

Responzivní kinetická architektura - algoritmický design s využitím pneumatických systémů

Záviš Unzeitig

vedoucí práce:

Ing. arch. Saman Saffarian

powered by

FESTO

Obsah:

cíl práce
kinetická architektura
responzivní architektura
pneumatická architektura
pasivní a aktivní přístup
digitální navrhování
možnosti řízení
vznik vlastního návrhu
postup navrhování Bottom-up
simulace
konstrukce prototypu
ovládací obvody
programování systému
kompletace
testy
závěry

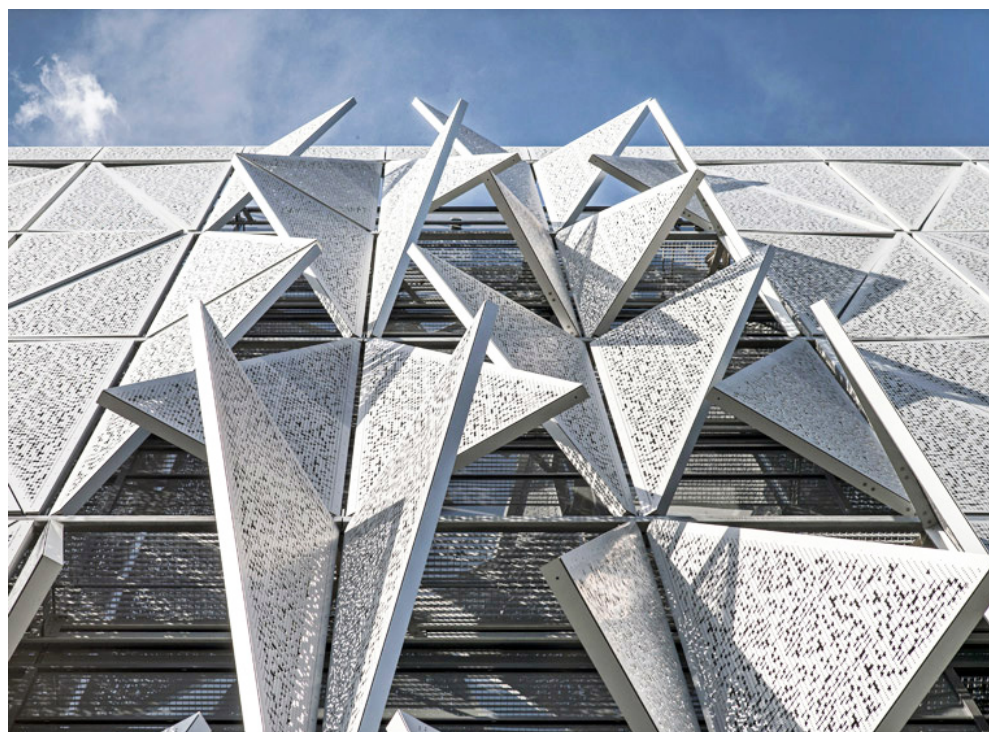
Cíl práce

Tato práce se zabývá návrhem kinetického responzivního systému v architektuře, jehož princip spočívá v pohyblivé reakci na okolní podněty. Cílem práce byla realizace konkrétního návrhu tohoto systému s využitím pneumatických prvků a to až do fáze funkčního Prototypu. Obsah práce popisuje jednotlivé kroky realizace, které zahrnují konstrukčně-mechanické řešení, výběr vhodných materiálů a prvků systému i návrh pneumatického obvodu včetně jeho elektronického ovládání. Výsledný Prototyp se snaží ukázat možnosti využití pneumatických prvků k vytvoření kinetické architektury a do jisté míry upozorňuje na problémy realizace a jejich řešení a přibližuje toto téma široké veřejnosti.

Kinetická architektura

V zásadě jde o koncept, kde jsou budovy navrhovány tak, aby se jednotlivé části konstrukce mohly pohybovat, aniž by se snížila celková strukturální integrita stavby.

Kinetika, neboli pohyb může být v budově využit ve spojení s responzivitou k vylepšení estetické hodnoty, k reakci na podmínky ve vnějším nebo vnitřním prostředí, a také k provádění funkcí, které by nebyly možné u statických struktur.

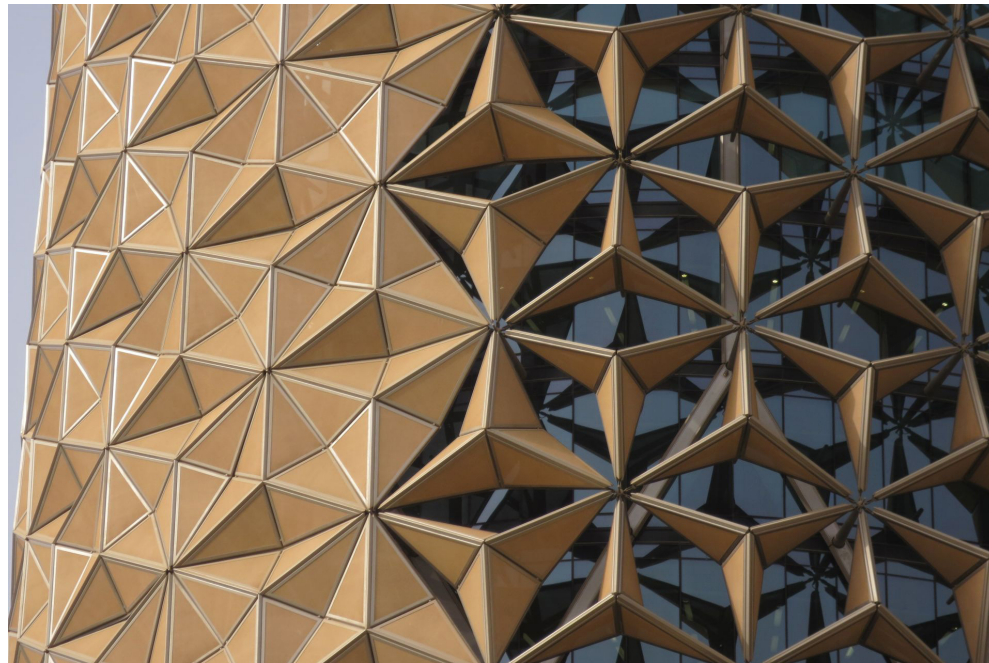


Denmark Kolding Campus, Henning Larsen Architects, 2015

Responzivní architektura

Budova se může stát jakýmsi živým organismem, jehož vlastnosti jako například tvar, barevnost, propustnost materiálů, účelovost se mohou adaptovat na neočekávané změny životního prostředí i chování obyvatel.

Responzivita v architektuře je určitý směr, v němž se architekti snaží tyto vlastnosti budov rozvíjet s aspektem k energetické i vizuálně-komunikativní stránce a reflektovat určitou technickou pokročilost současnosti.



Al-Bahar Tower- Dubai, 2012

Pneumatická architektura

Využívá vzduch v různých formách jako podstatu ke změnám tvaru nebo funkce.

Tyto tendence vznikaly vesměs jako protesty proti tehdejšímu modernímu stylu 60.let. Snažily se tímto způsobem kritizovat tvrdé a nekompromisní „brutalistní“ formy oproti jemným nafukovacím strukturám, které byly levné, jednoduché na převoz a nenáročné na sestavení.



Coop Himmelb(l)au, Restless Sphere, 1971

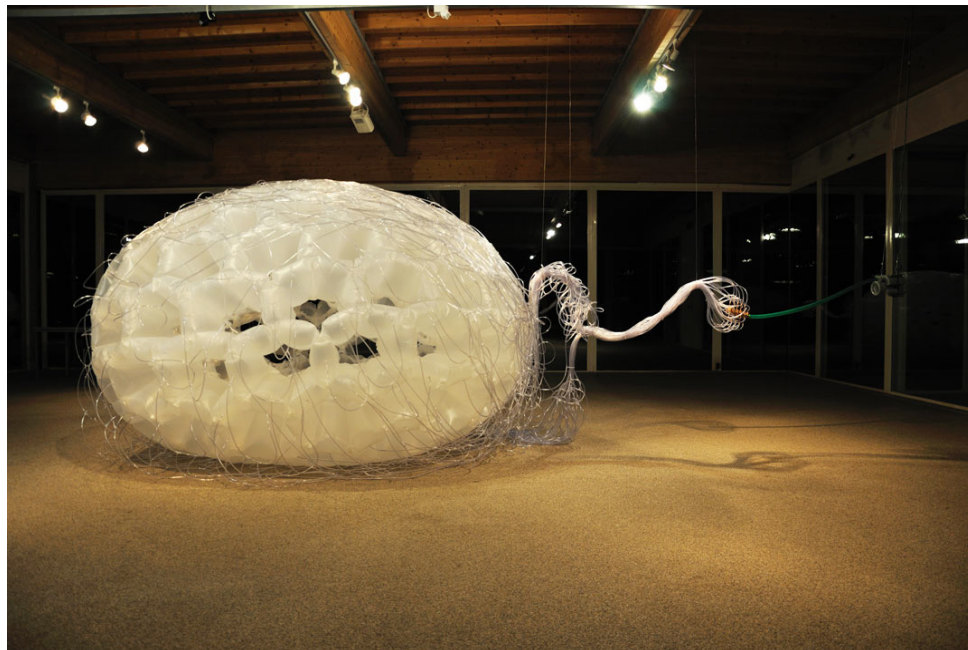


Ant Farm, Inflatable, 1971

Pasivní a aktivní přístup

Při pasivním přístupu můžeme hovořit o práci s fyzikální a chemicko-molekulární podstatou materiálu, který vytváří hlavní osnovu návrhu.

Aktivní přístup na rozdíl od toho pasivního spoléhá na předem definované programovatelné řízení bud' ve formě samotné osoby, nebo počítačového systému, které ovládají různé součásti stavby. Tento způsob je tak odkázán na mechanické zajišťování pohybu a na logickém ovládacím programu.



Ronald Van Der Meijs, Capsule of Life, 2013

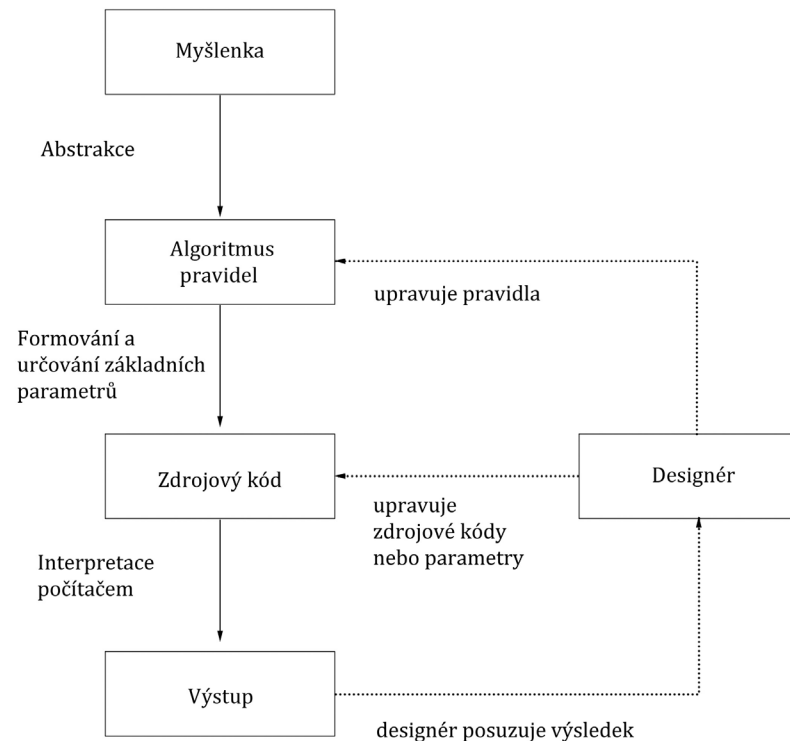


DO|SU Studio Architecture, Bloom, 2012

Digitální navrhování

- Algoritmický design
- Parametrický design
- Generativní design
- Computational design

Algoritmus je přesný návod nebo postup pro řešení různých úloh
je možné ovládat a měnit **parametry** daného modelu, či úlohy



Základní schéma přístupu k digitálnímu navrhování

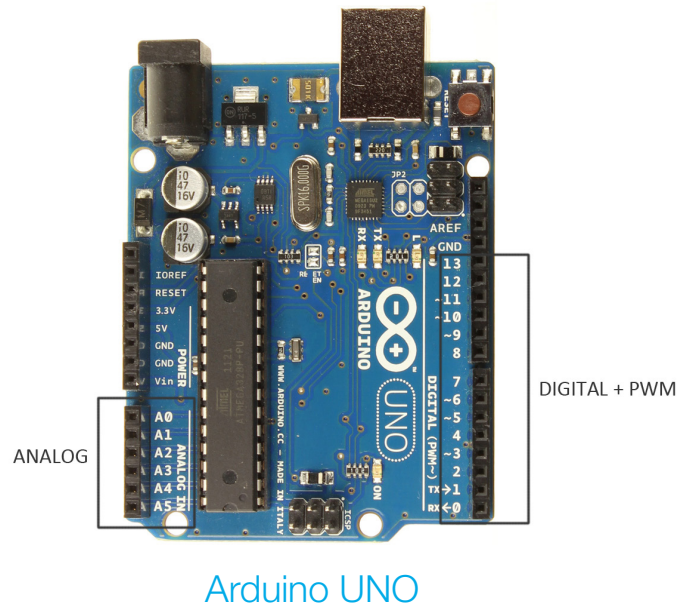
Možnosti řízení

Řízení můžeme obecně definovat jako schopnost ovládání určitého systému podle definovaného algoritmu za pomoci externích zařízení.

Arduino - Programovatelný jednodeskový počítač založený na mikrokontrolerech ATmega

PLC - Programovatelný logický automat

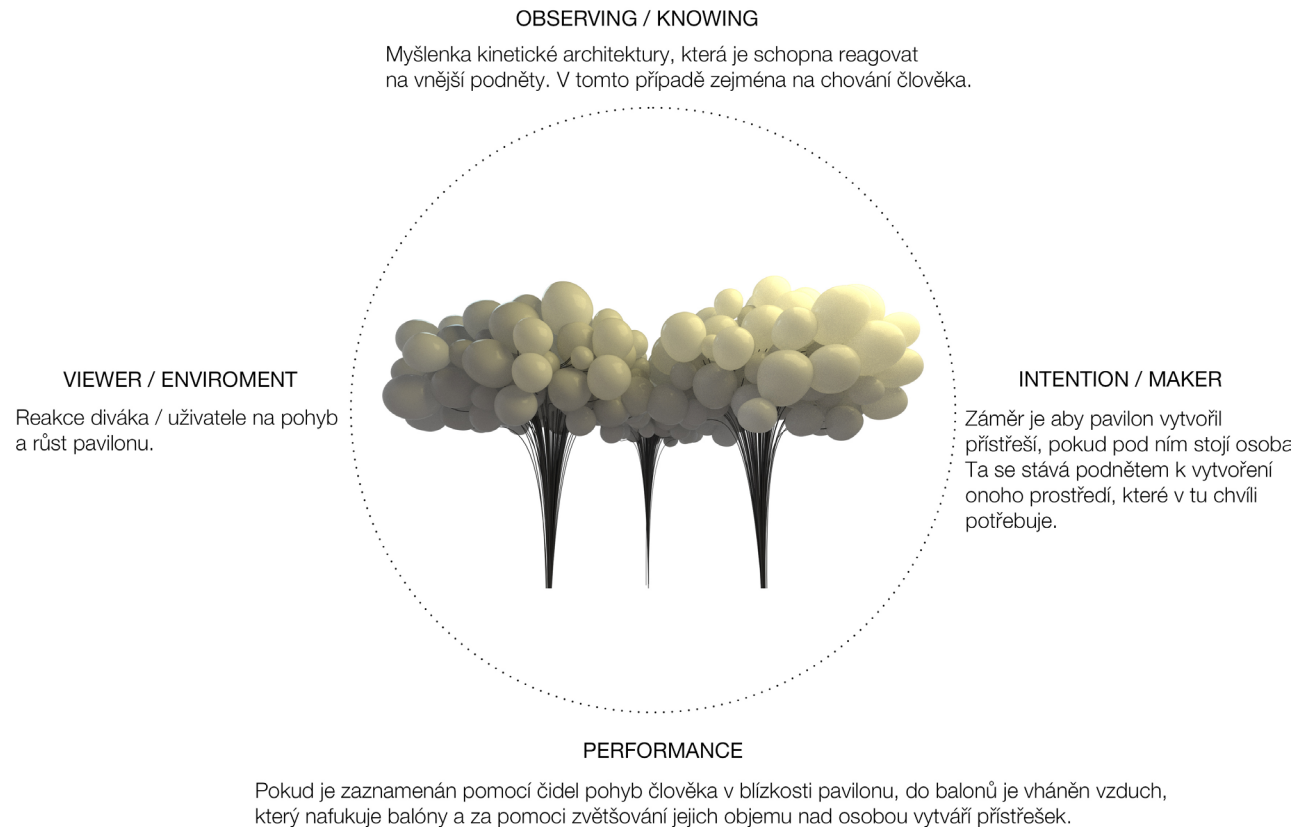
Je to vyšší stupeň řízení, určený pro strojovou průmyslovou automatizaci a komerční využití.



Vznik vlastního návrhu

Návrh vznikl ve spolupráci se studentem **Janem Koníčkem** na **workshopu Pavilon 1** pod vedením architektů Samana Saffariana a Gala Moncayo-Asana v zimním semestru 2016.

Cílem bylo vymyslet **interaktivní** stavbu, která by splňovala vlastnosti **responzivity**, současně s **kinetickým** aspektem: tedy, aby reagovala na **vnější podněty** jako například na **pohyb člověka** či klimatické změny.



Postup navrhování - Bottom up

Bottom-up neboli odspodu nahoru, jehož princip spočívá ve výběru **základních elementů** a **vlastností** získaných například z rešerší a výzkumů a následném **přizpůsobování** výsledného designu těmto vlastnostem.

V našem případě je základním elementem **pneumatický balón** s jeho vlastnostmi **elasticity** a **zvětšování** vlastního **objemu**.

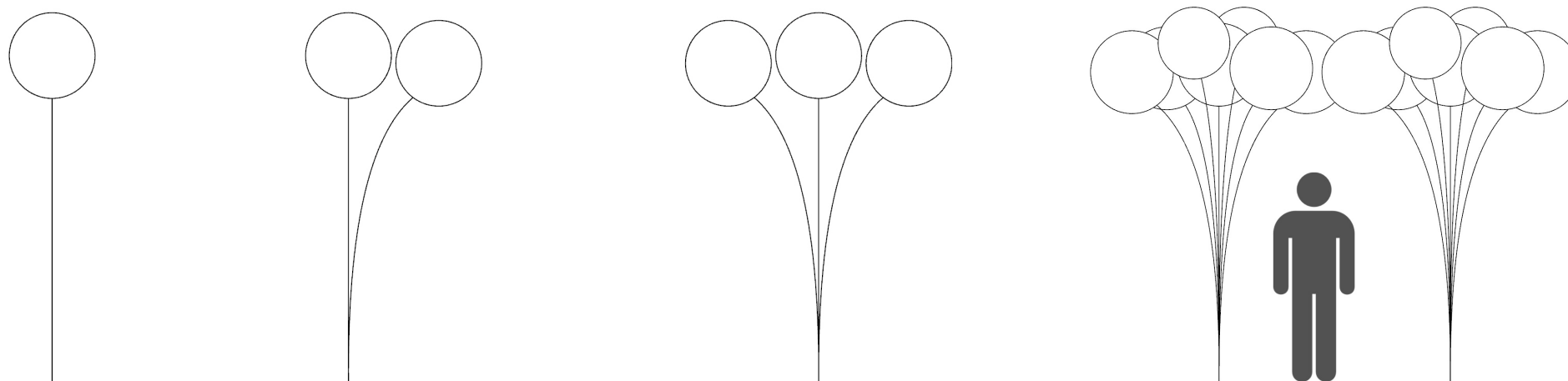


Schéma systému Bottom-up při návrhu Pavilonu

Simulace

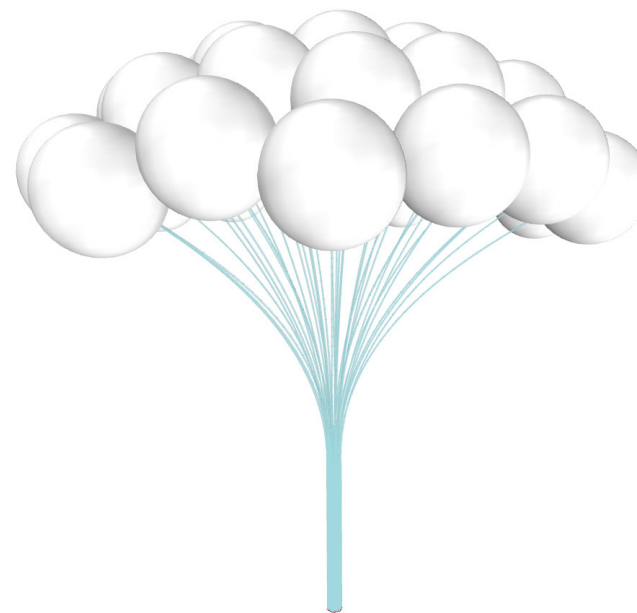
U simulací bylo třeba především nastítnit **vlastnosti materiálů** a zjistit **přibližný děj**, který se bude odehrávat při nafukování balonů, a jak výsledná struktura bude vypadat při různé konfiguraci pozice délky tyčí a průměru balonů. Při počítačové simulaci je možné zjistit, jak se bude Pávilon **chovat**, ověřit a vyzkoušet si, jaký bude mít vliv na design změna konfigurace ještě **před** samotným konstruováním prototypu.

Pro tento účel bylo použito prostředí **Grasshopperu**, propojené s pluginy **Firefly** pro realtime komunikaci s **Arduinem** a **Kangaroo** pro samotnou fyzikální simulaci.

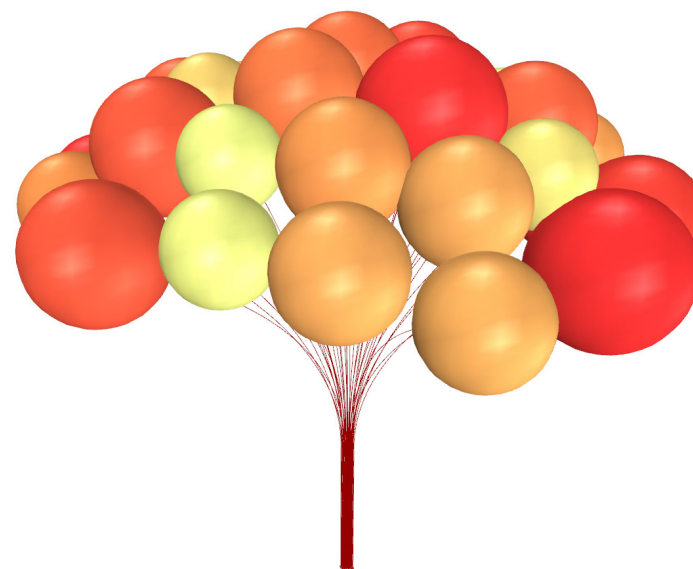


Simulace sphere packing, GH

Simulace

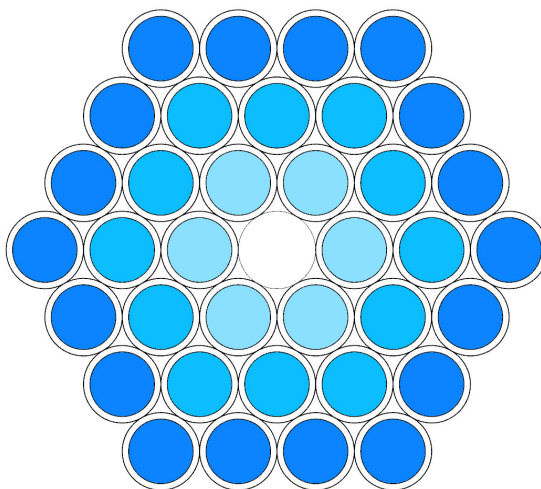


Simulace flexibilních tyčí

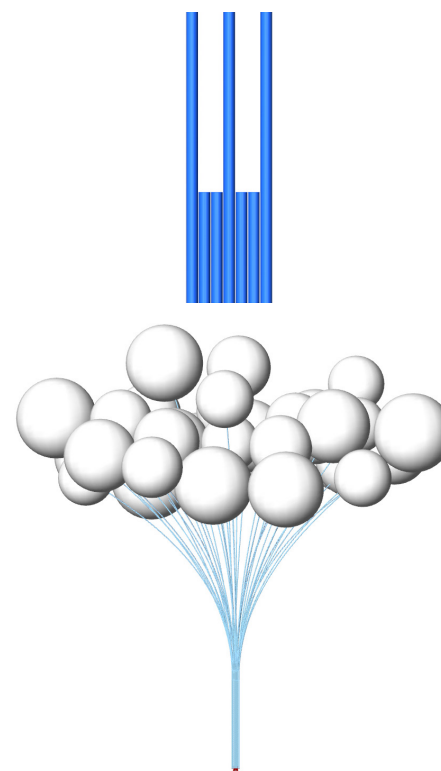
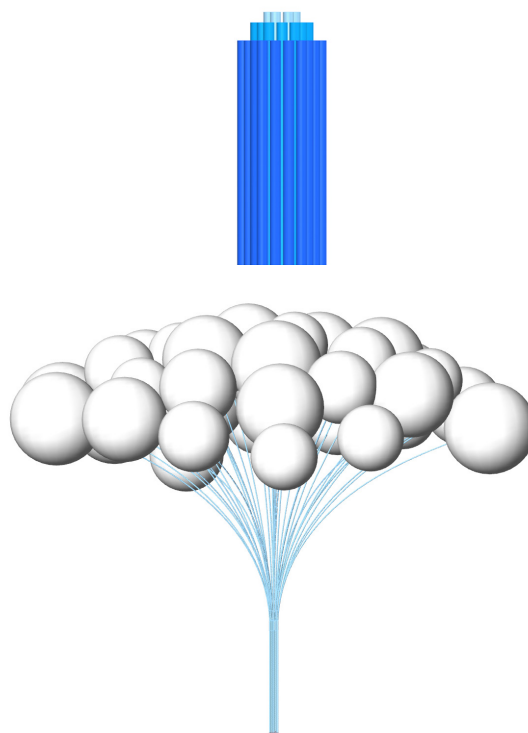
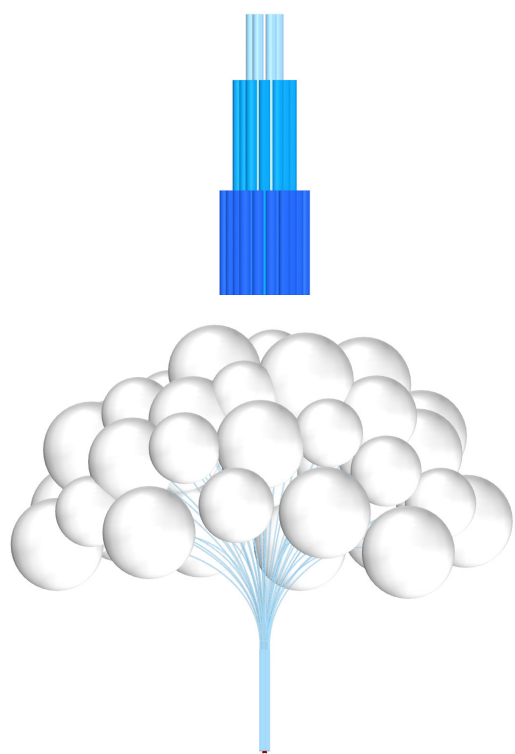


Analýzy vnějších tlaků a velikosti balonů

Simulace

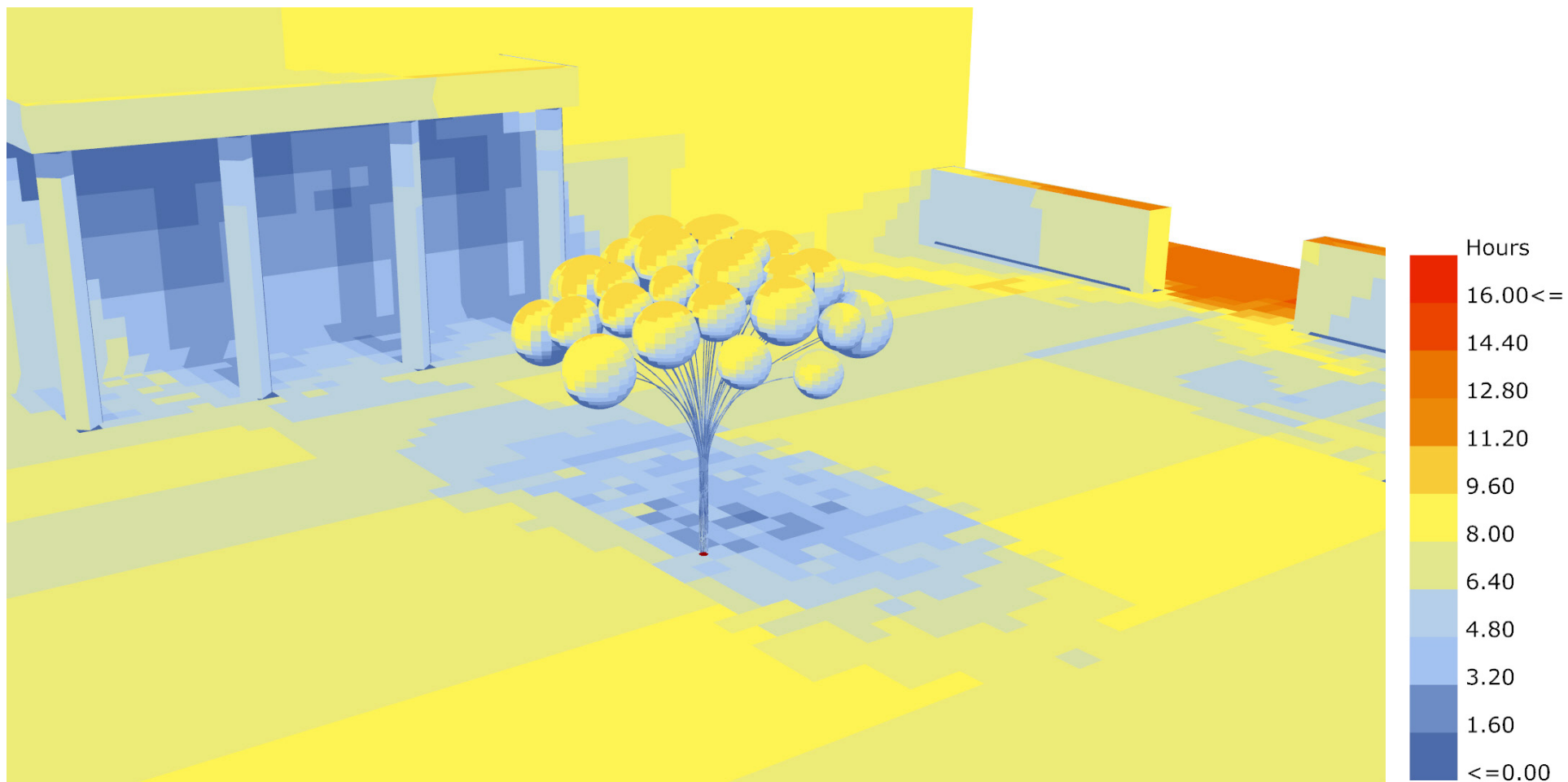


Rozdělení svazku tyčí na okruhy

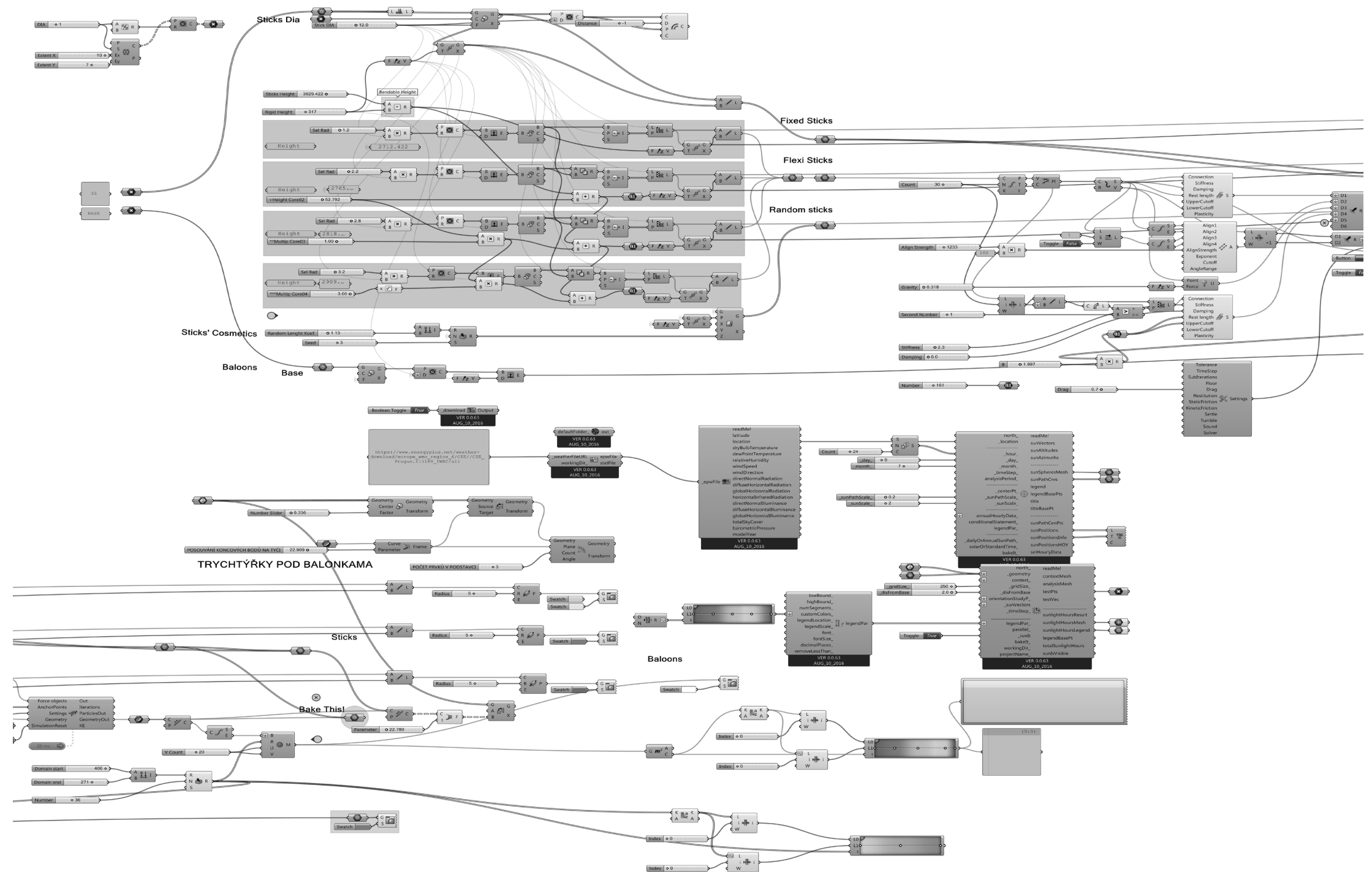


Tvar koruny v závislosti na různé délce tyčí

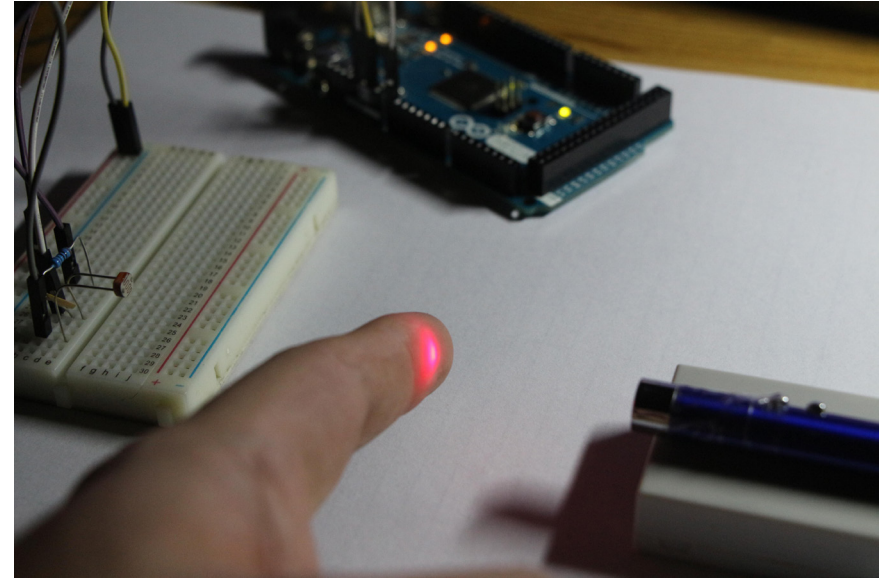
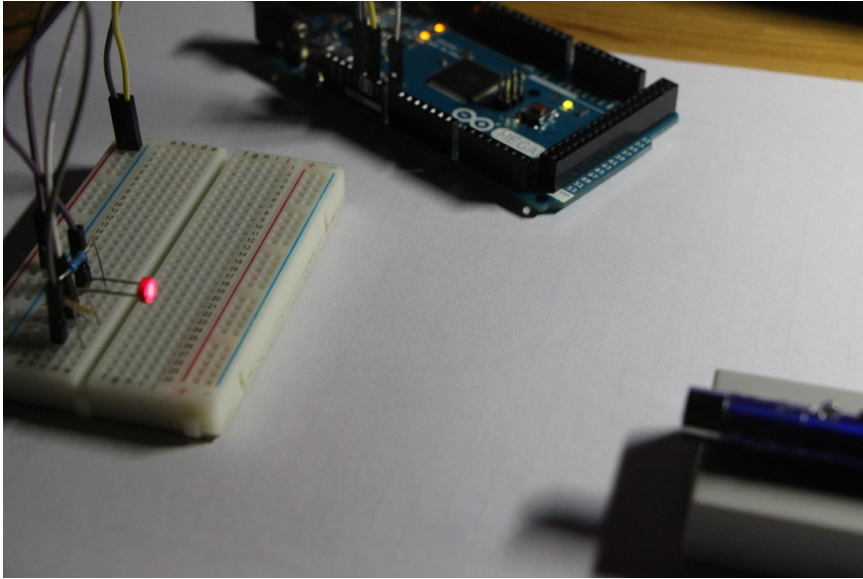
Simulace



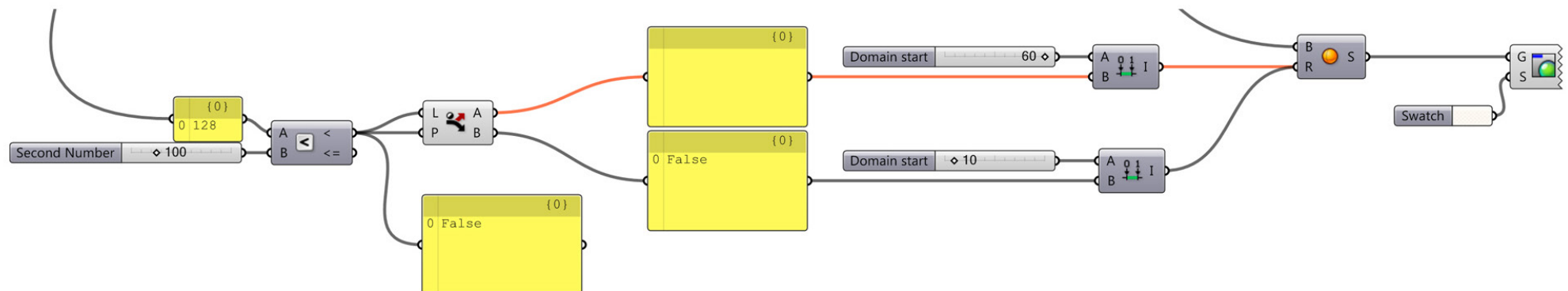
Analýza stínění během dne



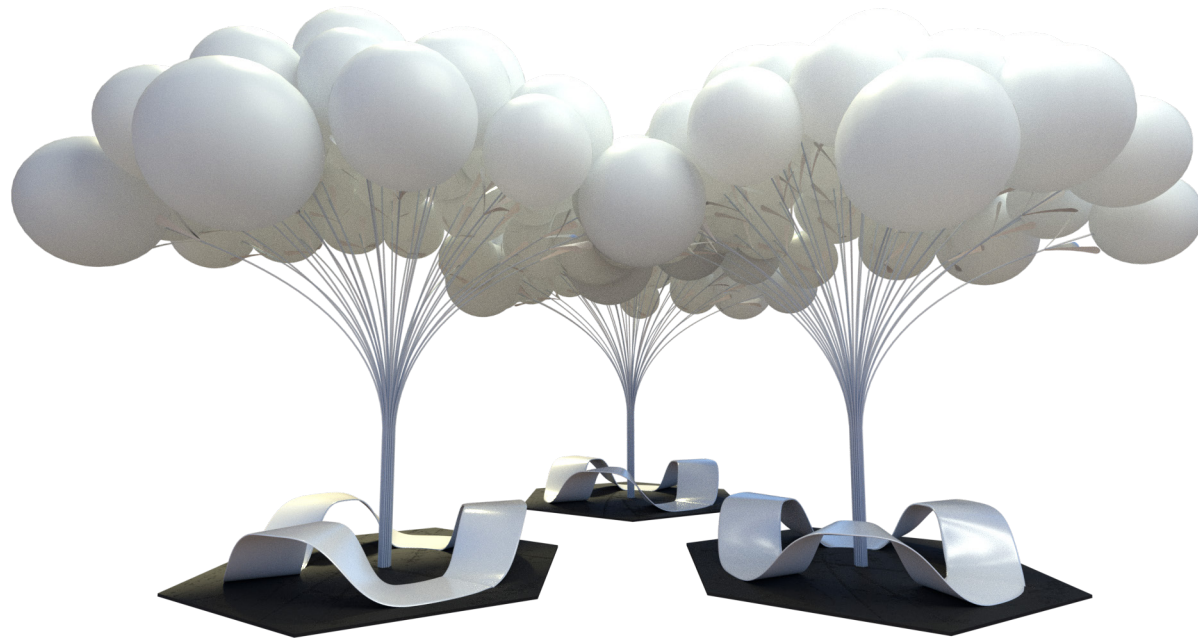
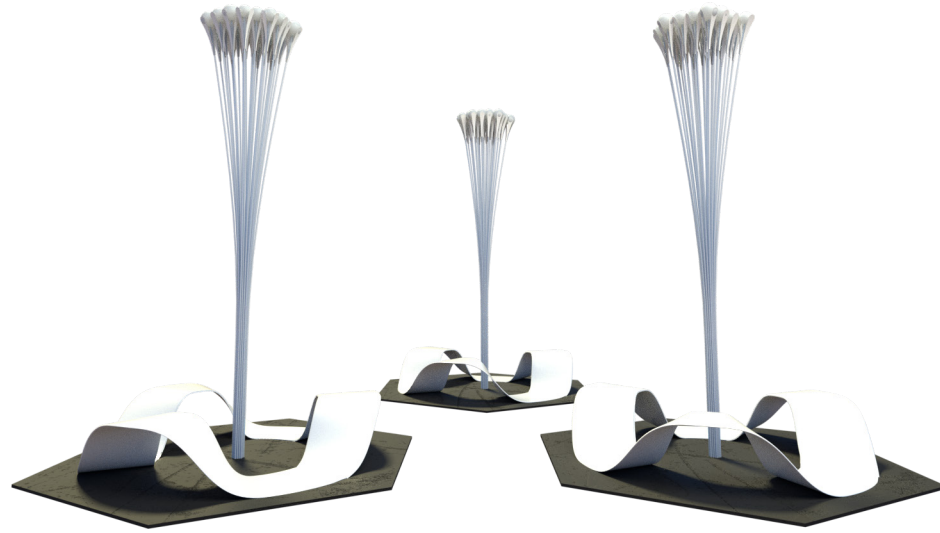
Simulace

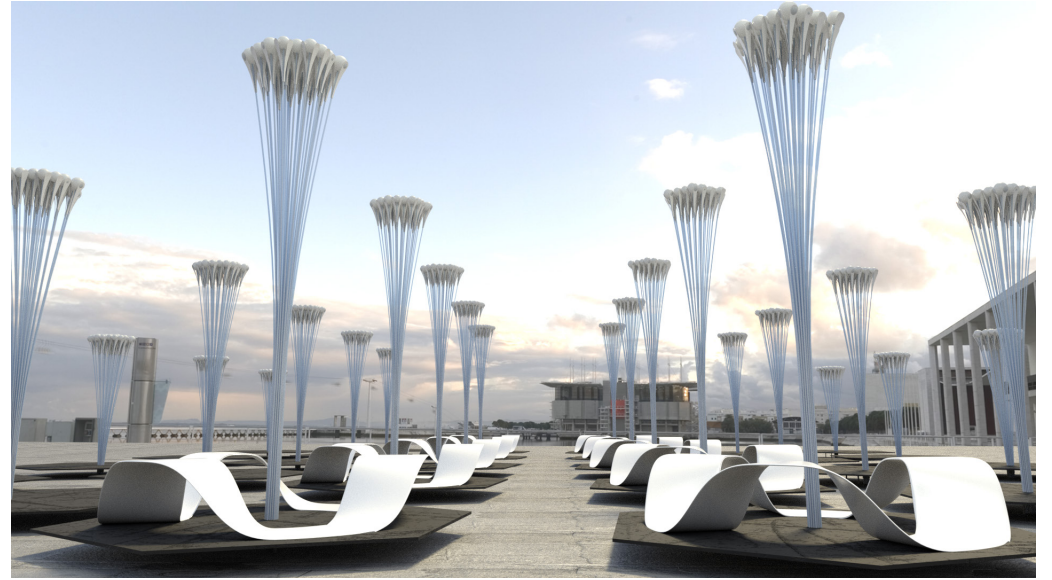


Simulace laserové závory za pomoci arduina a fotoresistoru

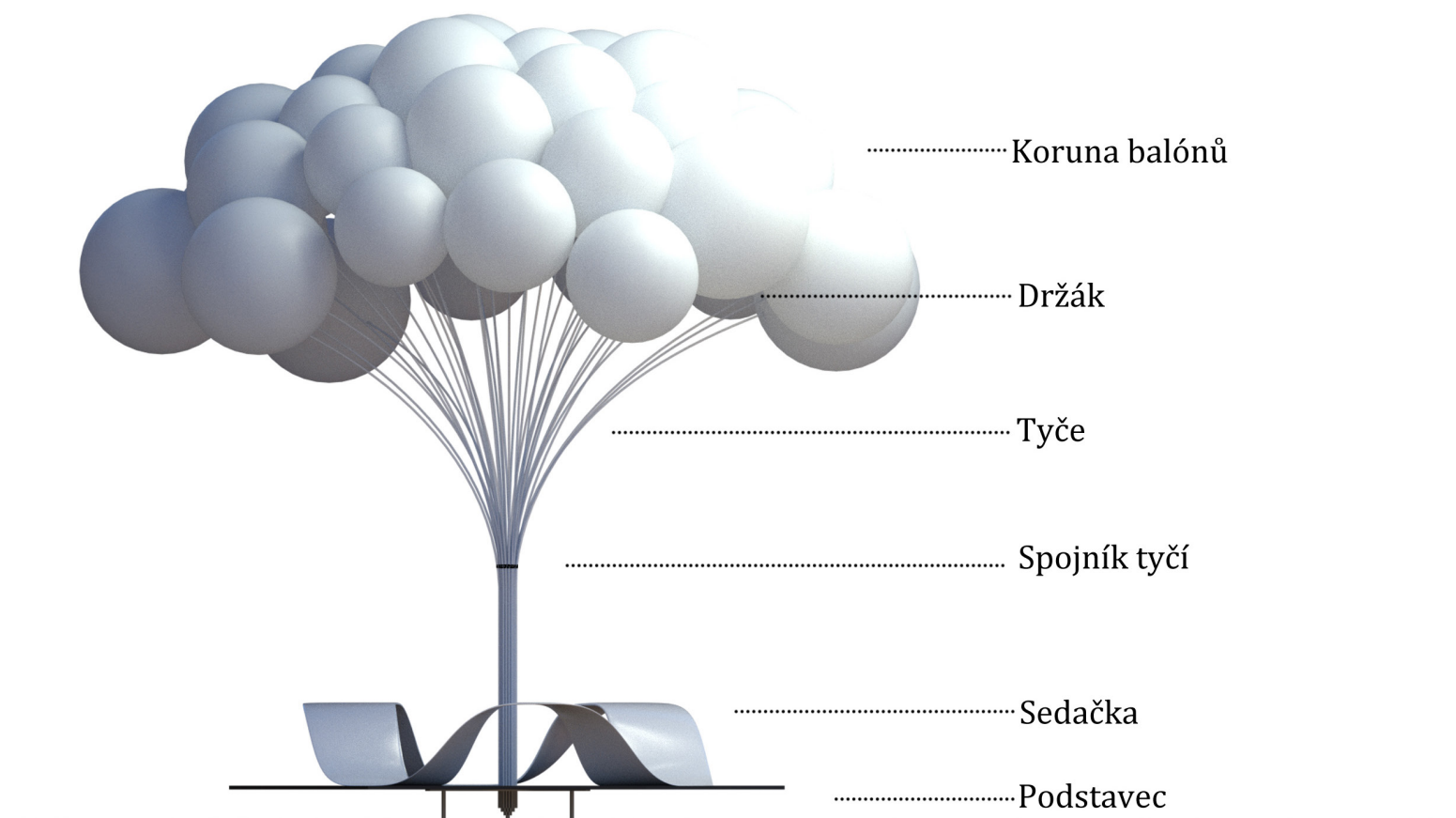


Algoritmizace podmínky (True,False), GH





Konstrukce prototypu



Konstrukce prototypu

Balony: max. průměr 60cm
Latex

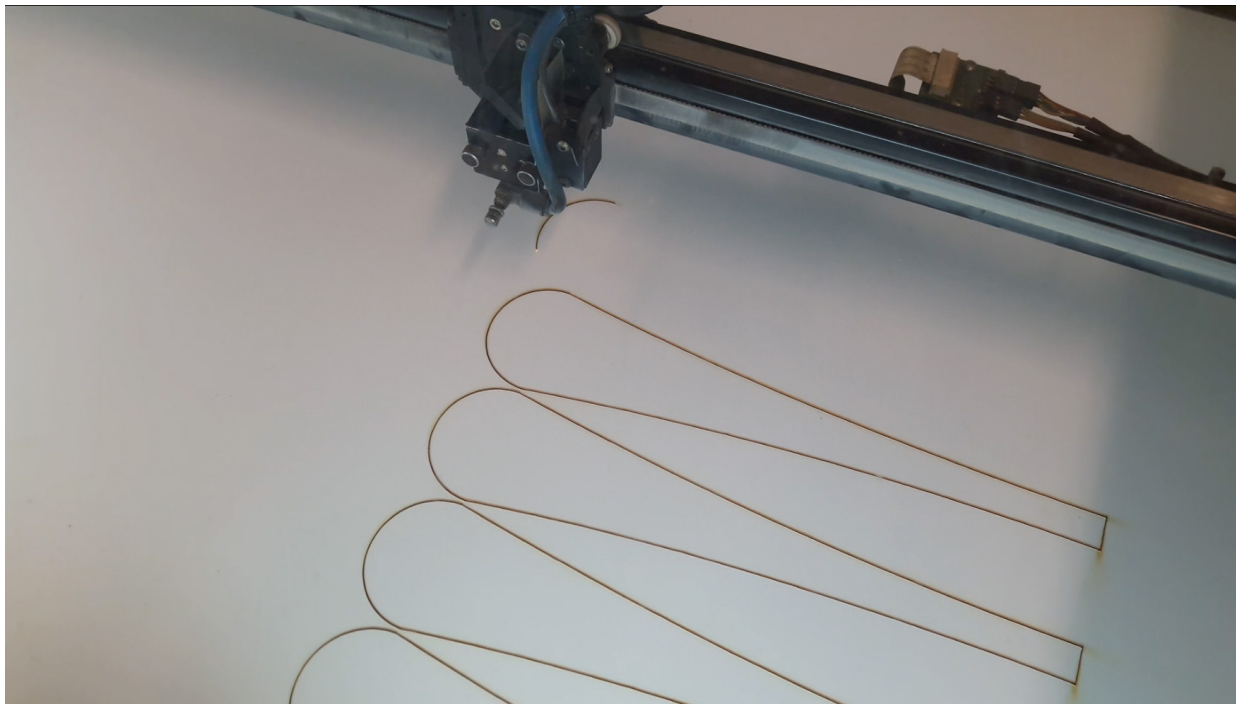


Konstrukce prototypu

Podpěry balonů: výška 27cm

PVC - Foamalux 2mm

směr vláken v **jednom směru**, v opačném ztrácí pružnost



Konstrukce prototypu

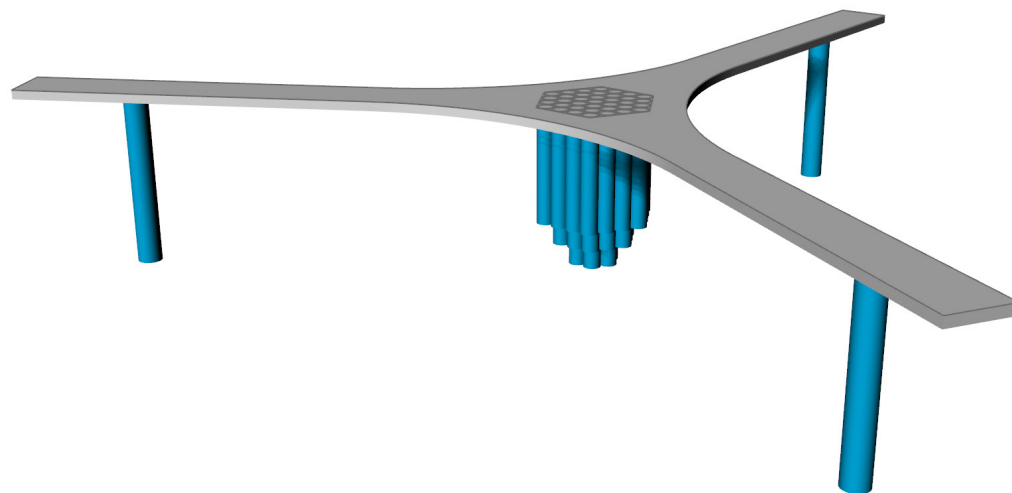
Tyče: délka 210cm
vnitřní průměr 12mm
PVC-U



Konstrukce prototypu

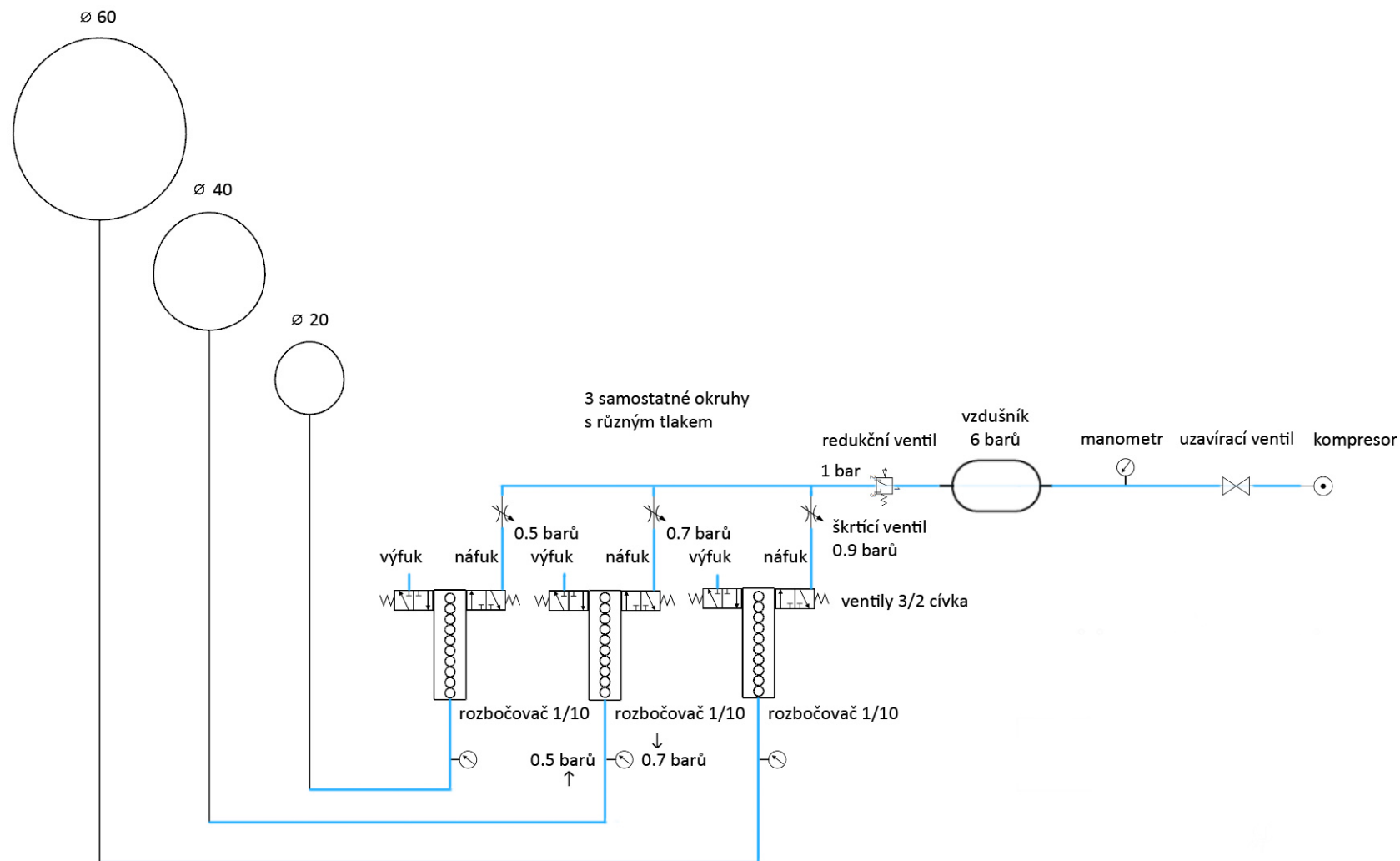
Podstavec: průměr 100cm
výška 350mm
ocel. plech 6mm

Trubková růžice: délka 60-100mm
ocel. trubka 13mm vnitř. průměr



Ovládací obvody

Pneumatický obvod- zajišťuje přísun stlačeného vzduchu do systému



Koncepční návrh pneumatického obvodu

Ovládací obvody

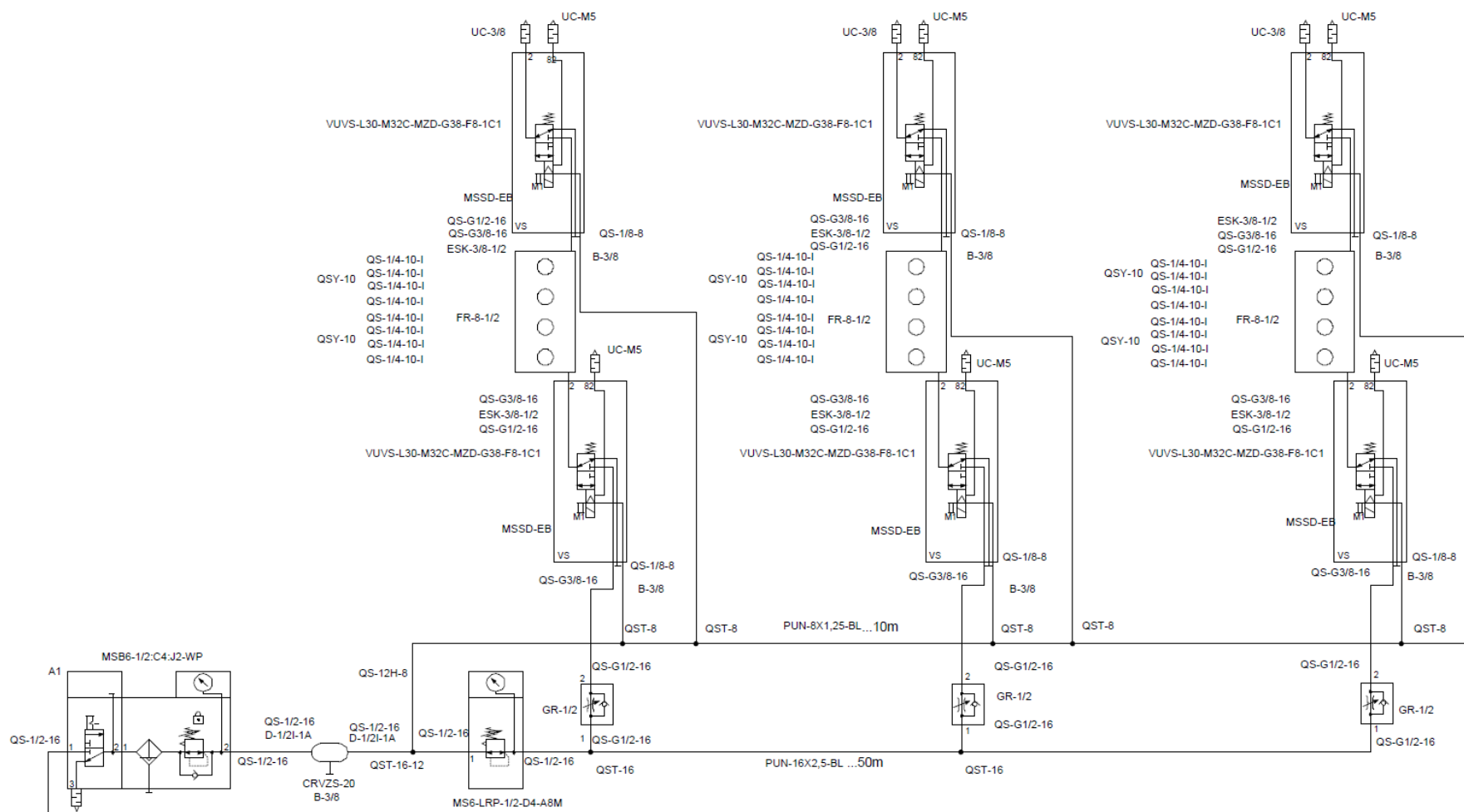


Schéma pneumatického obvodu od firmy FESTO

Ovládací obvody

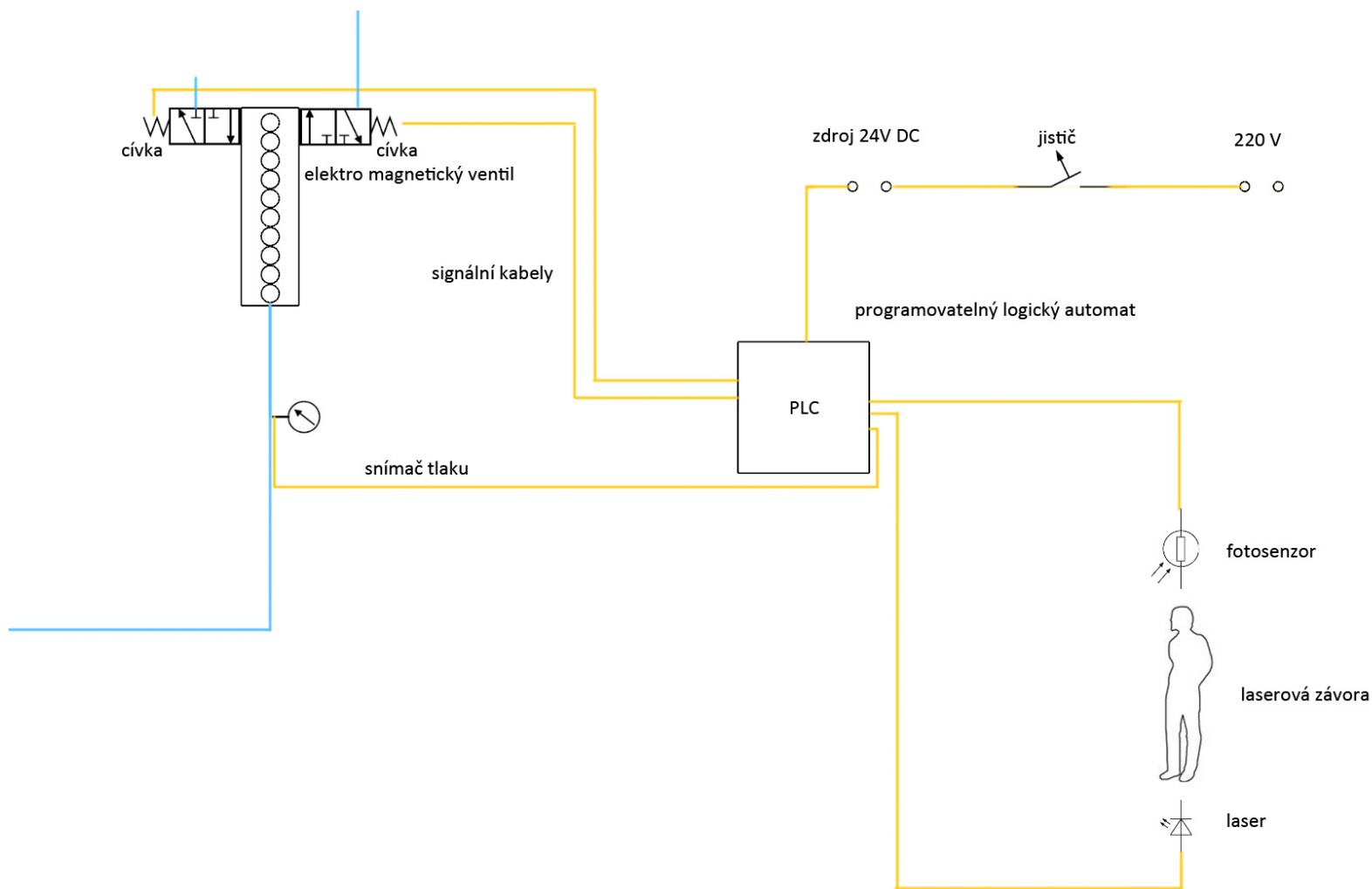
Ventily VUVS 3/2-cívka

- průtok [l/min]: 2300
- provozní tlak [bar]: 2,5-10
- provozní napětí [VDC]: 24



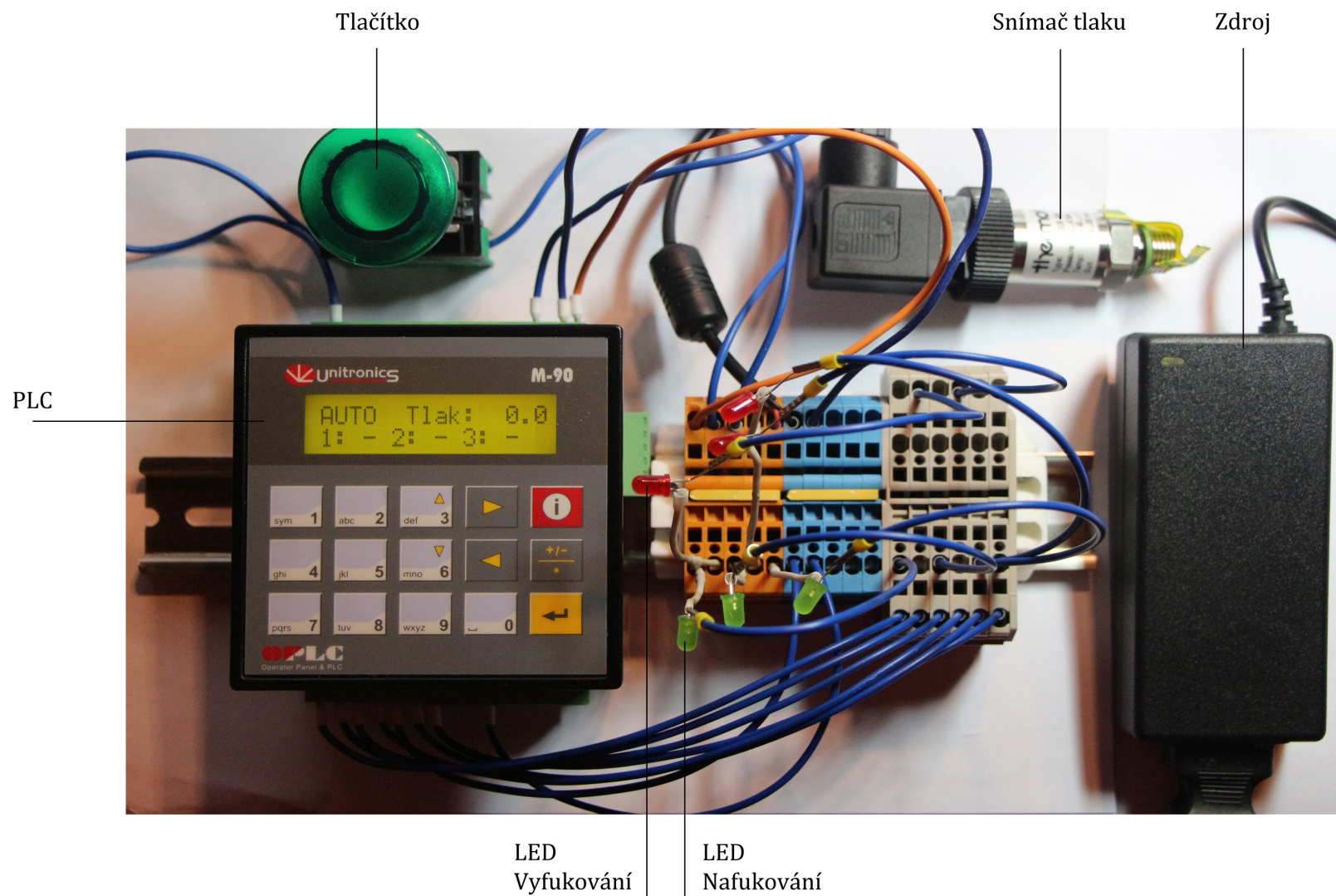
Ovládací obvody

Elektrický obvod- zajišťuje řízení a kontrolu pneumatického obvodu



Koncepční návrh elektrického obvodu

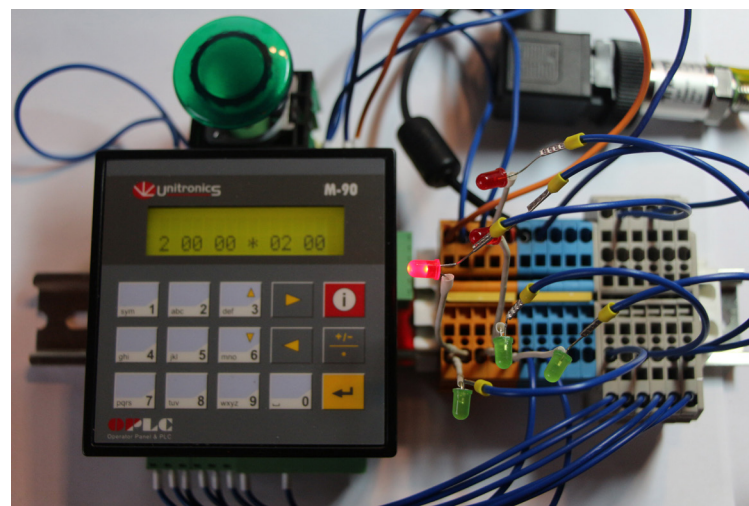
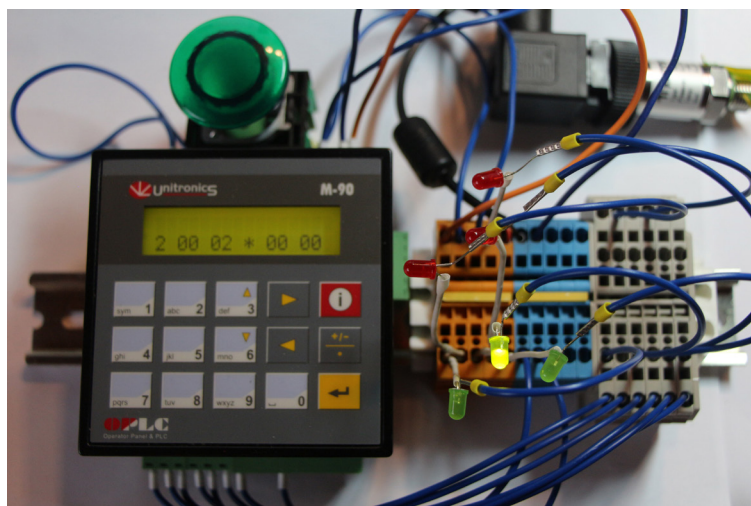
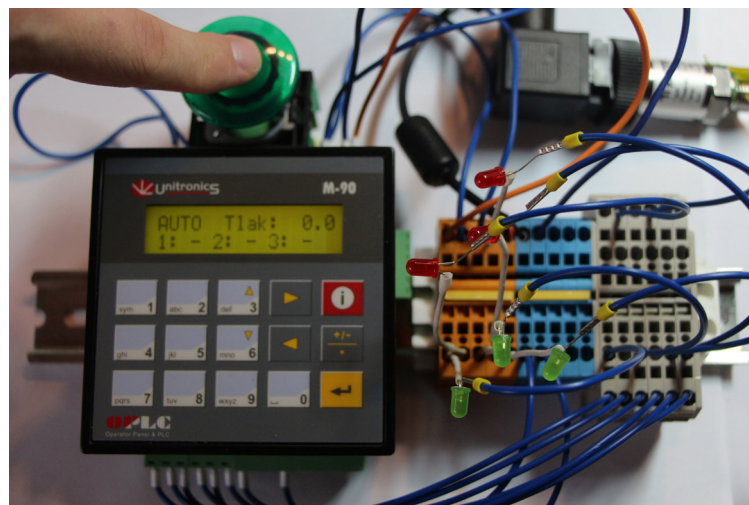
Programování systému



Testovací zapojení PLC

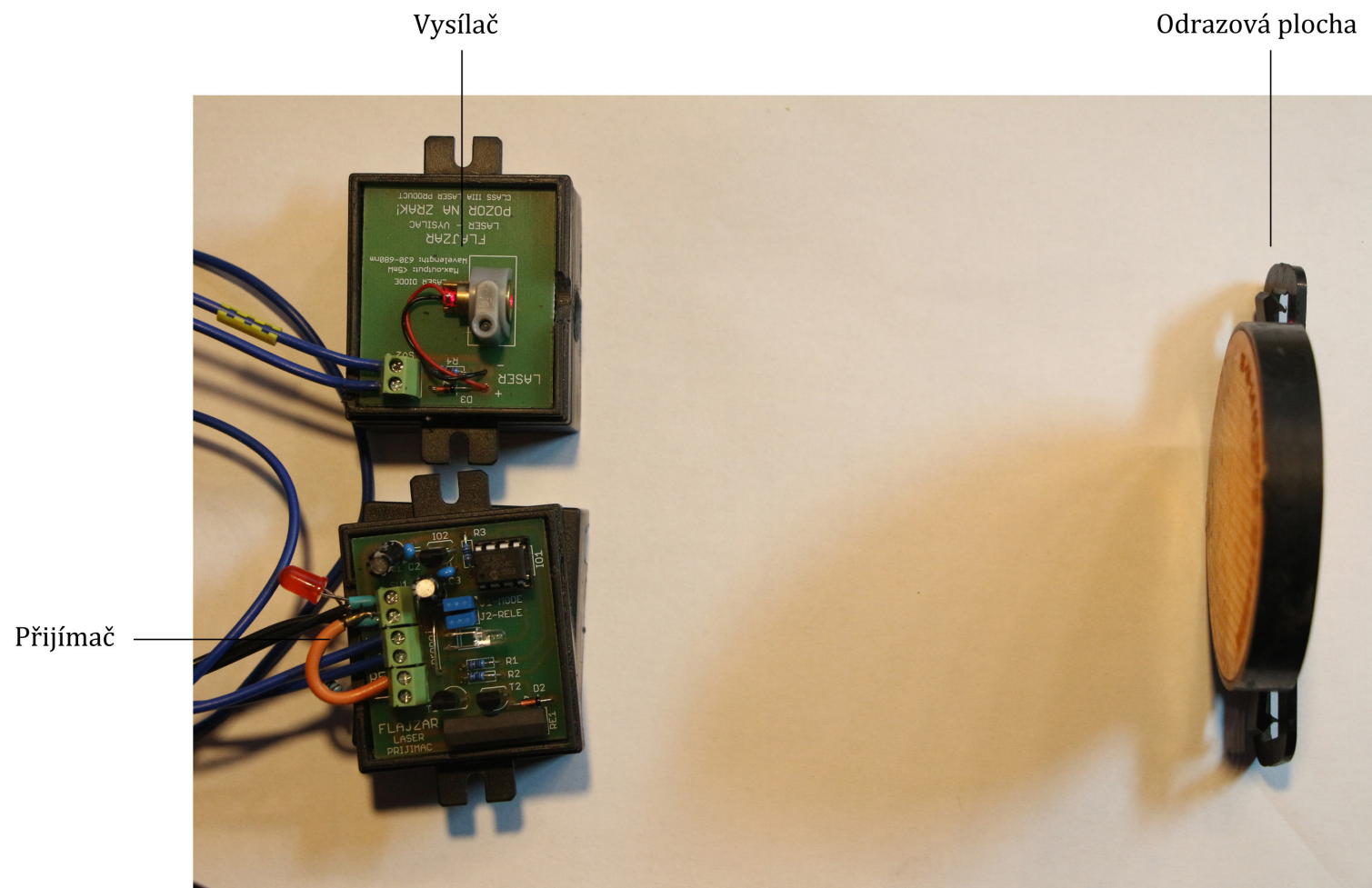
Programování systému

MANU / AUTO

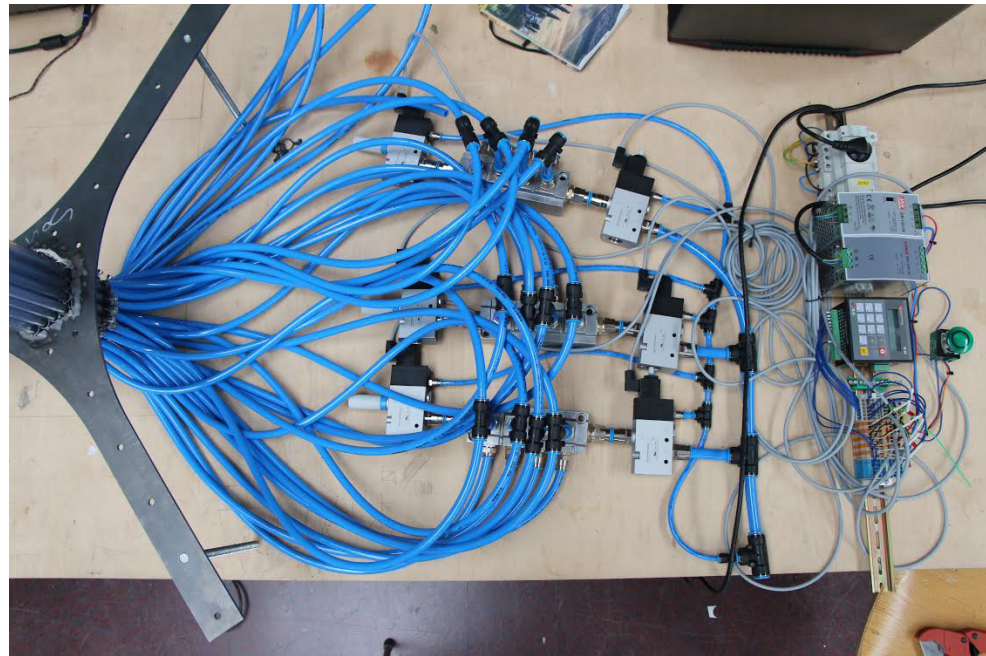
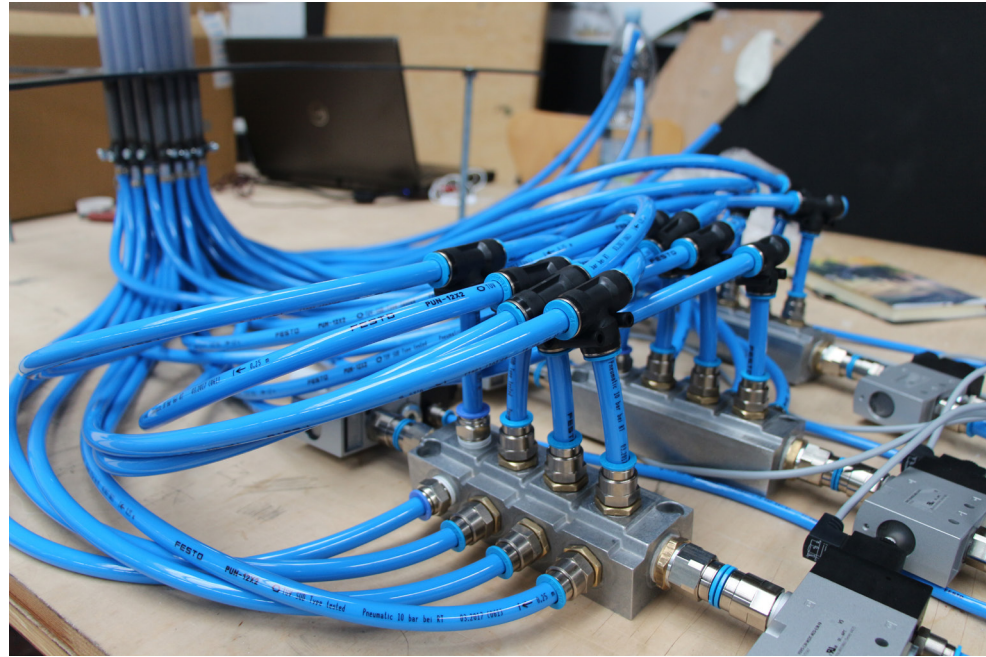


Programování systému

Laserová závora



Laserová závora

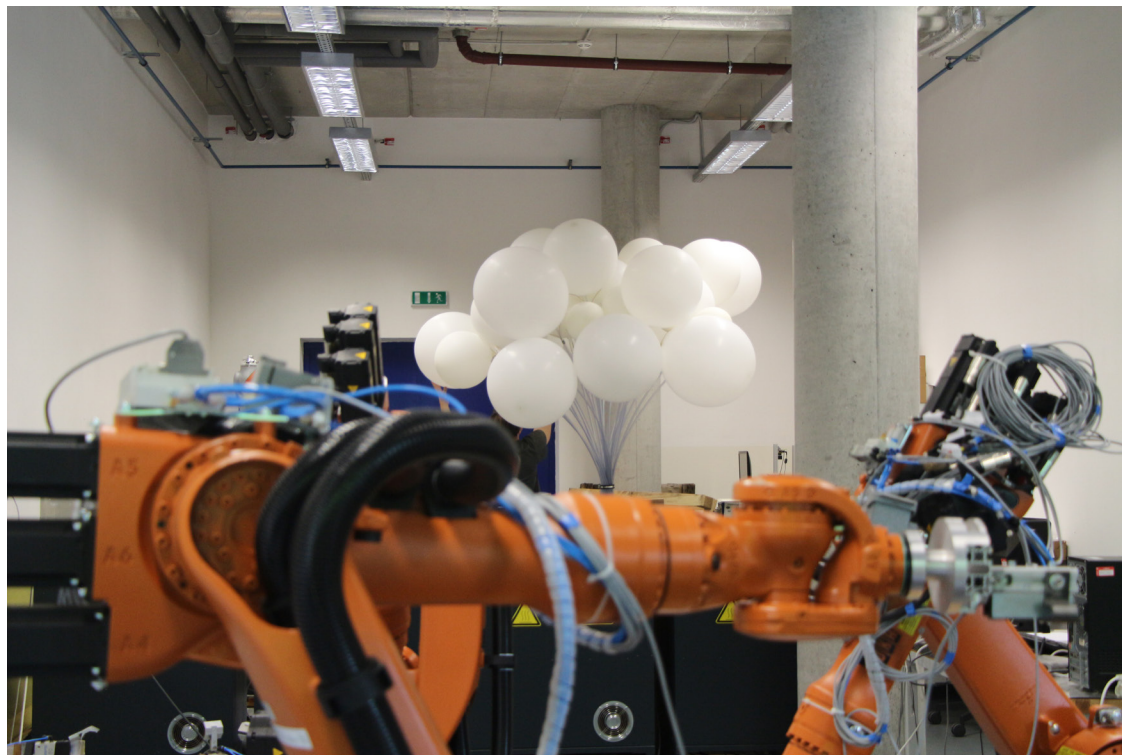
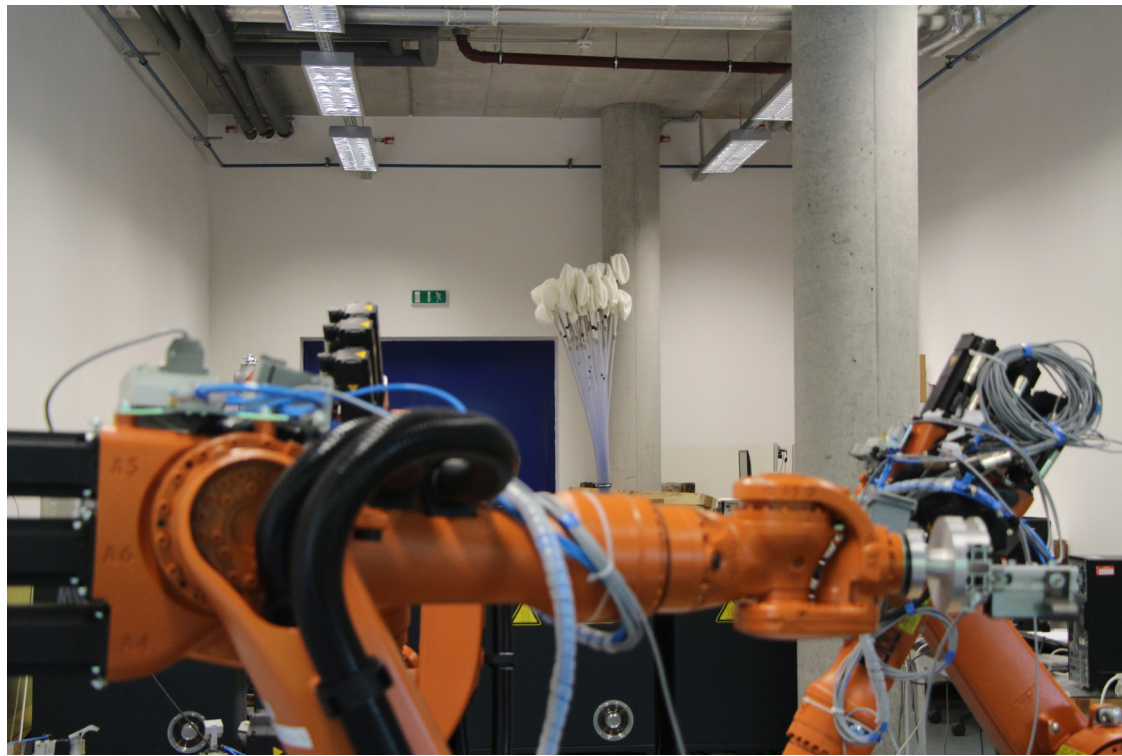




TEST 01



TEST 02



TEST 03



Závěry z realizace prototypu

Balony

vývoj vhodné latexové směsi a způsob výroby balonů

Podpěry balonů

tužší a pružnější materiál, který vydrží vzniklý tlak

Snímače

laser s difuzní detekcí

DĚKUJI ZA POZORNOST