

V uplynulém roce byly dokončeny a předány do užívání jedny z posledních objektů v areálu Univerzitního kampusu Masarykovy univerzity v Brně. Jsou jimi objekty pozoruhodné jak po stránce využití či uživatelské náplně, tak po stránce technologické, architektonické a stavebně konstrukční fungující pod souhrnným názvem CEITEC.

1. Pavilony CEITEC

Pracoviště institutu CEITEC se zabývají výzkumem především v oboru nanotechnologií, mikrotechnologií, strukturní biologie, genomiky, proteomiky, pokročilých materiálů a biomedicíny. Aktuálně nejzajímavější technologií, pro kterou byl institut připraven, je instalace dvou unikátních přístrojů pro zobrazování funkcí a struktury mozku a míchy nukleární magnetickou rezonancí s intenzitou magnetického pole tři Tesla.

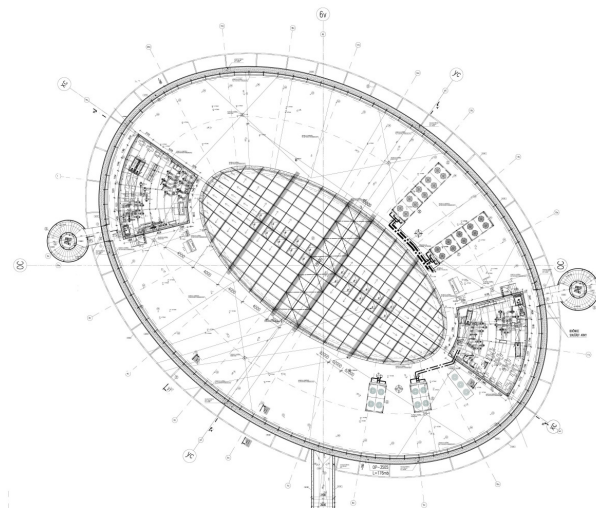
Po stavební stránce se areál CEITECu skládá ze dvou stavebních objektů Pavilonu A26 a A35 (obr. 1). Pavilon A26 se architekturou i konstrukcí nevymyká z osvědčeného standardu aplikovaného u řady předchozích budov Univerzitního kampusu MU a rovněž svým zapojením do



Obr. 1 - CEITEC

2. Objekt A35

Půdorysně eliptická budova, v níž veškeré prostorové vztahy vycházejí z geometrie elipsy (obr. 2). Stavebně i konstrukčně oříšek, který vyústil v nepřehlédnutelný obrazec na mapě Kampusu. Centrální atrium, hlavní světlík, trojtrakt chodeb a pracovišť ovinutý kolem atria, obvodový plášť a exteriérová „klec“ vše řešeno na půdoryse elipsy o délce hlavních os 65 m a 45 m. Pozici objektu se třemi nadzemními a dvěma podzemními podlažními zviditelňuje také natočení hlavních os elipsy o 35° proti osovému systému Kampusu.



Obr. 2 - A35 - eliptický půdorys

Spolu s hlavním konstrukčním materiálem železobetonem zvoleným pro nosné konstrukce tohoto objektu se ocelové konstrukce objemem cca 300 t podílely zejména na překlenutí velkých rozpětí, ztvárnění architektonických prvků a řešení technologických konstrukcí. Použity jsou v zásadě ve dvou funkcích. Jednak jako zmíněná součást hlavní nosné konstrukce objektu, jednak pro funkční interiérové i exteriérové prvky jako výrazná součást architektury. Velmi často jsou obě funkce účelně propojeny.

3. Atrium – lávka a světlík

Samostatně fungující nalezneme ocelové konstrukce v nosné konstrukci lávky přes atrium o rozpětí 18,517 m jako plnostěnné nosníky spojené s ortotropní mostovkou (obr. 3). Hlavní nosníky jsou svařované plnostěnné I-profilů s výškovými náběhy, v osové vzdálenosti 1,2 m, max. výšky 1100 mm. Horní pásnice I-profilů tvoří ortotropní desku se systémem podélných a příčných výztuh. Vnější okraje mostovky slouží pro ukotvení šikmého celoskleněného zábradlí a podhledu z umělého kamene Corian. Ztužení v obou rovinách zajišťuje mostovka spolu s plnostěnnými příčníky v oblasti podpor. Konstrukce lávky je uložena na ocelové konzoly přes atypická ocelová ložiska s vloženým elastomerem.



Obr. 3 - Lávka v atriu

Architektonicky významným prvkem je světlík nad eliptickým půdorysem atria ve tvaru úseče elipsoidu se subtilní nosnou ocelovou konstrukcí (obr. 4). Vtipné konstrukční řešení jinak složité geometrie v ploše dvojí křivosti umožnilo relativně jednoduchou výrobu a montáž s vysokou podobností a opakovatelností prvků a to jak



Obr. 4 - Světlík

podobností a opakovatelností prvků a to jak v nosné konstrukci, tak v systému zasklení. Nosná konstrukce je navržena jako systém obloukových nosníků uložených na zvýšenou ŽB obrubu střechy. Jemnější dělení rastru pro zasklení je řešeno, pokud možno pravidelným, systémem podkonstrukce z uzavřených ocelových profilů. Rošt podkonstrukce v detailech i kotvení musí mimo jiné splňovat nároky na možnost montážní rektifikace a provozní dilatace zejména s ohledem na přesnost, tolerance a funkci zasklení. Do nosného systému jsou vhodně konstrukčně i geometricky zapojeny lávky pro přístup obsluhy a čištění.

4. Interiér – skryté konstrukce, odlitky, levitující schodiště,

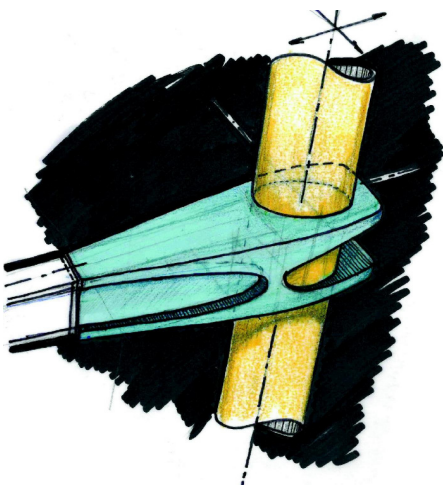
Zmíněná velká rozpětí se nacházejí rovněž ve vstupním segmentu objektu, kde byly ocelové konstrukce využity u podlah a stropů. Půdorysně se jedná o oblast mezi osami 16c – 18c, kde jsou navrženy ocelové svařované, půdorysně zakřivené nosníky o rozpětí až 13 m bez mezilehlých podpor. Navazující konstrukce jsou již tvořeny rastrem radiálně či tangenciálně umístěných nosníků z válcovaných profilů. Pohledové podpory v hraně těchto pater tvoří subtilní trubkové sloupy s ocelovými odlitky rámových hlavic (podrobněji viz níže) (obr. 6a).

Velmi účelně bylo využito integrace ocelové a železobetonové konstrukce v architektonicky náročných a exponovaných místech orientovaných do oblastí s největší očekávanou frekvencí pohybu uživatelů budovy. K minimalizaci výskytu sloupů v těchto oblastech bylo jako podpor železobetonových konstrukcí stropů použito ocelových konstrukcí výtahových šachet. Nosná ocelová konstrukce je zde nepohledová. Je patrná pouze jako „stín“ na semi-transparentním opláštění výtahových šachet z materiálu Corian, případně jako téměř neznatelná podpora prosklených podlah v jejich okolí (obr. 5). Konstrukčně se jedná o prostorovou konstrukci z profilů HEB splňující prostorové a statické nároky technologie výtahu. V úrovni jednotlivých pater vybíhají paprskovitě do stran vodorovné konzoly délky cca 1,6 m opatřené trny a zárodky výztuže. Po provázání s výztuží okolních stropních desek a zmonolitnění betonem vzniká funkční spojení v jeden statický ocelobetonový celek.



Obr. 5 - Výtah a okolí

Podobného spojení bylo využito u staticky exponovaných okrajů železobetonových desek pater zatížených často navíc uložením lávky a schodiště. Ocelová konstrukce je zde zastoupena subtilními sloupy s trubek opatřenými v úrovni pater rámovými hlavicemi z lité konstrukční oceli (obr. 6b). Hlavice jsou spojeny s železobetonovými stropními deskami pomocí 2,85 m dlouhých nosníků, které mají svou koncovou část v délce 1,75 m zabetonovánu. K zabezpečení předpokládané únosnosti a plného spřažení ocel-beton jsou nosníky navrženy jako uzavřené opatřené spřahovacími trny a otvory pro protažení výztuže, probetonování a odvodnění při betonáži. Celý uzavřený profil nosníku byl při betonáži taktéž vyplněn betonem. Odlitky ocelových hlavic tvoří rovněž důležitý architektonický prvek interiéru.



Obr. 6a - Hlavice - architektonický návrh



Obr. 6b - Hlavice - odlitek

Výsledný tvar a provedení odlitku musel být navržen tak, aby splňoval řadu statických architektonických, ekonomických a výrobně technologických požadavků.

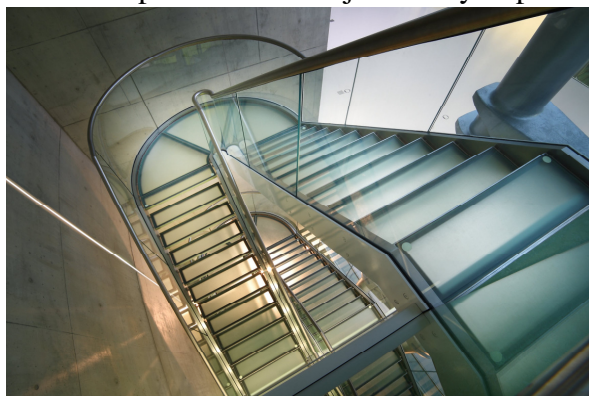
- stanovení staticky minimálních dimenzí hlavice
- návrh detailů napojení odlitku na průvlak a sloup z běžného válcovaného sortimentu
- výběr vhodného materiálu pro lití se zaručenou svařitelností, výslednými vlastnostmi odpovídající konstrukční oceli použité na navazující konstrukci

- návrh dutin v pohledově robustním odlitku z důvodů technologických (zejména minimalizace vzniku trhlin při chladnutí) a snížení hmotnosti pro manipulaci
- návrh umístění technologických náliťků a způsob odstranění technologických zbytků po odlévání v předpokládaných místech
- zajištění optimálních rozměrů detailů a jejich poměrů a návazností pro lití: minimální rádius hran a křivek tvaru, minimální tloušťky materiálu v průřezu, rozdělení hmoty materiálu v odlitku (rovnoměrné chladnutí), navržení tvaru dutin (pro odformování)
- volba výsledného povrchu po opracování dle etalonu

Na návrh probíhající iteračním způsobem po linii projektant-statik ↔ technolog navázal proces výroby spojený s kontrolami dílčích kroků a schvalováním vyrobených přípravků přes 3D SW technologický model, dřevěný model, pískové formy po výsledný odlitek. Po zchladnutí a odformování bylo nezbytné na odlitcích provést závěrečné úpravy: odstranění náliťků, obrokování pro sjednocení povrchů, obrobení styčných ploch. Montáž a zapojení do statického systému objektu plynule navázala na výrobní proces.

Průběh detailního návrhu a dodávky odlitků je časově náročný a byl v tomto případě zkrácen na minimum 11 týdnů od zadání slévárně po montáž na stavbě.

Dalším významným architektonickým prvkem nezanedbatelné statické a konstrukční náročnosti jsou vnitřní schodiště na obvodu atria (obr. 7). Jsou navržena jako štíhlá konstrukce z kombinace materiálů černá konstrukční ocel, nerez a sklo. Ocelové schodnice po obvodu ramena mezipodest vynášejí skleněné stupně a zábradlí. Schodiště jsou vetknuta pouze v úrovni jednotlivých podlaží. V úrovni mezipodest jsou dále bez jakékoli podpory či závěsu. Skleněné desky v pochozích plochách byly zapojeny do systému horizontálního ztužení. Pro ověření vlastností konstrukce byl před realizací proveden dynamický výpočet se stanovením prvních vlastních frekvencí konstrukce a vyčíslením zrychlení. Překvapivá původní obava účastníků výstavby z tohoto odvážného prvku byla po dokončení nahrazena uspokojením realizace ojedinělé působivé a funkční konstrukce.



Obr. 7 - Levitující schodiště

5. Spojení – vstupní fasáda, lávka do Kampusu

V hlavním vstupu do objektu je umístěn vestibul na výšku dvou pater navazující plynule na centrální atrium objektu. Hlavní vstup je opláštěn prosklenou bodovou fasádou vynášenou systémem nosníků s nerezovými táhly. Za vnitřním lícem skla je umístěn sloupek ze subtilní kruhové trubky, na které jsou kotveny pavouky bodového zasklení. Tyto sloupky tvoří pasy svislých příhrad, které zajišťují přenos silových účinků od tlaku a sání větru. Diagonály jsou ze systémových táhel Macalloy. Stabilita pasů příhrad je zajištěna systémem nerezových lanek ve dvou výškových úrovních.

Objekt A35 je napojen prostřednictvím spojovací lávky do sousedního objektu A36 a tím do komunikačního systému celého Kampusu. Konstrukce lávky sestává ze dvou příhradových nosníků s taženými diagonálami z vysokopevnostních táhel Macalloy. Příhradové nosníky o statické výšce 3,206 m jsou uloženy v osové vzdálenosti 2,46 m. Typický modul příhrady je 2,60 m. Na hlavní příhradové nosníky navazuje konstrukce podlah, podkonstrukce střechy a opláštění lávky. Konstrukce je navržena z architektonických i konstrukčních důvodů z kombinace válcovaných a svařovaných profilů.

6. Exteriér – obvodová „klec“

V exteriéru nepřehlédnutelná je svařovaná ocelová konstrukce „klece“ obepínající celý obvod objektu (obr. 8). Je situována na hranu průběžného anglického dvorku umožňujícího přímé prosvětlení a odvětrání podzemních podlaží. Konstrukce je navržena pohledová jako druhý plášť budovy. Je tvořena diagonálním roštem z trubek shodné dimenze protínajících se v obráběných svařovaných uzlech. V jednom uzlu, který také spojuje „klec“ s nosnou konstrukcí objektu, se setkává až 6 paprsků. Úhly svírané paprsky jsou variabilní po obvodu objektu v souladu se změnou křivosti jeho eliptického půdorysu. Styčníky architektonicky předpokládané a projekčně navržené jako odlitky byly v průběhu výstavby z výrobně-časových důvodů přepracovány na obráběné evokující svým tvarem dojem odlitku. Celá konstrukce je opatřena nerezovou sítí sloužící pro růst popínavých rostlin. U hlavního vstupu přechází „klec“ plynule v nosnou konstrukci přístřešku s předepjatou plachtou. Přístřešek má v příčném řezu tvar křídla letadla a podobně je tvořena i jeho nosná konstrukce. V místě hlavního vstupu jsou z důvodu částečného přerušení klece a vložení přístřešku doplněna horizontální ztužidla. Poblíž protilehlých pólů elipsy jsou do „klece“ vsazena vřetenová ocelová úniková schodiště.



Obr. 8 - Exteriérová „klec“

7. Konstrukce pro technologii

Konstrukce technologických plošin velkého rozsahu ať již v suterénu, v rozměrných instalačních šachtách či na střeše jsou realizovány již standardně rovněž jako ocelové. Všechny jmenované konstrukce jsou kotveny ev. uloženy na železobetonové desky jednotlivých podlaží. V úrovni 1.PP tvoří ocelová technologická plošina de facto celé jedno podlaží v jinak většinou ŽB skeletu. Zajímavostí bylo vyřešení konstrukčního převedení (částečně) eliptického půdorysu plošin na pravoúhlý rastr vyžadovaný pro převážně obdélníkové půdorysy technologických zařízení.

Účastníci výstavby:

| | | |
|-----------------------|------------------------------------|--|
| Investor: | Masarykova univerzita Brno | |
| Architektura: | A PLUS a.s., Brno | |
| Generální projektant: | A PLUS a.s., Brno | |
| Projekt OK a OP: | OKF s.r.o., Brno | |
| Generální dodavatel: | KONSIT a.s., Praha | |
| Realizace OK: | IMOS Brno, a.s. | nosné a technologické k-ce odlitky exteriérová klec světlík, vstupní fasáda nerezová schodiště |
| | ROUČKA SLÉVÁRNA, a.s., Brno, Lutín | |
| | OK-BE spol. s.r.o., Nový Knín | |
| | Megamont s.r.o., Brno | |
| | JOFO s.r.o., Praha | |

Ing. Petr Brosch
Ing. Pavel Báča
OKF s.r.o., Brno
tel.: 547 212 110
e-mail: okf@okf.cz