

Ocelové konstrukce hokejové arény a tréninkové haly

Ocelové konstrukce hrají při výstavbě arény a tréninkové haly nezanedbatelnou roli. Jejich návrh má na svědomí renomovaná společnost EXCON a.s. a i v případě Chomutova lze říci, že zde zanechala nesmazatelnou stopu.

HLAVNÍ HOKEJOVÁ ARÉNA

Zastřešení

Hlavním nosným prvkem zastřešení stadionu a zároveň výrazným vzhledovým atributem je nosný vnější oblouk v podélné ose stadionu. Na něm je zavěšena střecha z příhradové konstrukce na šikmých předpjatých táhlech. Konstrukční řešení je efektivní a poskytne 5 000 divákům zevnitř pohled na subtilní konstrukci v poměru k rozpětí střechy. Přestože je objemově hala úsporná, střední světla výška je vyšší, než u klasické konstrukce, což vytváří prostor pro alternativní využití arény. Navržené řešení je navíc úsporné z hlediska pořizovacích nákladů a s ohledem na minimalizaci vytápěného prostoru a fasádních ploch a podstatně tak přispívá ke snížení budoucích provozních nákladů. Konstrukce je odolná při působení asymetrických zatížení při zatížení koncertní technologií

Nosný vnější oblouk kruhového průřezu má vnější průměr 1 m, rozpětí cca 120 m a vzezření cca 28 m. Vodorovné síly od oblouku přenáší předpjaté zemní táhlo vedené pod ledovou plochou mezi oběma základy konců oblouku. Oblouk je u štítových stěn těsně za fasádou podepřen předpjatými táhly Macalloy ve tvaru obráceného V. Táhla byla volena s ohledem na skutečnost, že jsou tyto prvky díky zvolené geometrii ve všech zatěžovacích stavech taženy. Na oblouk jsou zavěšeny na šikmých předpjatých táhlech příhradové trubkové vazníky s konstrukční výškou 2 m. Předepnutím táhel bylo dosaženo optimální geometrie a redistribuce sil v konstrukci oblouku i vazníků. Vazníky jsou obloukové na rozpětí max. 71 m při vzezření

3,5 m. Tvar střechy je tvořen tak, že vazníky jsou od vrcholového vazníku umístěny ve vzájemné vzdálenosti cca 6 600 mm se stupně po kružnici tak, že v podélném směru má střecha při rozpětí 82,5 m vzezření cca 4,9 m. Mezi vazníky jsou příhradové trubkové portály ve vzdálenosti cca 5,9 m zajišťující stabilitu spodního pasu vazníku a zároveň částečně působí jako nosný prvek s klenbovým účinkem. Vazníky jsou uloženy na kyvných sloupech kotvených do hlavních průvlaků tribun na jedné straně a do průvlaků VIP pater na straně druhé. Celkovou stabilitu konstrukce doplňuje systém střešních a stěnových ztužidel. Ve střešní rovině jsou vedena dvě pásové křížové ztužidla z tuhých trubkových prvků vedená v podélné a příčné ose haly. Podélné stěny jsou ztuženy vždy čtveřicí trubkových sloupů ve tvaru obráceného V a štítové vždy dvěma křížovými ztužidly z předpjatých táhel.

Montáž střechy je ukončena. Nejprve byl na provizorních podporách smontován oblouk a po svaření byl z provizorních podpor spuštěn, přičemž byly předepnuty dvě dvojice krajních táhel. Poté byly na konstrukci zavěšeny střední části vazníků a po dokončení konstrukcí tribun byly namontovány krajní části vazníků se sloupy kotvenými na tribunách. Po montáži byly změřeny síly v táhlech a táhla byla předepnuta do požadované napjatosti optimalizovaným postupem vytvořeným s použitím metody lineárního programování s omezením. Při předpínání byly měřeny síly v táhlech a geometrie konstrukce. Změny geometrie a předpětí byly dále sledovány při dopnutí zemního táhla.

TRÉNINKOVÁ HALA

V měsíci květnu se dokončovala montáž subtilní ocelové konstrukce tréninkové haly, která sestává ze sloupů a zastřešení nad obvodem 64,79 × 35,79 m. Zastřešení je bezvaznicové válcového tvaru o výšce cca 12 m. Příčná vazba se skládá ze střešní příčle kloubově uložené na kyvných sloupech. Střešní příčle je trojboký příhradový nosník s táhlem Macalloy, se vzezřením oblouku 3,5 m. Horní pas nosníku tvoří dva profily „U“ vzájemně vzdálené 1 m, spodní pas a stěnové prvky jsou z trubkových profilů. Na U profily jsou přímo uloženy trapézové plechy v podélném směru, které jsou nosnou částí střešního pláště. Jednotlivé střešní příčle jsou v úrovni horních pasů vzájemně propojené trubkovými profily. Celková tuhost střešní roviny je zajištěna tyčovým zavětrováním v úrovni horních pasů, zavětrování je z táhel předepnutých při montáži. Podél stěny u hlavní haly je ve výšce +3 m pro diváky navržen ochoz se zábradlím, v délce 54 m. Na vnější straně je ochoz uložen na hlavní sloupy a mezisloupy, na vnitřní straně na sloupy v osách hlavních vazeb. Celková tuhost konstrukce je zajištěna ztužidly z tyčových prvků v podélných stěnách a v zalomených štítech.

Montáž OK zimního stadionu

Oblouk byl vyroben z přímých segmentů cca 6 m dlouhých, spojených tupými svary přes výztuhu ve tvaru mezikruží, na které konstrukčně navazují styčnickové plechy pro táhla Macalloy. Sestavoval se v dílně na předmontážní sestavě ve dvou etapách. V každé etapě se příslušná sestava opatřila přípravky pro geodetická měření a za stáleho geodetického měření se srovnala do požadovaných tolerancí. Teprve takto předpřipravené dílce se uvolnily k postupnému dodání na stavbu a k vlastní montáži.

Oblouk byl zakotven do základového bloku přes čep o průměru 150 mm. Styčnickové plechy jsou do průřezu oblouku zašlícovány a přivařeny tupým svarem, na straně základu jsou plechy přivařeny na kotevní rošt zabetonovaný do vyztužené patky. Vodorovná síla od obloukové konstrukce se přenáší předpjatým zemním betonovým táhlem vedeným pod ledovou plochou mezi oběma základy oblouku. Po zabetonování kotevního roštu a částečné aktivaci zemního táhla byl na provizorních lešeníských podporách smontován oblouk. Tyto podpory sloužily jednak k vlastnímu přenesení montážního zatížení v průběhu prací a zároveň jako pracoviště pro provedení montážních svarů, jejich diagnostiky a oprav nátěrů. Jednotlivé díly se k výztuze ve tvaru mezikruží přivařovaly opět montážním



Montáž hlavního nosného oblouku



Zavěšení části střešní ocelové konstrukce pomocí táhel Macalloy

tupým svarem s ultrazvukovou kontrolou na vnitřní kruhové podložce. Klenák (poslední díl) byl přivařen bez podložky.

Po kompletním svaření oblouku bylo nutno oblouk spustit z provizorních podpor, aby při nočním snížení teploty nedošlo k jejich přetížení. Krajiní táhlové podpory oblouku se potom kontrolovaně předepnuly tak, aby bylo dosaženo příznivé redistribuce sil, projektovaného tvaru a zároveň byl oblouk srovnán do předepsané přímosti. V době zahájení montáže vlastní příhradové konstrukce střechy nedovolovala stavební připravenost betonových tribun montáž vazníků po celé své délce. Proto stavbu střechy zahájila montáž dílců střechy přímo zavěšených na hlavní oblouk a nenavazujících na betonové tribuny – střední části střechy.

Předmontážní činnost spočívala vždy v přípravě dvojice sousedních částí vazníků včetně kompletního výpletu v prostoru budoucí ledové plochy pod místem určení. Tyto „bloky“ byly poté zdviženy dvěma mobilními jeřáby do místa určení. Táhla Macalloy se namontovala třetím menším jeřábem za stálého držení břemene střechy dvěma většími jeřáby. Po jejich instalaci se tyto „bloky“ postupným popouštěním ze dvou větších jeřábů zavěsily na konstrukci hlavního oblouku. Montáž musela respektovat požadavek projektantů na symetrii montážního zatížení oblouku podle příčné osy oblouku a střechy. S ohledem na postup výstavby bylo potřeba krajiní části vazníků namontovat vždy po dokončení příslušné betonové tribuny. Jejich termín dokončení

měl však vzájemný několikátýdenní rozdíl, proto se v určité fázi výstavby střešní konstrukce zavěšovala na oblouk asymetricky podle podélné osy oblouku.

Teprve po dokončení obou podélných tribun se střešní vazníky propojily po celé své délce a podepřely na krajích ocelovými trubkovými sloupky. Konstrukce obou štítových stěn byla zkompleťována až jako poslední. S ohledem na asymetrickou montáž se geometrie oblouku i konstrukce trvale geodeticky monitorovala a výsledky se porovnávaly s teoretickými předpoklady. Požadavky projektantů na přesnost geometrie konstrukce byly značné, nicméně se ukázaly, že byly

oprávněné a uvedený postup montáže potenciální problémy minimalizoval.

Aktivace a předpínání

Návrh konstrukce využil vnesením předpětí příznivou redistribuci vnitřních sil v oblouku a vaznicích. Při vnášení předpětí do jednotlivých táhel dochází k výrazné interakci (změně) sil v ostatních táhlech. Pokud jsou táhla dostatečně naaktivována a nelinearita chování s ohledem na průhyb je v řádu několika procent, lze tento vztah vyjádřit lineární vztahovou maticí. Po dokončení fyzické montáže střechy byly změřeny vstupní síly v táhlech a geometrie konstrukce. Tyto síly se musely postupnými kroky převést na síly projektované. Předpínací postup byl optimalizován metodou lineárního programování s omezením okrajových podmínek (maximální vnášená síla, minimální měřená síla). Tento postup definoval i dosažitelnou přesnost vnesení sil za daných podmínek. Předpětí bylo měřeno tenzometry on-line na všech táhlech najednou s možností kontroly frekvenční metodou. Použity byly měřicí pomůcky speciálně pro tyto účely vyvinuté na principu změřením odezvy (zrychlení) a následně frekvenční analýzy. Zároveň proběhlo i finální dopnutí zemního táhla. Střešní panely DART, které jsou uloženy na ocelových páscích přivařených přes stojinu na horní trubkový pas vazníku, byly uloženy až po definitivní aktivaci konstrukce.

Z podkladů EXCON a.s.
zpracoval (vit),
fejfar@konstrukce-media.cz



S ohledem na postup výstavby bylo potřeba krajiní části vazníků namontovat vždy po dokončení příslušné betonové tribuny.

Steel structures of hockey arena and training hall

The main element of the stadium roofing and at the same time, a strong visual attribute is the external bearing arc in the longitudinal axis of the stadium. The roof of framed structure is hung onto the inclined pre-stressed draw-bars. In May, the assembly of subtle steel structure of training hall was to be completed. It consists of the columns and the roofing over a circumference of 64.79 x 35.79 m. The roofing is of non-double framed cylindrical shape with a height of around 12 m. Lateral roof-woodwork consists of a roof ledge placed onto socketed columns.