

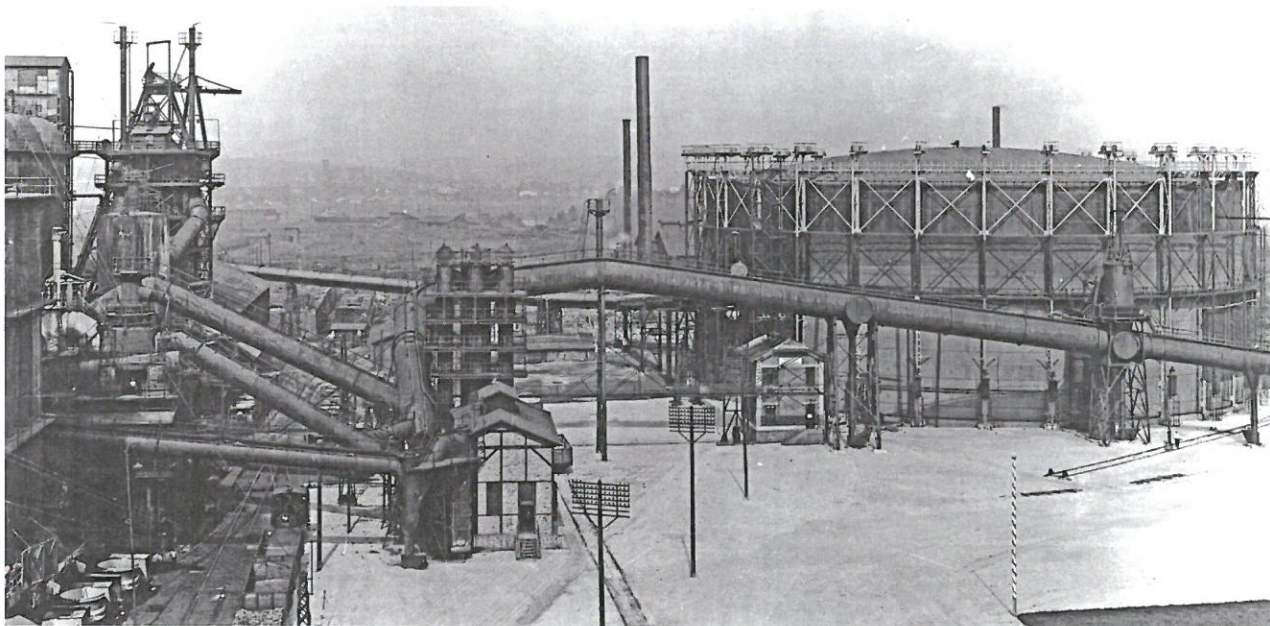


2012 | Inženýrské dílo: Konverze ocelové konstrukce plynojemu v Národní kulturní památce Dolní oblast Vítkovice na multifunkční aulu Gong

Účastník: Ing. Vladimír Janata, CSc., OK ČKAIT Praha | **Spolupracovníci:** Ing. Miloslav Lukeš (EXCON, a.s.), Ing. Hana Šeligová (RECOC, spol. s r.o.) | **Firma:** EXCON, a.s.

Konverze ocelové konstrukce plynojemu v Národní kulturní památce Dolní oblast Vítkovice na multifunkční aulu Gong

Dolní oblast Vítkovice včetně vysokých pecí, plynojemu a dalších staveb sloužících původně k výrobě oceli je národní kulturní památkou. Architekt Josef Pleskot na popud majitele tuto zmrtvělou a opuštěnou oblast postupně přetváří na živoucí zónu. Například Vysoká pec č. 1 slouží jako muzeum a rozhledna. Významným a zcela originálním počinem v oblasti je konverze plynojemu na multifunkční aulu.



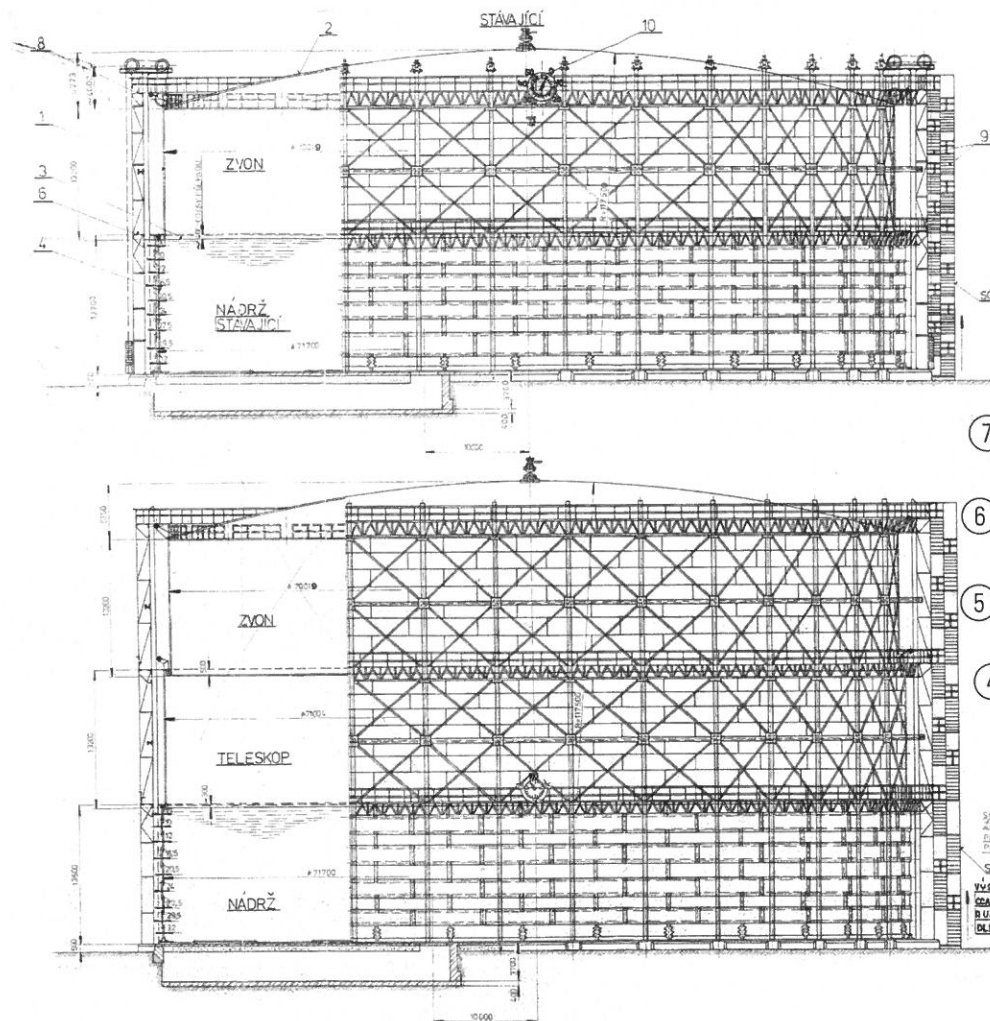
Původní plynojem postavený v roce 1925

Ing. Vladimír Janata, CSc.

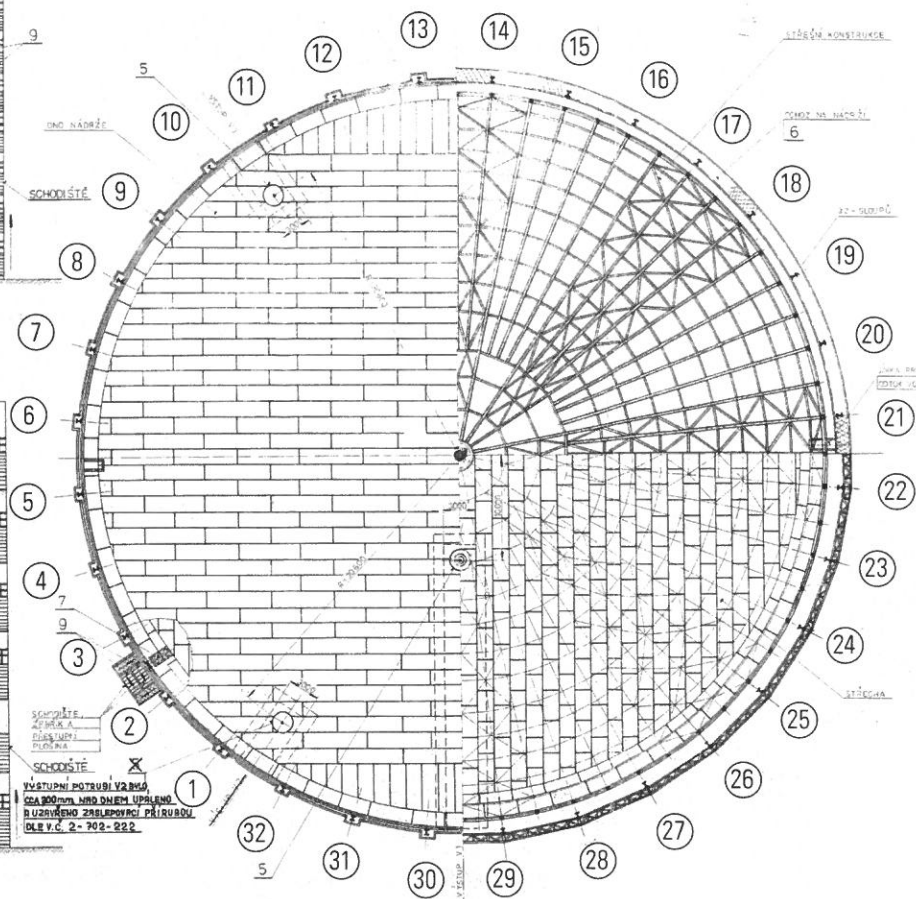
Nově vzniklý gigantický prostor zrekonstruovaného plynojemu o objemu 110 000 m³ se v současné době hojně využívá pro pořádání kulturních a společenských akcí. Byly vybudovány nové konstrukce hlediště pro 1500 diváků, jeviště, knihovna a další objekty a prostory nutné pro zajištění provozu tohoto nového kulturního centra. Plynojem byl postaven v letech 1924–1925 v Ostravě – Vítkovicích a sloužil do roku 1998, kdy po 162 letech skončil provoz v přilehlých vysokých pecích. První větší stavební úprava byla zahájena v roce 1969, tehdy byl opraven zejména netěsný zvon plynojemu, aby nedocházelo k únikům plynu. V roce 1983 proběhla generální rekonstrukce, která zahrnovala výměnu zvonu a vyrovnání náklonu nádrže, ke kterému došlo kvůli nerovnoměrnému sedání podloží poddolovaného území. Patnáct let po ukončení provozu byl chátrající a k zániku předurčený plynojem opraven a znovu otevřen, ač ve zcela jiné funkci. Při návrhu rekonstrukce plynojemu byly řešeny specifické úlohy, které vyžadovaly netradiční technická řešení.

Původní plynojem, konstrukce a historie

Původně tzv. vodní plynojem sloužil ke skladování proměnného množství vyčištěného vysokopecního plynu konstantního tlaku. Plyn nadnášel plovoucí ocelovou konstrukci se střešní skořepinou tvaru kulového vrchlíku (zvon), která se zdvíhala a klesala ve vod-



POHLED NA STŘECHU A STŘEŠNÍ KONSTRUKCI NA DNO
A ROZMÍSTĚNÍ SLOUPŮ, VSTUP A VÝSTUP POTRUBÍ



Mokrý plyn: 50 000 m³, respektive 100 000 m³

ním těsnicím sloupci v nádrži plynojem. Maximální objem plynu byl 50 000 m³. Výška vodní hladiny v nádrži o průměru 71,7 m byla přibližně 14 m. Výška zvonu o průměru 70 m činí, včetně 5,3metrového vzepětí střešní skořepiny, 18,5 m. Stěna zvonu je tvořena 32 sloupy truhlíkového průřezu a třemi kruhovými

prstenci, horním, spodním a středním, vyztuženým vodorovným ztužidlem. Vrchlík je tvořen 64 radiálními válcovanými profily a 13 tangenciálními prstenci. Konstrukce zvonu je pokryta plechem tloušťky 5 mm. Válcová vodotěsná skořepina – nýtovaná ocelová konstrukce nádrže – je tvořena plechem o tloušťce od

32 do 10 mm, která klesá směrem k vrcholu. Konstrukci nádrže podporuje z vnější strany 32 příhradových sloupů, na kterých byl zavěšen zvon plynojem. Tlak plynu byl určen hmotností závaží, která visela na lanu přes kladky umístěné na vrcholech těchto sloupů.

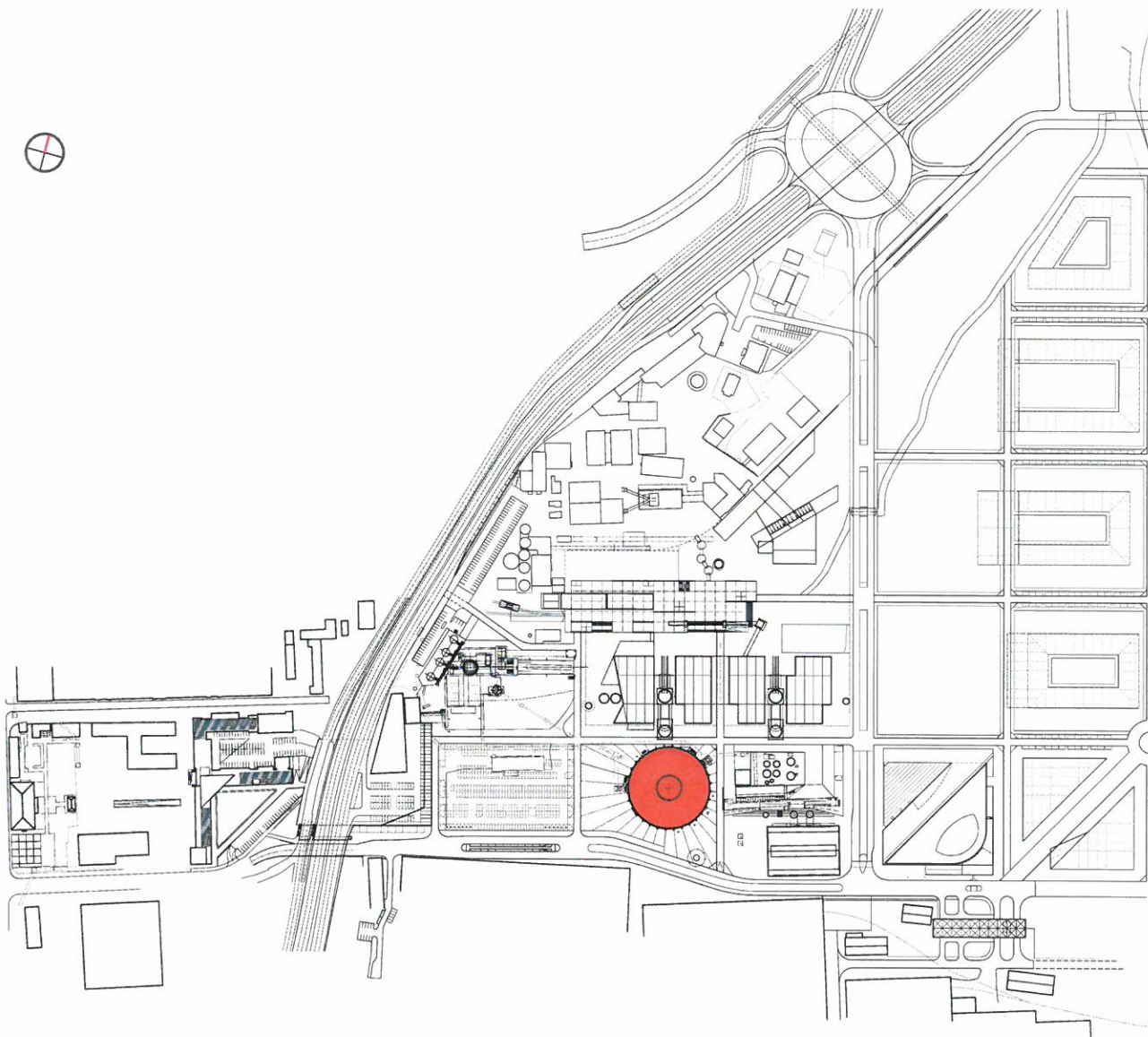
Kontrola a oprava původní konstrukce

Konstrukce zvonu byla uložena po ukončení provozu na provizorní podpory těsně u země. Ocelová konstrukce byla zkorodovaná a mnoho jejích částí bylo silně poškozeno. Nejprve byla vyčištěna jehličkováním, následně se měřením na 7500 místech zjistily její korozní úbytky. Skutečná geometrie byla zaměřena 3D scanováním. Poškozené části konstrukce a prvky výrazně oslabené korozí byly opraveny a následně se konstrukce opatřila protikorozním nátěrem na vnějším povrchu nádrže a zvonu. Vnitřní povrch zvonu byl na žádost architekta pouze vzhledově stabilizován speciální suspenzí.

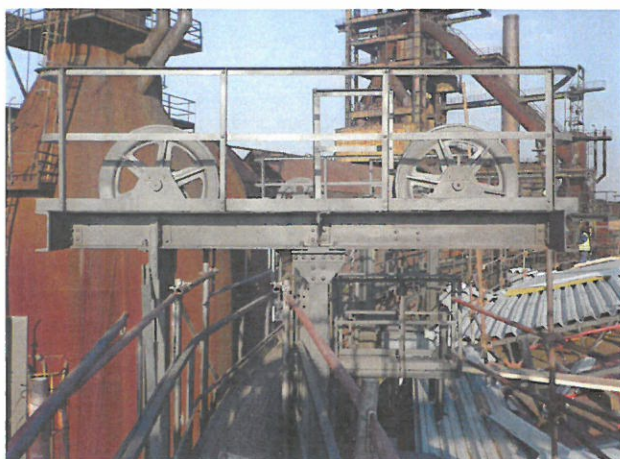
Rekonstrukce zvonu a redistribuce vnitřních sil ve skořepinové konstrukci

V plášti zvonu byl za prostorem hlediště vytvořen ohromný prosklený otvor směrem k vysoké peci. Dále byl vytvarován otvor o průměru 20 m v krycím plechu vrchlíku zvonu a nad tímto otvorem byl postaven nový světlík (tambur). Střecha konstrukce tamburu, jejíž vnitřní povrch má akustický účel, má tvar obráceného kulového vrchlíku s radiální strukturou vazníků. Pasy těchto vazníků se sbíhají na centrálním kruhovém příhradovém válci. Obvodové sloupky z čtvercových trubek slouží jako podpory pro prosklený plášť.

Po konverzi plynového na multifunkční halu se zásadně změnilo zatížení ocelové konstrukce zvonu plynového v porovnání se zatížením v původní funkci stavby. Dříve byl zvon plynového zatížen tlakem plynu zevnitř a prvky střešní skořepiny byly taženy. Z toho důvodu nemusela být řešena stabilita skořepiny. Pouze v období údržby skořepinu zatěžovala vlastní tíha ve směru opačném k tlaku plynu. V nové funkci je střešní skořepina zatížena vlastní tíhou a novým souborem stálých zatížení (střešním pláštěm, vzduchotechnickými jednotkami, konstrukcí tamburu, apod.) a proměnnými zatíženími od nových technologií. Konstrukce



Umístění plynového v Dolní oblasti Vítkovice



Vrchol příhradového sloupu nádrže s kladkami



Předpjaté prostorové vzpínadlo

je také zatížena vyššími hodnotami klimatických zatížení (vítr a sníh), které korespondují s hodnotami uvedenými v evropských normách. Prvky střešní konstrukce jsou s ohledem na tato „nová zatížení“ namáhány tlakovou silou, a proto se musela ověřovat stabilita skořepiny. Analýza střešní skořepiny zvonu při novém zatížení a detailní průzkumy konstrukce potvrdily nezbytnost zesílení konstrukce.

Problém nevyhovujících prvků střešní skořepiny byl z větší části netradičně vyřešen redistribucí vnitřních sil instalací a předpětím dodatečného

prostorového předpjatého vzpínadla. Tuto prostorovou konstrukci tvoří 16 radiálních táhel Macalloy se závitem M64 kotvených na vnitřní straně do nového středního kruhového příhradového prstence o průměru 22,6 m a na vnější straně do obvodového prstence střešní skořepiny. Střední prstenec vzpínadla je vzeprěn do střechy 16 sloupy a 16 diagonálami. Dodatečná konstrukce předpjatého vzpínadla zajišťovala příznivou redistribuci vnitřních sil ve střešní skořepině, takže velká většina původních prvků konstrukce vyhověla i v nové funkci a novým zatížením. Toto řešení nahradilo nutnost zesilování téměř všech prvků střešní konstrukce. Tahové síly v obvodovém prstenci střešní skořepiny zvonu byly sníženy o přibližně 25 %; proto nebylo nutno zesilovat ani tento 220 m dlouhý prvek, ani původní radiální nosníky. Musely se zesílit pouze některé tangenciální prvky poblíž rámových rohů. Táhla byla předepnuta napínákovými maticemi. Osové síly se průběžně měřily na všech táhlech s použitím nalepených tenzometrů v konfiguraci plného můstku.

Optimální předpínací postup byl určen s použitím matice vzájemného ovlivňování. Tato matice byla sestavena na základě teoretických hodnot z modelu konstrukce a z měření napětí v táhlech po montáži. Zvon byl s výhodou zesílen před svým zdvihem, kdy spodní část střešní skořepiny zvonu byla ve výšce přibližně 13 m a spodní část zvonu byla uložena na provizorních podporách ve výšce 1 m nad zemí. Kromě vzpínadla byly instalovány dodatečné zesilující příhradové nosníky přivařené z vnější strany ke všem 64 radiálním hlavním nosným prvkům střechy zvonu, které vytvořily spodní pas těmto novým příhradovým nosníkům a přispěly tak ke zvýšení globální stability skořepinové konstrukce. Tyto příhradové nosníky, které vytvořily mezi střešní krytinou a zvonek prostor pro vzduchotechnická potrubí a další technologie, doplňují dva nové kruhové tangenciální příhradové prstence.

S ohledem na požadovanou požární odolnost konstrukce je objekt vybaven zařízením pro nucený odtah tepla a kouře (OTK) i sprinklery. Potrubí OTK, instalované ve druhé etapě výstavby, je umístěno na stávající střeše. Je tvořeno tangenciálním kruhovým potrubím a radiálními

rozvodnými paprsky umístěnými v prostoru mezi stávajícími nosníky. V místě průchodu tangenciálního prstence novými příhradovými nosníky je konstrukce zesilujících nosníků rámová. V návaznosti na instalaci OTK byly stanoveny parametrické požární křivky, které pro jednotlivé prostory uvnitř plynojemu popisovaly rozvoj teploty plynů v čase. Tyto křivky byly vstupem pro požární posudek jednotlivých nosných prvků v plynojemu.

Zvedání konstrukce zvonu

Po rekonstrukci byl zvon vážící 800 t zdvihnut do výšky 13 m šplhavým způsobem po 16 nových příhradových sloupech, s použitím 16 synchronizovaných hydraulických lisů o nosnosti 100 t. Dřívky sloupů byly umístěny po obou stranách pláště zvonu a diagonály ztužení se na dřívky postupně montovaly pod zdvihaným zvonek. Zdvih byl dokončen během jedenácti dní, v 29 technologických krocích po 460 mm. Poté bylo mezi sloupy sloužícími ke zdvihu namontováno 16 dalších sloupů. Musely se zajistit identické síly ve všech 32 sloupech, proto byly nové sloupy aktivovány hydraulickými pumpami umístěnými pod patami těchto sloupů.



Pomocné konstrukce a hydraulika pro zdvih zvonu



Zdvih zvonu – pohled zevnitř



Zdvih zvonu – vnější pohled

Dokončovací práce na konstrukci plynojemu

Střecha a svislé stěny zvonu byly tepelně izolovány střešním a obvodovým skládaným pláštěm. Střešní plášť byl uložen na trapézové plechy kladené na nové příhradové nosníky. Mezi pláštěm a konstrukcí zvonu se instalovaly vzduchotechnické jednotky, sprinklery, elektroinstalace a ostatní technologie. V této fázi byla také opravena nádrž



Montáž vzduchotechniky, střešního pláště a opláštění tamburu

plynojemu, především detaily poničené korozí. Pro přípravu vnějšího povrchu před nátěry byla zvolena metoda tryskání abrazivem. Původně uvažovaná metoda tryskání vysokotlakovou vodou se po zkouškách ukázala jako nevhodná, nedostatečná. Nátěr se aplikoval nástřikem ve třech až čtyřech vrstvách, finální vrstva má podle požadavků architekta odstín kovářské černi. Vnitřní povrch nádrže se nenatíral, vnitřní stěny prostoru tvoří představené zdivo. Jako

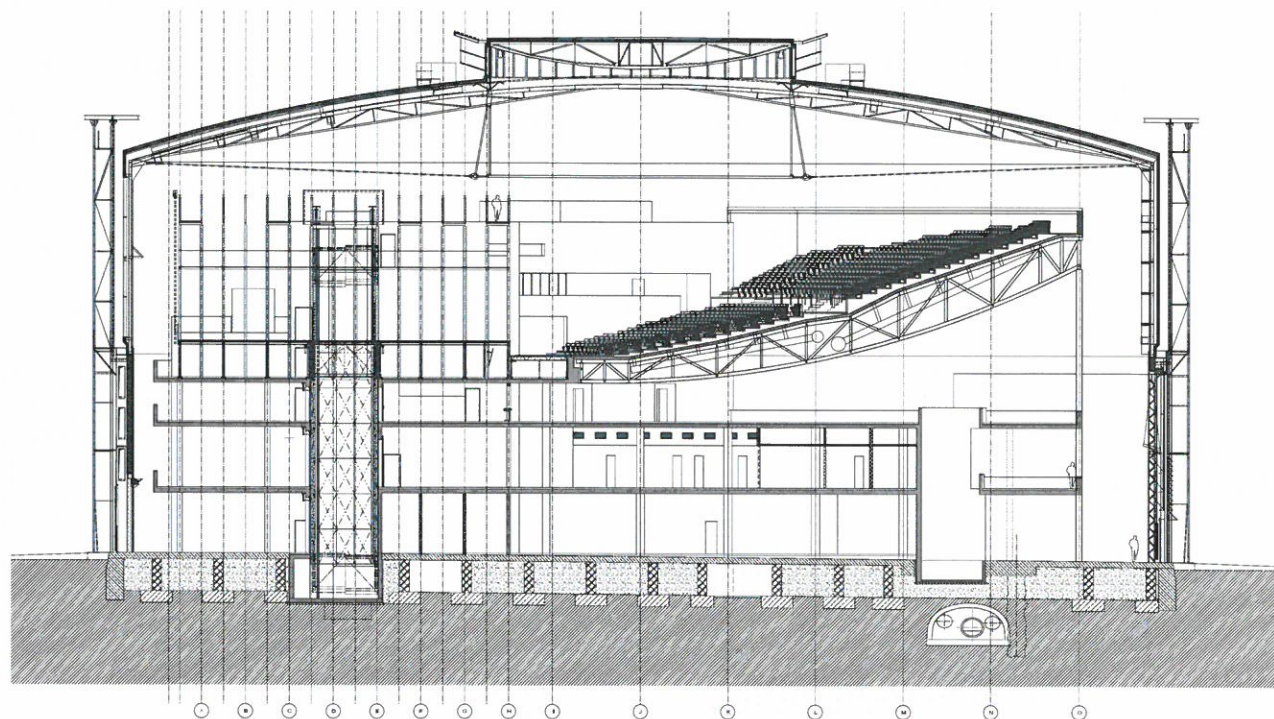
hlavní vstup do vnitřního prostoru slouží nově vytvořený velkoplošný prosklený otvor v nádrži plynojemu. Spodní hranu otvoru definuje terén – začíná v místě kotvení pláště nádrže plynojemu, horní hrana otvoru se nachází ve výšce cca 13 m. Otvor má šířku přes devět polí (celkový počet polí je 32) – tedy cca 64 m, což je přibližně třetina obvodu plynojemu. Vně vnitřní betonové vestavby byla zachována původní nýtovaná konstrukce podlahy.

Nové betonové konstrukce

Vnitřní vícepodlažní budova, postavená z monolitického betonu, určuje základní tvar a funkci vnitřního víceúčelového objektu. Konstrukce je zcela nezávislá na vnější obálce – ocelové konstrukci plynojemu.

Ocelová konstrukce jeviště

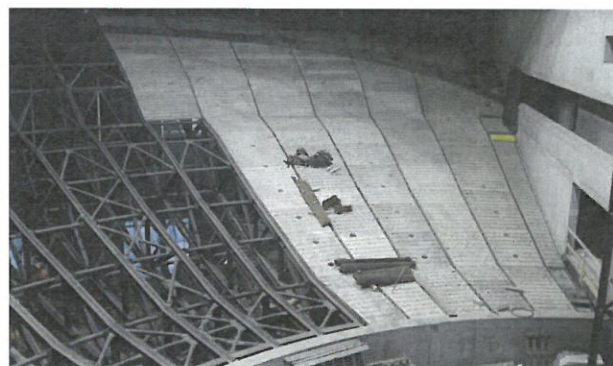
Ocelová konstrukce jeviště se nachází v severozápadní části plynojemu. Spodní hrana ocelové konstrukce je na úrovni +12,00 m, horní hrana na úrovni cca +24,40 m. Celková půdorysná plocha jeviště činí cca 410 m². Nosnou konstrukci jeviště tvoří šestnáct příčných vazeb, sestávajících z vodorovného příhradového nosníku, a vždy čtveřice sloupů. Část vazníků spočívá na betonové konstrukci a v zadním úseku jeviště jsou vazníky uloženy přímo na sloupech. Stabilitu konstrukce zajišťují příhradová ztužidla, dostupnost je možná pomocí ochozů a lávek. Ocelová konstrukce jeviště slouží pro zavěšování divadelní technologie (18 t na každé dvojici vazníků) a pro instalaci technologie pro jevištní transportní plošinu.



Dispoziční uspořádání multifunkční auly Gong



Montáž vazníku hlediště



Montáž filigránů na ocelové vazníky hlediště



Montáž jeviště s proskleným otvorem



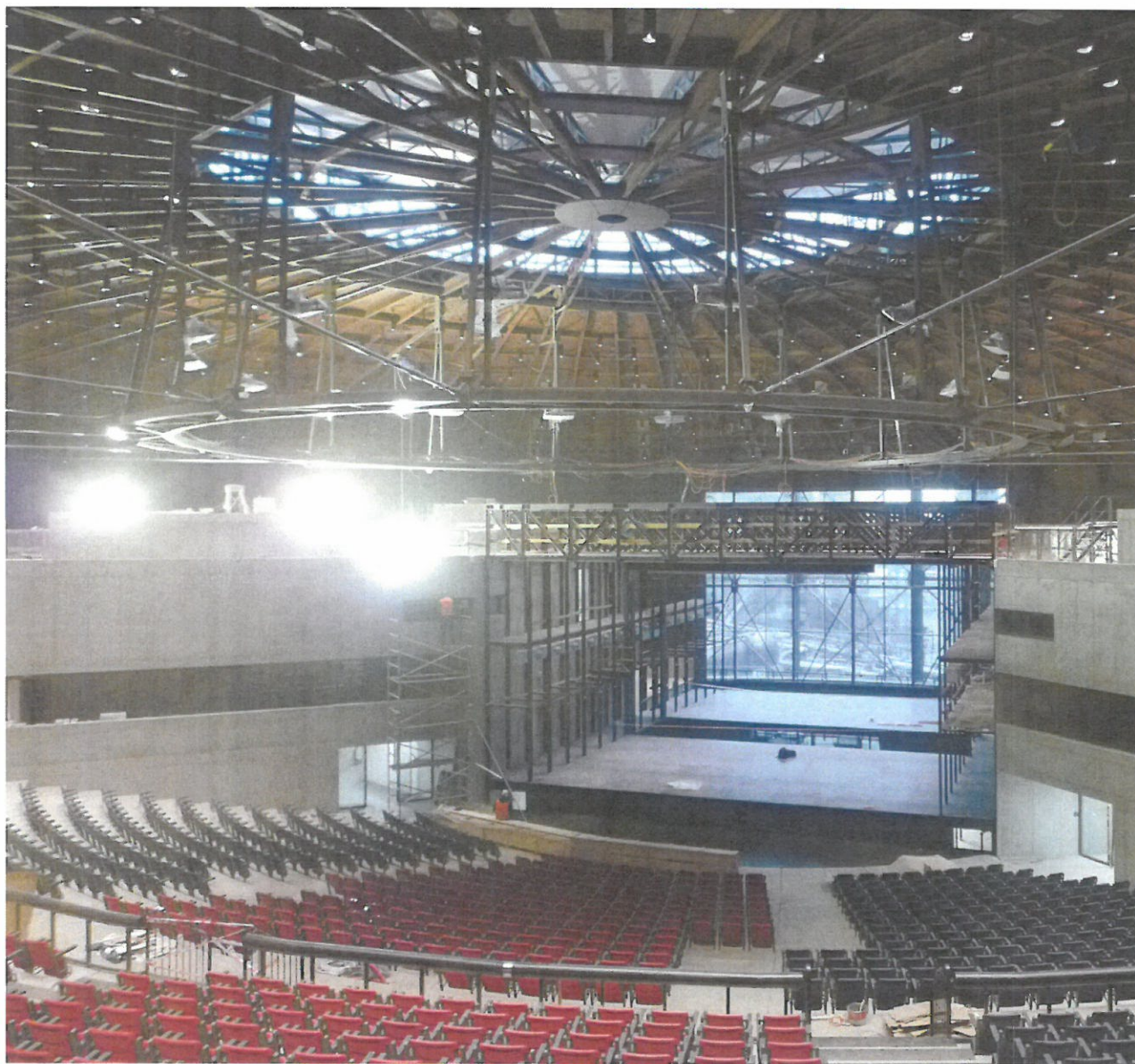
Konstrukce hlediště



Vstupní aula se sloupky podporujícími hlediště (foto: Tomáš Malý)



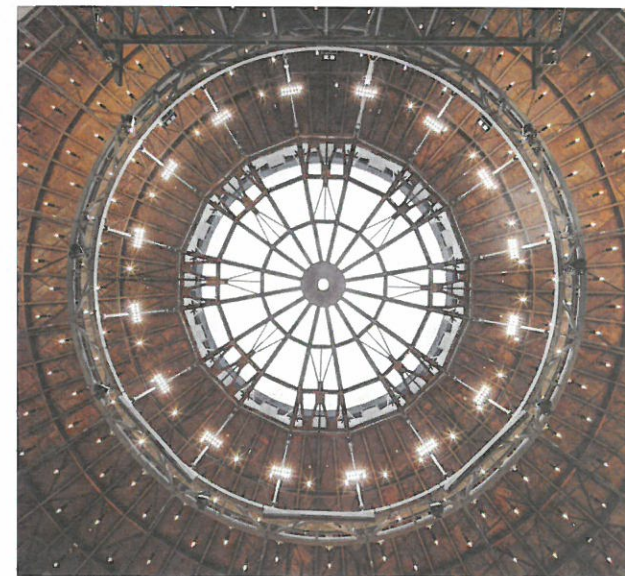
Ocelová konstrukce hlediště ve tvaru lastury



Vzpínadlo, jeviště a hlediště po dokončení

Ocelová konstrukce hlediště

Ocelová konstrukce hlediště s půdorysnou plochou 1450 m² navazuje na jevištní prostor. Je navržena jako tuhá prostorová příhradovina lasturovitého tvaru, která se skládá z šestnácti vějířovitě se rozbíhajících rovinných příhradových zaoblených vazníků, podepřených u jeviště kruhovým betonovým lemem a v zadní části 22 m dlouhými trubkovými sloupy. Vazníky jsou doplněné tangenciálními ztužidly do prostorově působícího celku. U příhradových vazníků se v každém styčnicku střídají diagonály a svislice. Horní pas má tvar lomeného polygonu, spodní pas je kruhový, o poloměru cca 70 m. Horní a spodní pas, diagonály i svislice jsou navrženy z H profilů. Konstrukce je pohledová, viditelná z rozptylových prostorů mimo hlediště. Konstrukce je spřažena s ŽB konstrukcí podlahy, kterou tvoří filigrány tloušťky 60 mm s nadbetonovanou deskou tloušťky 120 mm.



Otvor ve vrchlíku zvonu pod tamburem



Slavnostní koncert Jaromíra Nohavici s Janáčkovou filharmonií Ostrava při otevření Gongu 9. května 2012



Vstupní prostor plynojemu (foto: Tomáš Malý)

Závěr

Monumentální vnitřní prostor rekonstruovaného plynojemu slouží jako ideální místo pro víceúčelovou aulu. Předepnutí původní konstrukce zvonu umožnilo redistribuci vnitřních sil minimalizovat nutnost jejího zesilování. Předpjaté prostorové vzpínadlo podporuje vnitřní estetický vzhled prostoru a zároveň slouží pro umístění koncertní technologie, jako například osvětlení, reproduktorů apod. Od dubna 2012, tedy od doby dokončení přeměny plynojemu, se multifunkční objekt stal dějištěm mnoha koncertů, festivalů a dalších kulturních a společenských událostí. Oživený prostor Dolní oblasti Vítkovice pravidelně hostí festival Colours of Ostrava a postupným doplňováním dalších objektů se oblast stává kulturním a společenským centrem Ostravy. Přeměna plynojemu v multifunkční aulu je zcela originálním a jedinečným počinem z hlediska architektonického i profesního.

Identifikační údaje

Stavba:

Konverze ocelové konstrukce plynojemu v Národní kulturní památce Dolní oblast Vítkovice na multifunkční aulu Gong

Investor:

Dolní oblast Vítkovice, z.s.p.o.

Architekt:

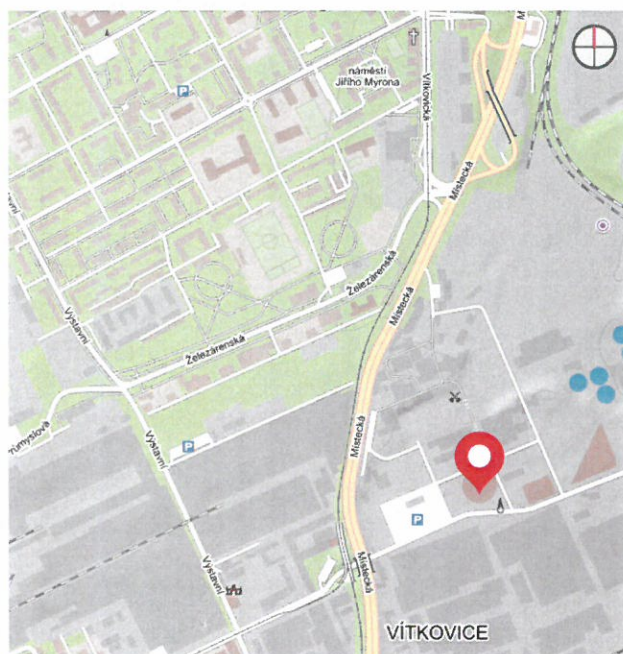
Ing. arch. Josef Pleskot

Generální projektant stavební části:

Josef Pleskot, AP atelier

Projektant statické části ocelové konstrukce:

Ing. Vladimír Janata, CSc., Ing. Miloslav Lukeš, EXCON, a.s.



Situace (zdroj: Mapy.cz)

Projektant statické části betonové konstrukce:

Ing. Hana Šeligová, RECOC, spol. s r.o.

Generální dodavatel:

GEMO OLOMOUC, spol. s r.o.

Výroba ocelových konstrukcí:

VÍTKOVICE POWER ENGINEERING a.s.

Rekonstrukce a montáž ocelové konstrukce:

Ing. Aleš Zemánek, Hutní montáže, a.s., Ostrava

Dodávka a předepnutí táhel:

Jiří Schlossbauer, Tension Systems, s.r.o.



Jeviště s proskleným otvorem směrem k vysoké peci

Tenzometrická měření, předpínací postup, technologický postup zdvihu zvonu:

EXCON, a.s.

Doba výstavby:

1. etapa: 03/2010–01/2011; 2. etapa: 06/2011–05/2012

Náklady:

280 mil. Kč

The gasholder was built in the years 1924–1925 in the Vítkovice district of the Czech city Ostrava and served until 1998 when iron production in the adjacent blast furnaces came to a halt after 162 years of operation. The decommissioned gasholder was converted into a new multipurpose hall, opened in 2012, for cultural and social events. The inspection and refurbishment of the existing structure of the gasholder was performed first. Favourable redistribution of internal forces in the roof shell of the floating part of the gasholder (crown) was then achieved by installing a space pre-stressed beam-string structure. The crown was lifted up to create an amazing space for the new structures of the auditorium and stage. The crown of the gasholder was covered by cladding. A huge glazed opening in the crown cylinder and a great glazed opening for the entrance area were created.