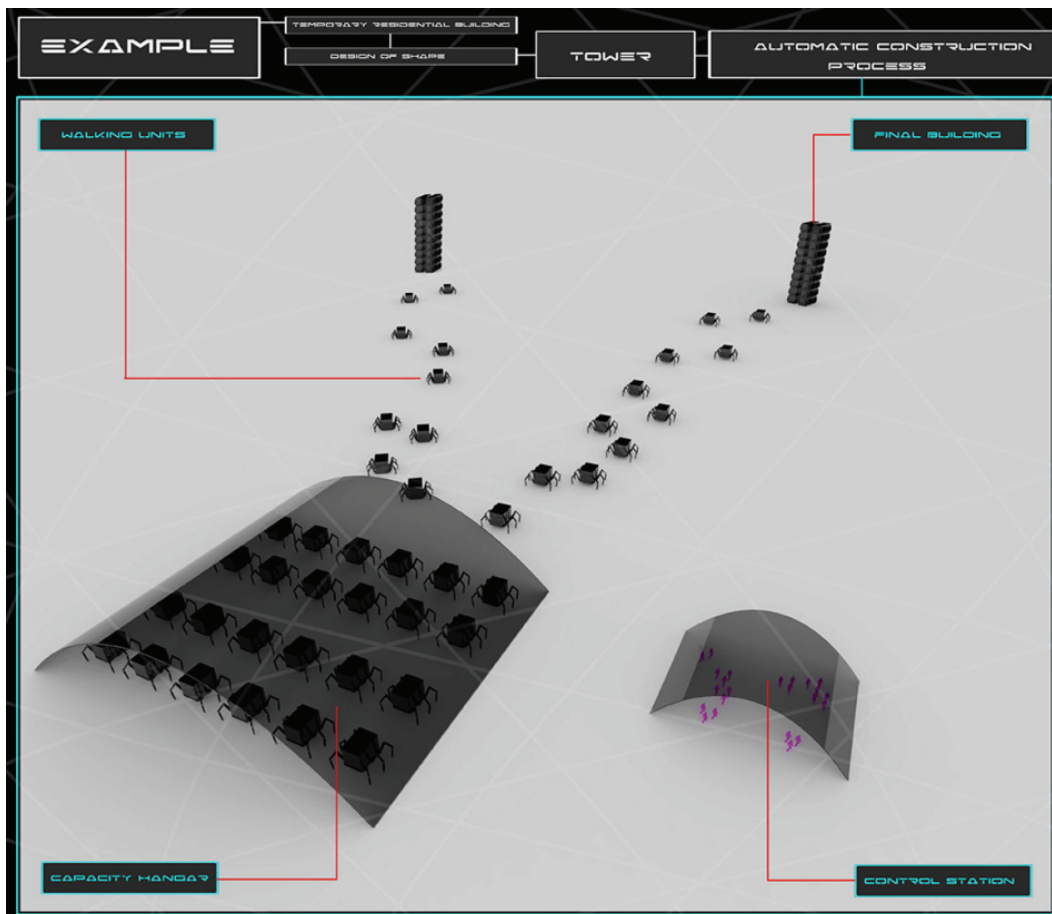
obr. 3 Nina Pevná: Walking Gallery

Jedná se o studii struktury a její následnou aplikaci, která umožňuje jednoduché přemísťování staveb. Podnětem pro hledání struktury bylo vytvoření stavby na základě filozofie mobilní a modulární architektury, která je schopna zajímavě reagovat na podněty trvale udržitelného rozvoje. Celý systém se chová jako ekologický, snaží se používat recyklovatelné materiály. Jednou z výhod je pak samozřejmě mobilita, možnost rozebrání a znovupostavení stavby na jiném místě. Díky tomu také odpadá zatížení pozemku stavbou na neurčitou dobu, přichází na řadu úvahy o dočasných pronájmech pozemků. Na počátku studie bylo hledání takové nosné konstrukce, která by se mohla jednoduše skládat. Inspiraci jsem našla ve spirálových prvcích, které se dají roztahovat a stahovat. Nosná konstrukce spirály byla vývojem vyseparována do jednotlivých vzájemně propojených profilů, jejichž tvar může být investorem libovolně měněn od jednoduchého kruhu, přes jeho nadělení na n -úhelník až k prostému čtverci. Mezi jednotlivé profily je pak natažena konstrukce opláštění z membrán, vzhledové varianty od plnoplošných až po perforované připomínající tkaninu (www.studioflorian.com).



obr. 4 Dominik Císař: FRACT

Projekt rodinného domu FRACT reaguje na jednotvárnost používání geometrických objektů. Snaží se přijít s novou formou. V digitální době nachází inspiraci ve virtuální přírodě. Tvar je inspirován generováním fraktálové funkce hyperkomplexního čísla. Předmětem bakalářské práce je rodinný dům s kanceláří. Jako konstrukční materiál byl navržen kompozitový sendvič, který umožnil konstrukci složitého tvaru stěn a zachovat tak původní charakter návrhu. Kompozitové sendvičové panely mají funkci nosnou, výplňovou a pohledovou. Interiér koresponduje s expresivním zevnějškem. Zařizovací předměty, úložné prostory či nábytek jsou součástí stěn, konstrukce. Dům se nachází na svahu nad Karlovými Vary. Dům je rozdělen na dvě vzájemně propojené části. Obytná část je vykonzolovalaná nad svažitým pozemkem a obsahuje pět podlaží. Garáž, sloužící jako vstupní prostor, a technické zázemí, je umístěna ve 3. NP při východní, horní hranici pozemku (www.studioflorian.com).



obr. 5 Daniel Volák: Swarm_Bot_Concept

Projekt se zabývá inteligentní automatizací řízení a robotizací modulárních pohyblivých jednotek v čase a prostoru za účelem vytvoření dočasných či trvale obyvatelných prostorů, jde o systémy umožňující samokonstrukci objektu. Robotizovaná jednotka se skládá se samotného prostoru, tzv. buňky, horního krytu, spodního krytu, tzv. docku, a tří párů pohyblivých končetin. Dock obsahuje počítač, akumulátory, konektory pro napájení a technické zařízení budovy. Samotná buňka je tvořena z formovaného vysokopevnostního plastu s integrovaným průhledným LCD displejem po celém svém povrchu, schopným zatmavovat či zesvětlovat povrch v jakékoli části povrchu buňky a také projekce multimédií a rozšířené reality. Interiér buňky je variabilní a je schopen být osazen běžnými zařízovacími předměty. Samotná jednotka je pro člověka přístupná jak horizontálně, tak vertikálně pomocí elektronicky ovládaných otvorů. Jednotka je schopna pohybu díky hexapodálnímu systému končetin s integrovanými servomotory, majícím dostatek síly pro horizontální pohyb a potřeby únosnosti. Jednotky jsou schopny inteligentní vzájemné interakce a konektivity horizontální či vertikální, potřebné pro vytváření složitějších struktur, ať už dočasných či trvale obyvatelných (www.studioflorian.com).