

Administrativní budova City Deco – Trimaran

V Praze na Pankrácké pláni vyrostlo v poslední době několik zajímavých novostaveb. Jednou z nich je i administrativní budova Trimaran – původním názvem City Deco, která je situována mezi ulicemi Milevská, Na Strži a Na Pankráci. Stavba nezaujme svou výškou, nýbrž technickým řešením, které kombinuje moderní prvky železobetonu a oceli s výslednou dominantou v podobě trojice třípodlažních 15 m dlouhých železobetonových konzol, zavěšených na předepnutých ocelových příhradových vaznicích.

Budova má sedm nadzemních a čtyři podzemní podlaží a celkově se rozkládá na ploše o výměře cca 82x75 m. Jelikož se však tento půdorysný tvar nevměstnal na stavební parcelu investora, bylo nutné část budovy vyvést nad sousední objekt budovy City Empiria (bývalý Motokov), a to právě prostřednictvím soustavy

tří trojic ocelových příhradových vazníků, které využívají předpínaná ocelová táhla. Aby byl efekt houpačky kompletní, byla na druhou stranu ocelových vazníků zavěšena čtyři podlaží vnitřní části objektu, a uvnitř tak vznikl rozlehlý otevřený prostor o rozloze 57x20 m pro konferenční sál. V nadzemní části jsou dále obchůdky, restaura-

ce a od 3. NP kancelářské prostory. Suterén je využíván pro parkovací stání, technické zázemí budovy a také jako vjezd do sousedního sesterského objektu City Element.

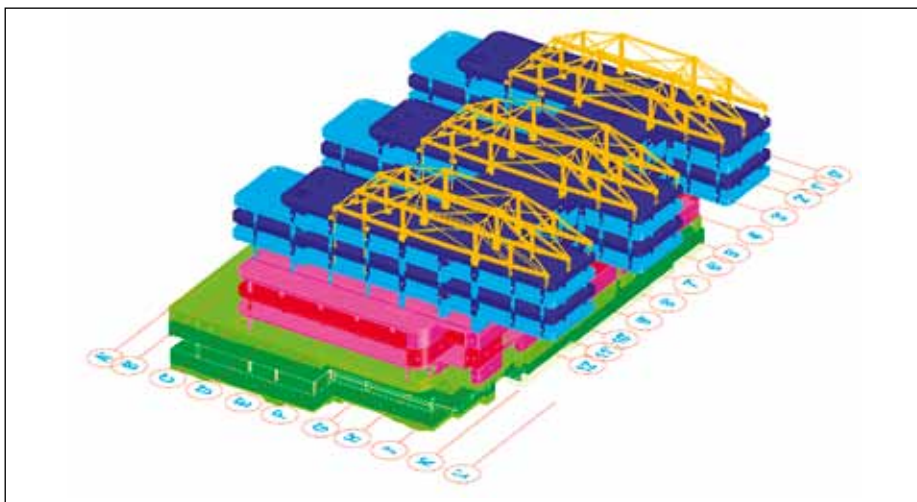
Konstrukční řešení

Nosnou konstrukci objektu tvoří železobetonový deskostěnový skelet, jenž je založen v kombinaci hlubinného a plošného založení. Vertikální nosné konstrukce tvoří sloupy a stěny různých průřezů a tloušťek, které jsou doplněny ocelovými předpínanými táhly a předpínanými ocelobetonovými sloupy.

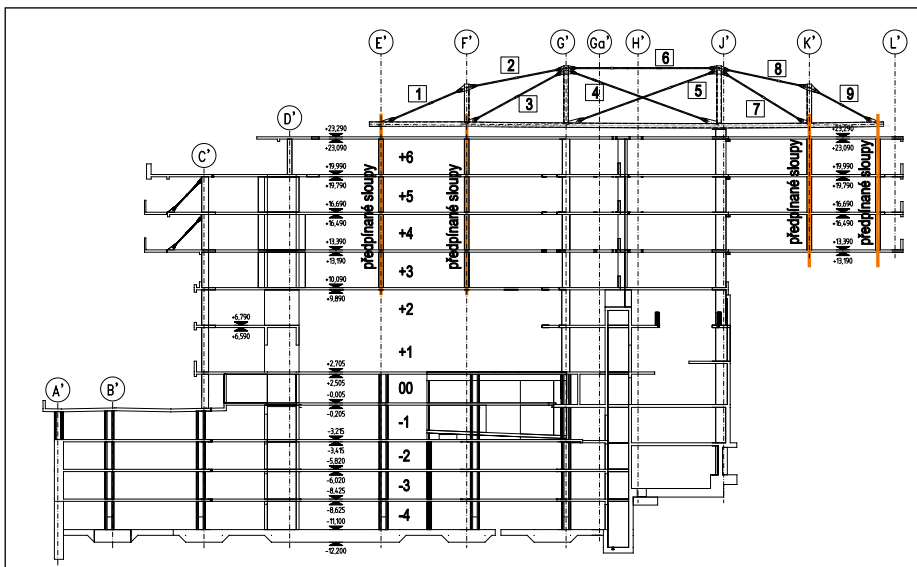
Stropní konstrukce v podobě železobetonových desek konstantní tloušťky jsou v nejexponovanějších místech zesíleny hlavicemi nad i pod deskou. U zastropení konferenčního sálu bylo použito i dodatečného předpínání, které využívají také masivní atiky nad pátým nadzemním podlažím. Naopak předem předepnuté dutinové panely posloužily pro konstrukci první nosné desky vykonzolované části objektu. Zde byly osazeny na ocelový rošt, který je zavěšen na střešní ocelové konstrukci. Ta následně vynáší všechna tři podlaží konzoly přes dodatečně předepnuté ocelobetonové sloupy. Na ose E a F jsou na ocelové konstrukci obdobným způsobem zavěšena čtyři podlaží nad konferenčním centrem.

Založení a spodní stavba

Většina hlavního objektu je založena plošně na základové desce o tloušťce 0,5 m z betonu třídy C30/37, která je pod sloupy a jádry zesílena hlavicemi. V místě největší koncentrace zatížení, tedy pod sloupy na ose G, které podpírají střešní ocelovou konstrukci, je tloušťka základové desky až 1,5 m a je provedena z betonu C40/50. U zesílených částí desky bylo pro horní vrstvu betonové směsi použito rozptýlených PE vláken pro eliminaci tvorby smršťovacích trhlin. Plošné založení je potom doplněno hlubinnými typy založení, a to velkopřůměrovými vrtanými pilotami na ose J v úrovni druhého suterénu, kdy bylo nutné se vyhnout stávajícím základům přilehlého objektu a přes piloty je zde doplněn masivní železobetonový roznášecí práh. Na ose 1 v úrovni přízemí pak velkopřůměrové piloty vynášejí částečně překonzolované trámy, z kterých na konci šikmo vybíhají kruhové sloupy podpírající rozšiřující se části budovy nad přízemím. Pro změnu mikropilot je užito na ose G/11 na okraji budovy, jelikož zde nebyla dostatečná únosnost podlaží. Skupina 22 mikropilot s převázkou byla provedena i uvnitř sousedního objektu na ose J/9, kde je založen jeden ze sloupů podpírajících střešní ocelovou konstrukci. Pro tento sloup bylo nutné připravit speciální ztracené ocelové bednění, které bylo na armokoš sloupu navlečeno skrz soustavu sprin-



Obr. 1: Axonometrie objektu



Obr. 2: Řez objektem v ose 8'



Obr. 3: Kotevní bod sloupu nad 2. NP



Obr. 4: Výztuž trámu nad 2. NP s prostupy pro ukotvení táhel M42



Obr. 5: Předpinací výztuž a kotevní deska sloupu nad 2. NP

klorových potrubí budovy Empirie. Část hlavní základové desky je také přikotvena pomocí tahových mikropilot GEWI proti vzlaku. Suterénní konstrukce jsou navrženy jako tzv. bílá vana s tloušťkou obvodových stěn 400 až 600 mm.

Vertikální nosné konstrukce suterénu tvoří šestice schodišťových šachet, které jsou doplněny šachtami výtahovými. Sloupy jsou kruhové či oválné z betonu C40/50, pro nejvíce namáhané sloupy na ose G byl použit beton třídy C60/75.

Vrchní stavba

V úrovni přízemí dochází k první významné změně půdorysných rozměrů, kde budova již nad jižní částí v místě os A–C nepokračuje, zato se však rozšiřuje směrem na východ a na západ. Na západě probíhá rozšíření přes již zmiňované šikmé sloupy nad pilotovými převážkami, na straně východní bylo nutné se vypořádat s rozšířením nad stávající sprinklerovnu, která bránila standardnímu založení rozšířené části objektu. Jako nejvhodnější byla nakonec zvolena varianta výměny zeminy nad sprinklerovnou za odlehčený materiál a provedení nosné podlahové desky přízemí s opřením o sprinklerovnu s vloženým částečně stlačitelným materiálem, který eliminoval přetížení sprinklerovny od sednutí hlavního objektu. Zbýlé dvě stropní desky nad sprinklerovnou byly vyneseny přes předepnutá táhla Macalloy M42 do stropních trámů nad 2. NP a šikmých sloupů. Šikmé sloupy a trámové výměny nejsou pro řešení změn dispozice užívány v objektu ojediněle, spíše naopak.

Pro vytvoření dostatečného volného prostoru a architektem požadované dispozice pro konferenční sál v úrovni prvního a druhého přízemí bylo nutné vynechat 17 sloupů. Z toho 14 přímo v konferenčním centru, dva v přilehlých



Obr. 6: Svislé táhlo M42



Obr. 7: Zdvhací lisy pod dočasným sloupem



Obr. 8: Dočasná ocelová konstrukce ve 2. NP (konferenční sál)



Obr. 9: Napojení sloupu mimo desku



Obr. 10: Kotevní body, trámy a šikmé sloupy ve 2. NP



Obr. 11: Výztuž sloupu 6. NP s přepravkou



Obr. 12: Výztuž pod kotevním bodem na ose K



Obr. 13: Napojení výztuže u sloupu na konzole



Obr. 14: Osazování svislice vazníku

prostorách a jeden před vjezdem do autovýtahu. Právě funkci těchto sloupů supluje střešní ocelová superkonstrukce, avšak tu zatím nebylo na co postavit. Bylo tedy nutné nahradit oněch 17 sloupů dočasnými podporami, které přenášely síly o velikosti až 2450 kN. Podpůrná konstrukce musela být vhodně uzpůsobena tak, aby byla výškově rektifikovatelná pro případné vyrovnání poklesů v základové spáře či potřebné srovnání v průběhu výstavby a zároveň, aby umožnila měření přenášených sil v dané podpoře. Díky řešení Metrostavu a jeho následné optimalizaci, kdy se využilo kombinace ocelových sloupů, výměn a již hotových železobetonových prvků, vznikl podpůrný systém, kdy pouze na dvou místech bylo nutné konstrukci opřít až o základovou desku. Budoucí konferenční sál tak na půl roku obsadili první nájemníci v podobě profilů HEB1000, svařovaných rámců z HEA profilů a stabilizačních prvků. Na tyto konstrukce byly následně umístěny tzv. „komory“ pro osazení hydraulických zdvihacích lisů a ocelových HEB sloupů, které již

podpíraly přímo budoucí strop nad 2. NP a zbylou nadzemní část budovy. Další výstavba tedy mohla pokračovat.

V místech vynechaných 17 sloupů v sále a jednoho sloupce u autovýtahu bylo dle přesného geodetického zaměření osazeno 18 kotevních ocelových desek s rozměry 500x500x70 mm, které byly opatřeny navařenými závitovými tyčemi a zárodky ocelových trubek, na něž byly po betonáži stropní desky navařeny svislé ocelové trubky sloužící jako kanálky pro vedení předpínací výztuže sloupů. Na závitové tyče byly přes Lenton spojky napojeny pruhy měkké výztuže sloupů vždy přes dvě podlaží. Tyto sloupy byly následně betonovány samozhutnitelným betonem pevnostní třídy C40/50 s maximálním důrazem na jejich svislost kvůli pozdějšímu předpínání. Jelikož ve 3. NP dochází k další změně dispozice a budova pokračuje již jen na podnoží připomínající písmeno „E“ a tedy i sloupy vynášející stropní desku nad 2. NP jdou jen v intencích tohoto redukovaného půdorysu, bylo nutné překlenout rozpon mezi těmito

„prsty“, který činí 14 m. K tomu bylo využito v pruzích zesílených stropních desek o tloušťce zesílení 350 mm, skrz které byly vedeny soustavy pětilanných plochých kanálků předpínací výztuže systému Vslab od VSL. Kabely byly předepnuty jednostranně z dočasných otvorů. Vzhledem k extrémní vyztuženosti bylo pro zřízení přístupu k aktivním kotvám využito opět závitových spojek Lenton.

Od čtvrtého nadzemního podlaží se budova opět rozšiřuje, a to jak na jih, tak na sever. Na jihu z budovy vyběhají 5 m dlouhé konzoly, které ve 4. a 5. NP vynášejí boční železobetonové parapety a středová šikmá předepnutá táhla Macalloy M56. V 6. NP je konzola vynášena pomocí masivních obvodových dodatečně předpínaných parapetů. Pro předepnutí sedmilanných kabelů byly v parapetech vynechány dočasné niky. Na straně severní se budova nafukuje o trojici konzol mezi osami J-L, ty však mohly být realizovány až po dokončení 6. NP a osazení střešní ocelové konstrukce. Na 18 sloupů na osách E a F s Lenton



Obr. 15, 16: Osazování táhel na vazníky



Obr. 17: Jižní konzoly s jeřábem

spojkami na výztuži a ocelovými trubkami byly osazeny ocelové kotevní svařence, tzv. „přepravky“, přes které je železobetonová konstrukce na těchto osách zavěšena na konstrukci ocelovou. Po betonáži stropní desky následovalo osazení 18 kotevních boxů, budoucích podpor vazníků, na osách G a J. Pro přesné osazení kotevních boxů bylo nezbytné vyvázat a přesně do bednění osadit již výztuž sloupů 6. NP. Přípravou pro každý kotevní box totiž bylo 8 (v krajních osách 10) zabetonovaných závitových tyčí M30 přímo propojených se svislou betonářskou výztuží sloupů pomocí Lenton spojek. Pro docílení maximální přesnosti byly použity ocelové šablony, dle kterých bylo zároveň možné vytvořit kotevní jamky pro trny přivařené k dolní straně kotevních boxů. Po přesné výškové, směrové a horizontální rektifikaci kotevních boxů o hmotnosti cca 2,5 tuny, bylo kotvení zalito vysokopevnostní plastmaltou. Po jejím zatuhnutí byly dotaženy matice, osazeny speciální izolační desky, horní část kotevního boxu a válcová ložiska v ose J. Trny tak přenášejí smyková namáhání v kotvení a závitové tyče tahové síly.

Ocelová konstrukce a realizace vykonzolované části

Tři trojice vazníků nad jednotlivými sekcemi staticky působí jako prostý nosník s převislými konci. Na ose G jsou uloženy kloubové a na ose J kloubové s umožněním posunu v podélném směru vazníku. Vazníky jsou tvořeny dolním 44 m dlouhým pasem uzavřeného průřezu, kloubově připojenými truhlíkovými sloupy výšky 3,2 resp. 5,2 m a dvojicemi, resp. trojicemi předpjatých konstrukčních táhel Macalloy 520 v dimenzích M76, M90 a M100 ve statické funkci horních pasů a diagonál. Dolní pas má mírně konvexní tvar (konce jsou nadvýšeny), což zajišťuje celkovou stabilitu vazníku proti vybočení z jeho

roviny. Vazníky jsou ve vybraných rovinách propojeny trubkovými diagonálami a horizontálními rozpěrami. Prvky nosné konstrukce byly navrženy z konstrukční oceli S460 (pasy), resp. S355, doplňkové konstrukce z oceli S235.

Na kotevní boxy na střeše byly nejprve osazeny celé dolní pasy otočené o 180°, aby montáž severní části vazníků probíhala nad budovou. Po nastrojení dvojice svislic a šikmých táhel byl vždy vazník zvednut, otočen a osazen do finální polohy. Následovalo osazení zbylých svislic a táhel. V tuto dobu také probíhalo předpínání železobetonových sloupů na osách E a F, které byly přes „přepravky“ a krátká táhla Macalloy spojeny s dolním pasem ocelové konstrukce.

Manipulace s vazníky probíhala pomocí obřího mobilního pásového jeřábu LR1750 ve specifikaci SDWB S42, W77, D35 s celkovou délkou výložníku 119 m. Samotný jeřáb v této sestavě s maximální protiváhou použitou při montáži superkonstrukce vážil cca 1000 tun. Po dokončení montáže vazníků, byly na osách K a L pomocí vahadla osazeny obdobné přepravky jako na osách E a F s navařenými trubkami TR 194/25 o délce 9 m. Po jejich zafixování do předepsané pozice byly na konce trubek osazeny ocelové rošty, které sloužily jako podpory předpínaným dutinovým panelům, na které byla osazena výztuž a provedena nabetonávka pro celkové ztužení prvního podlaží. Na ose J byl ocelový rošt kloubově spojen s hlavní budovou. Zbýlá tři patra konzoly již byla prováděna standardním způsobem. K ocelovým trubkám byla přes závitové spojky doplněna ohybová výztuž sloupů na celou výšku konzoly a stropní desky byly k hlavní budově napojeny přes ozub. Po betonáži druhé stropní desky následovala technologická přestávka, kdy byla částečně dopnuta střešní ocelová táhla a konzola byla přizvednuta. Po dokončení střešní desky byly

kotevní přepravky podlity vysokopevnostní plastmaltou, skrz trubky byla protažena předpínací výztuž a sloupy byly předepnuty a zainjektovány. Předpínací výztuž tak přebrala roli závěsů. Pro předpínané sloupy na osách E, F, K, L byly dle potřeby použity svazky s počtem 8 až 15 lan ve specifikaci Y1860 S7, tento typ výztuže byl použit v celém objektu.

Předpínání ocelové konstrukce, zdvih konzoly a hlavního objektu

Montáž a předpínání táhel ocelových příhradových nosníků probíhalo pod vedením firmy Excon, a. s., ve třech hlavních etapách pro každou trojici vazníků. Všechny 257 táhel bylo opatřeno tenzometry v konfiguraci plného můstku tak, aby bylo možno táhla řízeně předpínat a zároveň monitorovat změny sil ve všech fázích montáže a výstavby.

První etapa zahrnovala montáž táhel a vnášení sil (do 100 kN) řetězovými klíči před započítím betonáže objektu zavěšeného na osách K a L. Cílem první etapy bylo vnesení sil do táhel tak, aby nelineární složka tuhosti táhla nepřesahovala 5 % a výchozí nadvýšení dolního pasu vazníku bylo cca 20 mm v osách K a L. U táhel č. 4, 5, 6 a 8 nebylo možno dosáhnout dostatečného předpětí bez výrazného zdeformování dolního pasu vazníku. Proto musela být tato táhla podepřena provizorními stojkami až do dosažení síly zajišťující jejich lineární chování. Díky tomu bylo možno použít geometricky lineární výpočtový model ve všech fázích výstavby. Po aktivaci táhel vazníků byla u os E a F konstrukce přes kyvná táhla M85 spojena s železobetonovou konstrukcí, jejíž sloupy byly předepnuty předpínacím kabelem jdoucím skrz trubky v železobetonových sloupech.

Poté byla na vyvýšených ocelových roštích, také nadvýšených na volných koncích o cca



Obr. 18: Kotevní box s válcovým ložiskem na ose J



Obr. 19: Staveniště v době výstavby konzol



Obr. 20: Otáčení vazníku



Obr. 21: Stabilizace závěsu na konzole



Obr. 22: Dutinové panely s výztuží a ocelovým roštem



Obr. 23: Napojení ocelové konstrukce na železobeton na ose L



Obr. 24: Předpínání táhel



Obr. 25: Otevřený prostor ve 2. NP

20 mm, zahájena betonáž objektů v osách K a L. Po dokončení dvou podlaží konzol byla v rámci 2. etapy dopnuta táhla 1 a 3 na hodnoty cca 350 kN a srovnány nerovnoměrnosti v rozložení sil ve dvojicích, resp. trojicích sil v táhlech vazníků a v závěsech M85. Zvýšena byla i síla v táhlech č. 4, která se při betonáži povolují.

Třetí a závěrečná etapa předpínání táhel byla provedena po dokončení betonáže objektu zavěšeného v osách K a L. Cílem bylo vyzdvižení železobetonových konstrukcí v osách E a F z provizorních podpěr, které mohly být následně demontovány a odvezeny, a zdvih vyvěšených železobetonových konstrukcí v osách K a L, které v průběhu betonáže poklesly o cca 60 mm, tedy na úroveň -40 mm. Předpínáním v této etapě bylo kromě vyzdvižení objektů na obou stranách dosaženo také výpočtem předpokládané příznivé redistribuce vnitřních sil v železobetonové konstrukci a optimalizace rozložení sil v táhlech vazníků. Nejprve byla povolena táhla č. 4 v osách 3', 5', 7' a 9' na hodnotu 50 kN tak, aby byla vytvořena rezerva pro výslednou maximální sílu v táhle po předepnutí. Poté byla v každé trojici vazníků předepnuta táhla č. 1 a 3 (až 1800 kN) v jednom nebo dvou krocích hydraulickým zařízením technotensioner. Současně byla průběžně dotahována táhla č. 5, protože se při dotahování táhel č. 1 a 3 průběžně povolovala. Na závěr byla doladěna geometrie objektů vyvěšených v osách K a L dopnutím některých táhel č. 7 a 9. Předpínací postup byl pro každou trojici táhel teoreticky připraven na tzv. ladičce. Jedná se o interaktivní excelovskou aplikaci, jejímž základem je vztahová matice vzájemného ovlivňování všech táhel v rámci jedné trojice vazníků, která se vytvoří vnesením jednotkových sil do každé dvojice, resp. trojice táhel a záznamem změn ostatních táhel ve svislém sloupci matice. Předpínací po-

stup se pak dá s použitím „ladičky“ jednoduše optimalizovat bez provádění výpočtů na výpočtovém modelu konstrukce a umožňuje rychlou reakci při potřebě úpravy předpínacího postupu v průběhu předpínání. V třetí fázi byla konstrukce opět nadvýšena o cca 20 mm, aby po vnesení všech zbylých stálých a části proměnných zatížení zaujala železobetonová konstrukce výsledný statickým výpočtem předpokládaný tvar.

Závěr

Výsledkem snahy a práce týmu architektů, statických, projektantů a prováděcích firem je moderní a technicky zajímavá budova, která zaujímá své důstojné místo na Pankrácké pláni.

ROSTISLAV MAZÁČ, MILOSLAV SMUTEK,
VLADIMÍR JANATA

foto archiv autorů

Ing. Rostislav Mazáč (*1984) absolvoval Stavební fakultu ČVUT, obor konstrukce pozemních staveb. Pracuje ve firmě RECOC, s. r. o., jako projektant-štitik.

Ing. Miloslav Smutek, Ph.D., (*1952) na Stavební fakultě ČVUT absolvoval obor pozemní stavby, postgraduální studium oborů stavební mechanika a betonové konstrukce a na Stavební fakultě VŠB-TU Ostrava doktorské studium teorie konstrukcí. Je externím vyučujícím na Fakultě architektury ČVUT a Fakultě architektury VŠUP. Je jednatelem a ředitelem firmy RECOC, s. r. o.

Ing. Vladimír Janata, CSc., (*1953) absolvoval Fakultu stavební ČVUT v Praze v roce 1977. Pracuje ve firmě Excon, a. s., jako vedoucí projektu.



Obr. 27: Montáž fasády