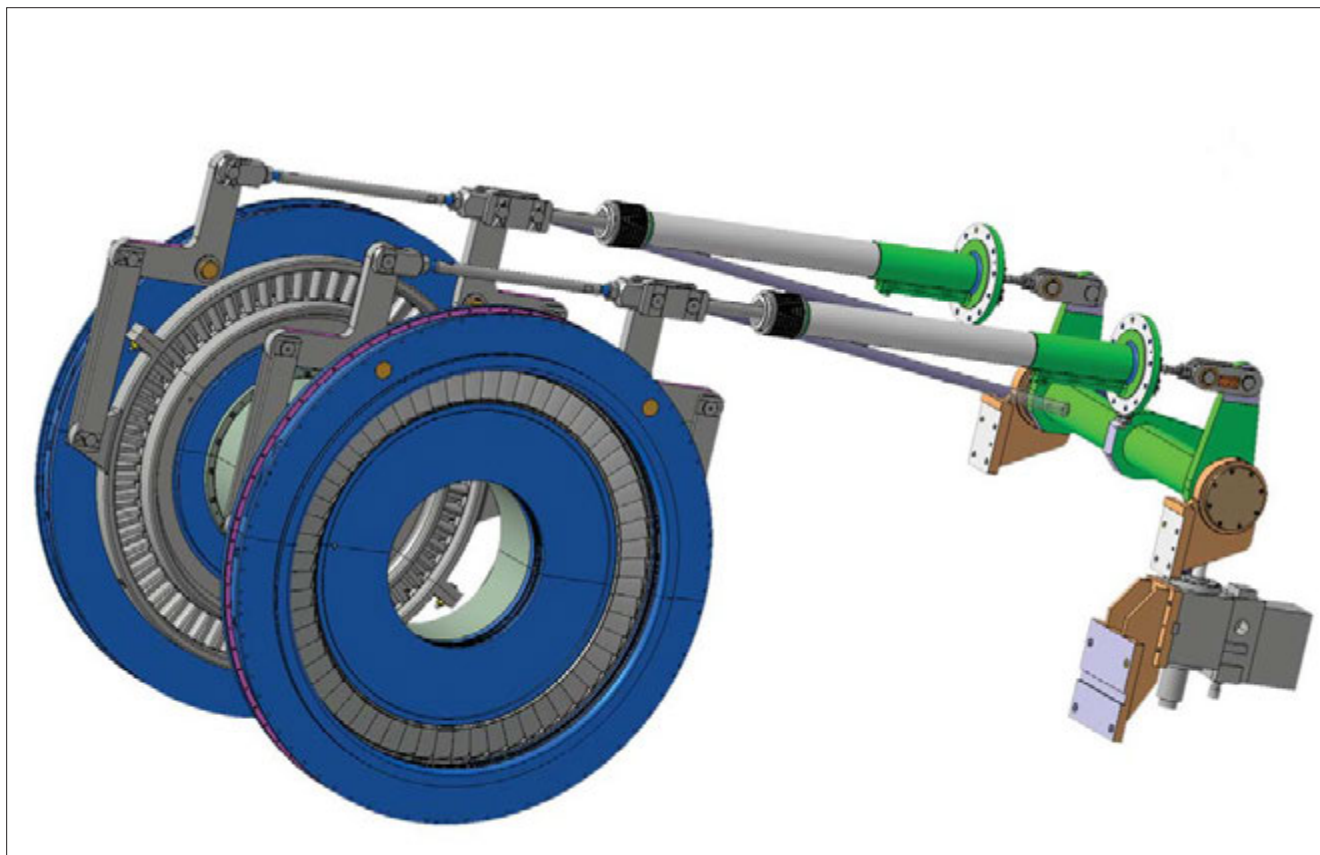


# Turbíny pro nový uhelný energetický blok v Kladně

Realizace nového elektrárenského bloku K7 v teplárně Kladno je výjimečný tím, že se v naší republice k výstavbě relativně velkého energetického zdroje odhodlala i jiná firma než polostátní skupina ČEZ. K tomuto rozhodnutí přistoupila švýcarská firma ALPIQ. Ta si pro tento projekt vybrala jako generálního dodavatele mnichovskou firmu KAP (Kraftanlagen Power Plants). Z pohledu Doosan Škoda Power (DSPW), výrobce turbín, účast na tomto projektu začala podpisem kontraktu v létě 2010. V první fázi se na zakázce podílel pouze tým inženýrů, protože odběratel potřeboval získat všechna povolení pro zahájení výstavby, aby pak na konci roku 2010 oficiálně ohlásil platnost kontraktu v plném znění a rozsahu.

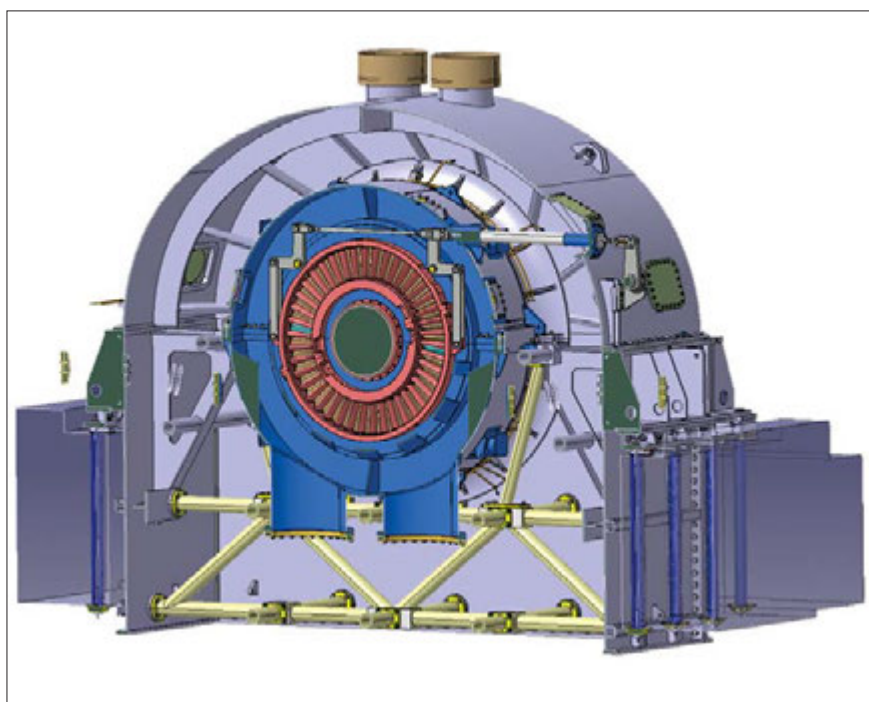


Rozsah této další významné dodávky DSPW není ničím výjimečný. Jde v podstatě o menší dodávku než např. pro projekty Tušimice II nebo Prunéřov II, kde plzeňský výrobce dodával zařízení kompletní strojovny. V případě teplárny Kladno šlo pouze o tzv. TG set, tedy turbínu s generátorem, kondenzátorem a příslušenstvím, jako jsou řídicí systém turbíny, odvodnění, systém ucpávkové páry, mazacího a regulačního oleje.

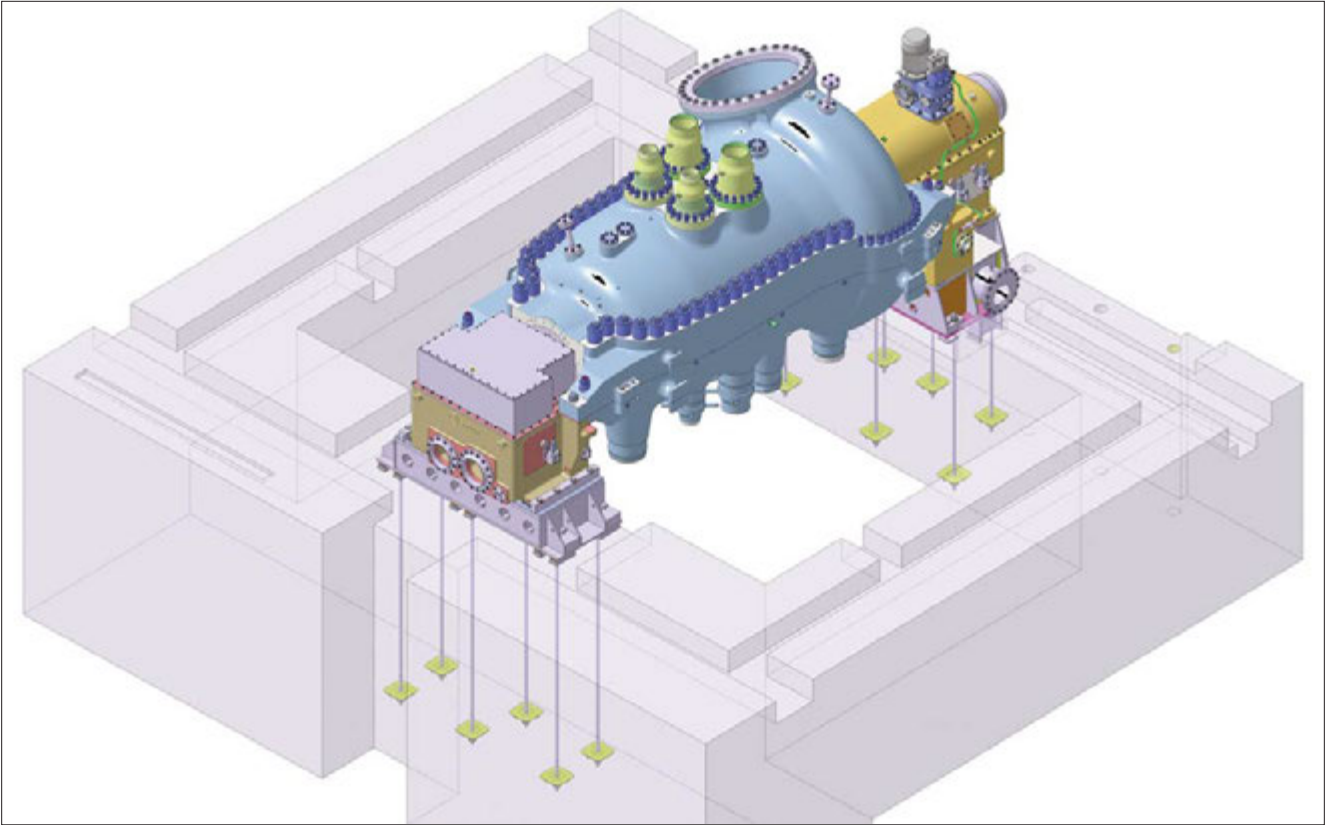
Vlastní turbína má výkon 135 MWe s možností odběru tepla pro poměrně složitý systém výměňkových stanic o tepelném výkonu 105 MW. Turbína je koncipovaná jako dvoutělesová s kombinovaným vysokotlakým a středotlakým (VT/ST) dílem umístěným v jednom tělese a s dvouprůřadým nízkotlakým dílem. Turbína pracuje s těmito jmenovitými parametry páry:

- admisní pára 130 barů / 540°C
- přehřátá pára 35 barů / 540°C.

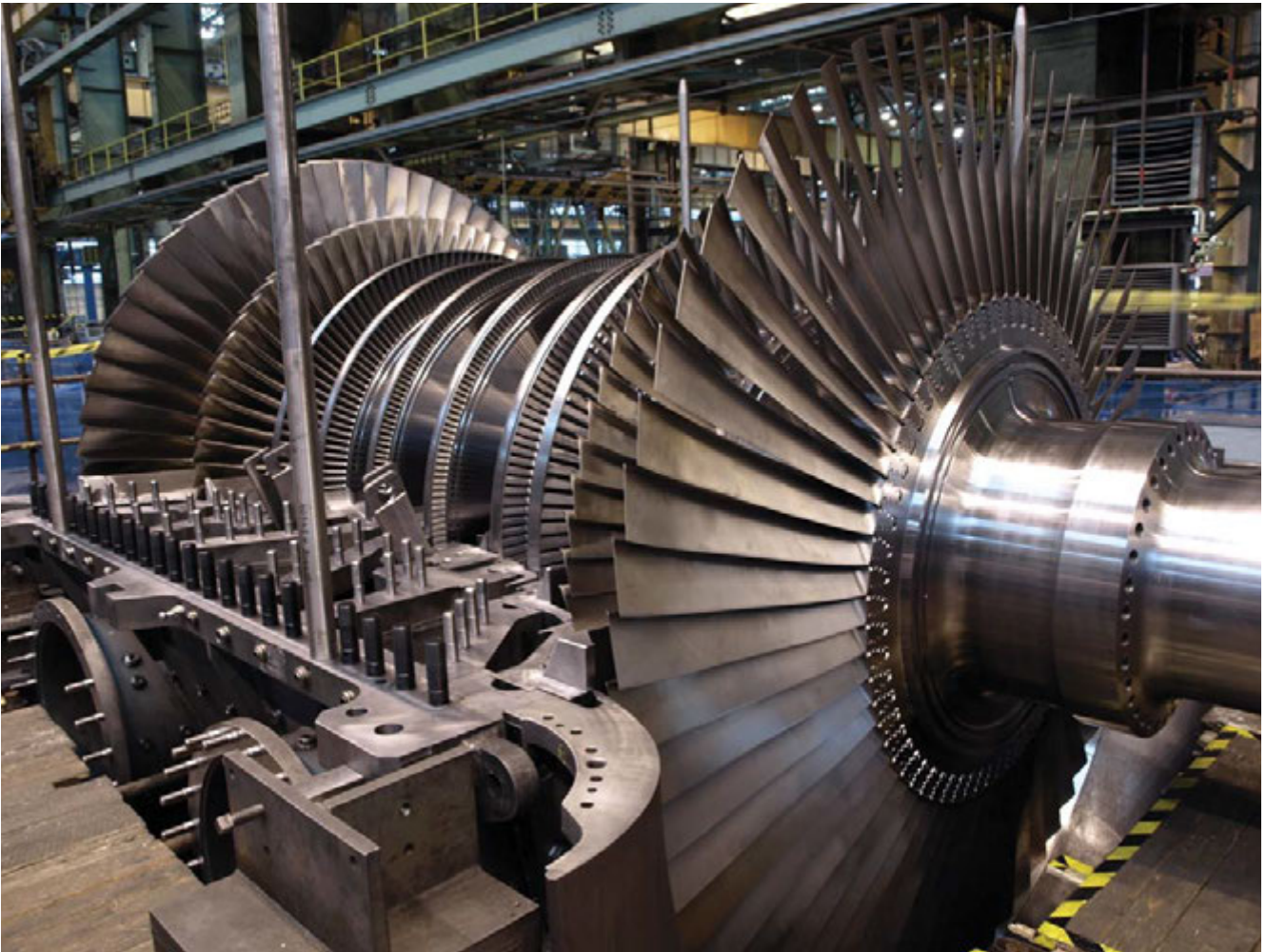
Kondenzace je navržena pro jmenovitou teplotu chladicí vody 21°C. Admisní pára vstupuje do turbíny přes dvě komory vysokotlakých ventilů, které jsou umístěné na levé resp. pravé straně VT/ST tělesa. Každá komora obsahuje jeden



3D modely regulační natáčivé mezistěny



3D model kombinovaného VT/ST dílu turbíny



Kontrolní montáž nízkotlakého dílu turbíny v Doosan Škoda Power

rychlozavěrný a dva regulační ventily. Pomocí čtyř převáděcích potrubí jsou regulační ventily spojené s odpovídajícími dýzovými komorami ve vysokotlakém (VT) dílu. Dále pára prochází přes regulační stupeň do dubnového VT dílu. Ten obsahuje 11 turbínových stupňů. Rozváděcí lopatky jsou upevněny ve vnitřním tělese.

Vzhledem k hodnotám vstupních parametrů je zvolena dvoupášťová koncepce tvořená vnitřním a vnějším tělesem. Výstup z VT dílu zajišťují dvě hrdla DN 400. Pro snížení ztrát v labyrintových ucpávkách respektive pro zvýšení účinnosti, byly zvoleny pro přední ucpávku relativně malé radiální vůle. Spolehlivost ucpávek a tedy i provozu zajišťují labyrintové kroužky s návarem - tzv. „abradeble“ materiálem. Tento návar umožňuje bezpečný provoz i při dotyku kroužku s rotorem. Navíc jsou všechny labyrintové kroužky provedeny standardně s možností radiálního pohybu. Do pracovní polohy jsou dotlačovány pružinami a samozřejmě parou.

Konec rotoru na straně VT části je spojen s nástavkem, který je součástí hlavního olejového čerpadla v předním ložiskovém stojanu. Toto čerpadlo zajišťuje dodávku mazacího oleje pro ložiska turbíny a generátoru za provozu.

Středotlaký díl, umístěný ve stejném vnějším tělese jako VT díl, je napojen na přehřátou páru přes dvě komory středotlakých (ST) ventilů, z nichž každá obsahuje jeden záchytný a jeden ST rychlozavěrný ventil. Obě ST ventilové komory jsou konstruovány se dvěma výstupy. Pára tedy vstupuje do okružního kanálu vytvořeného ve vnitřním ST tělese prostřednictvím čtyř potrubí. Průtočnou část ST dílu tvoří osm rovnotlakových stupňů s vysokou účinností, dosaženou tzv. 3D tvarováním těchto stupňů. Výstup páry do nízkotlakého dílu je proveden pomocí jednoho převáděcího potrubí o průměru 1 200 mm.

Nízkotlaký díl (NT) je klasické dvouproudé svařované konstrukce s pěti stupni v každém proudě. Poslední oběžnou lopatkou byla zvolena v provozu odzkoušená modulová lopatka o délce 760 mm - interně nazývaná modul 3.

Mimoходом, DSPW dnes využívá pro kondenzační turbínu řadu standardních (posledních) lopatek od tzv. modulu 1 s délkou listu 540 mm až po modul 8 s délkou 1 375 mm. Lopatka koncového



Zavážení kondenzátoru na elektrárně

stupně - stejně jako předposlední lopatka - je chráněna proti erozi povrchovým kalením. Pro regulaci množství páry do teplofikace je NT díl konstruován s regulační mezistěnou umístěnou v pravém a levém proudě druhého NT stupně. Tato mezistěna je vytvořena rozdělením profilu rozváděcího kola do dvou polovin. Otáčením jedné části této stěny (rozváděcího kola) se otevírá nebo uzavírá průtočný průřez a tím se reguluje tlak před tímto rozváděcím kolem v závislosti na poloze rozváděcího kola a typu provozu. Regulační stěna tak bude udržovat tlak do odběru páry pro teplofikaci na úrovni cca 2 bary.

Na spodní část NT tělesa je přivařen vodou chlazený kondenzátor. Kondenzátor vyrobila firma BIS na základě podkladů a zadání ve formě basic designu z DSPW. Kondenzační plochu 7 550 m<sup>2</sup> tvoří 11 820 kusů nerezových trubek o průměru 22 mm a tloušťce stěny 0,7 mm.

Turbína pohání dvoupólový elektrický generátor od firmy BRUSH. Jedná se o standardní vzduchem chlazený generátor (typ TEWAC) o výkonu 169 MVA při napětí 15 kV.

Turbosoustrojí bylo poprvé přifázováno 26. srpna 2013. V rámci zkoušek a uvádění do

provozu provádí DSPW podle možností a potřeby i měření, které slouží jako zpětná vazba pro konstruktéry nebo projektanty. Na turbíně bloku K7 v Kladně bylo v rámci této PFA akce (project feedback analyses) provedeno detailní měření celkových tlakových ztrát ve vstupních vysokotlakých ventilech.

Získali jsme tak důvěryhodná data přímo ze stavby a mohli je porovnat s teoretickými výpočty a simulacemi. Výsledky měření na elektrárně a výpočty se přesně shodovaly. Po ukončení kompletního vyhodnocení dat budou výsledky sloužit při navrhování nových strojů pro korekci našich interních výpočtů a k predikci výkonů a účinnosti.

Po nezbytných testech a zkouškách a sladění kotle s turbínou prošlo turbosoustrojí úspěšně jak zkušebním provozem, tak všemi ostatními kontraktem předepsanými testy. Garanční měření pak definitivně potvrdilo, že dodávka Doosan Škoda Power splňuje ve celém rozsahu podmínky pro předání stroje zákazníkovi.

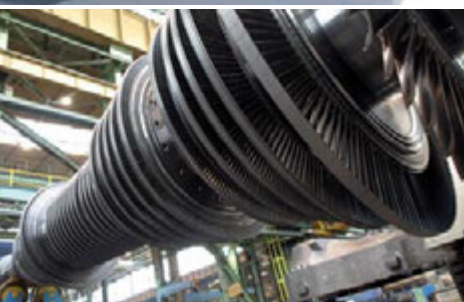
**Ing. Jiří Fiala,**  
ředitel Technického úseku,  
Doosan Škoda Power

#### **Turbines for the new coal energy unit in Kladno**

The implementation of the new K7 energy unit at the Kladno power plant is remarkable because a firm other than the semi-state owned energy group ČEZ also decided to undertake a relatively large energy source in our country. It was the Swiss firm ALPIQ which made this decision. It chose the Munich firm KAP ((Kraftanlagen Power Plants) to be the general contractor for this project. In terms of Doosan Škoda Power (DSPW), the turbine manufacturer, participation in this project began with the signing of a contract in summer 2010. In the first stage, only a team of engineers contributed to the contract because the customer needed to obtain all the permits for the start of construction so that it could then officially announce the validity of the full version and scope of the turbine contract at the end of 2010.

#### **Турбины для нового угольного блока в Кладно**

Реализация нового блока K7 электростанции на теплостанции Кладно является уникальным благодаря тому, что в нашей республике строительством сравнительно большого энергетического источника занялась не полугосударственная фирма ЧЕЗ, а швейцарская фирма ALPIQ. Эта фирма в качестве генерального поставщика выбрала мюнхенскую фирму KAP (Kraftanlagen Power Plants). С точки зрения фирмы Doosan Škoda Power (DSPW), производителя турбин, работа над проектом началась с подписания контракта летом 2010. На первом этапе в проекте принимала участие только группа инженеров, так как заказчик должен был получить все разрешения для начала строительства, и только после этого в конце 2010 года официально был в полном объеме подтвержден контракт на строительство турбины.



## Doosan Škoda Power

- Výrobce a dodavatel zařízení a služeb pro energetiku s více než stoletou tradicí výroby parních turbín vlastního designu
- Součást skupiny Doosan

## Nabízíme

**Optimální řešení projektů turbosoustrojí, turbínových ostrovů a strojoven parních turbín s parními turbínami 10 až 1200 MW vlastního designu v aplikacích pro:**

- Kombinované cykly s parními turbínami do 400 MW
- Průmysl do 250 MW
- Fosilní elektrárny včetně superkritických do 800 MW
- Jaderné elektrárny do 1200 MW
- Obnovitelné zdroje do 400 MW

## Komplexní služby pro naše zákazníky včetně

- Dlouhodobé údržby
- Modernizací/retrofitů zařízení vlastního designu i zařízení jiných výrobců

## Vybrané projekty v realizaci

- Modernizace nízkotlakových dílů turbín 2×1000 MW – JE Temelín
- Strojovna s parní turbínou 273 MW – PPC Počerady
- Modernizace vysokotlakových dílů parních turbín 4×262 MW cizího výrobce, JE Loviisa – Finsko
- Turbosoustrojí s parní turbínou ŠKODA 1×320 MW, PPC Hatay – Turecko
- Strojovny s parní turbínou 39 MW, teplárny Lund a Växjö – Švédsko
- Strojovna s parní turbínou 154 MW, teplárna Vartan – Švédsko
- 3×turbosoustrojí od 122 MW do 138 MW pro PPC, IEC – Israel
- Turbosoustrojí 200 MW, uhelná elektrárna Termotajasero – Kolumbie
- Turbosoustrojí 2×160 MW, uhelná elektrárna Paco – Panama
- Turbínový ostrov 160 MW, teplárna Stalowa Wola – Polsko
- Turbínový ostrov 44 MW, biomasa, Hamburger – Maďarsko
- Modernizace parní turbíny 160 MW cizího výrobce, biomasa, Gardanne – Francie