FLO(W)

FLORIAN´S STUDIO STUDENT **W**ORK
MICHAL BEDNÁŘ / DALIBOR DZURILLA / NGUYEN THI THANH HUONG /
LUKÁŠ KURILLA / TEREZA MĚŘIČKOVÁ / JOSEF MUSIL / ONDŘEJ OTÝPKA /
JÁCHYM PEŠEK / NINA PEVNÁ /
TEXT MILOŠ FLORIÁN

Studio FLO(W) působí v rámci Fakulty architektury ČVUT od roku 2004, dříve pod jménem Glass Freeform Architecture. Název přibližoval hlavní zaměření nejen studentských projektů, ale i pedagoga a doktorandů. Vedle Miloše Floriána se na výuce a dalších aktivitách podílí především Lukáš Kurilla, pak Nina Hedwic Housková, Marek Růžička a studenti, členové týmu. Zpracované projekty reflektují realitu založenou na jiných principech a spolupráci mezi studenty, odborníky a specializovanými pracovišti než je doposud běžné.

Členové jsou postaveni před výzvu multidisciplinárního procesu plánování budov, který je mimo jiné založen na studiu přírody. Zajímáme se nejen o tradičních a inovativní materiály, ale i o zajímavé konstrukční systémy jako jsou extrémní tkaniny, zpěněné struktury, síťové prostorové skořepiny, struktury tensegrity, struktury minimálních povrchů lepené celoskleněné konstrukce a podobně. V této souvislosti studenti aplikují do procesu plánování architektury počítačové simulace s následnou zpětnou vazbou založené na principech parametrického a generativního designu. Projekty generované pomocí skriptovacího algoritmu optimalizují konstrukce, materiál, oslunění a vnitřní klima. Integrace designu a konstrukce do projektu urychluje a zpřesňuje hledání finální formy stavby. Vytváří se tak projekty struktur řízenými vlastnostmi. V této souvislosti je třeba si uvědomit, že v přírodě neexistuje hranice mezi materiálem a konstrukcí. Zajímavou se jeví představa, že samotná struktura materiálu může nahradit nosnou konstrukci stavby.

Přírodní procesy plánování Proces plánování se snažíme stavět na počítání podle přírody, které se inspiruje v přírodních procesech. Do této oblasti náleží výpočetní paradigmata, jako jsou evoluční algoritmy, neuronové sítě, celulární počítání, rojové výpočty, molekulární počítání, kvantové počítání, amorfní počítání a další. Proces návrhu dle našeho názoru, může být chápán jako proces, kdy hledáme vhodné řešení v prostoru všech možných řešení. Klasické návrhové techniky jsou ale v řadě případů schopny najít řešení pouze v poměrně malém podprostoru možných řešení. Proto roste význam netradičních návrhových metod a výpočetních modelů, které nacházejí inspiraci v rozmanitých přírodních procesech.

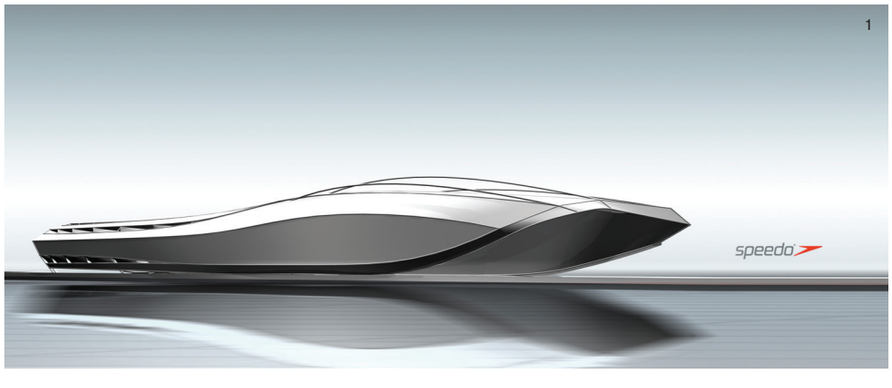
Pozitivní je, že výpočetní modely nové generace dovolují vznik například samoorganizace. Ukazuje se důležitost fyzické podstaty výpočetní platformy pro vznik určitých řešení a chování systémů. Evolučně inspirovaný proces návrhu dokáže najít nová řešení obtížných konstrukčních problémů. Vedle metod návrhu jsou zkoumány jak nové materiály, tak i nekonvenční výpočetní platformy.

Pro počítání podle přírody jsou důležité poznatky z biologie v podobě inspirace procesy fylogeneze (biologické evoluce) a ontogeneze (vývinem mnohobuněčného organismu), které jsou důležité pro pochopení činnosti výpočetních systémů. Procesem fylogeneze se inspirují evoluční algoritmy, které nacházejí uplatnění v oblastech optimalizací a inženýrského návrhu. Procesem ontogeneze se inspirují celulární automaty, L-systémy a některé další modely s cílem formalizovat a realizovat důležitou schopnost živých systémů sebereplikace pro realizaci složitých systémů.

Programy vycházejí ze základní charakteristiky vývinu organismu jakou je proces, konstrukce a vznik samoorganizace. Když prvky/buňky poznají, kde a kdy mají měnit tvar, je to známka počátku programu pro vývin tvaru. Vznik složitých tvarů je důsledkem interakce mnoha sestav prvků/molekul a prvků/buněk. Prvky/buňky musí rozpoznat svoji pozici a tuto poziční informaci správně využít. Prvková/buněčná diferenciace probíhá souběžně s tvorbou tvarů a uspořádání. Tak mohou vzniknout složité prostorové vzory.

Základy evolučního návrhu můžeme proto najít na průniku evoluční biologie, výpočetní techniky a inženýrského návrhu. Evoluční návrh je oblastí evolučních výpočetních metod, rozšiřuje možnosti systémů CAD a přebírá koncepty evoluční biologie. Uvádí se čtyři hlavní oblasti aplikace evolučního návrhu: evoluční optimalizace, kreativní evoluční návrh, evoluční umění a evoluční umělý život.

Klimaaktivní plánování Navrhování energeticky úsporných budov ve spojení s inteligentními plášti na základě počítačové simulace postupně v rámci studia zdokonalujeme. 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 vytápění, chlazení a osvětlení. Pro tento účel jsou prováděny počítačové simulace. Testy modelů budov v aerodynamickém tunelu jsou nahrazovány simulacemi na principu CFD-počítačové metody matematického modelování proudění tekutin nebo na principu dostupnějšího softwaru Ecotec. Celková energetická koncepce se musí rozvíjet ve stadiu plánování,



1

aby se dosáhlo efektivní interakce mezi fasádou, okolím a systémy budov. Současně s tímto způsobem navrhování souvisí i aplikace rozmanitých typů řešení fasád.

Plášť bývá sestaven z transparentních barevných, opaktních nebo potištěných izolačních skel nebo z VIG-vakuových izolačních skel. Do zasklení mohou být integrovány fotochromické, termochromické, mechanochromické, chemochromické materialy, 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 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. Za všechny jmenuji mechanicky nebo pneumaticky předpjaté konstrukce na principu fólie ETFE, jež může být opatřena podobnými úpravami jako sklo.

2

Sklo Problematika navrhování se sklem jako konstrukčním materiálem je nedílnou součástí studiové výuky: sklo jako materiál, laminované sklo, izolační sklo. Poznatky se aplikují i do projektů struktur volných forem. Důležitou roli přitom hraje práce s detailem a světlem, nejen přirozeným, ale i umělým. Rozmanité principy nasvětlení mohou podtrhnout rozličné výrazové možnosti. Specifická může být mediální fasáda ze skel s integrovanými světelnými diodami nebo se samostmívacím či holograficko-optickým efektem, která se může stát variantním řešením pláště. S tím též souvisí studium a aplikace inovativních materiálů ve vazbě na rozmanité skleněné systémy.

Minimální povrchy Z hlediska navrhování nových materiálů projevují zpěněné struktury velkou přizpůsobitelnost, což je dáno množstvím parametrů, kterými je možno manipulovat za účelem generování nových vlastností. Přírodní kostry a nosné skelety jsou v podstatě pórovité, což je zároveň známkou relativní lehkosti. Pěnové struktury představují nejhospodárnější princip vynalezený přírodou pro zacházení s materiálem. Jeví se proto logické spojení se strukturami, jež představují minimální povrchy. Geometrie minimálního povrchu tvoří při současné interpretaci biologického paradigma a novém topologickém objevování pojetí urbanistické ekologie. Styková plocha mezi topologií a urbanistickou ekologií představuje další problematiku v rámci studia. Důvod? Na rozdíl od tradičních urbanisticko-projektových procesů nerozlišuje urbanistická ekologie mezi různými urbanistickými typologiemi, ale místo toho zdůrazňuje kontinuitu městského povrchu a jeho systémového chování. Dívá se na město jako na rozsáhlý kontaktní povrch a posuzuje jeho chování s ohledem na materiálnost, hustotu, kapacitu, barvu a formu. Spojení geometrie minimálního povrchu a umělé inteligence vede k vytvoření rozsáhlých a často složitých kontaktních povrchů jako odpovědi na generické, specifické podmínky. Cílem je zlepšit styk povrchu se vzduchem, sluncem a vodou pomocí charakteristických rysů, jako je například ekonomie poměru materiálu k síle konstrukce, maximalizace poměru povrchu k

objemu, inverznost vnějšího povrchu a složitost zakřivení povrchu. Povrchy jsou projektovány, aby sbíraly a zpomalovaly spád dešťové vody, absorbovaly sluneční energii a způsobovaly cirkulaci vzduchu tak, aby se kontaktem s povrchem čistil.

Plánování zpěněných struktur V posledním desetiletí se dost intenzivně zkoumají možnosti vlivu digitálních projektových a výrobních nástrojů na materiálové organizace rozmanitých trojrozměrných zpěněných struktur. Důraz se klade na vzájemný vztah mezi materiálovými a výpočetními metodami navrhování za účelem vytvoření spíše aktivní než inertní organizace materiálu. Převážně se aplikují principy parametrického projektování v podobě skriptů a technik k rozvinutí komplexních materiálových systémů ve vztahu k sestavování fyzických komponentů, jež jsou z hlediska účinného chování testovány pomocí materiálových simulací. Cílem je stavět a rozvíjet neustále se měnící dynamické vzory a textury parametricky ovládaných trojrozměrných struktur. Různé pak navazující grafické nástroje mají schopnost vytvářet souvislé, a přece nespojité buněčné prostory, splývající stěny a podlaží stavby jako nepřetržitou volumetrickou zpěněnou strukturu či tkaninu. Tyto dynamické parametry rozlišují vzorování pórovitosti struktury stavby, vnitřního členění, systému zástěn a fasád. Systémy struktur působí jako filtry a kanálky, jež zajišťují dynamický výkon rozmanitých aktivit současně s prouděním lidí, propustnost světla a průhledů materiálovou texturou stavby. Mnohoznačné a mnohotvárné variace struktur na principu pěn a hub nabízí novou definici funkčních a vizuálních vlastností, umělých a přirozených, pravidelných a nepravidelných, transparentních nebo průsvitných a pevných či flexibilních, které mohou přecházet do oblasti struktur extrémních tkanin.

Extrémní tkaniny Dalšími strukturami, o které projevujeme zájem v rámci studia, jsou extrémní tkaniny, jež se vyznačují vlastnostmi, jako je pevnost, lehkost, rychlost, chytrost a samočištění. Zvětšit neboli aplikovat tkaninový materiálový systém a jeho specifické chování do měřítka skutečné architektury není jednoduchý úkol. Způsob, jak se tomu přiblížit, představuje přísně materiálová cesta čili vyvinutí nebo zvolení materiálů, které mají srovnatelné vlastnosti jako vlákna, ale jsou vhodnější pro měřítko stavby. Místo sisalového provázku se může uvažovat o ocelovém drátu, skleněném nebo uhlíkovém vláknu, které mají podobnou vláknovou strukturu. Variantu představují určité kompozity spojující vláknitý materiál s pryskyřicí nebo plasty, aby se mohlo řídit chování struktury. Dále je důležité splnit stavební požadavky na vnitřní prostředí, vodotěsnost pláště a za tím účelem vyvinout druhý, adaptabilní plášť připojený k síťovému rastru. Tkalcovské stavy a pletací stroje umožňují vyrábět trojrozměrné tkaniny často při použití technických vláken, která byla ještě před několika lety obtížně zpracovatelná a nesmírně drahá. Objev hybridních materiálů způsobil, že textilní průmysl pokročil dál za splétání přírodních a syntetických vláken a místo toho začal spojovat textilní a netextilní materiály. Typickým příkladem může být kombinace vlákna s keramikou, sklem nebo dokonce kovem. Přínosem tohoto přístupu je vývoj vysoce účinných materiálů, které využívají specifických vlastností jak textilních, tak i netextilních hmot. Materiály jsou vysoce hodnoceny pro excelentní pevnost a výborné tepelně izolační vlastnosti, a proto jsou používány jak v průmyslu, tak i pro tkaniny membrán v architektuře.

Automatizace Domníváme se, že je vhodná doba přemýšlet v duchu automatizace a robotizace o změně v přístupu k plánování staveb i v rámci tuzemského stavitelství a architektury. Pozornost obracíme k možnostem aplikace softwarů na principu CAD/CAM a CAD/CAE technologií nejen k přípravě modelů a prototypů, ale i k jejich výrobě. Snažíme se kontaktovat automatizované firmy, jež obsluhují několik CNC strojů, decentralizují produkci a přinášejí nejen nové metody, ale i výroby individuálních prvků rozmanité aplikace. Výhodou takového plánování jsou precizně na míru nadimenzované prvky stavby prakticky libovolného tvaru ve velmi krátkém čase.

V rámci doktorského studia téma zpracovává mimo jiné i Michal Kutálek.

Nanotechnologie Výzkum Miloše Floriána je založen na plánování nanostruktur z molekulární stavebnice, jejíž jednotlivé stavební bloky se skládají z molekul o desítkách až stovkách atomů a jež se dají pohánět elektrickým polem, světlem nebo proudem plynu. Konstrukce těchto materiálů s přesně definovanou adaptivní strukturou na atomární úrovni a s integrovanými molekulárními zařízeními vykonávají různé funkce, jako větrání, topení, chlazení, osvětlení a podobně. Tyto systémy lze programovat tak, aby se chovaly distribuovaným způsobem velmi podobně jako vzájemně spolupracující buňky v lidském těle, měnily tvar a přizpůsobovaly se změnám prostředí. I v tomto případě jednotlivé stavební prvky projektu získávají design pomocí CAD systémů a pak se pomocí speciálního softwaru buď přímo tisknou, anebo se vyrábějí v plně automatizované nanotovárně.

3D tisk modelů Prezentace projektů využívá nejenom posterů, ale i předností techniky videa, virtuální reality a modelů na principu techniky e-manufacturingu. Technika Rapid

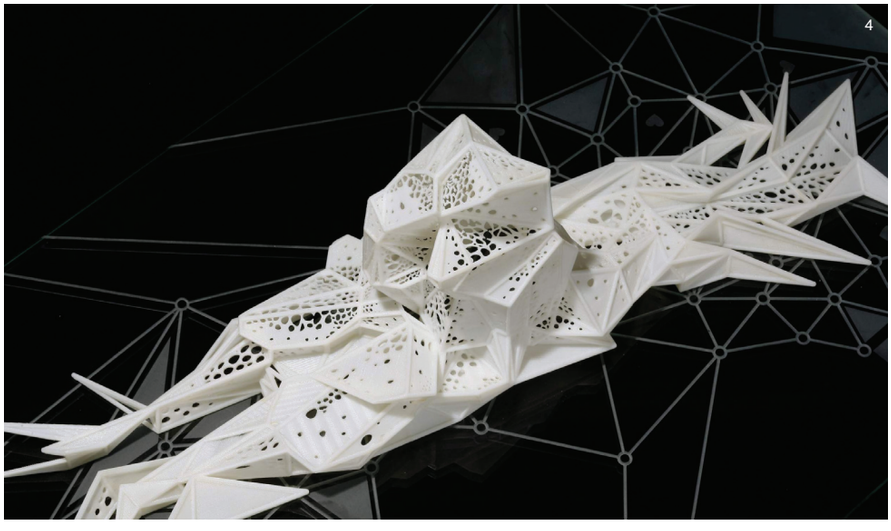
3

Prototypingu představuje zařízení 3D printing, které tiskne model či prototyp tenkým vrstvením hmoty. Jemný prášek pryskyřice, sádry a podobně je pojen adhezivem v tenkých vrstvách a tištěn z trysek tiskárny v rozmanité škále barev. Alternativou je vrstvení materiálu, např. vosku, pomocí trysky. Inovaci představuje možnost tisknout i kov. Význam této techniky neustále roste a už v dnešní době jsou dostupná zařízení, která tisknou středně velké komponenty. Proto není daleko doba, kdy bude možné tisknout i komponenty aplikovatelné na běžné stavby.

Jako zajímavost bych ještě zmínil, že v poslední době probíhá v rámci biotechnologických experimentů výzkum vytváření živých tkání 3D tiskem živých buněk na modely z gelu. Bioprinting, organ printing, computer aided tissue engineering se staly základem poměrně nově formujícího se uměleckého směru – bio artu, který proniká i do oblasti architektury.

Trendy Sledujeme rozpravy o současné avantgardní architektuře na jiných univerzitách, jako jsou Columbia, Yale, UCLA, Vienna Applied Art, AA London či Bartlett, jež prezentují vlastní styl jako výzkumný program. Ačkoliv se obtížně odhaduje budoucí vývoj, dovoluji si upozornit na jeden směr. Neoplazmatický design (Neoplasmatic design) představuje projektování, jež aplikuje výsledky mezioborové spolupráce mezi lékaři, biology, genetiky, inženýry a které vytváří hybridní technologie, novou materialitu a nové živé formy. Hranice mezi přírodním a umělým je postupně stírána. Neoplazmatický princip znamená částečně projektovaný a částečně živý materiál, což v důsledku znamená architekturu sestavenou z biokompozitů. Plánují se proto položivé systémy, jež mají naprogramované ovládání a udržování buněčných struktur, které rostou, vyvíjejí se a nakonec mutují. Výsledkem by měly být stavby křížené s biologickou hmotou.

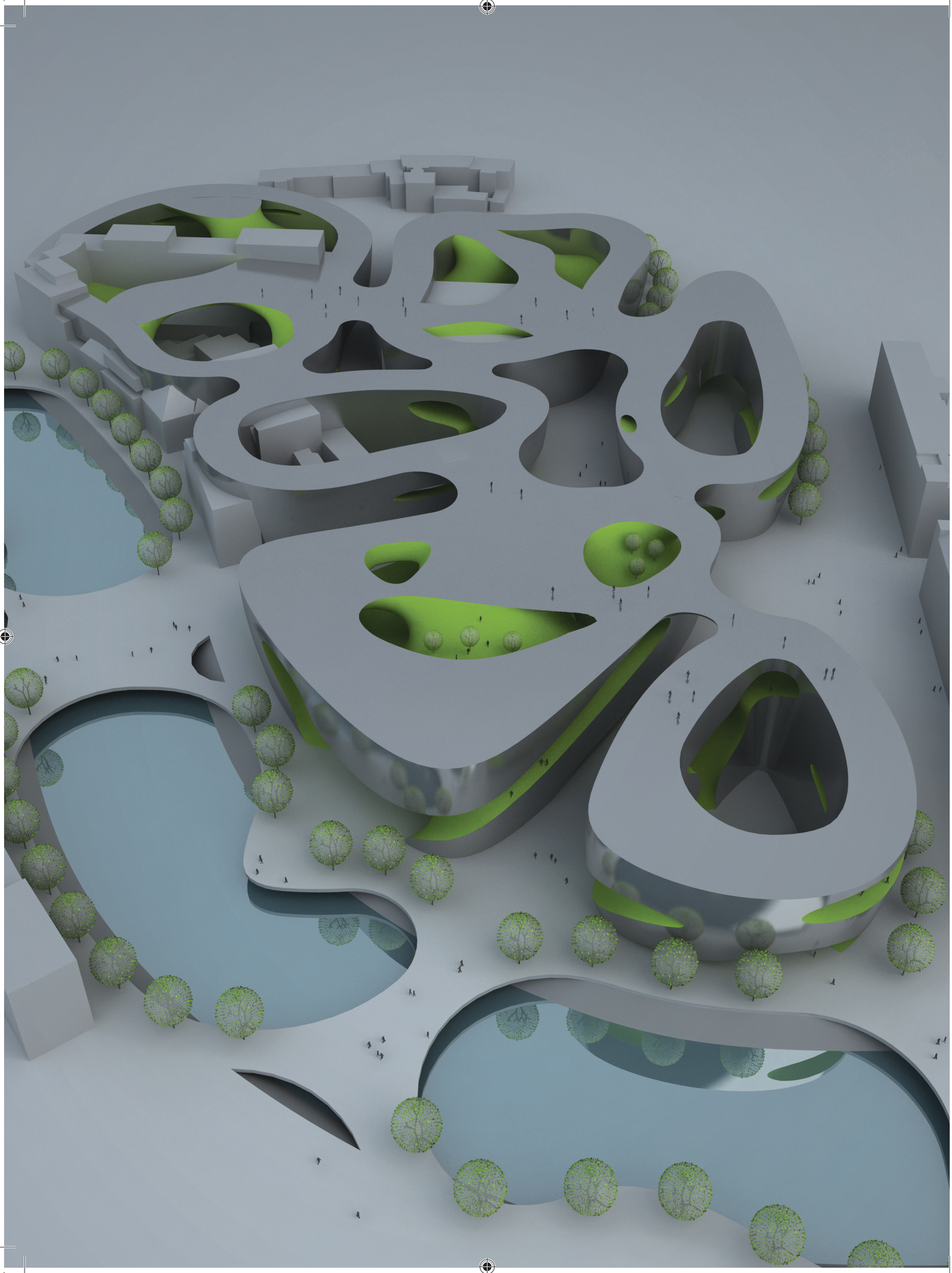
Na architekturu a urbanismus je proto nutné pohlížet jako na multifunkční dynamické systémy. Důležité je proto věnovat pozornost biomimetice a klást důraz na klimaaktivní plánování založené na komplexním vyhodnocení působení vnějších i vnitřních vlivů. Cílem je vznik architektury, která má základní atributy biosystémů, jako malé množství energie, snadné recyklování, extrémní adaptibilitu a rozmanitost generovanou z prvků.



Ing. arch. **MILOŠ FLORIÁN**, Ph.D.
* 17. 5. 1958

Ing. arch. Miloš Florián, Ph.D. působí v rámci Fakulty architektury ČVUT na plný pracovní úvazek. O října 1995 na Ústavu navrhování II. pod vedením prof. A. Navrátila, CSc., kde se spolupodílel na ateliérové výuce a cvičeních ze zdravotních i sportovních staveb. Od října 2002 do října 2003 působil na Ústavu dějin architektury a umění pod vedením prof. P. Ulricha, CSc. jako vědecký pracovník. Od října 2003 až do současnosti působí na Ústavu stavitelství I. pod vedením prof. M. Pavlíka, CSc. Hlavním oblastí odborného zájmu jsou sklo jako konstrukční materiál, inteligentní pláště budov, konstrukce volných forem, technologie CAD/CAM a nanotechnologie. Vede cvičení, seminární práce, bakalářské projekty, diplomové projekty a doktorandy jako školitel i jako pedagog-specialista. Podílí se na zkouškách, státních závěrečných zkouškách a vědecko-výzkumné činnosti ČVUT. Od října 2004 vede studio FLO(W). V říjnu 2005 získal titul doktora Ph.D. ve studijním programu „Architektura a pozemní stavitelství“.

1 Tomáš Rousek / Speedo LZR Gallery 2008/2009 / vizualizace projektu
2 Cyril Pavlů / serpentARC 2008/2009 / vizualizace projektu
3 Petr Bláha / Coral Tower 2008/2009 / RP model
4 Nina Hedwic Housková / Palác umění Praha 2007/2008 / RP model



LIQUID BLOCKS
STUDENTSKÝ IDEOVÝ PROJEKT
MICHAL BEDNÁŘ / ATELIÉR FLO(W) / 2009–2010

Liquid Blocks V projektu Liquid Blocks hledám využití minimálních ploch, které na sebe periodicky navazují ve třech směrech (Triply Periodic Minimal Surface, dále jen TPMS). Snažím se využít specifického způsobu, jakým tyto plochy utváří kontinuální, „tekutý“ prostor, a obohatit o něj městské prostředí. Díky tomu je možné plynule vystoupat „domem“ až na samotný vrchol, aniž by člověk vstoupil do jeho útrob. Střešní krajina se tak stává volně přístupnou a využitelnou jako plnohodnotný městský prostor. Samotný projekt je situován do města Plzně. Řešené území se rozpíná od hlavního nádraží k Denisovu nábřeží.
V současném stavu toto roztříštěné a pomalu odumírající území neodpovídá své atraktivní poloze v centru města. Cílem projektu je vytvořit plynule průchozí, živou městskou strukturu a dodat tak území novou energii a využití.

Minimální plochy Minimální plochy jsou v architektuře využívány již delší dobu, a to hlavně v podobě zavěšených lanových anebo membránových konstrukcí. Jednou z nejznámějších a nejrozsáhlejších stavbou v tomto duchu je Olympijský stadion v Mnichově (1972, autoři: Günter Behnisch, Frei Otto). Minimální plochy se však vyznačují zajimavými vlastnostmi, které otevírají nové a stále dostatečně neprobádané možnosti jejich dalšího využití.

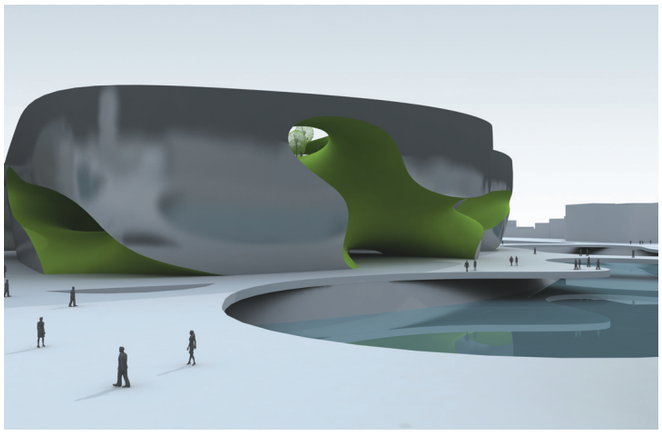
Minimální plocha zaujímá v daných hraničních podmínkách vždy plochu s nejmenším možným povrchem. To je dobře demonstrovatelné pomocí pokusu s drátěnou smyčkou namočenou do mýdlové vody. Drátěnou smyčku překlene vždy stejná plocha. Toto chování je dáno povrchovým napětím mýdlového filmu, které způsobuje minimalizaci povrchu. Nejjednoduším příkladem minimální plochy je rovina. Dále to pak může být catenoid (hyperbolický paroboloid) nebo helicoid (šroubovice).

Z hlediska diferenciální geometrie jsou minimální plochy definované nulovou hodnotou středního zakřivení. Střední křivost je vlastnost, která lokálně (ve vztahu k nejbližším bodům na ploše) popisuje zakřivení plochy. Hodnota středního zakřivení vychází z hlavních poloměrů křivosti plochy.

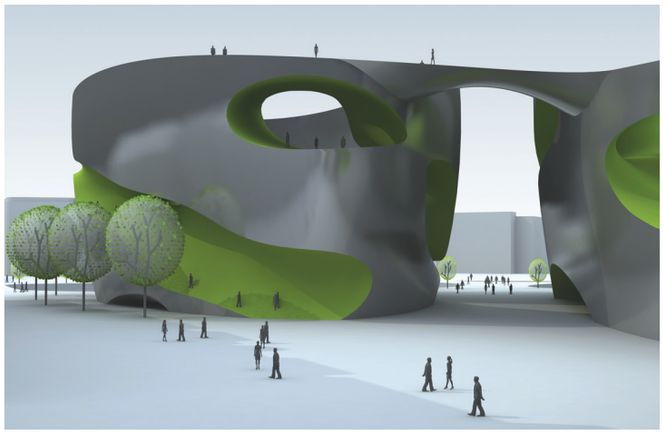
Od 80. let, kdy byly matematicky popsány nové druhy minimálních ploch, se toto téma dostalo do popředí zájmu matematických a vědeckých studií. A to hlavně z důvodu jejich návaznosti na problematiku nanotechnologií a molekulárního inženýrství. Právě objevení ploch periodicky vyplňujících prostor (TPMS) a způsobu, jakým dělí prostor, umožnilo lepší poznání struktury atomů, molekul a makromolekulárních systémů.

Minimální plochy přináší nový způsob utváření a vnímání prostoru (projekt Hybrid Species). TPMS mají podobné vlastnosti jako zpěněné struktury, které představují nejhospodárnější princip vynalezený přírodou pro zacházení s materiálem. Geometrie těchto ploch umožňuje maximální plošné využití za minimalizace množství materiálu (projekt INVERSAbrane, Kol/Mac studio). Všechny tyto vlastnosti naznačují, že si tato problematika zaslouží svoji pozornost i v architektuře.

Denisovo nábřeží



ulice Americká

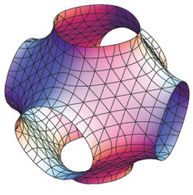


ANALÝZA MINIMÁLNÍCH PLOCH

TRIPLY PERIODIC MINIMAL SURFACE (TPMS)

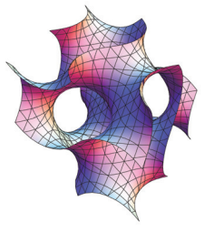
SCHWARZ P

```
ContourPlot3D[
Cos[ x]*Sin[ y] + Cos[ y]*Sin[z] +
Cos[z]*Sin[x] == 0,
{x, 0, 2 Pi}, {y, 0, 2 Pi}, {z, 0, 2 Pi},
PlotPoints -> 5, MaxRecursion -> 1,
Axes -> None, Boxed -> True,
ViewPoint -> {Pi, Pi, Pi},
BoxRatios -> Automatic]
```



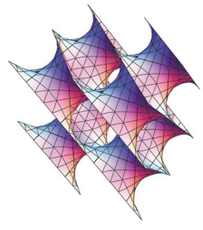
GYROID

```
ContourPlot3D[
Cos[ x]*Sin[ y] + Cos[ y]*Sin[z] +
Cos[z]*Sin[x] == 0,
{x, 0, 2 Pi}, {y, 0, 2 Pi}, {z, 0, 2 Pi},
PlotPoints -> 5, MaxRecursion -> 1,
Axes -> None, Boxed -> True,
ViewPoint -> {Pi, Pi, Pi},
BoxRatios -> Automatic]
```



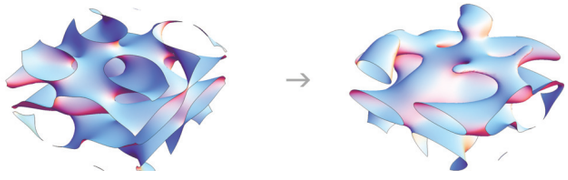
DIAMOND

```
ContourPlot3D[
Cos[ x]*Sin[ y] + Cos[ y]*Sin[z] +
Cos[z]*Sin[x] == 0,
{x, 0, 2 Pi}, {y, 0, 2 Pi}, {z, 0, 2 Pi},
PlotPoints -> 5, MaxRecursion -> 1,
Axes -> None, Boxed -> True,
ViewPoint -> {Pi, Pi, Pi},
BoxRatios -> Automatic]
```

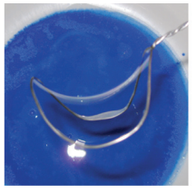


VLOŽENÍ LOGARITMICKÉ FUNKCE

```
ContourPlot3D[
2.75*(Sin[x]*Sin [2 z]*Cos[y] + Sin[2 y]*Sin[ x]*Cos[2 z] +
Sin[4 z]*Sin[ y]*Cos[ x]) - 1*(Cos[ x]*Cos[ 2 y] + Cos[ 2 y]*Cos[2 z] + Cos[4 z]*Cos[2 x]) + Log[0.1*z]+ 1.2 == 0,
{x, 0, 2 Pi}, {y, 0, 2 Pi}, {z, 0, 1 Pi}, PlotPoints -> 10,  MaxRecursion -> 1, Axes -> None, BoxRatios -> Automatic,
Contours -> 8, Boxed -> False, Mesh -> False]
```

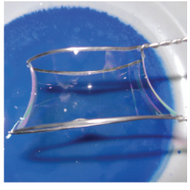


POKUS S MÝDLOVÝM FILMEM



ENNEPER´S SURFACE

```
ParametricPlot3D[
{u - (u^3/3) + u v^2,
v - (v^3/3) + u^2 v,
u^2 - v^2},
{u, -2, 2}, {v, -2, 2},
Boxed -> False,
Axes -> False]
```



CATENOID

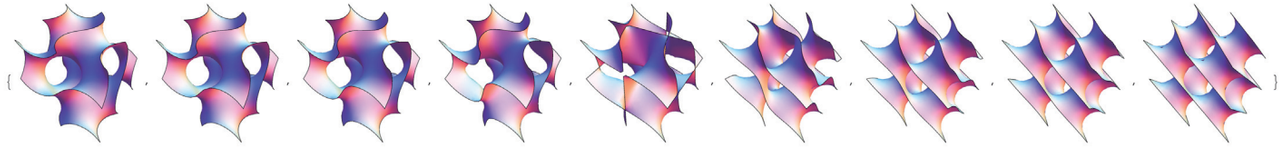
```
ParametricPlot3D[
{Cosh[u] Cos[v],
Cosh[u] Sin[v], u},
{v, 0, 2 Pi}, {u, -1, 1},
Axes -> False,
ViewPoint -> {3,3, 0.9},
Boxed -> False ]
```

DEFINICE TPMS

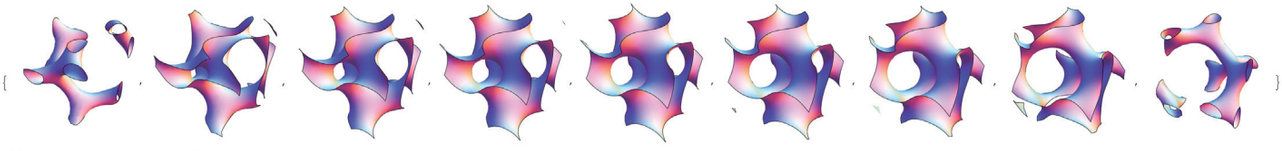
$$s*term1 + (1 - s)*term2 + t = 0$$

TPMS mohou být definované pomocí rovnice s třemi proměnnými. Díky této definici lze mezi sebou plochy míchat odčítáním/sčítáním jednotlivých definic. Hodnotu zastoupení dané plochy udává parametr s. Parametr t definuje offset plochy. Tímto způsobem mohou vznikat nové podkategorie ploch.

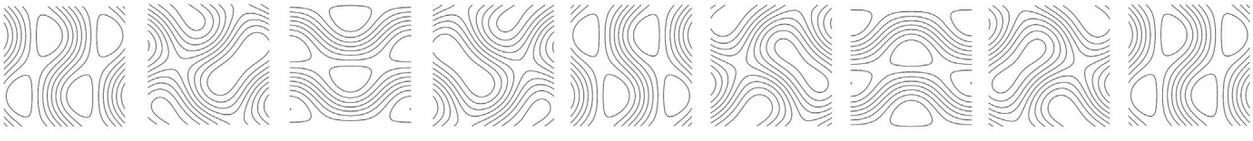
Přechod mezi plochami Gyroid a Diamond



Offsetování plochy Gyroid



Půdorysné řezy plochou Gyroid

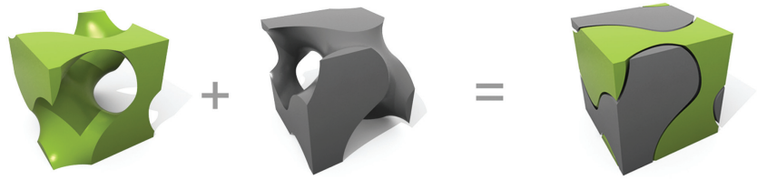


0*Pi 0.25*Pi 0.5*Pi 0.75*Pi 1.0*Pi 1.25*Pi 1.5*Pi 1.75*Pi 2.0*Pi

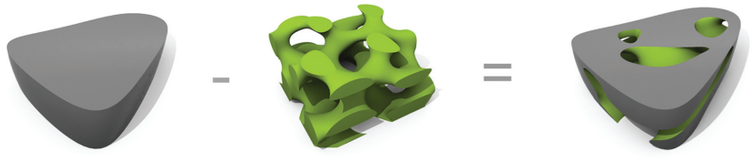
GENEZE NÁVRHU

**SCHÉMA ŘEŠENÉHO UZEMÍ
A VYUŽITÍ DĚLENÉHO PROSTORU TPMS**

**DĚLENÝ PROSTOR TVOŘENÝ
PLOCHOU GYROID**



BOOLEANOVSKÉ OPERACE

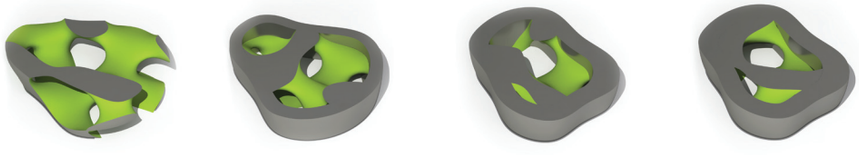


VÝVOJOVÉ FÁZE BLOKŮ

[Blok 02] bydlení, služby, park

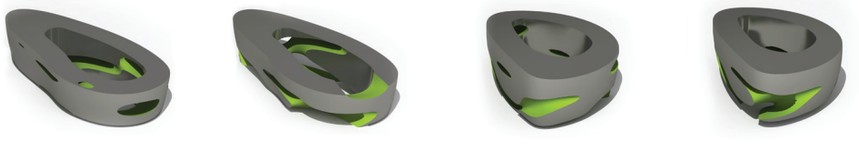
[Blok 04] administrativa, lázně

[Blok 05] obchodní centrum, administrativa



[Blok 06] služby, administrativa, bydlení

[Blok 01] hotel, obchody



Postup

Plochy byly generovány a analyzovány v softwaru Wolfram Mathematica a K3dsurf.

Následně byly zpracovávány pomocí booleanovských operací v programu Rhinoceros. Vysledná hmota vznikla odečítáním vybraných minimálních ploch od základní hmoty navržené na základě rozboru území.

LIQUID BLOCKS

STUDENTSKÝ IDEOVÝ PROJEKT

ATELIÉR FLO(W), FA ČVUT 2009–2010

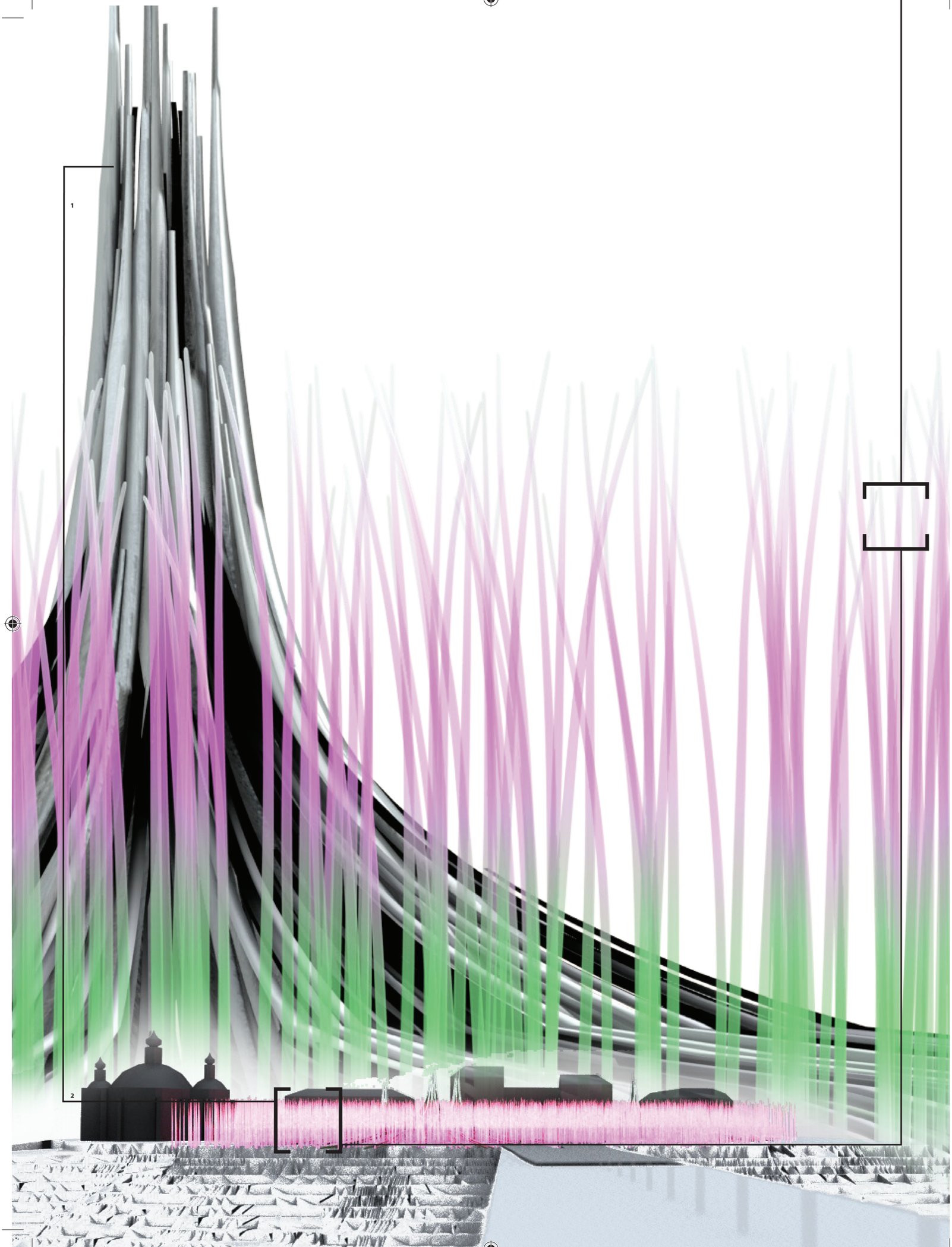
AUTOR Bc. Michal Bednář

ZADÁNÍ Útvar koncepce a rozvoje města Plzně

KONZULTACE Ing. arch. Miloš Florián, Ph.D.
Ing. arch. Lukáš Kurilla, Ing. arch. Marek Růžička

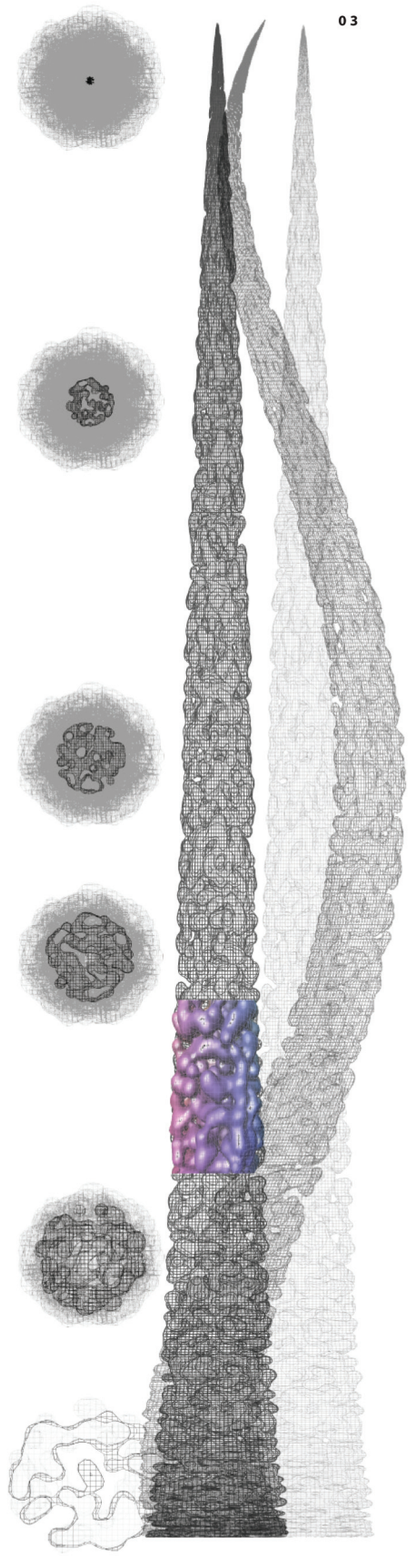
TISK MODELU 3D Studio, FVU VUT Brno
doc. Michal Gabriel, MgA. Tomáš Medek

WEB www.studioflorian.com/zima2009-10/
Michal Bednář


1
2

EKO FIELD [{F] : THE BRISTLE
KONŠTRUKČNÁ VÍZIA
PRAHA – NUSELSKÝ MOST – KYSLÍKOVÁ TOVÁREŇ – ELEMENT
DALIBOR DZURILLA / ATELIÉR FLO(W) / 2008–2010

Potenciál! Pod názvom EcoField sa otvára komplexná vízia ekologickej továrne na výrobu kyslíka. Projekt začal vznikať pred rokom na delte Nuselského mosta v Prahe. Koncept vykresľuje nárazové územie, ktoré má pohlcovať emisie (CO_2, Hluk). Hmotová idea je postavená na inšpirácii pšeničným poľom. Územie sa neprestajne pretvára – morfuje – pod vplyvom vetra. Pole štetín okrem iného dotvára prostredie s estetickým potenciálom prechodového prostredia. Technológia výroby kyslíka sa opiera o výskum kontrolovaného rastu baktérií – rod Chemostats. (AA school) Ako odpadovú látku produkujú kyslík.
Modelovanie? Procedurálne! Procedurálne navrhovanie je mimoriadne silný nástroj. S týmto pojmom je spojená kreatívnosť, efektívnosť, nedeštruktívnosť krokov, schopnosť prehľadne premyšľať o veciach a poňať daleko rozsiahlejšie a zložitejšie zadania. Postupne riešiť problémy a tešiť sa z výsledku. Ako tvorcovia, nikdy neobsiahneme mozgom všetky dotýkajúce sa faktory zadania (Inputs).Tie sa postupne vkladajú do procesu a tým je zaistená ich pôsobnosť na design. Dnes ale nie je dôležitý software , ale vklad. Byť dobrým programátorom nestačí. Dôležitá je estetika a nápady autora. Architekt preto vždy bude mať veľkú úlohu v tomto procese.
Genéza konštrukcie Celá vývojová rada alternatív /genéza/ stojí na reálnom základe v súčasnosti poznaných a preskúmanych technológiách.Pre každé nové hľadanie štruktúry, tvaru, materiálu som vytvoril nový procedurálny strom v ktorom boli zahrnuté ovplyvňujúce faktory (Inputs).
Záver? Digitálny rast, formfinding a pruznejsie testovanie virtuálneho modelu s digitálne-reálne-fyzickými vlastnosťami materialov, v rôznych dynamických prostrediach a aplikáciách (Ecotech Processing), poskytuje priestor na omyly a pokusy) opracovanie hmoty. Takáto architektúra sa vo výsledku môže roboticky postaviť v reálnom prostredí. Celou genézou som prechádzal a poznával nové možnosti ako materiálov tak aj štruktúr, silu a kreativitu dynamických systémov a možností inšpirácií, či už z technológií, makrosveta, ľudského tela alebo v neposlednom rade z prírody. Mám pocit že svet okolo nás je neobmedzeným zdrojom inšpirácií v tomto hľadaní by som rád naďalej pokračoval. Najväčšmi musím zdôrazniť v tomto hľadaní prírodu. Pre mňa nevyčerpateľného zdroja inšpirácií a odpovedí. Práve preto je to začiatok!
(viac informácii na webe)


03

03 Štetina 03. Metaballs / programovateľná hmota / v súčasnosti Claitronika. Stavebná jednotka - **metaballs (Kernel function: Heart model)** - generovaný zmrznutý tok média (viac na webe)

01 Výrez zo situácie EcoFieldu
02 Pohľad z mosta
04 Štetina 02.Festo
05 Štetina 04.The Particles
06 Chemostaty – vizualizácia zachytávania emisií – plnenie banky
07 Phyllotacxis morfogenéza
08 Ukážka procedurálneho stromu – viazanie uzlou pre generovanie zapletania / input1 /Štetina 06.The Woven2
09 Vnorená štruktúra Štetiny: The Woven
10 Štetina: the Woven 2

ŠTETINA 02. „FESTO BRISTLE"
Štetina je zostavená z pneumatických a iných prvkov firmy Festo. (festo.com)

ŠTETINA 03 „METABALLS BRISTLE"
Konštrukčné riešenie , pre ktorú bolo prvotným impulzom programovateľná hmota. Úzko súvisí aj s pojmom „Kleitronika" (Claytronics).
Pre hľadanie tvaru z tejto hmoty som využil „Metaballs" (typ:Kernel function: Heart model). Ide o guľovú geometriu so silovými pásmami ktoré sa buď priťahujú alebo odpudzujú. Inšpiráciou tvarovania je dej odovzdávania energií v našom tele prostredníctvom média – krviniek. Ich dynamika prúdenia v žilách človeka a ich spôsob pripájania sa jednej na druhú. Je to jeden z mnohých úkazov v našom svete zlievania sa dvoch telies do jedného(morphing).

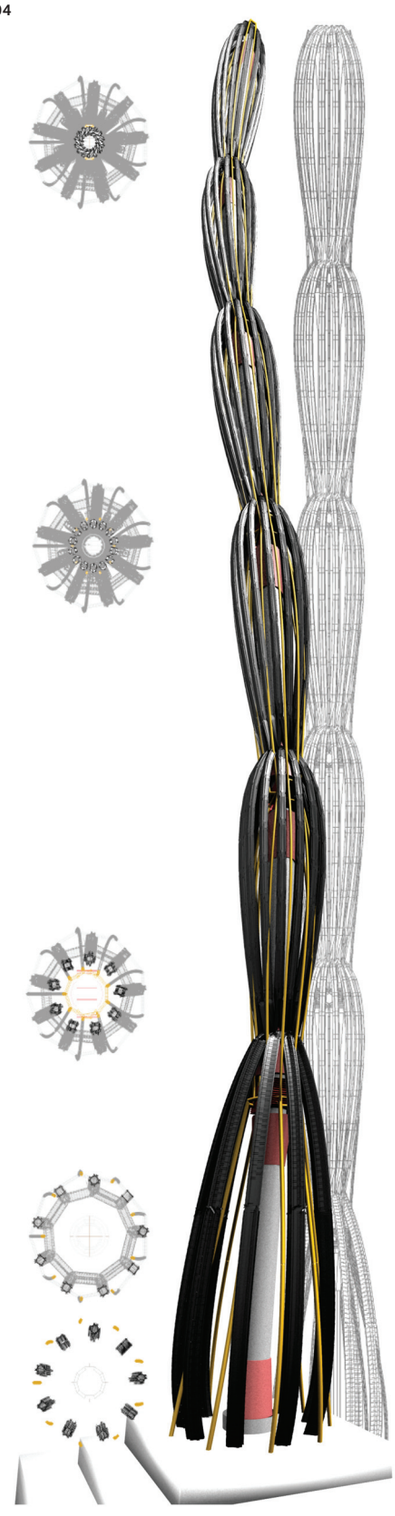
ŠTETINA 04.„THE PARTICLES" BIOKOMPOZITY + BAKTERIE
Alternatíva "partiklovej štetiny" vznikala na princípe digitálneho rastu(digital growth). Z fraktálneho podorysu, prúdia častice, ktoré majú prednastavené vlastnosti, ako živiny v rastlinke. Prúdia smerom hore, pri priblížení k sebe sa spájajú a naberajú väčšiu energiu. Prúdia po jemne rotujúcej trajektórii, ako je zatočené aj telo každej rastlinky, kôli statike (Fibonacci). Častice medzi sebou horizontálne vyplietajú sieť, ktorá je navrhovaná ako hybridný biokompozit. V bodoch, v ktorých sa nachádzajú častice po ukončení digitálneho rastu, sa generujú procesom guľové elementy – banky, s vnútornou priestorovou štruktúrou pre možnosť kultivovania baktérií- Chemostatov.

ŠTETINA 05."THE WOVEN 1,2" - SMA
Vznik tetjto štetinky je spojením viacerých faktov overených matematikou alebo poznatkov z prírody. V prvom rade je tu patrný algoritmus zaplietania, ktorý je čisto a presne matematicky popísaný. Druhým vstupom (input2) do riešenia je fylotaxis (phyllotaxis, Fibonacci,D.A.Thompson) postupnosť s presným radením bodov/uzlov/kĺbov v rastline a rotáciou prvkov. Nakoniec bola založená aj pôdorysná forma na princípe tohto L-systému. Tretím vstupom do riešneia je geometria a správanie sa palmoveho kmeňa pri ohybe. Štvrtým vstupom je prierez rastliny (Geranium). Materiálovo ide opať o polymér s tvarovou pamäťou (Shape memory alloys/ SMA)-piaty vstup. Spojením týchto hlavných poznatkov/vstupov, vznikla finálna štruktúra. Celková konštrukcia musí byť čo najľahšia, čo je dosiahnuté dutosťou prvkov. Pružná, čo je dosiahnuté rotáciou prvkov (ako pružina). A povrch musí byť čo najčlenitejší aby každá Štetinka mala čo najväčšiu povrchovú plochu a mohla prijímať emisie čo najväčším povrchom. V tomto prípade sú baktérie umiesňované v niektorých dutinách štetiny. Pomocou jazyka python su tieto deje popísané a navzájom formujú finálnu štetinku.

/INPUT1// FORMÁLNY MATEMATICKY VYJADRENÝ ALGORITMUS PLETENIA
`x`=(`s`-`Rp`)*(cos(`d`)*cos(`k`*`t`*2*PI) + sin(`d`)*-sin(`k`*`t`*2*PI))*cos(`t`*2*PI)+ (`s`-`Rp`)*(cos(`d`)*-sin(`k`*`t`*2*PI)- sin(`d`)*cos(`k`*`t`*2*PI))*sin(`t`*2*PI)+ `Rp`*cos(`t`*2*PI)
`y`=(`s`-`Rp`)*(cos(`d`)*cos(`k`*`t`*2*PI)+ sin(`d`)*-sin(`k`*`t`*2*PI))*sin(`t`*2*PI)- (`s`-`Rp`)*(cos(`d`)*-sin(`k`*`t`*2*PI)- sin(`d`)*cos(`k`*`t`*2*PI))*cos(`t`*2*PI)+ `Rp`*sin(`t`*2*PI)
`z`=(`s`-`Rp`)*sin(`b`)*(cos(`d`)* sin(`k`*`t`*2*PI)-sin(`d`)*-cos(`k`*`t`*2*PI))+`t`*360* (PI/180)*`Rp`*(cos(`b`)/sin(`b`))

/INPUT2// LSYSTEM RULES:
definované v jazyku Python:
Premise A(b)C(s)
Rule1 A(i):i>0=/(137.5)[&(90)f(r+h+i*j)B(d+(rand(i)-0.5)* l,e+(rand(i)-0.5)*f)]A(i-1)
Rule2 C(i):i>0=a("Cd",0,1,0)a("root",1)F(r*2,r)J(r)C(i-1)
Rule3 B(i,w):i>0=a("Cd",1,0,0)TF(w,w/2)J(w/2)B(i-1,w)

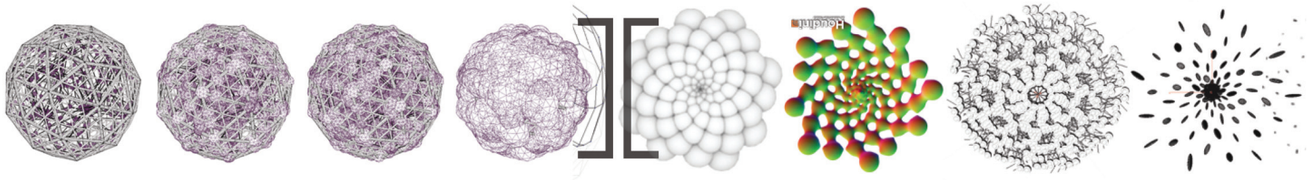
04



ECO FIELD & THE BRISTLE GENESIS
ATELIER FLO(W), FA ČVUT 2008 - 2010
AUTOR Bc. Dalibor Dzurilla
SPOLUPRÁCA Ing. arch. Miloš Florián, Phd., Ing. arch. Lukáš Kurilla, Ing. arch. Pavel Hladík, PhD., Jan Kurimský, Radhika Nagpal-claytronic MgA. Tomáš Medek /rapid prototyping, FVU VUT/
WEB www.studioflorian.com, www.ddz.sk
KONTAKT dalibor.dzurilla@gmail.com

06

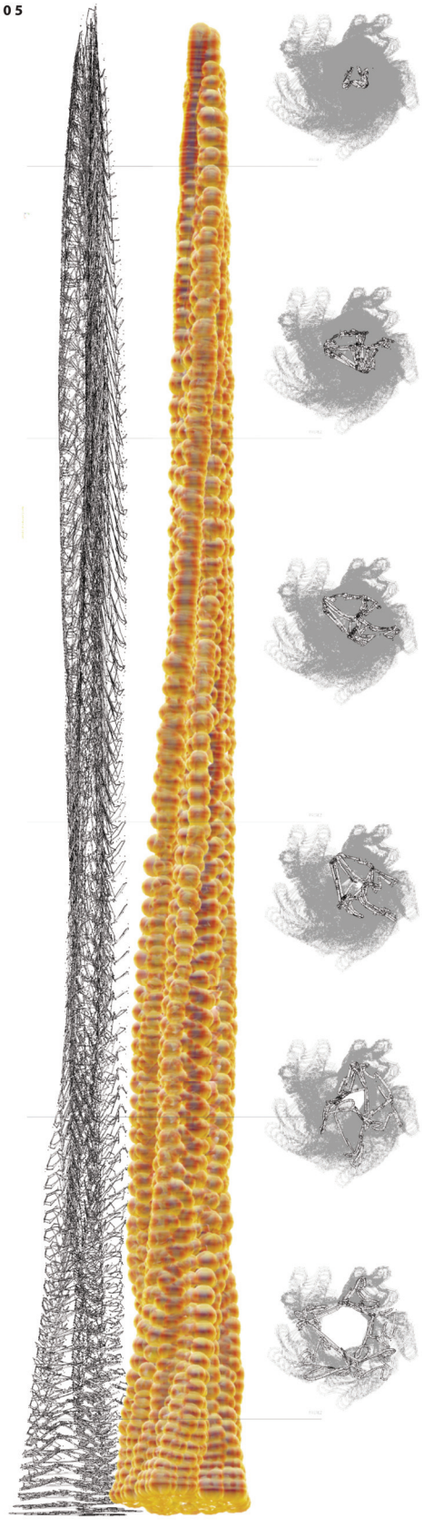
07



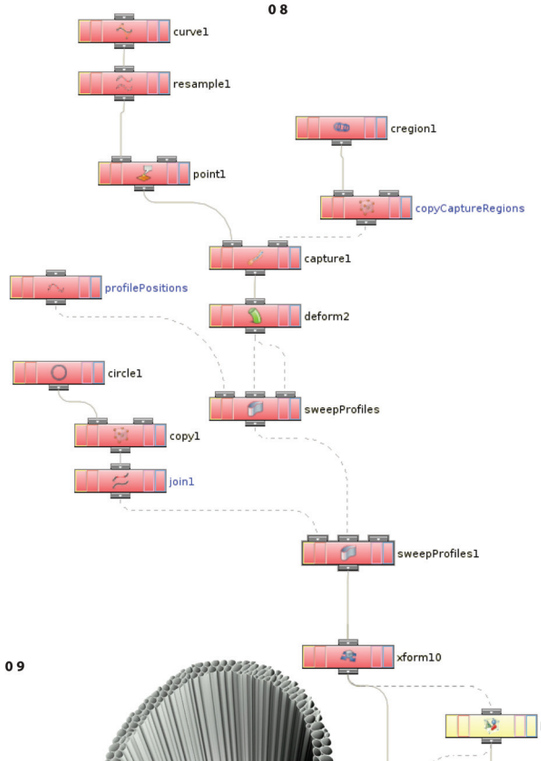
Chemostats - zapĺňanie banky rozrastajúcimi sa rodinami baktérií
- pohlcovanie emisií baktériami
(Steve Pike, Nonsterile, Zygomycetes rhizopus, 2001)

/INPUT2//fillotaxis rodina - morfogenéza
L system- 3 pravidlá

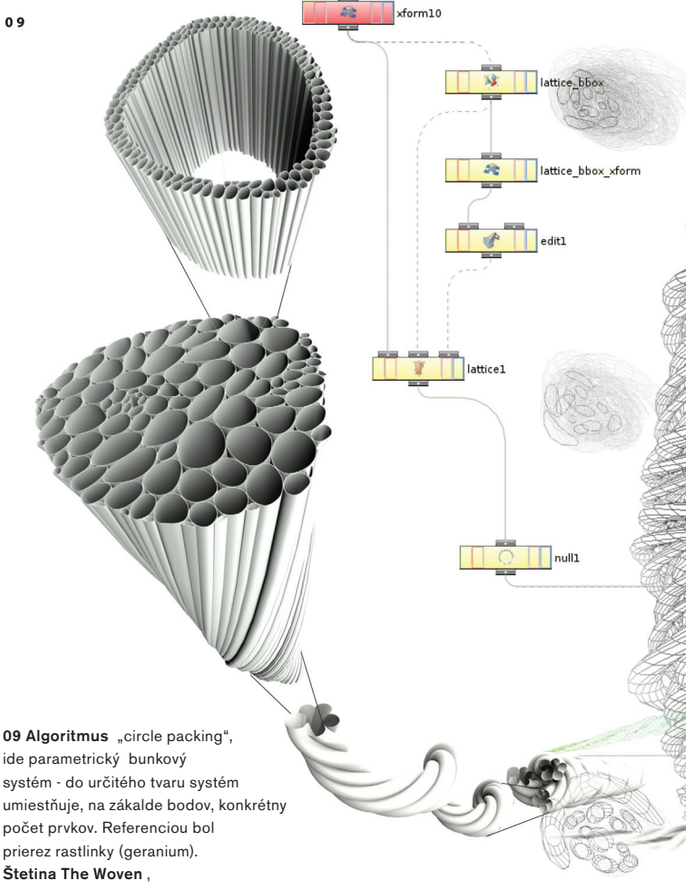
05



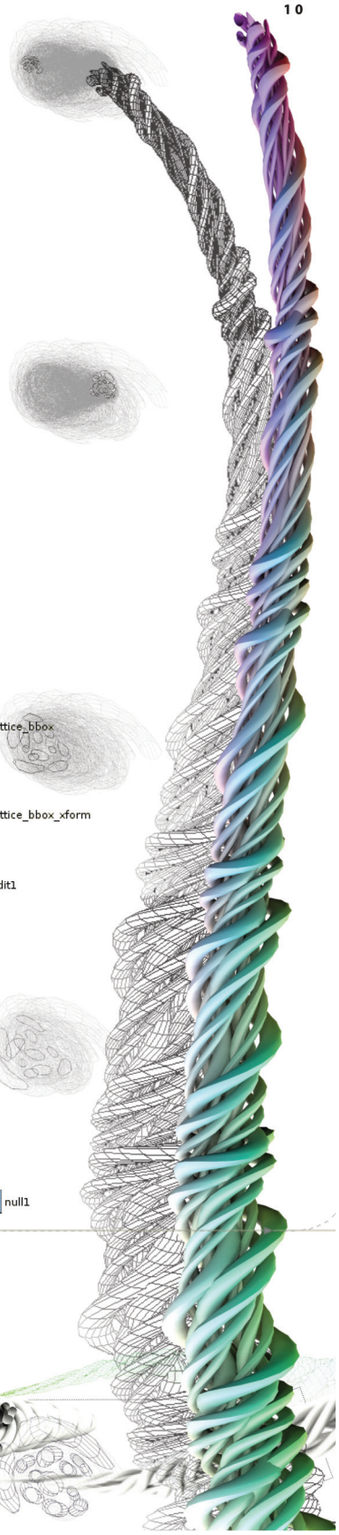
08



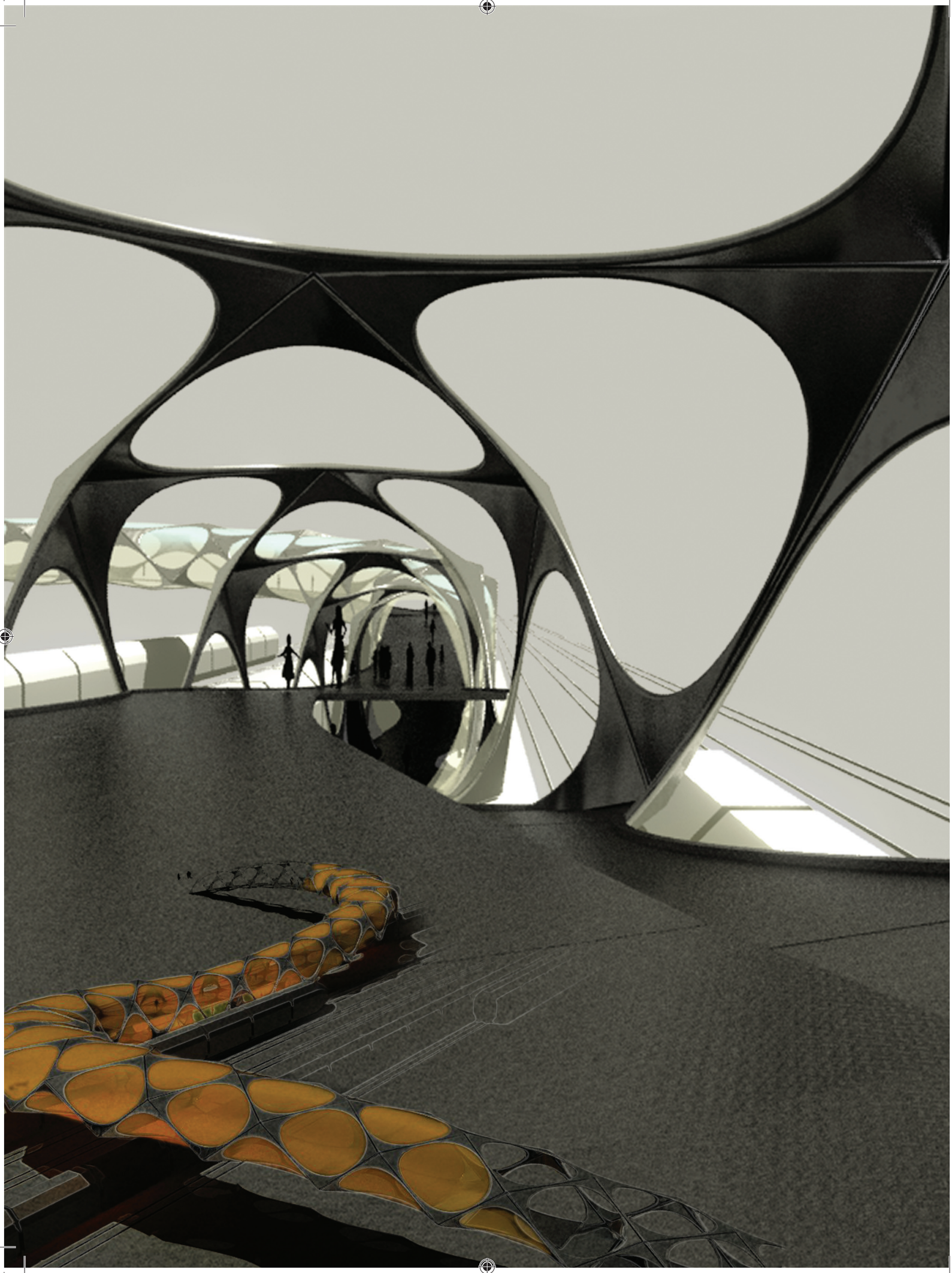
09



10



09 Algoritmus „circle packing“, ide parametrický bunkový systém - do určitého tvaru systém umiestňuje, na zákalde bodov, konkrétny počet prvkov. Referenciou bol prierez rastlinky (geranium).
Štetina The Woven , detail vnorenej konštrukcie.



ANNELIDA
PARAMETRICKÉ PREMOSTENIE
LUKÁŠ KURILLA / ATELIÉR FLO(W) / 2007-2010

Čo ma priviedlo do ateliéru Miloša Floriána? Myslím, že za to môže určité vnútorné hľadanie, túžba človeka identifikovať sa, potreba riešiť veci, riešiť ich inak...

Spočiatku som si pripadal ako prvák, i keď tomu už tak dávno nebolo. Vykĺzol som z vyznačených koľají a začínal sa orientovať vo vlastných názoroch.

Zažil som semester, počas ktorého som v ateliére stretol viacero zaujímavých ľudí. Bol to taktiež rok plný zaujímavých prednášok a workshopov organizovaných digitálnym architektom. Rok prvého skriptovania na škole. Otvorili sa mi oči. Vnútorná skladačka o architektúre začala do seba zapadať. Nadchol som sa pre informačné technológie a uvidel v nich neprebádanú cestu možnej budúcnosti architektúry. Našiel som cestu, ktorá mi dáva zmysel.

Na disku sa objavovali prvé skripty v RhinoScripte, pomocou ktorých som si skúšal vytvárať netradičné metódy navrhovania.

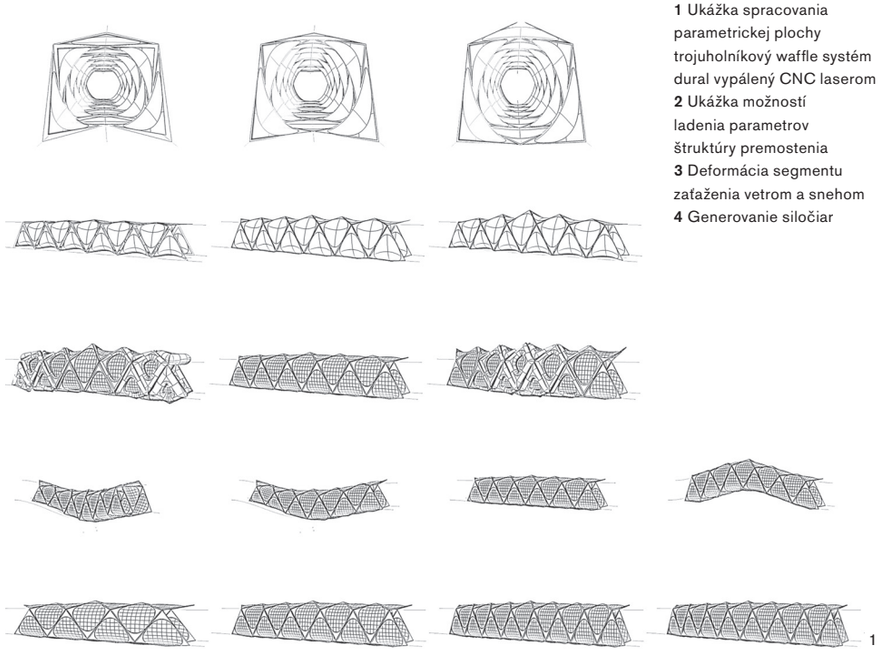
Sústredil som sa na vytvorenie plne kontrolovaného virtuálneho modelu, ktorého tvarové možnosti prvkov by odpovedali reálnosti tvárnenia materiálu. Analyzoval som tvarové možnosti pásových prvkov a ich následnú rozvinuteľnosť do plochy. Z pásových komponentov som vytváral komplexný virtuálny model, ktorý by sa dal následne rozvinúť do plochy. Tým by sa zabezpečila vyrobiteľnosť zložitejších, dokonca aj zbortených plôch.

Snažil som sa kontinuálne previazať nový koncept s diplomovým projektom, ten sa však vďaka potenciálu územia vydal inou cestou. Rozhodol som sa riešiť železničnú stanicu ako premostenie. Pre menej vhodné statické vlastnosti pásových prvkov som ich z konceptu vypustil. Zdalo sa, že dôjde k celkovej zmene konceptu, no nestalo sa tak. Pomocou skriptu som si overoval nové možnosti štruktúry. Najlepšie sa javili tyčové prvky, ktoré vytvárali zaujímavú formu a dovoľovali voľne pokračovať v predošlom koncepte.

Myslím si, že je dôležité, aby prvotný proces navrhovania bol vždy tvorivý a hravý. Hravý natoľko, aby sa ho človek nikdy nebál zahodiť pre dobro ďalšieho, lepšieho pokračovania. Oprášiť staršie nápady ide predsa stále a človek v nich po rokoch vidí nový, lepší smer.

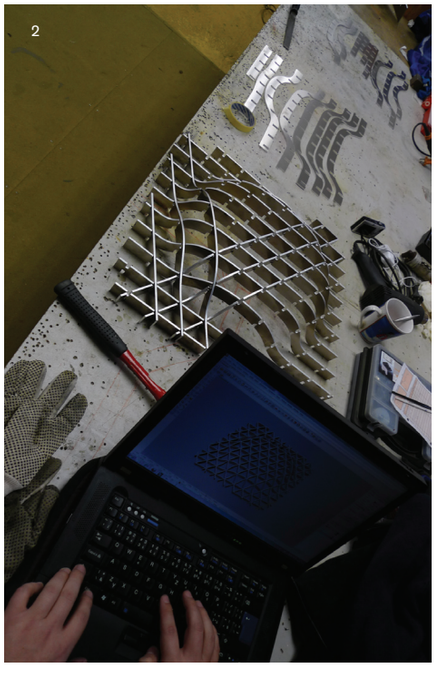
Annelida, z latinského prekladu obrúčkavce, je kmeň červovitých živočíchov, pre ktoré je typická vonkajšia i vnútorná segmentácia, ktorá im umožňuje pohyb. Premostenie sa skladá zo segmentov, ktoré tvoria prvky. Vďaka parametričnosti prvkov je možné variovať výsledný tvar premostenia.

Na programovaní je fascinujúca jeho nadčasovosť. V programovaní sa autor môže voľne vrátiť v štruktúre príkazov k ľubovoľnému príkazu a ten pozmeniť. Pripadá mi to ako cestovanie vo virtuálnom čase s možnosťou spätného overenia predošlých konceptuálnych rozhodnutí. Možnosť vykonať zmenu s následným predpovedaním budúcna.

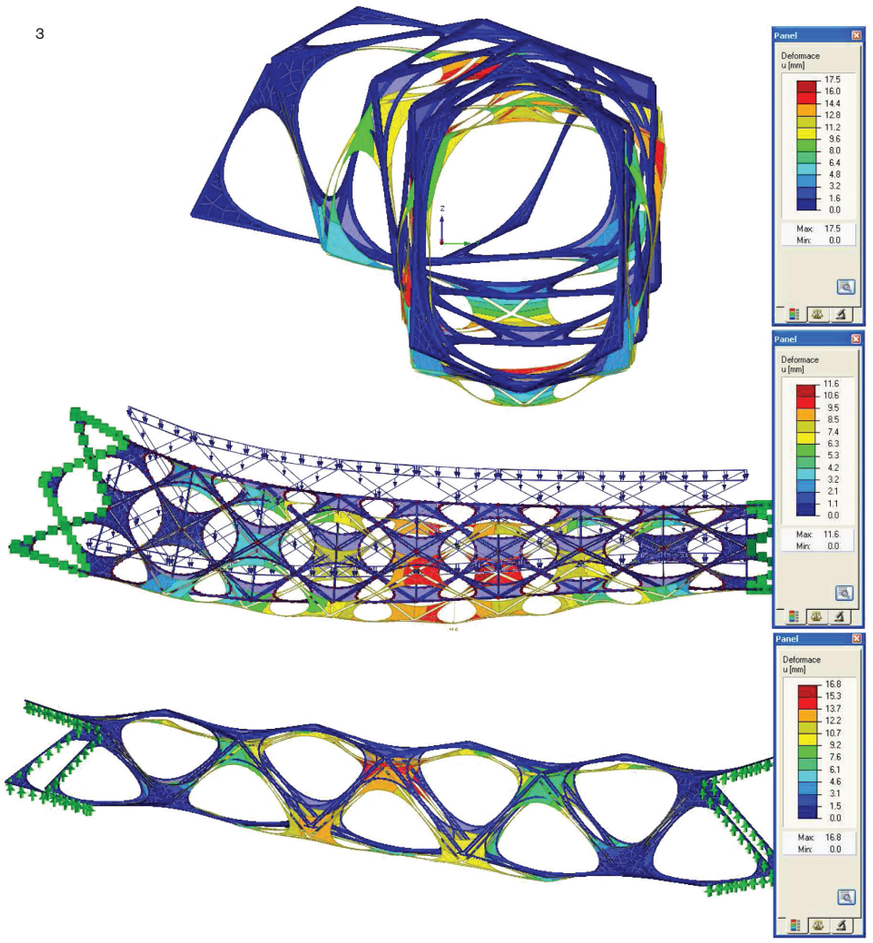


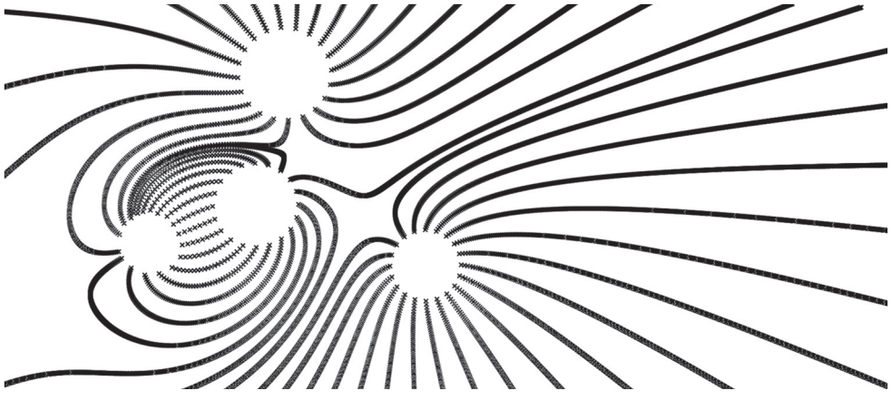
1

1 Ukážka spracovania parametrickej plochy trojuholníkový waffle systém dural vypálený CNC laserom
2 Ukážka možností ladenia parametrov štruktúry premostenia
3 Deformácia segmentu zaťaženia vetrom a snehom
4 Generovanie siločiar

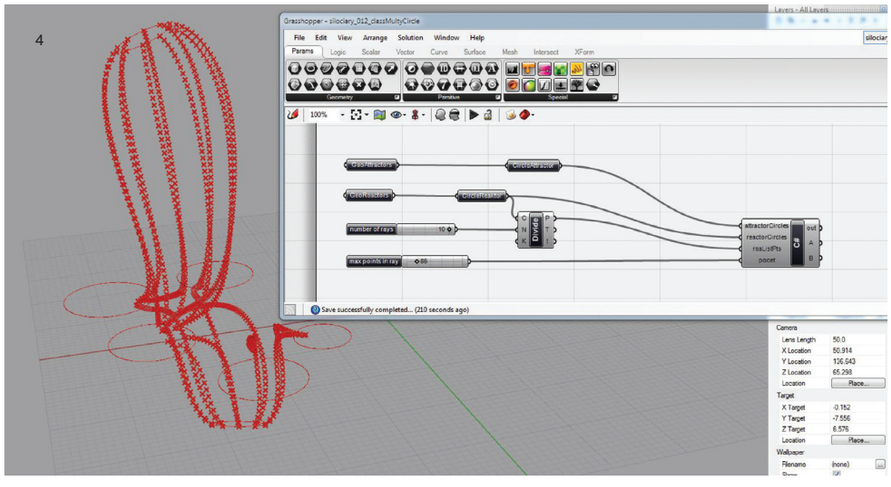


3





4




```
'
'-----------------------------------------------------------------------
'PARAMETERS - ANNELIDA - RHINOSCRIPT
'-----------------------------------------------------------------------
Dim limit : limit = 4000
Dim disMin : disMin = 0.075
Dim disMax : disMax = 0.075
Dim rodRadius : rodRadius = 0.025
Dim detail : detail = 75
Dim movUMax : movUMax = 0.950
Dim movUMin : movUMin = 0.950
Dim movDMin : movDMin = 1
Dim movDMax : movDMax = 1
Dim pillowHi : pillowHi = 0.500
'-----------------------------------------------------------------------
Dim linCenter : linCenter = Rhino.GetObject("Selcet center line",4)
Dim linSide1 : linSide1 = Rhino.GetObject("Select 1st Side line",4)
Dim linSide2 : linSide2 = Rhino.GetObject("Select 2th Side line",4)
Dim linTop : linTop = Rhino.GetObject("Select Top line",4)
Dim dblSegments
dblSegments = Rhino.GetReal("Choose number of segments",28)
'-----------------------------------------------------------------------
Dim dblDivide : dblDivide = dblSegments*2
'
'GENERATING /BASIC POINTS                    return: ptsCenter
'-----------------------------------------------------------------------
Dim ptsCenter
Dim ptsHlp1,ptsHlp2
Dim linDomain : linDomain = Rhino.CurveDomain(linCenter)
Dim linMidPt : linMidPt = Rhino.CurveClosestPoint(linCenter,Rhi
no.CurveMidPoint(linCenter))
...
'
'GENERATING /OTHER POINTS                    return: arrDividePts
'-----------------------------------------------------------------------
'
'SKELET / ELEMENT LINES                      return: arrElLin
'-----------------------------------------------------------------------
'
'OFFSET LINES/ELEMENT                        return: all
'-----------------------------------------------------------------------
...
For e = 0 To 2
      For n = 0 To 3
            If n = 3 Then
               elArch(n) = ElementArch(arrOffElLin(i)(e)
                           (n),arrOffElLin(i)(e)(0),distance)
            Else
               elArch(n) = ElementArch(arrOffElLin(i)(e)
                           (n),arrOffElLin(i)(e)(n+1),distance)
            End If
      Next
      Pillow elArch,pillowHi
Next
rhino.Print "Done."
```

```
//GENEROVANIE SILOCIAR - C#  main...

List<Factor> factors = new List<Factor>();
List<On3dPoint> listPts = new List<On3dPoint>();

foreach(OnCircle circle in attractorCircles)
{
    factors.Add(new Attractor(circle));
}

foreach(OnCircle circle in reactorCircles)
{
     factors.Add(new Reactor(circle));
}

foreach(On3dPoint smerPt in reaListPts)
{
  basePt = smerPt;
  int i = 0;
  dopad = false;

  do
  {
    smer.Set(0.0, 0.0, 0.0);
    foreach(Factor actor in factors)
    {
      smer += actor.PointVector(basePt, scale);
      if(actor.pointEnergy > 10.1)
       dopad = true;
    }
     nextPt = MovePtVec(basePt, smer);
    listPts.Add(nextPt);
    basePt = nextPt;
    i++;
  }
  while ( (!dopad) && (i < pocet));
}
//return listPts;

class Factor
  {
    public Factor(OnCircle circle)
    {
      this.stred = (On3dPoint) circle.Center();
      this.baseEnergy = circle.radius;
    }

    public virtual On3dVector PointVector(On3dPoint basePt,
double scale){...} ...
}

class Reactor : Factor {...}
class Attractor: Factor {...}
```

Ak je autor spokojný s budúcnosťou, vydá sa ďalej k jej budovaniu. Koncept autora je stále živý a stále interaktívny.

Predstavme si model s obrovským množstvom parametrov, ktoré autor nie je schopný poňať. Takýto problém môže nastať pri komplexnejších projektoch. Princípom tohto riešenia je zlučovanie parametrov na základe určitých pravidiel. Pravidlá teda určujú vzájomné vzťahy medzi parametrami a redukujú tým ich počet (a = b + c). Za pravidlami sa skrýva veľa zaujímavého dobrodružstva. Na pravidlách je postavený svet a pomocou nich vieme veci rozpoznať. Slohové pravidlá v architektúre, makroskopické pravidlá (deň, noc, leto, zima) geometrické a matematické pravidlá (obdĺžnik, štvorec) hudba (rytmus, harmónia, akord). Pravidlá môžu v sebe veľakrát niesť aj estetickú hodnotu.

Postupne pri tvorbe Annelidy som do skriptu dopĺňal viacero nových parametrov a pravidiel, ktorých výsledkom bola tvarová variabilnosť premostenia. Jednalo sa hlavne o parametre vzťahujúce sa k polohe v celku, ako napríklad: gradovanie hustoty segmentov, výška vrcholkov, priemer tyčí. Pomocou pravidiel som si škicoval ďalšie možné variácie premostenia.

Okrem parametrov sú ďalším vstupom pre Annelidu vodiace krivky. Tie zabezpečujú intuitívnu kontrolu nad výslednou hmotou celku. Dodnes si dobre pamätám, koľko hodín som strávil ladením krivosti kriviek, aby výsledok pôsobil harmonicky. Pre zjednodušenie práce som si dokonca napísal pravidlá, ktoré eliminovali veľkú závislosť na podkladových krivkách. Pravidlá, ktoré zabezpečovaním kontinuálnosti generovanej konštrukcie zestetizovali výsledok.

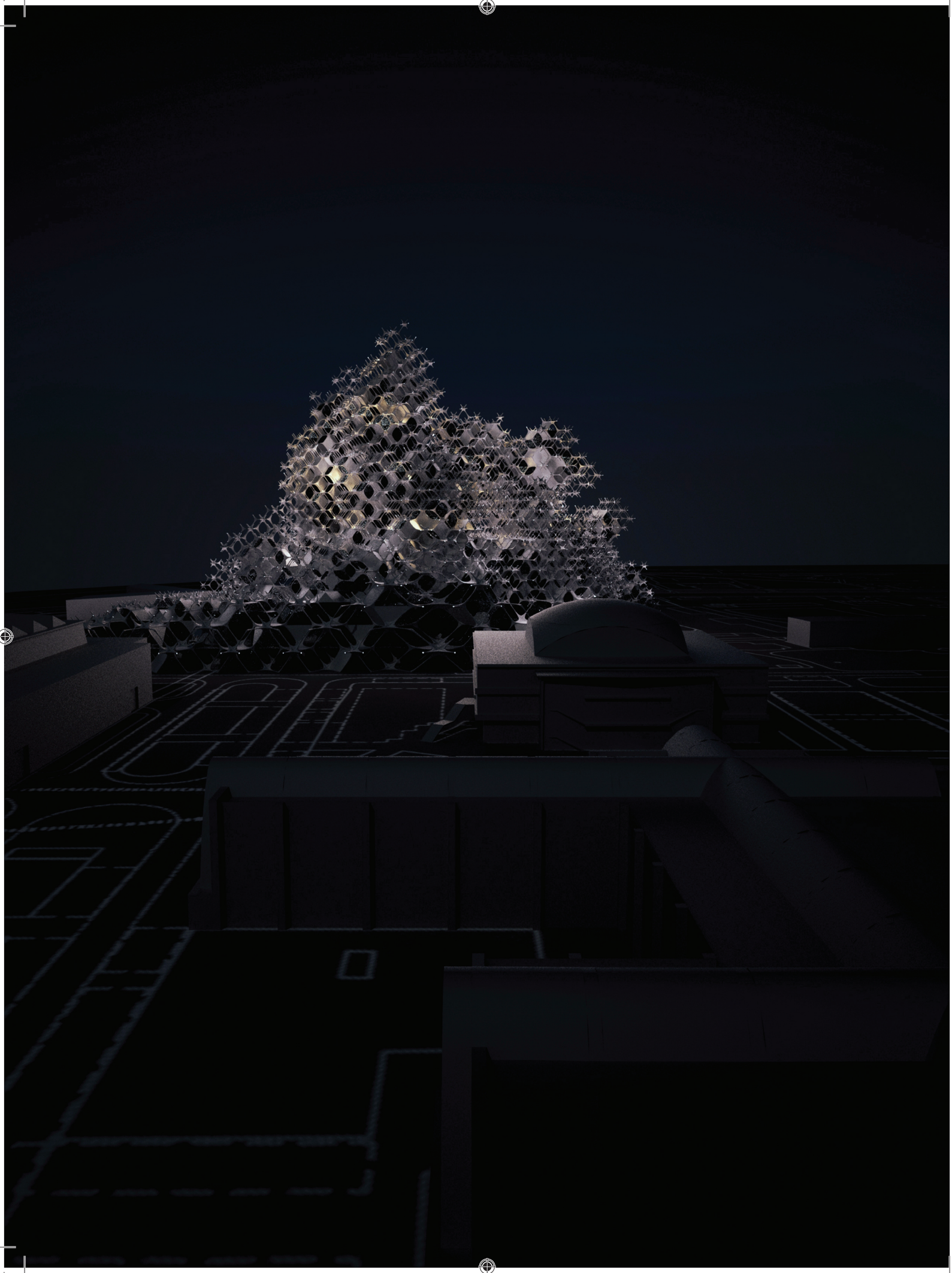
Ľudská intuícia je v programovaní architektonického konceptu viac ako žiadúca. Nezvládne sa však rozhodovať nad obrovským množstvom pravidiel a parametrov. Tu sa dostávajú k slovu špecifické algoritmy, ktoré nám môžu uľahčovať rozhodovanie. Algoritmus je konečná postupnosť dobre definovaných inštrukcií na splnenie určitej úlohy. Veľa autorov sa však uspokojí s kvantom výpočtov a s nepochopeným výsledkom. Na výsledok má spätne reagovať naša intuícia, veď predsa ona predtým zvolila daný algoritmus. Tu platí viac ako inde, že dopracovanie sa k dobrému výsledku je to správne dobrodružstvo.

Ideou generovania vodiacich kriviek Annelidy v súčasnosti je využívanie siločiar magnetického poľa. Pomocou jazyka C# som si v plugine Grasshopper napísal skript, ktorý mi umožňuje simulovať silové polia. Ale nie je tomu presne tak. C# je objektovo orientovaný jazyk, z čoho vyplýva, že každý segment Annelidy môže byť objekt, ktorý obsahuje vlastné parametre a vlastnosti. Nie je pre to potrebné generovať priamo krivky, ale postačí nám definovať pozíciu, na ktorú sa má segment umiestniť. Segmenty sa ďalej môžu prepojiť buď to pomocou algoritmu hľadania susedov, alebo podľa postupnosti v zozname. Týmto spôsobom sa získa flexibilnejšie generovanie konštrukcie. Kontrolu nad výsledným tvarom zabezpečujú prvky atraktorov a reaktorov, medzi ktorými sa silové pole generuje. Výsledný tvar sa dá intuitívne ovládať pridávaním nových faktorov alebo úpravou ich energie.

Na tvare tak tiež závisia aj fyzikálne vlastnosti konštrukcie. V minulosti sme sa so statikmi snažili automatizovať načítanie geometrie s presným definovaním prvkov. Bohužiaľ tento zámer sa nepodarilo doriešiť, preto sa analyzovala iba časť ručne načítaného modelu. V súčasnosti za podpory grantového projektu MPO prebieha výskum (ev.č. FR-TI1/568), ktorý sa zaoberá práve automatizáciou komunikácie medzi statickými a architektonickými softwarmi.

Do budúcna by som vďaka flexibilnejšiemu generovaniu konštrukcie chcel zadefinovať segmentu vlastnosť, podľa ktorej by som bol schopný počítať zaťaženie vlastnou váhou pre celú konštrukciu. Potom pomocou genetického algoritmu spätne optimalizovať tvar. Uvažujem taktiež o vytvorení interaktívneho prostredia, v ktorom by sa deformácia zobrazovala interaktívne už pri modelovaní tvaru.

ANNELIDA
PARAMETRICKÉ PREMOSTENIE
ATELIÉR FLO(W) / 2007–2010
POĎAKOVANIE Ing. Michala Sobotková
doc. J. Zeman (CIDEAS, FSv ČVUT)
Ing. arch. M.Florián, Ph.D,
a ostatným blízkym ľudom
ODKAZY http://www.studioflorian.com /2007leto/lukas-kurilla/
http://kurilla.studioflorian.com/
http://www.grasshopper3d.com/video/line-of-force



(samo) ROST V BRNĚ
DIPLOMNÍ PROJEKT
KULTURNÍ CENTRUM NA BRNĚNSKÉM VÝSTAVIŠTI
TEREZA MĚŘIČKOVÁ / ATELIÉR FLO(W) / 2009–2010

Smysl existence a podstata našeho světa nám nejspíše zůstanou navždy ukryty. Celou historii lidstva však provází intenzivní touha tento svět poznávat a odhalovat jeho zákonitosti. Nabytých znalostí se pak snažíme využívat ve svůj prospěch. Díky vědeckému poznávání máme stále více informací nejen o našimi smysly bezprostředně vnímatelném okolí, ale i o tom, co ho na nižších měřítkách utváří a čeho je na druhé straně součástí. Příroda je komplexní systém složený z nepředstavitelně velkého množství částí, které jsou nelineárně organizovány na mnoha úrovních. Spontánní samoorganizace systémů postupuje od malých jednoduchých komponentů, které jsou uspořádány tak, aby vytvořily větší struktury určitých kvalit, a postupně se sestavují do komplexnějších celků s kvalitativně odlišnými vlastnostmi a chováním. Rozhodující jsou vzájemné dynamické vztahy mezi nižšími a lokálními úrovněmi organizace (např. molekulární a buněčnou úrovní) a vyššími a globálními úrovněmi struktury nebo organismu jako celku. Zároveň platí, že chování prvků jedné úrovně může vyvolat velké změny na ostatních úrovních.

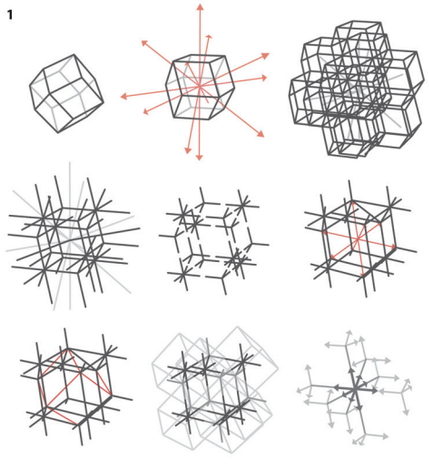
Jako samoorganizující se systémy jsou chápány např. fyzikální a chemické struktury, biologické procesy (skládání organických makromolekul, homeostáze, morfogeneze v rámci jedince i druhu, fungování societ organismů) i společenské procesy. Charakteristickými prvky samoorganizace jsou trojrozměrná prostorová struktura, mnohost, rozmanitost, hierarchie a modularita. Jedním z nejnázornějších matematických modelů samoorganizace jsou celulární automaty. Jde o komplexní systémy, v nichž velké množství buněk reaguje v čase na stav buněk ve svém bezprostředním okolí i na svůj vlastní stav podle velmi jednoduchých pravidel, která má každá buňka v sobě uložena. Celek složený z jednotlivých buněk však vykazuje chování řádově složitější, než je chování jedné buňky, a velmi těžko analyticky zachytitelné. I přes svou jednoduchou strukturu celulární automaty ukázaly schopnost generovat složité komplexní vzory.

Tyto myšlenky a poznatky tvořily základní ideovou konstrukci mé diplomové práce, ve které jsem vytvořila návrh budovy nového kulturního centra na brněnském výstavišti. Inspirovala jsem se především růstem a funkčním uspořádáním rostlin, stavbou těl mořských živočichů a strukturou kostní tkáně. V čase rostoucí struktura musí být tvořena základní stavební jednotkou – prostorovou buňkou. Aby mohl růst pokračovat ve všech směrech a zároveň byla růstem tvořena homogenní struktura, základní buňka by měla být „prostor vyplňující“. Nejjednodušším pravidelným tvarem tohoto druhu je krychle. Složitější je například gyrobifastigium nebo rhombický dodekahedron, který se stal předmětem mého výzkumu a následně i základní buňkou navrhované budovy ve všech měřítkách. Soustava rostlých dodekahedronů tvoří prostorovou pěnu, jejímž základem je pravidelný modul sedmi metrů.
Růst základního skeletu je řízen algoritmem celulárního automatu, který představuje jednoduchý model samoorganizace. Pravidelnost skeletu i buněk je však ovlivňována vnějšími vlivy, kterým se geometrie budovy přizpůsobuje.

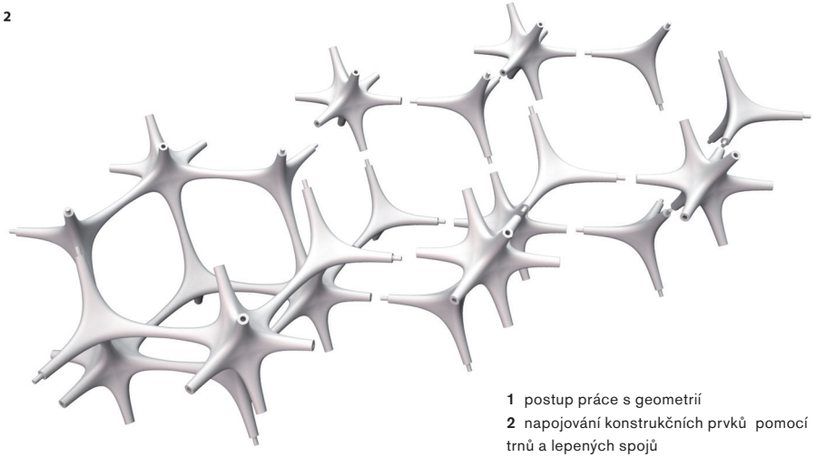
Konstrukční materiál je pěnou stejné geometrie (rhombický dodekahedron) a s podobnou adaptibilitou v milimetrovém měřítku.

Integrální součástí nosné struktury jsou i vedení technické infrastruktury. Takové řešení umožňuje technologie trojrozměrného tisku, jejíž hlavní vývoj se momentálně soustředí na možnost tisku více materiálů současně či na růst velikosti tisknutelných objektů. Lze si tedy představit, že je z jedné hlavy po vrstvách tisknuta nejen nosná struktura, ale i veškeré vodiče potrubí, senzory a vybavení. Další technologie, která je však zatím spíše hudbou budoucnosti, je koncept tzv. digitální hlíny. Jde o materiál složený z velkého množství miniaturních unifikovaných částic, které mají schopnost se vzájemně spojovat a přeskupovat v prostoru, předávat si informace a měnit svou barvu či funkci. Materiál by tedy mohl flexibilně mnoha vlastnostmi reagovat na libovolné podněty a tvořit tak zcela tekuté dispozice a zařízení, či dokonce celé budovy.

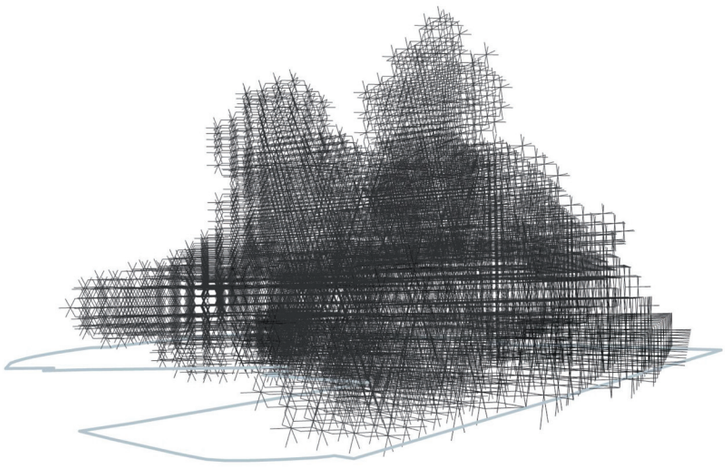
1



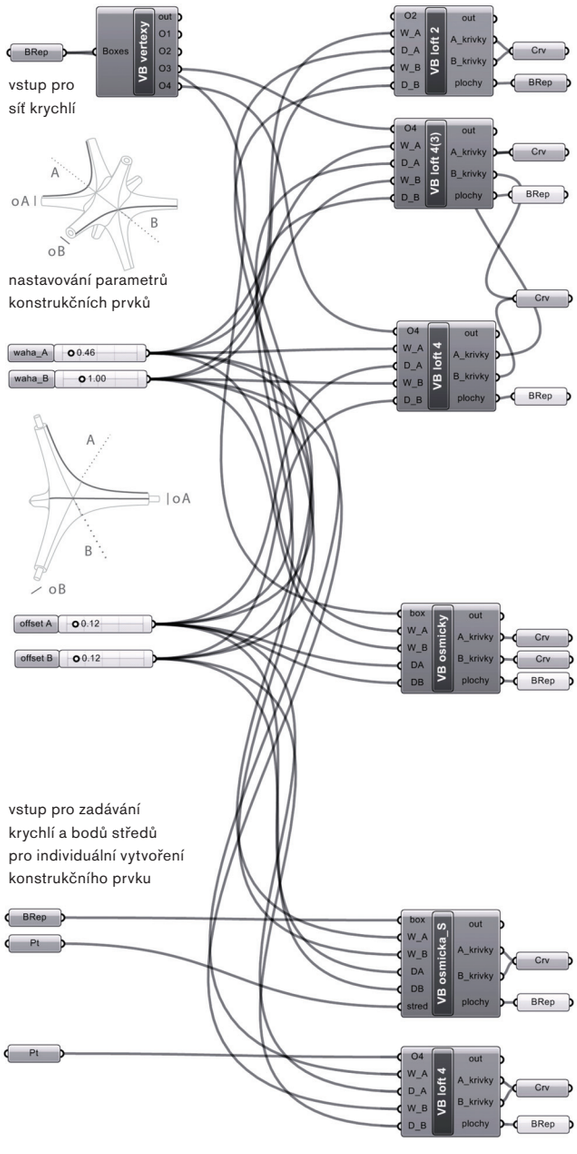
2



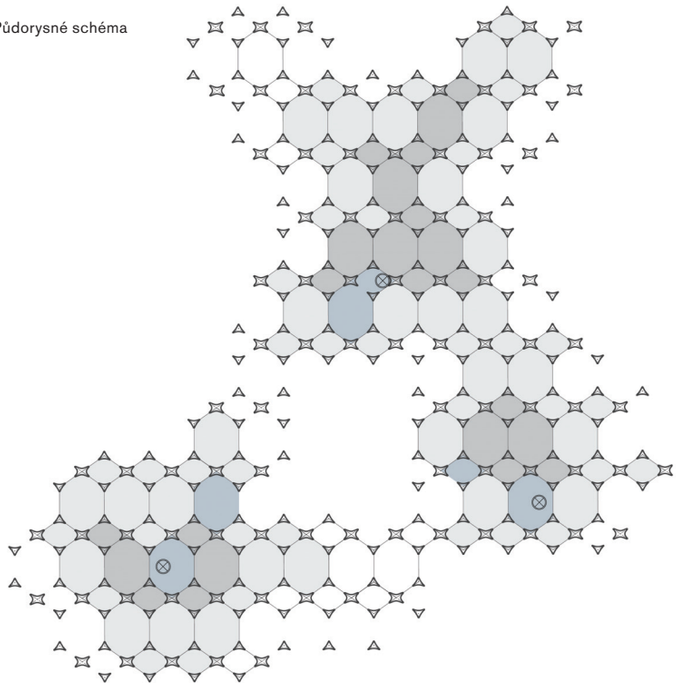
1 postup práce s geometrií
2 napojování konstrukčních prvků pomocí trnů a lepených spojů



Skript generující prvky konstrukce používá jako vstupní geometrii soustavu krychlí vytvořenou cellulárním automatem

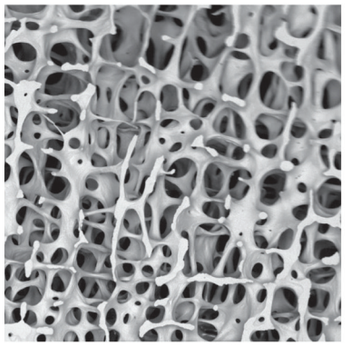


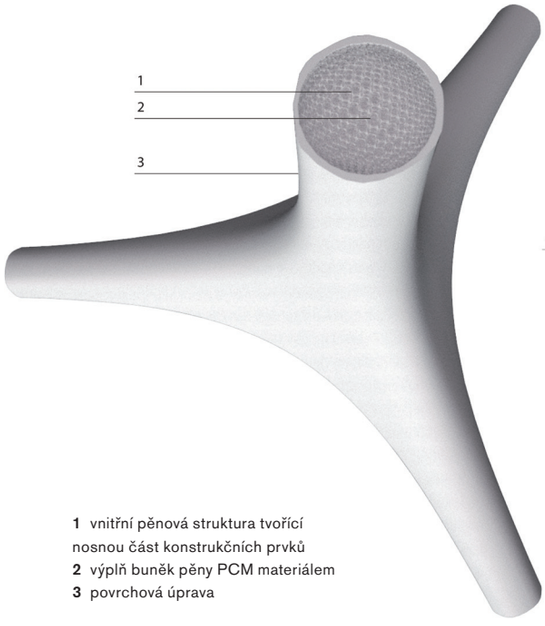
Půdorysné schéma

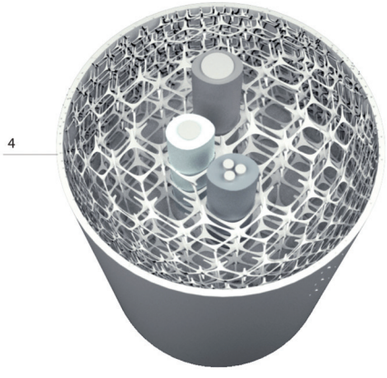


Řezy konstrukcí

1







Struktura tvořená dodekahedrony, po statické stránce fungující jako konstrukce typu pěny, se uplatňuje jako skelet budovy a zároveň jako vnitřní pěnová struktura tvořící jednotlivé konstrukční prvky

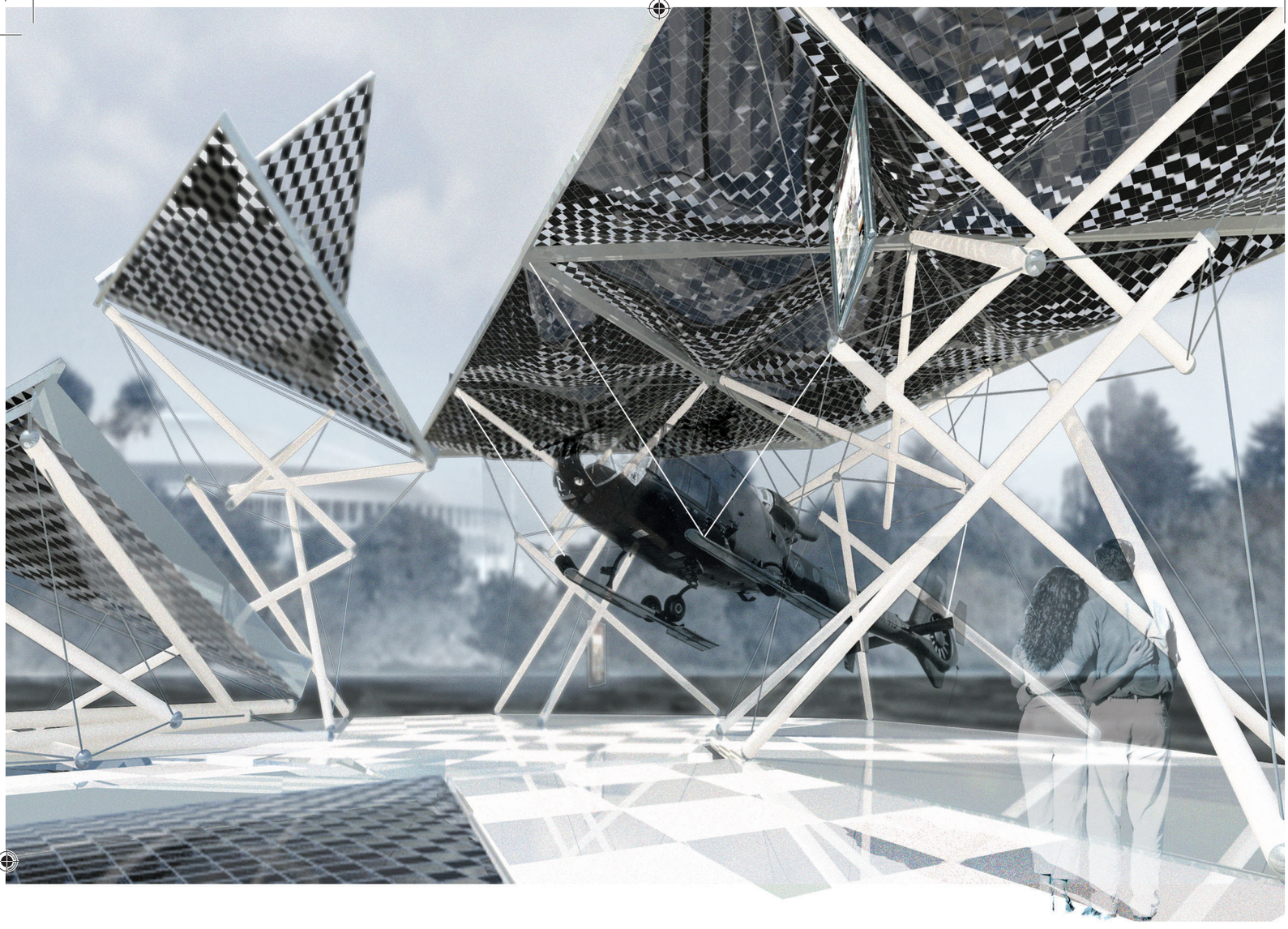
1 vnitřní pěnová struktura tvořící nosnou část konstrukčních prvků
2 výplň buněk pěny PCM materiálem
3 povrchová úprava

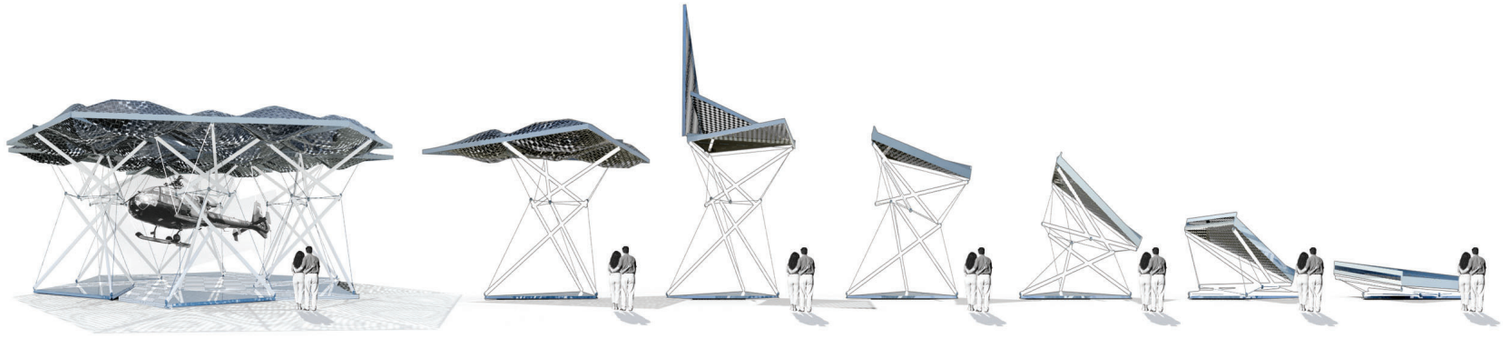
4 průřez prvkem konstrukce s vedením svazku instalací

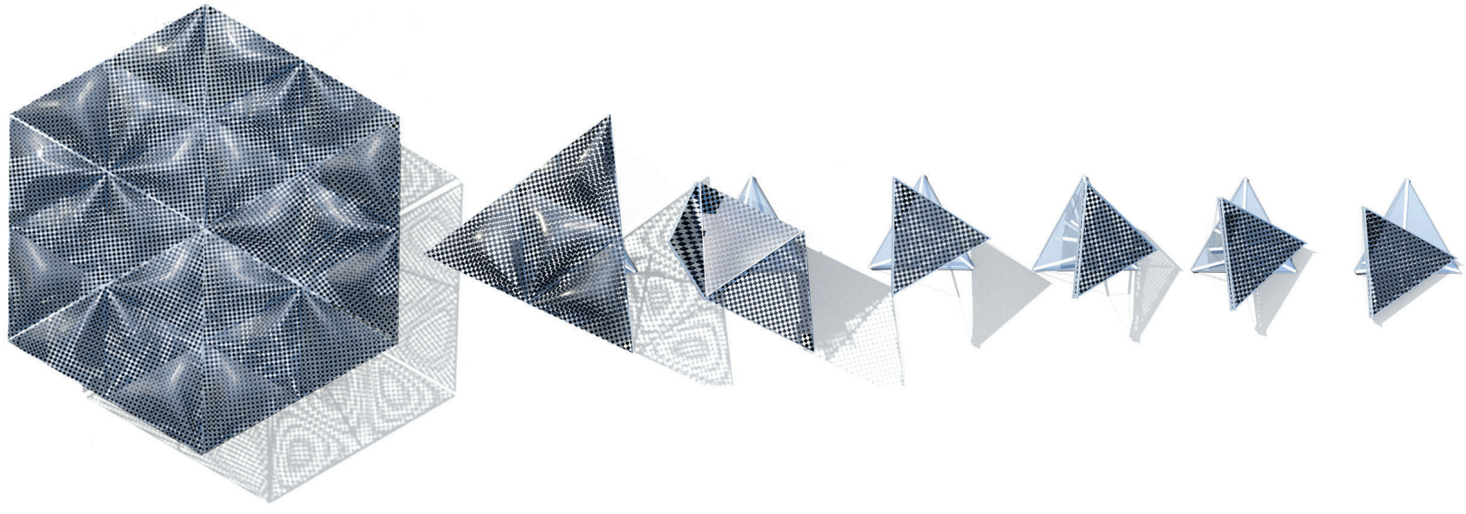
Ukázka části kódu generující
osmiramenné konstrukční prvky

```
Dim hrany_B As New List(Of oncurve)
 ,vytvoreni krivky z kontrolnich bodu a offset
 For i As Integer = 0 To 11
  hrana = offset(curveBpoints(i), W_B, DB)
  hrany_B.Add(hrana(0))
   Next
   ,rozpuleni krivky mistech pruseciku
   Dim hrany_B_R As New List(Of oncurve)
   Dim hrany_B_L As New List(Of oncurve)
   Dim nhrany_B_R As New List(Of onnurbscurve)
   Dim nhrany_B_L As New List(Of onnurbscurve)
   Dim pruseciky As New List (Of on3dpoint)
For i As Integer = 0 To 11 Step 2
   Dim right As IOnCurve
   Dim left As IOnCurve
   Dim paramA As Double
   Dim paramB As Double
   Dim prusecik As New On3dPoint
    ,nalezeni nejblizsich bodu (parametru) krivky ke stredu
     hrany_B(i).getclosestpoint(stred, paramA)
     hrany_B(i + 1).getclosestpoint(stred, paramB)
    ,rozdeleni krivky na dve casti pomoci parametru pruseciku
     hrany_B(i).Split(paramA, right, left)
     hrany_B_R.Add(right.DuplicateCurve)
     hrany_B_L.Add(left.DuplicateCurve)
     hrany_B(i + 1).Split(paramB, right, left)
     hrany_B_R.Add(right.DuplicateCurve)
     hrany_B_L.Add(left.DuplicateCurve)
    ,stred mezi koncovymi body rozdelenych  krivek v parametru
     nejblizsim stredu
     prusecik = (hrany_B(i).pointAt(paramA)
    + hrany_B(i + 1).pointAt(paramB)) / 2
    ,snizeni poctu kontrolnich bodu
nhrany_B_R.Add(rhutil.RhinoRebuildCurve(hrany_B_R(i),  3, 4))
nhrany_B_L.Add(rhutil.RhinoRebuildCurve(hrany_B_L(i), 3, 4))
nhrany_B_R.Add(rhutil.RhinoRebuildCurve(hrany_B_R(i + 1),
3, 4))
nhrany_B_L.Add(rhutil.RhinoRebuildCurve(hrany_B_L(i + 1),
3, 4))
    ,nastavim konce rozdelenych krivek do stejneho bodu
     nhrany_B_R(i).SetEndPoint(prusecik)
     nhrany_B_L(i).SetStartPoint(prusecik)
     nhrany_B_R(i + 1).SetEndPoint(prusecik)
     nhrany_B_L(i + 1).SetStartPoint(prusecik)
Next
```

(samo)ROST V BRNĚ
DIPLOMNÍ PROJEKT
AUTOR Tereza Měřičková
ATELIER FLO(W), FA ČVUT 2008–2009
KONZULTANTI A EXTERNÍ SPOLUPRÁCE
Ing. arch. Miloš Florián, Ph.D.
Ing. arch. Marek Růžička
Ing. arch. Lukáš Kurilla
MgA. Tomáš Medek /rapid prototyping/
VUT Brno
Bc. Jan Kalfus
WEB: www.studioflorian.com







ARCHITEKTURA (BE)Z HRANIC
KONSTRUKČNĚ-IDEOVÝ PROJEKT
JOSEF MUSIL / ATELIÉR FLO(W) / FA ČVUT PRAHA 2008–2010
VÝSTAVNÍ MODULÁRNÍ TENSEGRITY PAVILON BVV BRNO

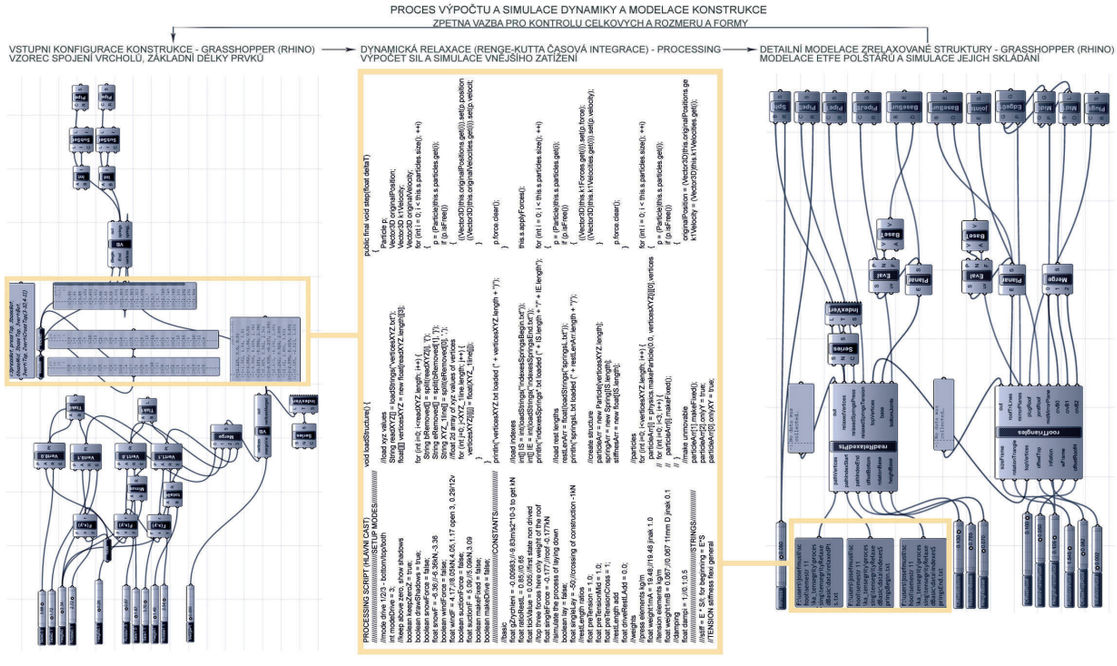
Od prvního setkání s digitální architekturou jsem jí a jejím vývojem fascinován. Není to binární opak té skutečné, ale potřebná součást a nástroj při hledání nových metod navrhování a řešení vstávajících otázek. Mohu jako architekt udělat budovu lepší a chytřejší v kontextu dnešní mezinárodní estetiky nebo ekologických otázek za pomoci výpočetní techniky? Vylepšit design pro mě znamená výzkum a porozumění procesu navrhování, rozhodováni se nebo kulturního kontextu těchto aktivit. Chci vytvářet architekturu více efektivní, vzrušující, komunikující s místem a prosazovat nové přístupy k technikám tvorby architektonické formy, její prezentace a generování, modelovat fyzikální procesy nebo usnadnit komunikaci komplexních arch. dat. Během posledních let jsem zaznamenal enormní nárůst v komplexitě budov a rozvoji specializovaného vzdělání pro jejich navrhování a provoz. Posun od nástrojů na výrobu budov k integrování těchto nástrojů (médií) do samotného procesu návrhu je pro mě zásadní.

Vždy jsem si pokládal tyto základní otázky – co je design, jak je dělán, které mentální procesy ho provázejí a vedou, které další obory jsou relevantní k designu (výpočetní technika, inženýring, sociální vědy) a jak je mohu adaptovat pro otázky architektury. Algoritmické myšlení převzaté z výpočetní techniky a vědecké ideje jsou prvním bodem vyšetřování designu. Mám rád matematiku a deskriptivní geometrii, neboť je to bohatý základ pro formu, vzorek, povrch a strukturu architektury. Zkoumání a inspirace v přírodě vede k napodobování – komplexní vzhled a organizace vzorovaných kůží a struktur v přírodě s generativním potenciálem je optimalizovaně efektivní – maximální výkon s minimem síly.

Důležitým nástrojem zkoumání procesu designu se pro mě stal počítač, který mi slouží jako poznávací laboratoř, ale zároveň i praktický navrhovací nástroj. Jako laboratoř nabízí možnost experimentovat racionálním způsobem. Jako nástroj mi zjednodušuje vizuální a analytickou prezentaci dat a vědomostí a slouží jako generátor a úložiště informací. Mohu jím zkontrolovat logičnost a důslednost mého návrhu a také odvodit fyzikální, estetické, ekonomické a další důsledky pomocí simulace. Building information modelling, generativní a parametrický design, digitální ekologie, adaptivní systémy, kinetická architektura, ale i zpětně kritický pohled na informační technologie jsou pro mě důležité rozličné, ale překrývající se podoblasti. Toto vše jakožto digitální vstup mohu dále použít pro počítačovou analýzu prostoru, struktury a dalších aspektů a usnadnit chápání komplexních architektonických prostředí, např. simulace osvětlení, struktur, a přijít tak k další úrovni poznání navrhovaného objektu, bez PC jen stěží dostupnou.

Rozdíl mezi výsledkem a konceptem může být v architektuře při svém měřítku zásadní. Digitální architektura se dnes víc stává potřebnou a úspěšnou částí té skutečné a to mě žene se tímto zabývat dál. Digitální architektura mě potkala v ateliéru Miloše Floriána na FA ČVUT v Praze. Vstup do ateliéru je velká výzva, nejen kvůli nárokům na kreativitu a vlastní iniciativu v procesu návrhu, ale i potřeby důraznější prezentace a obhájení návrhu.

Můj první projekt se zabýval novým výstavním pavilonem pro BVV Brno a byl prezentován na Dnu ocelových konstrukcí v Brně, konferenci o inovativních konstrukcích. Pro projekt jsem se musel naučit zásady programování a zjistil jsem, že v zásadě



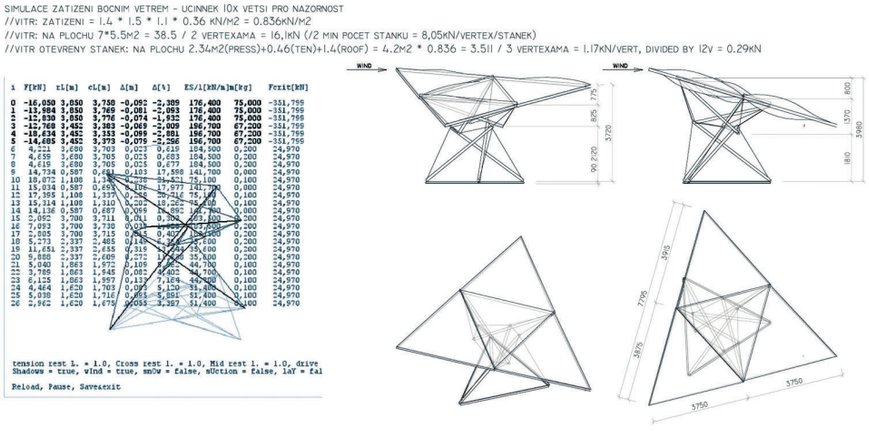
„Interaktivní prostředí simulace v programu Processing (vlevo) a finální modelace v programu Grasshopper (vpravo)“

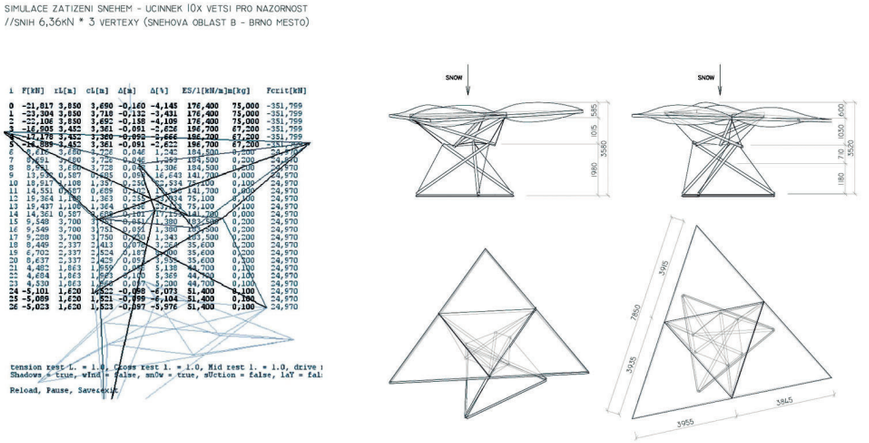
komplexní geometrické struktury, které lze skriptem popsat, mě začaly bavit.

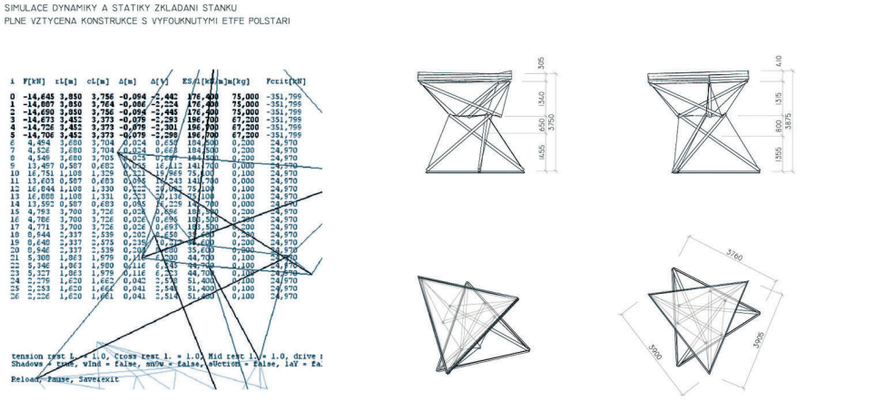
Můj zájem o zabývání se takovými strukturami budov ale způsobilo několik faktorů. Nejdříve jsem se zajímal o ekologickou architekturu, neboť energie spotřebované budovami je zásadní část celkové spotřebované energie vůbec. Po seznámení se s klasickými technologickými řešeními, která sama o sobě jsou energeticky náročná, jsem se vydal cestou pasivních řešení, kde forma a využití materiálu, prostorová organizace hrají zásadní roli. Tak jsem přišel ke generativní architektuře a počítačové simulaci. Můj názor je, že fyzikálním procesům v architektuře je nejprve nutno porozumět a s tím pak vytvořit něco estetického.

Projekt výstavní modulární tensegrity pavilony se zabývá skládacím a mobilním pavilonkem. Myšlenkou je prostor vyplnit množstvím subtilních konstrukcí, které lze přímo využít pro zavěšení exponátů – namísto prvně vytvořené střešní konstrukce masivní kvůli velkému rozponu a následném vyplnění tohoto prostoru výstavními stánky. Tento modulární pavilon je možné složit do malých přepravních rozměrů. Vztyčení konstrukce probíhá samovolně bez vnější energie – rozevření ETFE zastřešení pomocí samostatného motorku. Úvodní obrázek zobrazuje některé fáze skládání a také napojení 6 modulů v celek. Prvky jednoho modulu jsou ocelové trubky, elastická lana, vystavené zavěšené exponáty, trojvrstvé ETFE pneumatické polštáře. Konstrukční projekt se zabývá optimalizací (a vůbec pochopením) pohybu skládání.

Proces výpočtu a simulace dynamiky a modelace konstrukce: 1. vstupní konfigurace konstrukce (vzorec spojení vrcholů, délky prvků – v programu Grasshopper), 2. mass-spring systém, dynamická relaxace (Runge-Kutta časová integrace, výpočet vnitřních sil a simulace vnějšího zatížení – v programu Processing), 3. detailní modelace zrelaxované struktury celého pavilonku (v programu Grasshopper), 4. zpětná vazba pro kontrolu celkových vnitřních a vnějších rozměrů a formy. Dynamickou relaxací byly vypočítány tyto hodnoty všech prvků a ve všech polohách při skládání –







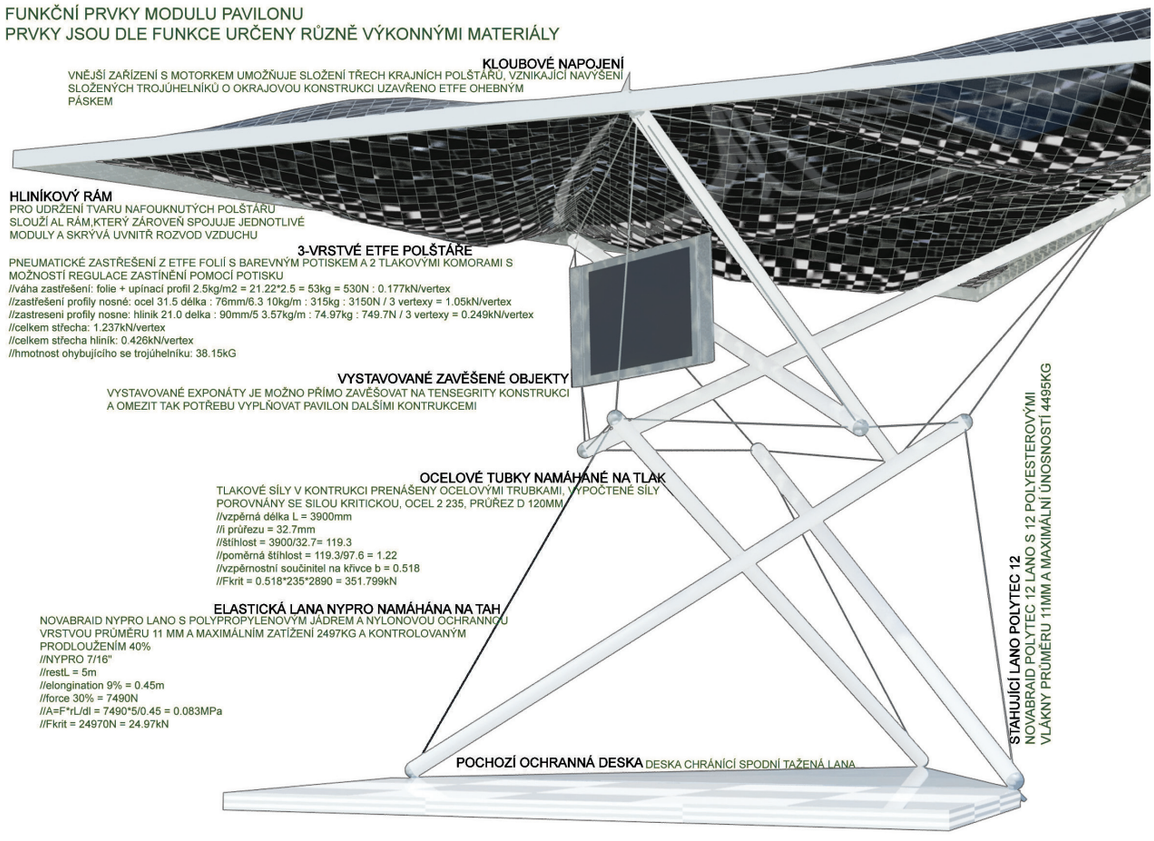
– osová síla (zároveň ověřeno, zda je prvek namáhán na tah nebo tlak), relativní a absolutní prodloužení, okamžité porovnání s kritickou silou.

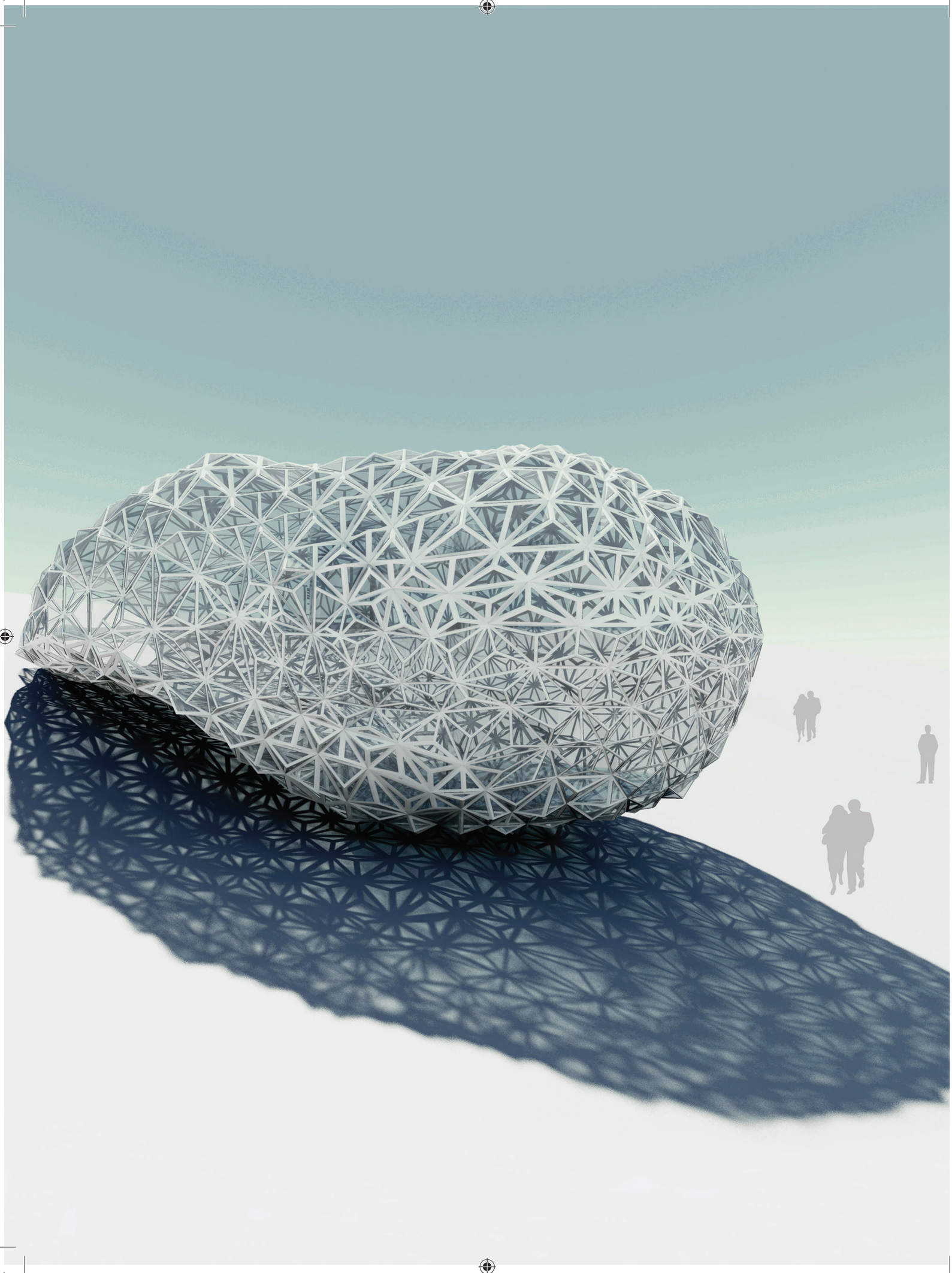
Program nabízí interaktivní změnu délky jednotlivých prvků a tím tvarování celé struktury za neustálé kontroly vznikajících vnitřních sil a zároveň v jakékoli fázi složení. Program například ukázal výrazné otočení vrchní podstavy při úplném složeni a umožnil navrhnout délky prutů pro optimální formu složeného stánku a zpětně tuto formu uvolnit do vztyčené polohy. Takovéto experimentování by bylo s fyzickým modelem jen těžko realizovatelné. Velkou výhodou je také práce s reálnými hmotnostmi prvků a zohledněním gravitace, která jistě celou dráhu pohybu ovlivní a kterou u fyzického modelu v malém měřítku by bylo těžké simulovat.

Těmito projekty jsem se několikrát přesvědčil o vhodném využití skriptování pro koncepční příklady. Otázku běžné praxe mi zodpověděla příležitost stáže ve světově uznávaném architektonickém studiu Foster + Partners, kde mají speciální skupinu architektů zabývající se právě CAAD. Tato skupina dříve stála pouze mimo designové skupiny, ale díky stále rostoucímu množství komplexnějších návrhů je efektivní přítomnost jejích členů od samého začátku návrhu. Parametrické generování 2 výškových budov, rychlá komunikace všech dat s okolím byla pro mě přesvědčivá zkušenost.

Věřím tedy ve velký přínos tohoto přístupu a chtěl bych ho brát jako novou znalostní základnu pří designování budov. Ne jako poslední možnost racionalizace, ale jako začátek nového navrhování. Architektura bez hranic postavená na tvorbě z jejích hranic.

VÝSTAVNÍ MODULÁRNÍ TENSEGRITY PAVILON
FA ČVUT PRAHA, ATELIER FLO(W)
AUTOR Bc. Josef Musil
KONZULTACE Ing.Arch. Miloš Florián,Ph.D.
Ing.Arch.Pavel Hladík,MA(AA),Ph.D.
Ing.Arch. Lukáš Kurilla
Ing. Jaroslav Hruška (Vector Foiltec Czech)
Ing.Arch. Zdeněk Hirnšal (Archtex),
Doc. Ing. Jan Zeman, Ph.D., Ing. Jan Novák, Ph.D.
(CDEAS, FSv ČVUT)
WEB josefmusil.eu





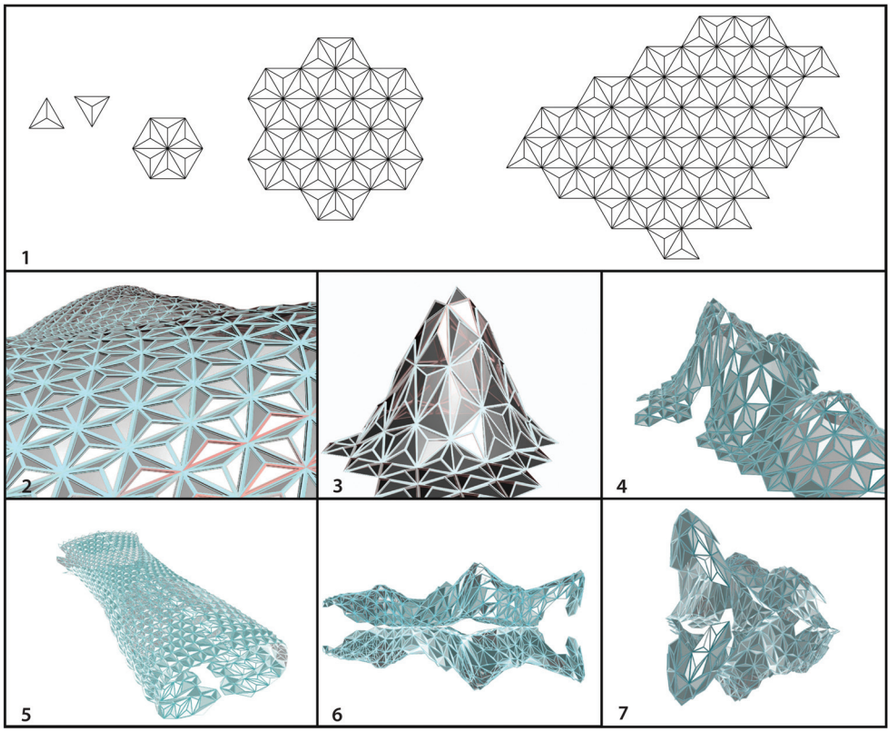
RODINNÝ DŮM TRIGON_ROSE
HUONG NGUYEN / ATELIÉR FLO(W) / FA ČVUT PRAHA 2009–2010
PRAHA

Idea a koncept Inspiraci k mému projektu jsem čerpala z přírody, jelikož se dokáže velmi rychle přizpůsobovat měnícím se okolním podmínkám. Do hledáčku mého zájmu se dostaly rostlinné struktury. Poutaly mne svou velikostí, tvarem a hustotou předurčenými genetickou různorodostí. Nicméně jejich společným znakem byla samotná stavba, vycházející z elementárního prvku, z buňky. Tahle myšlenka spustila celý proces navrhování. Role základního kamene projektu se ujala idea postavit dům z jednoho typu segmentu, který by se jako celek přibližoval chování „živého" organismu a reagoval na podněty z okolního prostředí. Primárním elementem struktury byl vybrán trojúhelník, nejjednodušší obrazec, jenž by usnadňoval sestavení domu z konstrukčního hlediska.

V letním semestru 2009 jsem v ateliéru Flo(w) vytvořila ideový návrh, v němž jsem se především koncentrovala na formování struktury a na hledání ideálního tvaru domu. Nelehkým úkolem bylo zasadit dům na pozemek, avšak nejpřirozenějším řešením bylo nechat dům volně růst spolu s terénem. Odtud právě vzniklo jméno domu [TRIGON_ROSE] trigon – trojúhelník; rose – (minulý čas od angl. slova rise) růst, druhotně také slovo rose znamená růžici, již trojúhelníková struktura vytváří.

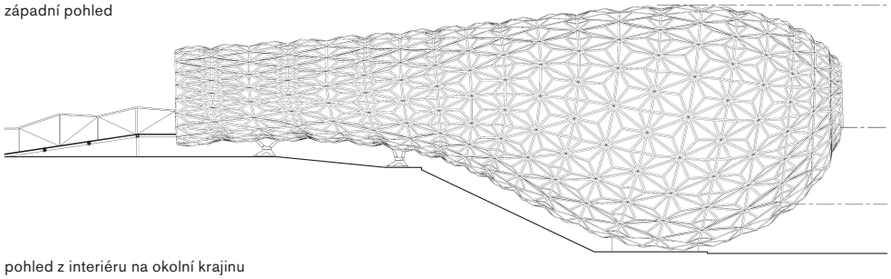
Počítačové zpracování V zimním semestru má práce nabrala nových obrátek. Ideový projekt bylo nutno rozvinout na bakalářskou práci schopnou dokumentovat celý projekt. Bylo nezbytné řešit dům po konstrukční a statické stránce, ale především vybavení budovy po stránce technické. Tyto všechny aspekty začaly specifikovat a ovlivňovat finální podobu stavby. Bez možnosti počítačového zpracování v programu Grasshopper, plug-in for Rhinoceros by nebylo možné tento dům vůbec vytvořit, či dokonce zdokumentovat. Definování skriptu zabírá o hodně více času než klasické modelování v 3D programech, ale když už je napsán, velmi ulehčí práci s úpravou modelu. Díky skriptu se mohlo pracovat rychleji na změnách, které vzešly z konzultací s jednotlivými profesemi (statika, pozemní stavitelství, TZB).

Nosná konstrukce K vyřešení konstrukce domu bylo stěžejní zodpovědět otázku, z jakého materiálu a jakým způsobem budou trojúhelníky k sobě sestaveny. Obrátila jsem se opět na přírodu, abych si vytyčila zásadní body, kterých bych se chtěla nadále držet. Připomněla jsem si, že těžištěm projektu bylo vytvoření nosné konstrukce, která by rostla spolu s terénem. A právě ke zdůraznění této struktury, hlavně její nosné funkce, bylo navrženo prosklení celého domu, aby kontakt mezi přírodou, domem a jeho obyvateli byl co nejméně narušen a nedošlo tak k jejich úplnému oddělení. Otevření celého domu napomáhá měnit tvář interiéru a jeho atmosféru v každém okamžiku, v závislosti na pronikání slunečního světla a nasvícení interiéru z různých úhlů během dne, ročních období. Konstrukce pláště byla v samém závěru navržena z ohýbaných plechů ze svařitelné oceli FR 30. Každý plech je zohýbán a svařen tak, aby vytvořil trojúhelníkový rám – základní prvek konstrukce. Tyto rámy jsou k sobě přišroubovány, aby je bylo možné v budoucnu vyměnit v případě poškození. Zasklení domu je řešeno bezrámově, skla jsou upevněna na prostorových trojúhelnících a spáry jsou zatmeleny. Dům je zasklen až na spodní část, která je ze statického hlediska ztužena výplněmi ze sendvičových hliníkových plechů, mezi nimiž je uložena několikamilimetrová vrstva aerogelu.



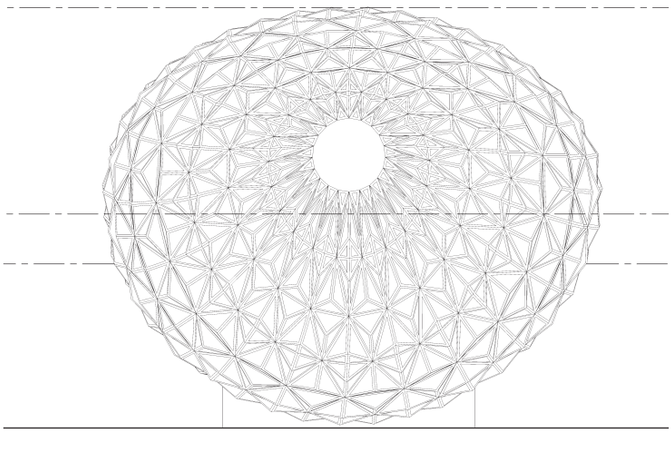
1 vytvoření základního elementu, polygonové sítě
2 polygonová síť v prostoru
3 počátek formování hmoty, jednoduchý tvar
4 vytvoření větší hmoty, nárůst počtu polygonů
5, 6, 7 hledání optimálního tvaru, pokus o uzavření tvaru, analýzy tvaru, symerie, asymetrie, proporcí

západní pohled



pohled z interiéru na okolní krajinu

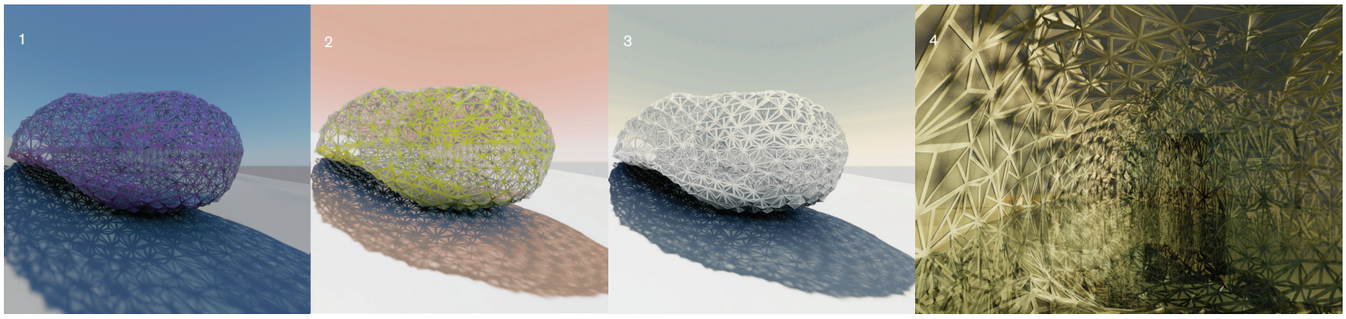
jižní pohled na dům, dominantním prvkem je kulaté okno, „oko“ shlížející na panorama Prahy



Technické zařízení budovy Jelikož je dům prosklen, bylo nutné řešit tepelnou ztrátu v místě okenních tabulí. Tomuto problému se snaží zamezit instalované okenní vytápění od firmy glastherm. Dále je vnitřní prostředí vlhkostně a tepelně upravováno vzduchotechnickou jednotkou. V letních obdobích pomáhá chlazení pláště dešťovou vodou udržet příjemné prostředí uvnitř domu.

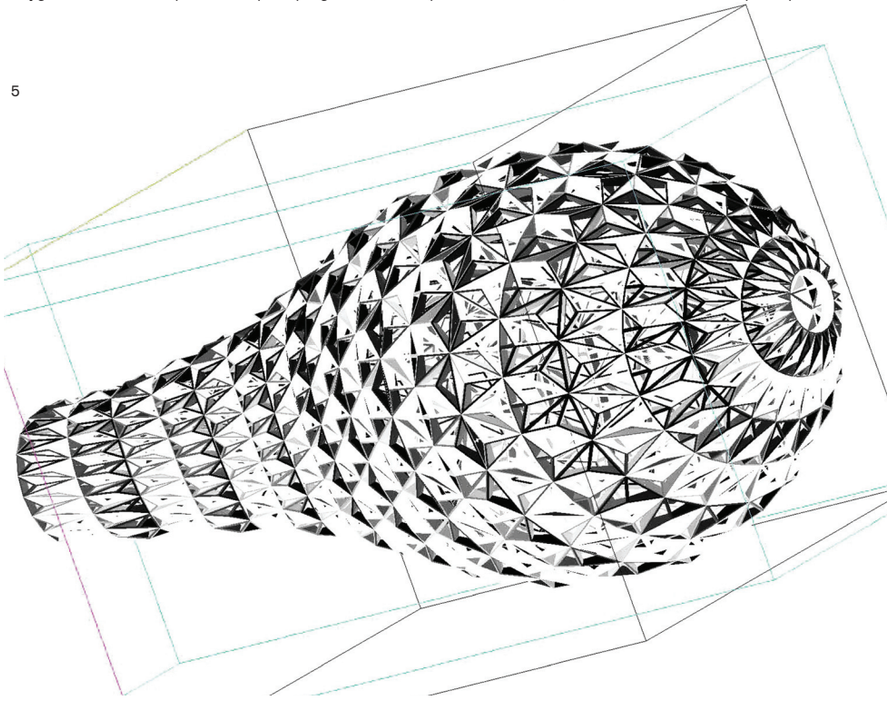
Stručný popis domu Rodinný dům se skládá ze tří pater. Suterén slouží jako samostatné zázemí pro technické zařízení budovy. Hlavní vstup do objektu je navržen na úrovni 2.NP. Toto patro je rozděleno na 2 zóny, klidovou (2 dětské pokoje) a společenskou (obývací pokoj, jídelnu a kuchyň). Hygienická zařízení a technická místnost se nacházejí uvnitř dvou buněk navržených z corianu). 1. NP slouží jako multifunkční ložnice rodičů. Použití corianu pro vybavení interiéru, podlahové a podhledové desky navozuje dojem kontinuálního tvaru beze spár. Interiéru dominuje jednota tří materiálů skla, oceli a corianu.

TRIGON_ROSE
STUDIE, KONSTRUKČNÍ IDEA
ATELIER FLO(W), FA ČVUT 2009–2010
AUTOR HUONG NGUYEN
KONZULTANTI A EXTERNÍ SPOLUPRÁCE
Ing. arch. Miloš Florián,Ph.D.
Ing. arch. Lukáš Kurilla
prof. Ing. Miloslav Pavlík, CSc., FA ČVUT Praha
doc. Ing. Jan Zeman, Ph.D., CIDEAS
prof. Ing. Karel Kabele, CSc., FSv ČVUT Praha
doc. Ing. Antonín Pokorný, CSc., FA ČVUT Praha
Ing. Miroslav Rychtařík – Sika
Alexandra Krigovská – DuPont
WEB www.studioflorian.com
KONTAKT nguyen.t.huong@seznam.cz

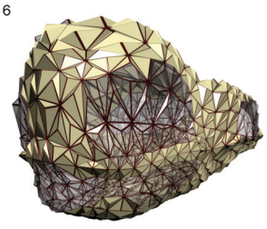


1, 2, 3 pohledy z exteriéru na možnosti barevného provedení pláště, proměnlivost barev v závislosti na počasí, ročním období
4 pronikání slunečního světla do interiéru, souhra světel odražených a vržených
5 vygenerování modelu pomocí skriptu v programu Grasshoper for Rhinoceros, vkládání a reeditace vstupních parametrů

5

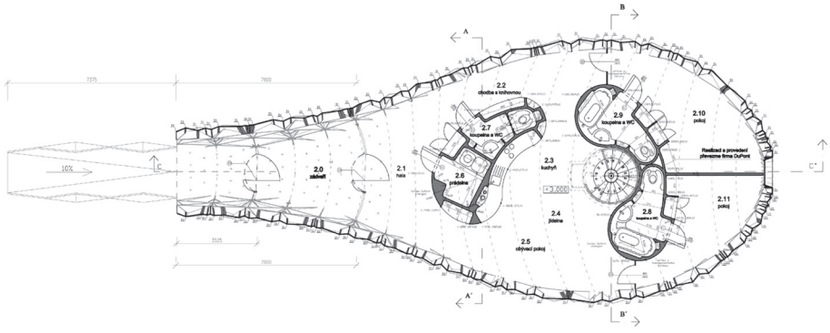


6

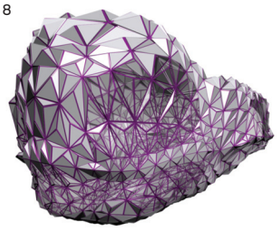


7

9

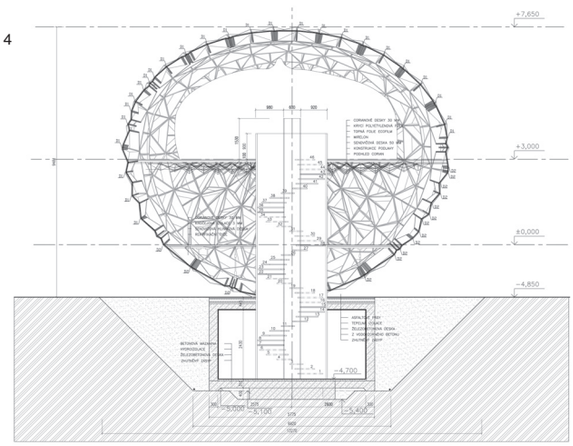


8



6,7,8 barevné varianty pláště, nosných prvků a výplně;
9 půdorys 2.NP je rozdělen na 2 zóny, klidovou (2 dětské pokoje) a společenskou (obývací pokoj, jídelnu a kuchyň). Hygienická zázemí a technická místnost se nacházejí uvnitř dvou buněk navrženého z corianu.
10 příčný řez, objekt se skládá z jednoho suterénu a dvou nadzemních podlaží s kombinovaným systémem.Suterén ze železobetonu slouží jako místnost pro technickézázemí. Konstrukce nadzemních podlaží tvoří lehká obvodová konstrukce vytvořená ze skla a protipožární oceli FR 30.

4



číselné řady: Krivka1

0,29,2,31,4,...,0
28,85,59,87,61,...,28
.
.
.

číselné řady: Krivka2

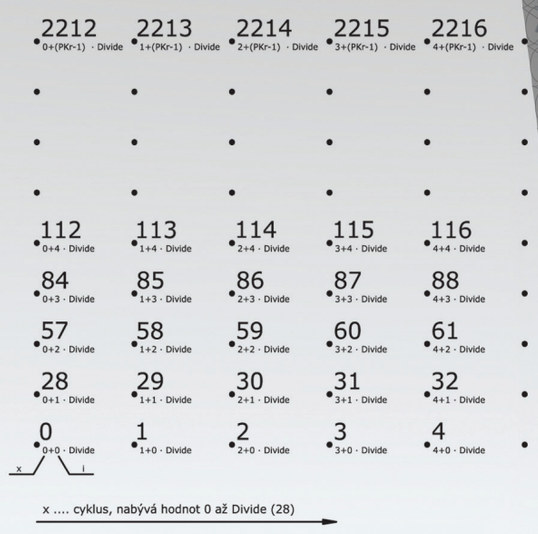
57,29,59,31,61,...,57
112,85,114,87,116,...,112
.
.
.

řešení číselných řad v jazyce RhinoScript

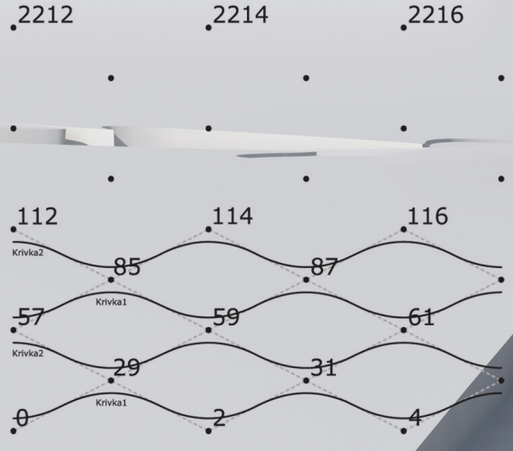
```
For i=1 To PKr-2 Step 2
    For x=0 To Divide Step 2

      ReDim Preserve ArrStrukt1(x)
      ArrStrukt1(x) = ArrDiv(x+(i-1)*Divide)
      ReDim Preserve ArrStrukt1(x+1)
      ArrStrukt1(x+1) = ArrDiv(x+Divide*2+1+(i-1)*Divide)
      ReDim Preserve ArrStrukt1(Divide)
      ArrStrukt1(Divide) = ArrDiv(0+(i-1)*Divide)

    Next

    For x=0 To Divide Step 2

      ReDim Preserve ArrStrukt2(x)
      ArrStrukt2(x) = ArrDiv(x+3*Divide+(i-1)*Divide)
      ReDim Preserve ArrStrukt2(x+1)
      ArrStrukt2(x+1) = ArrDiv(x+Divide+1+(i-1)*Divide)
      ReDim Preserve ArrStrukt2(Divide)
      ArrStrukt2(Divide) = ArrDiv(3*Divide+(i-1)*Divide)

    Next

      ReDim Preserve Krivka1((i-1)/2)
      Krivka1((i-1)/2) = Rhino.AddCurve (ArrStrukt1, Degree1)
      ReDim Preserve Krivka2((i-1)/2)
      Krivka2((i-1)/2) = Rhino.AddCurve (ArrStrukt2, Degree1)

Next
```

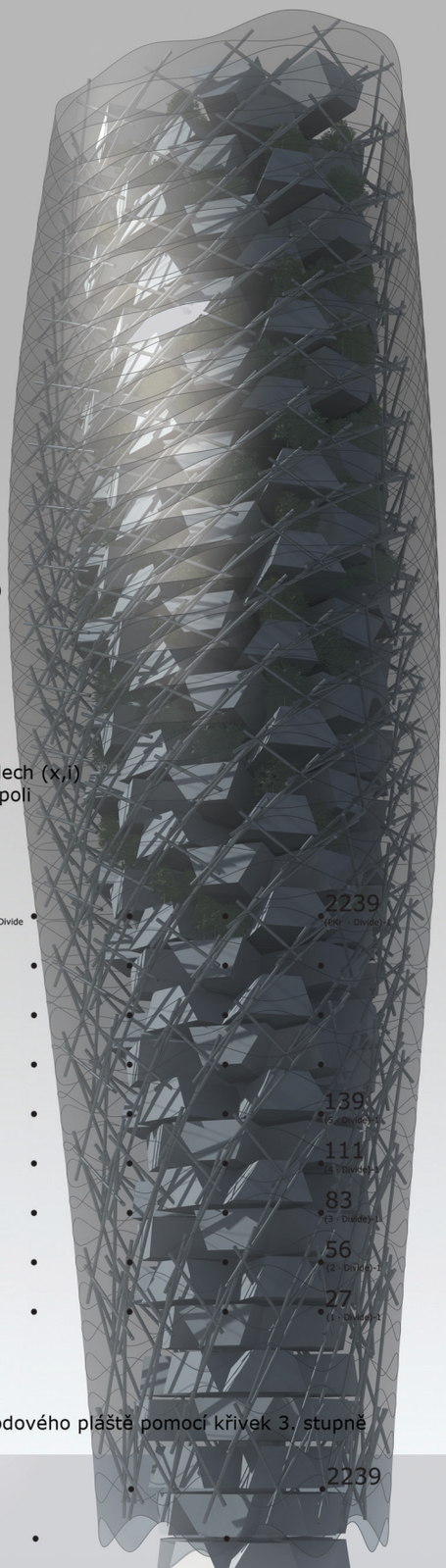
princip vytvoření dynamického pole ve dvou cyklech (x,i)
umožňuje práci se všemy body pláště v jednom poli

Divide .... počet bodů dělení křivky, hodnota 28
PKr .... počet křivek na výšku, hodnota 80



princip spojování bodů na povrchu vnějšího obvodového pláště pomocí křivek 3. stupně





37 NP
36 NP
35 NP
34 NP
33 NP
32 NP
31 NP
30 NP
29 NP
28 NP
27 NP
26 NP
25 NP
24 NP
23 NP
22 NP
21 NP
20 NP
19 NP
18 NP
17 NP
16 NP
15 NP
14 NP
13 NP
12 NP
11 NP
10 NP
9 NP
8 NP
7 NP
6 NP
5 NP
4 NP
3 NP
2 NP
1 NP

TENSEGRITY TOWER
PROJEKT
ONDŘEJ OTÝPKA / ATELIÉR FLO(W) / FA ČVUT PRAHA 2008–2009
VÝŠKOVÁ BUDOVA – NUSELSKÝ MOST PRAHA

KONCEPT TENSEGRITY TOWER

Cílem bylo navrhnout možný koncept výškové budovy, která by reagovala na nové trendy ve stavitelství, jako například ekologie, optimalizace stavebního díla, modulová prefabrikace a s ní spojená prostorová flexibilita a mobilita. Na neposledním místě byl určující psychologický dopad na lidi žijící ve výškových budovách.

FLEXIBILITA STAVBY A VNITŘNÍHO PROSTORU JE PŘÁNÍ NEJEN INVESTORA, ALE I KLIENTA

Ekonomická životaschopnost každého stavebního díla je velmi závislá na správném umístění stavby, vhodném načasování realizace a dobře zvoleném funkčním využití. Mít možnost postavit budovu rychle, levně a pokud možno po samostatně fungujících částech v průběhu celé výstavby je snem zřejmě každého investora. Již při realizaci by se nemělo zapomínat na morální životnost stavby. Nejefektivněji lze totiž provozovat takovou budovu, u které je, již při jejím vzniku, jasně dán jak způsob obnovy v průběhu jejího života, tak i způsob jejího nahrazení budovou následující.

Budova Tensegrity Tower umožňuje flexibilitu funkčního využití, je schopna dodatečně růst nebo se zmenšovat podle potřeby, což je umožněno vnitřní strukturou jádra složeného z modulů – osmistěnů. To se také stará o dostatečnou tuhost celé budovy. V jistých obměnách lze podobné struktury nalézt v přírodě pro stavbu rostlin či živých organizmů. Do modulů jsou vestavěny výplňové buňky, které umožňují expanzi až do vyčerpání únosnosti konstrukce jádra. Výplňové buňky je možno obnovovat bez nutnosti narušení provozu stavby.

ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A OPTIMALIZACE KONSTRUKCÍ

Na stavební materiály se stále více kladou ekologické nároky. Do popředí se dostávají materiály z obnovitelných zdrojů. Hodnotí se také poměr energie, potřebný pro vytvoření stavebního díla a energie za kterou se toto dílo, po skončení jeho životnosti, zrecykluje. Zde nastupují materiály, jako je ocel, sklo, dřevo a nově hi-tech materiály, které lze po jejich dosloužení daleko lépe rozložit, případně znovu využít.

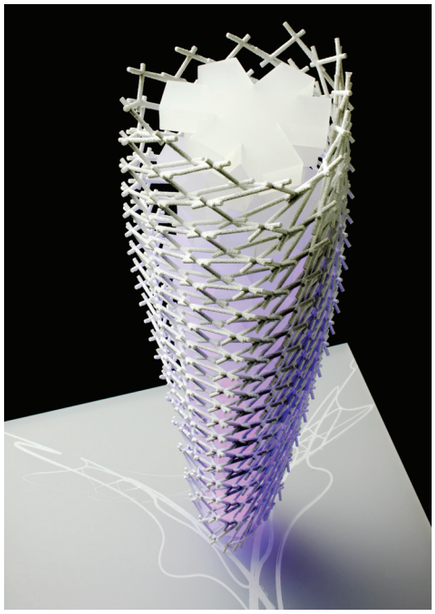
Většina nosných i výplňových konstrukcí budovy Tensegrity Tower je proto tvořena převážné z obnovitelných materiálů. Návrh jednotlivých vrstev budovy se snaží pasivně snižovat energetickou náročnost a čerpat energii z přírodních zdrojů.

Dynamická konstrukce vnějšího pláště je optimalizována tak, aby byl využit skrytý potenciál všech nosných prvků, který by u statické formy konstrukce nebyl využit. To je docíleno tím, že konstrukce se aktivně chová tak, aby se veškeré lokální napětí redistribuovalo do všech prvků rovnoměrně, čímž se dále snižují statické nároky na jednotlivé prvky. Ovládací prvky konstrukce – fluidní svaly se dále starají o aktivní tlumení dynamických vlivů.

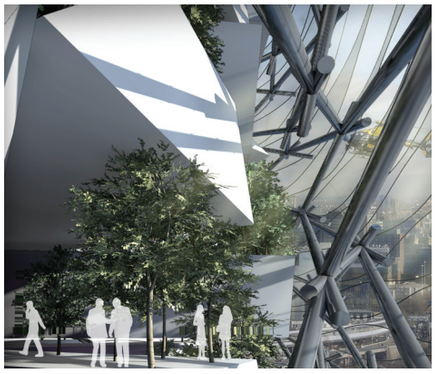
SVĚTLO A STÍN, TEPLO A CHLAD

Zeměpisná šířka a délka, roční období, den a noc, orientace ke světovým stranám. To jsou zásadní parametry ovlivňující tepelně technické nároky na opláštění budovy. S použitím membrán a moderních technologií, je možné vytvořit takový vnější transparentní plášť Tensegrity Tower, který v létě nepropouští teplo do blízkosti budovy a v zimě naopak vytváří skleníkový efekt, tedy budovu ohřívá, a to bez nutnosti být vyroben z tepelně izolačního materiálu. Množství zeleně tvoří klimaaktivní vrstvu, která má pozitivní klimatické účinky, přirozeně stíní interiér a pomáhá bránit přehřívání budovy v letních měsících.

OBVODOVÝ PLÁŠŤ, KTERÝ SE TVARUJE TAK, ABY STAVBA LÉPE ODOLÁVALA ÚČINKŮM VĚTRU Namáhání větrem je důležitá část statického výpočtu výškových budov. Obvodový plášť, který reaguje svým tvarem na směr a rychlost větru, umožňuje snížit jak namáhání ohybem ve spodní části budovy, tak i namáhání pláště jako celku. Výškové budovy opatřené takovým pláštěm je možno navrhovat vyšší a subtilnější. Konstrukce obvodového pláště Tensegrity Tower je tvořena předpjatou konstrukcí, tvořenou rovnováhou napětí mezi vnitřní

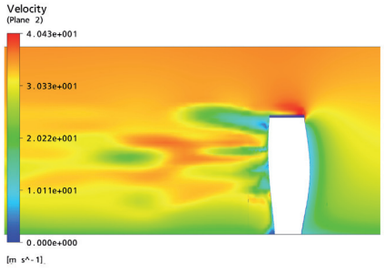


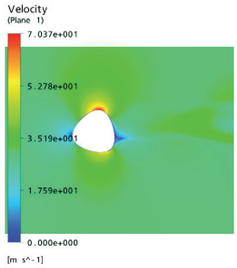
fotomodel

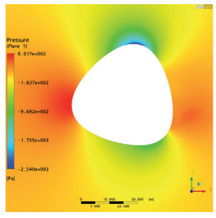


vnitřní prostředí

TENSEGRITY TOWER
STUDENTSKÝ IDEOVÝ PROJEKT
ATELIER FLO(W), FA ČVUT 2008–2009
AUTOR Bc. Ondřej Otýpka
KONZULTACE Ing. arch. Miloš Florián,Ph.D.
Ing. arch. Lukáš Kurilla, Ing. arch. Marek Růžička,
Ing. Jaroslav Hruška – Vector Foiltec Czech
DYNAMIKA Ing. Aleš Nevařil, PhD., FAST VUT Brno
MODEL MgA. Tomáš Medek, 3D Studio, FVU VUT Brno, MK PLEXI s.r.o.
WEB www.studioflorian.com
MAIL tensegritytower@email.cz





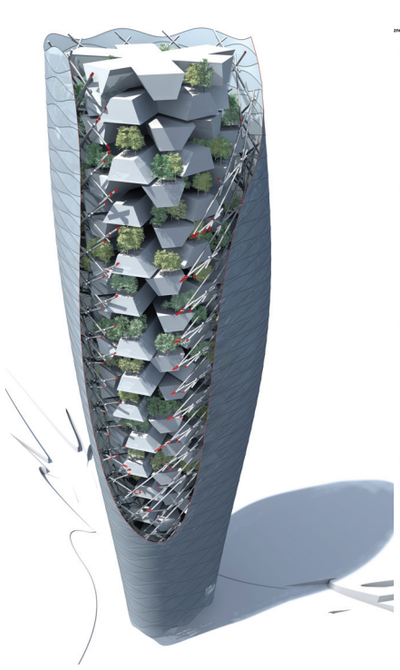


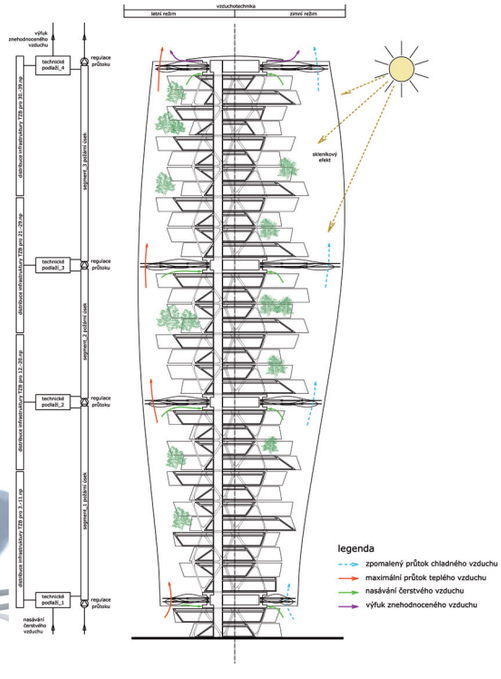
nosnou konstrukcí a vnější výplňovou konstrukcí pláště. Vnitřní nosná konstrukce je tvořena z tyčové a lanové konstrukce – tensegrity, která má tendenci se rozpínat. Vnější elastická fólie naopak stavbu ztužuje. Řízením vnitřního napětí v nosné konstrukci pláště je možné měnit tvar pláště tak, aby kladl pokud možno co nejmenší odpor aktuálním povětrnostním podmínkám a tím pasivně snižoval zatížení větrem na danou budovu.

POČÍTAČOVÉ ZPRACOVÁNÍ PROJEKTU

Obvodový plášť byl počítačem vygenerován na základě parametrů a jejich vztahů, které byly stanoveny v jazyce RhinoSkrip obecného modeláře Rhinoceros. Popis byl optimalizován na konstrukční minimum 3D tisku metodou rapid prototyping. Následně byl 3D model pláště konvertován na knihovní prvek *.GSM, aby mohl být vložen do prostředí ArchiCADu. Možnost zobrazit půdorysný průběh knihovního prvku pláště po patrech budovy umožnil navrhnout výplňové prvky tak, aby byly v prostorové koordinaci s pláštěm. Takto vytvořený parametrický model uchovává výhody BIM.

Tento postup umožnil bezproblémovou výrobu fyzického modelu, přestože plášť i vnitřní konstrukce byly vyrobeny odlišnou technologií. Pro plášť byl využit 3D tisk – rapid prototyping, vnitřní konstrukci tvořilo laserem řezané plexisklo.





OVĚŘENÍ AERODYNAMIKY PLÁŠTĚ

Konstrukce pláště byla dále prověřena v Ústavu stavební mechaniky FAST VUT Brno. Zejména bylo potřeba zjistit pravdivost původní myšlenky, že tvarové změny pláště mohou snížit zatížení větrem. Úloha byla řešena simulací obtékání překážky ve vzdušném proudu v programovém systému ANSYS CFX verze 11.0. Pro zjednodušení výpočtu se přistoupilo k metodě rovinného proudění na reprezentativním podlaží konstrukce bez uvažování prostorových jevů proudění. Aby byla prokázána aerodynamická efektivita změny tvaru budovy, byly řešeny čtyři varianty natočení patra vzhledem ke směru přicházejícího větrného proudu. Výpočtový model každé varianty se skládal z cca 95 000 prvků lokalizovaných asi 190 000 uzly, což představuje vzhledem k turbulentnímu režimu obtékání asi 950 000 řešených rovnic.
Na základě provedených numerických simulací byly určeny velikosti aerodynamických sil a momentů působících na 1 m výšky zvoleného podlaží. Tyto síly a momenty zahrnovaly jak tlakové, tak třecí účinky proudění.
Numerická simulace obtékání zvoleného podlaží budovy prokázala, že poloha podlaží nárožím v návětrném směru snižuje aerodynamické účinky větru na budovu přibližně o 1/3 oproti poloze nárožím v závětrném směru.

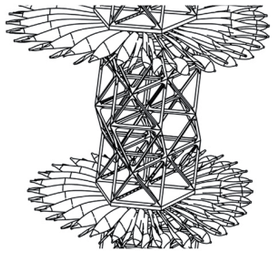
Z výpočtu tedy vyplývá, že použití dynamicky tvarovaných plášťů výškových budov má své opodstatnění a že může snížit zatížení větrem na tyto budovy.

Prezentované grafické znázornění pochází z prostorového modelu proudění.

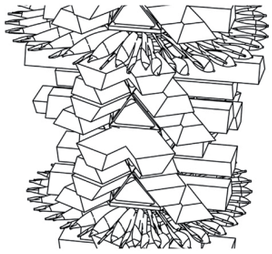
Výpočet provedl Ing. Aleš Nevařil, Ph.D. z Fakulty stavební VUT v Brně v rámci vědeckovýzkumného záměru MŠMT MSM0021630519 „Progresivní spolehlivé a trvanlivé nosné stavební konstrukce“.

vrstvy tensegrity tower

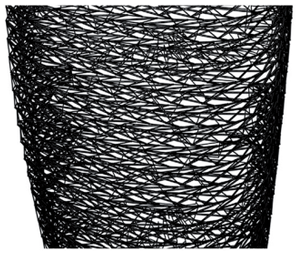
nosná konstrukce jádra



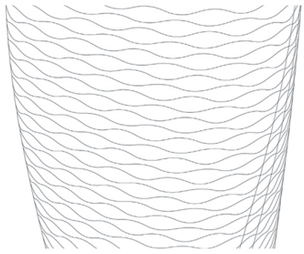
výplňové buňky



konstrukce tensegrity

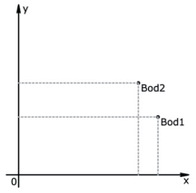


vnější plášť z elastické fólie



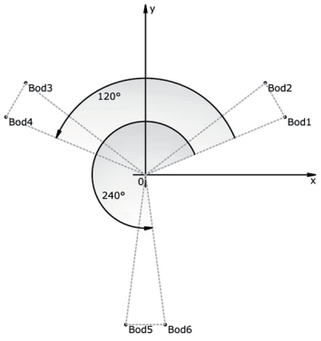
postup vytváření půdorysného profilu

v rovině xy jsou vytvořeny body Bod1 a Bod2
Bod1(xb1,yb1)
Bod2(xb2,yb2)

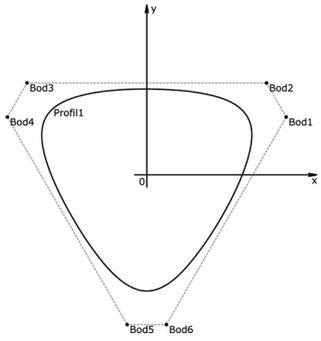


body Bod1 a Bod2, jsou otočené kolem svislé osy o 120° a 240°
při této operaci jsou přejmenovány na body Bod3, Bod4, Bod5, Bod6

z bodu Bod1 vznikne Bod4 a Bod6
z bodu Bod2 vznikne Bod3 a Bod5



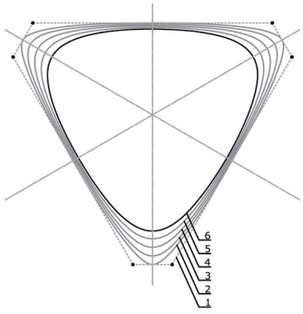
body jsou spojeny pomocí křivky 2. stupně v pořadí
Bod1, Bod2, Bod3, Bod4, Bod5, Bod6, Bod1



příklady výsledných tvarů křivek různého stupně

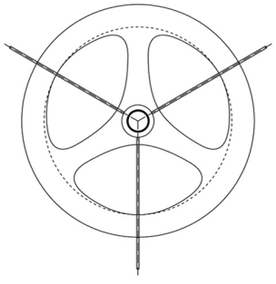
1 ... křivka 1. stupně - lomená čára
2 ... křivka 2. stupně
3 ... křivka 3. stupně
4 ... křivka 4. stupně
5 ... křivka 5. stupně
6 ... křivka 6. stupně - křivka použita v projektu

půdorysný profil má tři osy symetrie

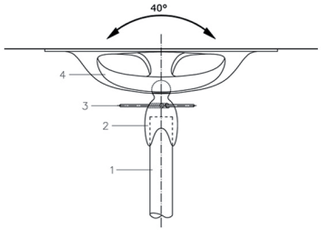


konstrukční detaily obvodového pláště

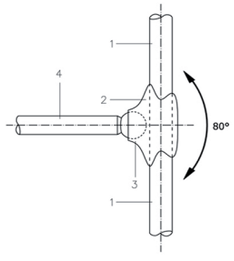
DETAIL_01
DETAIL SPOJOVACÍ FASÁDNÍ PRVEK



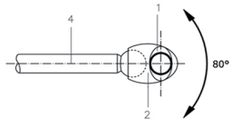
DETAIL_03
SPOJOVACÍ PRVEK FASÁDY A KCE TENSEGRITY



DETAIL_04
PŮDORYS_KLOUBOVÉ NAPOJENÍ TYČE A PÍSTU



DETAIL_05
ŘEZ_KLOUBOVÉ NAPOJENÍ TYČE A PÍSTU



LEGENDA

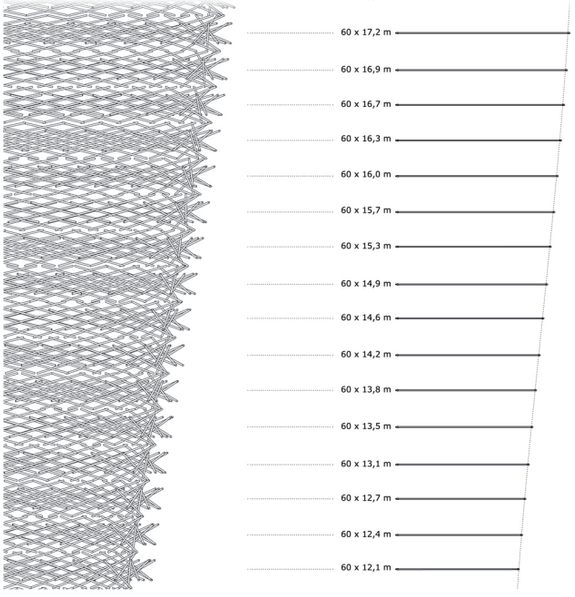
Detail_03

1_tyčový prvek konstrukce tensegrity
2_kloubový klobouček
3_táhlo konstrukce tensegrity
4_spojovací fasádní prvek

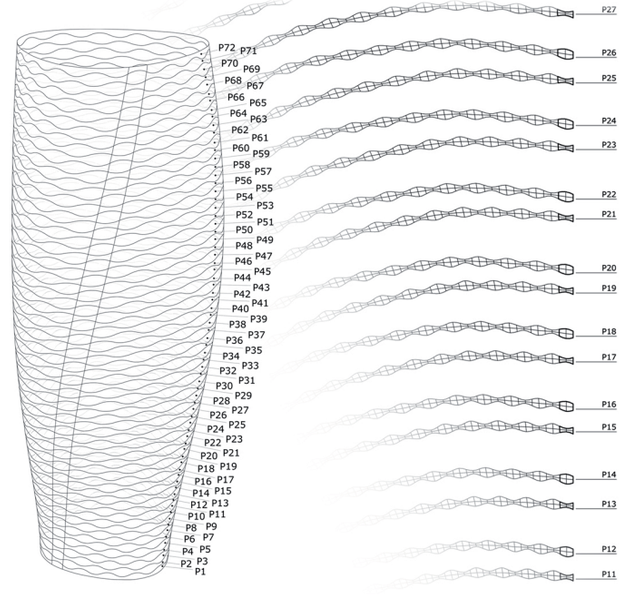
Detail_04, Detail_05

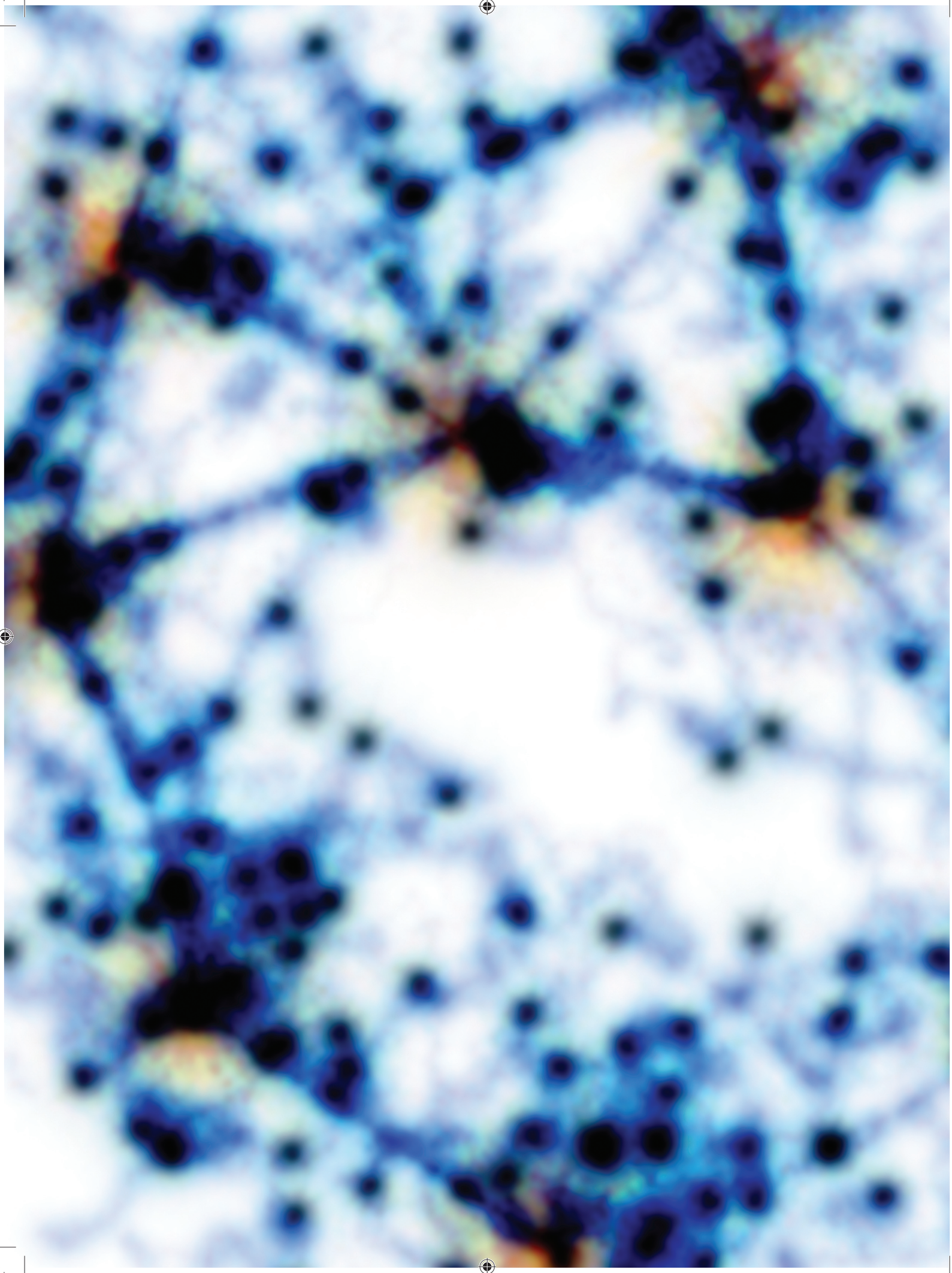
1_tyčový prvek konstrukce tensegrity
2_posuvný kloubový spoj dvou tyčových prvků
3_kloubové ukončení tlačeného prvku
4_píst

výpis tlačených prvků tensegrity



výpis šablon elastické fólie





MO.15
PARAMETRICKÝ NÁSTROJ
JÁCHYM PEŠEK / ATELIÉR FLO(W) / 2009–2010
SWARM URBANISM – ANT COLONY OPTIMALIZATION

Umíme pojmout více informací. Tedy neumíme, alespoň ne fyzicky. Ale nástroje, které používáme, je pojímají za nás. Postupně jsme se dostali do role jakýchsi koordinátorů, správců gigantické výpočetní síly. Ta se navíc prostřednictvím propojení stává více dislokovanou, tedy čím dál více nezávislejší na svém fyzickém umístění. To není nic nového, z kamenných knihoven se stávají zhuštěné knihovny dynamické (.dll), papír se mění na shluky bitů. Co se ovšem jeví jako razantní změna, je ve své podstatě přirozenou návazností, a spíše se jedná o zachování principu. Architekt zůstává architektem.

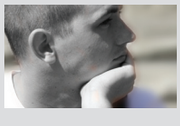
Existují různé druhy informací a všechny mohou být důležité. Ze strojové perspektivy jsou si rovny. Je ovšem zřejmé, že postupně musí docházet k jejich selekci. Parametry pro takovou selekci nemusí nutně vycházet z logické úvahy, ale mohou být výsledkem daleko intuitivnějšího myšlení. Zde je prostor pro autorství a kreativitu. Ovládnutí hmoty. Ve své podstatě se jedná o nesmírně komplexní úkol. Na co myslím a o čem sním? Vyjádření této podstaty je logické vyvrcholení snahy každého tvůrce. Cesty vedoucí ke kýženému cíli jsou však pro každého z nás jedinečné. Nemohou existovat dva totožné postupy, dva zcela totožné názory na stejnou problematiku.

Můj postup spočívá v rozhodnutí o váze jednotlivých informací a nastavení jejich vzájemných vztahů. Jedná se o tvorbu komplexního modelu pro danou situaci. K důkladnému popsání všech vztahů interakcí mezi jednotlivými informacemi je zapotřebí jazyk, psaný počítačový program.

Konkrétně u projektu s názvem MO.15 se jedná o tvorbu urbanistického nástroje, který popisuje vztah mezi vstupními body v prostoru. Vstupními body jsou v tomto případě zvoleny důležité komunikační uzly v lokalitě. Jsou to předpokládaná frekventovaná místa v území. Mezi nimi na počátku neexistuje žádný předdefinovaný vztah. Hlavní inspirace pochází z již popsané teorie s názvem „Ant Colony Optimalization“ autorů Marca Doringa a Christiana Bluma z počátku devadesátých let. Princip tzv. mravenčí kolonie, kdy je orientace závislá ne na jedinci, ale na společném systému. Komunikace mezi mravenci je zprostředkována feromonovou stopou zanechanou v prostoru. Takový model byl využit i v tomto projektu. Každý vstupní bod emituje agenty (mravence), kteří postupně prozkoumávají své okolí a zanechávají dalším agentům značku (feromonovou stopu). V tomto případě nese značka údaje o počátku cesty agenta a době trvání jeho cesty, zároveň je zde zaznamenána informace o důležitých místech, které cestou objevil. Ostatní agenti nejen že vytvářejí další informace, ale čtou předchozí stopy v území. Tím vzniká mapa prostoru, která se dá číst jako schéma ideálních spojnic v daném území. Mapa se ustaluje v čase a při zadání stejných parametrů se vždy vytvoří stejná mapa, tedy mapy se různí pouze předefinováním vstupních parametrů.

Program vytvořený pro projekt MO.15 je psaný v jazyku C# a využívá grafických knihoven OpenGL.

Myšlenka programu, která řídí urbanistický celek, je rozhodně problematická a při její aplikaci je nutno počítat s určitou autorskou interpretací. Program je zde spíše v pozici nástroje pro vizualizaci složitých vztahů člověkem jen těžko představitelných. Účelem programu je zpracování velkého množství informací o daném území a jejich třídění pro následnou interpretaci v libovolném projektu.



MO 15
SWARM URBANISM - ANT COLONY OPTIMALIZATION
ATELIÉR FLO(W), FA ČVUT 2009-2010
AUTOR Jáchym Pešek
KONZULTACE
Ing. arch. Miloš Florián, Ph.D.
Kryštof Pešek / KoF
Ing. arch. Lukáš Kurilla
WEB

public class Ant

```
{
    public Ant(double x, double y, double z, int life, double toleranceAngleXY)
    {
        id = MO.Base.ant.Count;

        rnd = new MoPseudoRandom(4, 37);

        origin = new MoPoint(x, y, z);
        this.life = life;

        life_current = this.life;
        lastCorner = 6;
        lastCorner_current = 0;
        produceTime = 7;
        viewDistance = 2;
        motorStrength_current = 0.07;
        motorStrengthMax = 0.08;
        motorStrengthMin = 0.03;

        toleranceXY = new MoInterval(0, toleranceAngleXY);
        mVec = new MoVector(0, 0, 0);
        mVec = RandomDirection();

        nahodnyPohyb = true;

    }


    public int Life
    {
        set { life = value; }
        get { return (life); }
    }

    public void Kill()
    {
        isLived = false;
    }

    public bool IsLived()
    {
        if (!isLived) { return (false); }
        if (life_current < 0) { return (false); }
        if (DistanceToPoint(to.origin) < viewDistance / 5) { return (false); }

        return (true);
    }

    public void Move()
    {

        mVec.Unitize();



        if (nahodnyPohyb)
        {

            if (lastCorner_current == 0)
            {
                lastCorner_current = lastCorner;

                if (motorStrengthMin < motorStrength_current)
                    motorStrength_current -= 0.002;

                MoVector rndV = RandomDirection();
                mVec.Plus(rndV);
            }

        }

        PowerCollector();
        mVec.MultipleBy(motorStrength_current);

        origin.Plus(mVec);

        life_current--;
        lastCorner_current--;


    }

    public double DistanceToPoint(MoPoint targetPoint)
    {
        double d = 0;
        d = Math.Sqrt((targetPoint.x - origin.x) * (targetPoint.x - origin.x) +
                      (targetPoint.y - origin.y) * (targetPoint.y - origin.y) +
                      (targetPoint.z - origin.z) * (targetPoint.z - origin.z));
        return (d);
    }

    public void PowerCollector()
    {
        List<MO.Feromon> coll = MO.Base.fero;
        MoVector fTemp = new MoVector(0, 0, 0);
        int nejvyssiPoradi = 0;
        nejlepsiFeromon = null;

        for (int k = 0; k < coll.Count; k++)
        {
            if (coll[k].IsLived())
            {
                if (to.id == coll[k].fromID)
                {
                    if (viewDistance > DistanceToPoint(coll[k].origin))
                    {
                        if (coll[k].fromPoradi > nejvyssiPoradi)
                        {
                            fTemp = MO.Base.fyz.PritazlivaSila(origin, coll[k].origin);

                            if (motorStrengthMax > motorStrength_current)
                                motorStrength_current += 0.002;

                            nejlepsiFeromon = coll[k].origin;
                            nejvyssiPoradi = coll[k].fromPoradi;
                        }
                    }
                }
            }
        }

        if (nejvyssiPoradi > 0)
        {
            mVec = fTemp;
            nahodnyPohyb = false;
        }
        nahodnyPohyb = true;
    }

    public void Way(MO.Spray from, MO.Spray to)
    {
        this.from = from;
        this.to = to;
    }

    //public void Way(MO.Balls.Entrance from, MO.Spray to)
    //{
    //    this.from =(MO.Spray)from;
    //    this.to = to;
    //}

    public int ToID
    {
        }
    }
}
```

```
using System;
using System.Collections.Generic;

using Tao.OpenGl;


using Funkce;


namespace MO
{
```

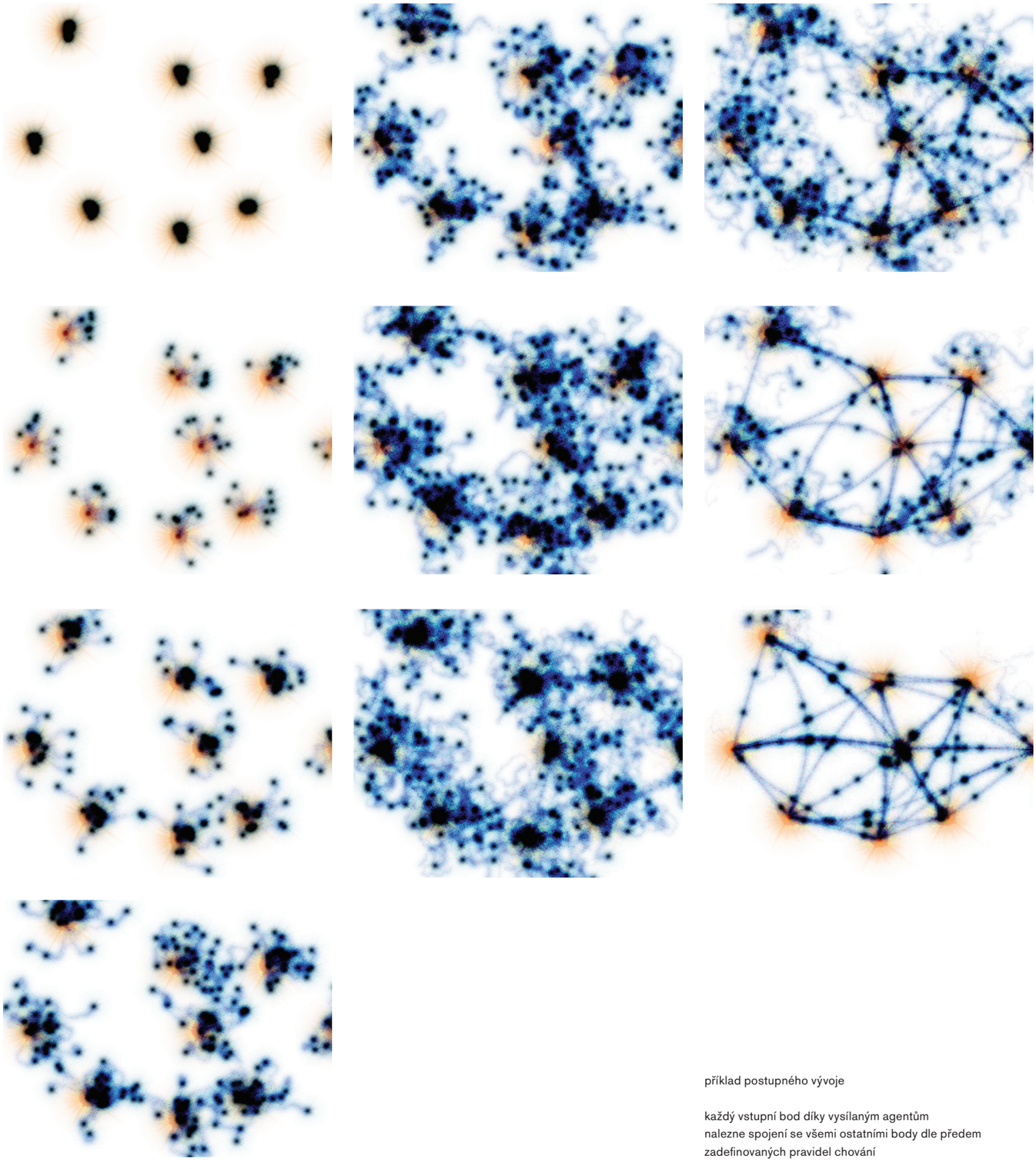
public class Feromon

```
    {
        public Feromon(double x, double y, double z, MO.Spray from, int fromPoradi, MoVect
        {
            id = MO.Base.fero.Count;

            origin = new MoPoint(x, y, z);
            fromID = from.id;
            this.fromPoradi = fromPoradi;
            life = 700;
            life_current = life;
            this.direction = direction;
        }

        public void AddVidelID(int videlID, int videlPoradi)
        {
            this.videlID.Add(videlID);
            this.videlPoradi.Add(videlPoradi);
        }

        public void Refresh()
        {
            life_current--;
        }

        public void Kill()
        {
            isLived = false;
        }

        public bool IsLived()
        {
            if (!isLived) { return (false); }
            if (life_current < 0) { return (false); }
            return (true);
        }

        public double x
        {
            set { origin.x = value; }
            get { return (origin.x); }
        }
        public double y
        {
            set { origin.y = value; }
            get { return (origin.y); }
        }
        public double z
        {
            set { origin.z = value; }
            get { return (origin.z); }
        }

        public void Draw()
        {
            Gl.glColor4ub(190, 220, 5, (byte)(255 * (life_current) / (float)life));
            Gl.glPointSize(2f * (life_current / (float)life));
            Gl.glBegin(Gl.GL_POINTS);
            Gl.glVertex3f((float)origin.x, (float)origin.y, 0.0f);
            Gl.glEnd();

        }

        public void DrawMap()
        {
            Gl.glBindTexture(Gl.GL_TEXTURE_2D, MO.Base.textury.GetTexture()[1]);

            Gl.glColor4ub(255, 182, 5, (byte)(15 * (life_current) / (float)life));

            float iconSize = 2.2f* (life_current / (float)life);
            Gl.glBegin(Gl.GL_QUADS);

            Gl.glTexCoord2f(0, 0); Gl.glVertex3f((float)origin.x - iconSize / 2, (float)origin.y - i
            Gl.glTexCoord2f(1, 0); Gl.glVertex3f((float)origin.x + iconSize / 2, (float)origin.y -
            Gl.glTexCoord2f(1, 1); Gl.glVertex3f((float)origin.x + iconSize / 2, (float)origin.y +
            Gl.glTexCoord2f(0, 1); Gl.glVertex3f((float)origin.x - iconSize / 2, (float)origin.y +
            Gl.glEnd();

                    Gl.glColor4ub(0, 140, 255, (byte)(90 * (life_current) / (float)life));

                    iconSize = 0.2f;//*(life_current / (float)life);
            Gl.glBegin(Gl.GL_QUADS);

            Gl.glTexCoord2f(0, 0); Gl.glVertex3f((float)origin.x - iconSize / 2, (float)origin.y - i
            Gl.glTexCoord2f(1, 0); Gl.glVertex3f((float)origin.x + iconSize / 2, (float)origin.y -
            Gl.glTexCoord2f(1, 1); Gl.glVertex3f((float)origin.x + iconSize / 2, (float)origin.y +
            Gl.glTexCoord2f(0, 1); Gl.glVertex3f((float)origin.x - iconSize / 2, (float)origin.y +
            Gl.glEnd();


        }

        bool isLived = true;
        public int id;
        public int fromID, fromPoradi;
        List<int> videlID = new List<int>();
        List<int> videlPoradi = new List<int>();
        public MoPoint origin;
        public MoVector direction;
        public int life, life_current;


    }

}
```

```
using System;
using System.Collections.Generic;

using MO;

namespace Funkce
{
```

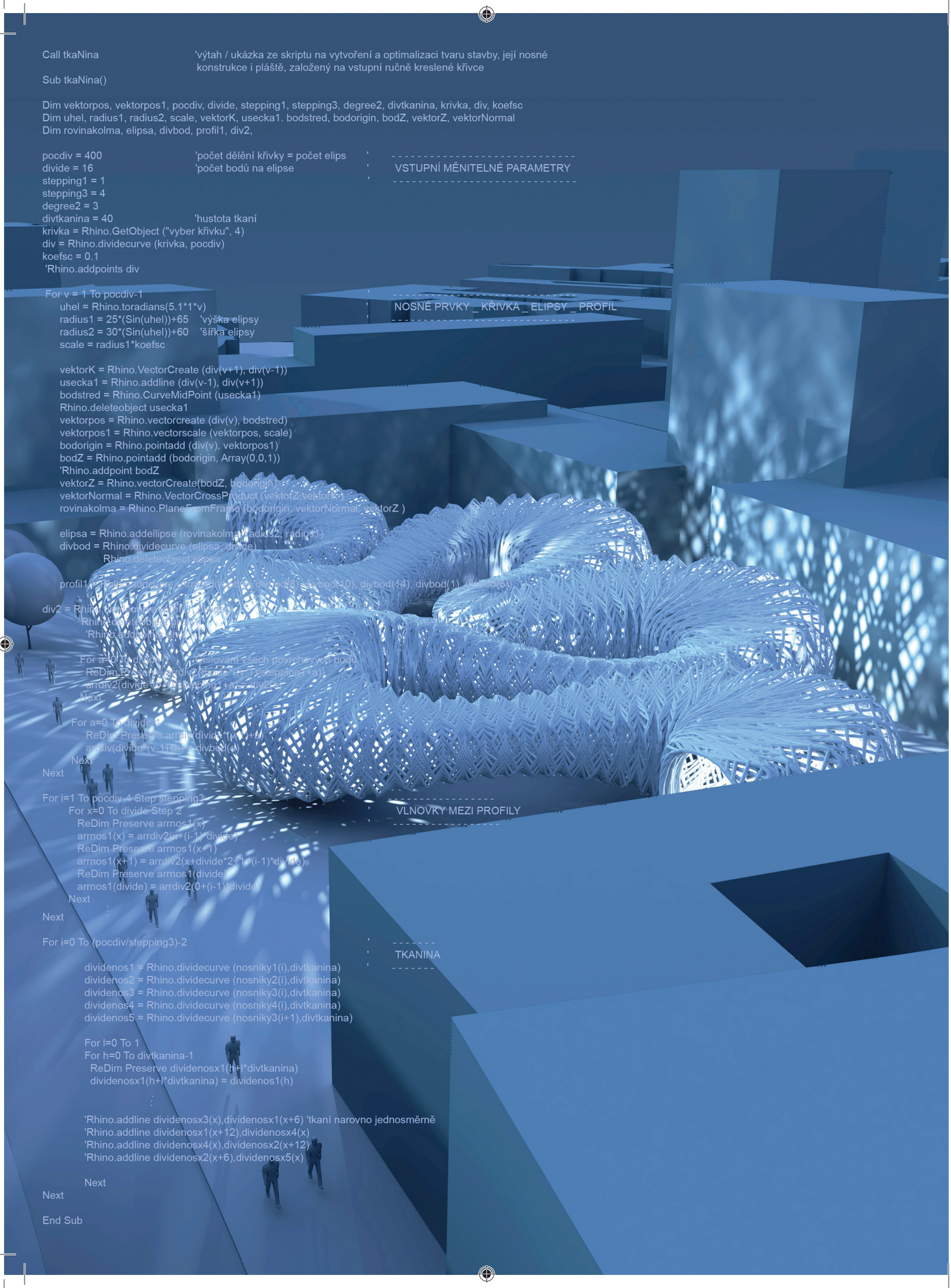
ukázka jazyka C# použitého v programu MO.15

jedná se o smluvenou formu komunikace mezi architektem a jeho nástrojem každý z řádku plní určitou funkci, co řádek, to myšlenka



příklad postupného vývoje

každý vstupní bod díky vysílaným agentům
nalezne spojení se všemi ostatními body dle předem
zadefinovaných pravidel chování



```
Call tkaNina                    'výtah / ukázka ze skriptu na vytvoření a optimalizaci tvaru stavby, její nosné
                                 konstrukce i pláště, založený na vstupní ručně kreslené křivce
Sub tkaNina()

Dim vektorpos, vektorpos1, pocdiv, divide, stepping1, stepping3, degree2, divtkanina, krivka, div, koefsc
Dim uhel, radius1, radius2, scale, vektorK, usecka1. bodstred, bodorigin, bodZ, vektorZ, vektorNormal
Dim rovinakolma, elipsa, divbod, profil1, div2,

pocdiv = 400                    'počet dělění křivky = počet elips      '   - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
divide = 16                     'počet bodů na elipse                   '    VSTUPNÍ MĚNITELNÉ PARAMETRY
stepping1 = 1                                                           '   - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
stepping3 = 4
degree2 = 3
divtkanina = 40                 'hustota tkaní
krivka = Rhino.GetObject ("vyber křivku", 4)
div = Rhino.dividecurve (krivka, pocdiv)
koefsc = 0.1
 'Rhino.addpoints div

 For v = 1 To pocdiv-1                                                  '   - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
     uhel = Rhino.toradians(5.1*1*v)                                    '    NOSNÉ PRVKY _ KŘIVKA _ ELIPSY _ PROFIL
     radius1 = 25*(Sin(uhel))+65    'výška elipsy                       '   - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
     radius2 = 30*(Sin(uhel))+60    'šířka elipsy
     scale = radius1*koefsc

     vektorK = Rhino.VectorCreate (div(v+1), div(v-1))
     usecka1 = Rhino.addline (div(v-1), div(v+1))
     bodstred = Rhino.CurveMidPoint (usecka1)
     Rhino.deleteobject usecka1
     vektorpos = Rhino.vectorcreate (div(v), bodstred)
     vektorpos1 = Rhino.vectorscale (vektorpos, scale)
     bodorigin = Rhino.pointadd (div(v), vektorpos1)
     bodZ = Rhino.pointadd (bodorigin, Array(0,0,1))
     'Rhino.addpoint bodZ
     vektorZ = Rhino.vectorCreate(bodZ, bodorigin)
     vektorNormal = Rhino.VectorCrossProduct (vektorZ,vektorK )
     rovinakolma = Rhino.PlaneFromFrame (bodorigin, vektorNormal, vektorZ )

     elipsa = Rhino.addellipse (rovinakolma, radius2, radius1)
     divbod = Rhino.dividecurve (elipsa, divide)
             Rhino.deleteobject elipsa

     profil1 = Rhino.addcurve (divbod(1), divbod(6), divbod(8), divbod(10), divbod(14), divbod(1), divbod(6))
                                                                                                                  '
div2 = Rhino.dividecurve (profil1, divide)
        Rhino.deleteobject profil1
        'Rhino.addpoints div2
        'Rhino.addpoints div2
        For a=0 To divide-1 '    číslování všech povrchových bodů
          ReDim Preserve arrdiv2(divide*(v-1)+stepping1+a)
          arrdiv2(divide*(v-1)+stepping1+a) = div2(a)
        Next

      For a=0 To divide-1
         ReDim Preserve arrdiv(divide*(v-1)+a)
         arrdiv(divide*(v-1)+a) = divbod(a)
      Next
Next

For i=1 To pocdiv-4 Step stepping3                                      '   - - - - - - - - - - - - - - - -
      For x=0 To divide Step 2                                          '    VLNOVKY MEZI PROFILY
        ReDim Preserve arrnos1(x)                                       '   - - - - - - - - - - - - - - - -
        arrnos1(x) = arrdiv2(x+(i-1)*divide)
        ReDim Preserve arrnos1(x+1)
        arrnos1(x+1) = arrdiv2(x+divide*2+1+(i-1)*divide)
        ReDim Preserve arrnos1(divide)
        arrnos1(divide) = arrdiv2(0+(i-1)*divide)
      Next
            :
Next

For i=0 To (pocdiv/stepping3)-2                                         '   - - - - - - -
                                                                        '    TKANINA
          dividenos1 = Rhino.dividecurve (nosniky1(i),divtkanina)       '   - - - - - - -
          dividenos2 = Rhino.dividecurve (nosniky2(i),divtkanina)
          dividenos3 = Rhino.dividecurve (nosniky3(i),divtkanina)
          dividenos4 = Rhino.dividecurve (nosniky4(i),divtkanina)
          dividenos5 = Rhino.dividecurve (nosniky3(i+1),divtkanina)

          For l=0 To 1
          For h=0 To divtkanina-1
            ReDim Preserve dividenosx1(h+l*divtkanina)
            dividenosx1(h+l*divtkanina) = dividenos1(h)
                    :

          'Rhino.addline dividenosx3(x),dividenosx1(x+6) 'tkaní narovno jednosměrně
          'Rhino.addline dividenosx1(x+12),dividenosx4(x)
          'Rhino.addline dividenosx4(x),dividenosx2(x+12)
          'Rhino.addline dividenosx2(x+6),dividenosx5(x)

          Next
Next

End Sub
```

WALKING GALLERY
PARAMETRICKÁ MOBILNÍ GALERIE – ALL OVER THE WORLD
NINA PEVNÁ / ATELIER FLO(W) / FA ČVUT PRAHA 2008–2009

Současná architektura stále více opouští již zažité tradiční pravoúhlé konstrukce. Hledá inspirace v přírodě, designu, výtvarném, grafickém projevu. Názory na ni jsou však často negativní. Vychází to snad z opravdové ztráty měřítka fasád, jak se někteří vyjadřují, nebo snad jen z nepochopení nedostatečně zasvěcené jak laické, tak i odborné veřejnosti, strachu z jakékoli změny a příchodu něčeho jiného, netradičního? Nebo jsou tyto stavby jen exhibicionistickou touhou architektů zviditelnit sama sebe skrze svá díla a nezapomenutelně se tak zapsat do toku dějin, ať už za jakoukoli cenu?

Domnívám se, že pustit se zodpovědně do návrhu architektury jiných tvarů než klasicky pravoúhlých vyžaduje mnohem větší znalosti a orientaci v různých oborech. Zkoumat nejen oblast z níž se inspirujeme (biologie, chemie, fyzika...), ale zajímat se také o technické možnosti konstrukcí, o vývoj a výzkum materiálů a neoddělitelně o vývoj počítačové technologie.

Již klasickou obavou veškerých kritiků architektury netradičních forem je, že takto tvarově zvláštní stavba nemůže fungovat. Často k takovým závěrům dochází právě na základě neznalosti problému a jde snad jen o jistou formu obrany před něčím neznámým. Vyplývá to právě z tak rychle se vyvíjejících technologií, které často ani sami architekti nezvládají reflektovat.

Většinou však jde výrazná forma ruku v ruce s funkcí a inteligentností celé stavby. Budovy jsou převážně s inteligentními fasádami schopnými využívat přírodních obnovitelných zdrojů, jako je sluneční či větrná energie, proudy vody či vzduchu, teplo brané ze země. Samotný proces navrhování těchto staveb je přímo závislý na počítačových technologiích. Čas strávený nad projektem se díky CAD/CAM technologii přesouvá od nekonečných hodin strávených nad rýsovacím prknem k samotné analýze problému a vytváření návrhu.

Naskriptování tvaru stavby a jejích vztahů s okolím usnadňuje celý pracovní proces návrhu. Vytvoření samotného skriptu může být sice zdlouhavé, ale díky zadání počátečních parametrů lze pak celou stavbu jednoduše pozměňovat. V celém tvaru budovy lze zohledňovat přírodní jevy, jako je vítr, oslunění... Ať už chceme nebo ne, některé tvary a naše myšlenky lze definovat nejjednodušeji pouze matematicky (skriptem).

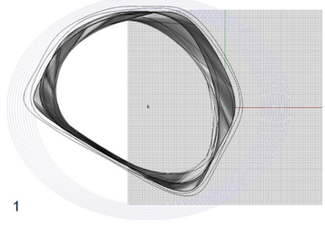
WALKING GALLERY
Základním mottem při tvorbě projektu byl pohyb, svoboda, individualita, růst. Nevnímat stavbu jako nájemníka na předem daném pozemku, ale jako individualitu schopnou pohybu, změny tvaru i vzhledu. Vytvořit otevřený prostor skládající se z nosné kostry umožňující pohyb a variantního opláštění. Hledat v přírodních a jiných systémech fungující struktury, najít a definovat zákonitosti jejich fungování a prostřednictvím technologií je aplikovat do procesu projektování. Poskytnout výhody přírodních struktur člověku se zapojením faktoru lidské kreativity. Celý systém byl aplikován na typologii výstavních, prezentačních prostorů, kdy dochází ke změně zaběhnutého modelu přesunu jednotlivých děl při skončení dané výstavy.

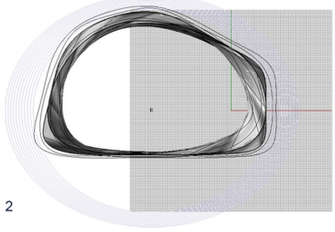
Dochází k přemístění celé galerie, která není pouhým ochranným pláštěm exponátů, ale je aktivní součástí expozice, sama se stává sochou. Struktura tak dala vzniknout Walking_Gallery.

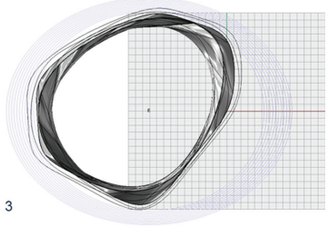
Základním stavebním prvkem Walking_Gallery je pavilon. Kompletního vzhledu stavby je dosaženo napojováním libovolného počtu pavilonů, dle potřeby investora.

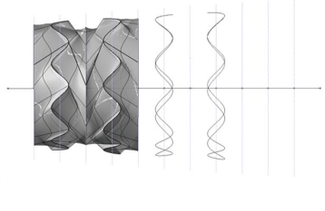
Díky parametrickému návrhu stavby prostřednictvím Rhinoscriptu není vytvořen jen uzavřený počet typů modulů. Investor prostřednictvím změn vstupních parametrů skriptu vytváří za pomoci architekta individuální vzhledový systém, který je pak prostřednictvím digitálních dat poslán k výrobě. Zadavatel ovlivňuje jak tvar pavilonů, řezový profil, počet, tak i celkový vzhled fasády, která může přecházet z plně uzavřené kompaktní plochy až po skoro transparentní tkaninu.

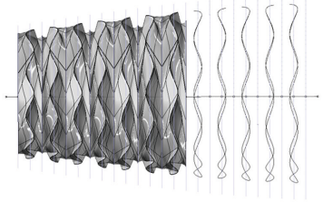
1, 2, 3, 4, 5, 6 ukázka variabilnosti tvaru průřezu pavilonu, nastavitelná parametricky ve skriptu, stejně tak variabilnost roztahovatelnosti a stahovatelnosti pláště, umožňující složení budovy a její následný transport

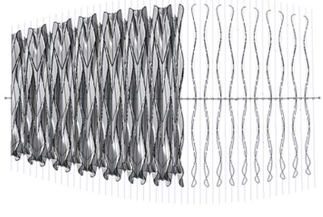

1

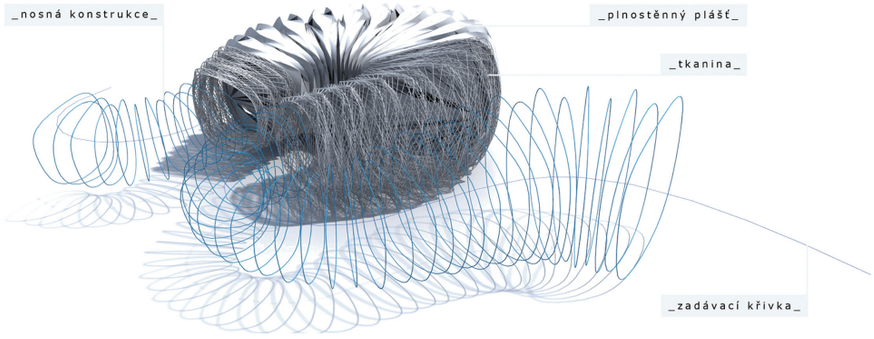

2


3


4


5


6

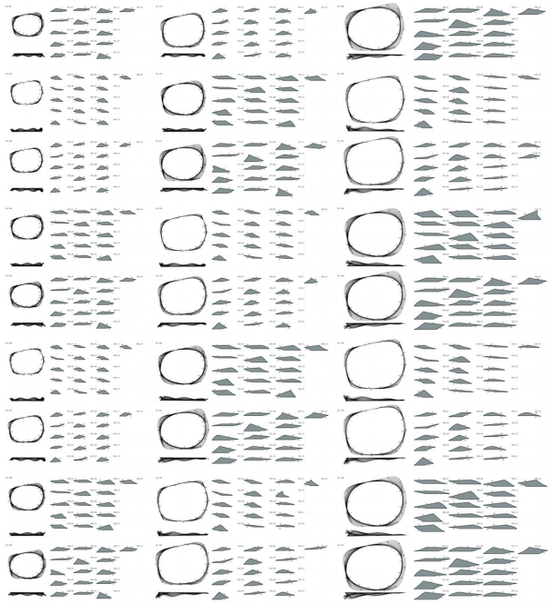


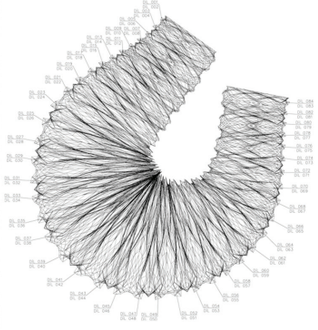
1 grafické znázornění práce / průběhu skriptu :
_vstupním parametrem je ručně kreslená křivka
_vygenerování nosných profilů na podkladu zadání množství dělení křivky
_generování pláště mezi nosné profily ve variantách plnostěnný / tkanina

Pro vytvoření vzorníku fasády byly zkoumány historické vzory, mozaiky, základní principy pro vytváření vzorů, práce s opakujícími se strukturami navrhnutými za pomoci abstrahování jednotlivých elementů, které mají v sobě strukturu. Došlo k vypracování základních n-úhelníkových sítí. Jednotlivé vzory lze použít jako texturu tkaniny, vzory tkanin fasád, plné části, jako otvory, nebo naopak prvky zastínění. Jednotlivé vzory mohou reagovat na podmínky dané okolím, zmenšovat, zvětšovat svoji velikost. Lze je také vytvářet zabudováním světelných zdrojů do fasády. Možnosti proměňujících se efektů na základě impulzů zvenčí.

V důsledku toho bylo opláštění galerie řešeno v několika variantách s použitím ETFE fólií. Plášť byl nadělen na šablony pro výrobu. Díly ETFE fólií nebo textilie jsou kotveny do příslušných profilů řešených ve fázi 1 nebo kotvených do nosné spirály řešené ve fázi 2. Jednotlivé prvky jsou dodány do výrobní haly, dojde k vytvoření šablon ve formátu 1:1, dle nichž jsou dále zpracovávány příslušné fasádní prvky.

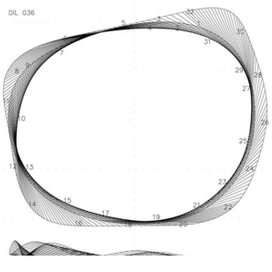
Ve fázi 1 je nosná konstrukce tvořena jednotlivými nosnými profily, které jsou vzájemně spojeny rektifikačními tyčemi umožňujícími skládání a rozkládání konstrukce. Dané tyčové prvky jsou fixovány do kříže, jedny tak přenášejí tlak a druhé tah, zajišťují přenášení sil vyvolaných jak stálým, tak nahodilým zatížením mostů (částí neopřených o zem). Prostřednictvím nosných profilů jsou dále přenášeny do zemních kotvících prvků, zajišťují tak zafixování jednotlivých profilů na určeném místě. Nosná konstrukce modulu ve fázi 2 je řešena jako celistvá pletená spirála, čímž se celá konstrukce chová jako jeden nosník. Díky tomu se vynesou místa nepodepřená zemí (kde konstrukce vytváří tzv „mosty“), kvůli tomuto jsou jednotlivé moduly napojovány v místech největších profilů kotvených k zemi. Spirála, která je tvořena z krycího materiálu a výplně na bázi PCM, je vyrobena ve výrobní hale, stlačena (chová se jako pružina) a zafixována. Na místě stavby se rozvine do příslušného tvaru a díky materiálům s tvarovou pamětí v něm setrvává. Modul je možno užívat jako otevřený prostor se světlou výškou přibližně 9 metrů nebo jej předělit mezipatrem. Podlahy jsou řešeny atypicky jako nafukovací polštáře se zpevněnou pochozí a kotvící stranou.

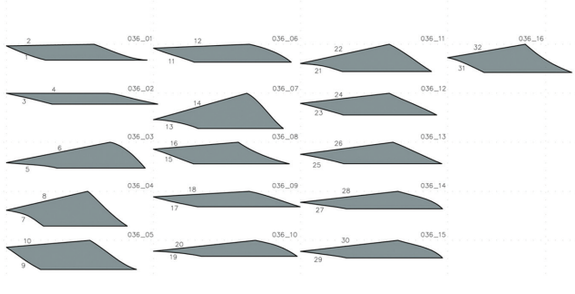


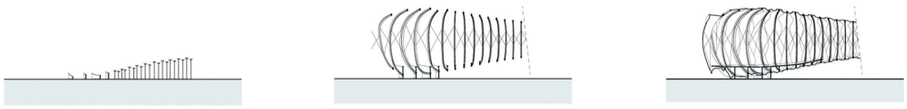


2 ukázka podkladů pro výrobu
pláště – rozdělení jednoho pavilonu na jasně identifikovatelné dílce – rozložení dílců na jednotlivé prvky

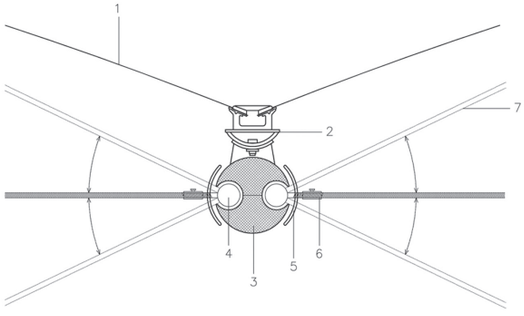
3 ukázka rozložení vzorového dílce



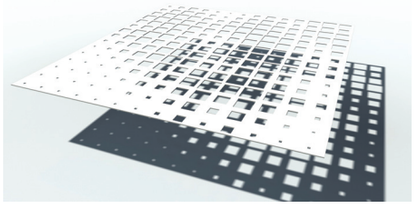


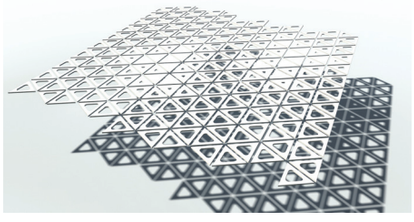


FÁZE 1 celistvý profil - řešení nosné konstrukce jednoho modulu



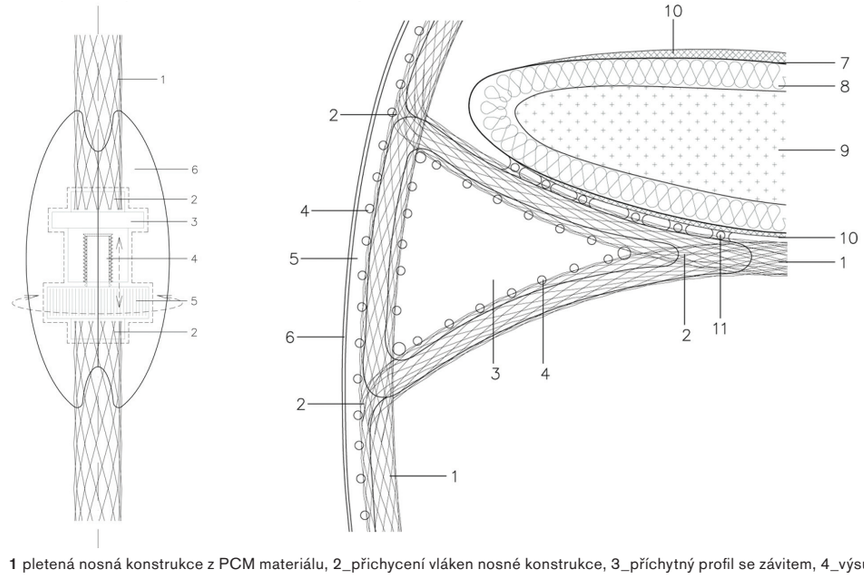
Montáž kotvících profilů, plastových nosných desek, montáž dočasných podpěr pro profily nekotvené k zemi. Postupná montáž nosných profilů k připraveným kotvícím profilům s plastovými deskami. Postupné roztahování nosných profilů na připravené kotvící profily a dočasné stojky. Postupné fixování rektifikačních pohyblivých nosných tyčí v určené poloze. Montáž podlahových plastových nosných desek, odstranění dočasných nosných stojek. Postupné opláštění budovy prováděné po jednotlivých ETFE dílech s nosným lanem mezi dvěma díly. Dotažení rektifikačních nosných tyčí, dojde k vypnutí ETFE dílů. Kotvení tvarovaných podlahových dílů a čelních stěn z polykarbonátu.

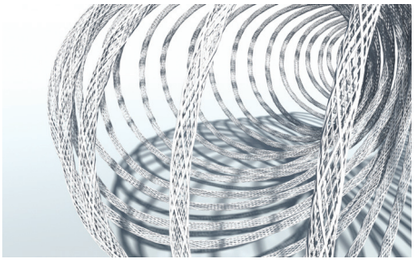




1 ETFE fólie, jednovrstvý nebo dvouvrstvý polštář, 2_příchytný profil pro ETFE folie, 3_nosný profil s drážkou, plast, lepený ze dvou dílů, 200 mm, 4_posuvná koule ve drážce, umožňuje pohyb nosných tyčí, 5_krycí příchytný profil, 6_těsnící profil, fixuje nosnou tyč do určené polohy, 7_pohyblivá nosná tyč, umožňuje skládání modulu

FÁZE 2 pletená spirála – řešení nosné konstrukce jednoho modulu





1 pletená nosná konstrukce z PCM materiálu, 2_přichycení vláken nosné konstrukce, 3_příchytný profil se závitem, 4_výsuvný čep se závitem, 5_otočný kruh pro vysunutí čepu a jeho sešroubování do příchytného profilu, 6_plastová průsvitná krytka spoje, ze dvou dílů

1 pletená nosná konstrukce, krycí materiál + výplnový materiál z PCM, 2_místo napletení konstrukce mezipodlaží, 3_plastový průsvitný výztužný profil mezipodlaží, 4_otvory pro napojení profilů a tkané nosné kce, 5_průsvitný plastový profil pro přichycení tkaniny pláště, 6_příchytný profil tkaniny pláště, 7_podlahový polštář, 8_zesílení polštáře s PCM materialem, 9_polštář nafouknutý plynem, 10_zpevnění polštáře, 11_příchytná oka podlahového polštáře, 12_vylehčený kotvící profil

WALKING GALLERY_all over the world_
STUDENTSKÝ IDEOVÝ PROJEKT
ATELIER FLO(W), FA ČVUT, 2008 - 2009
AUTOR Bc. Nina Pevná
SPOLUPRÁCE Ing. arch. Miloš Florián, PhD., Ing. arch. Lukáš Kurilla, Ing. arch. Marek Růžička, Bc. Ondřej Otýpka, Ing. Jaroslav Hruška,/Vector Foiltec Czech/, MgA Tomáš Medek, /rapid prototyping, FVU VUT/, Atelier Luna
TISK MODELU rapid 3d studio FVU VUT
WEB www.studioflorian.com
KONTAKT walkinggallery@email.cz