

VISUTÉ PŘEDPJATÉ STŘECHY SUSPENSION PRESTRESSED ROOFS

JIŘÍ STRÁSKÝ

Dokončení článku z 5. čísla časopisu
v roce 2005

Terminál na mezinárodním letišti Dulles ve Washingtonu, D.C., USA

Terminál na letišti Dulles navržený architektem Eero Saarinenem patří mezi nejkrásnější betonové konstrukce [7] (obr. 22). Konstrukce kombinuje skulpturní krásu skloněných pylonů procházejících otvory okrajových nosníků s jednoduchostí tvaru visuté střechy (obr. 23). Terminál byl postaven v roce 1962.

Konstrukci terminálu tvoří visutá střecha půdorysného rozměru 51,5 x 195,2 m, (obr. 24) sestavená z žebrovaných prefabrikovaných panelů z lehkého konstrukčního betonu. Panely obdélníkového půdorysu 2,64 x 3,05 m jsou nesené a předepnuty kabely vetknutými do okrajových nosníků. Nosníky jsou po 6,1 m zavěšeny na skloněné sloupy.

Při stavbě byly prefabrikované prvky zavěšeny na nosné kabely, které byly po vybetonování spar mezi prvky dopnuty. V roce 1996 byl terminál rozšířen ze 195,2 m na 365,76 m. Je zajímavé, že nejen konstrukce, ale i postup stavby byly totožné [8].

Portugalský národní pavilon pro EXPO'98, Lisabon, Portugalsko

Visutá střecha portugalského pavilonu překrývající Ceremoniální náměstí 75 m dlouhé a 53 m široké (obr. 25), má jednoduchý čistý tvar. Její krása vychází z kombinace jednoduché visuté skořepiny – membrány a obdélníkových bočních stěn [9].

Membrána s rozpětím 67,5 m má průvės 3 m; její tloušťka je 200 mm (obr. 26). Membrána z lehkého konstrukčního betonu je nesená nosnými kabely zakotvenými v šikmých kotevních stěnách krajních podpěr. Skořepina není s kotevními stěnami spojena. Je předepnuta soudržnými kabely zakotvenými ve skořepině. Konstrukční uspořádání jasně odděluje nosný a předpínací systém. Prostor mezi membránou a kotevními stěnami slouží k prosvětlení prostoru pod střechou (obr. 27).

Stabilita konstrukce ve vodorovném směru je dána jen nosnými kabely, které při vychýlení stabilizují konstrukci. Kabely jsou proto v místě spojení se skořepinou a kotvící stěnou značně ohybově namáhány. Pro redukci jejich ohybového namáhání jsou kabelové kanálky v místě napojení kuželovitě rozšířeny. Skořepina byla betonována na skruzi.

Sportovní stadion v Braga, Portugalsko

Při příležitosti mistrovství Evropy ve fotbale v roce 2004 byl v portugalském městě Braga v roce 2003 dokončen sportovní stadion [10] (obr. 28). Hlediště stadionu jsou zastřešena betonovými skořepinami podepíranými visutými kabely s rozpětími 202 m (obr. 29). Na jedné straně jsou kabely zakotveny v příčných rámech podporujících hlediště a na druhé straně v kotevních blocích přikotvených ke zdravé skále.

Střecha je sestavena z prefabrikovaných prvků podepíraných vnějšími kabely situovanými pod nimi (obr. 30). Podobně jako u přecházející konstrukce není skořepina monoliticky spojena s krajními kotevními nosníky. Spojení je tvořeno kabely a diagonálními ocelovými pruty.

VISUTÉ ROTAČNĚ SYMETRICKÉ KONSTRUKCE

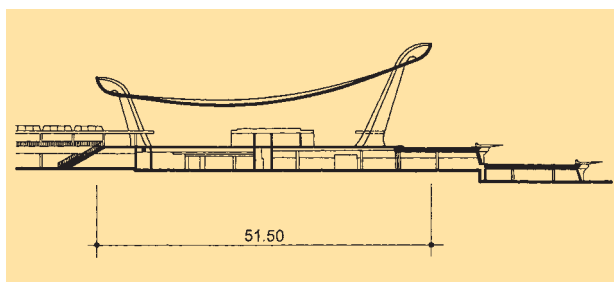
Rotačně symetrické konstrukce se staví nad kruhovým půdorysem. Nosné kabely, které mají obvykle radiální uspořádání, jsou kotveny v taženém středním prstenci a v tlačném vnějším prstenci. Střecha tak vytváří ekonomický samokotvený konstrukční systém, který zatěžuje základy jen svislými silami. Protože při kon-



Obr. 22 Terminál na mezinárodním letišti Dulles ve Washingtonu, D.C.
Fig. 22 Terminal at the international airport Dulles, Washington, D.C.

Obr. 23 Terminál na mezinárodním letišti Dulles ve Washingtonu, D.C. – podepření střechy
Fig. 23 Terminal at the international airport Dulles, Washington, D.C. – supporting of the roof

Obr. 24 Terminál na mezinárodním letišti Dulles ve Washingtonu, D.C. – příčný řez konstrukcí
Fig. 24 Terminal at the international airport Dulles, Washington, D.C. – cross section of the structure





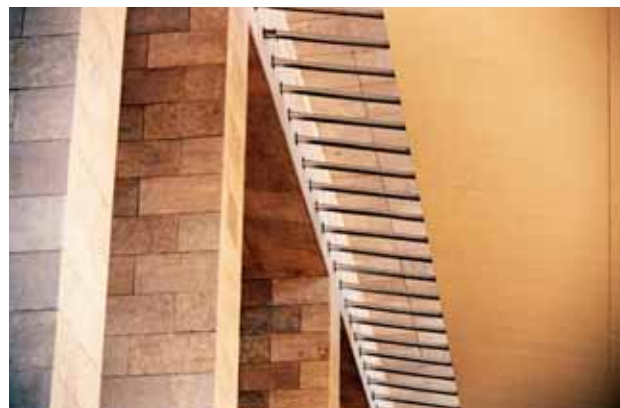
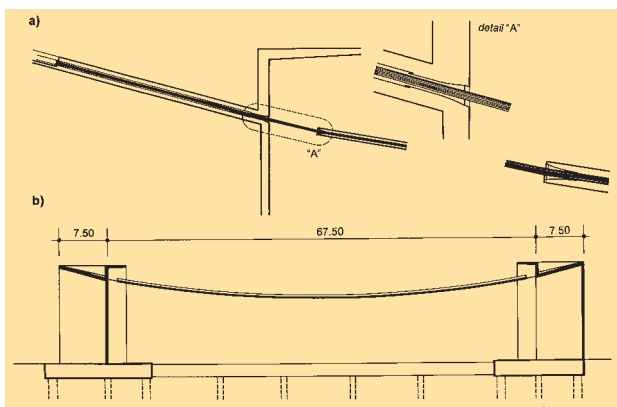
Obr. 25 Portugalský národní pavilon pro EXPO'98, Lisabon
Fig. 25 Portuguese national pavilion at EXPO'98, Lisbon

Obr. 26 Portugalský národní pavilon pro EXPO'98, Lisabon: a) kotvení kabelů, b) příčný řez konstrukcí

Fig. 26 Portuguese national pavilion at EXPO'98, Lisbon: a) anchoring of the cables, b) cross section of the structure

Obr. 27 Portugalský národní pavilon pro EXPO'98, Lisabon – podepření skořepiny kabely

Fig. 27 Portuguese national pavilion at EXPO'98, Lisbon: – supporting of the shell by cables



stantní tloušťce skořepiny se zatížení jednotlivých kabelů mění lineárně, má střecha v radiálních řezech tvar paraboly třetího stupně.

Z řady konstrukcí zde uvádím tři nejzajímavější.

Sportovní hala v Montevideu, Uruguay

Jedna z prvních visutých konstrukcí z před-

pjatého betonu byla postavena v Montevideu v roce 1957 [1]. Visutá konstrukce zastřešuje kruhový půdorys průměru 94,2 m (obr. 31). Je tvořena prefabrikovanými lichoběžníkovými deskami zavěšenými na nosné kabely, které jsou zakotvené do vnitřního ocelového a vnějšího betonového prstence.

Deskové prvky byly montovány s betonovými bloky, které byly po vybetonování

spar mezi deskami odstraněny. Odlehčením byl v konstrukci vyvozen dostatečný tlak, který zajistil její integritu i tuhost.

Vodojem v Durbanu, Natal, Jižní Afrika

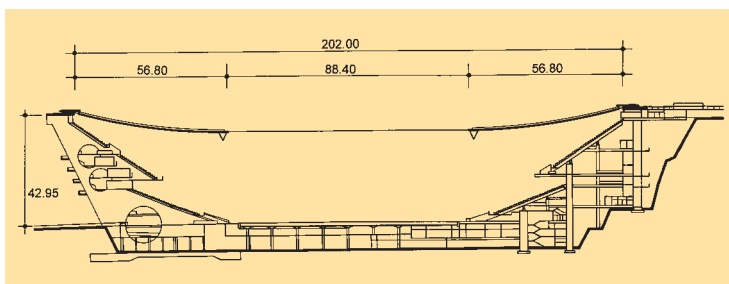
V roce 1968 byl ve městě Durban postaven vodojem na 340 000 m³ vody [11] (obr. 32). Vodojem je zastřešen visutou střechou kruhového půdorysu průmě-

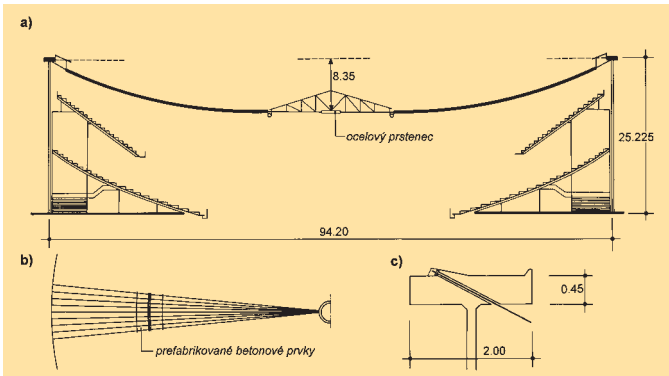


Obr. 28 Sportovní stadion v Braga
Fig. 28 Sport stadium at Braga

Obr. 29 Sportovní stadion v Braga – příčný řez konstrukcí
Fig. 29 Sport stadium at Braga – cross section of the structure

Obr. 30 Sportovní stadion v Braga – stavba skořepiny
Fig. 30 Sport stadium at Braga – construction of the shell





Obr. 31 Sportovní hala Montevideo: a) příčný řez konstrukcí, b) půdorys části střechy, c) kotvení kabelů

Fig. 31 Montevideo sports hall: a) cross section of the structure, b) partial plan of the roof, c) anchoring of the cables

ru 167,6 m. Střechu tvoří 120 radiálních kabelů, které nesou betonové lichoběžníkové desky. Kabely typu BBRV jsou tvořeny 41 dráty průměru 7 mm vedenými v ocelových trubkách.

Kabely jsou zakotveny ve vnitřním a vnějším prstenci. Vnitřní prsteneček z předpjatého betonu má průměr 13 m. Prsteneček je uložen na neoprenových ložiscích, které umožnily jeho zkrácení vlivem předpětí. Ložiska jsou uložena na kruhové věži vysoké 48,2 m. Vnější prsteneček vnějšího průměru 167,2 m je ze železobetonu a průřezu 3,5 x 1,3 m.

Lichoběžníkové desky tloušťky 50 mm jsou na okrajích ztuženy žebry tloušťky 180 mm. Desky byly montovány kabelovým jeřábem. Po jejich zavěšení na nosné radiální kabely byly vybetonovány jak radiální, tak i vrstevnicové (tangenciální) spáry mezi prvky. Potom byly kabely postupně napnuty. Konstrukce tak získala požadovanou tuhost.

Hala v Grolley, Švýcarsko

Visutá střecha postavená v roce 1969 v Grolley zastřešuje plochu průměru 60 m [12] (obr. 33). Je tvořena monolitickou skořepinou tloušťky 70 mm nesenou a předepnutou radiálními předpínacími kabely kotvenými ve vnitřním ocelovém a vnějším železobetonovém prstenci.

Střecha je zajímavá především postupem stavby. Nejdříve byl smontován střední věžový jeřáb a vybetonovány okrajové sloupy (obr. 34a). Vnější prsteneček byl sestaven ze čtyřiceti osmi prefabrikovaných prvků korytkového průřezu. Vybe-

tonováním spar mezi prvky a betonem korytek byl prsteneček zmonolitněn. Potom byl na jeřáb zavěšen střední ocelový prsteneček průměru 8,2 m. Následovalo postupné osazení a napnutí radiálních kabelů tvořených dráty průměru 7 mm.

Po napnutí kabelů byla osazena a zakotvena svislá táhla tvořená předpínacími tyčemi Dywidag. Jejich napnutím se prsteneček svisle posunul a radiální kabely dostaly požadované zvýšené napětí (obr. 34b).

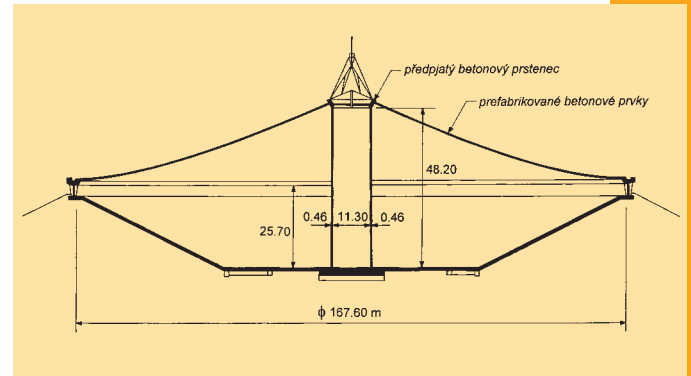
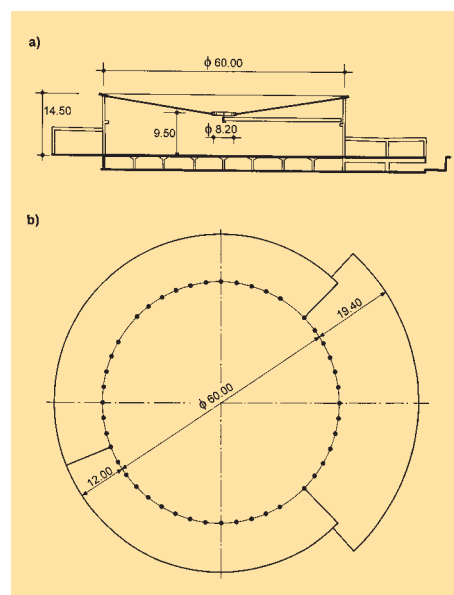
Následovalo osazení bednění, betonářské výztuže a vybetonování skořepiny. Po uvolnění svislých táhel se prsteneček se skořepinou vzepnul. Tak získala skořepina požadované předpětí (obr. 34c).

VISUTÉ KONSTRUKCE DVOJÍ KŘIVOSTI

Zatímco tuhost visutých konstrukcí jedno-

Obr. 33 Hala v Grolley: a) příčný řez konstrukcí, b) půdorys

Fig. 33 Hall at Grolley: a) cross section of the structure, b) plan



Obr. 32 Vodojem v Durbanu – příčný řez konstrukcí

Fig. 32 Water reservoir in Durban – cross section of the structure

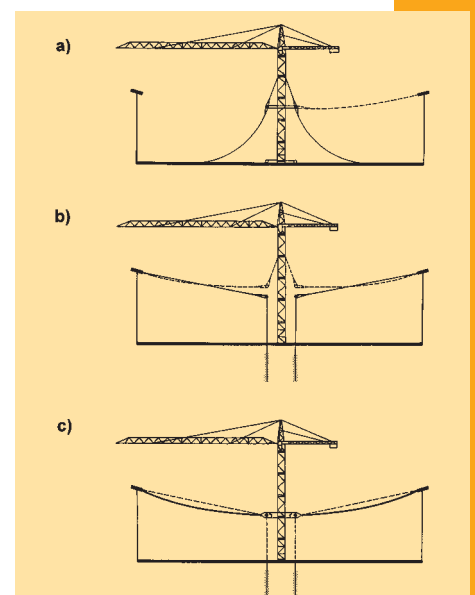
duché křivosti je především dána jejich ohybovou tuhostí, tuhost konstrukcí dvojí křivosti je navíc zvýšena jejich smykovou únosností a **zkroucením** povrchu skořepiny – tedy skutečností, že sklon protilehlých stran elementu konstrukce je rozdílný (obr. 35).

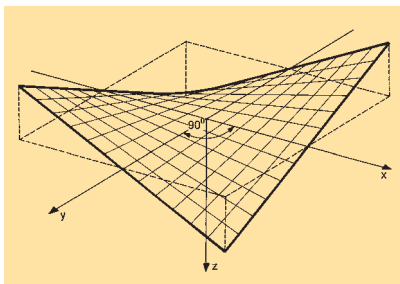
Je nepřehledné množství konstrukcí dvojí křivosti, které lze navrhnout nad požadovaným půdorysem. Mnohé z nich však vyžadují nákladnou skruž a jejich výstavba je komplikovaná.

Chceme-li odstranit skruž, měli bychom využít postup vyvinutý Prof. Islerem pro návrh tlacených skořepin [13]. Prof. Isler zjistil, že mnohé analytické tvary nejsou pro skořepiny vhodné. Je lépe nalézt tvar

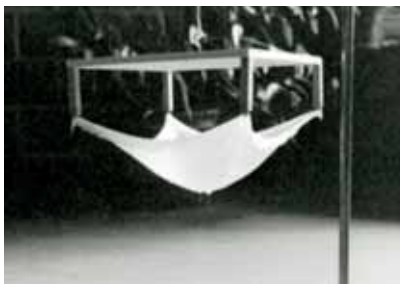
Obr. 34 Hala v Grolley – postup stavby

Fig. 34 Hall at Grolley – construction sequences





Obr. 35 Skořepina dvojí křivosti
Fig. 35 Shell of the double curvature



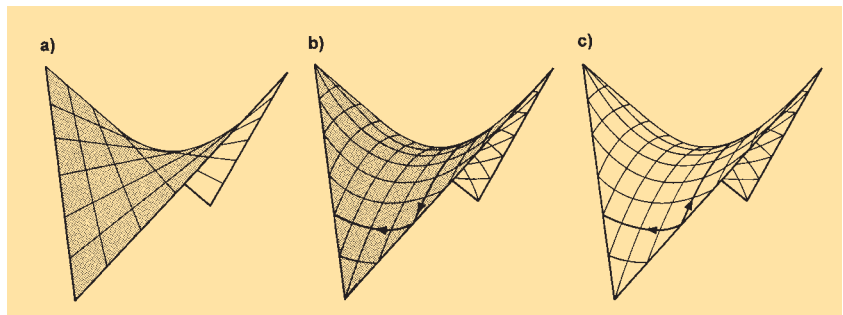
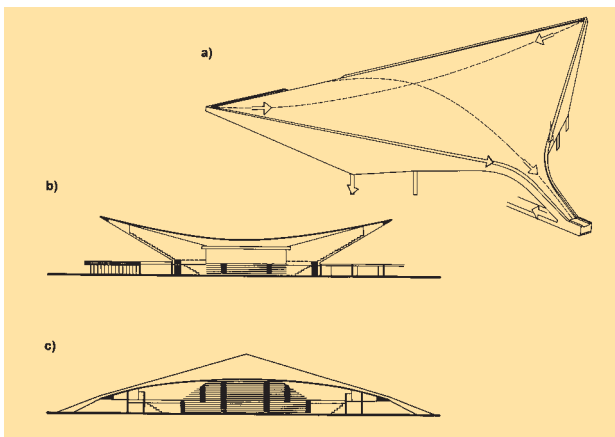
Obr. 36 Model skořepiny
Fig. 36 Model of the shell

skořepin experimentálně. Tvar tlačných konstrukcí nacházel ze studia membránových konstrukcí zavěšených nad daným půdorysem (obr. 36). Protože tyto konstrukce nemohou přenést ohyb, jsou namáhány jen tahem. Po určení tvaru, konstrukci obrátil a tak získal konstrukci namáhanou jen tlakem. Pro její stavbu však potřeboval skruž.

Je zřejmé, že tento postup lze využít při

Obr. 38 Hala v Ludwigshafenu: a) statické působení; b) podélný řez konstrukcí, c) příčný řez konstrukcí

Fig. 38 Ludwigshafen hall: a) static function, b) longitudinal section of the structure points, c) cross section of the structure



Obr. 37 Hyperboloid: a) tvořící přímky, b) základní tlakové a tahové namáhání, c) lanová síť

Fig. 37 Hyperboloid: a) forming straight lines, b) basic compression and tension stresses, c) cable net

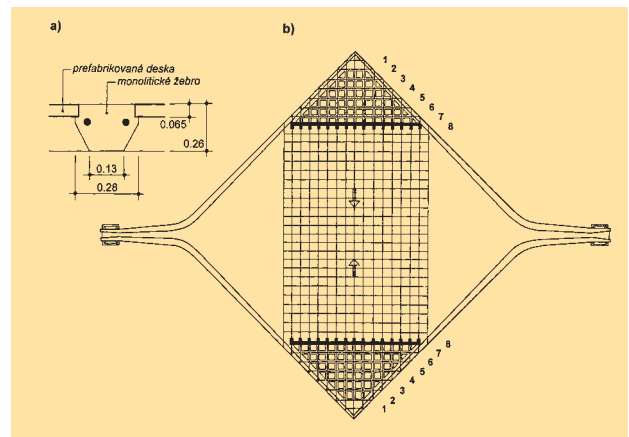
hledání tvaru visutých konstrukcí dvojí křivosti. Tvar konstrukce lze odvodit z membrány zavěšené nad daným půdorysem. Při stavbě lze na síť kabelů zavěsit prefabrikované deskové prvky, přidat montážní zátěž a vybetonovat spáry mezi prvky. Po odstranění montážní zátěže se konstrukce vzepne a předepne.

Uvedený postup byl částečně aplikován u dále popsaných konstrukcí tvořených hyperbolickým paraboloidem. Je všeobecně známo, že tvar hyperbolického paraboloidu je přímkový, tedy, že ho lze vybetonovat na skruži tvořené přímkovými bednicími prvky (obr. 37a). Takto vytvořený paraboloid je namáhán ve dvou na sebe kolmých směrech, které vytváří tažené a tlačené pruhy (obr. 37b).

Konstrukci tvarem blízkou hyperbolickému paraboloidu lze také vytvořit z lanové sítě (obr. 37c). Na tuto konstrukci lze zavěsit deskové prvky, a tak vytvořit plochu podobnou hyperbolickému paraboloidu. Po předepnutí kabelů tvořících lanovou síť dostaneme konstrukci požadovaného tvaru. Podobně jako u dřívě

Obr. 39 Hala v Ludwigshafenu: a) řez skořepinou, b) postup betonáže skořepiny

Fig. 39 Ludwigshafen hall: a) shell section, b) casting sequences of the shell



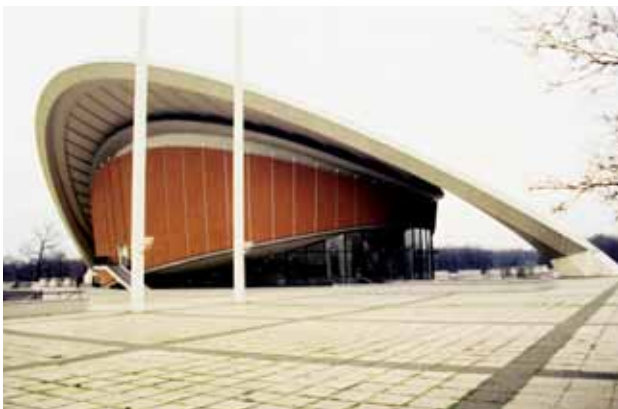
popsaných konstrukcí se tak z lanové sítě stane skořepina požadované tvarové stability a tuhosti.

Z řady konstrukcí uvádíme ty nejzajímavější.

Hala Friedricha Eberta v Ludwigshafenu, Německo

Základním architektonickým prvkem haly Ludwigshafenu, která byla postavená v roce 1965, je skořepinová střecha tvaru hyperbolického paraboloidu [6] (obr. 38). Skořepina zastřešuje čtvercový půdorys 57 x 57 m s užitnou plochou 3000 m².

Skořepinu tvoří prefabrikované deskové prvky tloušťky 65 mm, monoliticky spojené se systémem pravouhlých žebér (obr. 39a). Žebra vytváří soustavu tlačných a tažených oblouků sledujících směry hlavního namáhání. Tlačená žebra jsou vyztužena betonářskou výztuží, tažená žebra jsou nesena a předepnuta dvojicí předpínacích tyčí průměru 26 mm. Zatížení ze skořepiny je přenášeno do krajních nosníků, které dále přenášejí zatížení do patek, jejichž základní statická funkce



Obr. 40 Nová Berlínská kongresová hala
Fig. 40 New Berlin congress hall

je architektonicky zdůrazněna. Patky jsou vzájemně spojeny předpjatým táhlem.

Skořepina byla betonována postupně od nejvyšších bodů ke středu střechy (obr. 39b). Prefabrikované desky byly postupně zavěšovány na nosné kabely tvořené předpínacími tyčemi. Desky byly osazovány a žebra betonována v pruzích šířky odpovídají šířce desek, přičemž v betonovaném úseku byla vždy betonována celá tlačaná žebra s přílehlými úseky tažených žebírek. Aby při betonáži byl tah i tlak v žebrech přibližně stejný, bylo nutno montážně zvýšit zatížení betonovými bloky. Po vybetonování posledního středního pruhu bylo zatížení bloky odstraněno. Tímto způsobem byla konstrukce předepnuta.

Rekonstrukce kongresové haly v Berlíně, Německo

Po zřícení vnějších oblouků kongresové haly bylo rozhodnuto halu rekonstruovat [14]. Pro řešení byl přijat alternativní návrh firmy Dyckerhoff & Widman, který místo aby stávající halu rozšířil o vnější oblouky, postavil 900 mm nad střední částí konstrukci novou (obr. 40). Novou konstrukci tvoří dva oblouky, do kterých je vetknuta skořepina tvaru hyperbolického paraboloidu (obr. 41a). Oblouky, které jsou vetknuty do dvou patek, jsou navrženy tak, aby byly schopny přenést nejen symetrické zatížení, ale i jednostranné zatížení od sněhu i větru.

Podobně jako u haly Ludwigshafenu, tvoří skořepinu prefabrikované desky z lehkého konstrukčního betonu tloušťky 110 mm, které jsou monoliticky spojené se systémem pravoúhlých žebírek. Žebra vytváří soustavu tlačných a tažených oblouků sledujících směry hlavní-

ho namáhání. Tlačaná žebra jsou vyztužena betonářskou vyzutí, tažená žebra jsou zavěšena a předepnuta předpínacími tyčemi. Skořepina byla, podobně jako předcházející konstrukce, postupně betonována v pruzích do bednění zavěšeném na předpínací tyče. Hala byla znovu otevřena při příležitosti 750. výročí založení města v roce 1987.

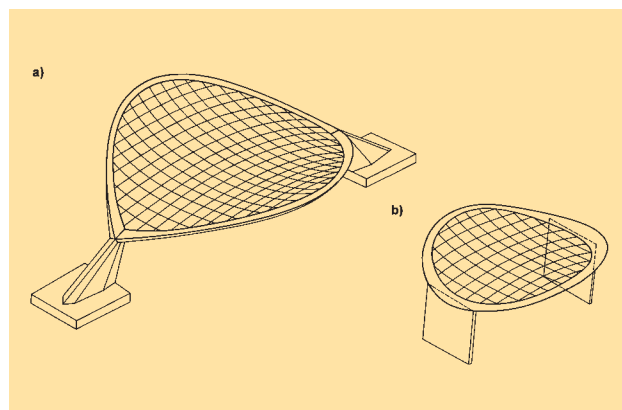
Arizona State Fairgrounds Coliseum ve Phoenixu, Arizona, USA

Střechu, postavenou v roce 1964 nad kruhovým půdorysem průměru 112,16 m (obr. 42), tvoří skořepina tvaru hyperbolického paraboloidu [4]. Střechu tvoří pravoúhlá síť kabelů, která nese a předpíná skořepinu sestavenou ze čtvercových prefabrikovaných prvků. Kabely jsou situovány v okrajových ztužujících žebrech vybetonovaných po osazení všech prvků.

Prefabrikované prvky byly smontovány na lehkém lešení, které bylo po vybetonování a předepnutí spar odstraněno.

Olympijský stadion „Saddledome“ v Calgary, Kanada

Olympijský stadion postavený při příle-



Obr. 41 Nová Berlínská kongresová hala – konstrukční uspořádání a) vnější střecha, b) vnitřní střecha

Fig. 41 New Berlin congress hall – structural arrangement: a) outside roof, b) inside roof

žitosti Zimních olympijských her v roce 1988 konaných v Calgary, patří mezi vrcholná inženýrská díla [15] (obr. 43). Konstrukci stadionu tvoří systém prefabrikovaných radiálně uspořádaných rámců podporujících hlediště, střechu tvoří skořepina z lehkého konstrukčního betonu s maximálním rozpětím 135,3 m.

Tvar konstrukce vznikl průnikem koule s hyperbolickým paraboloidem (obr. 44). Ačkoliv konstrukce má nepravidelný tvar, byla navržena tak, aby umožnila účelovou prefabrikaci, unifikaci prvků a ekonomickou montáž (obr. 45 a 46).

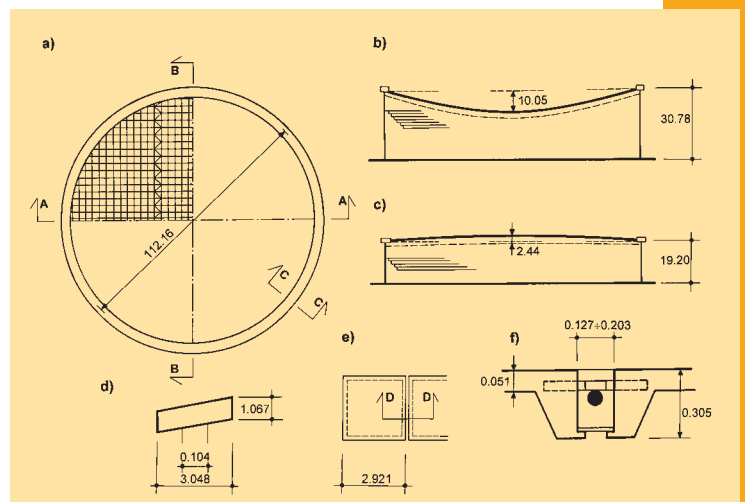
Skořepina je sestavena z prefabrikovaných prvků (obr. 47a) nesených kabely tvořenými předpínacími lany a je předepnuta předpínacími kabely z *monostrandů* (obr. 47b). Nosné a předpínací kabely jsou situovány ve sparách mezi prvky.

Nosná a předpínací lana jsou zakotve-

Obr. 42 Arizonské Koloseum ve Phoenixu:

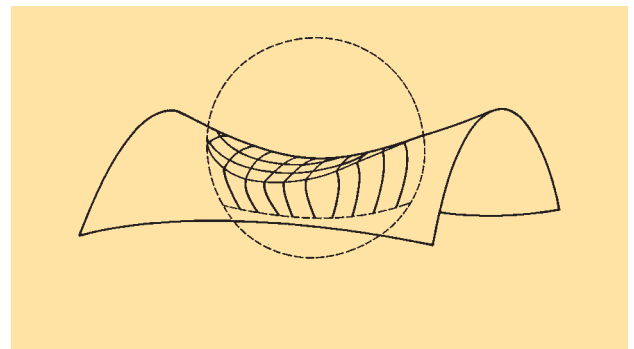
a) půdorys, b) řez A-A, c) řez B-B, d) řez C-C, e) tvar deskových prvků, f) řez D-D

Fig. 42 Arizona State Coliseum, Phoenix: a) plan, b) section A-A, c) section B-B, d) section C-C, e) shape of the slab members, f) section D-D

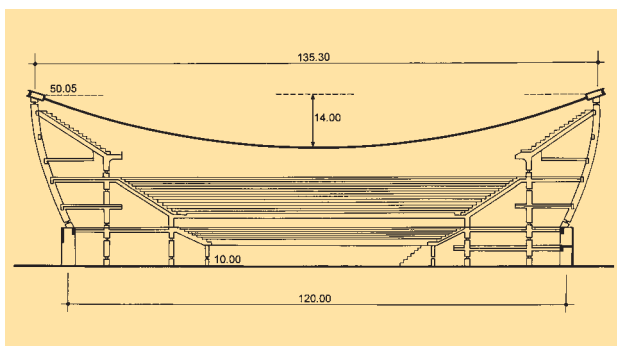




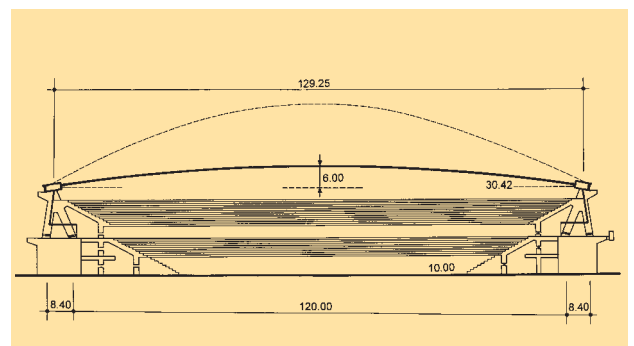
Obr. 43 Olympijský stadion „Saddledome“, Calgary
Fig. 43 Olympic stadium "Saddledome", Calgary



Obr. 44 Olympijský stadion „Saddledome“, Calgary – tvar konstrukce
Fig. 44 Olympic stadium "Saddledome", Calgary – shape of the structure



Obr. 45 Olympijský stadion „Saddledome“, Calgary – podélný řez
Fig. 45 Olympic stadium "Saddledome", Calgary – longitudinal section



Obr. 46 Olympijský stadion „Saddledome“, Calgary – příčný řez
Fig. 46 Olympic stadium "Saddledome", Calgary – cross section

na do okrajového prstence uloženého na ložiscích situovaných na vrcholech kruhovitě zakřivených okrajových sloupů. Prstenec komorového průřezu byl sestaven z prefabrikovaných prvků korýtkového průřezu, který byl na stavbě doplněn o horní desku betonovanou současně se

sparami mezi prvky. Stabilita celé střechy je zajištěna předpjatými rámy tvaru písmene A situovanými v nejnižších bodech střechy, které jsou monoliticky spojeny s okrajovým prstencem.

Konstrukce střechy byla smontována beze skruže, prefabrikované prvky byly

při montáži uloženy na pravoúhlu síť nosných kabelů (obr. 48). Po smontování všech prvků byly mezi prvky vybetonovány spáry a konstrukce byla předepnuta předpínacími kabely.

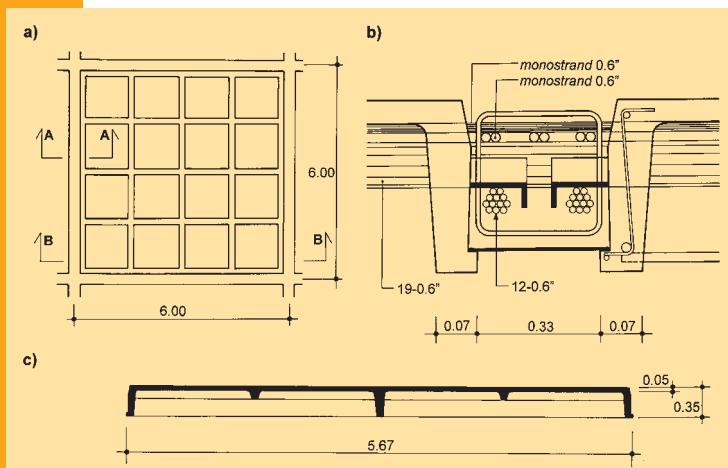
Konstrukce se vyznačuje nejen ekonomickým tvarem, ale má – v porovnání

Obr. 47 Olympijský stadion „Saddledome“, Calgary – deskový prvek střechy:
a) půdorys, b) řez A-A, c) řez B-B

Fig. 47 Olympic stadium "Saddledome", Calgary – slab member of the roof, b) section A-A, c) section B-B

Obr. 48 Olympijský stadion „Saddledome“, Calgary – montáž střechy

Fig. 48 Olympic stadium "Saddledome", Calgary – erection of the roof



Literatura:

- [7] *Bologna B.*: Leichtbeton im Hoch-und Ingenieurbau, Cembureau, Paris 1974
- [8] *Freeman A.*: SOM's Addition to Dulles International Airport – Respects Eero Saarinen's "Modern Masterpiece", Architectural Record 3/1997, New York, USA
- [9] *Tavares A. S.*: The Canopy of Portuguese National Pavilion at Expo 98. Concrete structures in Portugal, FIP Congress, Amsterdam 1998
- [10] *Furtado R., Quinaz C., Bastos R.*: New Braga Municipal Stadium, Braga, SEI, IABSE, May 2005, pp. 72-77
- [11] *Vasarhelyi, M. A.*: A 340,000 cubic meter capacity water reservoir in Durban, Natal, South African structures in prestressed concrete. The 6th FIP Congress, Prague 1970
- [12] *Hugentobler O.*: Werkstattgebäude in Grolley. Spannbeton in der Schweiz. Zum 7. FIP-Kongress, New York 1974
- [13] *Chilton J.*: Heinz Isler – The engineer's contribution to contemporary architecture, Thomas Telford Publishing, London 2000
- [14] *Bomhard H.*: Reconstruction of the Berlin congress hall, Proc. 10th inter. congr. of the FIP, New Delhi 1986
- [15] *Bobrowski J.*: The 'Saddledome': the Olympic ice stadium in Calgary (Canada), L'Industria Italiana del Cemento 5/1984
- [16] *Engel H.*: Structural Systems, Verlag Gerd Hatje, 1997

ní s jinými konstrukcemi – minimální objem. Její provoz je tedy nejméně energeticky náročný.

ZÁVĚR

Z uvedeného přehledu konstrukcí je zřejmé, že visuté předpjaté konstrukce opravdu umožňují návrh architektonicky zajímavých a současně hospodárných konstrukcí. Předpětím lze zajistit, aby konstrukce byly namáhány jen tlakem, a tak omezit vznik trhlin. Při správném návrhu detailů a pečlivém provedení lze postavit konstrukce, které vyžadují minimální údržbu.

Je zřejmé, že visuté konstrukce lze ekonomicky vytvářet z lehkého konstrukčního betonu. Visutými konstrukcemi se na Ústavu betonových a zděných konstrukcí VUT-FAST zabýváme již několik let. Vypracovali jsme řadu návrhů konstrukcí jednoduché i dvojí křivosti, které jsme podrobně analyzovali. Nyní připravujeme stavbu modelu konstrukce tvaru hyperbolického paraboloidu sestaveného z prefabrikovaných prvků zavěšených na pravoúhlou síť *monostrandů*, které budou po vybetonování spar mezi prvky předepnuty. Na modelu studujeme konstrukční detaily, postup stavby, chování konstrukce při provozním zatížení a určíme mezni únosnost konstrukce. Snad výsledky řešení přispějí ke stavbě podobných konstrukcí u nás.

Příspěvek byl vypracován za finančního přispění MŠMT, projekt 1M6840770001, v rámci činnosti výzkumného centra CIDEAS.

Prof. Ing. Jiří Stráský, CSc., P.E.

VUT Stavební fakulta

Veveří 95, 662 37 Brno

tel.: 541 147 845, fax: 549 250 218

STRÁSKÝ, HUSTÝ A PARTNEŘI, s. r. o.

Bohunická 50, P. B. 641, 639 41 Brno

tel.: 547 101 811, fax: 547 101 881

e-mail: jstrasky@usa.net

síla zkušenosti

Mott MacDonald Ltd.
je jedna z největších světových
multi-disciplinárních projektově
inženýrských konzultačních
společností

Mott MacDonald Praha, s.r.o. je česká pobočka mezinárodní společnosti Mott MacDonald Ltd. Naše organizace poskytuje služby v mnoha oblastech inženýrského poradenství a projektového managementu. Jedná se o poradenské služby, zpracování studií ekonomického hodnocení, zpracování a posuzování všech stupňů projektové dokumentace, řízení a supervize projektů.

Tyto činnosti zajišťujeme v těchto oblastech:

Silnice a dálnice

Železnice

Mosty a inženýrské konstrukce

Tunely a podzemní stavby

Vodní hospodářství

Životní prostředí

Geodetické práce

Grafické aplikace

Inženýring a konzultační činnost

Kontakt:

Mott MacDonald Praha, spol. s r.o.

Ing. Jiří Petrák

Národní 15, 110 00 Praha 1

tel.: +420 221 412 800, fax: +420 221 412 810

www.mottmac.cz, e-mail: mottmac@mottmac.cz

**m Mott
MacDonald**