

Návrh ocelové konstrukce zastřešení WERK ARENY

Ocelová konstrukce zastřešení ve tvaru kulového vrchlíku je tvořena v příčném směru rovinnými obloukovými vzpínadly o maximálním rozpětí 60 m. Příhradové trubkové vazníky s konstrukční výškou 3 m jsou doplněny předpjatým táhlem Macalloy M100 z materiálu s mezí kluzu 520 MPa. Vazníky spolu s příčnými portálovými ztužidly vytváří nad ledovou plochou štíhlou klenbu. Zvolené řešení je úsporné z hlediska hmotnosti i ceny. Volný prostor mezi táhly a konstrukcí lze navíc využít pro osvětlení, ozvučení a další prvky koncertní technologie.

První sestupná diagonála u sloupu přímo navazuje na spodní pas vazníku. V tomto uzlu se zároveň připojuje táhlo vzpínadla. Spojení mezi montážními díly vazníků jsou šroubované. Nejdelší vazník má rozpětí 60 m při vzepětí cca 3,0 m. Tvar střechy je tvořen tak, že vazníky jsou ve vrcholu umístěny na středové kružnici ve vzájemné vzdálenosti cca 8,5 – 10,5 m. Vazníky mají s ohledem na tvar kulového vrchlíku různý poloměr oblouku horního pasu.

Mezi vazníky jsou portálová ztužidla ve vzdálenosti cca 4,3 m. Ztužidla zajišťují stabilitu spodního pasu vazníku a zároveň částečně působí jako nosný prvek s klenbovým účinkem prostorové konstrukce. Celosvařovaná portálová trubková ztužidla, která plní zároveň funkci vaznic, jsou připojována k pasům vazníků jednotlivými šroubovými spojem. Na horní pasy portálů je přes úložné plechy kladen trapézový plech, který je součástí skládaného střešního pláště. Tvar portálu stejně jako princip první sestupné diagonály vazníků s výhodou umožňuje vedení potrubí vzduchotechniky v rámci konstrukčního prostoru střechy.

Ve středu arény v úrovni spodních pasů vazníků je podle podkladů dodavatele navržena nosná konstrukce pro zavěšení videokostky. Její vertikální pohyb zajišťují zde umístěné elektromotory. Pochozí plocha plošiny je stejně jako oboustranné podélné přístupové lávky tvořena roštem. Přístup na lávku k plošině je zajištěn z obou stran galerie pomocí krátkého žebříku na konci lávky.

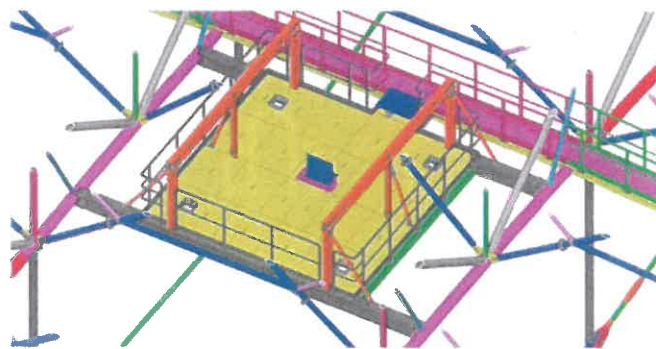
Vazníky jsou uloženy na kylvných sloupech kotvených do hlavních betonových průvlaků tribun. Celkovou stabilitu konstrukce doplňuje systém střešních a stěnových ztužidel. Ve střešní rovině jsou vedena dvě pásové křížová ztužidla vedená v podélné a příčné ose arény.

Sloupy jsou rozděleny do dvou skupin. Jednu skupinu tvoří sloupy vnitřní, na něž jsou přímo ukládány vazníky střechy. Druhou skupinu tvoří sloupy obvodové. Všechny sloupy jsou z trubkových prvků kloubově uložených na betonu i k patě vazníku. Obvodové sloupy jsou vzájemně propojeny příhradovými nosníky. V podélných stranách haly jsou sloupy zavětřovány křížovými ztužidly z táhel Macalloy.

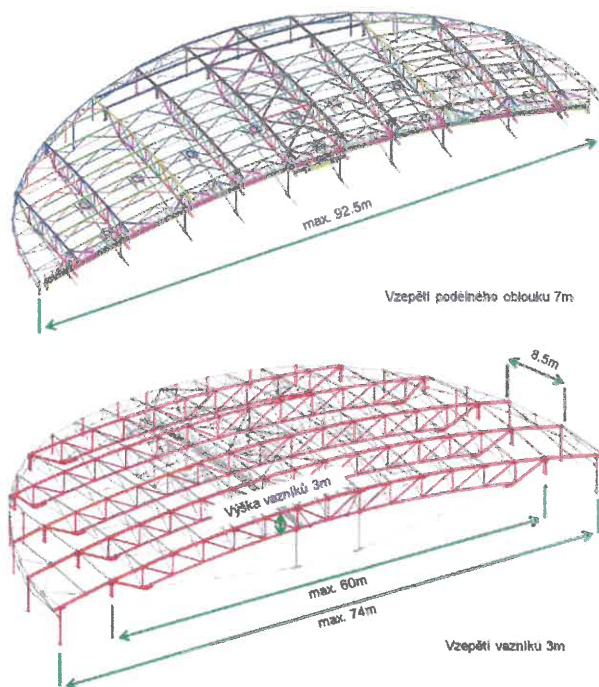
Střecha arény je přístupná vnějšími žebříky, které jsou umístěny na hraně objektu. Bezpečný pohyb na střeše je zajištěn jisticím systémem kotevních bodů s použitím osobních prostředků pro výškové práce.

Na vnitřním obvodu betonové konstrukce 3.NP arény je navržena ocelová konstrukce pochozí galerie pro školenou obsluhu kamerové techniky. Je tvořena nosnými konzolami s pochozí plochou z roštů a částečně z podlahových výstupkových plechů.

Prvky nosné konstrukce jsou navrženy z oceli S355. Doplnkové konstrukce jsou z mat. S 235. Duté profily dle normy ČSN EN 10210: Duté profily tvářené za tepla z nelegovaných a jemnozrnných konstrukčních ocelí.



Model plošiny nad kostkou



Model ocelové konstrukce z Tekla Structures

Svařování střešní OK se provádělo ručně metodou MAG, svařovacím drátem Esab AristoRod 12.50 průměr 1,2 mm.

VÝROBA A MONTÁŽ

Vzhledem k prostorovému tvaru konstrukce a 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 výrobní výkresovou část konstrukce a pro dílenskou dokumentaci program TEKLA Structures. V průběhu projekčních prací tohoto typu konstrukce a vzhledem k postupnému vydávání výrobní dokumentace a nastalým změnám v podkladech od dodavatelů technologie nutně nastávaly situace, kdy bylo třeba zapracovávat revize. Program TEKLA Structures umožňuje označení změnovaných částí, což výrazně urychluje orientaci v revizích a přispívá k menší chybovosti práce.

Vlastní prostorový model ocelové konstrukce měl v konečné fázi 8 800 dílců a 3 000 výkresů obsahujících jak výkresy položek, tak výkresy dílců a montážních sestav.

V každé etapě byly příslušné sestavy předmontovány a protokolárně geometricky zaměřeny. Teprve takto předpřipravené dílce byly uvolněny k postupnému dodání na stavbu a k vlastní montáži.

S ohledem na souběh montážních prací betonových a ocelových konstrukcí byl každý do celku sestavený vazník montován samostatně. Po zvednutí vazníku do svislé polohy byla namontována a aktivována táhla Macalloy. Jednotlivé vazníky byly po usazení na hlavní sloupy následně propojeny portálovými vaznicemi a vodorovným střešním ztužením.

Pro zajištění stability konstrukce byl postupně montován svislý obvodový prstenec propojující jednotlivé sloupy haly.



Zastřešení arény, detail střední části vzpínadla a plošina pro videokostku



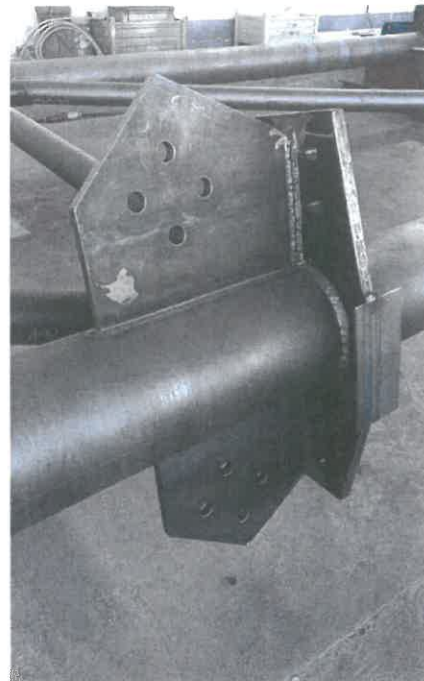
Zastřešení arény, diagonální pohled



Dílčí položky konstrukce



Detail styčnicku z výroby



Zobrazení detailu ocelové konstrukce z výroby

AKTIVACE A PŘEDPÍNÁNÍ TÁHEL

Předpětím táhel vzpínadla bylo dosaženo příznivé redistribuce vnitřních sil v konstrukci. Při vnášení předpětí do jednotlivých táhel dochází k interakci (změně) sil v ostatních táhlech. Pokud jsou táhla dostatečně napnuta, nelinearita chování je s ohledem na jejich prů-



Předmontáž portálového ztužidla na budoucí ledové ploše



Vozníky propojené portálovými ztužidly



Zvedání vozíku



Měřící vozidlo při předpínání táhel

hyb v řádu několika procent. Pak lze vzájemnou interakci táhel vyjádřit lineární vztahovou maticí.

Po dokončení fyzické montáže střechy byly změřeny vstupní síly v táhlech a geometrie konstrukce. Tyto síly bylo nutno postupnými kroky převést na síly projektované. Táhla byla předpínána na napí-



Stýčník táhla s vazníkem

nákové matici s pomůckou pro hydraulické lisy. Předpínací postup byl optimalizován metodou lineárního programování s omezením okrajových podmínek (maximální vnášená síla a minimální měřená síla). Tento postup definoval i dosažitelnou přesnost vnesení sil za daných podmínek.

Předpětí bylo měřeno tenzometry v konfiguraci plného můstku na všech táhlech současně. Předpětí bylo ověřeno i frekvenční metodou s použitím měřicí pomůcky speciálně pro tyto účely vyvinuté na principu změření odezvy a následné frekvenční analýzy záznamu. Táhlka byla napnuta do projektovaného stavu v průběhu dvou dnů. Po dokončení střešního pláště a zavěšení videokostky budou síly v táhlech opět změřeny a porovnány s hodnotami projektovány. Naměřená spektra frekvencí budou následně sloužit pro porovnání se stavem při budoucích kontrolách.

Střešní skladba skládaného pláště, která je ukládána na ocelové pásky přivařených přes stojinu na horní trubkový pas vaznic, byla uložena až po definitivní aktivaci konstrukce.

ZÁVĚR

Konstrukce zastřešení arény byla vyrobena a namontována v požadovaných termínech. Výsledný tvar (geometrie) konstrukce a rozptýl změřených sil v táhlech respektuje požadavky projektantů a příslušné normy. Použití předpjatých vzpínadel v porovnání s klasickými vazníky přináší úsporu hmotnosti i nákladů. V Trinecké WERK ARENĚ vytváří vzpínadla pod subtilní klenbou vazníků volný prostor, který štíhlá táhla ohraničují.

V současné době je tato konstrukce již zastřešena trapézovými plechy a dokončují se práce na skladbě desky pod ledovou plochou a také profosi TPS.

Ing. Jindřich Beran,
beran@excon.cz,

Ing. Vladimír Janata, CSc.
janata@excon.cz,

EXCON a.s.

Design WERK ARENA Roofing Steel Structure

The roofing steel structure in the shape of a spherical cap consists in transverse direction of planar arch tie rods with a maximum span of m 60. Trussed pipe bond timbers with construction height of 3 m are completed by pre-stressed rod Macalloy M100 made of material with slide limit of MPa 520. Bond timbers with transverse portal bracings, create lean arch above the ice surface. Chosen design is economical from the aspect of weight and also price. Free space between control rods may be also used for lighting, sound, and other elements of concert technology.

Vidíme věci jinak.

Kreativní,
technicky
jedinečná
a ekonomická
řešení staveb
z ocelových
konstrukcí.

Zabýváme se
projektovou,
expertní
a konzultační
činností v rámci
všech stupňů
přípravy a realizace
ocelových
konstrukcí.
Disponujeme silným
týmem zkušených
odborníků.

Spolehejte na
profesionály
v oboru.



Rekonverze plynojemu,
Ostrava - Vítkovice



Zimní stadion, Chomutov



Přístřešková stěna - II. etapa,
Hradec Králové



Elektrárna, Ledvice



Hangár, letiště Ostrava - Mošnov



Stanice metra Střezimov, Praha

NÁVRH

DODÁVKA A MONTÁŽ

PŘÍZEMNÍ STAVEB

DIAGNOSTIKA

PŘEDPÍNÁNÍ

HEAVY LIFTING



SPOLEČNOST
JE ŘÁDNÝM
ČLEMEM ČAOK

EXCON, a.s.
Sokolovská 187/203
190 00 Praha 9

Tel.: +420 244 015 111
Fax: +420 244 015 340
E-mail: excon@excon.cz

www.excon.cz

EXCON
STAVÍME NA PARTNERSTVÍ