

NAVRHOVÁNÍ TRIBUN SPORTOVNÍCH STAVEB ■ ARCHITECTURAL DESIGN OF SPORTS BUILDINGS

Pavel Hladík

Nejběžnějším materiálem pro realizaci tribun sportovních staveb je železobeton, který se používá dle přísných geometrických a inženýrských pravidel. Úspěšný architektonický návrh se ale nezakládá pouze na dokonalém zvládnutí matematických vzorců, ale jedná se o syntézu konceptu, stavebních norem a ekonomie návrhu. Článek přibližuje některé aspekty, které ovlivňují vzhled a konstrukci sportovních staveb. ■ Reinforced concrete is the most frequent building material for seating tiers of sport buildings. Although the design follows geometrical and engineering rules, they are not the only aspect of a successful architectural design. The synthesis of artistic concept together with building norms and cost values belong to main parts of the design. The article is dedicated to some factors which influence aesthetics and structure of sports buildings.



1

Tribuny jsou velmi důležitým komponentem sportovní budovy, a proto je jim věnována při návrhu zvláštní pozornost a péče. Sportovní zážitek je umocněn atmosférou na stadionu a každý sportovec vnímá vzdálenost skandujících diváků, kteří ho podporují k výkonům a překonávání rekordů. Právě komfort viditelnosti a vzdálenost od sportovců je nejdůležitějším faktorem při návrhu tribun, které se projektují v převážné většině pro sezení [1]. Tribuny víceúčelových budov musí splňovat požadavky na co nejlepší viditelnost pro různé typy akcí konaných na hrací ploše. Nemusí se však jednat pouze o sporty, pro které se nejčastěji využívají stadiony a haly.

Navrhování sportovních budov se neomezuje pouze na optimální prostor pro diváky, ale je spojen s dalšími provozy podle typu a zaměření stavby. Lidi, kteří se pohybují v těchto stavbách, je možné rozdělit do dvou skupin: aktivní (sportovci a personál zajišťující chod zařízení) a neaktivní (diváci a návštěvníci akcí). Obecně se tyto dvě skupiny a jejich funkce nemíchají a zázemí pro obě skupiny fungují pokud možno co nejvíce odděleně. Aktivní skupina se s diváckou skupinou může, podle typu stavby, setkávat na vyhrazených místech, která ale musí být dopředu navržena a uzpůsobena tomuto účelu. Například na stadionech s kapacitou větší než 5 000 diváků se navrhují mixážní zóny a konferenční místnosti (kde se setkávají sportovci a zástupci médií) nebo u velkých stadionů speciální cesty, kde se sportovci zdánlivě míchají s diváky. Jedná se např. o speciálně navržené uličky a koridory k čestným lóžím pro předávání trofejí, které jsou využívány povětšinou při úvodních a ukončovacích ceremoniálech velkých sportovních akcí.

Obr. 1 Donbass Arena – Stadion Šachtar Doněck ■
Obr. 1 Donbass Arena – Shakhtar Donetsk Stadium

Plánování stadionů a sportovních komplexů se obecně dá rozdělit do kruhových zón [1]:

- hrací plocha,
- tribuny,
- servisní zóny,
- sportovní komplex.

V těchto zónách platí určitá uživatelská pravidla, která se mohou lišit podle druhů sportovišť a dalších kritérií (např. způsobilost pro pořádání velkých akcí podle pravidel FIFA).

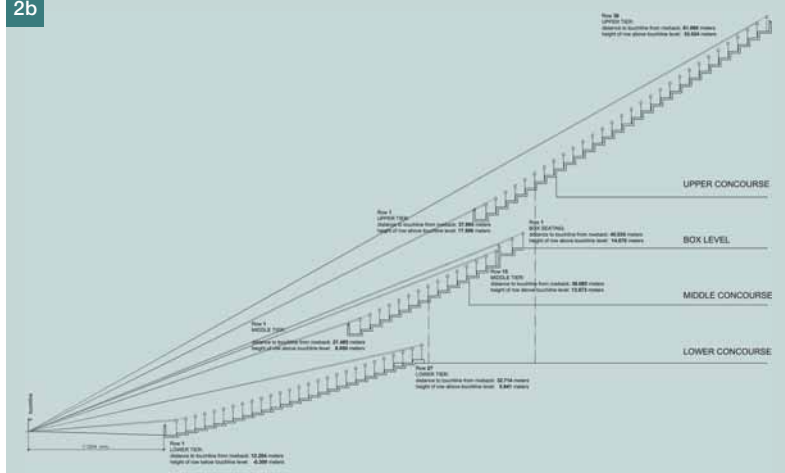
HRACÍ PLOCHA

Poloha hrací plochy vůči světovým stranám je důležitým faktorem pro návrh sportoviště. Pro současné víceúčelové stadiony je to ale předmět k diskusi vzhledem k různým možnostem využití vnitřního prostoru stavby, flexibilitě obálky a provozu za umělého osvětlení. Pokud je ale hřiště zatravněné přirozeným trávníkem, jedná se o jeden z určujících faktorů pro návrh a posouzení pro vstup přirozeného slunečního záření a přirozenou cirkulaci vzduchu [2]. Je potřeba počítat s tím,

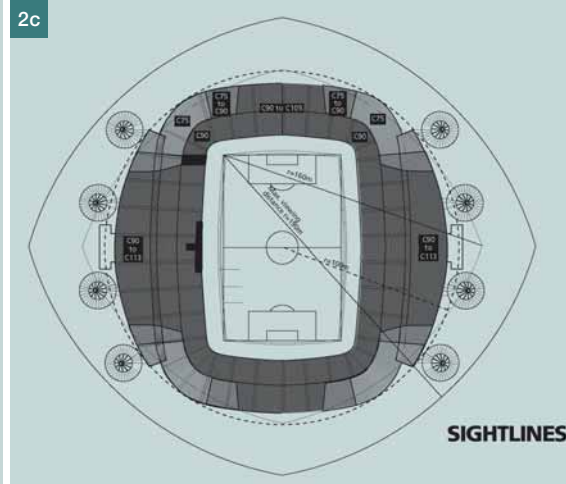


2a

2b



2c



SIGHTLINES

že se tribuny mohou propojit s hrací plochou při různých příležitostech. Zde je nutné dodržet pravidla flexibility a bezpečnosti. V případě nebezpečí v divácké části stavby (společně i s monofunkčními budovami) se otevřou koridory mezi diváckým sektorem a hrací plochou. Navrhují se tak brány, schody (mobilní, permanentní) nebo mosty pro komunikaci.

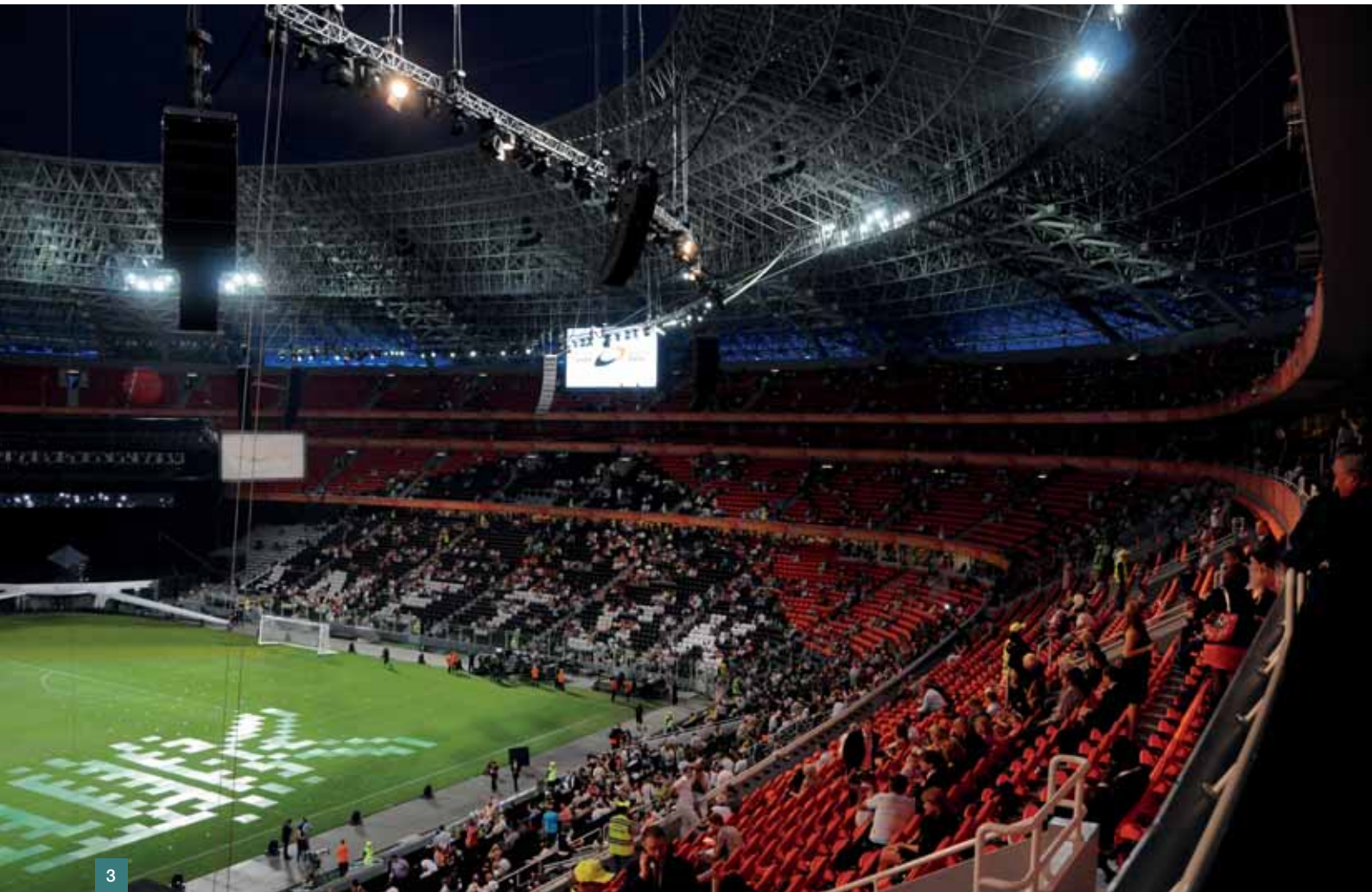
Fotbalové hřiště podle nejnovějších dostupných informací FIFA má rozměry ohraničené postranními čarami 105 x 68 m. Je potřeba počítat s dalšími zónami za delší a kratší stranou hřiště pro odstupové vzdálenosti od prvních řad tribun a pro panely s reklamami. Tyto rozměry se liší podle vybavenosti stadionu, roku vzniku a geometrie tribun. Moderní velkokapacitní stadión, jakým je Allianz Arena v Mnicho-

vě, je příkladem s minimalizovanou vzdáleností mezi hřištěm a první řadou tribun (10 a 8 m), naopak Maracanã v Brazílii je příkladem opačného extrému (27,3 a 13,5 m, stav po rekonstrukci pro MS ve fotbale 2014).

Hrací plocha s atletickou dráhou je mnohdy brána jako protipól fotbalového hřiště díky své náročnosti na prostor mezi tribunami a hřištěm. Klasický ovál je rozdělen na osm drah, ale Mezinárodní atletická federace doporučuje zavádět ovál s devíti drahami.

NAVRHOVÁNÍ TRIBUN

Tribuny sestávají z řad se sedačkami, uliček pro vertikální pohyb mezi řadami, vstupů pro přístup diváků z ochozů



Obr. 2 Manchester City FC, a) interiér tribun, b) křivka viditelnosti, c) maximální vzdálenosti diváků od akce ■ Fig. 2 Manchester City FC, a) seating tiers, b) profile of tiers, c) maximum distances of spectators from field of play

Obr. 3 Donbass Arena, interiér tribun ■ Fig. 3 Donbass Arena – seating tiers

a speciálních vyhrazených míst pro zvláštní účely (platformy pro diváky na invalidních vozíčkách, místa pro kamery, místa pro novináře a zástupce médií, lavičky náhradníků a trenérů, atd.). Všechny vyjmenované části musí mít svoje minimální a maximální rozměry a počty, aby byly splněny bezpečnostní předpisy. Předpisy se liší podle státu vzniku a mnohdy v legislativách zabývajících se stavebnictvím chybí. Je pak na domluvě investora s architektem a místními schvalovacími orgány, aby se rozhodli, jaké domácí a zahraniční normy budou respektovat (nejčastěji se postupuje podle vybrané evropské nebo americké normy).

Evropské normy se liší od těch, které jsou platné v USA, a proto je vždy potřeba se ujistit podle jakých směrnic se

sportovní stavba bude navrhovat. Nejvíce propracované normy jsou německé (např. DIN EN 13200-1, Kriterien für die räumliche Anordnung von Zuschauerplätzen – Anforderungen) a britské (různé normy British Standard).

Sportovní stavby se dále navrhují podle nutných regulací, direktiv a doporučení mezinárodních federací různých sportů (např. FIFA – fotbal, IAAF – atletika). Zvláště důležitý je tzv. „Green Guide“ (Guide to safety at sports grounds), který je nepostradatelným nástrojem pro navrhování a pozdější jednání s autoritami. Ostatní britské normy definují velikosti a rozměry jednotlivých prvků tribun a jsou většinou brány jako základ pro dobře fungující stadion z hlediska bezpečnosti a komfortu diváků. Oblíbenost fotbalu ve Velké Británii a katastrofické události 2. poloviny 20. století daly vzniknout předpisům, které se v určité periodě obnovují.

Viditelnost

Při navrhování tribun hraje jednu z nejdůležitějších rolí hodnota viditelnosti, tzv. hodnota C („C-value“), která je nejvýraznějším faktorem charakterizujícím stadion. Ceny vstupenek na jednotlivá místa na tribuně vycházejí také z této hodnoty. Hodnota tohoto parametru (obr. 4) vyjadřuje viditelnost nad osobou sedící v řadě před sledovaným divákem. Tribuna je tak konstruována podle křivky viditelnosti, která určuje sklon terasovitě formy.

Než se ale přejde k detailnější práci s křivkou viditelnosti, je třeba si uvědomit širší vztahy formy tribun a vzdálenosti na hrací plochu. Velkou roli zde hraje fyziologie lidského oka a obecně vidění a schopnost vnímat a rozeznávat akce a ur-

čítou úroveň detailu na hrací ploše. Zde se uplatňuje zkušenost architektů, jejich záměr a důvtip při práci s formou, která není pouhým výsledkem matematického vzorce. Naopak, každý ikonický stadion má v sobě zakódovaný určitý koncept tribun. Tím se rozehraje práce s detailnějšími parametry jako je šířka řad, velikost sedáků, nároky na C-value a frekvence vertikálních uliček. V řeči čísel se musí sledovat velikost úhlu od nejextrémnějších bodů na hrací ploše k divákovi a vzdálenost od nejzazšího místa na hrací ploše k divákovi. Za komfortní úhel vidění se považuje 30 až 60°. Tento interval není možné vždy dodržet, ale čím více diváků se vejde do rozmezí těchto úhlů, tím lépe.

Doporučené vzdálenosti od hrací plochy se pro různé sporty liší. Např. pro fotbal to je 90 m od středu hřiště a mezní hodnotou 190 m od protějšího rohového praporku, na atletickém stadionu je mezní vzdálenost 230 m od nejvzdálenějšího místa a v některých zdrojích je udáváno 130 m jako optimální vzdálenost od středu hrací plochy [3].

Křivka viditelnosti

Návrh samotných tribun vychází z určení vztažného bodu na hrací ploše, ke kterému se bude posuzovat sklon tribun. Je jím ta pozice sportovců, kde jsou divákům nejbližší, protože je to pro dohled diváků nejobtížnější místo. Pro fotbal (postranní čáry hřiště) je to na povrchu hrací plochy, pro lední hokej pak horní hrana mantinelu, pro basketbal 500 mm nad postranní čarou. Pak se využije vzorec pro výpočet C-value (obr. 4):

$$C = (RhD - AB)/(D + B), \quad (1)$$

kde Rh je výška řady, A výška oka sedícího diváka nad vztažným bodem, B je šířka řady a D je půdorysná vzdálenost od vztažného bodu.

Podle [4] lze pracovat s těmito hodnotami C-value:

- 150 mm – vynikající,
- 120 mm – velmi dobré,
- 90 mm – vyhovující,
- 60 mm – naprosté minimum.

Obecně je dobré uvažovat minimální převýšení 90 mm. Tato hodnota je svázaná s velikostí samotné sportovní budovy, a proto je ostře sledovaná investory [5]. Hodnoty C-value jsou upřesněny v některých normách, ale záleží na architektonickém pojetí a širších vztazích, jaké hodnoty jsou určeny (např. BS EN 13200-2003 Spectator facilities).

Dalšími parametry ovlivňujícími návrh jsou vzdálenost první řady od vztažného bodu a výška první řady nad úroveň hrací plochy (doporučeno minimum kolem 800 mm). Zkonstruováním křivky viditelnosti (obr. 2b) se dostane variabilní převýšení po sobě jdoucích řad. U některých sportovních staveb z dřívější doby nebo o nízké kapacitě je vidět, že se výška co nejvíce sjednocuje, ale to se díky vývoji automatizovaných výrobních procesů již téměř nevyskytuje. Přesto se jedná o zajímavý problém, který se řeší různým způsobem v různých oblastech světa.

Na příkladu stadionu **Manchester City FC** je ukázán návrh maximální vzdálenosti diváků od akce (obr. 2c) a výpočet křivky viditelnosti (obr. 2b).

REALIZACE TRIBUN

Tribuny se staví z požárně odolných materiálů, z nichž nejrozšířenější je železobeton pro svoji trvanlivost a stabilitu. Většinou prefabrikované dílce teras jsou uloženy na šikmých betonových nebo ocelových nosnících, které jsou podepřeny vertikálními nebo šikmými sloupy. Ideální rozpon vychází z počtu

sedáček v řadě, základových a seismických podmínek dané oblasti a z preferovaného materiálu. Speciální podmínky jsou u první řady, poslední řady a u vstupů z ochozů na tribunu.

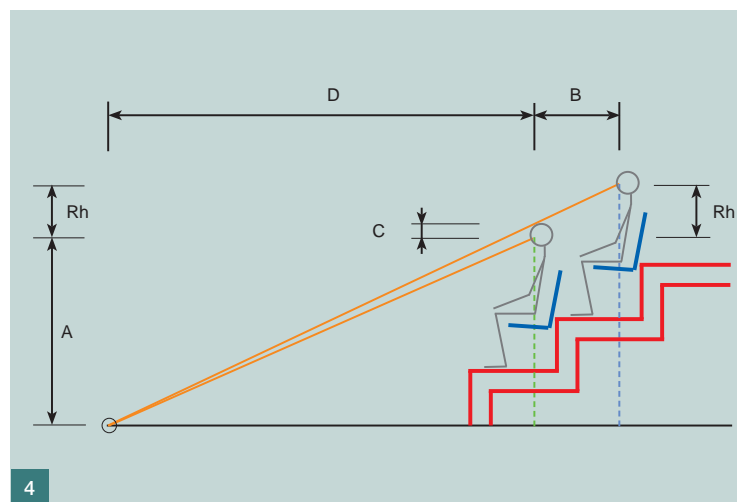
Architektonický důraz je kladen na jasný konstrukční výraz a čistotu provedení. Tomu nahrává ekonomika prefabrikátů, které je možné vyrobit s vysokou přesností a osadit a ukotvit na stavbě. Dílce mají vysokou kvalitu povrchu a je možné zachovat jejich pohledový vzhled.

Pokud je první řada tribuny vykonzolovaná, je z hlediska dynamiky diváků na ochozech výhodné konstruovat prefabrikovaný dílec jako jeden celek spojený se zábradlím. Ten je pak kotven k šikmému nosníku bez toho, aby nosník zasahoval pod první řadu a snižoval tak podchodnou výšku v prostoru pod nimi (na ochozu nebo VIP boxech).

Vstupy na tribuny musí plnit nosnou funkci a vynést přerušené stupně teras. Pokud se nachází v rohových sekcích průběžné tribuny, je třeba je navrhnout tak, aby byly v souladu s konstrukčním systémem rohových terasových prvků, které se směrem nahoru rozšiřují a dosahují větších rozponů u nejvyšší řady tribun.

Konstrukce a vzhled vstupů se také liší podle toho, z jaké úrovně ochozu se na ně vstupuje. Mohou být přístupny po schodech vedoucích vzhůru nebo dolů. Při první variantě se musí řešit podepření vstupů a tím celého bloku tribun mezi konstrukčními osami sloupů a šikmých nosníků.

Abyste byla stavba úspěšně zkolaudována, je třeba doložit, že diváci mají dostatečný komfort vidění právě dle uspokojivých hodnot C. Podle toho, jak se stadion navrhne, lze sjednotit několik řad a přiřadit jim konstantní výšku schodů v uličce a to je výhodné pro výrobce betonových prefabrikátů, pro které je možné využít jednu formu vícekrát. Pokud je profil teras navržen pro co nejmenší objem stavby, pak by se sjednocením vý-



Obr. 4 Diagram vysvětlující vzorec pro výpočet převýšení C ■
Fig. 4 Diagram explaining C-Value equation

Obr. 5 Olympijské plavecké centrum v Londýně, a) pohled na „olympijskou“ podobu stavby s dočasnými přistávacími křídly z ocelové konstrukce, b) rozplavba mužů na olympijských závodech v červenci 2012, c) můstky pro skoky do vody z monolitického železobetonu, d) spodní část tribun z prefabrikovaných dílců po stranách plaveckého a skokanského bazénu ■ Fig. 5 Olympic Aquatic centre in London, a) Olympic mode of Aquatics centre with temporary steel tiers, b) men's elimination round at the Olympic in July 2012, c) dive towers – in situ concrete, d) Lower part of permanent tiers from precast concrete



5a



5b



5c



5d



6a



6b



6c

šek několika stupňů omezila viditelnost. Řešením může být proměnná výška podkladní vrstvy mezi šikmým nosníkem a prefabrikovaným dílcem teras. Vlastnosti tohoto materiálu jsou důležité v extrémních teplotních podmínkách. Hrozí totiž ztráta kontinuity a vydrolení díky vysokým teplotním rozdílům a musí se řešit zatékání do konstrukce a obecně interiéru stadionu.

Mezi zajímavé realizace z poslední doby patří například **fotbalový stadion Šachtar Doněck** (architekti Arup Sport), který je zasazen do svažitého parku. Geometrie tribun a tím i celý stadion respektují svažitost terénu. Poloměr rohů teras se mění podle pater a terasy jsou vykonzolovány v rozích tak, aby první patro těsně obepínalo hrací plochu a další patra vy-

tvářela prstence s větším poloměrem [2]. Stadion byl velice kladně hodnocen při zápasech nedávného mistrovství Evropy ve fotbale za svoji kompaktnost a atmosféru (obr. 1 a 3).

Výjimečnou prací s konstrukčním materiálem se vyznačuje nedávno dokončené **plavecké centrum v Londýně** (architekti Zaha Hadid Architects). Sportovní stavba připravená pro LOH 2012 byla navržena ve dvou diváckých kapacitách – olympijské (cca 17 500 diváků) a poolympijské (2 500 diváků). Veliké rozdíly ve velikosti tribun byly vyřešeny dočasnými přistavěnými křídly z ocelové konstrukce s lehkými sendvičovými panely pro sezení diváků (obr. 5a). Spodní patro tribun postavené z pohledového betonu (tribuny jsou

opět z prefabrikátů) vykazuje známky nejvyšší architektonické kvality (obr. 5d).

Budova je rozdělena na dvě části oddělené dilatační sparou. Mostová konstrukce zastřešuje tréninkový bazén a překlenuje blízkou řeku. Tvůří tak hlavní přístup do olympijského parku od stanice městské hromadné dopravy Stratford. Druhá část železobetonového monolitu obsahuje soutěžní bazény pro plavání a skoky do vody, suterén s technologiemi, zázemí sportovců a rozhodčích a tribuny pro poolympijské využití. Vše je navrženo nad dvěma tunely pro rozvody vody a veškerých sítí vedoucími pod celým pozemkem plaveckého centra. Střechu tvoří ocelová konstrukce z nosníků uložených na železobetonové zdi na jihu a na severu pak na dvou železobetonových pilířích spojených táhly.

Za zmínku stojí také unikátní tvar skokanských můstků, pro které bylo vyrobeno speciální bednění pro dosažení spojitěho průběhu jejich složitěho geometrického tvaru (obr. 5c a d). Komplexnost ploch a geometrie můstků vyžadovaly také speciální přístup pro návrh ocelové výztuže s více než třemi sty řezy přesně určujícími polohu ocele v betonu.

Přísady do betonu (GGBS – ground granulated blast furnace slag a PFA – pulverised fuel ash) splnily jak estetické architektonické požadavky na kvalitu povrchů a statické podmínky, ale vyhověly také předpisům z hlediska životního prostředí [6].

Víceúčelové stadiony

Tribuny sportovních hal a stadionů konstruované podle vztažných bodů většiny sportovišť vyhovují plně pro kulturní aktivity odehrávající se na zvýšeném pódiu. Je tedy zřejmé, že sportoviště umístěná na pódiích (box, judo, vzpírání, gymnastika, bazény vkládané do hal) mají vztažný bod cca o 2 m výše, než

nebo National Stadium Singapore (obr. 6) [7]). U obou těchto stadionů je spodní patro tribun usazeno na podvozcích, které se pohybují po kolejích. Ocelová nosná konstrukce podpírá systém prefabrikovaných terasových dílců. Různá technická řešení, jak zajistit přímou viditelnost celé cílové plochy, zejména pro nejnižší pořadí teleskopických tribun, navrhovala vertikální pohyb celé plochy sportoviště nebo změny sklonu tribun. Všechna taková řešení jsou logisticky i technicky náročná a vždy skýtají výzvu pro celý projekční i investorský tým. Jako příklad je uveden soutěžní návrh Jeana Nouvella na stadion Stade de France. V tomto návrhu se pohybovaly všechny tribuny včetně střech.

Na stadionech a ve víceúčelových zařízeních existuje i tzv. nepřímá viditelnost, tedy zprostředkovaná televizním obrazem, která však nikdy nesmí nahradit viditelnost přímou. Ve víceúčelových halách je nad středem sportoviště zavěšena několikostranná obrazovka a velké stadiony jsou pak vybaveny obřími velkoplošnými obrazovkami různých velikostí a formátů. Tyto možnosti (přiblížení detailů, opakování, apod.) vnášejí do víceúčelových zařízení další přidanou hodnotu, využívanou pro zlepšení diváckého zážitku a často i pro reklamy.

ZÁVĚR

Navrhováním tribun pro určitý počet diváků se ovlivňuje oblibenost sportovišť z hlediska sportovců, diváků i médií. I v současné době, kdy jsou rozšířené různé televizní technologie, se plní velké stadiony diváky, kteří si užívají zážitky ze stadionů a sportovních hal. Pak ocení kvalitní architektonický návrh s dobrou viditelností a nepřerušenými tribunami bez vertikálních konstrukcí, který je výsledkem důsledného sledování zásad geometrie a zásad čistého architektonického návrhu.

Obr. 6 a) Celkový pohled na Singapore Sports Hub se siluetou města v pozadí – render, b) test dílce prefabrikované tribuny – první řada s otvory pro ventilaci, c) stav výstavby v srpnu 2012 ■

Fig. 6 a) Aerial view of Singapore Sports Hub with city's central business district, b) mock up of the first row of upper tier with ventilation vents, c) state of construction in August 2012

je niveleta základní sportovní plochy víceúčelové haly. Stejně jako při kulturním využití je přímá viditelnost ze sedadel na tribunách i na ploše kvalitní. Velmi důležitým kritériem pro návrh přímé viditelnosti, zejména vzdálenosti diváka od nejbližšího místa děje, je velikost sledovaného předmětu a rychlost sledované akce. Určité normy upravují možnosti a parametry pro další různá využití.

Dochází-li k extrémnímu zvětšení pozorované plochy nebo změně jejich proporcí (většinou se jedná o atletické ovály v halách i na stadionech), je třeba změnit niveletu hrací plochy nebo geometrii tribun (alespoň jejich první patro nebo kombinaci prvního a dalších pater – např. Stade de France v Paříži

Literatura:

- [1] Sheard R.: The stadium: Architecture for the new global culture, Periplus editions, 2005, ISBN 0-7946-0335-1
- [2] Kopřiva M., Hladík P., Spampinato A., Mulder H., Karydi I., Lischer M., Šamalik Z., Hruška J.: Mobilita, víceúčelovost, proměnnost ve sportovních stavbách. ČVUT v Praze, 2011, ISBN 978-80-01-04781-1
- [3] Nixdorf S.: The stadium atlas. Berlin: Ernst & Sohn, 2008, ISBN 978-3-433-01851-4
- [4] Geraint J., Sheard R., Vickery B.: Stadia – A design and development guide. Elsevier Architectural Press, 2007, ISBN 978-0-75-066844-X
- [5] Parrish J.: The geometry of seating bowl. Detail, 2005, s. 958–961
- [6] Mungall G.: London 2012 aquatics centre. The Structural engineer, 2012, s. 61–71
- [7] Hladík P., Lewis C.: Střecha Národního stadionu Singapur. Architekt, 2011, s. 70–75

Fotografie: 1, 2, 3a, 3b, 5a, b, 6b, c – archiv autora, 3c – Dennis Gilbert, 4a, 4b – J. Parrish, 5b – Hana Novotná, 6a – Singapore Sports Hub, ArupSport, DPA, AECOM. Render: OAKER.

Ing. arch Pavel Hladík, MA, Ph.D.

Hlavní architekt Olympijského plaveckého centra Rio 2016

Člen skupiny OCEAN Design Research Association

AECOM Global Sports

71 High Holborn, WC1V 6QS London

e-mail: pavel.hladik@aecom.com

