

Vladmír Janata

- Konverze plynojemu v Ostravě-Vítkovicích na multifunkční objekt "Gong"
- Adaptacja zbiornika gazu w Ostrawie – Witkowicach na wielofunkcyjny obiekt „Gong”
- Az Ostrava-Vítkoviceben található gáztározó átalakítása többcélú csarnokká „Gong” néven
- Conversion of the gasholder in Ostrava-Vítkovice into multipurpose hall "Gong"

Autoři projektu/ Autorzy projektu/ Építész/ Project authors:

- Josef Pleskot - architekt
- Vladimír Janata, Miloslav Lukeš, EXCON, a.s. - projekt ocelových konstrukcí
- Hana Šeligová, RECOC, s.r.o. - projekt betonových konstrukcí

Majitel/ Właściciel/ Tulajdonos/ Owner:

Dolní oblast Vítkovice, z.s.p.o.

Generální dodavatel/ Generalny wykonawca/ Fővállalkozó/ General contractor:

GEMO Olomouc, s.r.o.

Výroba ocelové konstrukce/ Produkcja konstrukcji stalowych/ Acélszerkezet készítés/ Steel structure fabrication:

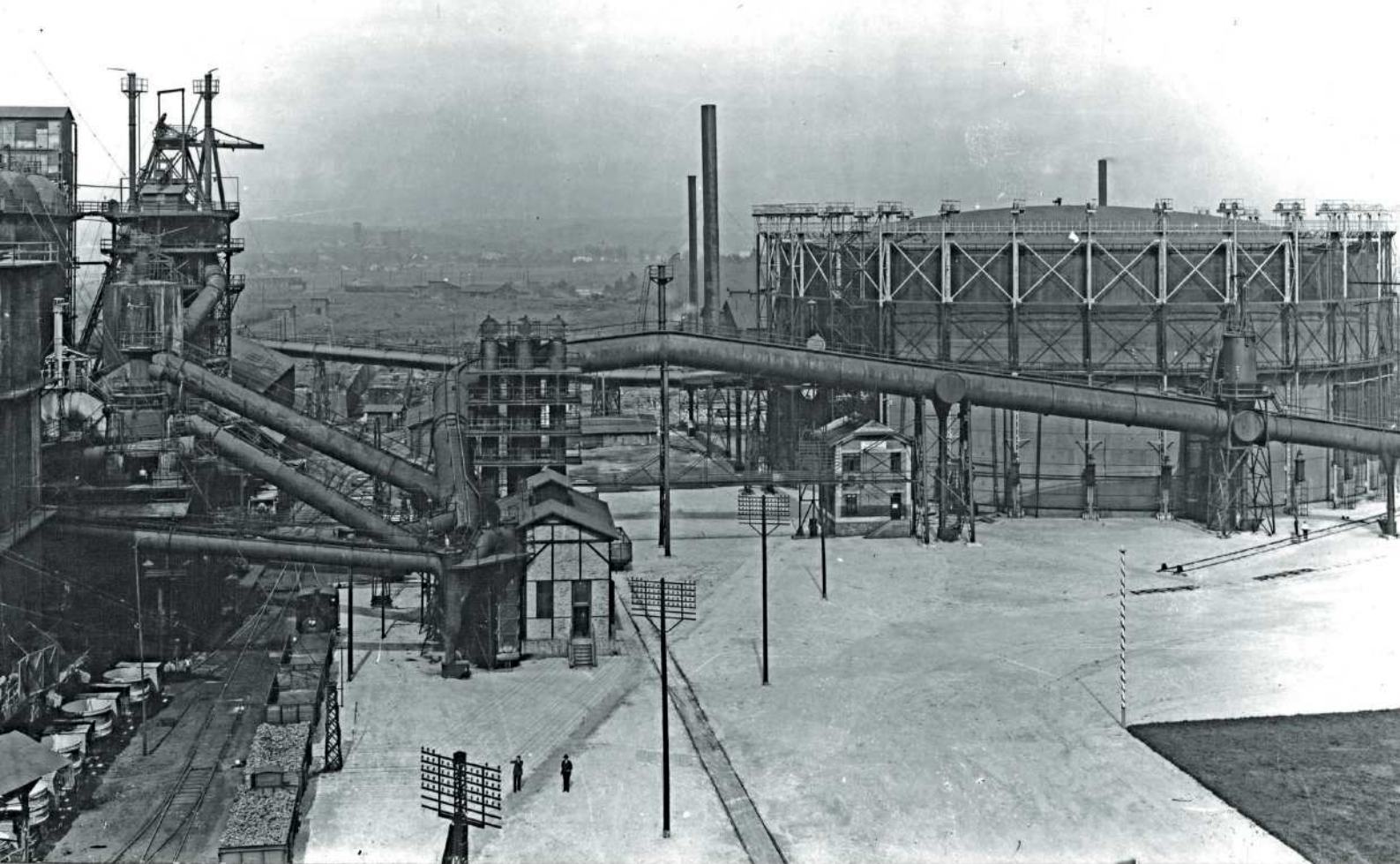
Vítkovice Power Engineering, a.s.

Montáž ocelové konstrukce/ Montaż konstrukcji stalowych/ Acélszerkezet szerelés/ Steel structure erection:

Hutní montáže Ostrava, a.s.



(GPS): 49°49'8.948"N, 18°16'46.242"E



Původní plynojem postavený v r. 1925
Original gasholder built in 1925

Stavebně - architektonický popis

Úvod

Plynojem byl postaven v letech 1924-1925 v Ostravě – Vítkovicích a byl v provozu do roku 1998, kdy byl po 162 letech ukončen provoz v přilehlých vysokých pecích. Z provozu vyřazený plynojem byl přestavěn na nový multifunkční objekt pro kulturní a společenské akce.

Ocelová konstrukce plynojemu byla nejprve zkontrolována a opravena. Poté bylo instalací předpjatého prostorového vzpínadla dosaženo příznivé redistribuce vnitřních sil ve střešní skořepinové konstrukci plovoucí části plynojemu (zvonu). Zvon plynojemu byl vyzdvižen, čímž vznikl velkolepý prostor pro nové konstrukce jeviště a hlediště. Zvon plynojemu byl opatřen tepelnou izolací. V plášti zvonu byl za prostorem hlediště vytvořen ohromný prosklený otvor směrem k vysoké peci. Velký prosklený otvor vznikl také ve spodní části nádrže plynojemu v prostoru budoucí vstupní části. V plechu vrchlíku zvonu byl vytvořen otvor o průměru 20m a nad ním byl postaven nový světlík. Uvnitř zrekonstruované konstrukce plynojemu vznikl obrovský prostor o objemu přibližně 110,000 kubických metrů. V tomto prostoru byly postaveny nové ocelové a betonové konstrukce hlediště pro 1500 diváků, jeviště, knihovna a další servisní objekty a přilehlé prostory. Nový multifunkční objekt je nyní využíván pro kulturní a společenské akce.

Původní plynojem, základní data, konstrukce

Původně plynojem sloužil ke skladování proměnného množství plynu konstantního tlaku. Plynojem fungoval na základním principu skladování plynu uvnitř plovoucí ocelové konstrukce se střešní skořepinou tvaru kulového vrchlíku (zvon), která se zdvíhala a klesala ve vodním těsnícím sloupci v nádrži plynojemu. Maximální objem plynu byl 50,000 krychlových metrů.

Průměr nádrže je 71,7metrů; výška vodní hladiny byla přibližně 14 metrů. Průměr zvonu je 70metrů a výška včetně 5,3m vzepětí střešní skořepiny je 18,5 metrů.

Válcová vodotěsná skořepina, nýtovaná ocelová konstrukce nádrže, je tvořena plechem tloušťky od 32 do 10 mm klesající směrem k vrcholu. Konstrukce nádrže podporuje z vnější strany 32 příhradových sloupů na kterých visel zvon plynojemu. Tlak plynu byl určen hmotností závaží, která visela na lanu přes kladky umístěné na vrcholech sloupů.

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 5mm.

Kontrola a oprava původní konstrukce

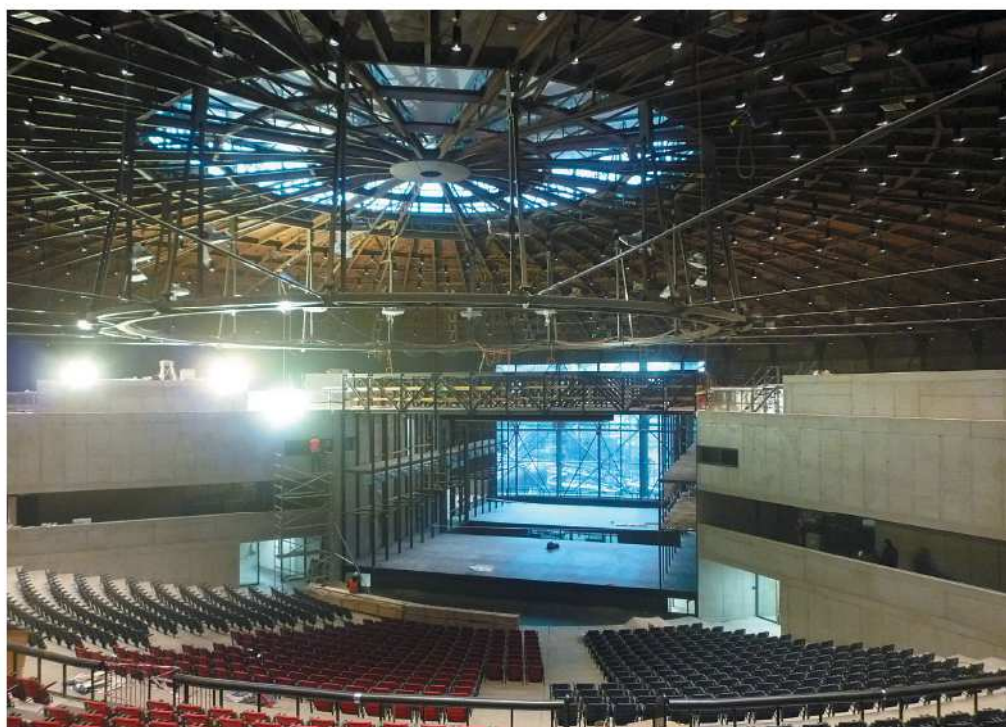
Konstrukce zvonu byla uložena na provizorní podpory těsně u země. Ocelová konstrukce byla silně zkorodována a mnoho částí konstrukce bylo poškozeno. Konstrukce byla vyčištěna a měření na 7500 místech byly zjištěny její korozní úbytky. Skutečná geometrie byla zaměřena 3D scanováním. Poškozené části konstrukce byly opraveny. Konstrukce byla následně opatřena protikorozním nátěrem na vnějším povrchu nádrže a zvonu. Vnitřní povrch byl pouze vzhledově stabilizován speciální suspenzí.

Redistribuce vnitřních sil ve skořepinové konstrukci zvonu

Po konverzi plynojemu na multifunkční halu se zásadně změnilo zatížení ocelové konstrukce plynojemu v porovnání se zatížením plynojemu v původní funkci. Původně byl zvon plynojemu zatížen tlakem plynu zevnitř a prvky střešní skořepiny byly taženy. Proto nemusela být řešena stabilita skořepiny. Pouze v období údržby byla skořepina zatížena vlastní tíhou ve směru opačném k tlaku plynu.

V nové funkci je střešní skořepina zatížena vlastní tíhou a novým souborem stálých zatížení (střešním pláštěm, vzduchotechnickými jednotkami, hmotností světlíku, apod.) a novými proměnnými zatíženími od nových technologií. Konstrukce je také zatížena vyššími hodnotami klimatických zatížení (vítr a sníh), které korespondují s hodnotami podle Evropských norem. Prvky střešní konstrukce jsou s ohledem na tato "nová zatížení" namáhány tlakovou silou a proto musela být ověřena 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. Tato prostorová konstrukce je tvořena 16 radiálními táhly se závitem M64 kotvenými na vnitřní straně do nového středního kruhového příhradového prstence o průměru 22,6m a na vnější straně do obvodového prstence střešní



Pohled z hlediště na jeviště
View from auditorium to scene

skořepiny. Nový střední prstenec je vzepřen do střechy 16 sloupy a 16 diagonálami.

Dodatečná konstrukce předpjatého vzpínadla zajistila 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 tento 220m dlouhý prvek ani původní radiální nosníky. Musely být zesíleny pouze některé tangenciální prvky poblíž rámových rohů. Táhla byla předepnuta napínákovými maticemi. Osově síly byly průběžně měřeny 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.

Dokončení rekonstrukce zvonu

Zvon byl s výhodou zesílen před svým zdvihem, kdy byla spodní část střešní skořepiny zvonu ve výšce přibližně 13m a spodní část zvonu byla uložena na provizorních podporách ve výšce 1m nad zemí. Kromě vzpínadla byly instalovány dodatečné příhradové radiální nosníky, které vytvořily mezi střešní krytinou a zvonek prostor pro vzduchotechnická potrubí a další technologie. Tyto nosníky také přispěly ke zvýšení stability skořepinové konstrukce. Ve vrcholu střešní skořepiny byl vyříznut velký otvor pod novým světlíkem. Ve stěně zvonu byl za prostorem jeviště směrem k vysoké peci vytvořen velký prosklený otvor.

Zvedání konstrukce zvonu

Po rekonstrukci byl 800t vážící zvon zdvihnut do výšky 13 metrů šplhavým způsobem po 16 nových příhradových sloupech s použitím 16 synchronizovaných hydraulických lisů s nosností 100 tun. Díky sloupům byly umístěny po obou stranách pláště zvonu a diagonály ztužení byly na dráky postupně montovány pod zdvihaným zvonek. Zdvih byl dokončen během 11 dní v 29 technologických krocích po 460 mm. Poté bylo mezi sloupy sloužící ke zdvihu namontováno 16 dalších sloupů. Aby se zajistily identické síly ve všech 32 sloupech, byly nové sloupy aktivovány hydraulickými pumpami umístěnými pod patami nových sloupů.

Dokončovací práce na konstrukci plynojemu

Střecha a svislé stěny zvonu byly tepelně izolovány střešním a obvodovým pláštěm. Mezi plášť a konstrukci zvonu byly instalovány vzduchotechnické jednotky a ostatní technologie. V této fázi byla také opravena nádrž plynojemu a poté byla upravena pro velký prosklený otvor pro vstup.

Betonové konstrukce

Vnitřní vícepodlažní budova, která byla postavena z monolitického betonu, určuje základní tvar a funkce vnitřního víceúčelového objektu. Konstrukce je zcela nezávislá na vnější obálce, ocelové konstrukci plynojemu.

Ocelová konstrukce jeviště

Ocelová konstrukce jeviště je tvořena 16 příhradovými rámy kotvenými do betonové konstrukce v úrovni +12m nad podlahou plynojemu. Konstrukce je variabilní a upravená pro instalaci vybavení pro různé druhy koncertů a divadelních představení, 18tun na každém rámu.

Ocelové konstrukce hlediště

Hlediště lasturovitého tvaru s plochou 1450 m² je tvořeno 16 obloukovými příhradovými nosníky radiálně uspořádanými směrem k jevišti, kde jsou zakotveny na betonové části stavby. V zadní části jsou podpřeny 22 metrů dlouhými kruhovými sloupy. Tangenciální příhradové nosníky zajišťují prostorové působení konstrukce. Ocelová konstrukce je spřažena s betonovou deskou, která je tvořena 60 mm tlustým filigránem a monolitickou deskou tloušťky 120 mm.

Závěr

Úžasný vnitřní prostor rekonstruovaného plynojemu slouží jako ideální místo pro víceúčelovou halu. 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 osvětlení, reproduktorů, apod. Od dubna 2012, kdy byla přeměna plynojemu dokončena, se multifunkční objekt stal dějištěm mnoha koncertů, festivalů a dalších kulturních a společenských událostí. Přeměna plynojemu byla oceněna Českou komorou autorizovaných inženýrů.



Plynojem po rekonstrukci – přístupový prostor
Gasholder after conversion – access space

Opis budowlano-architektoniczny

Wstęp

Zbudowany w latach 1924 – 1925 w Ostrawie–Vitkovicach zbiornik gazu był używany do roku 1998, do czasu zakończenia po 162 latach eksploatacji sąsiednich wielkich pieców. Wycofany z użytkowania zbiornik został zaadaptowany na nowy wielofunkcyjny obiekt, z przeznaczeniem na imprezy kulturalne i społeczne.

Konstrukcję stalową zbiornika najpierw skontrolowano i wyremontowano. Po zamontowaniu sprężonej belki odwróconej uzyskano korzystną redystrybucję sił wewnętrznych w powłoce dachowej pływającej konstrukcji części zbiornika (dzwonu). Dzwon zbiornika został podniesiony, dzięki czemu powstała doskonała przestrzeń dla nowej konstrukcji sceny i widowni. Dzwon posiadał izolację cieplną. W jego powłoce, za widownią od strony wielkich pieców, wykonano ogromny, później przeszkłony otwór. Podobny otwór powstał także w dolnej części zbiornika, w przestrzeni przyszłej części wejściowej. W blasze czaszy dzwonu wykonano otwór o średnicy 20 m, a nad nim zbudowano nowy świetlik. Wewnątrz odnowionej konstrukcji zbiornika powstała ogromna przestrzeń o objętości prawie 110,00 m³. W tej przestrzeni wzniesiono nowe konstrukcje stalowe i betonowe widowni dla 1500 widzów, scenę, bibliotekę i inne obiekty usługowe. Obecnie nowy, wielofunkcyjny obiekt jest wykorzystywany na imprezy kulturalne i społeczne.

Dawny zbiornik gazu, podstawowe dane, konstrukcja

Pierwotnie zbiornik służył do magazynowania zmiennej ilości gazu o stałym ciśnieniu. Funkcjonował na zasadzie magazynowania gazu wewnątrz pływającej stalowej konstrukcji z powłoką dachową w kształcie kulistej czaszy (dzwon), która opuszczała się i podnosiła w uszczelniającej kolumnie wodnej zbiornika. Maksymalna objętość gazu wynosiła 50.000 m³.

Średnica zbiornika liczy 71,7 metra, wysokość poziomu wody około 14 metrów. Średnica dzwonu wynosi 70 metrów, a wysokość, łącznie z 5,3 m wygięciem (wypukłością) powłoki dachu 18,5 m.

Wodoodporna powłoka cylindryczna, nitowana stalowa konstrukcja zbiornika, jest wykonana z blachy o grubości od 32 do 10 mm. Jej grubość maleje wraz ze wzrostem wysokości. Konstrukcję od zewnątrz wspierają 32 kratownicowe podpory, na których wisiał dzwon. Ciśnie-

nie gazu oznaczano za pomocą obciążnika, który wisiał na linie położonej na rolkach umieszczonych na podporach.

Ścianę dzwonu tworzą 32 podpory o przekroju skrzynkowym i trzy kuliste pierścienie, górny, środkowy i dolny, wzmocnione poziomym ciągnem. Czaszę tworzą 64 ułożone radialnie profile walcowane i 13 pierścieni stykowych. Konstrukcja dzwonu jest pokryta blachą o grubości 5 mm.

Kontrola i remont pierwotnej konstrukcji

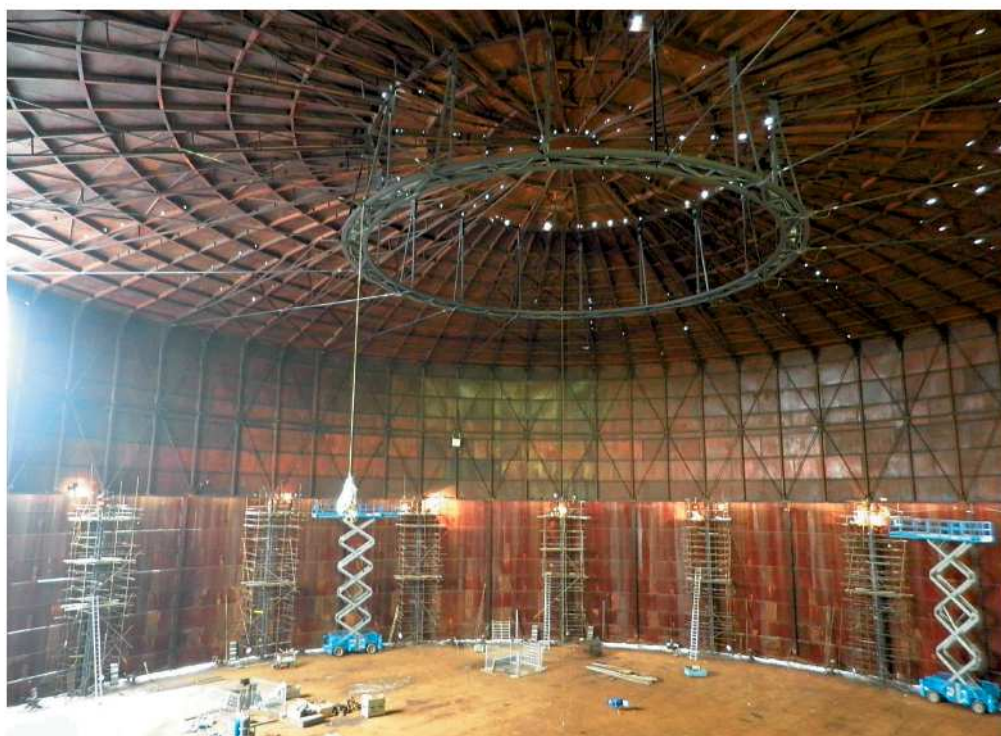
Konstrukcja dzwonu została ułożona na prowizorycznym podparciu tuż nad ziemią. Była mocno skorodowana, a wiele jej fragmentów uległo uszkodzeniu. Została wyczyszczona, a kontrola w 7500 punktach pozwoliła stwierdzić spowodowane przez korozję ubytki. Jej rzeczywistą geometrię ustalono przez skanowanie 3D. Części uszkodzone naprawiono. Następnie cała konstrukcja zbiornika i dzwonu od zewnątrz została pokryta powłoką antykorozyjną. Powierzchnię wewnętrzną tylko ustabilizowano specjalną zawiesziną.

Redystrybucja sił wewnętrznych w powłokowej konstrukcji dzwonu

Po adaptacji zbiornika na wielofunkcyjną halę, obciążenie jego stalowej konstrukcji, w porównaniu z jego pierwotną funkcją zmieniło się zasadniczo. Dawniej dzwon był obciążony ciśnieniem gazu od wewnątrz, a elementy powłoki dachowej były rozciągane. Dlatego też nie trzeba było zajmować się jej stabilnością. Jedynie w czasie konserwacji powłoka była obciążona przez własny ciężar w kierunku przeciwnym do ciśnienia gazu.

W nowej funkcji obiektu powłoka dachowa jest obciążona własnym ciężarem i zespołem obciążeń stałych (płasczem dachu, centralami klimatyzacyjnymi, masą świetlika itp.) oraz nowymi obciążeniami zmiennymi, wynikającymi z nowych technologii. Konstrukcja jest również obciążona wyższymi wartościami obciążeń atmosferycznych (wiatr i śnieg), które odpowiadają wartościom norm europejskich. Z uwagi na te „nowe obciążenia” elementy konstrukcji dachu są poddane siłom nacisku i dlatego musiała być sprawdzona stabilność powłoki.

Analiza powłoki dachowej dzwonu przy nowym obciążeniu i szczegółowe badanie konstrukcji potwierdziły konieczność jej wzmocnienia. Problem elementów nie odpowiadających nowym wymaganiom został w większości w sposób nietradycyjny rozwiązany przez redystrybucję



Zdvih zvonu plynoujmu s novým předpjatým vzpínadlem
Heavy lifting of the crown with new prestressed beam string structure

sił wewnętrznych instalacji i sprężenie dodatkowej belki przestrzennej. Tę konstrukcję przestrzenną tworzy 16 prętów promienistych z gwintem M64, kotwionych do strony wewnętrznej nowego środkowego kołowego pierścienia kratowego o średnicy 22,6 m i do strony zewnętrznej pierścienia obwodowego powłoki dachowej. Nowy pierścień środkowy jest połączony z dachem 16 podporami i 16 krzyżulcami.

Dodatkowa konstrukcja belki sprężonej zapewniła korzystną redystrybucję sił wewnętrznych w powłoce dachowej, zatem zdecydowana większość pierwotnych elementów także w nowej funkcji odpowiadała nowym obciążeniom. To rozwiązanie pozwoliło uniknąć konieczności wzmocnienia prawie wszystkich elementów konstrukcji nośnej. Siły rozciągające w pierścieniu obwodowym powłoki dachowej dzwonu zmniejszyły się o około 25%, dlatego nie trzeba było wzmocniać tego długiego na 220 m elementu ani pierwotnych belek promieniowych. Musiały zostać wzmocnione tylko niektóre elementy stykowe w pobliżu naroży ramy. Pręty były sprężone nakrętkami napinającymi. Siły osiowe na wszystkich prętach były systematycznie mierzone za pomocą tensometrów konfiguracji pełnego mostku. Optymalny tryb sprężania był ustalony z użyciem nakrętki wzajemnego oddziaływania. Została ona przygotowana na podstawie wartości teoretycznych z modelu konstrukcji i z pomiaru naprężenia w prętach po montażu.

Dokończenie rekonstrukcji dzwonu

Dzwon został korzystnie wzmocniony przed podniesieniem, gdy dolna część jego powłoki dachowej znajdowała się na wysokości około 13 m, a jego dolna część była ułożona na prowizorycznych podporach na wysokości 1 m nad ziemią. Oprócz belki odwróconej zamontowano dodatkowo kratownicowe belki rozłożone promieniście, które między powłoką dachową a dzwonem stworzyły przestrzeń dla przewodów klimatyzacji i innych instalacji technologicznych. Belki te przyczyniły się również do zwiększenia stabilności konstrukcji powłokowej. W górnej części powłoki dachowej wykonano duży otwór, nad którym powstał nowy świetlik. Duży przeszklony otwór wykonano również w ścianie dzwonu, za sceną, od strony wielkiego pieca.

Podniesienie konstrukcji dzwonu

Po rekonstrukcji, ważyący 800 ton dzwon na wysokość 13 m został podniesiony metodą pełzającą po 16 nowych kratownicowych podporach, przy użyciu zsynchronizowanych pras hydraulicznych o nośności 100 ton.

Trzony podpór były umieszczone po obydwu stronach płaszcza dzwonu, na które pod podnoszonym dzwonem były stopniowo były montowane poprzecznice usztywniające. Podnoszenie trwało 11 dni, w 29 krokach technologicznych po 460 mm. Następnie między podpory służące do podnoszenia zamontowano dalszych 16 podpór. Aby zapewnić identyczne siły we wszystkich 32 podporach, nowe podpory były aktywowane pompami hydraulicznymi, umieszczonymi pod stopami nowych podpór.

Prace wykończeniowe na konstrukcji zbiornika

Dach i ściany pionowe dzwonu posiadały izolację termiczną w postaci płaszcza obwodowego i dachowego. Między płaszczem i konstrukcją dzwonu zamontowano centrale klimatyzacji i inne instalacje technologiczne. W tym etapie wyremontowano także zbiornik i wykonało duże przeszklone wejście.

Konstrukcje betonowe

Konstrukcja z betonu monolitycznego określa podstawowy kształt i funkcje obiektu wewnętrznego. Konstrukcja jest całkowicie niezależna od zewnętrznej konstrukcji stalowej zbiornika.

Konstrukcja stalowa sceny

Konstrukcję stalową sceny tworzy 16 kratownicowych ram kotwionych do konstrukcji betonowej na poziomie +12 m nad podłogą zbiornika. Konstrukcja jest zmienna i dostosowana do montowania wykorzystywanych podczas różnego rodzaju koncertów i przedstawień teatralnych urządzeń – do 18 ton na każdej ramie.

Konstrukcje stalowe widowni

Widownię w kształcie muszli o powierzchni 1450 m² tworzy 16 łukowych kratownic promieniście ułożonych w kierunku sceny, gdzie są zakotwione do betonowej części obiektu. W części tylnej są podparte wysokimi na 22 metry słupami. Kratownicowe belki stykowe kształtują przestrzenną strukturę konstrukcji. Konstrukcja jest połączona z płytą betonową, którą tworzą płyty typu „filigran” o grubości 60 mm i płyta monolityczna o grubości 120 mm.

Zakończenie

Ogromna przestrzeń wewnętrzna zrekonstruowanego zbiornika gazu jest idealnym miejscem na wielofunkcyjną halę. Sprężenie pier-