



Rekonstrukce ocelové konstrukce plynojemu v Národní kulturní památce v Dolní oblasti Vítkovic na multifunkční aulu

Plynojem bude po rekonverzi podle návrhu Ing. arch. Josefa Pleskota novým kulturním centrem v Dolní oblasti Vítkovic. Ve vnitřním prostoru plynojemu budou vybudovány nové konstrukce hlediště, jeviště a další konstrukce potřebné pro zajištění provozu centra. Vznikne tak gigantický prostor o objemu cca 110 000 m³, který bude využit pro pořádání kulturních a společenských akcí.

HISTORIE A FUNKCE PLYNOJEMU

Plynojem byl postavený v letech 1924–1925 a sloužil až do roku 1998, kdy byla ve Vítkovických vysokých pecích po 162 letech ukončena výroba železa. V roce 1983 proběhla rekonstrukce zvonu a vyrovnání náklonu nádrže, ke kterému došlo díky nerovnoměrnému sedání podloží poddolovaného území. Z funkčního hlediska se jedná se o tzv. „mokrý“ plynojem s proměnným objemem plynu stálého tlaku. Plynojem má pevnou spodní část v podobě válcové „nádrže“, do které se zasouvá pohyblivý „zvon“ ukončený vrchlíkem. Úniku plynu zabraňuje vodní těsnění. Maximální objem plynojemu je 50 000 m³.

CÍLE REKONSTRUKCE

Během první etapy rekonstrukce bude zvon plynojemu zdvižen o cca 13 m do polohy maximálního objemu plynu a vznikne tak prostor pro vybudování vnitřních kon-

strukcí multifunkční auly. Před samotným zdvihem bude zesílena střešní konstrukce zvonu a bude upravena pro nový účel. Jedná se zejména a novou konstrukci tamburu a přípravu konstrukce pro velkoplošný prosklený otvor. V následující druhé etapě bude střecha a stěna zvonu opláštěna spolu s montáží vzduchotechnických jednotek. Konstrukce nádrže bude také opravena a ve stěně nádrže bude vytvořen velkoplošný prosklený otvor. Uvnitř plynojemu budou postaveny ocelové a betonové konstrukce pro hlediště, jeviště, knihovnu a další provozní části budoucí multifunkční auly. Tyto nové konstrukce jsou nezávislé na samotné konstrukci plynojemu.

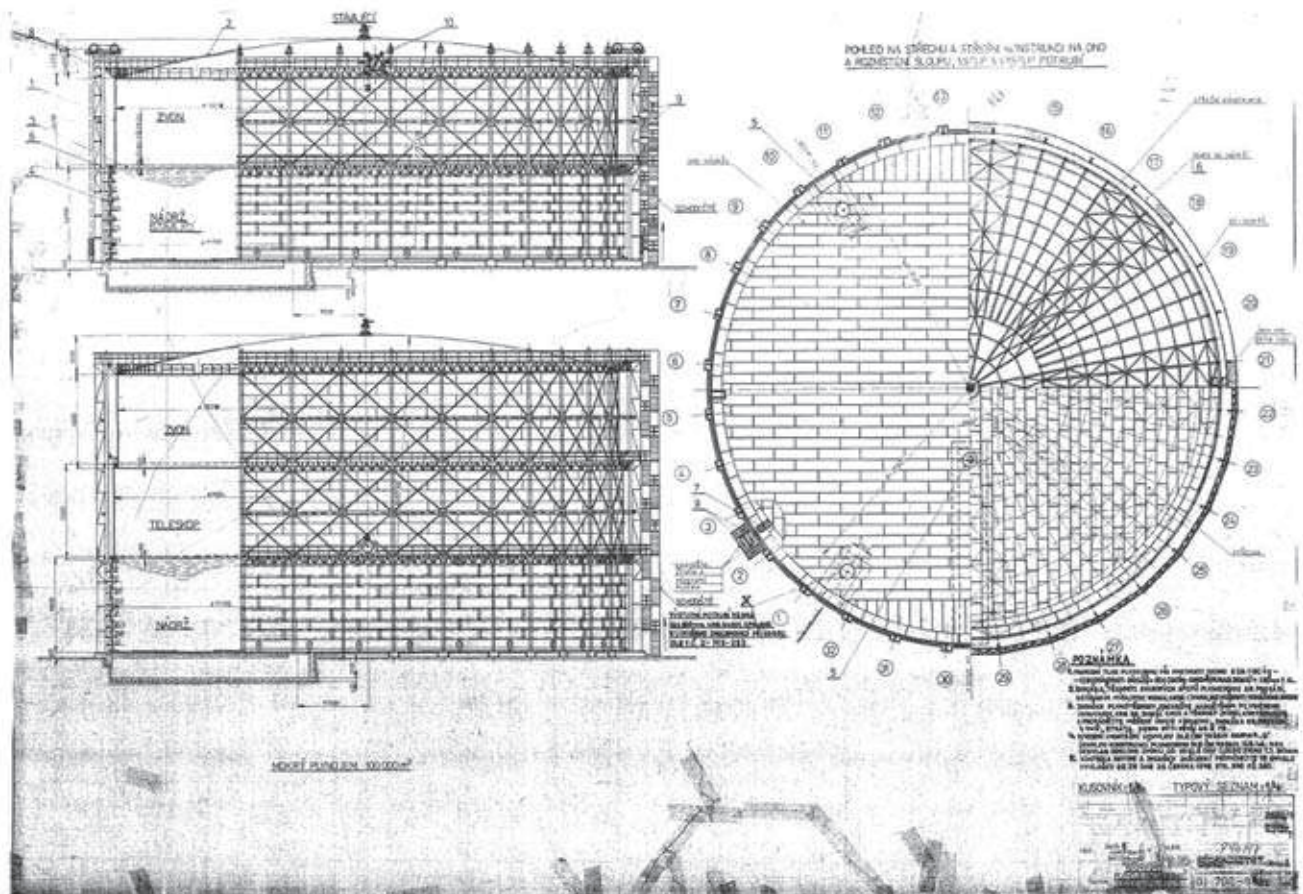
KONSTRUKCE PLYNOJEMU

Průměr nádrže plynojemu je 71,7 m, výška vodní hladiny je cca 14 m. Průměr pohyblivého zvonu je 70 m a výška včetně vrchlíku o zepětí 5,3 m je 18,5 m. Válcová konstrukce

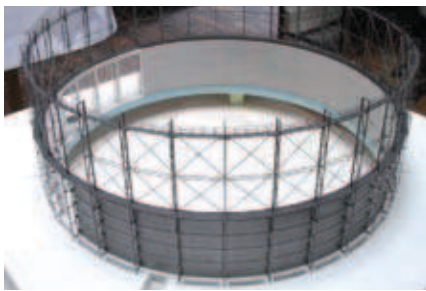
nádrže je z plechů tloušťek 10–32 mm. Plechy byly vzájemně nýtovány, styky musely být řešeny jako vodotěsné. Konstrukci nádrže doplňuje 32 příhradových sloupů, které měly zejména funkci podpory pro vysunutý zvon na zatížení větrem. Zvon byl pomocí kladek umístěných na vrcholu sloupů nádrže zavěšen a úpravou vyrovnávacího závaží byl nastaven požadovaný tlak plynu na výstupu z plynojemu.

STAV PLYNOJEMU PŘED REKONSTRUKCÍ

Od roku 1998, kdy došlo k ukončení provozu, je zvon plynojemu uložen na 32 provizorních podporách. Spodní hrana zvonu je ve výšce cca 1,5 m nad podlahou plynojemu. Před započítím samotného projektu rekonstrukce byl vnitřní povrch plynojemu mechanicky očištěn. Následně byl proveden podrobný průzkum stavu ocelové konstrukce zvonu a nádrže se zaměřením



Obr. 1 – Mokrý plynojem 50 000 m³ resp. 100 000 m³



Obr. 2 – Model konstrukce plynojemů; model vypracoval AP Ateliér



Z výše uvedených vlivů a ze závěru z průzkumu konstrukce vyplývá, že je nutné zesílit konstrukci střechy zvonu plynojemů, která je vystavena novým zatížením, z nichž vychází tlakové působení v prvcích střechy. Zároveň dochází k výraznému tahovému namáhání obvodového prvku střechy. Při návrhu jsme museli věnovat zvýšenou pozornost posouzení stability střechy, jak globální tak lokální.

KONSTRUKCE ZVONU PLYNOJEMU

Stěny zvonu plynojemů sestávají ze sloupů a kruhových prstenců v obou okrajích a v polovině výšky. Sloupy i prstence jsou truhlíkového průřezu. Stěna zvonu je opláštěna plechem, který je přivařen na horním a spodním prstenci a na horizontálních úhelníkových výtuhách. Nosnou konstrukci kulového vrchlíku tvoří 64 radiálně se sbíhajících IPE270, resp. IPE300 profilů na středním kruhovém svařenci a ze 13 tangenciálně vedených kruhových prstenců, které spolu s radiálními prvky tvoří prostorovou strukturu kupole. 32 radiálních prvků je zakončeno na



Obr. 3 – Stavající stav – zvon plynojemů je spuštěný a uložený na provizorních podporách



na zjištění korozních úbytků a na ověření dimenzí a stavu jednotlivých prvků. Zároveň byla pomocí technologie 3D scanování zaznamenána stávající geometrie zvonu.

ZÁVĚRY Z PRŮZKUMU KONSTRUKCE

Korozní úbytky, které jsme změřili na cca 7 500 místech, jsou většinou na takové úrovni, že nemají významný vliv na snížení únosnosti prvků. Pouze na spodním stěnovém prstenci je větší korozní poškození, které uvažujeme redukcí jeho únosnosti. Z funkčního hlediska však bylo nalezeno mnoho nedostatků, se kterými se musí uvažovat ve statickém posudku. Například stěnový a střešní plášť není přivařený k nosným prvkům zvonu plynojemů. Spodní pasy příhradových nosníků pod radiálními nosníky vykazují nadměrné imperfekce ve vodorovném směru (cca 150 mm). Provedení svarů je často na nízké úrovni.

PLYNOJEM PŘED A PO REKONSTRUKCI Z HLEDISKA STATICKÉHO NAMÁHÁNÍ

Po plánované rekonverzi budou zatížení na konstrukce výrazně odlišná (opačná) oproti zatížením, která na plynojem působila během jeho provozu.

Při provozu plynojemů byl ve zvonu přetlak, prvky střechy byly tažené a nebylo tak nutné řešit stabilitní problémy. Pouze v případě odstávky byla střecha zatížena svislým zatížením od vlastní tíhy, jednalo se o jediné zatížení ve směru vlastní tíhy.

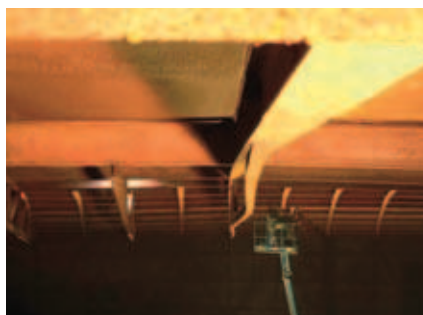
Po rekonverzi bude plynojem zatížen jak vlastní tíhou konstrukce, tak novými stálými zatíženími (skladba nového střešního pláště a jednotky vzduchotechniky, konstrukce tamburu) a proměnnými zatíženími od nových technologií. Dále bude zatížen vyššími hodnotami od klimatického zatížení (sněhem a větrem), které odpovídají normám řady EN.



Obr. 4 – Konstrukce před a po mechanickém očištění



Obr. 5 – vlevo – korozní poškození v místě styku sloupu se spodním kruhovým prstencem, vpravo – střešní plášť není přivařený ke střešním nosníkům



Obr. 6 – Imperfekce spodních pasů příhradových nosníků pod radiálními nosníky





Obr. 7 – vlevo – důlková koroze na stěnových diagonálách, vpravo – kontrola ocelové konstrukce

tangenciálním prstenci o průměru 20,5 m. 24 radiálních prvků (vždy ve trojicích vedle sebe) je ve spodní části vyztuženo příhradovou konstrukcí z válcovaných profilů. Konstrukce je pokryta 5 mm plechem. Pouze dva krajní pásy plechů na okraji skořepiny jsou z tloušťky 12 mm (šířka pásu 1,2 m) a 10 mm (šířka pásu 1,04 m). Radiální vazníky se společně se sloupy zvonu sbíhají v rámovém rohu.

NOVÉ PROSTOROVÉ VZPÍNADLO

Výsledkem statického posudku, který byl vypracován na základě výše uvedených závěrů z průzkumu a uvažoval nová zatížení, bylo, že konstrukce nevyhovuje z hlediska mezního stavu únosnosti. Zejména nevyhovovaly radiální prvky a horní kruhový prstec, ve kterém jsou od nového zatížení extrémní tahové síly. Z tohoto důvodu bylo nutné uvažovat o změně statického modelu, tak, aby došlo k vhodnému přerozdělení sil v nevyhovujících prvcích.

Pod kulový vrchlík bylo umístěno prostorové radiální vzpínadlo, tvořené 16 předpjatými táhly Macalloy M64, středním kruhem a 16 vzpěrami. Vzpínadlo slouží k příznivé redistribuci vnitřních sil tak, aby většina stávajících prvků vyhověla své nové funkci. Táhla jsou na vnější straně kotvena k vnějšímu kruhovému prstenci, na vnitřní straně k novému kruhovému příhradovému vodorovnému prstenci s vnějším průměrem 22,6 m. Prstec je vzepřen o konstrukci vrchlíku přes sloupy a šikmé vzpěry.

Vlivem přerozdělení sil není nutné plošně zesilování prvků, pouze je nutné zesílit prvky v blízkosti rámového rohu. Síla v horním kruhovém prstenci byla snížena o cca 25 %.

ZESILUJÍCÍ PŘÍHRADOVÉ NOSNÍKY NA STŘEŠE

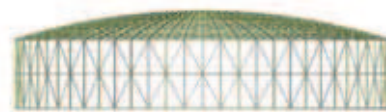
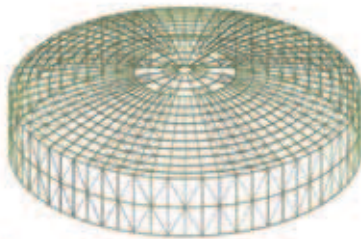
S ohledem na požadovanou požární odolnost konstrukce bude objekt vybaven zařízením pro nucený odtah tepla a kouře (OTK). Potrubí, které bude instalováno ve druhé etapě výstavby, bude umístěno na stávající střeše. Tak vznikne větraný otvor mezi stávajícím plechem a zateplenou skladbou střešního pláště na novém trapézovém plechu, který bude instalován ve druhé etapě výstavby. V rámci první etapy budou instalovány zesilující příhradové nosníky přivařené z vnější strany ke všem 64 radiálním hlavním nosným prvkům, které budou tvořit spodní pas nově vytvořeného příhradového nosníku. Nově vy-

robené konstrukce budou z dílců sestávajících z horního pasu, svislic a diagonál. Horní pas bude tvořen T profilem s pásnicí se šířkou 120 mm, aby na něj bylo možno v budoucnu uložit trapézový plech. T profil bude cca 600 mm nad povrchem stávajícího plechu. Diagonály budou přivařeny na svislice. Spojení nové konstrukce ke stávajícímu nosníku bude provedeno tak, že budou nejprve vyříznuty otvory ve střešním plechu a okraje otvorů budou vodotěsně přivařeny k hornímu pasu stávajících nosníků. Svislice budou přivařeny přímo na horní pas stávajícího nosní-

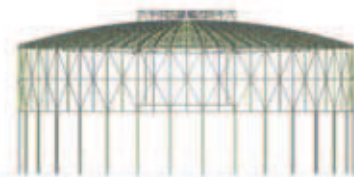
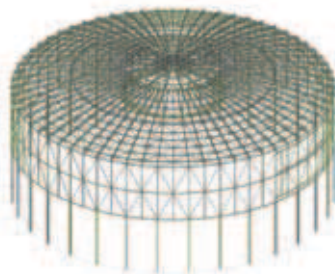
ku ve vzniklém otvoru. Potrubí OTK je tvořeno tangenciálním kruhovým potrubím a radiálními rozvodnými paprsky umístěnými v prostoru mezi stávajícími nosníky. V místě průchodu tangenciálního prstence novými příhradovými nosníky bude konstrukce zesilujících nosníků rámová. 64 radiálních příhradových nosníků bude doplněno dvěma kruhovými tangenciálními příhradovými prstenci, které budou k tangenciálním kruhovým ztužidlům připojeny obdobným způsobem jako radiální prstence. Konstrukce zesilujících radiálních nosníků bude pokračovat i na sloupech v délce cca 2,0 m. Konstrukční výška bude 300 mm. Zesilující nosníky mají zásadní příznivý vliv na stabilitu tlačných prvků i na globální stabilitu skořepiny.

NOVÁ KONSTRUKCE TAMBURU

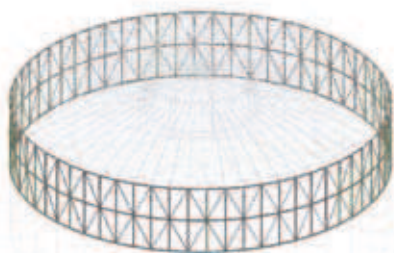
Nad středem střešního vrchlíku bude umístěna nová konstrukce tamburu, což je kruhová konstrukce o průměru 20,6 m. Střeška konstrukce tamburu, jejíž vnitřní povrch slouží k akustickým účelům, má tvar obráceného kulového vrchlíku s radiální strukturou vazníků, jejichž pasy se sbíhají



Obr. 8 – Plynojem před rekonstrukcí – statický model



Obr. 9 – Plynojem po rekonstrukci – statický model

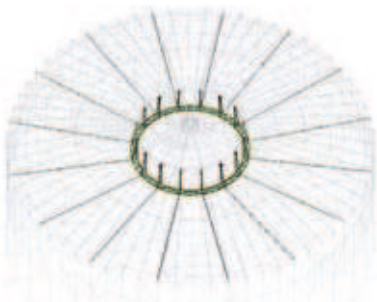


Obr. 10 – Stěna zvonu plynojemu, detail styku prvků stěny

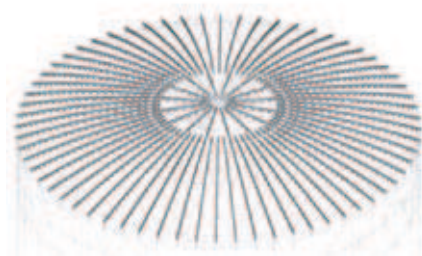
na centrálním kruhovém příhradovém válci. Stěny mají sloupy z čtvercových trubek, které slouží jako podpory pro prosklený plášť. Střecha tamburu je po celém obvodu rozšířena o cca 2,5 m pomocí konzol.

ZDVIH ZVONU PLYNOJEMU

Konstrukce zrekonstruovaného zvonu plynojemu bude vyzdvižena šplhavým



Obr. 11 – Nové prostorové vzpínadlo



Obr. 12 – Nové zesilující příhradové nosníky na střeše

způsobem s použitím hydraulických lisů na 16 nově instalovaných sloupech. Hydraulické zařízení bude vybaveno zařízením pro měření hodnoty zdvihové síly. Výška zdvihu během jednoho kroku je 460 mm, konstrukce se bude během každého kroku dorovnávat po 100 mm. Celkový počet kroků je cca 29. Celková hmotnost zdvihané konstrukce je přibližně 800 t, nosnost jednoho hydraulického lisu je 100 t.

Sloupy mají dřívky z U profilů z obou stran pláště v osové vzdálenosti 390 mm. Při postupném zdvihu budou dřívky doplňovány diagonálami na příhradovou konstrukci. Po zdvihu bude doplněno dalších 16 sloupů a aktivovány lisy tak, aby přenášely příslušnou reakci. Po instalaci všech sloupů se zkontroluje geometrie spodního pasu plynojemu a rovnoměrné rozdělení reakcí konstrukce zvonu na nově instalovaných sloupech. Nové sloupy budou stabilizovány v polovině výšky a ve vrcholu vzpěrami ke konstrukci nádrže proti vybočení a rotaci celé konstrukci zvonu. Dále vzpěry slouží



k přenosu sil vzniklých od horizontálního zatížení ze zvonu do konstrukce nádrže.

VÝROBA A MONTÁŽ

Pro vypracování dílenské dokumentace budou využity výstupy z 3D scanování konstrukce, zejména pro tvorbu výkresů příhradových nosníků na střeše a zesílení rámových rohů. Nové příhradové sloupy pod zvonem budou respektovat skutečnou výšku podlahy, která má „převýšení“ cca 1 m. Podkladem pro dílenskou dokumentaci bude také dokumentace z kontroly stavu ocelové konstrukce.

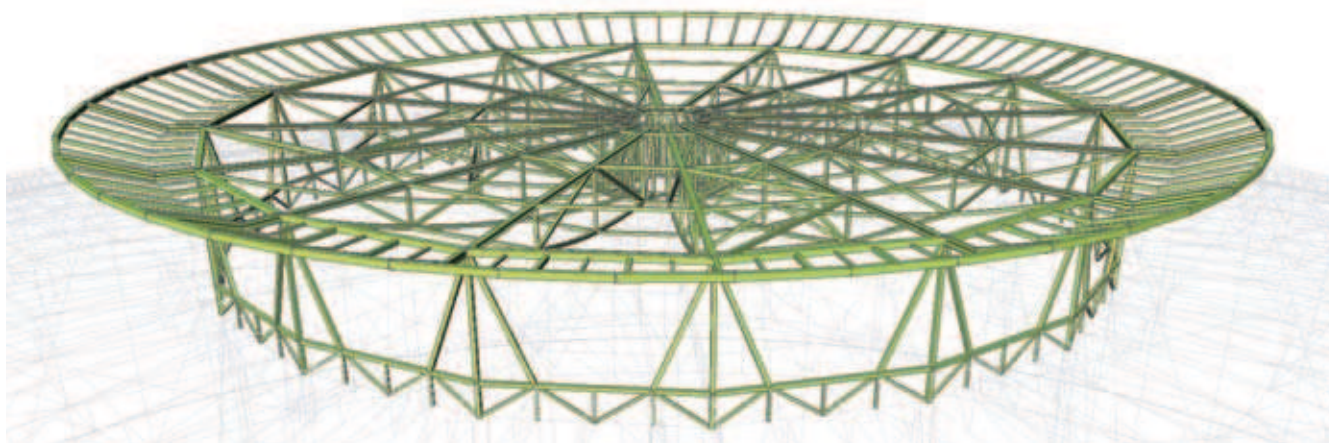
Zesílení konstrukce vzpínadlem proběhne před zdvihem, kdy je spodní hrana kulového vrchlíku ve výšce cca 13 m. Pro montáž konstrukcí je v plynojemu omezený prostor a lze využít pouze mechanizaci, která vjede otvorem cca 3 × 3 m. Ve stávající poloze zvonu proběhnou i ostatní práce, montáž tamburu, vytvoření otvoru ve stěně, montáž zesilujících prvků.

ZÁVĚR

Práce na rekonstrukci zvonu již byly zahájeny, konstrukce by měla být zdvižena během ledna 2011. V roce 2011 bude konstrukce plynojemu oplášťena a proběhne výstavba vnitřních konstrukcí. Termín zahájení provozu plynojemu jako kulturního centra je plánován na 1/2012.

Ing. Miloslav Lukeš, lukes@excon.cz,
Ing. Vladimír Janata, CSc., janata@excon.cz,
EXCON CZ, a. s.

*Příspěvek byl prezentován
na konferenci KONSTRUKCE 2010.*



Obr. 13 – Nová konstrukce tamburu (celková průměr s konzolou cca 25,5 m)

Reconstruction of the Gas Holder Steel Structure in National Historic Building in Lower Area of Vítkovice to Multifunctional Great Hall

After reconstruction, based on the design by Ing. architect Josef Pleskot, the gas holder will become a new cultural center in Lower area of Vítkovice. Inside the gas holder, new structures of the auditorium, stage and other structures necessary to provide for the operation of the centre will be constructed. This will create a gigantic space with a capacity of approximately 110,000 m³, which will be used for cultural and social events. Works on the reconstruction of the bell have already commenced, the structure should be lifted in January 2011. In 2011, the gas holder structure will be provided with sheathing and interior structures will be made. The operation commencement of gas holder as a cultural centre is planned for 1/2012.