



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA ARCHITEKTURY

FACULTY OF ARCHITECTURE

## ÚSTAV PAMÁTKOVÉ PÉČE

DEPARTMENT OF MONUMENT CARE

## ZOO BRNO – TROPICKÝ PAVILON

ZOO BRNO – TROPICAL PAVILON

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lukáš Malík

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. arch. Ivo Boháč, Ph.D.

BRNO 2018

## Zadání diplomové práce

Číslo práce: FA-DIP0062/2017  
Ústav: Ústav památkové péče  
Student: **Bc. Lukáš Malík**  
Studijní program: Architektura a urbanismus  
Studijní obor: Architektura  
Vedoucí práce: **doc. Ing. arch. Ivo Boháč, Ph.D.**  
Akademický rok: 2017/18

### Název diplomové práce:

ZOO BRNO – TROPICKÝ PAVILON

### Zadání diplomové práce:

Přestavba území v nejstarší části ZOO. Návrh nového areálu se širokým programem doprovodných funkcí, výstavními a víceúčelovými prostory, restauračním provozem a zázemím pro návštěvníky. Dominantou bude nový tropický pavilon s komplexní expozicí Karibiku.

Objekt bude obsahovat všechny potřebné funkce spojené s pobytem návštěvníků v ZOO – WC, občerstvení, prodej suvenýrů; dále potom víceúčelové prostory pro pořádání společenských akcí – přednášek, projekcí, besed, expoziční prostory, které v určité zkratce seznámí příchozího s tématem Karibik, dříve než se vydá na prohlídku ostatních částí zahrady.

Předpokládá se využití progresivních a netradičních principů výstavnictví s uplatněním nejnovějších technických prvků. Je nutné počítat rovněž s živou expozicí (voliéry, terária, akvária, výběhy...)

## **Rozsah grafických prací:**

V rámci práce bude předložena standardní architektonická studie řešeného objektu.

### **I.) ÚVODNÍ ÚDAJE**

- identifikace stavby, název, lokalita; údaje o zadavateli (potenciální investor)
- údaje o zpracovateli (autor studie); stupeň zpracovávané dokumentace
- datum zpracování

### **II.) SOUHRNNÁ PRŮVODNÍ A TECHNICKÁ ZPRÁVA**

- základní údaje charakterizující zástavbu a její budoucí provoz
- přehled výchozích podkladů a soulad s nimi; zdůvodnění cílů návrhu
- souhrnná technická zpráva – území výstavby, popis situačních vazeb, popis stávajících poměrů na staveništi, limity využití, ochranná pásma, architektonická a technická koncepce navrhované zástavby, východiska návrhu, idea návrhu,
- ekonomické zhodnocení návrhu dle rozpočtových ukazatelů jednotné klasifikace objektů

### **III.) VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE**

- přehledná situace širších vztahů – dokumentující vztahy navržené stavby nebo areálu k urbanistické struktuře území (1 : 5 000, 1 : 2 000...)
- celková situace stavby nebo areálu s vyznačením stáv. objektů navržené zástavby, dopravního řešení, hranic pozemku – řešeného území, parcel, zeleně... (1 : 500, 1 : 200...)
- půdorysy všech podlaží – dokumentující provozně dispoziční řešení, s vyznačením zařízení jednotlivých prostor a místností (1 : 100, 1 : 200...)
- řezy – minimálně dva (příčný a podélný), dokumentující povahu navrhovaných konstrukcí včetně založení stavby, úrovní terénu (1 : 100, 1 : 200...)
- pohledy – na všechny fasády objektu, případně zákresy do stávající zástavby (1 : 100, 1 : 200...), vč. barevného řešení stavby; prostorový zákres–perspektivy, axonometrie...
- vybraný architektonický detail – část stavby nebo konstrukce, rozpracovaná v podrobnějším měřítku (1 : 10, 1 : 20...); fotodokumentace stáv. stavu území

## **Seznam literatury:**

Ivo Klika – Radek Klimeš: Lidé a zvířata, historie vzniku a významu zoologických zahrad

RNDr. Dana Holečková, RNDr. Pavel Moucha, Ing. Kamil Čihák : Chov ohrožených druhů v ZOO Dvůr Králové – díl I.

Výroční zprávy ZOO Brno

Neufert : Navrhování staveb

Taschen: Contemporary European Architects

The Phaidon Atlas of Contemporary World Architecture

Philippe Simone : Addition d'Architecture

Philip Jodidio: Contemporary American Architects

Časopisy : Architekt, Stavba, Materiály pro stavbu, Fórum

+ další odborná literatura dle vlastního výběru

**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. Lukáš Malík  
student(ka)

-----  
doc. Ing. arch. Ivo Boháč, Ph.D.  
vedoucí práce

-----  
doc. Ing. arch. Josef Hrabec, CSc.  
vedoucí ústavu

V Brně dne 19.2.2018

-----  
doc. Ing. arch. Jan Hrubý, CSc.  
děkan

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta architektury

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Brno, 2018

Bc. Lukáš Malík

# Tropický pavilon

## Identifikace řešeného území

Obec a země: Brno, Česká republika

Místo: ZOO Brno

Účel využití: expozice fauny a flory Střední Ameriky a Amazonie

## Bilance

Celková plocha řešeného území	22 105 m <sup>2</sup>
Zastavěná plocha pavilonu	1673 m <sup>2</sup>
Hrubá podlažní plocha nadzemních podlaží	2060 m <sup>2</sup>
Hrubá podlažní plocha podzemních podlaží	3346 m <sup>2</sup>
Celková hrubá plocha	5406 m <sup>2</sup>
Obestavěný prostor nadzemních podlaží	17690 m <sup>3</sup>
Obestavěný prostor podzemních podlaží	14345 m <sup>3</sup>
Celkový obestavěný prostor	32035 m <sup>3</sup>
Předpokládaná cena pavilonu	400 000 000 mil. Kč

## 1. Urbanisticko-architektonické řešení

Nejpodstatnějším aspektem mající vliv na celkové řešení je unikátní poloha stávajícího pavilonu, který se nachází na vrcholu kopce. V širším okolí se nachází zalesněná krajina. Nabízí se možnost pro vybudování nových expozičních prostor s ohledem na budoucí rozvoj zoologické zahrady. Jak tedy přistoupit k takovému zadání?

Expozice pavilonu je zaměřená na faunu a floru deštného pralesa: Střední Ameriky a Amazonie. Návrh počítá se zbouráním stávajícího pavilonu, který je v současném stavu nevyhovující a zastaralý. Součástí nového pavilonu je také návrh venkovních expozičních ploch. Hlavní inspirací pro nový pavilon se stala mayská pyramida v džungli. Venkovní expozice jsou inspirované reliéfem amazonské krajiny.

Návštěvník započne svou trasu skrz venkovní expozice, které jsou koncipovány jako velká zahrada. Trasa je jednosměrná a vede přímo k tropickému pavilonu. Komunikace evokuje řeku v krajině. Venkovní ubikace jsou ve formě zvlněných zelených „boulí a kopců“ jako v Amazonii. Venkovní expozice doplňují vodní prvky v podobě biotopu. Zalesněná krajina poslouží k navození pocitu jako v pralese. Komunikace pro zásobování je oddělena od venkovních expozic, která poslouží i pro budoucí expozice a pavilony v přilehlé části.

Tvar pavilonu se inspiruje architekturou mayských pyramid. Mayové a další starověké civilizace stavili monumentální kamenné stavby. V dnešní době zažíváme obrovský zájem o kulturu těchto starověkých civilizací. Z toho důvodu jsem chtěl zakomponovat prvky starověkých civilizací do expozice. Mayská pyramida, díky svému tvaru a velikosti, se dokonale hodí pro pavilon tropické džungle. V deštném pralese najdeme pyramidy zarostlé vegetací a vrchol pyramidy vyčnívající v korunách stromů. To mě inspirovalo, abych vytvořil na vrcholku pyramidy rozhlednu. Dalším zajímavým znakem pyramid je vnější schodiště vedoucí až k vrcholu. Rozhodl jsem se využít toto schodiště jako dobrodružnou trasu pro nejnáročnější návštěvníky. Typickým znakem těchto pyramid je schodovité členěný tvar, díky tomu jsou snadno rozpoznatelné od jiných staveb např. egyptských. Takové stupňovité členění napomáhá ideovému návrhu stromového patra – nízko rostoucí vegetace až po vysoké koruny stromů. Skleněný plášť pyramidy odráží obraz okolní vegetace a oblohy. Dokonale tak splyne se svým okolím. Členění pláště na obdélníkové díly navozuje efekt velkých kamenných bloků. Náhodné uspořádání oken a plných částí tento efekt znásobí. Pohled uvnitř pavilonu na železobetonovou konstrukci dokonale navodí efekt kamenné pyramidy. Monumentální styl mayské architektury umocňuje „velký totem“ uprostřed pavilonu. Totem v sobě ukrývá schodiště s výtahem. Toto jádro slouží také jako nosná konstrukce pro plášť budovy. Vnější i vnitřní stěny jádra jsou sochařsky zpracované, aby připomínaly velký totem v džungli. Přízemí pavilonu je koncipované jako halový prostor. Díky tomu je zde dostatek místa pro vysokou i nízko rostoucí vegetaci. Vegetace je členěna postupně – po obvodu nízka, uprostřed vysoká. Expozice v prvním podzemním podlaží navodí efekt, že se návštěvník nachází pod úrovní vodní hladiny. Druhé podzemní podlaží obsahuje technické zázemí pavilonu.

## 2. Dispoziční řešení

Hlavní vstup do pavilonu se nachází v místě velkého venkovního schodiště. Vstupní hala i zádveří je řešeno velkoryse. Vysoká světlá výška stropu umožní obrovský rozhled do džungle. Návštěvníka upoutá velký „totem“ uprostřed pavilonu, který je zarostlý džunglí. Po krátkém rozhlédnutí návštěvník uvidí schodiště směřující do podzemí. Při chůzi po schodišti návštěvník pocítuje, jak sestupuje do spodní vrstvy vegetačního pásma. Prosklený bazén naproti schodiště upozorní, že vchází pod úroveň vodní hladiny. Na stěnách schodiště jsou namalované geologické vrstvy půdy pro ještě intenzivnější pocit. Lidé na invalidním vozíku použijí malý výtah směřující do podzemního podlaží.

První expozicí podzemního podlaží je akvárium. Ve stropě chodby se nachází světlík do bazénu v přízemí. Trasa pokračuje do temnělého tunelu, kde se návštěvníkovi zjeví další expozice, zakomponované do skalnatého a kořenového prostředí. Velké prosklené plochy expozic více otevrou prostor a návštěvníka vtáhnou dovnitř. Chodník se vlnitě táhne jako řeka, která v podzemí vyhloubila jeskyní tunel. Návštěvník má možnost spatřit pestrá škála živočišných druhů jako např. hady, leguány, žáby, mravence, brouky, želvy, ryby aj. Prostředí se po čase změní na vodní svět. Na expozice plynule naváže akvárium s piraňami a velké akvárium mořských ryb. Dno akvária prostupuje do dalšího podzemního podlaží. Díky tomu bylo možné umístit část akvária pod úroveň chodníku. Návštěvník má tak pocit, jako by chodil po vodní hladině a pod ním mohou proplouvat ryby. To samé se opakuje u akvária s kajmanem černým. Návštěvník má možnost obejít prosklenou část chodníku, pro případ, že by mu to bylo nepříjemné. Dále se posuneme směrem k hlavní expozici kapustňáků. Velký bazén v sobě ukrývá tunel pod vodní hladinou. Zde si můžeme prohlédnout kapustňáky, kteří nám mohou proplavat nad hlavami. Při stěně tunelu se můžeme posadit na lavičku a v klidu pozorovat život kapustňáků. Vodní svět zakončí dvojité prosklené stěny, která v sobě ukrývá malý vodopád. Před pokračováním trasy se návštěvník může zastavit v restauraci s výhledem do bazénu kapustňáků. Restaurace překvapí zajímavým posezením s vyhlídkou na kapustňáky. Dno bazénu u restaurace prostupuje do dalšího podzemního podlaží a prochází pod podlahou části restaurace. Podobně je řešena část stropu restaurace. Návštěvníkům plavou nad hlavou kapustňáci spolu s hejny ryb.

Expoziční trasa pokračuje zpět do přízemí. Přesuneme se pomocí výtahu nebo pěšky po schodišti. Návštěvník vyjde z komunikačního jádra přímo do husté džungle. Chodník nás nasměruje k expozicím ptáků a postupně jdeme k mostu, který vede přes bazén kapustňáků. Na mostě máme panoramatický výhled do okolí. Na jedné straně vidíme vodopád, který vytéká z masky mayského šamana vyobrazeném na totemu uprostřed pavilonu, na druhé straně se naskýtá pohled na umělou skálu, která schovává odstavný bazén pro kapustňáky. Cesta pokračuje dále do džungle směrem k expozicím uakari. Na chodníku se občas objeví světlík s průhledem do podzemní části. Další expozicí je pár mravenečnicka s umělým termištěm. Ubikace pro zvířata připomínají kamenné stavby mayské civilizace. Trasa pokračuje k mostu přes malý bazén u totemu. Zde nás cedule upozorní, jestli chceme pokračovat pěšky po schodišti do prvního stromového patra nebo jít zkratkou k výtahu. V poslední expozici najdeme drápkaté opice a lenochody, které můžeme zahlédnout i při chůzi směrem k lávce do stromového patra. Lávka se táhne směrem k totemu a pokračuje



k bazénu kapustňáků. Zde se naskytne výhled do džungle v úrovni prvního stromového patra. Návštěvník je v těsném kontaktu s vodopádem a také má možnost si osahat koruny stromů. Skrze jádro se dostaneme do druhého stromového patra, kde pocítíme, jaké je to být ve vrcholcích nevyšších stromů džungle. Závěr expozice zakončí edukativní centrum ve vrcholku pyramidy. Návštěvník má možnost načerpat informace o starověkých kulturách a dozvědět se tak něco nového. Venkovní terasa poslouží také jako rozhledna do okolí. K rychlému opuštění pavilonu poslouží výtah, který nás doveze zpět do přízemí a můžeme jít k východu.

Po odchodu z pavilonu nás ještě čeká projít zbylou půlku venkovních expozic, která začíná expozicí ptáku a je zakončena expozicí tayar.

### **Zázemí, zásobování, obsluha**

Ubikace v přízemí jsou přístupné z komunikace pro návštěvníky, z které vede nenápadný chodníček z kamenů. Dveře do ubikací jsou skrytě zakomponované do stěny, aby nebyly vidět. Odstavný bazén pro kapustňáky má speciální výsuvný jeřáb, který může spustit kapustňáka do nákladního vozidla s vodní nádrží.

Expozice v prvním podzemním podlaží mají svou vlastní obslužnou chodbu, která je přístupná pouze pro zaměstnance. Část expozic má své vlastní odstavné boxy a některé se dají použít i pro jiná zvířata. Součástí obslužné chodby je nákladní výtah, který spojuje všechny podlaží. V blízkosti nákladního výtahu se nacházejí potřebné skladovací jednotky. Mořské akvárium ryb spolu s kajmanem mají přístup ze speciální místnosti se zvýšenou podlahou, která obsahuje velký manipulační prostor, úložné prostory a hydraulickou plošinu vedoucí do druhého podzemního podlaží s odstavnými bazény.

Zásobování restaurace je přístupné vedlejším vchodem v úrovni prvního podzemního podlaží. Zázemí restaurace je oddělené od provozu pavilonu.

Technické zázemí pavilonu zabírá celé druhé podzemní podlaží, vzhledem k vysokým nárokům na prostor. Podlaží má vstupy v úrovni druhého podzemního podlaží. Komunikace vedoucí k těmto vchodům je dostatečně prostorná pro nákladní automobil. Největší plochu zabírá zázemí vodního hospodářství. Technické zařízení pro akvária jsou zvláště oddělené pro slanou a sladkou vodu. Nároky na prostor se tak zdvojnásobí. Akumulační nádrž pro akvária má ve stropě poklop, který je přístupný z prvního podzemního podlaží. Prostory pro technické zařízení budovy jsou umístěné do středu půdorysu. Instalační rozvody mají snadný přístup do celého pavilonu a zkrátí se tak jejich délka. Hlavní vstup pro zásobování pavilonu má velký manipulační prostor, z kterého je snadný přístup do místnosti pro odpady, skladům krmiva a zázemí zaměstnanců. U nákladního výtahu se nachází další manipulační prostor, z kterého je přístup do hlavního skladu a lékařského centra. Obslužná chodba dále vede k farmě hmyzu a dílny.

### 3. Popis konstrukčního a tepelně – technického řešení

Objekt je navržen na částečně pravidelném půdorysu 40x40 m. Jedná se o monolitickou konstrukci. Pavilon dosahuje výšky 28,12m. Světlá výška v přízemí pavilonu je 15,55 m. Konstrukční výška prvního podzemního podlaží je 4,64 m, druhé podzemní podlaží má 3,2 m.

Konstrukce stropní desky je navržena jako železobetonová monolitická tl. 300 mm. Stropní deska je uložena na obvodové stěny tl. 300 mm, které jsou řešeny jako bílá vana. Dále je stropní deska uložena na vnitřní kruhové sloupy průměru 500 mm. Základová deska má tloušťku 400 mm, pod kterou se nachází podkladní beton tl. 120 mm a tepelná izolace z pěno-skla tl. 350 mm. Tepelná izolace v obvodové stěně je z XPS tl. 200 mm. Konstrukce vnitřních stěn budou zhotoveny z betonu s ocelovou výztuží.

Konstrukce nadzemní části je řešena jako monolitický železobetonový rám konstruovaný s různých nosných prvků. Hlavní nosník atypického tvaru má průřez tvaru 1200x350 mm. Horizontální nosník má průřez tvaru 500x250 mm. Komunikační jádro se schodištěm poslouží jako železobetonová podpěra pro celou konstrukci. Plášť budovy tvoří hliníková okna s troj-sklem s kombinací izolačních panelů, podepřené ocelovými nosníky o průřezu tvaru 200x100mm. Okna na jižní fasádě mají integrovanou semitrparentní fotovoltaickou vrstvu. Izolační panely jsou vyplněné tepelnou izolací tl. 80 mm STO Therm. Krycí vrstva panelů je šedého skla. Střechu pavilonu tvoří železobetonová deska s tepelnou izolací XPS tl. 250-300 mm. Pochozí střecha je z betonové dlažby na terčích. Vrchol pyramidy je z železobetonu.

## 4. Technické zařízení budov

### Předmět studie

Studie řeší systém vytápění větráním chlazení a přípravu teplé užitkové vody v nově vybudovaném pavilonu v ZOO Brno. Dále je studie zaměřena na vodní hospodářství objektu s cílem maximálně využít retenci dešťové vody.

### Udržitelný rozvoj

Hlavním cílem novostavby z pohledu energetické efektivity je dosáhnout nízkoenergetického standardu z pohledu spotřeby energie na vytápění a větrání. Myšleno je v první řadě na vnitřní mikroklima a komfort v jednotlivých podlažích s ohledem na produkci oděru od jednotlivých zvířat. V důsledku navýšení násobnosti výměny vzduchu je celková měrná energetická náročnost vysoká. Obnovitelné zdroje energie budou využity pro potřeby pavilonu. Fotovoltaické panely sníží náklady za elektřinu. Z pohledu minimalizace přehřívání vnitřních prostor bude plášť budovy prosklený ze 40 %.

### Vnitřní mikroklima

Systémy vytápění a větrání budou navrženy s ohledem na kvalitu vnitřního prostředí společných prostor pro návštěvníky a s ohledem na teplotní požadavky v jednotlivých ubikacích. Z tohoto pohledu bude v části pavilonu navrženo teplovzdušné vytápění v kombinaci s teplovodními sálavými panely pro optimální rozložení teplot. V některých ubikacích je pak navrženo také podlahové vytápění.

V letních měsících se z pohledu kvality vnitřního prostředí předpokládá v maximální míře využít přirozeného provětrání pomocí nasávacích otvorů a eliminovat tak spotřebu energie na pohon ventilátorů ve vzduchotechnických jednotkách. Nasávací otvory budou instalované mimo půdorys pavilonu.

### Okrajové podmínky vnitřního mikroklimatu

Společné prostory – teplota vzduchu ve dne 24 °C, relativní vlhkost vzduchu maximálně 70 %, teplota v noci neklesne pod 18 °C.

Teplota vzduchu v dílčích ubikacích je definována dle jednotlivých zvířat. Obecně nesmí teplota poklesnout pod 18 °C. V některých ubikacích musí být vyhřívána podlaha až na 45 °C.

Teplota vzduchu v přízemí – až 30 °C, relativní vlhkost vzduchu až 90 %.

### Výběr zdroje tepla

Pavilon je vytápěn kondenzačními plynovými kotli.

## **System chlazení**

System chlazení zajišťují klimatizační jednotky s tepelným čerpadlem voda/voda. Pavilon je následně chlazen vzduchem pomocí větracích jednotek. Samotné chlazení také zaručuje odpar z vodní hladiny. Dále pro snížení spotřeby elektrické energie na pohon ventilátoru a snížení obecně potřeby energie na chlazení je koncipováno přirozené provětrávání pavilonu.

## **Příprava teplé vody**

Příprava teplé vody je energeticky nejnáročnější. V pavilonu je plánovaný chov kapustňáka, který nejen že potřebuje velké množství čerstvé vody, ale velké množství vody je nutné připravovat celoročně na teplotu 24-28 °C.

## **Spotřeba pitné užitkové vody**

Velkou roli při stanovení energeticky náročnosti přípravy vody hraje především spotřeba vody pro bazén kapustňáků, kajmana, piraně a dalších. V těchto nádržích je požadavek na teplotu vody 24-28 °C a častou výměnu a filtraci vody. Hlavním požadavkem je filtrace vody 1x za hodinu nicméně z důvodu odparu vody z vodní hladiny a velkému znečištění je nutné přivádět velké množství pitné (či užitkové vody).

## **Možnost využití dešťové vody – retence**

V rámci úspor vodného a stočného je navržena retenční nádrž na dešťovou vodu. Voda je sbírána z plochy střechy a po obvodu základu stéká žlabem do retenční nádrže.

## **Fotovoltaické panely**

Semitransparentní panely Fill factory od českého výrobce jsou osazeny do rámců oken na jižní fasádě. Jedná se o tenkou vrstvu vloženou mezi skla. Průhlednost okna se sníží 30 %. Toto nadstandardní řešení není nutné, ale bylo mi doporučeno odborníkem. Díky tomu není plášť budovy pohledově narušen klasickými fotovoltaickými panely.

## Seznam příloh:

Zadání závěrečné práce

Průvodní zpráva

Prezentační panel - B1

Pare – A3