Realizace výstavby zařízení v rámci projektu Odpadové hospodářství Brno

Realizace projektu brněnské spalovny komunálních odpadů byla zahájena podpisem smlouvy s investorem projektu, společností SAKO Brno, a.s. 24. října 2007. Projekt byl na základě této smlouvy realizován jako dodávka „na klíč“ v následujícím rozsahu:

- Povolení pro stavbu zařízení, včetně demoličního výměru.
- Přeložky a demolice.
- Úpravy stávajících stavebních struktur.
- Nové stavebné objekty včetně přilehlých ploch a komunikací.
- Výroba a montáž nového technologického zařízení.
- Zkoušky, uvádění do provozu, zkušební provoz, školení personálu.
- Získání veškerých povolení pro provoz zařízení včetně kolaudace.

Zhotovitelem projektu bylo konsorcium společností CNIM S.A. a SIEMENS s.r.o. Oba členové konsorcia spolupracovali s desítkami lokálních i zahraničních subdodavatelů a to jak ve fázi výroby, tak ve fázi výstavby. Autor v článku popisuje průběh realizace modernizace spalovny.

3D model spalovny SAKO Brno, a.s.

Úvod

Základním požadavkem investora bylo zachování provozu jednoho ze tří původních kotlů spalovny v podstatě po celou dobu rekonstrukce a jeho odstavení těsně před zprovozněním nových kotlů. Současně byly z velké části využity existující stavební struktury, které ovšem musely být zásadním způsobem přizpůsobeny nové technologii včetně náročné montáže zásadních tlakových částí přes střechu kotelny. Vzhledem k současnému provádění prací různého typu (hrubé stavební práce, demolice, montáže strojních zařízení) a prostorovými omezeními, byla realizace mimořádně náročná na koordinaci vždy několika současně pracujících týmů lidí a rovněž na dodávky materiálu, který bylo nutno skladovat na plochách současně využívaných pro provoz spalovny.

Stavební povolení

Zpracování dokumentace a získání stavebního povolení bylo plně v rozsahu činnosti zhotovitele. Předmětem povolení byla výstavba nového objektu turbínové a dotřiďovací haly a úpravy objektů exisujících, dále technologické a stavební demolice řešené formou demoličního výměru a hrubé terénní úpravy a přeložky inženýrských sítí, prováděné na základě ohlášení stavebnímu úřadu. Součástí stavebního povolení byly kromě stavebních a technologických dispozic i analýzy rizik, požárně bezpečnostních řešení, provádění vlastní výstavby a nakládání s odpady.

Jak je v České republice bohužel zvykem, z pohledu stavebního úřadu jsou zásadní tzv. stanoviska dotčených organizací, kterých bylo v případě rekonstrukce brněnské spalovny celkem 39, od orgánů státní správy, místních samospráv, přes oborové instituce jako hasiči, inspektorát bezpečnosti práce, hygiena až po firemní subjekty typ provozovatelů silnic, telefonních a jiných sítí. Přes obvyklé procedurální obtíže se podařilo stavbní povolení získat během tří měsíců od podání,

Demolice v kotelně

Energy - from - Waste in Baku, Azerbaijan.

Neplýtvejte **odpady,** vyrábějte z nich **energii**

Baku, hlavní město země s nesmírným surovinovým bohatstvím a obrovskými zásobami zemního plynu, pověřilo společnost CNIM výstavbou a provozem spalovny komunálních odpadů s kapacitou 500 000 tun odpadu ročně, které jsou v současnosti ukládány na skládku. Dalších 150 municipalit, např. Paříž, Londýn, Brusel, Monaco, Moskva, Porto, Brno nebo Jersey, nám dalo svou důvěru...

Realizujme spolu vaše projekty:

CNIM

35 rue de Bassano, 75008 Paris, France - http://www.cnim.com

nicméně celý proces byl protažen maximálními lhůtami pro zveřejňování a připomínkování, které brání nabytí právní moci a v konečném důsledku i zahájení vlastních stavebních prací.

Demoliční práce

Před zahájením demoličních prací bylo nutno provést přeložky veškerých potrubních, elektrických a komunikačních tras z prostoru stávající kotelny, škvárovny a zásobníku odpadů. Dále byl dělící stěnou oddělen prostor kotle K1, který měl zůstat v provozu v průběhu realizace projektu. Kotle K2 a K3 byly následně odstaveny a odpojeny. Demoliční práce v kotelně zahrnovaly demontáž obou kompletních kotlů včetně spalovacích roštů a všech souvisejících strojních zařízení, dále potrubních rozvodů, elektroinstalace. Demolice a odtah materiálu byl prováděn štítovou (boční stěnou kotelny), která představovala v podstatě jedinou přístupovou cestu do kotelny. Další významné demoliční práce se zaměřily na systém čištění spalin, konkrétně dvou elektrostatických odlučovačů umístěných na střeše škvárové haly za kotelnou. Demontováno bylo veškeré technologické zařízení škvárovny.

Hlavní montážní jeřáb v hale kotelny

Montáž hlavního jeřábu

Výstavba turbínové haly

Úpravy stávajících stavebních struktur

Po demontáži staré technologie bylo nutno provést úpravy existujících stavebních objektů tak, aby dispozičně i funkčně odpovídaly požadavkům nové technologie včetně její montáže. V kotelně bylo provedeno náročné vyztužení celé nosné konstrukce v místě dělící stěny se zásobníkem odpadů a vyztužení štítové stěny kotelny, která byla otevřena v průběhu demoličních a montážních prací. Dále bylo provedeno vyztužení ocelové konstrukce střechy, která byla nad celým prostorem otevřena. Byl taktéž odstraněn jeden z hlavních nosníků, což bylo nutné pro následné umístění hlavního montážního věžového jeřábu přímo doprostřed kotelny.

V kotelně byly zcela vybourány původní základy a položeny základy nové, které byly umístěny na 12 metrů hluboké železobetonové piloty. Součástí základů technologie byl i zákad pro již zmiňovaný věžový jeřáb o nosnosti 640 tun s výložníkem 25 metrů. Úpravám se nevyhnula ani zadní stěna kotelny, do které byly provedeny velké otvory pro přirozenou ventilaci vnitřního prostoru kotelny následně osazené protihlukovými žaluziemi. V kotelně byla dále vybudována zcela nová železobetonová plošina na úrovni +10 metrů jako součást stavební konstrukce nové kotelny.

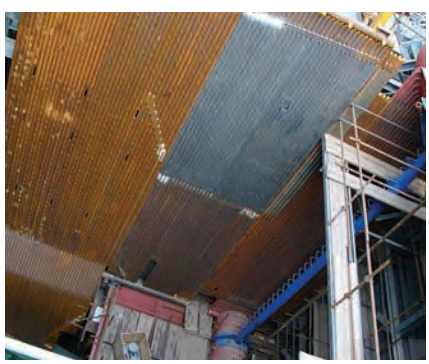
V zásobníku odpadů (bunkru) byly instalovány dočasné dělící konstrukce, uzavírající otvory pro umístění násypek nových kotlů, a nad ní byla rovněž otevřena střecha zásobníku umožňující montáž těchto násypek. Půdorysný rozměr jedné násypky je 6 × 8 metru. Menší úpravy se pak týkaly i haly škvárovny, především šlo o dodatečné vyztužení střechy, která měla sloužit pro umístění nových látkových filtrů čištění spalin a otevření bočních konstrukcí pro instalaci čtyř nových vjezdových rolovacích vrat.

Nové stavební objekty

Přestože bylo záměrem využít v maximální míře existující stavební objekty, rozsah stavebních prací byl značný. Především se jednalo o výstavbu zcela nového objektu turbínové a dotřiďovací haly. Budova byla navržena jako železobetonový skelet se zděnými příčkami a zarhnuje dvě technologické a tři administrativní podlaží včetně místnosti nového velínu pro celou technologii. Spodní stavbu budovy bylo vzhledem k problematickému podloží založit po celé ploše na železobetonové piloty.

Součástí stavby byly i dvě masivní opěrné zdi sloužící pro vybudování nádvoří před vjezdy k drtiči odpadu a dotřiďovací lince. V prostoru objektu byly rovněž provedeny pokládky kanalizace a kabelových spojení. Budova samotná byla stavěna na „zelené louce“, její výstavba proto probíhala relativně bez komplikací, nicméně v průběhu výstyvby bylo nutno dovnitř umístit řadu zařízení,

Zdvih parního bubnu



Boční stěna 1.a 2. tah kotle

Montáž kotlového svazku

Rám roštu

Detail montáže kotlového svazku

Spodní buben kotle

Předmontáž membránových stěn

jejichž velikost neumožňovala montáž po dokončení budovy. Jednalo se o napájecí nádrž, kondenzátní nádrže, nádrže na demineralizovanou vodu, vakuovací jednotku, středotlaký parní rozdělovač, dále mostový jeřáb ve strojovně a především samotné turbosoustrojí, pro kterou byly stavbou připraveny šest metrů vysoké železobetonové sloupy sloužící jako základ pro uložení rámu turbosoustrojí. Železobetonová konstrukce budovy sahá do výšky 17 metrů a slouží zároveň jako základ pro umístění nosné ocelové konstrukce vzduchového kondenzátoru.

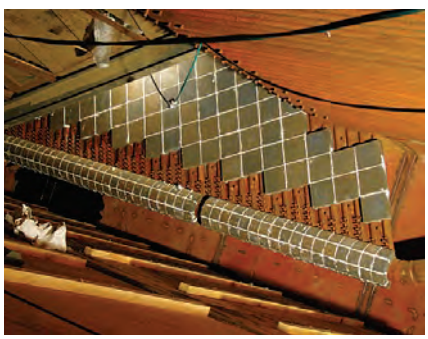
Stavební práce v ostatních objektech se týkaly především vybudování základových konstrukcí pro novou technologii a provádění podlah uvnitř objektů. Ve všech objektech pak byly budovány rozvody kanalizace, které zahrnují oddělné systémy dešťové, technologické kanalizace, které byly zavedeny do existující retenční nádrže a kanalizace splaškové vyústěné do nově vybudované kanalizační šachty. Je nutno zdůraznit, že nová spalovna má nulovou produkci technologických odpadních vod a případné využívání kanalizačního řádu je vždy prováděno řízeně vodohospodářem zařízení.

Součástí stavebních prací byla i finální realizace komunikačních ploch kolem nových objektů. Ty jsou částečně betonové lité na místě (horní nádvoří) a částečně asfaltové (prostor mezi turbínovou halou, kotelnou a škvárovnou). Pro tyto činnosti bylo velmi obtížné nelézt vhodné období k realizaci vzhledem k nutným technologickým časům, požadovaným povětrnostním podmínkám pro realizaci a především prostorovým nárokům bránícím v přístupu k provozované i nově budované technologii.

Výroba a montáže základních technologických zařízení

Hlavní technologická zařízení lze rozdělit do následujících hlavních skupin:

- Spalovací rošty a tlakové celky parních kotlů včetně nosných ocelových konstrukcí.
- Zařízení pro čištění spalin – tkaninové filtry, absorbéry, kouřovody, komín a ocelové konstrukce.
- Zařízení pro dopravu a třídění škváry.
- Doprava „end-produktu“ (popílek s reagenty čištění spalin).



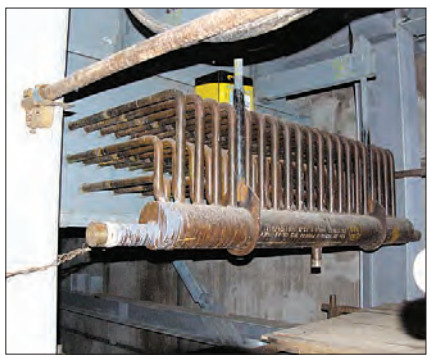
Montáž vyzdívek boční stěny ohniště

Montáž roštnic

Hotové vyzdívky přední stěny

Inconel – strojní návar

Jeden z mnoha konstrukčních detailů



Komora ekonomizeru

- Pomocné hospodářství čištění spalin (příprava reagentů).
- Turbosoustrojí.
- Vzduchový kondenzátor.
- Zařízení pro úpravu vody a kondenzátu.
- Vysokotlaké a středotlaké spojovací potrubí.
- Potrubí utilit (rozvody technologické vody, vzduchu atd.).
- Elektro silnoproud, zařízení elektrické požární signalizace, elektronického zabezpečovacího systému a komunikační zařízení.
- Instrumentace.
- Řídicí systém.

Na tomto místě není účelem detailně popisovat veškeré montážní činnosti. Cílem je zaměřit se na ta zařízení, která jsou zajímavá z pohledu specifických montážních postupů. Těmi jsou parní kotle, turbína a čištění spalin.

Montáž kotelního zařízení představovala technologicky nejnáročnější postupy, které začaly montáží nosné ocelové konstrukce. Tato nahradila veškeré i stavební prvky původní kotelny, především výtah, schodišťové šachty a betonová podlaží. Vzhledem k tomu, že brněnské kotle jsou samonosné (tzn. že nejsou zavěšené v horní části kotelny), těžká ocelová konstrukce sahá zhruba do výše 13 metrů. Na této úrovni je podepřen spodní buben kotle a nosné podpěry tlakového celku. Současně tato konstrukce obsahuje šikmé nosníky nesoucí kompletní spalovací rošty s vyhrnovači škváry.

V první fázi montáže byl umístěn předehřívák spalovacího vzduchu a sekce podávacího stolu spalovacího roštu. Druhou fází byla montáž spodního bubnu kotle, na který se umístí svislé montážní přípravky nesoucí hlavní (horní) buben kotle, viz foto.

Následně se umístily a smontovaly jednotlivé sekce roštu. Poté došlo na montáž svodky a násypky odpadů. Tato zařízení muselo být namontováno v podstatě jako jedno z prvních, protože později by již nebylo možné tyto prvky skrz ocelovou konstrukci umístit. Celá ocelová konstrukce ostatně zarhnuje řadu prvků, které jsou ze stejného důvodu instalovány až po umístění technologických zařízení. Montáž takovéto ocelové konstrukce vyžaduje značné zkušenosti šéfmontéra a přesnou znalost projektu.

Ve druhé fázi montáže byly mezi oba bubny následně umísťovány a zaválcovány trubky kotlového svazku. Současně s touto operací mohla probíhat montáž nejprve podélných a následně příčných membránových stěn, až byla vytvořena základní stavba kotle. Do druhého byly poté spuštěny šoty přehříváku a kotel je shora uzavřen stropem. Třetí fází byla montáž zavodňovacích a převáděcích potrubí a vzájemného propojení velkého množství dílčích částí výparníku kotle. Veškerý materiál byl v tomto případě spuštěn do kotelny přes střechu kotle, která je vysoká cca 40 metrů.

Po ukončení těchto prací přišla tlaková zkouška a následně provádění vyzdívek a izolací kotle. Vyzdívky spalovenských kotlů CNIM jsou

Montáž absorbérů

prováděny patentovanou technologií kotvení tvarových cihel na otrněné membránové stěny. Tato vyzdívka je provedena v podstatě po celé výšce spalovací komory.

Šikmé části ohniště jsou torkretovány. Navazující strop kotle a část druhého tahu včetně přehříváku jsou opatřeny plazmovým návarem slitiny Inconel, která byla provedena ve výrobě, nicméně spojení jednotlivých prvků bylo nutno provádět při montáži na stavbě. Brněnský kotel má dva ekonomizery, jeden z nich v kotelně, druhý (z dispozičních důvodů) mimo kotelnu. Oba tyto ekonomizery jsou montovány standardním způsobem jako zavěšené z několika trubkových dílů, které bylo nutné svařit dohromady.

Zařízení čištění spalin se v podstatě skládá ze čtyř hlavních částí – absorbér, tkaninový filtr, tahový ventilátor a propojovací kouřovody s komínem. Všechny tyto části byly montovány na předem připravenou ocelovou konstrukci

Předmontáž absorbérů

Montáž komor tkaninových filtrů

Zdvih montážní plošiny na komín

Montáž ocelových konstrukcí aerokondenzátoru

pomocí věžového jeřábu. Náročnou operací byla montáž absorbérů, které musely být z rozměrových důvodů celé smontovány na stavbě. Absorbéry byly na místě předmontovány postupně do několika částí – výsypky, luby pláště, víko absorbéru a stropní konstrukce, které byly jako dílčí celky postupně zdvíhány a svařovány dohromady.

Samostatnou kapitolou byla montáž nových komínových vložek do stávajícího betonového dříku komína. Vzhledem ke zkušenostem zhotovitele byl zvolen způsob montáže vnitřkem komína s postupným vytahováním vložky vzhůru. K tomuto účelu měla sloužit montážní plošina umístěná na horní části komína. V rámci přípravných prací se bohužel ukázalo, že beton dříku komína je v horní části silně erodován a výztuž komína napadena korozí. Jako jediné smysluplné řešení se jevilo odbourání poškozené části komína v rozsahu cca pět metru od horní hrany komína.

Zde se projevil zcela absurdní přístup úřadů, které trvaly na zachování původní výšky komína 125 metrů, přestože tak vysoký komín je pro moderní spalovnu zcela zbytečný. Proto musel být odbouraný dřík nahrazen ocelovými luby a následně osazen zmiňovanou montážní plošinou. Montáž těchto částí byla prováděna divácky atraktivním způsobem pomocí helikoptéry.

Turbousoustrojí bylo na stavbu dodáno na rámu ve dvou částech – parní turbína s převodovkou a generátor. Obě tyto části byly umístěny na dočasnou ocelovou konstrukci, po které byly zasunuty otvorem ve zdi strojovny na úrovni +6,4 m. Rámy obou zařízení byly umístěny na betonové sloupy s podstavci typu GERB a následně spojeny dohromady. Vlastní umístění turbíny netrvalo déle než 48 hodin a návazně pokračovala montáž jednotlivých prvků turbosoustrojí, jeho připojení k jednotlivým potrubním větvím, instalace armatur, instrumentace a elektrických zařízení.

Zkoušky zařízení a uvádění do provozu

Již v závěrečné fázi montáže technologie začaly tzv. „studené“ zkoušky jednotlivých zařízení. Tyto zkoušky zahrnovaly ověření mechanické funkce, elektrického zapojení a ovládání zařízení a funkce základních bezpečnostních systémů. Následně se zkoušela funkce řídících smyček jednotlivých zařízení a systémů implementovaných v řídicím systému podle zadání daného projektantů řízení technologického procesu. Po ukončení těchto testů začaly tzv. „teplé“ zkoušky, které odstartovali produkcí demineralizované vody a její čerpání do tlakových systémů, následovalo sušení vyzdívek, vyvářka kotle a provádění profuků parních potrubí.

Profuky mohou být prováděny jak při spalování odpadu, tak při spalování pouze zemního plynu. Rozhodnutí je na vedoucím najíždění, který určí, v kterém okamžiku začne spalování odpadu, a to na základě ověření funkčnosti všech systémů parního kotle. V případě brněnského projektu byly profuky prováděny pouze za provozu hořáku na zemní plyn. Po ukončení profuků může být k systému připojena turbína a jsou prováděny její zkoušky s mediem. „Teplé zkoušky“ potom postupně přechází do fáze ladění a úprav řídících smyček tak, aby zařízení fungovalo podle požadavků.

Úpravy řídících smyček byly prováděny přímo na operátorských stanicích řídicího systému SPPA-T3000, který umožňuje uživetelsky velmi pohodlným způsobem provádět změny jednotlivých algoritmů. Tato fáze trvala cca tři měsíce. Následně se komplexně vyzkoušela celá technologie v délce 72 hodin a začal zkušební provoz, který trval v souladu se smlouvou až do získání kolaudačního souhlasu.

Vzhledem k tomu, že společnost SAKO Brno měla dostatek trvalého personálu pro obsluhu zařízení, probíhalo zaškolování na provoz a údržbu nové technologie úrůběžně od zahájení teplých zkoušek, a to jak formou teoretických školení a testů, tak formou společných aktivit přímo v provozu. Zhruba po měsíci od zahájení zkušebního provozu byla přítomnost operátorů společnosti CNIM zredukována a obsluha plnule přešla na pracovníky provozovatele.

Povolení pro provoz zařízení

Provoz spalovny komunálních odpadů je povolován integrovaným povolením, které vydává místně příslušný Krajský úřad. Společnost SAKO Brno takové povolení měla vydáno pro původní technologii, s tím že existující integrované povolení již obsahovalo rámcovou deifinici rekonstrukce zařízení a obecné podmínky pro zkušební provoz. Společnost CNIM jako dodavatel nové technologie byla tedy zplnomocněna k zajištění změny existujícího integrovaného povolení. Zdánlivě jednodušší postup se nakonec ukázal jako závažná komplikace, protože Krajský úřad jihomoravského kraje a dotčené organizace zásadně trvaly na tom, že žádost o tuto změnu posoudí až na základě veškerých měření provedených ve zkušebním provozu, především měření emisí, hluku, analýz škváry a dalších provozních parametrů.

Vzhledem k tomu, že uvažovaná smluvní délka zkušebního provozu byla tři měsíce, bylo naprosto nereálné tyto povolovací procesy stihnout. Celý proces probíhal asi tak, že byl zpracován draft žádosti o změnu integrovaného povolení, obsáhlý návrh provozního řádu zařízení a tyto byly následně upravovány podle výsledků různých měření prováděných v rámci zkušebního provozu. Zde je potřeba zdůraznit, že např. autorizovaná měření spojená s vyhodnocováním výsledků jsou vždy záležitostí minimálně na 4 až 6 týdnů.

Definitivní žádost o změnu integrovaného povolení byla podána počátkem ledna 2011 a následně byla předmětem řady úprav a doplňování na základě různých požadavků dotčených úřadů. Samotné rozhodnutí pak nabylo právní moci v půli června a kolaudační souhlas byl vydán 29. června 2011.

V rámci výstavby každé spalovny se investor, potažmo zhotovitel, musí potýkat současně se dvěma povolovacími procesy – integrovaným povolení, o kterém byla řeč, a stavebním řízením zakončeným kolaudací. To by samo o sobě nebylo nic neobvyklého, nicméně v rámci stavebního povolení má stavební úřad možnost stanovit provedení zkušebního provozu. Při realizaci pak není jasné, zda může být provoz, resp. spalování odpadu zahájeno na základě integrovaného povolení, či zda musí být k dispozici i povolení stavebního úřadu. V případě rekonstrukce brněnské spalovny se jako správná ukázala první varianta, tj. že stačí povolení integrované.

Diskusemi a přesvědčováním jsme však ztratili měsíc. Z této zkušenosti plyne doporučení co nejpodrobněji definovat fázi zahájení provozu a „teplých“ zkoušek zařízení buď v integrovaném povolení, je li vydáváno na počátku výstavby, nebo v povolení stavebním.

Závěr

Projekt rekonstrukce spalovny SAKO Brno skončil po necelých čtyřech letech od popisu smlouvy na realizaci, přičemž vlastní stavební a montážní činnost do prvního vhození odpadu do kotlů trvala pouze 18 měsíců. Přestože se jednalo o velmi komplikovaný projekt z hlediska neustálých interferencí mezi novou a existující technologií, podařilo se realizovat po technické a komerční stránce velmi dobře fungující zařízení, které se svou úrovní rovná s moderními zdroji budovanými v Evropě. Přestože formálně bylo zařízení kolaudováno o rok později, nová spalovna fungovala bez omezení již po cca šesti měsících od ukončení montážních prací a od té doby plní svůj účel – ekologicky šetrným způsobem vyrábět energii z odpadů a přinášet zisk svému majiteli, kterým je město Brno.

K úspěšné realizaci projektu přispěly především dvě zásadní skutečnosti. Jednak, know how společnosti CNIM, která realizuje na klíč každoročně tři až čtyři spalovny komunálních odpadů. Druhou velmi významnou skutečností je, že v České republice i v okolních zemích jako je Slovensko nebo Polsko, je k dispozici široká základna technicky vyspělých výrobních, dodavatelských a montážních firem, na které je možno se při realizaci spolehnout. Věříme, že zkušenosti získané v projektu rekonstrukce a modernizace spalovny SAKO Brno, budeme moci zúročit v dalších projektech v regionu střední Evropy.

Ing. Ladislav Pazdera,
zástupce vedoucího projektu,
CNIM S.A.

Installation of equipment under the Brno Waste Management project

The implementation of the Brno municipal waste incinerator project was started by signing of the contract with the investor of the project - SAKO Brno, a.s., on October 24, 2007. Based on the contract, the project was implemented as a "turnkey" project within the following scope:

1) *Building permit, including demolition permit*
2) *Relocation and demolition*
3) *Modifications of existing building structures*
4) *New construction of buildings including adjacent areas and roads5) Manufacture and installation of new technological equipment*
6) *Testing, commissioning, trial operation, personnel training*
7) *Obtaining of all permits for the operation of equipment including final building inspection.*

The contractor of the project was a consortium of the companies CNIM SA and Siemens Ltd. Both members of the consortium worked with dozens of local and foreign subcontractors, both at the manufacturing stage and in the construction phase. In the article the author describes the process of incineration plant upgrading.

Размещение и инсталляция оборудования в рамках проекта «Переработка мусора. Брно»

Реализация проекта фабрики по сжиганию коммунальных отходов в Брно была начата подписанием 24.10.2007 договора с инвестором проекта – фирмой «SAKO – Brno». На основании этого договора проект был реализован, как поставка «под колюч» в следующем объёме:

1) *Разрешение на строительство оборудования, включая устранение устаревшего оборудования*
2) *Перевозки и снос*
3) *Реконструкция имеющихся строительных структур*
4) *Новые строительные объекты, включая прилежащие территории и коммуникации*
5) *Производство и монтаж нового технологического оборудования*
6) *Испытания, введение в эксплуатацию, эксплуатация с испытательным сроком, обучение персонала*
7) *Получение всех разрешений для ввода оборудования в эксплуатацию, включая сдачу объекта.*

Исполнителем проекта стал консорциум фирм «CNIM» и «SIEMENS». Оба члена консорциума сотрудничали с десятками местных и зарубежных поставщиков, и это как на стадии производства, так и на стадии строительства. Автор статьи описывает процесс модернизации фабрики по сжиганию мусора.