

# Modernizacji trzech bloków największej elektrowni węglowej w Czechach towarzyszy zastosowanie kotłów innowowanych pod względem technicznym

**Ing. Kamil Kučera**, dyrektor naczelny Vítkovice Power Engineering, a.s.  
**Ing. Libor Fiala**, PJ Engineering, Kierownik Działu Projektowego,  
VÍTKOVICE POWER ENGINEERING a. s.



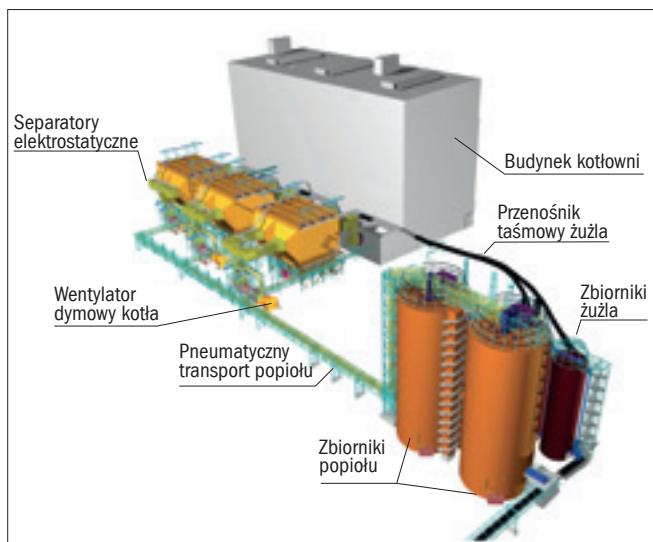
Widok całkowity na Elektrownię Prunéřov II

Podpisanie w 2007 roku umowy o zapewnieniu pakietu komercyjnego nr 02 - kotłownia do kompleksowej modernizacji (KM) Elektrowni Prunéřov II (EPR II) oznaczało kolejny sukces w ramach powrotu naszej Spółki VÍTKOVICE POWER ENGINEERING, a. s. (VPE), członka VÍTKOVICE MACHINERY GROUP, do „wielkiej” energetyki, właściwie do programu modernizacji i ekologizacji źródeł energii na paliwa stałe w naszym kraju. w ramach współpracy z głównym wykonawcą spółką ŠKODA PRAHA Invest, s. r. o., podczas poszukiwań najkorzystniejszego rozwiązania KM EPR II wybrano wariant kompleksowej modernizacji trzech bloków, z podniesieniem mocy każdego bloku do 250 MW. Doprowadziło to w ramach fazy projektowej do zasadniczych modyfikacji rozwiązań technicznych kotła, ze względu na odmienne rozwiązania techniczne pierwotnych kotłów polskiej produkcji o mocy 210 MW. Pierwotne kotły walczakowe zastąpiono kotłami pyłowymi przepływowymi. Chodzi o podobną koncepcję, jak w przypadku kotłów, zbudowanych w ramach kompleksowej modernizacji Elektrowni Tušimice II. w trakcie bardzo skomplikowanego procesu legislacyjnego pozwolenia na budowę doszło do zaostrożenia limitów emisji nowych bloków. Wykonawca pakietu komercyjnego stanął na wysokości zadania w zakresie nowych limitów emisji a wbrew wielu problemom technicznym wynikającym z istniejącej sytuacji głównego bloku energetycznego i nawiązujących do niego obiektów dotrzymał nowych parametrów. Bloki będą funkcjonowały w pełnej zgodzie z najlepszymi dostępnymi technikami BAT (Best Available Techniques). Ten typoszereg kotła za swe innowacyjne parametry i wkład w ekonomiczność pracy i ekologię wyróżniono na ubiegłorocznych Międzynarodowych Targach Maszyn w Brnie Złotym Medalem.

Pakiet komercyjny nr O2 - kotłownia swoim zakresem obejmuje kompleksową modernizację trzech kotłów z nowym technicznym rozwiązaniem samego kotła. Ten w porównaniu do pierwotnych kotłów walczakowych wykonano jako pyłowy z paleniskiem na pył w postaci granulatu. Kocioł z osprzętem reprezentuje sobą technologię zespołu eksploatacyjnego PS02 - Kotłownia. w tym wypadku dla VPE głównym partnerem projektowym była spółka Ivtas. Kluczowe dostawy zespołu ciśnieniowego o masie ok. 6 000 ton dla trzech kotłów wyprodukowano przeważnie we własnym zakładzie produkcyjnym. w zakresie montażu współpracujemy ze Spółką Metrostav.

Część dostawy w ramach niniejszego pakietu komercyjnego stanowią jeszcze kompleksy eksploatacyjne części za kotłami. Te zawierają dostawy oddzielnicy elektromagnetycznych, kanałów kominowych, wentylatorów oddymiających i transportu pneumatycznego popiołu. w tej części ściśle współpracowaliśmy poczynając od projektu aż po oddanie do eksploatacji zwłaszcza z firmami ZVVZ EnvenEngineering i United ConveyorCorporation (UCC).

Ostatnią technologiczną część naszych dostaw stanowi zespół eksploatacyjny gospodarki pozostałych produktów energetycznych (PPE) zawierający dostawy technologii odprowadzenia żużlu z technologią zbiorników na żużel włącznie i technologie silosów na popioły lotne. Głównymi partnerami do kompleksowego zapewnienia tej technologii były spółki Klement, TI Centrum, BEUMER Group i UCC. w ramach projektu było konieczne bardzo staranne i operacyjne obsłużenie równoległej pracy użytkowanych bloków 21 i 22 oraz prace nad modernizowanymi, co oznaczało zapewnienie pracy nieblokowanych urządzeń i eksploatowanych istniejących bloków. Podstawowe parametry nowego kotła i porównanie parametrów z pierwotnym kotłem zawiera tabela nr 1 (na następnej stronie).



Rys. 1 - 3D wizualizacja

| Parametry kotła                         | Pierwotny kocioł | Kocioł po KO |
|---|------------------|--------------|
| Producent kotła                         | RAFAKO           | VPE          |
| Nazwa kotła                             | OB660            | PG660        |
| Moc nominalna bloku                     | 210 MWe          | 250 MWe      |
| Strumień nominalny pary przegrzanej     | 660 t/h          | 660 t/h      |
| Ciśnienie znamionowe pary przegrzanej   | 13,53 MPa        | 18,3 MPa     |
| Temperatura znamionowa pary przegrzanej | 540°C            | 575°C        |
| Strumień nominalny pary podgrzanej      | 570 t/h          | 600 t/h      |
| Ciśnienie znamionowe pary podgrzanej    | 2,72 MPa         | 3,91 MPa     |
| Temperatura znamionowa pary podgrzanej  | 540°C            | 580°C        |
| Temperatura wody zasilającej            | 245°C            | 251°C        |
| Sprawność kotła                         | 88,8 %           | 90 %         |
| Zakres regulacji kotła bez stabilizacji | 55 - 100 %       | 50 - 101,5 % |
| Temperatura spalin za kotłem            | 175°C            | 150°C        |

Tab. 1 - Porównanie podstawowych parametrów pierwotnego i nowego kotła

| Gwarantowane limity emisji OB02 w spalinach             | Pierwotny kocioł                        | Nowy kocioł według pierwotnego kontraktu                     | Nowy kocioł modyfikacja według EIA                           |
|---|---|--|--|
|   | Wartości rzeczywiste (pomiar w kominie) | Parametry gwarantowane                                       | Parametry gwarantowane                                       |
| Zanieczyszczenia stałe                                  | 23 mg/Nm <sup>3</sup>                   | 50 mg/Nm <sup>3</sup> (OB02)<br>20 mg/Nm <sup>3</sup> (blok) | 15 mg/Nm <sup>3</sup> (OB02)<br>10 mg/Nm <sup>3</sup> (blok) |
| NOx wyrażony jako NO <sub>2</sub> dla 6% O <sub>2</sub> | 530 mg/Nm <sup>3</sup>                  | 200 mg/Nm <sup>3</sup>                                       | 200 mg/Nm <sup>3</sup>                                       |
| CO dla 6% O <sub>2</sub>                                | 19 mg/Nm <sup>3</sup>                   | 250 mg/Nm <sup>3</sup>                                       | 200 mg/Nm <sup>3</sup>                                       |
| SO <sub>2</sub> (za odsiarczaniem)                      | 460 mg/Nm <sup>3</sup>                  | 200 mg/Nm <sup>3</sup>                                       | 200 mg/Nm <sup>3</sup>                                       |

Tab. 2 - Porównanie limitów emisji pierwotnych i nowych bloków

## OSIĄGANE EMISJE

Ze względu na zakładaną żywotność modernizowanych bloków do 25 do 30 lat, wszystkie limity emisji są dostosowane do ustawodawstwa ważnego od 2016 roku. Tabela gwarantowanych limitów emisji to tabela nr 2 zawierająca porównanie emisji na pierwotnym kole oraz gwarantowanych parametrów przed i po procedurze ustawowej na pozwolenie

budowy. Podane stężenia emisji są przeliczone na gaz odgazolinowany w normalnych warunkach, tj. 101,32 kPa, 0°C oraz dla zawartości O<sub>2</sub> w spalinach w wysokości 6 % objętości i odnoszą się do miejsca podłączenia spalin na wyjściu z elektrooddzielacza. Dla pierwotnego kotła są to wartości eksploatacyjne emisji mierzone przy pomocy analizatorów umieszczonych w kominie.



Rys. 2 - Widok na główny blok energetyczny w trakcie budowy

## OPIS KOTŁA

Serce kotłowni stanowi nowy, kocioł pyłowy przepływowy z paleniskiem na pył w postaci granulatu w układzie dwuciągowym z maksymalnie możliwym zwiększeniem światła komory spalania z uwzględnieniem istniejącej konstrukcji nośnej kotłowni. Ze względu na obniżenie obciążenia cieplnego powierzchniowego i objętościowego komory spalania kotła zwiększono światło komory spalania kotła do 14,98 \* 14,98 metra. Komora spalania jest w wykonaniu czworokątnym z ukośnymi rogami na poziomie wysokości od 6,5 do 39 metrów.

Cały projekt został zrealizowany w celu maksymalnego możliwego wykorzystania konstrukcji stalowej i technologii kotłowni. Przyniosło to inwestorowi znaczące benefity szczególnie w postaci niższych kosztów inwestycji i skrócenia harmonogramu budowy. Oprócz wykorzystania pierwotnej konstrukcji, która w ramach KO EPR II została wzmocniona na zwiększoną masę kotła, została zachowana także technologia wewnętrznego nawęglania. Ta była kompleksowo modernizowana i zoptymalizowana do pracy nowych kotłów.

Do regulacji temperatury podgrzanej pary nowo zastosowano BiFlux, implementowany przed podgrzewacz I. Regulacja temperatury zostaje zapewniona zarówno przewodem obejściowym BiFluxu, właściwie obejściem podgrzewacza I (podgrzewacz wejściowy) jak i przez BiFluxu.

Chodzi o sterowany w nowy sposób wymiennik ciepła (rura w rurze) z ważną funkcją regulacyjną. Przegrzana para przekazuje ciepło parze podgrzanej a tym samym zostaje znacząco ograniczona konieczność schładzania

podgrzanej pary przez wtryskiwanie wody. To rozwiązanie skutkuje wyraźnym podniesieniem sprawności bloku.

Do regulacji temperatury przegrzanej pary wykorzystano wtryskiwacze zainstalowane przed płytami I, płytami II i przegrzewaczem wyjściowym. Parownik kotła jest w rozwiązaniu pionowym typu Benson ze zmodyfikowanym orurowaniem w leju komory spalania kotła. Z powodu wysokich parametrów pary przegrzanej i podgrzanej w zakresie wyjściowego przegrzewacza i podgrzewacza zastosowano materiały na bazie stali austenicznej.

W ramach projektowania kotła dokładnie matematycznie modelowano proces spalania z uwzględnieniem przestrzegania gwarantowanych limitów emisji, przy czym do modelu matematycznego włożono parametry materiałowe i chemiczne pyłu węglowego a w ramach weryfikacji wyników modelu zastosowano doświadczenia z optymalizacji procesu spalania w ramach oddawania do eksploatacji modernizowanych kotłów w ramach kompletnej modernizacji Elektrowni Tušimice II. Wszystkie parametry cieplne i hydrauliczne zespołu ciśnieniowego zostały sprawdzone za pomocą najnowocześniejszych środków. Celem było osiągnięcie gwarantowanych parametrów (sprawność, przestrzeganie temperatur i ciśnienia pary, straty ciśnienia, regulacja temperatur itp.).

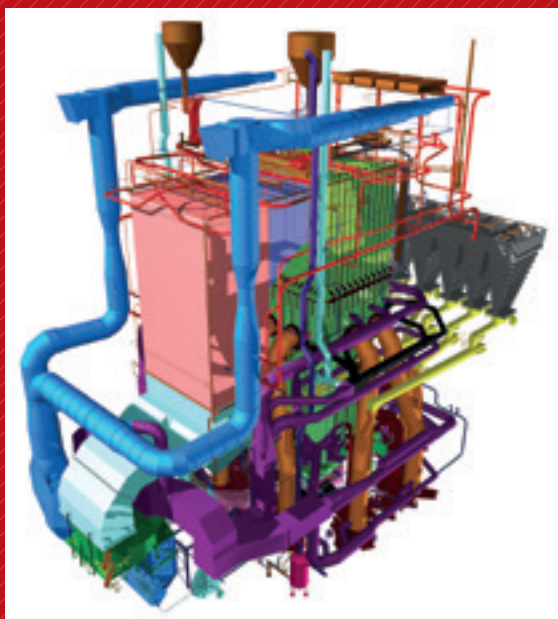
## PALNIKI

Zoptymalizowane palniki pyłowe w wykonaniu niskoemisyjnym, podzielono na trzy sekcje wysokościowe. w 1 i 2 sekcji zastosowano palnik wirowy i w 3 końcowej zastosowano palnik

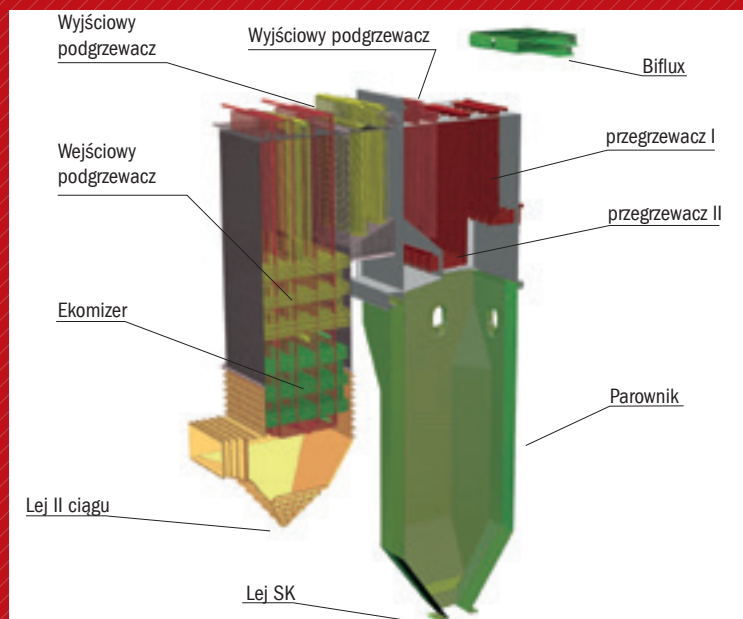
strumieniowy. Ten służy do spalania pyłu węglowego w atmosferze odtleniającej w warunkach podstechiometrycznych. Lokalizacja palników jest wykonana symetrycznie dookoła komory spalania. Podczas uruchamiania kotła można wykorzystać osiem palników gazowych wbudowanych do środka 1 sekcji palników wirowych. Do zapewnienia dopływu powietrza do spalania w płomieniu, właściwie do spalania strefowego pyłu węglowego na palnikach, do wewnętrznej części palnika doprowadzane jest powietrze rdzeniowe a do części zewnętrznej powietrze drugorzędowe.

W wyjściowych dyszach pierwotnej mieszanki powietrza drugorzędowego i rdzeniowego wbudowano stałe zawirowywacze łopatkowe. Wzajemne właściwości dynamiczne zawirowanych strumieni wypływowych na palnikach w pierwszej i drugiej sekcji palnikowej są zapewnione w drodze optymalizacji pracy układów mielenia. Te uzupełniono o nowe, nowoczesne elementy pracujące przy dowolnym obciążeniu zasilaczy paliwa. Ukierunkowanie palników gwarantuje lepsze wykorzystanie objętościowe przestrzeni spalania kotła i wyeliminowanie powstawania nalotu na ścianach parownika.

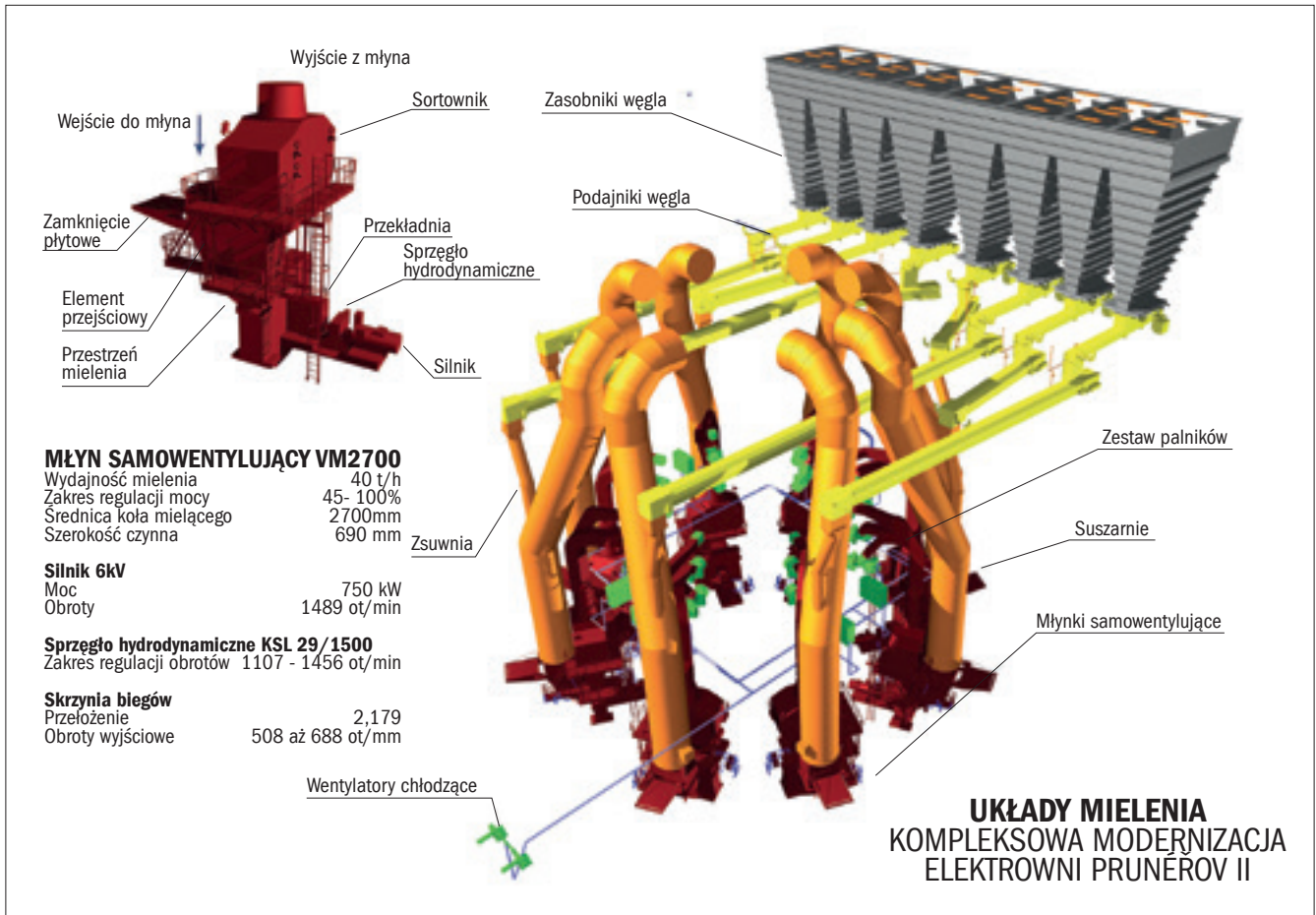
Na nowych kotłach odbywa się spalanie strefowe pyłu węglowego wzdłuż wysokości komory spalania kotła. Spalanie jest podzielone na dwa poziomy dopalania - I poziom jest zasilany powietrzem trzeciorzędowym a II poziom jest zasilany powietrzem dopalającym przez dysze wbudowane w ścianach komory spalania. Do suszenia surowego węgla zasysane są spaliny do młyna samowentylującego poprzez szyby osuszające. Na końcu tylnego ciągu kotła za powierzchnią ciepłowymenną podgrzewacza



Rys. 3 - Widok na 3D wizualizację kotła



Rys. 4 - 3D wizualizacja powierzchni ciepłowymiennej kotła



Rys. 5 - 3D Wizualizacja układów mielenia

wody odbywa się gromadzenie recykulowanych spalin.

Kombinacja recykulacji spalin do dmuchawy suszarni razem z innymi elementami regulującymi służy do osiągnięcia bezpiecznego stężenia tlenu w pierwotnej mieszance przy

dowolnym obciążeniu zasilaczy paliwa oraz wyeliminowania niepożądanego spalnięcia pyłu węglowego w młynie samowentylującym. Recykulowane spaliny w mieszance z gorącym powietrzem są następnie wykorzystywane do zdmuchiwania otworów zasysających spalin

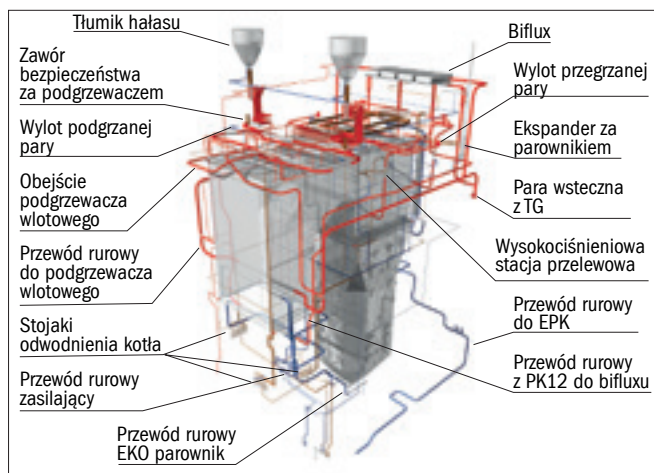
z komory spalania do ograniczenia zatykania tych otworów przez żużel oraz do redystrybucji cząstek popiołu między pył i żużel w leju parownika. w ten sposób przyczyniają się do ograniczenia wartości niedopału i ciepła w żużlu.



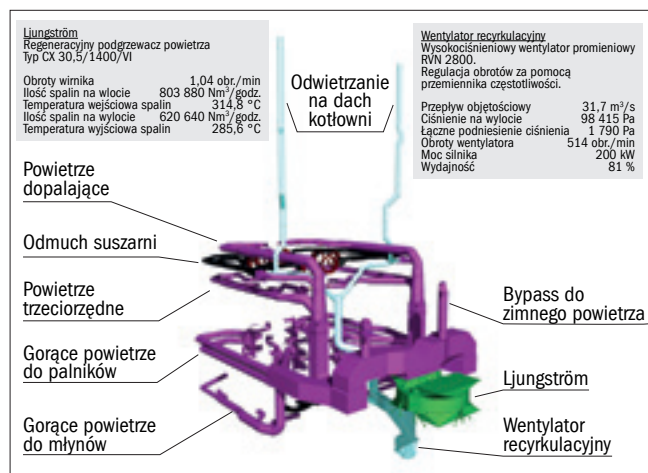
Rys. 6 - Widok na montaż parownika komory spalania



Rys. 7 - Widok na montaż tylnego ciągu kotła



Rys. 8 - 3D wizualizacja wewnętrznych łączących rur kotła



Rys. 9 - 3D wizualizacja kanałów gorącego powietrza i recyrkulacji spalin

Spółka VPE odniosła sukces także w innych przetargach na niektóre inne pakiety komercyjnej kompleksowej modernizacji EPR II. Dlatego dla głównego wykonawcy dostarcza pakiety komercyjne nr 8 - inne urządzenia bloku a nr 92 - gospodarka PPE.

W ramach pakietu komercyjnego 08 dostarczają zbiorniki zasilające, z technologią odgazowywania wody zasilającej i inne technologie. Pakiet komercyjny nr 92 zawiera technologię magazynowania i transport pneumatyczny wapnia, technologię wód do mieszania i wewnętrzny transport taśmowy stabilizatu. Jednocześnie spółka Vítkovice, jako ważny podwykonawca firmy MODŘANY Power, uczestniczy w dostawach dla pakietów komercyjnych nr 06 - zewnętrzny rurociąg łączący i nr 61 - rurociąg krytyczny.

Firma VPE w celu pomyślnego zakończenia KM EPR II zaktywowała wszystkie swe wolne zasoby techniczne, handlowe i realizacyjne, co umożliwiło w pełnym zakresie zapewnić płynną realizację dostaw i montażu. Dzięki takiemu podejściu nie ma wątpliwości o gładkim przebiegu realizacji dzieła i jego uruchomieniu z przekazaniem dzieła głównemu wykonawcy włącznie.

## AKTUALNE PROJEKTY

W ramach kolejnych działań dla naszego największego krajowego klienta ČEZ aktual-

nie bierzemy udział w dostawach wybranych pakietów komercyjnych dla budowy bloku w Ledvicích i parogazowego bloku w Počera-dech. w trakcie toczącej się ekologicznej redukcji energii skupiamy swoją uwagę na odnowie a denitryfikacji elektrowni. Firma VPE zawarła ze Spółką Dalkia ČR kontrakt na denitryfikację czterech kotłów elektrociepłowni Karviná. Jako pierwszy doczekał się tutaj modernizacji kocioł K3, prace budowlane ruszyły już w maju bieżącego roku. Wskutek kombinacji zastosowania zabiegów pierwotnych i wtórnych elektrociepłowni Karviná będzie po 2015 roku produkować emisje NOx do limitu 200 mg/Nm<sup>3</sup>. VPE zgodnie z kontraktem w elektrociepłowni Karviná stosuje jako wtórną metodę redukcję niekatalityczną (SNCR) ze sterowanym dawkowaniem mocznika do komory spalania kotła. w Elektrowni Dětmarovice nasza spółka uzyskała kontrakt na modernizację kotłów K3 i K4, która zaowocuje obniżeniem emisji tlenków azotu (NOx) poniżej limitu 200 mg/Nm<sup>3</sup>. Jako jedni z pierwszych w Czechach zastosujemy tu w charakterze pierwotnych środków do ograniczenia emisji NO<sub>x</sub> także technologię selektywnej katalitycznej redukcji (SCR). Zastosowana technologia SCR obniży emisje NOx już powstałe w trakcie spalania paliwa w postaci paliwa z węgla kamiennego wewnątrz kotła. Spaliny powstałe podczas spalania węgla, do których

w technologii SCR w sposób sterowany dozuje się wodny roztwór amoniaku, są prowadzone do katalizatora. Tam odbywa się końcowa reakcja chemiczna.

## Działalność zagraniczna

Oprócz powyższych ważnych przedsięwzięć krajowych realizujemy pod klucz budowę dwóch bloków fluidalnych 2 x 145 MW w Turcji. w ramach poszerzania działalności w sektorze energetycznym wzmocniliśmy nasz dział handlowy, który stosując aktywną strategię marketingową wyszukuje potencjalnych klientów na kluczowych obszarach. Ogólnie poszerzamy zakres wsparcia dla projektów energetycznych w grupie VÍTKOVICE MACHINERY GROUP. w praktyce to oznacza, że zamierzamy zwiększać udział własnych dostaw o części profesjonalne, które dawniej musieliśmy kupować.

W ramach działalności badawczej przygotowujemy innowacje w aplikacjach dla systemów diagnostycznych zestawów ciśnieniowych. w tym zakresie ściśle współpracujemy z VÍTKOVICE ÚAM oraz nad rozwojem systemu zdalnego monitoringu (SZM) wielkich kompleksów inwestycyjnych z VÍTKOVICE IT Solutions. Taki SZM oferuje szeroką gamę zastosowań i wsparcia dla dostawcy w fazie uruchamiania i eksploatacji próbnej oraz szczególnie dla użytkownika w trakcie eksploatacji.

## ENERGETYKA

- Realizacja projektów nowych źródeł energii (EPC kontakty)
- Realizacja nowych dostaw i remont kotłów podkrytycznych o mocy do 100 do 500 MW na podstawie własnego know-how
- Dostawy kluczowych części układu ciśnieniowego, nieciśnieniowego oraz konstrukcji stalowych dla kotłów podkrytycznych i nadkrytycznych
- Dostawy układów ciśnieniowych oraz konstrukcji stalowych spalarni