

# KONSTRUKCE

ODBORNÝ ČASOPIS PRO STAVEBNICTVÍ A STROJÍRENSTVÍ



2017



## Spolehlivá součást vašich staveb

Táhla a kotevní systémy *Macalloy*



### Tension Systems, s.r.o.

Ocelářská 35/1354, 190 00 Praha 9  
tel.: +420 284 080 290, +420 284 080 291, fax: +420 284 080 292  
e-mail: schlossbauer@tension.cz  
[www.tension.cz](http://www.tension.cz)



**NÁVRH**

**DODÁVKA A MONTÁŽ**

**ŘÍZENÍ STAVEB**

**DIAGNOSTIKA**

**PŘEDPÍNÁNÍ**

**HEAVY LIFTING**

**Vidíme věci jinak**

**KREATIVNÍ • EKONOMICKÁ • INOVATIVNÍ**

**ŘEŠENÍ STAVEB Z OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ**

**EXCON**  
STAVÍME NA PARTNERSTVÍ

[www.excon.cz](http://www.excon.cz)

## Vzducholod' Gulliver – nová dominanta pražských Holešovic

Unikátní architektonická intervence, inspirovaná elegantními tvary vzducholodí z počátku dvacátého století, vyrostla v průběhu roku 2016 nad střechami Centra současného umění DOX v Praze – Holešovicích. Tato 42 m dlouhá ocelovo-dřevěná konstrukce, nazvaná Gulliver, se stane novým místem pro setkávání současného umění a literatury.

Stavba obří dřevěné vzducholodí je dalším dokladem osobního přesvědčení ředitele centra DOX Leoše Války, které se odráží i v celkovém přístupu centra, že dokonce i v dnešním rychle se měnícím globalizovaném světě, kde platí, že nic, co nelze vypočítat, vyhodnotit nebo předvídat, nemá cenu riskovat, se věci dají dělat jinak. Jak říká, myšlenkou vytvořit nad moderní sklo-betonovou budovou centra DOX jakousi „parazitní“ strukturu se zabýval několik let. Zpočátku snil o absurdně fascinujícím organickém tvaru, který by byl v kontrastu s existující architekturou DOXu.

V roce 2013 Leoš Válka oslovil mezinárodně uznávaného architekta Martina Rajniše, držitele Ceny za přínos architektuře v oblasti udržitelného rozvoje za rok 2014 (Global Prize for Sustainable Architecture, 2014), aby se s ním podílel na realizaci toho, co sám nazývá „snem dvanáctiletých kluků“. Více než dva roky pak společně s odborníky na dřevěné a ocelové konstrukce pracovali na návrhu 42 m dlouhé a 10 m široké konstrukce inspirované tvary obřích vzducholodí, které začaly křížovat oblohu na počátku 20. století.

Tvar vzducholodí je symbolický. První vzducholodě představovaly optimistické ideály nového bezprecedentního technologického pokroku. Svou pozoruhodnou monumentalitou a hypnotizující důstojností nepřestávaly fascinovat generace i dlouho poté, co zmizely z oblohy. Vzducholodě vždy ztělesňovaly věčnou lidskou touhu létat a zároveň určitý utopický ideál. Vzducholod' nad Centrem DOX nese jméno jedné z nejznámějších postav fantastické literatury.

### ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Investor:	Centrum současného umění DOX
Autoři:	Leoš Válka, prof. Ing. arch. Martin Rajniš, MgA. David Kubík
Spoluautoři:	Ing. Zbyněk Šrůtek
Hlavní projektant:	Dvořák & partneři
Statika a konstrukce:	Ing. Zbyněk Šrůtek (dřevo, ocel, membrána ETFE) Ing. Pavel Kocourek (ocel) Ing. Jana Divišková (zakládání)
Software:	Dlubal Software s. r. o.
Požární ochrana:	Ing. Eva Fajkusová
Generální dodavatel:	STYLBAU, s. r. o.
Hlavní subdodavatelé:	TIMBER DESIGN s. r. o. (dřevěná konstrukce, ETFE membrána) ELEKTRO MOSEV spol. s r. o. (ocelová mostovka + bárky)



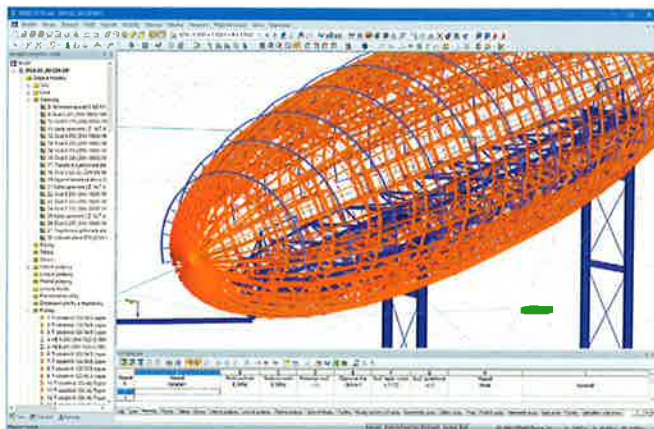
Pohled na konstrukci zastřešení vzducholodě z ETFE folie (foto Jan Slavík)



## KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Vzducholoď se vznáší nad budovami galerie DOX a je orientována úhlopříčně přes vnitřní dvůr. Uvnitř těla vzducholodi je vytvořen prostor pro návštěvníky galerie s omezenou kapacitou 120 lidí.

Konstrukční aktivity započaly ihned po vypracování základní studie architektky Martinem Rajnišem a Davidem Kubíkem. Od počátku byl pro konstrukci samotné vzducholodi zvoleno jako základní materiál dřevo. Takto hozená rukavice se stala pro stavební odborníky na dřevěné konstrukce velkou výzvou poprat se s tímto zadáním a mít možnost posunout hranice použití dřeva opět o kousek dále. Současně s řešením nosné dřevěné konstrukce se hledal způsob, jak vzducholoď udržet ve volném prostoru a zároveň nenarušit iluzi letu. Tento požadavek se ukázal jako nejnáročnější fáze projektu, kdy se po mnoha variantních návrzích, jak ukryt podpůrnou konstrukcí dovnitř stávajících budov, nakonec přistoupilo k opačnému řešení, tj. k jejímu přiznání, mj. především z ekonomických důvodů, ale s maximálním důrazem tuto konstrukci co nejvíce „znevíditelnit“.

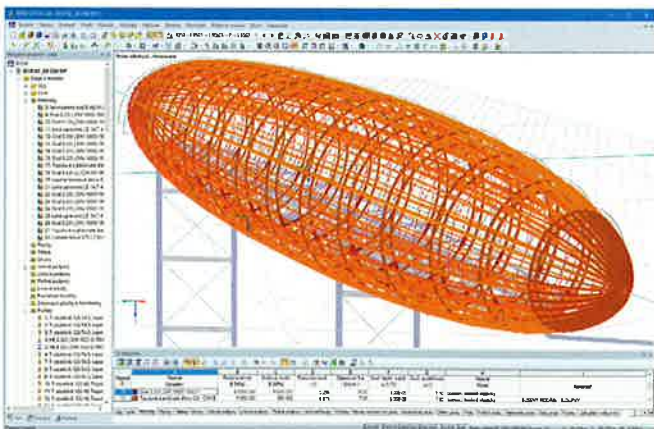


Statický model v programu RFEM

### Dřevěná kostra:

• Délka:	42,13 m
• Průměr:	9,34 m
• Nejvyšší bod:	24,22 m
• Zastavěná plocha:	322 m <sup>2</sup>
• Pochozí vnitřní plocha:	161 m <sup>2</sup>
• Obestavěný prostor:	2050 m <sup>3</sup>

Základní podpůrný systém nosné konstrukce vzducholodi je sestaven z dvojice ocelových bárek vedených podél dvorních fasád galerie, které podepírají ocelovou mostovku. Hlavním nosným prvkem mostovky jsou dva podélné příhradové nosníky, umístěné ve sklonu a kloubově osazené na bárky, a nad nižší budovu galerie jsou přes bárku překonzolovány. Sloupy bárek jsou v obou směrech



Zobrazení pouze dřevěné konstrukce v programu RFEM

## OCELOVÉ KONSTRUKCE

Realizace celé zakázky začala v počátku s velkou nedůvěrou. Spousta z nás si kladla otázku, zda jsme schopni takto složitou a dosud neprovedenou ocelovou konstrukci vůbec vyrobit. Přeci jen VZDUCHOLOĎ se nevyrábí každý den, ale jak říkám je to výzva a to nás postupem času začalo stále více lákat.

V první řadě jsme se museli vypořádat s množstvím různých úhlů na jednotlivých dílcích v několika směrech celé ocelové konstrukce, což pro vytvoření siluety vzducholodi bylo to nejpodstatnější.

Jelikož jsme nechtěli riskovat spoustu zmařených hodin výrobou „nepasujících“ sestav, volili jsme cestu postupného sestavování celé mostové konstrukce tzv. nanečisto ve výrobní hale. Po celou dobu výroby byl kladen důraz na vysokou kvalitu provedení jednotlivých svarů. Důležitou součástí výroby byla mimo jiné příprava kotevnic bodů pro napojení dřevěné kostry celé vzducholodi.

Jak šel čas, a jednotlivé ocelové dílce začaly připomínat tvar vzducholodi, bylo jasné, že výzva se pomalu ale jistě naplňuje. Po kompletním sestavení celé konstrukce bylo vše opět důkladně překontrolováno a přeměřeno. Následně byla provedena demontáž již zcela kompletní příhradové mostovky a to na tři části z důvodu přesunu, jednak k nátěru do lakovny a dále na místo určení.

Dalo by se říci, že zde příběh končí, ale to nejdůležitější nás teprve čekalo. V první etapě následovalo osazení ocelových příhradových bárek na předem zabetonované patky se zalitými kotevními šrouby, což vyžadovalo velice přesné zaměření v návaznosti na umístění celé vzducholodi. V druhé etapě bylo nutné dovést tři části mostovky na poměrně malé nádvoří a vše znovu sestavit, což již probíhalo za velké pozornosti všech zainteresovaných tvůrců celého projektu.

Musím se přiznat, že v té chvíli jsem zažil několik bezesných nocí, jelikož jsem si až na místě vlastní montáže začal uvědomovat, do jaké výzvy jsme se pustili.

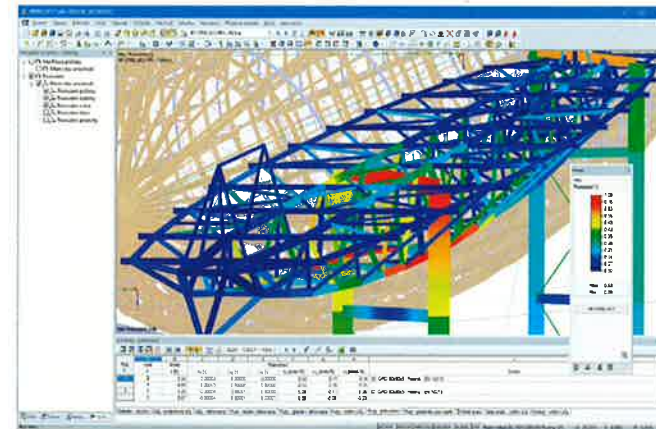
Den D. Vyzvednutí konstrukce vzducholodi na své majestátné místo. Vše probíhalo za pomoci 100t jeřábu, kde bylo nutné nejprve určit správné těžiště, jelikož celá konstrukce je osazená na bárky ve sklonu. Po částečném nadzdvžení celé konstrukce byla gondola podvěšena na spodní část trupu. Po té následovalo osazení kompletní konstrukce na bárky.

Celá složitá operace proběhla bezchybně a to hlavně díky profesionálnímu přístupu všech zúčastněných a obrovskému nadšení pro celou věc.

Na závěr bych rád poděkoval všem tvůrcům tohoto nevídaného projektu a jsem nesmírně rád, že jsem se mohl také podílet na této akci zvané VZDUCHOLOĎ.

Pavel Kraus,  
ELEKTRO MOSEV spol. s r. o.

vetknuty do nově vybudovaných železobetonových základových bloků s navazujícím pilotovým založením. Základová a podpůrná konstrukce bárek je tedy plně autonomní a nedochází tak k interakci s okolními budovami. Tuhost ocelové konstrukce ve vodorovném směru v úrovni vzducholodi je zajištěna několika vzájemně sladěnými systémy. V rovině kolmé na podélnou osu vodorovnou tuhost zajišťují především příhradové bárky a na vykonzolovaném konci mostovky předepnutá lana kotvená k sousedním objektům.



Výsledky posouzení mostovky a ocelových sloupů v programu RFEM

Ve směru podélné osy přebírá vodorovné síly ocelové ráhno horizontálně vložené mezi špičky mostovky a železobetonový objekt. Ráhno je s mostovkou spojeno přes sadu talířových pružin, které redukuje normálovou sílu v ráhnu tak, aby nebylo překročeno maximální povolené zatížení do železobetonové konstrukce stávajícího objektu. Tímto pružným uložením bylo zároveň umožněno zaktivovat vetknuté, předepnutými lany vzájemně křížem propojené bárky pro přenesení potřebné části vodorovného zatížení ve směru podélné osy vzducholodi.

Hlavní příhradové nosníky mostovky jsou doplněny dalšími ocelovými prvky, jež společně tvoří prostorovou příhradovou konstrukci. Jsou základním kotevním bodem pro dřevěnou nosnou konstrukci vzducholodi a současně zajišťují podporu pro podlahu uvnitř vzducholodi, která je z dřevěných modřínových hranolů 50 × 60 mm spl-



Sestavení ocelové mostovky na dvoře galerie DOX (foto David Kubík)

ňujících požární odolnost R15, kterou mají i ostatní nosné ocelové prvky mostovky.

Dřevěnou nosnou kostru vzducholodi můžeme rozdělit na dva základní směry. Kolmo na podélnou osu vzducholodi (radiální směr) je osazeno čtrnáct prstenců v roztečích 2,2–3 m. Kruhové příhradové nosné obruče, jsou složeny ze dvou dřevěných dílčích obruč z lepeného lamelového modřínového dřeva 75 × 120 mm třídy GL28h SI vyrobených pro třídu provozu 3, které tvoří vnější a vnitřní pás příhrady. Pasy jsou vzájemně propojeny dostředně orientovanými dřevěnými sloupkovými rozpěrami 40 × 120 mm vymezujícími statickou výšku obruče. Dřevěné prvky jsou vzájemně přes sloupek staženy nerezovou závitovou tyčí M12 a doplněny dvojicemi diagonál z nerezových táhel M8. Táhla jsou s dřevěnou kostrou propojena přes ocelové žárově zinkované kotevní prvky. Základní konstrukce obruče je doplněna o systém vnitřních lanových táhel, která zajišťují tuhost konstrukce. Výplet táhel se liší podle požadavku na využití vnitřního prostoru vzducholodi. Obruče jsou kotveny v dolní polovině k ocelové mostovce přes ocelové svařence vysokopevnostními šrouby (čtyři kusy/obruč). Každá obruč je z výrobního a montážního důvodu rozdělena na třetiny. Spojení jednotlivých dílů je navrženo ocelovými příložkami sepnutými svorníky.



Osazená mostovka na ocelových bárkách (foto David Kubík)

V druhém směru jsou navrženy podélné ztužující prvky, které probíhají po celé délce vzducholodi. Podílejí se na přenosu zatížení v tomto směru a současně stabilizují kruhové obruče v úrovni vnějšího a vnitřního pasu. Ztužující prvky jsou navrženy stejným principem jako kruhové obruče, tj. dřevěná kostra tvořená vnějšího a vnitřního pasu. ze sušeného modřínového dřeva třídy C30 SI (T-profil 40 × 120 + 40 × 120 mm). Pasy jsou propojeny dřevěnými sloupky, stažené nerezovou závitovou tyčí M12 a ztužené dvojicemi diagonálně orientovaných nerezových táhel M8. Rovina podélných ztužujících prvků směřuje do osy vzducholodi s úhlem pootočení 30° (tj. dvanáct podélných ztužujících pasů). Hlavní podélné ztužující příhradové prvky jsou kloubově připojeny přes ocelové spojky s obručemi pomocí vysokopevnostních šroubů a tvoří tak základní „ortogonální“ kostru vzducholodi, která je doplněna v každém poli při vnější straně příhradových prvků diagonálním křížným ocelovým lanovým ztužením.

Doplňkové podélné ztužující prvky jsou navrženy z dřevěných sušených modřínových fošen 40 × 160 mm třídy C30 SI, které jsou radiálně umístěny mezi hlavní podélné ztužující příhradové prvky s úhlem pootočení 10° (tj. 24 doplňkových ztužujících dílů). Prvky





jsou přisazeny k vnějšímu povrchu vzducholodi a podílejí se na stabilizaci horních pasů hlavních podélných ztužujících prvků a kruhových obručí. Současně tvoří podklad pro připevnění pláště vzducholodi, který je také nedílnou součástí zajišťující stabilitu celého systému.

Ukončení na špičkách vzducholodi je navrženo z dřevěných zakřivených modřinových prvků z lepeného lamelového dřeva, jež se radiálně sbíhají ve vrcholu vzducholodi s úhlem pootočení 10°. Ve dvanácti paprscích navazujících na hlavní podélné ztužující příhradové prvky jsou zakřivené prvky doplněny o další díly, které vytvářejí příhradový ztužující prvek (T průřez a sloupky). Všechny prvky ve vrcholu jsou připojeny na ocelový kruhový svařenec, do kterého bude umístěn ventilátor.

Opláštění vzducholodi podporají v radiálním směru zakřivené modřinové lamely 26 × 80 mm, slepené ze dvou lamel a vzájemně propojené v místech hlavních podélných příhradových prvků na půlplát. Rozteč zakřivených lamel je 500 mm. Na tuto základní kostru, která tvoří stahující obruče okolo celého těla vzducholodi (podíli se na stabilitě základní kostry), jsou v podélném směru umístěny obkládové hoblované modřinové lamely tloušťky 20 mm a šířky



Montáž špičky vzducholodě (foto Zbyněk Šrůtek)

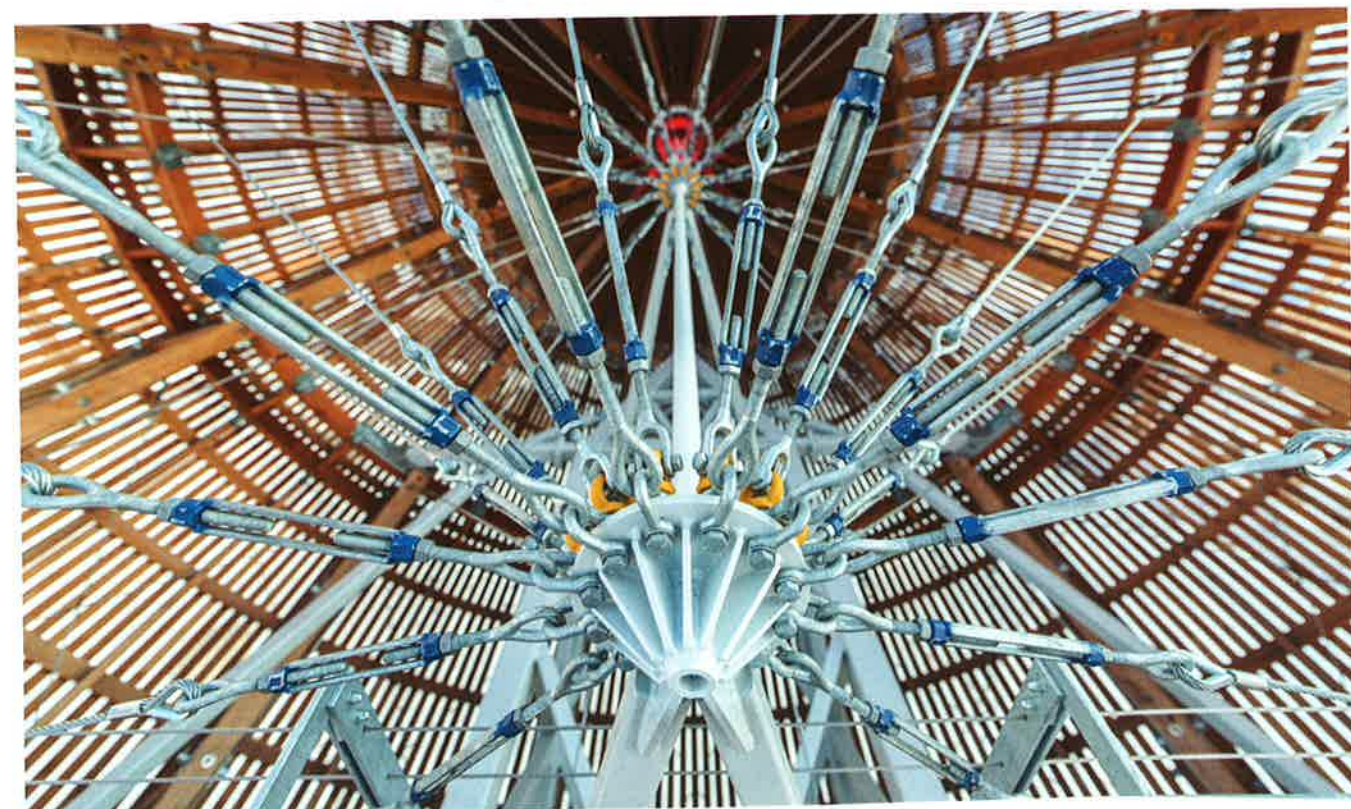
65–47 mm (288 linií lamel na obvodu vzducholodi). Připojení pláště k základní kostrě je realizováno pomocí dvouzávitových vrtů. Špičky vzducholodi jsou opláštěny vodovzdornou překližkou s lamelovým zališťováním stykových spár v ose nosných paprsků.

V rámci projektových příprav byla současně řešena životnost celé konstrukce. Z toho důvodu byl vybrán pro dřevěnou část konstrukce modřín, který nabízí v tuzemských podmínkách nejlepší přirozenou trvanlivost z jehličnatých dřevin. Investor už od počátku pracoval s faktem, že pokud dřevo nebude pravidelně ošetřováno ochrannými nátěry, bude u něho docházet přirozeně k změně barvy z krásné medové na stříbrnou.

Systém pro zastřešení musel zajistit především celoroční provoz uvnitř vzducholodi, vizuálně co nejméně narušit její celkový koncept a zároveň co nejlépe ochránit konstrukci jako celek před působením atmosférických srážek, jejichž dlouhodobé působení se zásadně podílí na snížení životnosti dřevní hmoty, a v neposlední řadě splnit přísné požadavky požárních norem. Z toho důvodu byl jako vhodný systém nakonec navržen systém mechanicky napínané jednovrstvé transparentní membránové fólie ETFE. Tato fólie vytváří



Základní nosná kostra ve střední části vzducholodě ukotvená k ocelové mostovce (foto Zbyněk Šrůtek)



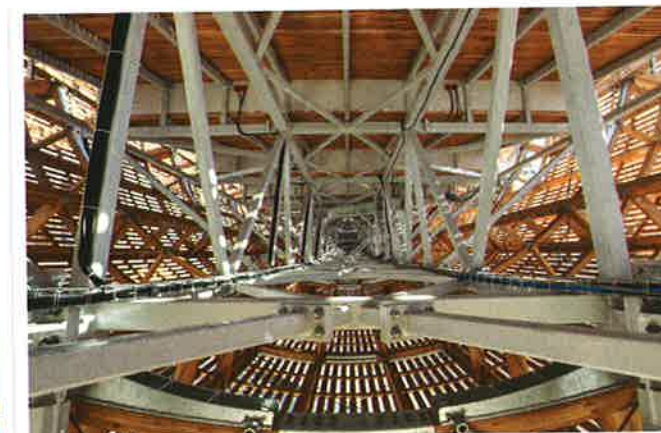
Ztužidlové pole na jednom z konců vzducholodě (foto Jan Slavík)



Paluba vzducholodě – prostor pro pasažery (foto Jan Slavík)



Pohled do tubusu střední části konstrukce (foto Zbyněk Šrůtek)



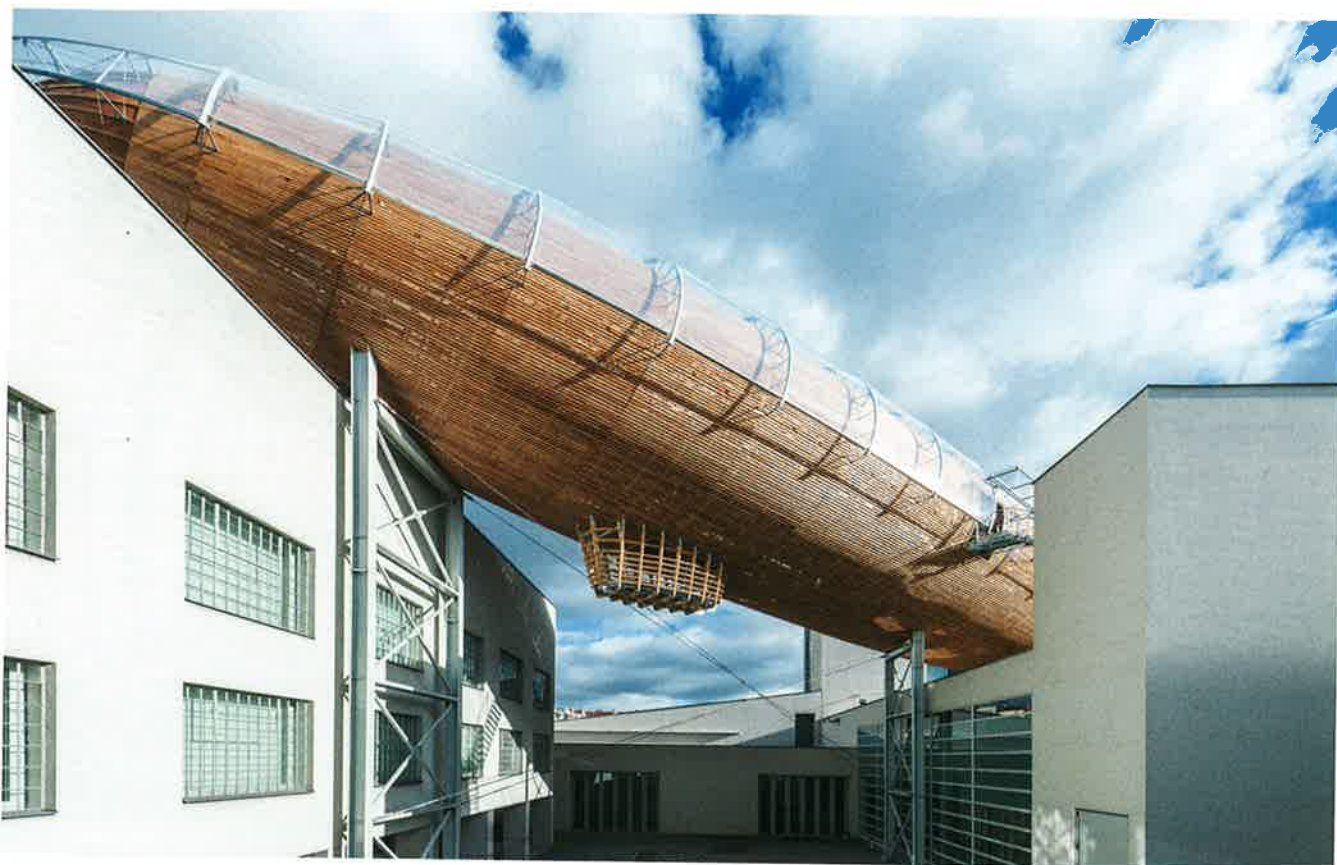
Pohled do podpalubí vzducholodě (foto René Volfík)

nad horní polovinou vzducholodi velký deštník, který levituje nad tělem vzducholodi a umožňuje tak nerušené proudění vzduchu kolem všech dřevěných částí kostry, čímž je zajištěn základní předpoklad pro dlouhodobou životnost celé konstrukce.

Vzducholod' má samozřejmě i gondolu, která je přístupná z vnitřní paluby po žebříku a je zavěšena na základní kostru vzducholodi. Přístup do samotné vzducholodi zajišťuje dvojice bočních visutých schodišť, která jsou vedena ze střeš protilehlých budov galerie. Ocelová schodiště jsou oddílatována od těla vzducholodi.

Vzducholod' je vybavena audiovizuální a světelnou technikou s možností celoročního provozu díky instalovaným infrapanelům a je přístupná veřejnosti v rámci návštěvy galerie DOX. Komplexní statický návrh na 3D modelu vzducholodi byl realizován pomocí softwaru RFEM a jeho přídatných modulů. Zatížení byla generována v souladu s normovými požadavky. Vzhledem ke složitosti tvaru a exponované poloze vzducholodi byl pro zatížení větrem vypracován pod vedením Ing. Jaroslava Váchy v ÚTAM AV ČR analytický model působení větru na konstrukci vzducholodi, který zohledňuje





Úhlopříčně orientovaná vzducholod' nad vnitřním dvorem galerie (foto Jan Slavík)

okolní zástavbu, tvar vzducholodi a propustnost pláště. Hodnoty z této analýzy byla převzata pro výpočet konstrukce vzducholodi. Celý proces výstavby byl založen na principu, že celá konstrukce vzducholodi byla rozdělena do dílčích částí, které byly vyrobeny a na stavbu dovezeny jako zkompletované prefabrikáty, které na stavbě byly osazeny a vzájemně propojeny bez dodatečných úprav. Výjimečný projekt vyžadoval výjimečný přístup k práci, při které se využívaly jednak moderní CNC technologie, ale současně se na vzducholodi nachází významné množství prvků a sestav kompletně vyrobených ručně. Všem, kteří se na výrobě dílčích kompo-



Pohled z vyšší střechy galerie DOX (foto René Volfík)

mentů, prefabrikátů a montáži konstrukce vzducholodi podíleli, patří velké poděkování. Náročná práce jistě všem přinesla vnitřní uspokojení z výjimečného počínu, který by nevznikl bez nejdůležitější osoby v celém procesu, tj. Leoše Války, duchovního otce celého projektu. Projekt Gulliver může hrdě nést označení Made in Czech Republic ve všech svých úrovních od návrhu až po montáž.

Ing. Zbyněk Šrůtek,  
www.timberdesign.cz,  
TIMBER DESIGN s. r. o.



Konstrukce gondoly (foto René Volfík)

#### Gulliver Airship – a New Dominant Feature of Prague – Holešovice

The unique architectural intervention, inspired by the elegant shapes of airships from the early twentieth century, rose above the roofs of DOX Centre for Contemporary Art in Prague – Holešovice in 2016. This 42-m-long steel and wooden structure called Gulliver will become a new place for meeting contemporary art and literature.

**MEA**

BUILDING SUCCESS



**MEAfloor**  
ROHOŽE NA MŘÍŽOVÉ  
ROŠTY

### KOMFORT A BEZPEČÍ NA KAŽDÉM KROKU

- Mřížové rošty a dětský kočárek?  
**MEAfloor** se postará o bezstarostný přejezd.
- Hluk a vibrace při sportu?  
**MEAfloor** šetří nervy.
- **MEAfloor** zamezí nenávratným ztrátám.
- Bezbariérový přístup díky **MEAfloor**.
- Pocit závratě na roštech? Ne s **MEAfloor**.
- Jednoduchá montáž a úprava na požadovaný rozměr.
- Snadné čištění.
- Recyklovatelné: v souladu s REACH.
- Kompatibilní s běžnými rošty s oky 30/30 a 30/10 bez ohledu na výrobce.



**MEA Metal**  
**Applications s.r.o.**

Domažlická 180, Plzeň  
tel.: 377 494 201

**mrizove-rosty.cz**

**SALZGITTER**  
**MANNESMANN**  
**STAHLHANDEL**

Člen skupiny Salzgitter

**SYSTEM. SERVIS. OCEL.**



- nosníky I, IPE, U, UPE, HEA, HEB, HEM
- tyče kruhové, čtvercové, ploché
- tlusté plechy a bramy
- plechy ocelové, vysokopevnostní, otěruvzdorné plechy
- bezešvé trubky a svařované trubky
- přesné trubky
- čtvercové trubky bezešvé a svařované
- obdélníkové trubky bezešvé a svařované



Výrobní závody: Salzgitter, Peine, Ilseburg, Mannesmann Röhrenwerke.  
Sklady: Gladbeck, Düsseldorf, Mannheim, Hannover, Berlin, Lauchhammer, Plochingen.

Salzgitter Mannesmann  
Stahlhandel s.r.o.  
Rohanské nábřeží 671/15  
186 00 Praha 8 – Karlín  
e-mail: salzgitter@salzgitter.cz

Salzgitter Mannesmann  
Stahlhandel s.r.o.  
Sklad Lutín – areál Sigma  
J. Sigmunda 79  
783 50 Lutín

**www.salzgitter.cz**