



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ARCHITEKTURY

FACULTY OF ARCHITECTURE

ÚSTAV PROSTOROVÉ TVORBY

DEPARTMENT OF SPATIAL DESIGN

VÝZKUMNĚ-VZDĚLÁVACÍ CENTRUM

NANOTECHNOLOGIE (NANOARCH)

NANOTECHNOLOGY EDUCATIONAL AND RESEARCH CENTER (NANOARCH)

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Livine Hamdanieh

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. arch. Petra Žalmanová, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání diplomové práce

Číslo práce: FA-DIP0047/2019
Ústav: Ústav prostorové tvorby
Studentka: **Bc. Livine Hamdanieh**
Studijní program: Architektura a urbanismus
Studijní obor: Architektura
Vedoucí práce: **Ing. arch. Petra Žalmanová, Ph.D.**
Akademický rok: 2019/20

Název diplomové práce:

Výzkumně–vzdělávací centrum nanotechnologie (NanoArch)

Zadání diplomové práce:

Tématem diplomové práce bude návrh vědeckého centra zaměřeného na propagaci vědy a vzdělání v oblasti nanotechnologie v návaznosti na program center CEITEC Nano VUT a ADMAS.

V Kampusu VUT pod Palackého vrchem vznikl v nedávných letech areál pro vědu a výzkum se špičkovým vybavením. Cílem práce bude doplnit tento komplex o návrh vědeckého centra a prověřit tzv. potenciál této lokality. Návrh objektu má svým výrazem/architekturou reprezentovat významnou sféru výzkumných, vědeckých a vzdělávacích institucí (zaměřených na inovaci/nanotechnologii), které mají nepostradatelný význam do budoucna.

- Širší vztahy v měřítku 1:1000 – 1:5000, dokumentující vztah mezi stávající a navrže–nou urbanistickou strukturou.
- Situace v měřítku 1:500 – 1:1000, Půdorysy, řezy a pohledy v měřítku 1:200/ 1:100.
- Alespoň dvě perspektivní zobrazení exteriéru (např. formou zákresu do fotografie), co možná nejlépe zachycující charakter zvoleného řešení. Konkrétní stanoviště bu–dou stanovena v průběhu práce.
- Alespoň dvě perspektivní zobrazení interiéru co možná nejlépe zachycující charakter zvoleného řešení.
- Technologická studie – tj. konstrukční schéma objektu a typický řez fasádou v měřítku 1:50 s detaily 1:10.
- Model v měřítku 1:200, který bude zpracován včetně nejbližšího okolí.

Rozsah grafických prací:

Reprezentativní centrum obsahující laboratoře zaměřené na primární výzkum pro pokročilé stavební materiály (návaznost na ADMAS centre), konferenční a výstavní prostory na podporu mezinárodní spolupráce, pořádání vědeckých konferencí a internacionalizace. Dále také výukové prostory (seminární místnosti) na podporu výuky např. BIM, podpora projektu MOST (moderní a otevřené studium techniky – inovovat a vytvářet studijní programy napříč fakultami, akcentování studia v angličtině...). Vypracovat stavební program, urbanistické řešení včetně parkování, architektonický koncept, provozní a konstrukční řešení.

- Analytická část posuzující stav a charakter území, problémy a příležitosti obdobných staveb v ČR i ve střední Evropě.
- Textová část analýz, fotodokumentace, závěry pro koncept, teoretická východiska řešené minimálního rozsahu 5 normostran.
- Konceptuální část, dokumentace vývoje návrhu, prezentace výsledného konceptu.

Seznam literatury:

[1] ARORA, Sanjay K., Rider W. FOLEY, Jan YOUTIE, Philip SHAPIRA a Arnim WIEK. Drivers of technology adoption — the case of nanomaterials in building construction. *Technological Forecasting & Social Change* [online]. Elsevier, 2013, 87(C) [cit. 2018-10-29]. DOI: 10.1016/j.techfore.2013.12.017. ISSN 0040-1625. Dostupné z: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.lib.vutbr.cz/science/article/pii/S0040162513003247>

[2] HAIN, Walter. *Laboratories: A Briefing and Design Guide: Briefing and Design Guides*. Taylor & Francis, 2004. ISBN 0203223551.

[3] LEYDECKER, Sylvia, Marius KÖLBEL a Sascha PETERS. *Nano Materials: in Architecture, Interior Architecture and Design*. Boston: Birkhäuser, 2008. ISBN 978-3764379957.

[4] NEUFERT, Ernst, Peter NEUFERT, Bousmaha BAICHE a Nicholas WALLIMAN. *Architects' Data*. 3rd ed. rev. by Bousmaha Baiche and Nicholas Walliman. Malden, MA: Blackwell Science, 2000, ix, 636 s. . ISBN 0-632-05771-8.

[5] NEUWIRTHOVA, Lucie. *Aplikace nanomateriálu v praxi*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2012. ISBN 978-8024829364

[6] PACHECO-TORGAL, F. a Said JALALI. Nanotechnology: Advantages and drawbacks in the field of construction and building materials. *Construction and Building Materials* [online]. Elsevier, 2011, 25(2), 582-590 [cit. 2018-10-29]. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2010.07.009. ISSN 0950-0618. Dostupné z: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.lib.vutbr.cz/science/article/pii/S0950061810003764>

[7] Vyhláška č. 268/2009 Sb. o obecných technických požadavcích na stavby

[8] Zákon 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon).

Termín zadání diplomové práce: 10.2.2020

Termín odevzdání diplomové práce: 25.5.2020

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

Bc. Livine Hamdanieh
student(ka)

Ing. arch. Petra Žalmanová, Ph.D.
vedoucí práce

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

V Brně dne 10.2.2020

Ing.arch. MArch Jan Kristek, Ph.D.
děkan

Anotace

„Věda, nekonečná cest.“ – William C. Vergara

Tématem diplomové práce je návrh vědeckého centra zaměřeného na propagaci vědy a vzdělání v oblasti nanotechnologie. Cílem projektu je navrhnout vědecké centrum, které doplní stávající areál budov CEITEC Nano VUT, které svým architektonickým výrazem reprezentuje důležitost této instituce a zároveň se stane novým středem areálu. Nanotechnologie reprezentuje významnou sféru vědy a má velký potenciál v různých odvětví včetně architektury a stavebnictví. Cílem projektu je nejen navrhnout vědecké centrum, ale zvýšit uvědomění o nanotechnologii.

Klíčová slova

Nanotechnologie, věda/výzkum/vzdělání, inovace, stavebnictví, mobiova páska, propagace

Abstract

„Science, the Never-Ending Quest.“ – William C. Vergara

The diploma thesis deals with a proposal of science center aimed at promoting science and education in the field of nanotechnology. The aim of the project is to design a science center that will complement the existing building complex of CEITEC Nano BUT but also through its architectural expression represent the value of such institution and enable it to stand out among the existing buildings, allowing it to become the new center „brain“ of the complex. Nanotechnology represents a significant sphere of the scientific world that holds big potential for the future in various industries including architecture and building construction. The aim of the diploma thesis is thus not only to design new science center but also to raise awareness of nanotechnology.

Key words

Nanotechnology, science/research/education, innovation, building construction, nanostructures, promotion of nanotechnology

Čestné prohlášení

Čestně prohlašuji, že jsem diplomovou práci „Výzkumně-vzdělávací centrum nanotechnologie“ vypracovala samostatně.

V Brně dne 24.5.2020

A handwritten signature in cursive script, reading "Jirine Ferdinand".

Motivační úvod

Podle Global Status Report (2017) vydaného OSN, stavby a jejich budování spotřebovávají až 36% z celkových zásob světové energie. Pro dosažení cílů v oblasti změny globálního klimatu celosvětově dohodnutých v prosinci 2015 v Paříži (Pařížská dohoda o změně klimatu) by do roku 2030 mělo dojít ke snížení energetické náročnosti na metr čtvereční globálního stavebního sektoru alespoň o 30%.

Posun směrem k udržitelným budovám a stavebnictví („sustainable building“), je nezbytný, pokud chceme minimalizovat negativní dopad, který má výstavba na životní prostředí. Bohužel, aktuální stav není na úrovni, na které by měl být, aby se dosáhlo vytyčených cílů a udržel se krok s rychle rostoucím sektorem stavebnictví. „V příštích 20 letech, má být postavena více než polovina všech budov naplánovaných k výstavbě do roku 2060. Ještě znepokojivější je, že dvě třetiny z těchto nově postavených budov, budou postaveny v zemích, které aktuálně nemají žádné povinné standardy pro výstavbu budov s minimální energetickou náročností.“ (OSN Global Status Report, 2017)

Nanotechnologie nabízí nové technologie, které přispívají ke snížení skleníkového efektu a zmírnění klimatických změn. Použití nanotechnologie ve stavebnictví je úzce spojeno s udržitelností. Nanotechnologie je pro mě velmi perspektivní oblastí v návaznosti na architekturu a stavebnictví, obzvláště díky zmíněným „negativním“ dopadům stavebnictvím, kterým se nedá vyhnout, ale je zodpovědností každého hledat inovativní možnosti jejich minimalizování.

Velký zájem o nanotechnologii mě vedl k rozhodnutí navrhnout vědecké centrum, které doplní stávající areál CEITEC Nano VUT v Brně a povznese hodnotu, zájem a uvědomění o této instituci a nanotechnologie obecně.

Urbanistické řešení

Kraj: Jihomoravský

Obec: Statutární město: Brno

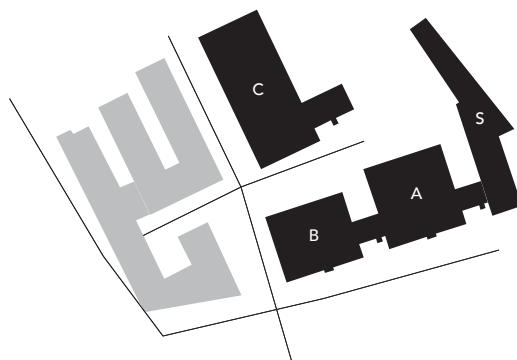
Katastrální území: Medlánky (6111743), Královo Pole (611484)

Řešené území se nachází na území města Brna v městské části – Královo Pole a Medlánky. Lokalita se přesněji nachází Pod Palackého vrchem a spadá do projektu Český Technologický park. Vybraná parcela je součástí komplexu CEITEC VUT Nano a budovy, v které sídlí Jihomoravského inovační centrum, Technology Innovation Transfer Chamber a společnosti Sygic Travel, AppElis, Sewio Networks, Air Technology, TRILAB showroom 3D tisku a FabLab. V blízkosti se také nachází centrum ADMAS, zaměřené na inovaci ve stavebnictví. Řešené území komplexu také obklopují vysokoškolské instituce VUT (fakulty chemická, podnikatelská, elektrotechnická a kolejje Pod Palackého vrchem). Na západ od řešené lokality se rozlíhají Medlánecké kopce.

Území je dobře napojitelné na dopravní a technickou infrastrukturu města - autobusová zastávka Vědeckotechnický park se nachází přímo před jedním z objektů CEITEC VUT Nano a tramvajová zastávka je vzdálena 5 minut chůzí. Lokalita je navštěvovaná především vědci, studenty a zaměstnanci CEITEC Nano, VUT a ADMAS centra. Díky plánům neustálého rozvoje oblasti Českého Technologického parku se v dalších fázích počítá i s rozvojem území směrem na východ.

Existující budovy komplexu jsou umístěny ve dvou směrově odkloněných řadách a jejich urbanistická koncepce usiluje o udržení hodnot prostředí při současném vytvoření vysokého užitného standardu provozu výzkumného centra. Kvalita prostředí je také dána těsnou vazbou řešeného území na přírodní památku Medlánecké kopce. Prostorový koncept současného areálu reflektuje především potřeby a vysoké provozní nároky uživatelů (vědců).

Původní studie areálu počítala s výstavbou 5 objektů, realizovány byly ovšem pouze 4 objekty (S, A, B, C). Umístění navrženého objektu, doplňující stávající areál, tak bylo jasně definováno na zbývající parcelu, která nebyla zastavěna. Budova "S" je vstupní branou do areálu CEITEC Nano pro veřejnost. Objekt S zároveň díky své hmotě a svažujícímu se terénu představuje pohledovou dominantu areálu. S vedlejšími objekty je propojena pasarelami. V objektu je umístěno vedení centra, jednací místnosti, kanceláře a nachází se zde také jídelna "cookpoint". Budovy "A, B, C" tvoří hlavní laboratorní zázemí komplexu.



Segmentovaná hmota kruhu navrženého objektu NANOarch je vstupem orientovaná na západ k hlavní komunikaci (ulice Purkyňova). Středový bod hmoty byl umístěn do středu parcely vycházející z os protažených z rohů stávajících objektů. Hmota NANOarch se díky svému kruhovému tvaru stává novým středem "mozek" komplexu CEITEC. NANOarch je výjimečný svým kruhovým půdorysem, který nejen zdůrazňuje jeho postavení a obohacenou funkčnost (aula, knihovna), ale zároveň zapadá do architektonické kompozice – struktury typických objektů k nimž je umístěna atypická budova se specifickou náplní. NANOarch dopňuje vybudovaný CEITEC Nano komplex a poukazuje na to, že i objekt zabývající se high-tech vědou může mít

architekturu na vysoké úrovni. Racionální kompozice stávajících objektů s obdélníkovým půdorysem je doplněna racionálním a geometrickým tvarem – kruhem.

Původní terén části parcely, kde je NANOarch umístěn, byl upraven tak, aby úroveň 1NP navrženého objektu byla srovnána s úrovní střechy vstupního objektu stávající budovy "C". Na hraně vstupního objektu "C" byla navržena opěrná zeď, která brání sesuvu terénu a umožňuje vyrovnání původního terénu.

Parkování je řešeno mimo objekt částečně garáží (využití svahu) a na povrchu. Dále je přímo před objektem vyhrazeno několik parkovacích míst pro invalidy a vedení objektu.

Architektonické řešení

Navržený objekt kruhového půdorysu je segmentován do 3 výsečí, které jsou propojeny skleněnými krčky, což zaručuje mezi hmotami provoz suchou nohou. Každá výseč představuje zonu zaměření – reprezentace, věda a výuka. Střed tvoří nezastřešené atrium.

Objekt reprezentace je díky své šikmé střeše a zešíkmené západní fasádě dynamičtější a má svou architekturou vtáhnout a zaujmout navštěvníky. Hmota objektu dále vyjadřuje jeho náplň – aulu. Kromě auly s kapacitou 205 osob se zde také nachází flexibilní a multifunkční prostor pro výstavy, propagující svět nanotechnologie. Západní fasáda objektu je tvořena předsazenou skleněnou fasádou, na které jsou z poloviny umístěny hliníkové vertikální lamely (část auly). Druhá polovina západní fasády je zcela prosklená (část výstavního prostoru). Východní fasáda je také zcela prosklená umožňující výhled do atria.

Objekt vědy má 3 nadzemní podlaží a navazuje na objekt reprezentace skleněným krčkem. V objektu jsou situovány laboratoře, open space kanceláře a lounge s malou kuchyňkou pro studenty na každém patře. Severní fasáda je prosklená a jsou na ní umístěny vertikální perforované hliníkové lamely. Jižní fasáda je z části prosklená a umožňuje nejen výhled, ale i přímý vstup do vnitřního atria.

Objekt výuka má 3 nadzemní podlaží, přičemž třetí nadzemní podlaží je tvořeno částí "prstence", který pokračuje i nad objektem vědy. První nadzemní podlaží je věnováno knihovně, individuálnímu učení a diskuznímu/kreativnímu prostředí. V 2.np jsou umístěny seminární a výukové místnosti spolu s kanceláři vyučujících. Uskočené 3.np je věnováno pouze

managmentu NANOarch (kancelář sekretariátu, ředitele, marketingu a open space prostor s možností využití jako zasedací místnost). Třetí nadzemní podlaží také umožňuje vyjít na pochozí zelenou střechu. Jižní fasáda objektu je prosklená a jsou na ni umístěny ocelové/hliníkové horizontální lamely blokuující slunce i hluk. Severní fasáda je stejně jako u objektu vědy z části prosklená umožňující výhled a vstup do atria.

Provozní řešení

Objekt reprezentace (A)

Hlavní funkcí objektu je aula a flexibilní výstavní prostory. Vstupní část objektu je vyhrazena výstavám a recepci. Aula je navržena stupňovitá a je pod ní částečně umístěno technické zázemí a prostorách s nejvyšší SV jsou umístěny toalety, šatna pro přednášejícího, sklad výstavního mobiliáře a místnost technického zázemí auly. Součástí flexibilního výstavního prostoru je kruhové skleněné schodiště s výtahem, které vedou na galerii. Z galerie je umožněn přístup do auly v nejvyšší úrovni. Objekt reprezentace je propojen s objektem vědy skleněným krčkem.

Objekt vědy (B)

Funkce jsou umístěny po obvodu výseče s centrální chodbou uprostřed. Hlavní náplní objektu je vědecký výzkum v laboratořích. Laboratoře jsou umístěny po obvodu severní fasády. Ve všech podlažích jsou umístěny laboratoře, zasedací místnost a open space kanceláře, dále se také ve všech patrech nachází lounge s malou kuchyňkou, který slouží pro odreagování studentů a diskuzi mezi studenty, vědci. V 1NP je možný přímý východ z lounge do atria. Technické zázemí je umístěno v 1PP.

Objekt vzdělání (C)

Funkce jsou umístěny po obvodu výseče s centrální chodbou uprostřed stejně jak je tomu u objektu vědy. Hlavní funkcí 1NP je knihovna se studijním prostory. V 2NP se nachází výukové prostory – seminární místnosti, počítačové učebny a kancelář vyučujících. 3NP je zcela vyhrazeno managmentu NANOarch, je zde umístěna kancelář ředitele, marketingu, sekretariát a zasedací místnost. Technické zázemí objektu je umístěno v 1PP.

Suterén objektů vzdělání a vědy je propojen spojovací chodbou se vstupním objektem už stávajícího objektu "C" CEITEC Nano, kde se nachází čisté laboratoře. Spojovací chodba tak umožňuje propojení suchou nohou mezi stávajícím objektem a nove navrženým.

Technické řešení

Objekt reprezentace (A)

Hmota reprezentace je řešena jako ocelová příhradovina s přiznanými vazníky v interiéru. Ocelové sloupy o průměru 400 mm jsou umístěny po obvodu tří stran a čtvrtá strana je tvořena železobetonovou stěnou o tloušťce 370 mm. Stěny auly jsou řešeny jako železobetonové dodávající tuhost objektu. Na krajních polích sloupového skeletu jsou umístěna ztužidla.

Technické zázemí objektu je z části umístěno pod hledištěm auly a nadále v suterénu objektu. V podzemním patře objektu je také umístěno bateriové úložiště, shromažďující energii ze solárních panelů umístěných na střeše objektu.

Dešťová voda bude ze šikmé střechy objektu odváděna zaatikovým žlabem ("skrytá atika"). Aby dešťová voda v zaatikovém žlabu nestála, ale odtékala ke svislým dešťovým svodům (například přidruženým k nosným sloupům v místě vazníků nebo umístěným uvnitř nosných sloupů, což je u ocelových sloupů proveditelné) bude dno zaatikovaného žlabu ve spádu – žlab bude tedy v různých místech jinak hluboký (nejhlubší v místě svodů).

Objekt vědy (B)

Objekt vědy je půdorysně navržen jako výseč kruhu a je řešen jako skelet ocelových sloupů s vnitřním ztužujícím železobetonovým stěnovým jádrem, které tvoří zázemí záchodů. Ocelové sloupy jsou navrženy o průměru 300 mm. Západní a východní fasády jsou navrženy ze železobetonu o tloušťce 370 mm. Stropy jsou navrženy jako monolitické železobetonové a jsou podporovány ocelovými sloupky a žb stěnovým jádrem. Na severní prosklené fasádě objektu jsou umístěny hliníkové vertikální lamely, které jsou uchyceny do železobetonové stropní desky pomocí prvku Schock Isokorb XT typ SQ. Základová deska je železobetonová a uložena na pilotách. Technické zázemí je umístěno po celé délce objektu v 1pp.

Objekt vzdělání (C)

Objekt reprezentace je půdorysně navržen jako výseč kruhu a je řešen jako skelet ocelových sloupů s vnitřním ztužujícím železobetonovým stěnovým jádrem, které tvoří zázemí záchodů (stejně jako je tomu u objektu vědy). Ocelové sloupy jsou navrženy o průměru 300 mm. Východní fasáda je navržena ze železobetonu o tloušťce 370 mm. Západní strana je u tohoto objektu zcela prosklena, a proto je pro ztužení nutné počítat s umístěním lanových ztužidel v prosklené fasádě (druhá alternativa by byla zvolit vetknuté ocelové sloupy). Stropy jsou navrženy jako monolitické železobetonové a jsou podporovány ocelovými sloupky a žb stěnovým jádrem. Na jižní prosklené

fasádě objektu jsou umístěny horizontální stínící hliníkové lamely. Základová deska je železobetonová a uložena na pilotách. Technické zázemí je umístěno pod částí objektu v 1pp.

Skleněná stříška nad vstupem, která vytváří zcela volný prostor, který nechce klást žádné překážky vstupujícímu (sloupy), ale zároveň chce poskytnout komfort prostoru, který kryje před deštěm. Důležité bylo také zachování transparentnosti, aby zastřešení a jeho konstrukce „jakoby neexistovala“, a tudíž bylo docíleno maximální transparentnosti a průhledů na měnící se tvary jednotlivých segmentů navrženého kruhového tvaru.

Stříška je navržena jako skleněná s co nejsubtilnější kovovou konstrukcí (hliník, ocel) a nejneviditelnější – stříbrná či nerezová. Konstrukce je tedy navržena z co nejtenčích prvků – lan, táhel, které skleněnou stříšku budou vynášet.

Zhodnocení dosažených výsledků s ohledem na vytyčené cíle

Projekt ověřil potenciál locality pro výstavu reprezentativního vědeckého centra a zároveň doplnění stávajícího komplexu CEITEC Nano. Zároveň bylo dosaženo návrhu objektu jehož architektura poukazuje na významnost vědecké instituce a svým architektonickým výrazem a kruhovým tvarem se stává novým středem “mozkem” kampusu CEITEC Nano.