



1

## TECHMANIA SCIENCE CENTRUM PLZEŇ – PLANETÁRIUM ■ TECHMANIA SCIENCE CENTRUM PILSEN – PLANETARIUM

Jan Soukup, Roman Pánek,  
Milada Mazurová, Radek Syka,  
Jiří Voska

Planetárium a virtuárium Techmania Science Center našlo své místo ve sto let staré budově bývalé závodní kantýny v areálu podniku Škoda Plzeň. Jako promítací plochy budou sloužit dvě nově postavené betonové kopule o průměru 11 a 17,5 m. Na jejich výstavbu byl z větší části použit samozhutnitelný beton, u něhož byl sledován vývoj modulů pružnosti v čase. Kulovité bednění kopulí nemá v našich zemích obdobu a běžné není ani v blízkém okolí. ■ Planetarium and virtuarium Techmania Science Center found its place in a one-hundred-year-old building of a Škoda Pilsen manufacture canteen. Two newly built concrete domes of diameter 11 and 17,5 m respectively, will serve for screening. These were built of self compacting concrete where development of the modulus of elasticity in time was followed. Spherical formworks are absolutely unique in the Czech Republic and it is not commonly used even in the surrounding countries.

Společnost Škoda Transportation, a. s., a Západočeská univerzita v Plzni založily v roce 2005 obecně prospěšnou společnost s cílem vybudovat v areá-

lu plzeňské Škodovky moderní interaktivní centrum, v zahraničí označované jako science centrum. Zakladatelé se tak snaží reagovat na celospolečenský trend snížení zájmu o technické obory a science centra vnímají jako ve světě osvědčený způsob, vedoucí k posílení zájmu o vědu a techniku, přičemž hlavní cílovou skupinou jsou děti a mládež.

Pro umístění Techmanie, jejíž součástí je i planetárium, byly vybrány dva objekty v areálu podniku Škoda v Plzni, při východní hranici průmyslové zástavby areálu. V roce 2007 byla v části objektu označeného č. 55 otevřena 1. etapa expozice Techmanie. V současné době je uzavřena a probíhají zde stavební práce na propojení menší původní části s již dokončovanou realizací celého centra.

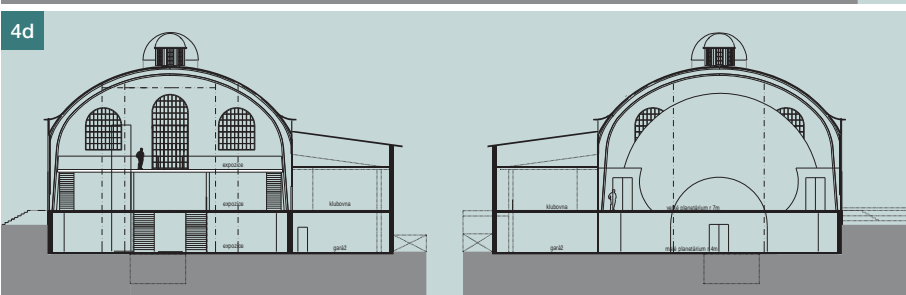
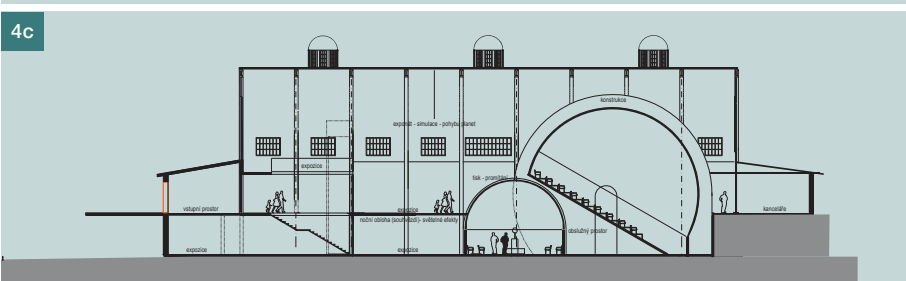
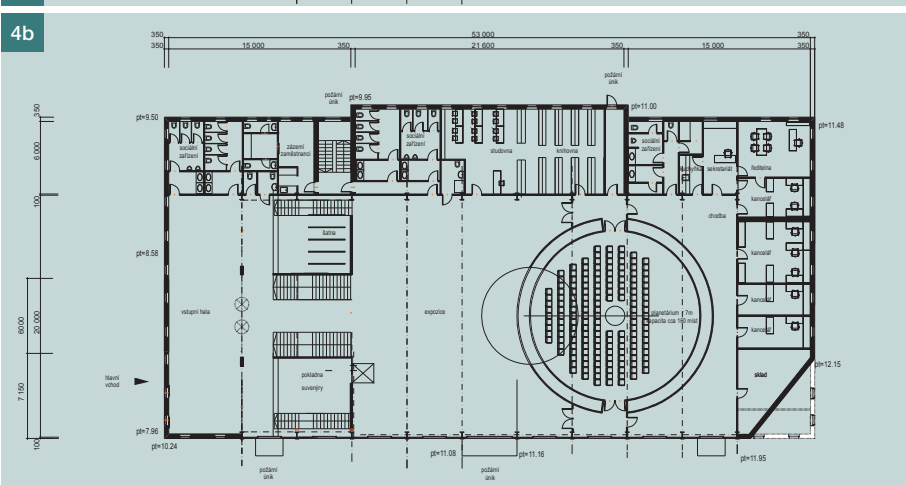
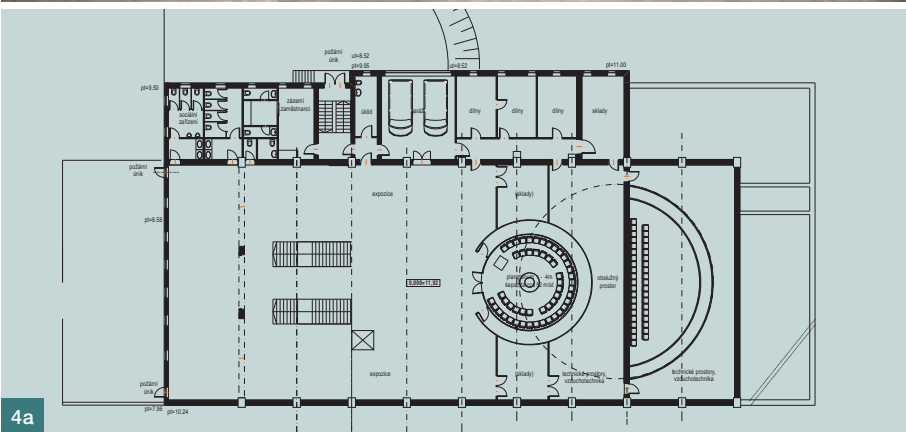
Pro účely planetária a vesmírné expozice byla vybrána budova č. 56, tzv. ASAP, která byla postavena v roce 1917 jako kantýna zaměstnanců Škoda (obr. 3). Později sloužila podniku ASAP, předchůdci mladoboleslavského automobilového podniku, jehož vlastníkem byla Škoda Plzeň. Po osamostatnění se mladoboleslavského pod-

niku se do ní původní funkce vrátila.

Jednalo se o první stavbu na území tehdejších Čech a Moravy, postavenou s použitím dřevěných lepených rámců tzv. Hetzerovy konstrukce (obr. 2). Realizátorem byla firma Müller a Kapsa, která byla pro Čechy nositelem patentu této konstrukce. Architektonický návrh vypracoval Ludwig Tremmel, profesor Německé průmyslové školy v Plzni. Objekt byl uzavřen v 90. letech z důvodu zhoršujícího se technického stavu.

### REKONSTRUKCE OBJEKTU

Vlastní práce na obnově stavby jsou řešeny s ohledem na budoucí funkci, ale s respektem k původnímu konstrukčnímu řešení, které je jedním z mála objektů zmíněné konstrukce v České republice, jež se dodnes zachovaly. Nosná konstrukce z polokruhových vazníků byla zcela rozebrána a podrobena detailnímu průzkumu. Z deseti původních vazníků bylo možné zrekonstruovat a zachránit dva, zbývajících osm jsou repliky vyrobené pomocí moderních technologií. Plášť budovy byl znovu vystavěn s dostatečnými tepelnými izolacemi. Hmotu stavby a architekto-



Obr. 1 Monolitické betonové konstrukce kopulí plzeňského Planetária

■ Fig. 1 Cast-in-site concrete construction of the domes of the Pilsner Planetarium

Obr. 2 Letecký pohled na závod Škoda v Plzni z roku 1924, objekty současné Techmanie a Planetária uprostřed v dolní části

■ Fig. 2 Aerial view of the Skoda Manufacture in Pilsen in 1924, present Techmania and Planetarium in the bottom middle

Obr. 3 Pohled do interiéru objektu z roku 1951, kdy sloužil jako závodní kantýna

■ Fig. 3 View into the interior of the building from 1951, when it was used as a canteen

Obr. 4 a) Půdorys 1. PP, b) půdorys 1. NP, c) podélný řez, d) příčné řezy

■ Fig. 4 a) Layout of the 1<sup>st</sup> underground floor, b) layout of the ground floor, c) longitudinal section, d) cross sections

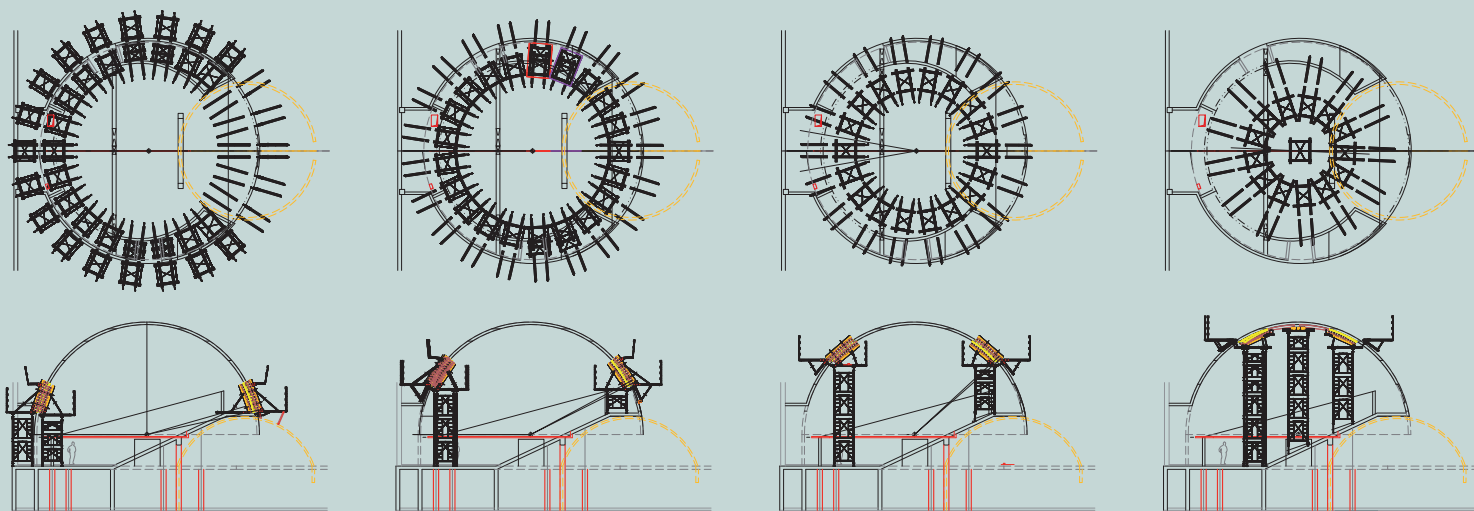
nický výraz byl ponechán, včetně původních větracích věžiček (obr. 4).

### DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ

Hlavními prezentačními prostory jsou dvě kopule, vestavěné tak, aby konstrukce haly byla viditelná a plně se v prostoru uplatňovala. Ve velké kopuli je astronomický sál s hlediskem, sklopeným pod úhlem 35° a kapacitě 130 sedadel (obr. 4c), který je řešen jako multifunkční sál s kulovou zobrazovací plochou, tzv. virtuárium. V této kopuli je instalována 3D promítací technologie, která funguje jako digitální planetárium, prvního druhu v České republice. Pod touto kopulovitou stavbou je druhá menší kopule, kde je instalována technologie Science on a Sphere, tzv. inverzní planetárium s digitálním promítáním na zavěšenou kouli.

V ostatních prostorech planetária jsou expozice z vývoje zkoumání vesmíru, kosmonautiky a interaktivní přístroje a zařízení pro seznámení se s problematikou kosmického prostoru. V přístavcích, které byly původně kuchyně se zázemím, jsou kanceláře, klubovny, knihovna a technické a hygienické zá-





zemí. Hlavní vstup do budovy je ze severu, z mostu přes stávající vlečku, který budovu spojuje s objektem vlastní Techmanie.

Pro potřeby návštěvníků byl v areálu vybudován i dvoupodlažní parkovací objekt, částečně zapuštěný, s kapacitou 180 míst.

**KOPULE**

Obě kopule byly navrženy jako monolitické betonové konstrukce bez vzájemného kontaktu, ale zasunuté do sebe v jedné třetině.

**Bednění kopulí**

Při průměrech kopulí 11 a 17,5m bylo jasné, že nejde o jednoduchý stavební úkol – a to od projektu bednění až po konečnou úpravu odbedněných ploch. Bednění kopulí bylo tvořeno deskami Doka 3SO, nařezanými na kónické proužky, které byly napruženy na kruhové ramenáty. Ty pak byly montovány na řadu paždíků. Právě kvůli kulovému tvaru bednění bylo v kopuli vysoké pnutí a ani letní výkyvy teplot a zejména proměnná vlhkost dřevěnému bednění př-

liš neprospěly. S tím se ale při projektování počítalo, a tak byla konstrukce dostatečně tuhá, aby bednění všechny letní rozmazy počasí vydrželo.

U kupolovitého tvaru je více než kdy jindy důležité pečlivé plánování každého detailu bednění. Povrch není ani v jednom směru rovinný, není tak možné udělat jednoduchý rovný rošt s ramenáty s jedním zakřivením. Bylo třeba naplnit záměr architekta, ale s možnostmi bednicích forem, které musí být dimenzovány přesně podle typu použitého betonu. Kvůli prostorové křivosti bylo nutné plánovat a vytvářet projekt ve trojdimenzionálním pohledu.

Obě kopule díky nemožnosti vibrování se z větší části betonovaly samozhutnitelným betonem (SCC). U něj sice odpadne starost s vibrováním, ale na druhou stranu beton vytváří vyšší tlak na bednění. Bylo třeba zajistit vyšší tuhost jeho konstrukce, a proto bylo provedeno zesílení ramenátů. Náročná byla i příprava nasazení podpůrných věží, které sice nebyly atypicky stavěné, ale musely být postaveny radiálně a podpírat každý jednotlivý panel.

Menší kopule o průměru 11 m byla betonována ve dvou výškových takttech, přičemž vnitřní bednění kopule o povrchu 127 m<sup>2</sup> bylo montováno najednou, vnější pak ve dvou krocích (obr. 5a, b). Poslední byl vybetonován vrchlík s podporou pouze vnitřního bednění. I když byl tento postup relativně finančně náročnější, rozhodně se vyplatil, protože byl pro realizační tým stavby jednodušší a celkově na staveništi ušetřil čas.

Tab. 1 Receptura a požadavky na betonovou směs ■ Tab. 1 Composition and requirements for fresh concrete

Receptura	
Písek	0/4mm DTK pískovna Příšov
Kamenivo	4/8 mm a 8/16 mm HTK, obě frakce pískovna Roztyly
Cement	Radotín CEM I 42,5R
Příměs (filer)	-
Superplastifikační přísada	-
Konzistence - SCC	Rozlív více než 500 mm, optimum 610 až 650 mm
Doba zpracovatelnosti	90 min, pomalé a plynulé ukládání
Pevnost	Odbednění po 48 h
Modul pružnosti	Požadavek dosáhnout 80% normové hodnoty (26,4 GPa) po 3 d



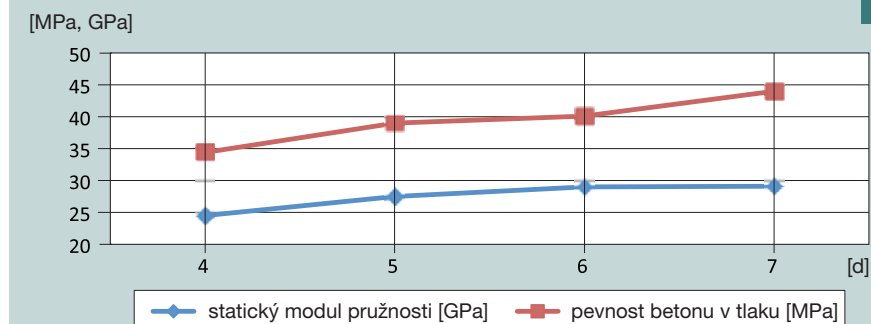
6b

Obr. 5a, b Bednění malé kopule ■  
Fig. 5a, b Formworks of the small dome

Obr. 6 Větší kopule, a) schéma výstavby bednění, b) pohled z jeřábu na bednění 3. taktu ■ Fig. 6 The larger dome, a) formwork scheme, b) formwork of the 3<sup>rd</sup> cycle from the crane

Obr. 7 Průměrný vývoj pevnosti betonu a statického modulu pružnosti v závislosti na stáří betonu ■ Fig. 7 Average development of the concrete strength and static elasticity modulus dependant on the age of concrete

U velké kopule byly vnější panely od třetího taktu zavěšeny na už odbedněném prstenci, vnitřní panely pak vyneseny podpůrnými věžemi Staxo 100 (obr. 6). Vzhledem k velikosti kopule by nebylo hospodárné bednit ji vcelku, a tak bylo nutné naplánovat správný počet taktů i vyrobit optimálně nasaditelné sady bednění. Na kulové ploše bylo nakonec šest taktů – čtyři s oboustranným bedněním, kde byl opět použit samozhutnitelný beton (SCC), a dva taktů s využitím pouze vnitřního bednění, kdy bylo betonováno tradiční betonovou směsí s vibrováním. Pro první čtyři výškové taktů byly



7

použity stejné sady bednění, které byly po odbednění předchozího taktu pouze na místě upraveny na menší průměr a větší sklon prstence.

Všechny spáry v bednění musely být dokonale utěsněny proti vytékání cementového mléka. Pro odbednění byl použit olej Sika TR 15.

Na stavbě byl průběžně přítomen nejen montážní technik z dílny na zakázkové bednění, ale také projektant, který bednění navrhoval. Budování bednění dohlížel i geodet, který sledoval správné umístění jednotlivých dílů dle plánů celé stavby.

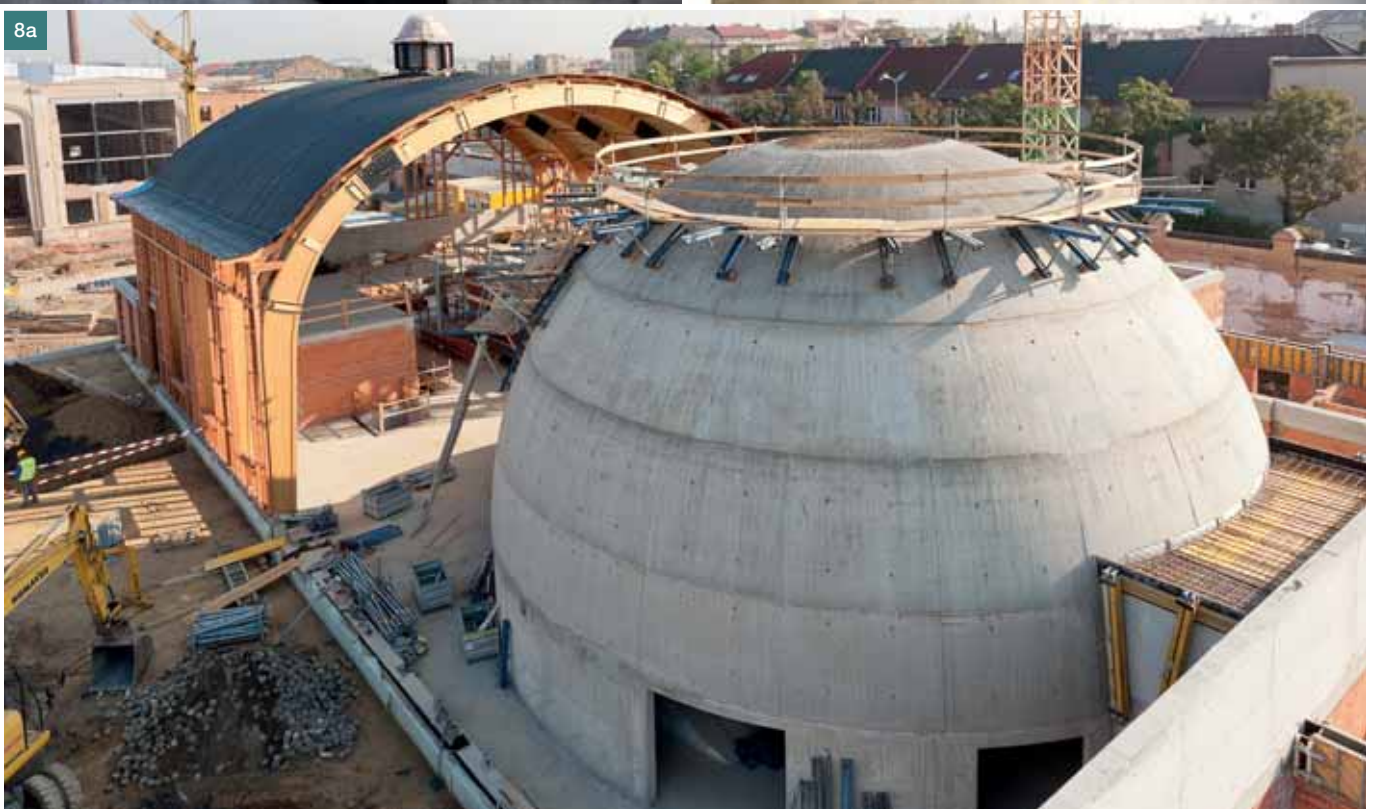
Bednění kopulí bylo připraveno na mí-

ru projektu a truhláři jeho výrobou strávili více než měsíc času. Pečlivá práce se ale vyplatila, protože např. odbednění malé kopule trvalo pouze čtyři dny a odbedňovat bylo možné za týden.

### Betonáž kopulí

Pro některé taktů byl u obou kopulí vzhledem k jejich rozměrům, tloušťce stěn a rozmístění výztuže použit samozhutnitelný beton SCC – Easycrete SV. Tento beton se běžně na stavbách již využívá, ale dle požadavku projektanta bylo odbednění možné, až když beton dosáhl modulu pružnosti 26 GPa, tj. 80 % požadované hod-





Obr. 8 a) Kopule po odbednění, b) detail spodního líce, viditelné jednotlivé takty betonáže, c) detail vzájemného zasunutí kopulí ■ Fig. 8 a) Dome after removing the formwork, b) detail of the bottom side, visible individual cycles of the concreting, c) detail of the mutual insertion of the domes

Obr. 9 Budova Planetária, z části již opláštěna, v druhé části dřevěné lepené vazníky tzv. Hetzerovy konstrukce nad betonovými kopulemi ■ Fig. 9 The Planetarium building partly clad, in the second part wooden glued girders of the so called Hetzer's construction above the concrete domes

Obr. 10 a) Pohled na dokončené Planetárium z Borské ulice, b) expozice Planetária s kopulemi virtuárií ■ Fig. 10 a) Finished Planetarium from the Borská Street, b) Planetarium exhibition with the virtuarium domes



9

10a



10b



noty po 28 dnech pro beton C25/30 s maximálním zrnem kameniva 16 mm (obr. 7). Dodržení těchto parametrů bylo zásadní, aby nedošlo k průhybům a deformacím konstrukcí. Proto byl po každé betonáži sledován vývoj statického modulu pružnosti v čase a jeho hodnota byla rozhodující pro rychlost výstavby.

Betonáž probíhala v období od dubna do září 2012. V bednění u vnitřního líce byla provedena „zarážka“ tak, aby se nebetonoval ostrý roh na přechodu taktů. Protože nebylo možné vytvořit plnicí otvory v bednění, plnění betonem probíhalo z vrchu postupným plněním po obvodu celého kruhu tak, aby nedošlo k rozmělnění frakcí. Aby bylo zajištěno minimální znečištění vrchního bednění, mělo čerpadlo betonu při betonáži koncový uzávěr se zpomalovacím kolenem. Ve středu obou kopulí statik navrhl kotvicí bod pro uchycení dělníků při pracích na nich.

Výztuž byla vázána postupně pro jednotlivé taktly. Radiální pruty byly ohýbány již v armovně, vodorovné byly tvarovány dle potřeby až na stavbě.

Nejprve byla odlita menší betonová kopule planetária s tloušťkou stěny 150 mm. Betonáž proběhla ve třech takttech. V rámci prvních dvou taktů byl použit samozhutnitelný beton SC – Easycrrete SV (25/30 XC1) o objemu 25 m<sup>3</sup>, vrchlík kopule je ze standardního betonu C25/30 XC1.

Požadovaný modul pružnosti 26 GPa byl dosažen po čtyřech dnech při pevnosti v tlaku 33 MPa a objemové hmotnosti 2 330 kg/m<sup>3</sup>.

Malou kopuli planetária překrývá kopule virtuária pro technologii 3D projekce. Betonáž velké kopule s tloušťkou stěny 200 mm probíhala v celkem sedmi takttech, postupně v jednotlivých horizontálních pruzích. Aby se nevytvořila vzduchová kapsa v parapetu, betonáž kolem niky probíhala z jedné strany, a poté, co beton vytekl z pod parapetu, bylo možné betonovat i z druhé strany. Při 2. až 5. taktu bylo použito cca 130 m<sup>3</sup> samozhutnitelného betonu. Vrchlík velké kopule je z betonu C25/30 XC1, spotřeba činila asi 5 m<sup>3</sup>.

Požadovaný modul pružnosti 29,5 GPa byl dosažen po šesti dnech při pevnosti v tlaku 37 MPa a objemové hmotnosti 2 320 kg/m<sup>3</sup>. Kotvení bednění bylo prováděno do 5 až 6 dní starého betonu předchozího taktu, který tedy neměl 100% pevnost. Samotným betonážím předcházely zkušební betonáže v betonárně i na stavbě.

Šikmá deska pro hlediště virtuária z důvodu pracnosti zaklopení vrchní desky byla betonována klasickým betonem po vrstvách pouze se spodním bedněním.

Dnes je z kopulí vidět jen málo, překryla je replika původní budovy (obr. 9 a 10).

## ZÁVĚR

Otevření nové části 3D Planetária Techmania SC proběhlo 4. listopadu 2013, celkové propojení původních a nově vybudovaných částí je plánováno na duben 2014.

Společnými silami všech zúčastněných se podařilo zrealizovat stavbu, která je výjimečná svou konstrukcí i budoucí náplní.

Fotografie: 2, 3, 4a až c, 10a, b – archiv Atelieru Soukup, 1, 5a, b, 6a až c – archiv společnosti Česká Doka, bednicí technika, 8a, b, 9 – archiv společnosti TBG Plzeň Transportbeton, 8c – archiv společnosti Berger Bohemia, a. s.

Ing. arch. Jan Soukup  
Atelier Soukup, s. r. o.  
tel.: 377 223 236  
e-mail: soukup@atelier-soukup.cz  
www.atelier-soukup.cz



Roman Pánek  
TBG Plzeň Transportbeton, s. r. o.  
tel.: 602 179 788  
e-mail: roman.panek@cmbeton.cz  
www.cmbeton.cz



Ing. Milada Mazurová  
TBG Metrostav, s. r. o.  
tel.: 602 264 333  
e-mail: milada.mazurova@tbg-metrostav.cz



Radek Syka  
Česká Doka bednicí technika,  
spol. s. r. o.  
tel.: 724 841 284  
e-mail: radek.syka@doka.com  
www.doka.cz



Jiří Voska  
Berger Bohemia, a. s.  
tel.: 731 550 460, e-mail: jiri.voska@bergerbohemia.cz  
www.bergerbohemia.cz



Vlastník objektu a investor	Techmania Science Center, o. p. s.
Autoři projektu	Ing. arch. Jan Soukup, Ing. arch. Jitka Růžičková
Stavební řešení	Atelier Soukup, s. r. o., Plzeň Ing. Antonín Švehla, David Cígler dipl. tech., Ing. Michaela Hellerová, Ing. Drahomíra Cígler Žofková
Statika	Statica Plzeň, s. r. o.
Dodavatel stavby	Berger Bohemia, a. s., Plzeň
Zhotovitel betonových konstrukcí	Berger Bohemia, a. s.
Návrh betonové směsi	Betotech, s. r. o.
Dodavatel bednění	Česká Doka, bednicí technika, spol. s. r. o.
Financování	EU, operační program VaVpl
Studie	2009
Projekt	2011
Realizace	2012 až 2013