

## ARENA ZÁHŘEB ARENA ZAGREB

**BERISLAV MEDIČ**

Aréna Záhřeb je multifunkční městská hala o ploše 90 340 m<sup>2</sup>. Je umístěna v jihozápadní části chorvatského Záhřebu poblíž jednoho z hlavních vjezdů do města, naproti oblíbené rekreační oblasti a sportovnímu centru Jarun. Arena Záhřeb, jež se stala jedním ze symbolů

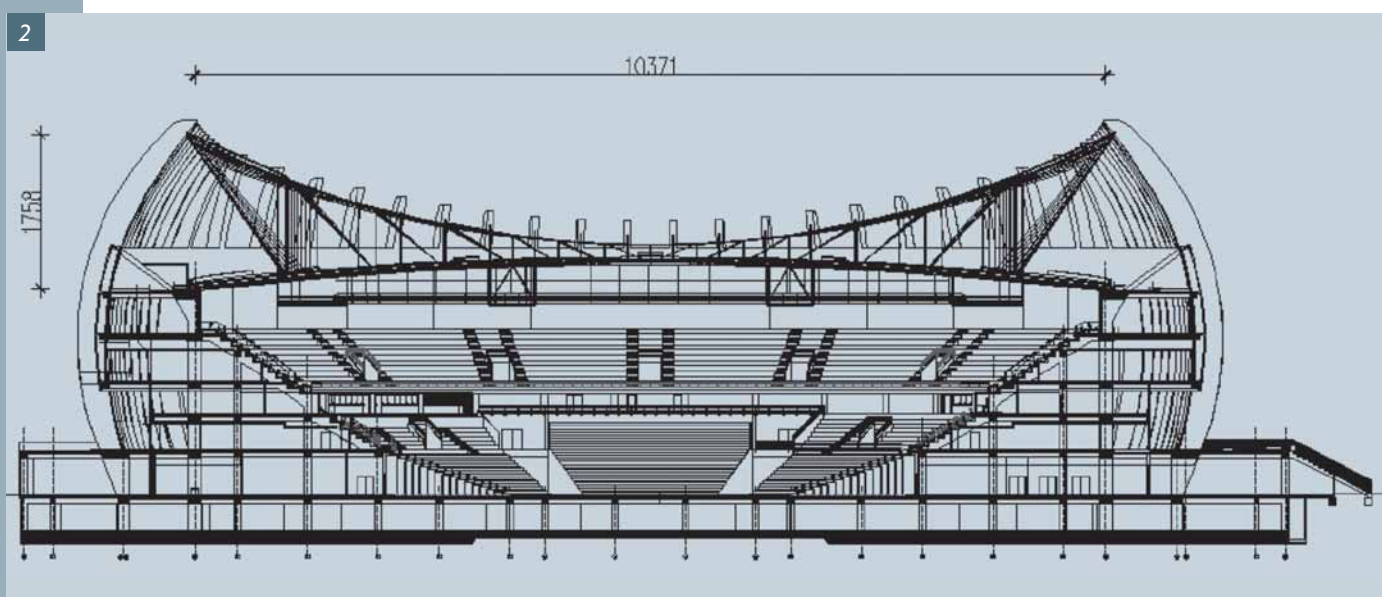
města na jedné z jeho hlavních os, nabízí obyvatelům širokou paletu různých sportovních, kulturních i společenských akcí. Skořepinový tvar konstrukce vychází z logiky konstrukce, která zastřešuje vnitřní prostor pomocí obloukových sloupů.

Arena Zagreb is multifunctional hall with the footprint of 90340 m<sup>2</sup>. It is located in the southwestern part of Zagreb,

Croatia, at one of the main city entrances. Also it lays opposite of popular Zagreb recreation and sports center Jarun. Arena Zagreb became a new city emblem in one of its main axes, offering to the citizens a large palette of amusement events. The shell shape is following the structure logic – it partly covers the inner space with curved columns.



1



2

Základním prvkem konstrukce haly je předpjatý prefabrikovaný betonový sloup vysoký až 39 m. Osmdesát šest sloupů osazených po obvodu haly určuje její vnější tvar a nese fasádu, tribuny a zavěšenou střešku. Sloupy jsou vysoké od 26,5 do 38,8 m. Rozpětí střešky je 104 m.

Funkční uspořádání, tvar prvků a konstrukce jsou zřejmé z příčného řezu, zavěšená ocelová konstrukce střešky, předpjaté prefabrikované železobetonové sloupy, monolitické tribuny a vstupní plošina.

### POPIS KONSTRUKCE

#### Monolitická železobetonová konstrukce suterénu a tribun

V suterénu pod tribunami i plochou haly se nacházejí garáže o ploše zhruba 30 000 m<sup>2</sup> (kapacita 817 osobních aut). Garáže leží na bezesparé základové desce. Plocha betonovaná na jeden pracovní záběr byla dána výrobní kapacitou betonárny (až do 1 000 m<sup>3</sup> za den). Při betonáži desky byly v desce vynechány zhruba 1 m široké smršťovací pruhy, které byly zabetonovány později. Tento postup umožnil nerušený průběh smršťování a dotvarování základové desky v počátečních fázích tuhnutí a tvrdnutí betonu. Protože byla suterénní konstrukce bez dilatací, bylo snazší i rychlejší (a jednodušší kontrolovatelné) zajiš-

tění hydroizolace celé spodní stavby, což bylo pro výstavbu důležité, neboť v místě je vysoká hladina spodní vody.

Nad garážemi je pět podlaží monolitické betonové konstrukce haly. Staticky je to prostorový rám s průvlaky (rozpětí až 10 m) a deskami (tloušťky 240 mm). Všechny osmdesát šest hlavních sloupů je ukotveno v úrovni +5,0, tj. v úrovni hlavního pěšího vstupu do haly. Po zmonolitnění sloupové konstrukce v místech osazení a v místech, kde jsou vzepřeny o nosníky prostorového rámu, vznikla jedna velká spojitá konstrukce.

Na monolitickou část konstrukce byl použit beton C30/37.

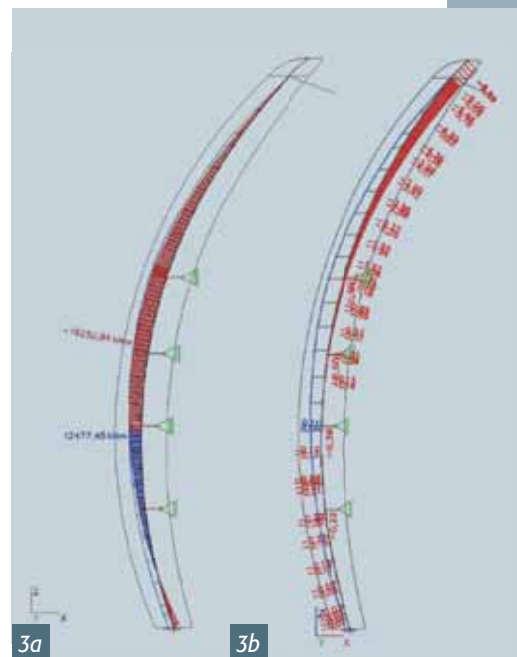
#### Prefabrikované železobetonové sloupy

Staticky působí sloupy jako zakřivené konzoly svislé délky až 15 m, zatížené na horním konci vodorovnou silou 2 000 kN. Eliptické oblouky sloupů dosahují délky až 39 m, většího rozměru průřezu 8,5 m a váhy 220 t. Uvedené charakteristiky sloupů byly důvodem k následujícímu způsobu jejich výroby.

Sloupy byly vyráběny na staveništi ve vodorovné poloze ve speciálně připraveném bednění z betonu C50/60. Pro umožnění včasného odbednění byly sloupy částečně předpjatý (30% silou). Po konečném odbednění byly sloupy přemístěny na speciální stojany a všech dvanáct kabelů bylo plně předepnuto

(1 200 kN v každém kabelu) a zainjektováno.

Tím byly sloupy připraveny k vyzvednutí do svislé polohy a pomocí jeřábu (jeřáb o únosnosti 500 t s dosahem ramene 70 m – k přemístění všech sloupů stačil pouze jeden jeřáb) přeneseny na své místo a ukotveny. Sloupy byly osazovány na předem připravené kotevní desky (desky Halfen, spodní část sloupu měla zabetonovanou odpovídající botičku) a dočasně podepřeny (do zmonolitnění s konstrukcí). Zmonolitnění slou-



Obr. 1 Pohled na Arénu Záhřeb přes jezero Jarun, říjen 2008

Fig. 1 General view of Arena Zagreb from Lake Jarun, October 2008

Obr. 2 Řez konstrukcí haly

Fig. 2 Cross section

Obr. 3 Ohybový moment a odpovídající pružná deformace a), b)

Fig. 3 Bending moment and elastic deformation for appropriate combination a), b)

Obr. 4 a) Základna pro výrobu sloupů, b) odbedňování sloupů

Fig. 4 a) Base for production of columns, b) columns in formwork

Obr. 5 a) Kotevní deska sloupu, b) botička na sloupu s předpínacími kabely, kotvami Halfen a kotvami pro přenos smykových sil

Fig. 5 Bottom of column in production process (cables, Halfen anchors, anchors for shear force transmitting)





6

pů s prostorovou rámovou konstrukcí zajistilo nezbytnou vodorovnou tuhost celé konstrukce včetně sloupů, která je v oblasti s poměrně vysokou předpokládanou seismickou aktivitou (IX, počítané zrychlení základů 0,27g) důležitá.

#### Zavěšená ocelová konstrukce střechy

Na horní konce sloupů byla předem upevněna zařízení pro uchycení nosných kabelů střechy. Střešní konstrukce byla zavěšena na vodorovné kotevní kabely průměru 66 mm, únosnosti 2 636 kN a délky 103,7 m a šikmé kabely průmě-

ru 34 mm. Zavěšená střecha je vyrobena z ocelových profilů HEB 450 v hlavním i vedlejším směru.

Protože dominantním účinkem zatížení větrem je u zaobleného tvaru střechy sání, byly pod konstrukcí v podélném směru zavěšeny další příhradové konstrukce za účelem její dynamické stabilizace zejména při nesymetrickém zatížení.

K zajištění multifunkčnosti haly Arena Záhřeb bylo třeba na střešní konstrukci do vhodných míst zavést audio/video techniku a osvětlovací zařízení. Celková váha těchto prvků zde činí 100 t. Průhyb konstrukce od návrhového zatížení (který zahrnuje i pružnou deformaci vrcholů sloupů) je ve vrcholu střechy roven 330 mm. Konce ocelových příhradových nosníků v hlavním směru jsou podepřeny elastomerovými ložisky. Střešní konstrukce tak jakoby pluje nad halou, a přitom je bráněno negativním účinkům sání na konstrukci.



7b



7a



8a

#### Návrh stavby

Architektonický návrh	UPI 2M (Nenad Borgudan, Berislav Medič, Alan Leo Pleština, Tamara Stantić Brčić)
Statika objektu	Berislav Medič
Spolupráce	Goran Janjuš, Andrej Marković, Hrvoje Mihal

Berislav Medič

UPI-2M

Krajnska 10, 10 000 Zagreb

Croatia

e-mail: berislav\_medic@upi-2m.hr

www.upi-2m.hr



8d



8b



8c

Obr. 6 Sloupy na stojanech  
Fig. 6 Columns in "stand"

Obr. 7 a) Zvedání sloupů do svislé polohy,  
b) přenášení sloupů jeřáblem  
ve svislé poloze  
Fig. 7 Verticalization and column transfer

Obr. 8 a) Osazování sloupů na kotevní desku, b) osazení botičky sloupů na kotevní šrouby a jejich zajištění matkami, c) horní konce sloupů, d) dočasná stabilizace sloupů  
Fig. 8 Embedding of column on pre-built anchors and detail of temporary stabilisation



Obr. 9 Zmonolitřování konstrukce a), b)  
Fig. 9 Process of monolithisation

Obr. 10 Natahování a zavěšování nosných kabelů střešní konstrukce v září 2008  
Fig. 10 Roof structure in construction process from September 2008

Obr. 11 Detail uchycení kabelu na vrcholu sloupu, a) detail vrstev kabelu, b) kabel v řezu  
Fig. 11 Details of cable and reception point on the top of the column

Obr. 12 Nesymetrická deformace zatížené zavěšené konstrukce  
Fig. 12 Asymmetric deformation in case of load on suspended structure

Obr. 13 Detail elastomerového ložiska  
Fig. 13 Detail of elastomeric bearing

Obr. 14 Aréna Záhřeb v září 2008  
Fig. 14 Arena Zagreb, September 2008

Obr. 15 Dokončená Aréna Záhřeb v prosinci 2008  
Fig. 15 Arena Zagreb, December 2008

