

Neobvyklé ocelové konstrukce v polyfunkčním komplexu Eurovea 2 v Bratislavě

V letošním roce postupně dochází k otevření a předání do užívání jednotlivých objektů polyfunkčního komplexu Eurovea 2, který se nachází na nábřeží Dunaje mezi mostem Apollo a novým Starým mostem. Ocelové konstrukce zde našly uplatnění zejména při zastřešení či vizuálním ukončení budov. Ojedinelá je totiž konstrukce světlíku navrženého formou prosklené *freeform structure*, jež je součástí obchodní pasáže. A dále pak nejvyšší budova na území nejen Slovenska, která dosahuje 168 m a je v nejvyšších podlažích zakončena mohutnou konstrukcí koruny s nosnou i estetickou funkcí. Oba projekty byly výzvou a nejdnou jsme zúročili naše zkušenosti, jež jsme nabyli při projektování budov s výškou přesahujících 100 m.

LOKACE

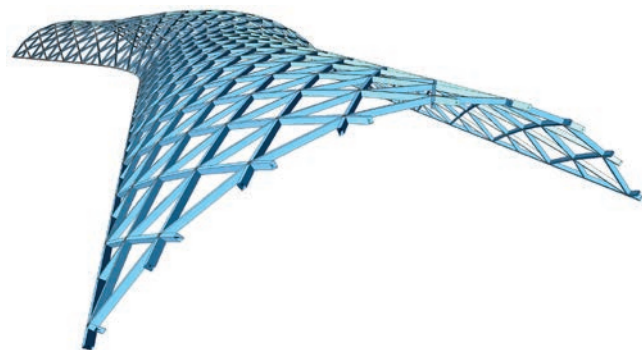
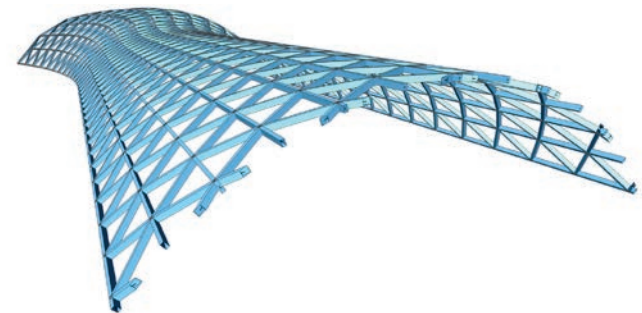
Polyfunkční komplex Eurovea 2 je situovaný na levém břehu Dunaje poblíž bratislavského Starého Města a navazuje jak svou funkcí, tak architekturou na komplex Eurovea 1 realizovaný přibližně před 13 lety.

Se změnou vlastníka a získáním navazujících pozemků po bývalých továrnách Apollo a Kablo vznikl záměr rozšířit původní komplex až k mostu, který nese stejnojmenný název – Apollo. Prodloužená obchodní pasáž lemovaná budovou kina, rezidenční a administrativní výstavbou končí pod nejvyšší budovou Slovenska. Jde o bytovou věž Eurovea Tower, která se nachází přímo u mostu Apollo. Celý areál je pak zakončen ambiciózní administrativní budovou.

ZASTŘEŠENÍ OBCHODNÍ PASÁŽE

Podobně jako u starší obchodní pasáže je centrální chodba shopping mallu zastřešena efektním světlíkem nepravidelné konstrukce typu *freeform*. Základní rozměry zastřešení mají délku 170 m a šířku, chcete-li rozpětí, 13 m až 22 m. Geometricky konstrukce využívá propojení válcových ploch a zborcených ploch kupolovitého tvaru. S cílem maximálně se přiblížit základním oblým tvarům byla navržena trojúhelníková síť z přímých nosných a zasklívacích prvků, jež je vyplněná rovinnými izolačními trojskly. Křivky a plochy jsou tak rozděleny do plynule navazujících polygonů a mnohostěnů.

V období návrhu probíhal spolu s architekty výběr nejvýhodnější varianty dělení zborcené plochy, aby spolu s odpovídajícím statickým efektem bylo dosaženo žádoucího vzhledu. Šlo o velmi náročný úkol, o čemž svědčí fakt, že pro realizaci byla vybrána ještě další varianta rastrování mimo všechny dříve studované.



Varianty rastrování.

Ze statického hlediska využívá konstrukce zejména klenbového efektu na rozpětí rovné šířce otvoru v navazující nosné konstrukci. Spolu s klenbovým efektem dosahuje konstrukce díky téměř pravidelné, pouze pozvolna se měnící trojúhelníkové síti nosných prvků



→ Zastřešení
obchodní pasáže.

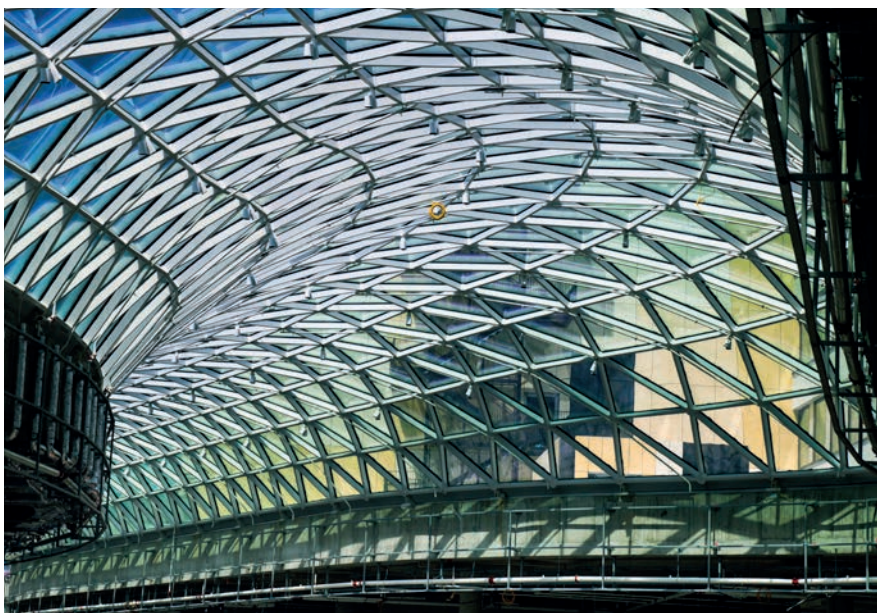
↘ Zasklení
freeform structure.

značné tuhosti v ploše zastřešení, čímž se zejména minimalizují deformace celé konstrukce. Jednotlivé nosné prvky jsou pak namáhány převážně osovými silami a mohou být navrženy velmi štíhlé.

Při projektování jsme stáli před dvěma úkoly souvisejícími s členěním navazujících konstrukcí. Okolní konstrukce jsou převážně železobetonové, rozdělené dilatačními spárami, z nichž některé jsou situovány kolmo k ose proskleného zastřešení. Za dilatační spárou umístěnou nejvíce na východní straně objektu pokračuje volně stojící ocelová konstrukce střechy a hlavního vstupu do pasáže. Tuhosti obou typů navazujících konstrukcí bylo nezbytné uvažovat při výpočtu a návrhu konstrukce světlíku. Z důvodu nutnosti bezproblémového akceptování dilatačních pohybů v souvisejících konstrukcích a jejich rozdílné tuhosti bylo potřeba jednoznačně specifikovat místa pevného, popřípadě posuvného uložení klenbové konstrukce a navrhnout odpovídající detaily atypických ložisek. I přes docela stísněný prostor pro realizaci kotevních detailů se muselo uvažovat o možnosti rektifikace uložení střechy ve třech osách.

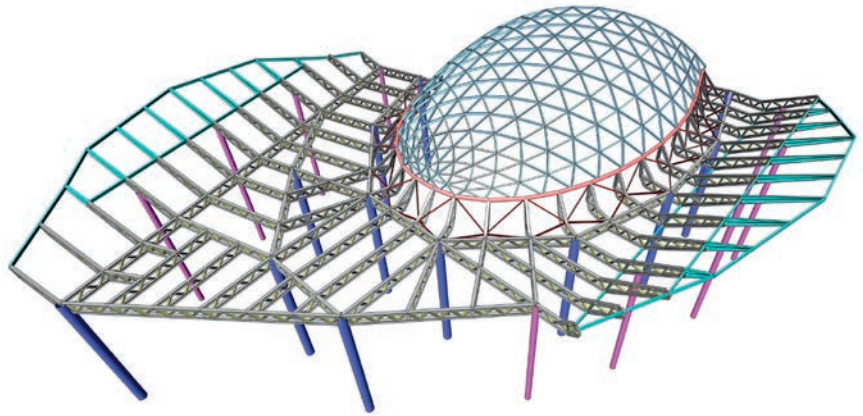
Celá konstrukce se skládá přibližně z 2 200 uzlů a 5 000 prvků. Jednotlivé uzly v individuální geometrii s omezenou opakovatelností dílců byly vyrobeny z plných ocelových hranolů obrobením na pětiosém CNC centru. K jednomu uzlu je standardně připojeno šest příček. V okrajových oblastech se pak tyto počty nepatrně mění. Dimenze jednotlivých příček se pohybují od RHS 140 × 80 do RHS 140 × 100 v závislosti na rozpětí a vzdálenosti od pevných bodů.

Při realizaci byl částečně využit osvědčený systém zasklení firmy MERO společně s vybranými konstrukčními prvky inspirovanými tímto systémem.



→ ↘ Varianty
navazující střechy.

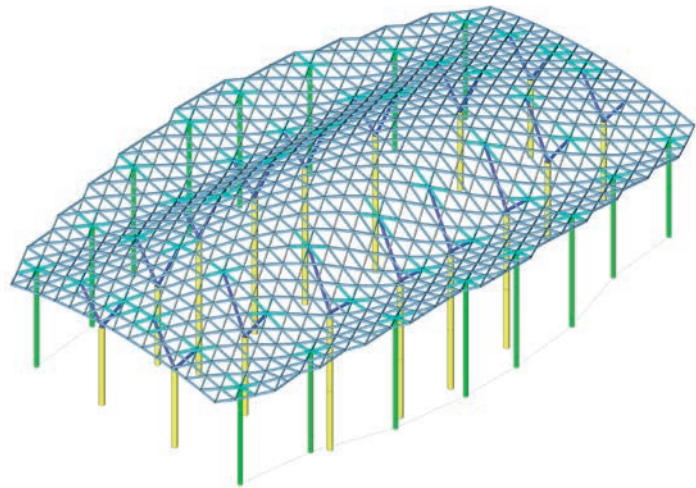
↓ Konstrukce střechy
s kombinovanou
funkcí fasádní
podkonstrukce.



Příčky k uzlům byly připojeny šroubovými přípoji se skrytými šrouby do závitových otvorů připravených v uzlech.

Z důvodu rychlé a bezproblémové montáže na omezeném prostoru byly části konstrukce přemontovány v dílně. Pro montáž bylo využito celoplošné lešení pro pohyb montérů, které bylo doplněné celoplošným bedněním pro jednoduché uložení montážních dílců a dosažení požadované geometrie. Montáž nosné konstrukce probíhala od západního konce pasáže směrem na východ následovaná v krátkém dostupu zasklíváním světlíku. Spolu s postupem montáže konstrukce se postupně posunovala i oblast vybavená lešením a bedněním tak, aby v zastřešeném prostoru mohla bezprostředně probíhat navazující činnost ostatních stavebních profesí.

Při návrhu části na světlík navazující střechy řešené ocelovou konstrukcí se podařilo dosáhnout několikanásobného staticky-konstrukčního efektu s výsledkem velmi ekonomického, prostorově úsporného a architektonicky efektního návrhu. Celá konstrukce střechy (1. efekt) zcela nepravidelného půdorysu v nejvyšším bodě +12,4 m nad terénem stojí na soustavě zdánlivě nahodile umístěných ocelových sloupů, z nichž některé jsou vetknuté. Konstrukce tak nemá žádná stěnová ztužidla, která by byla v prostoru hlavního vstupu do obchodní pasáže zcela nežádoucí. Vetknuté sloupy sahají svým dříkem až do prostor 1. PP, čímž bylo dosaženo jednoduchého způsobu vetknutí mezi stropní konstrukce dvou podlaží, a zároveň podepírají (2. efekt) ŽB desku stropu nad 1. PP. Obvodové sloupy se tak stávají nedílnou součástí podpůrného systému (3. efekt) velkoplošných prosklených fasád. Pomocí konzol se stavitelnými členy v několika výškových úrovních umožnily bezproblémovou rektifikaci



a montáž zmíněných fasádních konstrukcí. Horní konstrukce střechy přenáší kromě běžných stálých a proměnných zatížení taktéž vlastní tíhu světlíku v této části a horizontální síly od klenbového působení konstrukce světlíku. Na tuto funkci (4. efekt) je patřičně vybavena horizontálními ztužidly.

Světlíkem projektu Eurovea 2 získala další konstrukce čestné místo v našem již tak obsažném portfoliu zrealizovaných staveb s náročnou trojrozměrnou geometrií jak nosné konstrukce, tak opláštění.

Polyfunkční komplex Eurovea 2, Bratislava

Investor:	J&T Real Estate, Bratislava
Generální projektant:	GFI, Bratislava
Projektová dokumentace OK a fasád:	OKF, Brno
Výrobní dokumentace OK a fasád:	OKF ve spolupráci s dalšími dodavateli
Dodavatel OK a fasád:	INGSTEEL, Bratislava, Slovensko; H & O Construction, Iža, Slovensko; FENESTRA SK, Zlaté Moravce, Slovensko
OK koruny – výroba:	STAVOKOV, Trenčín, Slovensko
OK koruny – montáž:	En Libre, Dobrohošť, Slovensko

KORUNA MRAKODRAPU EUROVEA TOWER

Druhou konstrukční výzvou v dané lokaci pro nás bylo navrhování koruny mrakodrapu s impozantní výškou dosahující 168 m. Fasáda nejvyšší budovy nejen na Slovensku je charakteristická 12 žebry s povrchem z bílé lakovaného hliníkového plechu a drážkou s LED pásy pro osvětlení po celé výšce objektu. Všechna žebra rozmístěná ve skupinách mrakodrapu pokračují nad úroveň nejvyššího podlaží ŽB nosné konstrukce dalších 12 m jako koruna celé věže. Nejvyšší bod ocelové konstrukce je pak 168 m nad úrovní okolního terénu.

Ocelová konstrukce koruny sestává z 12 sloupů s dřikem z uzavřeného svařovaného profilu proměnné výšky a spolu se třemi prstenci z velkopříměrových trubek má hmotnost zhruba 210 t. Již při návrhu konstrukce montované nad úrovní 100 m je absolutně nezbytné zohlednit fakt dosažení maximální efektivity při montáži. Důvody jsou zejména minimální prostor pro pohyb montérů a uložení montážní techniky, značná expozice nad hloubkou, téměř nepřetržitě vanoucí vítr a v podstatě nulová možnost opravit výrobní nedostatky.

Z tohoto důvodu byla ocelová konstrukce koruny navržena velmi efektivně jako částečně integrovaná ocelobetonová konstrukce. Sloupy byly kotveny kloubově na úrovni 45. NP, tedy +150,69 m. V úrovni 46. NP byly vetknuty pomocí svařovaných částečně uzavřených profilů kotevních příčníků do mohutné 1 m vysoké ŽB desky. V rámci této desky se příčnky zavázaly do betonářské výztuže a důkladně zalily betonovou směsí. Estetická a okrasná konstrukce tak představuje zároveň podporu zmíněné ŽB desky a umožňuje minimalizovat počet sloupů v otevřené dispozici nejluxusnějších bytů nacházejících se v tomto posledním podlaží. Mohutnost ŽB desky je mimo jiné spojena s nutností přenést zatížení od dráhy pojezděné jeřábem určeným pro údržbu fasády. BMU (Building Maintenance Unit) je standardním a ve světě zcela běžným vybavením výškových budov s elevací nad 100 m.



Montáž OK koruny
a fasádního pláště.

→ Dílenská sestava koruny.

↳ Koruna před dokončením.

Z důvodu kapacity věžových jeřábů, jimiž se dílce dopravovaly až do místa montáže, bylo nutné rozdělit každý pilíř na tři části s hmotností odpovídající nosnosti jeřábu pro dané místo montáže. Jelikož konstrukce pilířů v daných částech sahaly mimo větrový štít, a byly tedy maximálně exponované povětrnostním vlivům, bylo nemyšlitelné v místě montáže provádět jakékoli svařečské práce. Přípoj těsně nad úroveň poslední ŽB desky, na který se další ocelová konstrukce montovala až po vybetonování, byl proto navržen bez jakéhokoli svařování jako šroubový s lícovanými kolíky pro přenos smykových sil. Další přípoj byl již běžný momentový s čelními deskami.

Kromě montážních detailů nesou na sobě jednotlivé dílce pilířů přípravu (ocelové styčníky a kotvy) pro osazení opláštění; v dolní části styčníky pro připojení betonářské výztuže a v horní pak přípravu pro umístění hromosvodu i výstražného leteckého osvětlení. O betonování dolní části dřívku bylo navrženo z hlediska zvýšení požární odolnosti konstrukce na požadovanou úroveň R120.

V vrcholech pomyslného trojúhelníkového půdorysu objektu jsou situovány konstrukce podpor okrasných trubek, které jsou díky svému tvaru nazývány A-čka.

Okrasné trubky jsou umístěny horizontálně a tvoří určité prstence s několika půdorysnými lomy. Jejich průměr se zmenšuje směrem od paty koruny k vrcholu od 610 mm přes 508 mm až ke 410 mm. Plynulých ohybů bylo dosaženo ohýbáním za tepla s ohřevem indukční metodou. Sofistikovaným systémem přípojů včetně skrytých jsme umožnili jak plynulou montáž, tak absorpci teplotní roztažnosti materiálu. V detailech všech maskovaných přípojů je však v maximální míře umožněno odvodnění z důvodu zamezení tvorby ledu a usazování nečistot a tím snížení rizika poškození reálně neopravitelné konstrukce.

Pro hladký a bezvadný průběh montáže bylo provedeno několik důležitých opatření. Nejprve jsme navrhli montážní



a rekvalifikační věže speciálně pro každý vertikální prvek, jako jsou pilíře a A-čka. Díky tomuto opatření bylo možné precizně pracovat na jednotlivých částech konstrukce a docílit kvalitní montáže. Druhým klíčovým krokem byla dílenská sestava celé konstrukce koruny po jednotlivých stěnách a nárožích. Celkem bylo realizováno šest dílenských sestav, které umožnily zajistit, aby každý prvek byl přesně umístěn a správně napojen na navazující části konstrukce. Díky dílenským sestavám bylo také možné efektivně řešit kolize, které by se mohly u montáže projevit. Všechna tato opatření sledovala jeden cíl, a to bezproblémovou montáž, která předurčovala úspěšné dokončení projektu.

Autoři:

Ing. Petr Klimeš, absolvent Fakulty stavební, VUT v Brně. **Specializuje se na návrh ocelových konstrukcí a opláštění**, ve firmě OKF působí jako senior projektant a jednatel.

Ing. Petr Brosch, absolvent Fakulty stavební, VUT v Brně. **Specializuje se na návrh ocelových konstrukcí a opláštění**, ve firmě OKF působí jako senior projektant a ředitel.