



▲ Obr. 1 Trimaran, vizualizace

Trimaran – komerční a kongresové centrum, Praha 4, Pankrác



Ing. Rostislav Mazáč

Absolvent FSv ČVUT v roce 2010. Od roku 2007 působí ve společnosti RECOC spol. s r.o., kde se podílí na řadě projektů, např. Svět Techniky – Ostrava, Český Institut Informatiky Robotiky a Kybernetiky CIIRC – budova B, Trimaran – kongresové centrum, City Element. E-mail: rostislav.mazac@recoc.cz



Ing. Vladimír Janata, CSc.

Absolvent FSv ČVUT. V roce 1990 založil s kolegy projektovou firmu EXCON, a.s. K jeho stěžejním projektům patří např. zastřešení Sazka arény v Praze, ocelové konstrukce pro Trojský most, přeměna plynového ve Vítkovicích na multifunkční aulu, Trimaran – kongresové centrum. Specializuje se na předpjaté ocelové konstrukce. E-mail: janata@excon.cz



Ing. Matěj Krupa, IWE

Absolvent FSv ČVUT. Od roku 2009 působí ve společnosti Metrostav a.s., kde zajišťuje realizaci ocelových konstrukcí a spolupracoval např. na projektech Trojský most, Trimaran – kongresové centrum, Residence Sacre Coeur II, železniční mosty, elektrárna Pruněřov apod. E-mail: matej.krupa@metrostav.cz

Článek pojednávající o návrhu a realizaci nové administrativní budovy Trimaran je rozdělen do dvou hlavních částí. První je zaměřena na návrh a výstavbu železobetonové části budovy, která je přímo závislá na střešní ocelové superkonstrukci detailněji popsané v druhé části článku.

Novostavba Trimaran – komerční a kongresové centrum (obr. 1) je situována v Praze na Pankráci mezi ulicemi Milevská, Na Strži a Na Pankráci. Budova má čtyři podzemní a sedm nadzemních podlaží a její celkový půdorysný průmět dosahuje rozměrů až 82 × 75 m. Část půdorysu nadzemních podlaží je vyvýšena nad sousední budovu konferenčního centra City Empiria (bývalý Motokov). Tohoto efektu bylo dosaženo zavěšením trojice třípodlažních výběžků administrativní části budovy na tři trojice příhradových ocelových předpínaných vazníků, které jsou uloženy na hlavním středovém železobetonovém traktu jako prosté nosníky.

Protiváhu této vykonzolované části zajišťuje na druhé straně vazníků čtyřpatrový železobetonový skelet, který je na ocelové konstrukci rovněž zavěšen. Výsledkem této obří „houpačky“ jsou 15 m dlouhé konzoly tří objektů na straně jedné a otevření prostoru uvnitř objektu o rozměrech 57 × 20 m pro konferenční sál na straně druhé. Příhradové střešní vazníky mají truhlíkové dolní pasy a svislice. Diagonály a horní pas jsou tvořeny dvojicemi, respektive trojicemi předpjatých konstrukčních táhel Macalloy 520 o celkovém počtu 257 kusů. Celková hmotnost příhradových vazníků činí cca 704 t,

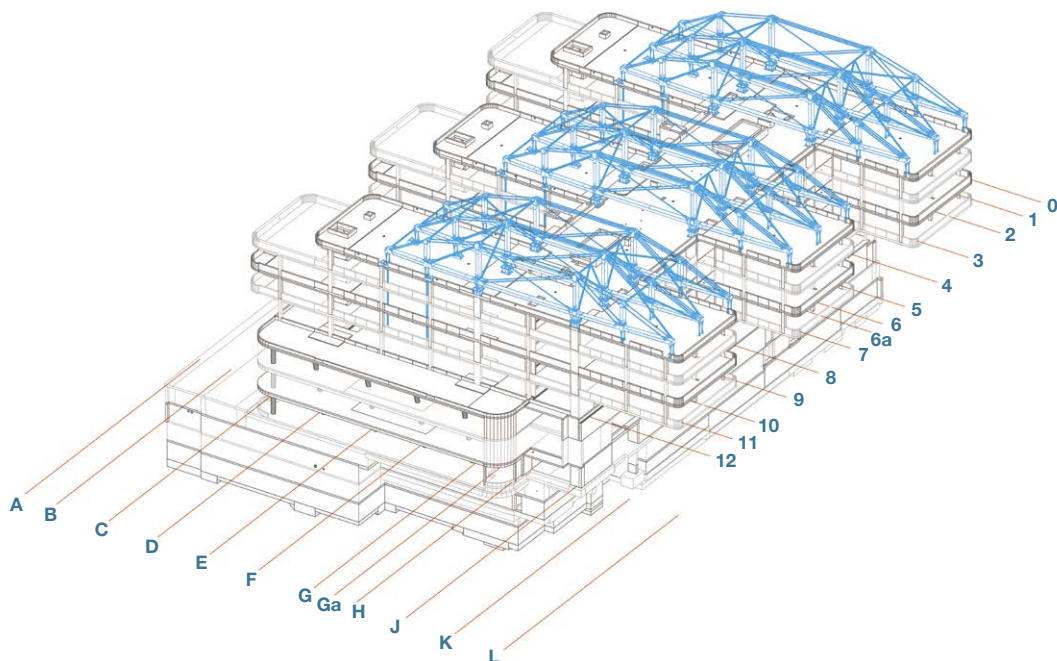
z toho hmotnost vlastní OK je 582 t, táhel Macalloy pak 122 t, délka vazníků je 44 m a výška cca 8 m.

Železobeton – dispozice a konstrukční řešení

Budova je založena v kombinaci plošného a hlubinného založení, kdy jsou jako hlubinné základy využity jak velkopřůměrové vrtané piloty, tak mikropiloty a lokálně i tažené mikropiloty. Základová deska na úrovni -12 m je v základní tloušťce 500 mm s lokálním zesílením hlavicemi, které v nejexponovanějších místech pod hlavními nosnými sloupy na ose G dosahují tloušťky až 1,5 m. Suterén je řešen jako vodonepropustná konstrukce, tzv. bílá vana, a jsou v něm umístěny zejména garáže a technické zázemí. Podél osy A, kde budova přiléhá k objektu existujících garáží Panorama a sesterské novostavbě City Element, se kterou je komunikačně propojena, je základová deska kotvena k podloží 33 tahovými mikropilotami, které zachycují síly od vzlaku spodní vody v souladu s její extrémní hladinou. Tlačených mikropilot je užito v ose G/11, kde ve dvou výškových úrovních zachytávají přes železobetonové sloupy svislé síly pod krajním ocelovým vazníkem.

V úrovni 2.PP dochází k první půdorysné změně objektu, kdy se suterén rozšiřuje až k ose J, která již bezprostředně přiléhá k sousední budově Empiria. Jelikož byly základové konstrukce budovy Empiria v kolizi se základovými konstrukcemi Trimaranu, byly v místě mezi stávající železobetonové patky vyvrtány velkopřůměrové piloty průměru 1,2 m, přes které byl proveden masivní železobetonový práh vynášející svislé konstrukce na ose J. Toto řešení však bylo možné pouze mezi osami J/1–8. Na ose J/9, kde je veden komunikační kanál mezi Empirií a přilehlou sprinklerovnou, bylo nutné sloup založit uvnitř sousední stavby, a to na skupině 22 mikropilot s železobetonovou převázkou. Sloupy na osách J/10 a J/11 jsou potom založeny až na úrovni ±0,000 na skupinách velkopřůměrových pilot. V úrovni přízemí dochází také k další významné půdorysné změně tvaru, kdy na jižní straně mezi osami A–C již v nadzemní části budova nepokračuje (obr. 2), zato se však rozšiřuje směrem na západ a také na východ. Západním směrem se budova rozšíří o cca 7 m. Toto rozšíření je založeno také na velkopřůměrových pilotách. Ty však byly zhotoveny v pozicích neodpovídajících finální architektově představě o dispozici, a proto bylo nutné přes tyto piloty navrhnout železobetonové vykonzolované trámy, které na svých koncích podpírají šikmé sloupy umožňující maximální rozšíření půdorysu na západ.

Východním směrem se budova rozrůstá zhruba o 6 m nad přiléhající sousední sprinklerovnu. V tomto případě bylo opět nutné vyřešit založení této části. Prvotní úvahu provést sloupy skrze sprinklerovnu a založit je na skupinách mikropilot její majitel odmítl a variantu s předpínanými výměnami zhatily terénní úpravy kolem budovy. Nakonec bylo rozhodnuto odtěžit zeminu ze stropní desky sprinklerovny, nahradit ji lehkým materiálem a základovou/podlahovou desku přízemí opřít právě o sprinklerovnu s vložením stlačitelného



▲ Obr. 2 Axonometrie celého objektu

materiálu vyrovnávajícího případné celkové sedání budovy. Zbývající trojice stropních desek nad touto částí půdorysu je vynášena šikmými sloupy, které jsou spojeny s deskou nad 2.NP průvlaky, ze kterých jsou spuštěna dodatečně předepnutá táhla Macalloy M42 nesoucí stropní desky nad přízemím a 1.NP (obr. 3). Šikmých sloupů v kombinaci s trámovými výměnami je v budově využíváno poměrně často k vyřešení změn dispozice mezi jednotlivými podlažími.

V 1. a 2.NP se nachází konferenční sál se zázemím. Pro vytvoření dostatečného volného prostoru bylo nutné odstranit čtrnáct sloupů v rozsahu dvou pater procházejících přímo konferenčním sálem, dva sloupy z přilehlých prostor a jeden sloup před vyústěním autovýtahu. Celkem bylo tedy vynecháno sedmnáct sloupů na osách E a F, jejichž funkce byla nahrazena střešní ocelovou superkonstrukcí, která zbylou nadzemní část budovy nad konferenčním sálem vynáší. Jelikož se však nosná betonová konstrukce stavěla zdola nahoru, bylo nutné dočasně funkci sloupů suplovat provizorní ocelovou konstrukcí (obr. 4), která právě oněch sedmnáct sloupů dočasně nahradila. Předpokládané síly do sloupů provizorní podpůrné konstrukce se pohybovaly v rozmezí 1400–2450 kN. Konstrukce musela být uzpůsobena pro měření zatížení v jednotlivých místech podepření a současně umožnit výškovou rektifikaci pro případné poklesy v základové spáře a stlačení konstrukcí.

▼ Obr. 3 Šikmý sloup podpírající průvlak se závěsem Macalloy M42 ve 2.NP





▲ Obr. 4 Provisorní podpůrná konstrukce po vyzrání betonu a demontáži bednění stropu

Metrostav a.s. tak přišel s ideou zkombinovat systém ocelových sloupů a převázek a využít již hotových železobetonových konstrukcí pro přenos svislého zatížení do základů. Optimalizací tohoto návrhu bylo dosaženo systému, kdy bylo nutné provést pouze dvojici provizorních podpor až na základovou desku. Montáž provizorního podepření probíhala od spodních pater směrem vzhůru a v každém patře byly podpory řádně aktivovány. Lokálně se využívalo i odvrtní stropních desek, aby tyto desky nebyly součástí systému podepření a eliminoval se tak efekt dotlačení podpor. Ve finále pak bylo možno zhlédnout na podlaže konferenčního centra převážky z profilů HEB 1000 či ocelový rám svařený z HEA profilů, které byly vyztuženy žebry a stabilizačními prvky. Na tyto horizontální konstrukce se následně osadily tzv. komory pro osazení zdvihacích hydraulických lisů a na ně ocelové sloupky sahající až pod budoucí strop nad 2.NP. Hydraulické lisy i komory musely mít únosnost a zdvihací kapacitu minimálně 2500 kN. Celková hmotnost provizorního ocelového podepření tak dosáhla více než 70 t.

Poté již nic nebránilo pokračování výstavby běžným způsobem. Na zhlaví sedmnácti ocelových sloupů a jednoho sloupu v prostoru autovýtahu bylo osazeno osmnáct ocelových kotevních desek rozměrů 500 × 500 × 70 mm, které byly rektifikovány podle přesného geodetického zaměření (obr. 5). Tyto kotevní desky byly opatřeny zárodkem ocelové trubky, jež sloužila jako chránička předpínací výztuže, a také závitovými tyčemi sloužícími k napojení měkké ohybové výztuže sloupů přes spojky Lenton. Postup výstavby sloupů v dalších podlažích tedy probíhal tak, že se nejprve navařila středová ocelová trubka sloužící jako chránička budoucího předpínacího kabelu, následně se našroubovaly pruty výztuže přes spojky Lenton, osadily se třmínky a proběhla betonáž. Trubky a pruty výztuže se osazovaly na výšku dvou pater. Velká důležitost byla kladena na svislost napojovaných trubek z důvodu pozdějšího vkládání

▼ Obr. 5 Kotevní desky se zárodky trubek, závitovými tyčemi a trasovanými kabely VSL



předpínacích lan a samotného předpínání sloupů.

V rámci 3.NP došlo k další významné úpravě půdorysu. Toto podlaží již tvoří pouze půdorys ve tvaru písmene E a trojice „prstů“ zabíhá jižním směrem nad konferenční sál až po osu C. Mezi těmito „prsty“ kancelářské části budovy tak vznikají nad konferenčním sálem prostory pro venkovní terasy. Pro překlenutí těchto částí konstrukce s rozponem 14 m

se využilo lokálně zesílených stropních desek tloušťky 350 mm a systému dodatečně předpínaných plochých pětilanných kabelů VSL. Kabely byly předepnuty jednostranně z dočasných prostupů. Ty byly následně zabetonovány.

Čtvrté NP je poslední podlaží, kde se tvar konstrukce mění zásadním způsobem. Jižním směrem vybíhají z budovy 5 m dlouhé konzoly (obr. 6), které jsou částečně součástí interiéru a jsou zakončeny 2 m dlouhými balkony. Konzoly jsou po stranách vynášeny železobetonovými parapety, uprostřed konzol je pak využito šikmých táhel Macalloy M56, které byly přes ocelové svařence spojeny se stropní deskou i železobetonovými sloupky a dodatečně předepnuty. Balkony jsou napojeny přes isonosníky. Jelikož je 6.NP na jižní straně zredukováno pouze po osu D a na vzniklých terasách nebylo možné použít šikmá táhla Macalloy, bylo nutné vyřešit vynesení poslední stropní desky nad touto vykonzolovanou částí. Jako nejvhodnější varianta byla zvolena stropní deska podporovaná dodatečně předpínanými obvodovými atikami. Dvojice podélných atik i kolmá koncová atika příčná jsou předepnuty sedmilannými kruhovými kabely VSL. Celá jižní část byla podepřena až do doby předpnutí atik nad 5.NP. Následně byla předepnuta táhla Macalloy M56 od shora dolů a konstrukce mohla být odstojkována.

Od 4.NP zároveň z hlavní části budovy vybíhají tři patnáctimetrové vykonzolované části budovy směrem na sever mezi osami J–L, které jsou zavěšeny na střešní ocelové superkonstrukci (obr. 24). Aby však tato část budovy mohla být provedena, bylo nejprve nutné dokončit hlavní železobetonovou část budovy a osadit střešní vazníky.

Na osmnáct sloupů s vnitřními ocelovými trubkami a výztuží se spojkami Lenton na osách E a F byly nad posledním podlažím osazeny ocelové kotevní svařence, tzv. přepravky (obr. 7), přes které je železobetonová konstrukce na těchto osách zavěšena

▼ Obr. 6 Rozšíření budovy jižním směrem





▲ Obr. 7 Osazení přepravy se závitovými spojkami výztuže

na konstrukci ocelovou. Dalším krokem bylo osazení osmnácti kotevních boxů (obr. 9), budoucích podpor vazníků, na osách G a J, které však bylo možné namontovat až po betonáži střešní konstrukce. Na přesnost osazení kotevních boxů měla vliv již přesnost betonáže, respektive vyvázání a osazení výztuže do bednění sloupů v nižším podlaží. Přípravou pro každý kotevní box totiž bylo osm (v krajních osách deset) zabetonovaných závitových tyčí M30 přímo propojených se svislou betonářskou výztuží sloupů spojkami Lenton (obr. 8). Aby se docílilo přesných roztečí závitových tyčí, byly při betonáži použity šablony, podle kterých bylo zároveň možné vytvořit kotevní jamky pro trny přivařené k dolní straně kotevních boxů. Každý kotevní box o hmotnosti cca 2–2,5 t bylo nutné urovnat výškově, směrově a v přesné horizontální rovině a následně podlít vysokopevnostní plastmaltou. Po jejím zatuhnutí byly dotaženy matice, osazeny speciální izolační desky, horní část kotevního boxu a válcová ložiska v ose J.

Ocel – dispoziční a konstrukční řešení

Tři trojice vazníků mezi osami 1–3, 5–7 a 9–11 (obr. 10), staticky působící jako prostý nosník s převýslými konci, jsou uloženy na středním traktu budovy u osy G kloubově a u osy J také kloubově s umožněním posunu v podélném směru vazníku (obr. 9). Vazníky jsou tvořeny dolním truhlíkovým pasem 44 m dlouhým a truhlíkovými svislicemi výšky 3,2 m, respektive 5,2 m kloubově připojenými a dvojicemi, respektive trojicemi předpjatých konstrukčních táhel Macalloy 520 v dimenzích M76, M90 a M100 jako horní pasy a diagonály (obr. 12). 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), respektive S355, doplňkové konstrukce z oceli S235.

Výroba ocelových konstrukcí probíhala ve výrobě Metrostav a.s., divize 3, provoz ocelových konstrukcí v Horních Počernicích. Některé

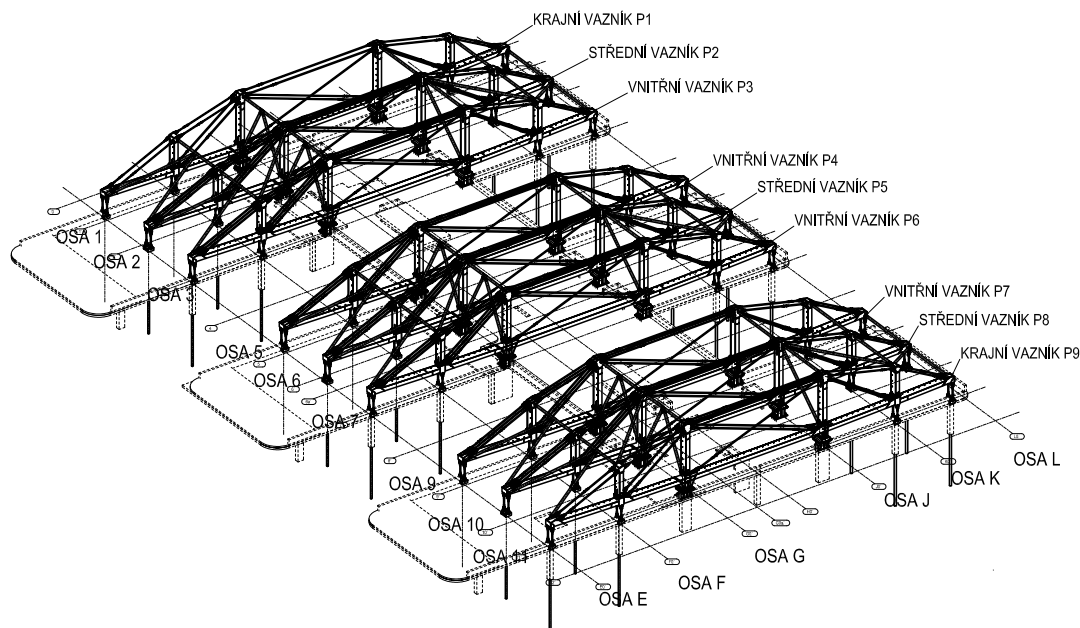


▲ Obr. 8 Příprava pro kotevní bod kotevního boxu



▲ Obr. 9 Kotevní box v ose J s umožněním podélného posunu

dílní části byly zajištěny subdodavatelsky. Dolní pasy vazníků o délce téměř 44 m mají truhlíkový průřez o rozměrech 750 × 400 mm. Nejprve byly sestaveny složité kotevní uzly (obr. 11), které byly následně propojeny přímými částmi. Před finálním svařením byly podle geodetického zaměření kotevních boxů na stavbě a podle přepočtů svařových mezer korigovány délky jednotlivých částí, aby bylo dosaženo požadovaných rozměrů jednotlivých dolních pasů. Jejich hmotnosti se podle typu pohybovaly mezi 30–35 t. Sloupky jsou také truhlíkového průřezu 750 × 400 mm. Nejprve byly svařeny složité hlavy, které byly následně spojeny dříkem. Hmotnost sloupů se podle výšky (3,2 až 5,2 m) pohybovala mezi 2,0–4,8 t. Velké nároky byly kladeny na kontrolu svarů, souosost ok pro táhla a protikorozi ochranu.



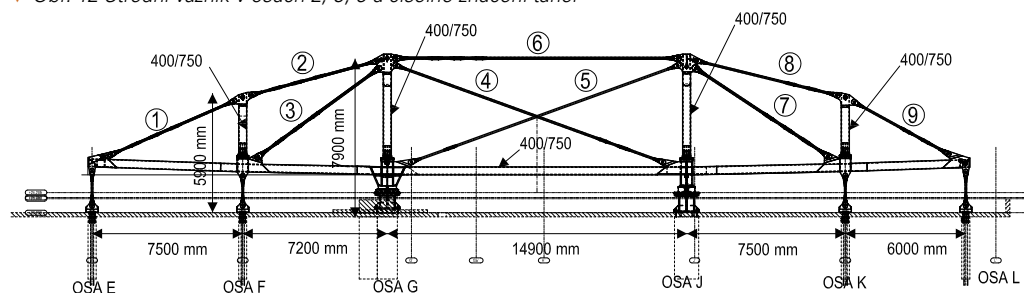
▲ Obr. 10 Axonometrie ocelové superkonstrukce



▲ Obr. 11 Kotevní uzel dolního pasu

Vzhledem k požadavku stavby na maximální zkrácení délky montáže superkonstrukce bylo rozhodnuto o dopravě a montáži dolních pasů vazníků vcelku (obr. 14). To vyžadovalo nasazení největšího jeřábu svého typu v České republice. Jednalo se o mobilní pásový jeřáb LR1750 ve specifikaci SDWB S42, W77, D35 s celkovou délkou výložníku 119 m a použitím přídavné balastpalety s dalšími 250 t protiváhy. Poměr velikosti budovy Trimaran a dané sestavy jeřábu LR1750 znázorňuje obr. 13. Samotný jeřáb v této sestavě s maximální protiváhou použitou při montáži superkonstrukce vážil cca 1000 t. Montáž jeřábu trvala čtyři dny, ve kterých bylo nutné smontovat

▼ Obr. 12 Střední vazník v osách 2, 5, 9 a číselné značení táhel



nespočet dílů dopravených na 44 nákladních vozidlech.

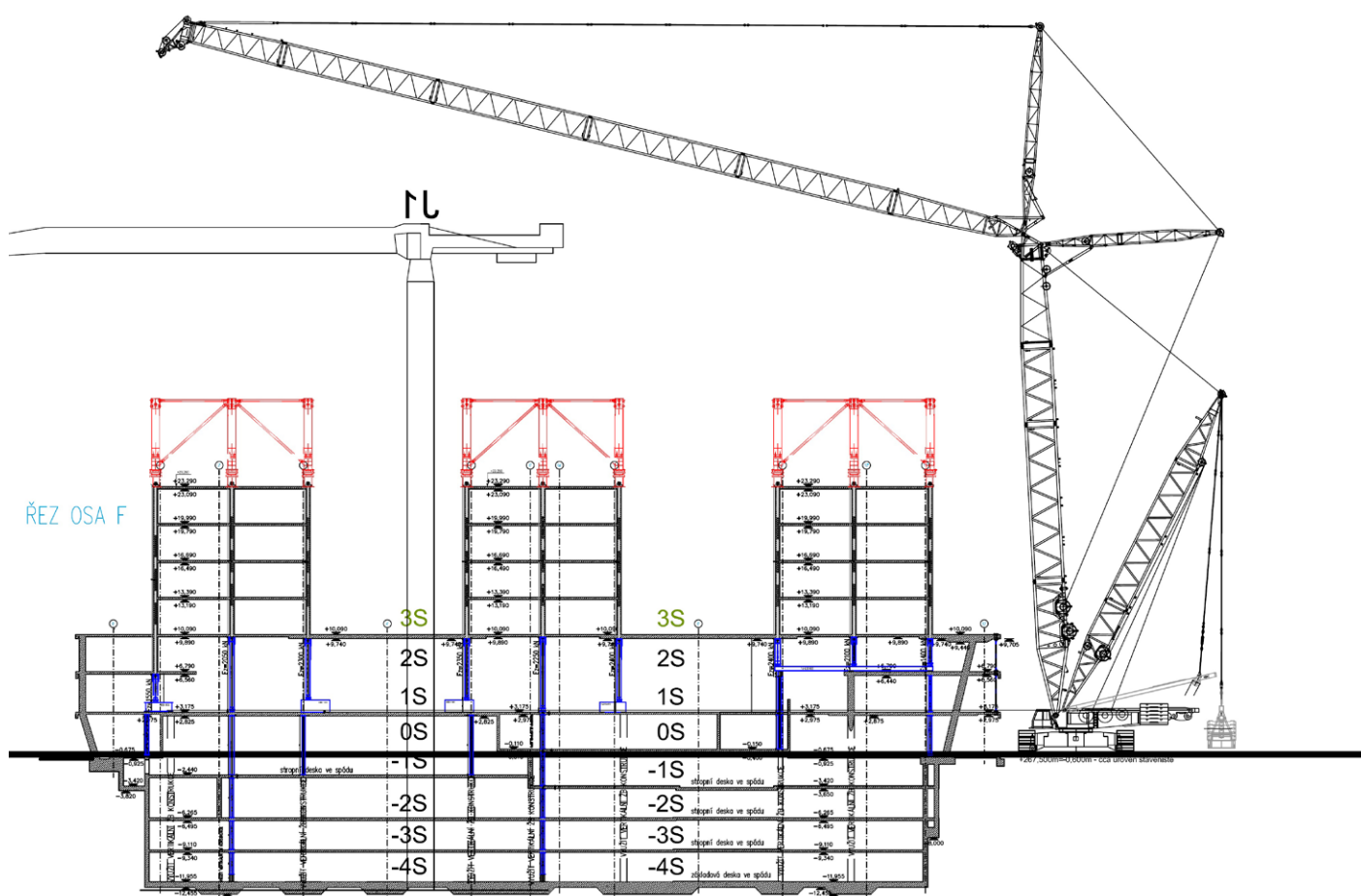
Dílece dolních pasů byly dopravovány a montovány v pořadí osa 1, 2, osa 3, 5, osa 6, 7, osa 9, 11 a poslední osa 10. Šlo vždy o nadrozměrnou přepravu probíhající v nočních hodinách.

Předmontáž vazníků zahrnovala osazení dolního pasu na střechu budovy, a to v obrácené poloze na kotevní boxy opatřené montážními přípravky (obr. 15, 16), přizvednutí volného konce do projektované výšky, montáž sloupů v osách J a K, zavěšení krátkých svislých táhel Macalloy M85 pod dolní pas v osách K a L a osazení šikmými táhly Macalloy mezi osami G–L. V obrácené poloze se vazníky montovaly z důvodu bezpečného přístupu

montérů. V opačném případě by bylo nutné vazníky montovat přímo nad volným prostorem nad budovou Empiria. Takto připravené předmontované vazníky, jejichž hmotnost vzrostla na 41–48 t, byly následně zdviženy, otočeny horizontálně o 180 stupňů a usazeny do finální pozice na kotevní boxy již osazené ložiskem v ose J (obr. 17). Po zajištění dolních pasů ve finální pozici kotevních boxů závitovými tyčemi M27 následovalo opět přizvednutí volných konců do projektové výšky předpětím táhel a kompletace vazníků, tedy montáž sloupů v osách F a G, montáž zbývajících šikmých táhel Macalloy mezi osami E a J a montáž krátkých svislých táhel Macalloy v osách F a E pod dolní pas s připojením k „převrácákům“. V tuto dobu také probíhalo předpínání železobetonových sloupů na osách E a F tak, aby byly schopny přenášet tahové síly z vazníků a do budoucna vynášet stropní konstrukci konferenčního centra. Zkompletované vazníky mohly být následně propojeny trubkovými ztužidly v příčném směru. Podle harmonogramu se během dvaceti dní podařilo namontovat hlavní část superkonstrukce. Dále následovalo předpínání táhel, geodetické měření, vážení stavby a superkonstrukce pomocí hydraulických lisů umístěných v komorách provizorních podpůrných konstrukcí, tenzometrické měření sil v táhlech Macalloy atd.

Aby mohla začít výstavba zavěšené části budovy, bylo nutné na osách K a L vyvěsit na vazníky obdobné „převrácáky“ jako na osách E a F. Na tyto prvky však byly ještě navařeny cca 9 m dlouhé závěsy (TR 194/25) – v rámci názvosloví při výstavbě byly tyto komplety dále nazývány „krmítka“ (obr. 18). K nim bylo třeba vyrobit tzv. krmítko-fixační zařízení sloužící pro montáž a zajištění jejich geometrie v době betonáže. Tuto dočasnou stabilizační konstrukci tvořila soustava stojek

Multiprop a ocelových lan (obr. 19). Osazování krmítek probíhalo ve večerních hodinách, mimo provozní dobu konferenčního centra budovy Empiria pod nimi, pomocí vahadla a za účasti zkušených horolezců. Navlékání krmítek přes vahadla kladlo extrémní nároky na dovednosti jeřábníka a jeho navigátora. Oba v dané zkoušce obstáli. Po geodetickém zaměření a srovnání konstrukce již mohly být na konce



▲ Obr. 13 Porovnání velikosti budovy Trimaran a mobilního pásového jeřábu LR1750

závěsů připevněny tři ocelové rošty vážící 50 t (obr. 19, 20). Ty byly následně integrovány do nosného systému budovy.

Na rošty byly osazeny předpínané dutinové panely Partec, byla vyvázána výztuž nadbetonávky a zálivková výztuž a vše bylo zmonolitněno. Tím se vytvořila startovní pracovní plošina, ze které již mohl stavební proces vykonzolované části probíhat standardním způsobem s technologickými přestávkami pro předpínání ocelových táhel. Trubkové závěsy byly přes spojky Lenton doplněny pruty měkké výztuže na celou výšku konzoly a závěsy byly vždy na výšku patra obetonovány do tvaru čtvercového sloupu. Následovala betonáž stropní desky, která byla k hlavnímu objektu připojena kloubově přes ozub, a postup se po patrech opakoval. Po dokončení poslední stropní desky byla kotevní krmítka podlita vysokopevnostní plastmaltou, skrze ocelové trubky byla protažena lana předpínací výztuže a sloupy byly předepnuty. Předpínací výztuž tak přebrala roli závěsů místo ocelových trubek (obr. 21).

Modely pro výpočet a zpracování předpínacího postupu

Autor celkového statického posouzení budovy pracoval se statickým modelem zahrnujícím

všechny prvky ocelové konstrukce včetně táhel a betonovou konstrukci modelovanou 2D makroprvky – deskostěny. Pro vlastní návrh ocelové konstrukce a vypracování předpínacího postupu byl použit zjednodušený model zahrnující všechny ocelové prvky včetně táhel, který spolupůsobí s náhradním roštem na pružných podporách, jenž ve výpočtu nahradil svými vlastnostmi celou železobetonovou konstrukci. Vlastnosti náhradního modelu vycházely z podkladů autora celkového statického posouzení. V modelu bylo uvažováno 33 fází výstavby, které respektují montážní postup a zároveň postupné zatěžování ocelové konstrukce rostoucí železobetonovou konstrukcí. Výsledky z obou modelů byly průběžně porovnávány a na základě těchto srovnání byl optimalizován výsledný postup.

▼ Obr. 14 Návoz dílců dolních pásů





▲ Obr. 15 Montáž dolního pasu v obrácené poloze



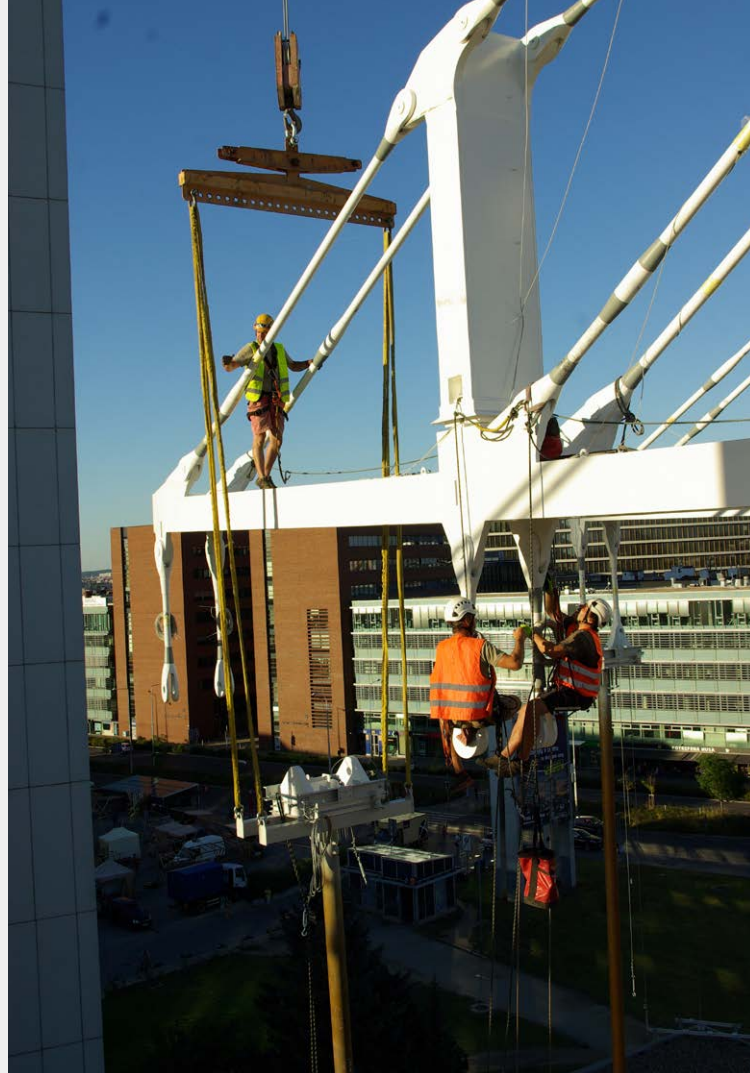
▲ Obr. 16 Předmontáž vazníku montovaného v obrácené poloze



▲ Obr. 17 Zdvih, otočení a usazení 1. vazníku na osu 1

Montáž a předpínání táhel

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 (obr. 22) a vnášení sil (do 100 kN) řetězovými klíči před započítáním betonáže objektu zavěšeného na osách K a L. Cílem první etapy bylo vnesení sil do táhel tak, aby nelineární

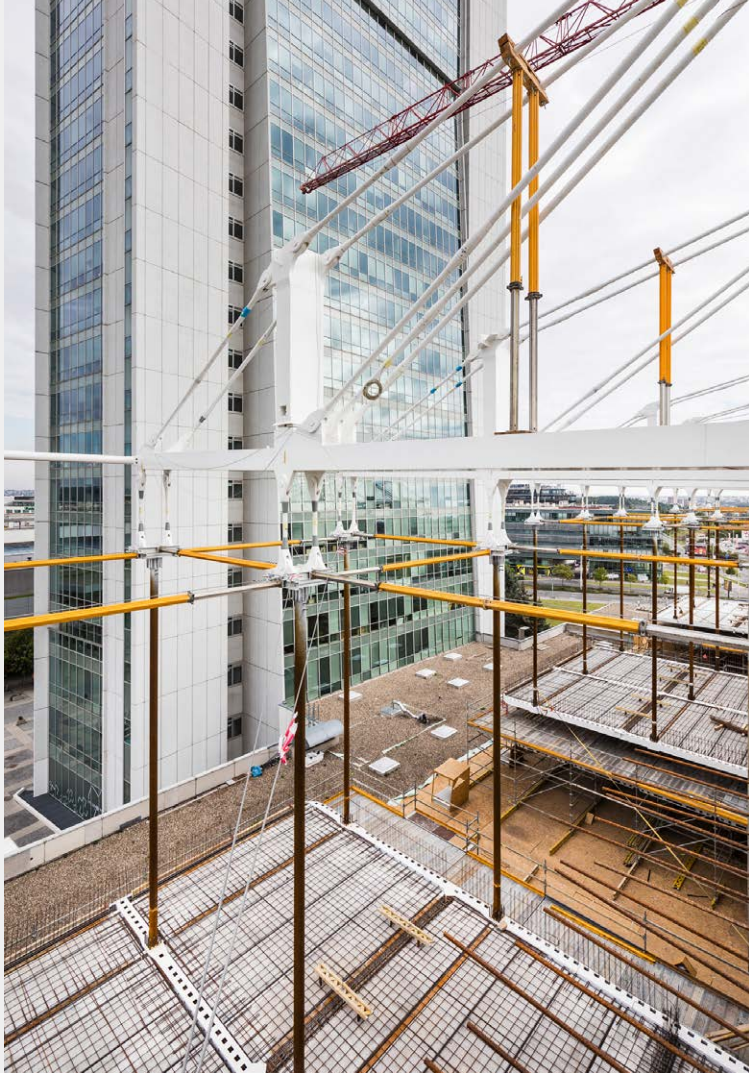


▲ Obr. 18 Montáž krmítek

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 (obr. 12) nebylo možno dosáhnout dostatečného předpětí, aniž by byl výrazně zdeformován dolní pas vazníku. Z toho důvodu musela být tato táhla podepřena provizorními stojkami až do dosažení síly zajišťující jejich lineární chování (obr. 23). 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 skrze trubky v železobetonových sloupech.

Poté byla na vyvážení ocelových roštů, také nadvýšených na volných koncích o cca 20 mm, zahájena betonáž objektů v osách K a L. Po dokončení dvou podlaží konzol byla v rámci 2. etapy doplnuta táhla č. 1 a 3 na hodnoty cca 350 kN a byly srovnány nerovnoměrnosti v rozložení sil ve dvojicích, respektive trojicích sil v táhlech vazníku 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 (obr. 24). Cílem bylo vyvážení železobetonových konstrukcí v osách E a F z provizorních podpěr, které mohly být následně demontovány a odvezeny, a zdvih vyvážení 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 vyvážení 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



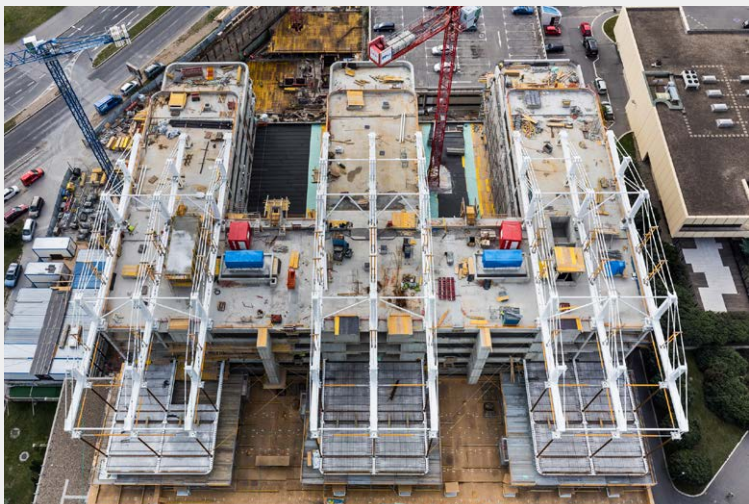
▲ Obr. 19 Stabilizace závěsných tyčí



▲ Obr. 21 Přeprava s předpínací výztuží a závěsy M85



▲ Obr. 22 Osazování táhel Macalloy M100



▲ Obr. 20 Namontovaná ocelová superkonstrukce



▲ Obr. 23 Podepření táhel provizorními stojkami

▼ Obr. 24 Dokončená železobetonová konstrukce zavěšená v osách K, L



▼ Obr. 25 Předpínání táhel technotensionery ve třetí etapě (do 1800 kN)





▲ Obr. 26 Výsledné dílo při dokončování fasády

hydraulickým zařízením technotensioner (obr. 25). 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 táhel č. 7 a 9. Předpínací postup byl pro každou trojici táhel teoreticky připraven na tzv. ladičce. Jedná se o interaktivní excelovou aplikaci, jejímž základem je vztahová matice vzájemného ovlivňování všech táhel v rámci jedné trojice vazníků, která se vytvoří vnesením jednotkových sil do každé dvojice, respektive trojice táhel a záznamem změn ostatních táhel ve svislém sloupci matice. Předpínací postup 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. Ve třetí fázi byla konzola opět nadvýšena o cca 20 mm, aby po vnesení všech zbylých stálých a částí proměnných zatížení zaujala železobetonová konstrukce výsledný, statickým výpočtem předpokládaný tvar. V současné době probíhá dokončování stavby a geometrie konstrukce a síly v táhlech jsou průběžně monitorovány. Závěrečná kontrola sil v táhlech a geometrie bude provedena v rámci výchozí prohlídky konstrukce před kolaudací a po jednom roce provozu.

Závěr

Účinným spojením železobetonové a ocelové konstrukce vznikla vskutku originální budova, která nyní tvoří jednu z dominant Pankrácké pláně. Odrazovým můstkem byla kvalitní projektová dokumentace zahrnující aktivní a bezpodmínečnou koordinaci všech zúčastněných složek, která přes detailní přípravu přešla až v bezproblémovou realizaci. V průběhu projektových a realizačních prací bylo také nutné vymyslet řadu unikátních řešení, využít zkušenosti z předchozích projektů a provést bezpočet potřebných měření, která potvrdila teoretické předpoklady z výpočtů. Nic podobného v České republice a pravděpodobně ani v evropském prostoru dosud realizováno nebylo a všichni zúčastnění si z této zakázky odnesli nové a velice cenné zkušenosti. ■

Hlavní účastníci výstavby

Stavebník: HARRO DEVELOPMENT PRAHA s.r.o.

Návrh: S+B Plan & Bau Prag spol. s r.o.

Architekt: prof. Dipl.-Ing. Ernst Hoffmann, Mag. arch. Martin Tröthan

Hlavní projektant, architekt a manažer projektu:

Ing. arch. Václav Aulický, Ing. arch. Jindřich Sova,
SPOJPROJEKT PRAHA a.s.

Vyšší dodavatel stavební části:

PP 53, a.s.

Hlavní statik a návrh železobetonových konstrukcí:

Ing. Rostislav Mazáč, Ing. Miloslav Smutek, Ph.D.,
RECOC, spol. s r.o.

Prováděcí dokumentace železobetonových konstrukcí:

Ing. Ladislav Kubát, RECOC, spol. s r.o.

Návrh ocelové konstrukce a předpínání:

Ing. Vladimír Janata, CSC., Ing. Jan Včelák, EXCON, a.s.

Výroba a montáž OK:

Metrostav a.s., divize 3, provoz ocelových konstrukcí

Montážní postup OK:

Metrostav a.s., divize 3, Ing. Vladimír Beneš

Dodávka, montáž a předpínání táhel:

Tension Systems, s.r.o.

Výrobní dokumentace OK:

Ing. Dalibor Gregor, Ph.D., EXCON, a.s.

Tenzometrická měření:

Ing. Michael Nečas, EXCON, a.s.

english synopsis

Trimaran – Commercial and Congress Centre, Prague 4, Pankrác

The article concerning the design and construction of a new administrative building – Trimaran – is divided into two main parts. The first part focuses on the design and construction of the reinforced concrete part of the building, which is directly dependable on the pre-stressed roof steel superstructure described in detail in the second part.

klíčová slova:

předpínaný železobetonový skelet, ocelová superkonstrukce s předpjatými táhly, komerční a kongresové centrum Trimaran

keywords:

pre-stressed reinforced concrete frame, steel superstructure with pre-stressed tendons, Trimaran Commercial and Congress Centre