

Ocelové konstrukce terminálu letiště M. R. Štefánika v Bratislavě

Již více než dva roky funguje první část nového objektu terminálu letiště M. R. Štefánika v Bratislavě. Druhá část objektu byla uvedena do provozu v 7/2012. Společnost Excon a. s. se podílela na projektové dokumentaci objektu zpracováním realizační a výrobní dokumentace ocelové konstrukce. Ocelové konstrukce nového terminálu se dají rozdělit do dvou logických částí.

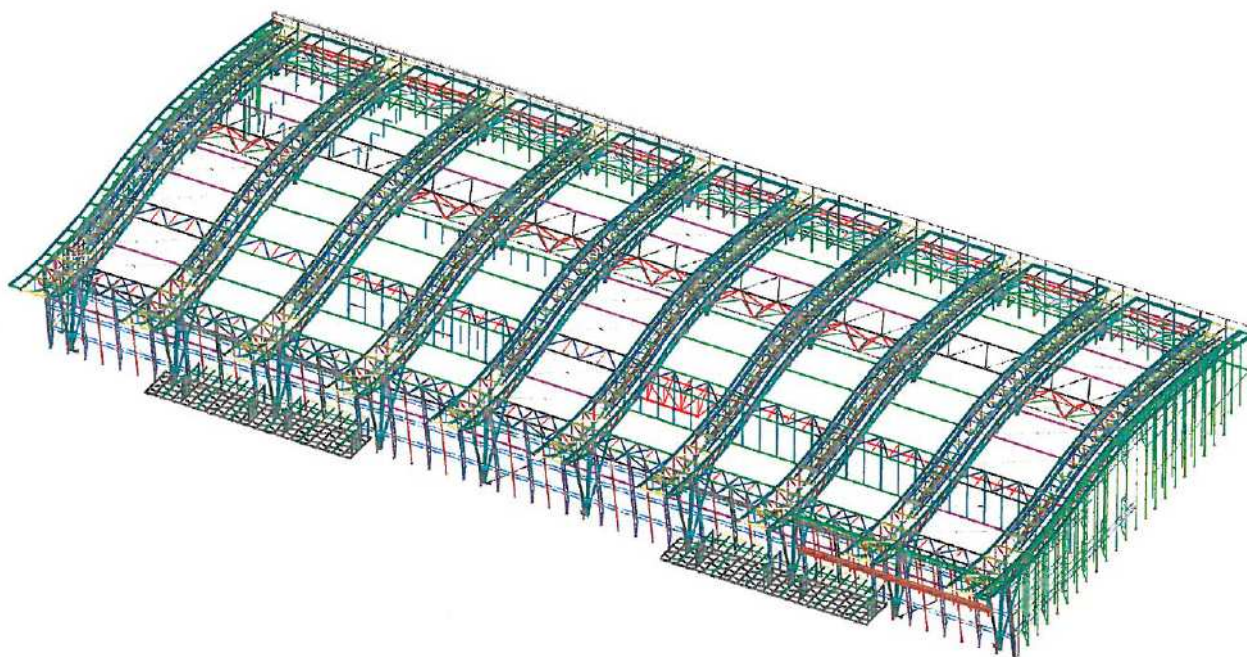
Hlavním celkem je nosná konstrukce zastřešení, tří obvodových fasád a markýzy přednádraží hlavní budovy terminálu, dalším pak konstrukce spojovacích mostů, nástupních lávek a přístřešků. V první etapě byla vyprojektována a realizována část haly terminálu, přiléhající ke stávajícímu terminálu, tvořící 2/3 celkového rozsahu, celá podélná lávka s propojením do stávajícího nástupního prstu a čtyři spojovací mosty. Druhá etapa byla realizována po kompletním převedení provozu stávajícího terminálu a odstranění jeho konstrukce. Celý návrh byl proveden dle soustavy norem EN včetně posouzení vlivu zatížení seismicitou, které je v dané lokalitě předepsáno.

KONSTRUKCE HALY TERMINÁLU

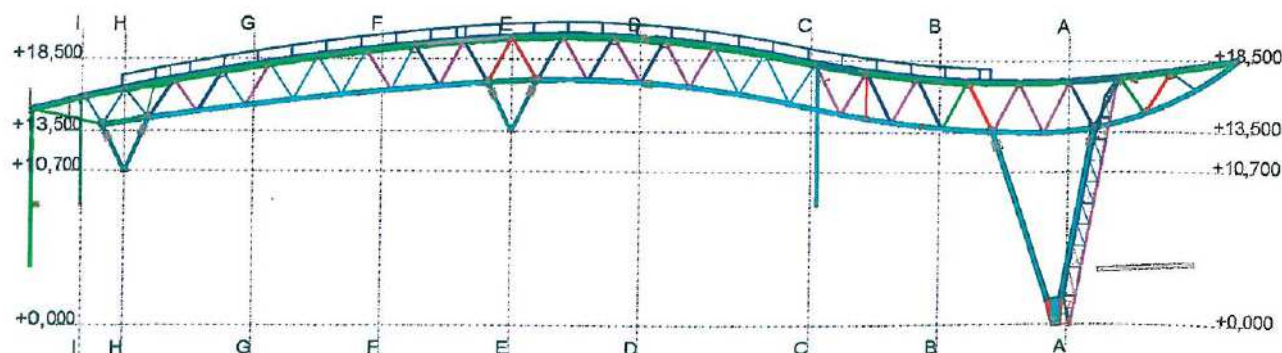
Nosná konstrukce střechy haly terminálu je tvořena deseti spojitými příhradovými prostorovými vaznicí o dvou polích s převislými konci (obr. 1).

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Název stavby:	Terminál Letiště M. R. Štefánika
Investor:	Letisko M. R. Štefánika Bratislava – Airport Bratislava
Místo stavby:	Bratislava
Rozsah projektové dokumentace:	ocelová konstrukce RDS + VD
Celková hmotnost ocelové konstrukce:	1 335 tun
Zpracovatel projektové a výrobní dokumentace:	EXCON, a.s., Praha



Obr. 1 – Axonometrie ocelové konstrukce terminálu letiště



Obr. 2 – Příčný řez typickou vazbou ocelové konstrukce



Obr. 3 – Detail prostorového styčnicku



Obr. 4 – Detail patního styčnicku sloupů

Vazníky mají vzájemnou osovou rozteč 18 m. Rozpětí polí je 38,25 + 27 m, převislý konec směrem k přednádraží tvoří konzola délky 11,8 m, směrem k letištní ploše délky 6,5 m. Vazníky mají lichoběžníkový příčný řez šířky 5 m v horní rovině, 3 m ve spodní rovině a proměnné výšky. Kopírují navržený tvar střechy, složený z jednoho konvexního a dvou konkávních oblouků různých poloměrů (obr. 2).

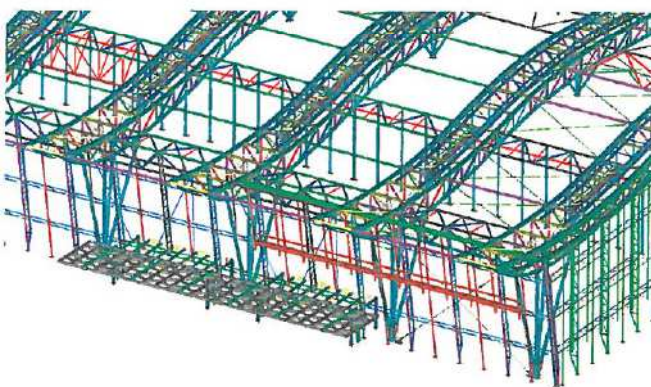
Prvky vazníků jsou s výjimkou horizontál horní roviny trubkové, zkroužené pasy jsou průměru 324 mm. Na horizontálách horní roviny z válcovaných H profilů je osazena světlíková obruba. Složitě styčnický vazníků nelze posoudit dle zjednodušených návodů normy, byly proto modelovány metodou konečných prvků a zejména z důvodu vyloučení porušení prolomením vyztuženy (obr. 3). Veškeré nosné prvky jsou z oceli jakosti S355.

Vazníky jsou každý uložen na třech sloupech. Všechny sloupy sestávají ze čtyř dřívů, vycházejících ze styčnicků vazníku a sbíhajících

se v jednom bodě v místě zakotvení. Sloup u přednádraží fasády je osazen na kotevní patku na úrovni podlahy hlavní haly (úroveň -0,080), vnitřní sloupy jsou osazeny na sloupy železobetonové vestavby (úroveň +13,500 a +10,700). Kotevní patka přednádražních sloupů byla finálně navržena jako ocelobetonová z velkopříměrové roury průměru 711 mm. Ocelová část byla nasunuta na armokoš, zabetonovaný do stropní desky, spolupůsobení je zajištěno navařenou spirálou z výztuže na vnitřní straně roury. Roura byla vybetonována cca 100 mm pod vrchní okraj, beton řádně zhutněn ponornými vibrátory, následně dovařeny vrchní plechy s otvory (obr. 4), kterými byl doplněn zbylý prostor vysokopevnostní maltou.

Stabilita konstrukce je zajištěna v rovině vazníků rámovým působením vazníku se sloupy. Tuhost spodní železobetonové konstrukce se však pro různé vazby velmi liší, podpory krajních dvojic jsou spojeny s tuhými jádry, podpory vnitřní dvojice nikoliv. Pro zajištění podobné hodnoty vodorovné deformace a její spjitosti je proto navrženo mohutné podélné vodorovné příhradové ztužidlo u úrovní vnitřních sloupů. V podélném směru je stabilita zajištěna vždy u vnější dvojice vazeb, které jsou ve střešní rovině zavětrovány předepnutými táhly M42 S460. Vysoké sloupy přednádraží jsou rovnoběžně s fasádou zavětrovány předepnutými táhly M76 S460, v úrovni vnitřních sloupů je vždy dvojice vazníků doplněna příhradovým ztužidlem pro rámové působení. Tato ztužidla jsou doplněna mezi dalšími vazbami, kde slouží k přenosu podélných sil a zajištění spodních tlačných pásů.

Konstrukce fasád jsou na všech třech stěnách rozdílné, čtvrtá stěna, přilehlá k budoucí druhé etapě je zaplášťena pouze dočasně. Fasáda přednádraží je překloněna směrem z haly ven o 10°, konstrukční systém tvoří příhradové sloupy na celou výšku haly s rozestupy 6 m, mezilehlé sloupky a vodorovné nosníky které je podporují (obr. 5).



Obr. 5 – Náhled naprvky konstrukce fasády – model Tekla Structures



Obr. 6 – Foto z montáže vazníků

Součástí fasády jsou i konstrukce vstupů, nad kterými je nosný systém markýzy vyvěšen táhly a celosvařovaná markýza. Nosný systém markýzy tvoří rám tvaru obráceného L ze sloupu a konzoly přičle. Ty jsou z konstrukce střechy vyvěšeny a předepnuty vzhůru táhly M48 proti nadzdvížení větrem, protože uchycení rámu do země nebylo z estetických důvodů umožněno. K rámu je pevně připojena deska markýzy, která je ještě v mezilehlých bodech vyvěšena v závěsu. Boční fasáda má v části přilehlé k fasádě přednádraží systém obdobný, ve zbylé části, ve které k fasádě dobíhají vnitřní stropní desky je tvořena příhradovými sloupy, dělenými mezi desky, a trubkovými sloupy. Před touto fasádou je z hlavních sloupů vyvěšena konstrukce pro připevnění slunolamů. Fasáda směrem k letiš-

Využití software TEKLA Structures

Vzhledem k časové náročnosti a k propojenosti stavební části s ocelovou konstrukcí se ukázalo velmi výhodným použít 3D vstupy pro statický a konstrukční model. Pro statické výpočty byl použit program SCIA Engineer, pro výkresovou část konstrukce program TEKLA Structures. V průběhu projekčních prací tohoto typu konstrukce a vzhledem k postupnému vydávání výrobní dokumentace nutně nastávaly situace, kdy bylo třeba zpracovávat revize.

Program TEKLA Structures umožňuje označení změněných částí, což výrazně urychluje orientaci v revizích a přispívá k menší chybovosti práce. Obdobný princip byl využit pro přenos informací mezi statickým a konstrukčním modelem, pro řešení vazby na betonové konstrukce a pro kontrolu kolizí a návaznosti jednotlivých profesí.

Konstrukce byla vyráběna na Slovensku. Vzhledem k požadovaným termínům bylo nutno nasadit větší počet konstruktérů. Při existenci prostorového TEKLA modelu pracovali konstruktéři na dílčích částech jedné konstrukce souběžně. Dílenská dokumentace byla současně s klasickými výkresy v dwg exportována také jako 3d tělesa a např. rozvinuté tvary trubek s proniky byly vydávány pouze ve formě NC dat. Toto nakonec byla hlavní výhodou prostorového modelu zpracovaného v programu Tekla Structures.



Obr. 7 – Foto z montáže táhel

ní ploše je nesena ocelovou konstrukcí pouze ve své horní polovině, nosnou konstrukcí jsou pouze sloupy s roztečí 4,5 m z hranatých obdélníkových trubek.

Vazníky byly děleny na čtyři přepravní díly, z nichž byly na předmontážní ploše sestaveny dva díly montážní, vzájemně spasované a kalibrované. Na směrově i výškově zreifikované osazené vnitřní sloupy byl vždy osazen jeřábem s max. nosností 600 tun nejprve zadní montážní díl vazníku, následně pak byl osazen díl přední. Ten byl umístěn na dočasné podpory, které byly odebrány po doplnění předních sloupů a připojení k zadnímu dílu vazníku (obr. 6).

Maximální hmotnost montážního dílu činila cca 33 tun. Po zkompletování prvků propojení ve střešní rovině první dvojice vazníků byly osazené a aktivovány střešní a stěnová táhla (obr. 7).

Velikost vnášené síly, která byla kontrolována tenzometrickým měřením, byla cca 160 kN ve střešních táhlech a 540 kN v táhlech stěnových. Požadované předpětí bylo vneseno pomocí hydraulického zařízení dodavatelem táhel Macalloy. Ke ztužení první dvojici vazníků byly dále připojovány další příčné vazby, zároveň započalo osazování střešních panelů. Obdobně bylo postupováno i z druhé strany, na závěr byly obě části konstrukce propojeny. S montáží fasády bylo započato z boční strany ihned po aktivaci ztužení první dvojice vazníků. Dále byla sestavena konstrukce fasády přednádraží a aktivována táhla markýzy (obr. 8).

ZÁVĚR

Ocelové konstrukce nového terminálu letiště M. R. Štefánika v Bratislavě jsou tvarově specifické, ovlivněné architektonickými požadavky. Jejich podoba musela v mnohém vyjít vstříc extrémním nárokům na rychlost výroby a montáže. Bez ohledu na tyto vlivy vznikla dle našeho názoru konstrukce logická, v maximální možné míře respektující přirozené statické působení a využívající prostorové uspořádání. K tomu významně přispěla možnost použití technologie předpínaných táhel s tenzometrickým měřením vnitřních sil.

Ing. David Jermoljev,
jermoljev@excon.cz,
Ing. Jindřich Beran,
beran@excon.cz,
www.excon.cz,
Excon, a. s.



Obr. 8 – Foto z montáže markýzy

Steel Structures of Bratislava Airport Terminal

The new construction of the Bratislava Airport terminal hall has been in operation for more than two years now. Excon a.s. is taking part in construction design documentation by carrying out implementation and manufacturing documentation of the steel structure. Steel structures of the new terminal can be divided into two logical parts.