

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ARCHITEKTURY
FACULTY OF ARCHITECTURE

ÚSTAV PROSTOROVÉ TVORBY
DEPARTMENT OF SPATIAL DESIGN

TERAFORMACE MARSU
TERRAFORMING MARS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Michael Gabriel

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. arch. Jan Mléčka, Ph.D.

BRNO 2018

Kolonizace Marsu je pro lidstvo nevyhnutelný krok. Jak ve smyslu poznání a dalších extraterestriálních cest, tak ve smyslu existenčním.

Pro civilizaci to bude krok stejně náročný, jako přelomový.

Pro realizaci tohoto kroku, bude třeba vyřešit mnoho známých i neznámých problémů a jedním z nejdůležitějších z nich, pro udržitelnou kolonizaci, je přetvoření skoro obyvatelné planety v obyvatelnou. To znamená ohřát a zahustit atmosféru.

Použití člověka jako činitele teraformace je nevýhodné a kruté zvláště v procesu, který může trvat stovky let až tisíciletí.

Navrhuji tedy použití robotizovaného stavebního systému inspirovaného hmyzem. Tento systém může v nehostinném prostředí Marsu vyvíjet svou teraformační činnost, dokud bude podporován ze Země nebo dokud ho pozitivní výsledek jeho vlastní činnosti nezahubí.

Smyslem mé práce je navrhnout stavební program pro masové použití robotů za účelem teraformace Marsu.

Ve své práci jsem se inspiroval sociálním hmyzem a jeho chováním. Navrhl jsem, a napsal program, který ve zjednodušeném prostoru simuluje chování jednoduchých robotů, kteří jsou schopni s minimální znalostí svého okolí stavět komplexní struktury.

Tyto struktury mají podobu pyramid s tunelovým systémem. Jako stavební materiál je použita místní zemina a vodní led. Smyslem těchto struktur je, v tunelovém systému ohřívát plyny atmosféry Marsu a získané teplo kumulovat ve hmotě pyramidy a brzdít tak přirozené ochlazování.

Cílem tohoto procesu je dosáhnout nepatrného ohřátí atmosféry, na teplotu tání CO₂, který se postupně uvolní do atmosféry jako skleníkový plyn.

Roboty postavené struktury budou existovat až do fáze oteplení atmosféry nad bod mrznutí vody, poté se zhroutí.

Protože je tato stavební činnost koncentrována do nížin na severní polokouli, které jsou vhodné pro vysoký výskyt vodního ledu, budou po oteplení atmosféry a roztátí ledu zaplaveny oceánem.

Časový výhled tohoto procesu je 100 až 500 let do zahuštění atmosféry a 100 000 let pro vytvoření dýchacelné atmosféry přirozenou cestou.

V této práci se odkazují na existující nebo vyvíjené technologie ale návrhy jsou ideové.

Zadání diplomové práce

Číslo práce: FA-DIP0046/2017
Ústav: Ústav prostorové tvorby
Student: **Bc. Michael Gabriel**
Studijní program: Architektura a urbanismus
Studijní obor: Architektura
Vedoucí práce: **Ing. arch. Jan Mléčka, Ph.D.**
Akademický rok: 2017/18

Název diplomové práce:

Teraformace Marsu

Zadání diplomové práce:

Teraformace a předkolonizační příprava Marsu.

Osídlení Marsu je pro lidstvo existenčně důležitý úkol, a ve stejné míře důležitý i ve smyslu poznání, je prvním krokem člověka mimo náš planetární systém.

Celá problematika osídlení Marsu se skládá z mnoha úkolů již vyřešených, řešitelných a zatím neznámých. Jak v jednotlivých úkolech, tak v celém plánu osídlení, existuje nepřeborné množství řešení, ale dají se shrnout do tří hlavních skupin: Dostat lidi na Mars. Udržet se na Marsu na živu. Udělat z Marsu planetu obyvatelnou pro člověka.

Třetí z tří hlavních skupin úkolů je nejzajímavější, časově nejnáročnější, ale, i když se to nezdá, principiálně nejjednodušší. V principu tohoto úkolu jde o to, ohřát Mars, čímž se odstartuje řetězec procesů, které povedou k obnovení husté atmosféry, dále je třeba přidat život, pokud tam už není, a ten se během následujících 100 000 let (+–10%) postará o dýchatelnou atmosféru pro člověka.

V ohřívání planety má lidstvo čerstvé zkušenosti a zatím se zdá že to umí velmi dobře. Zbývají otázky k vážné diskuzi: Jestli do tohoto procesu zasahovat? Když zasahovat, tak jak? Urychlit, tento proces? Jak ho provázat s lidskou přítomností? a t d... V této práci předpokládám že jsme se rozhodli pro kolonizaci Marsu a jeho teraformaci.

Cílem této práce je navrhnout autonomní systém, který bude založen na místních zdrojích a minimálně závislý na importu ze Země. Tento systém musí být schopný ohřát planetu a měl by být schopný plnit i jiné funkce potřebné v případě kolonizace. Tento systém bude založen na existujících, nebo v blízké době vyvinutelných technologiích. V porovnání s konkurenčními postupy by měl být šetrný k prostředí, slučitelný se souběžnou kolonizací a méně závislý na zásobování ze země.

Rozsah grafických prací:

Navrhnout rozsáhlý, autonomní a automatizovaný stavební systém proveditelný roboticky na Marsu. Tento systém musí být příčinou ohřev prostředí pasivní cestou, musí být maximální měrou založen na místních zdrojích a musí být slučitelný se souběžnou přítomností člověka.

Podrobné zpracování záměru:

Situace 1:1 000 000 – 1:25 000

Bližší situace 1:25 000 – 1:1000

Širší detail 1:1000 – 1:100

Detail 1:100 – 1:10

Funkční schéma

Průvodní zpráva

Seznam literatury:

GRAZIER, Kevin R. a Stephen CASS, 2015. Matter Matters. In: Kevin R. GRAZIER a Stephen CASS Hollyweird Science [online]. Cham: Springer International Publishing, s. 91–118 [vid. 2017-11-24]. ISBN 978-3-319-15071-0. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-15072-7_4

HOWE, A. Scott a Brent SHERWOOD, ed., 2009. Out of this world: the new field of space architecture. Reston, VA: American Institute of Aeronautics and Astronautics. Library of flight. ISBN 978-1-56347-982-3.

PETRANEK, Stephen L., 2015. How we'll live on Mars. First TED Books hardcover edition. New York, NY: TED Books, Simon & Schuster. TED books. ISBN 978-1-4767-8476-2.

PURCHASE, Robin, Huib de VRIEND, Huub de GROOT, P.F.H HARMSEN a Harriëtte BOS, 2015. Artificial photosynthesis: for the conversion of sunlight to fuel. Leiden: Leiden University. ISBN 978-9-6257-524-0.

RUCKER, Rudy v B., 1993. Artificial life lab. Corte Madera, CA : Emeryville, CA: Waite Group Press ; Distributed to bookstores and wholesalers by Publishers Group West. ISBN 978-1-878739-48-3.

WEIR, Andy, 2015. Marťan. Praha: Knižní klub. ISBN 978-80-242-4772-4.

ZUBRIN, Robert a Richard WAGNER, 1996. The case for Mars: the plan to settle the red planet and why we must. New York: The Free Press. ISBN 978-0-684-82757-5.

OLSON, Kara A. a C. Michael OVERSTREET, 2015. Enhancing understanding of discrete event simulation models through analysis. In: [online]. B.m.: IEEE, s. 472–483 [vid. 2017-11-24]. ISBN 978-1-4673-9743-8. Dostupné z: doi:10.1109/WSC.2015.7408188

PATANE, Simon, Eric R. JOYCE, Michael P. SNYDER a Paul SHESTOPLE, 2017. Archinaut: In-Space Manufacturing and Assembly for Next-Generation Space Habitats. In: [online]. B.m.: American Institute of Aeronautics and Astronautics [vid. 2017-11-24]. ISBN 978-1-62410-483-1. Dostupné z: doi:10.2514/6.2017-5227

ZUBRIN, Robert, David BAKER a Owen GWYNNE, 1991. Mars direct - A simple, robust, and cost effective architecture for the Space Exploration Initiative. In: [online]. B.m.: American Institute of Aeronautics and Astronautics [vid. 2017-11-24]. Dostupné z: doi:10.2514/6.1991-329

BUCHANAN, Mark, 2017. Colonizing mars. Nature Physics [online]. 13(11), 1035–1035. ISSN 1745-2473, 1745-2481. Dostupné z: doi:10.1038/nphys4311

FAIRÉN, Alberto G., Victor PARRO, Dirk SCHULZE-MAKUCH a Lyle WHYTE, 2017. Searching for Life on Mars Before It Is Too Late. *Astrobiology* [online]. 17(10), 962–970. ISSN 1531-1074, 1557-8070. Dostupné z: doi:10.1089/ast.2017.1703

HUBBARD, Scott, 2017. Keeping the Focus on Mars. *New Space* [online]. [vid. 2017-11-24]. ISSN 2168-0256, 2168-0264. Dostupné z: doi:10.1089/space.2017.29012.gsh

MARINOVA, Margarita M., Christopher P. MCKAY a Hirofumi HASHIMOTO, 2005. Radiative-convective model of warming Mars with artificial greenhouse gases: WARMING MARS WITH ARTIFICIAL GREENHOUSE GASES. *Journal of Geophysical Research: Planets* [online]. 110(E3), n/a-n/a. ISSN 01480227. Dostupné z: doi:10.1029/2004JE002306

MCKAY, C. P., 1997. Organic Synthesis in Experimental Impact Shocks. *Science* [online]. 276(5311), 390–392. ISSN 00368075, 10959203. Dostupné z: doi:10.1126/science.276.5311.390

MESKO, Bertalan, 2017. Digital Health Technologies to Support Human Missions to Mars. *New Space* [online]. [vid. 2017-11-24]. ISSN 2168-0256, 2168-0264. Dostupné z: doi:10.1089/space.2017.0035

MUSK, Elon, 2017. Making Humans a Multi-Planetary Species. *New Space* [online]. 5(2), 46–61. ISSN 2168-0256, 2168-0264. Dostupné z: doi:10.1089/space.2017.29009.emu

SHERWOOD, Brent, 2011. Inhabiting the solar system. *Open Engineering* [online]. 1(1) [vid. 2017-11-24]. ISSN 2391-5439. Dostupné z: doi:10.2478/s13531-011-0004-y?

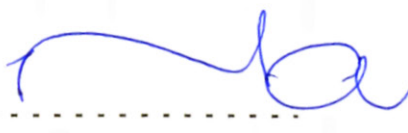
Termín zadání diplomové práce: 19. 2. 2018

Termín odevzdání diplomové práce: 14. 5. 2018

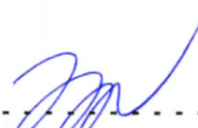
Diplomová práce se odevzdává v rozsahu stanoveném vedoucím práce; současně se odevzdává 1 výstavní panel formátu B1 a diplomová práce v elektronické podobě.



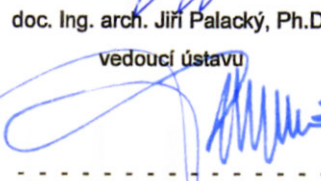
Bc. Michael Gabriel
student(ka)



Ing. arch. Jan Mléčka, Ph.D.
vedoucí práce



doc. Ing. arch. Jiří Palacký, Ph.D.
vedoucí ústavu



doc. Ing. arch. Jan Hrubý, CSc.
děkan

V Brně, dne 19. 2. 2018



Fakulta architektury