

# Realizační dokumentace jaderného ostrova pro projekt dostavby 3. a 4. bloku JE Mochovce

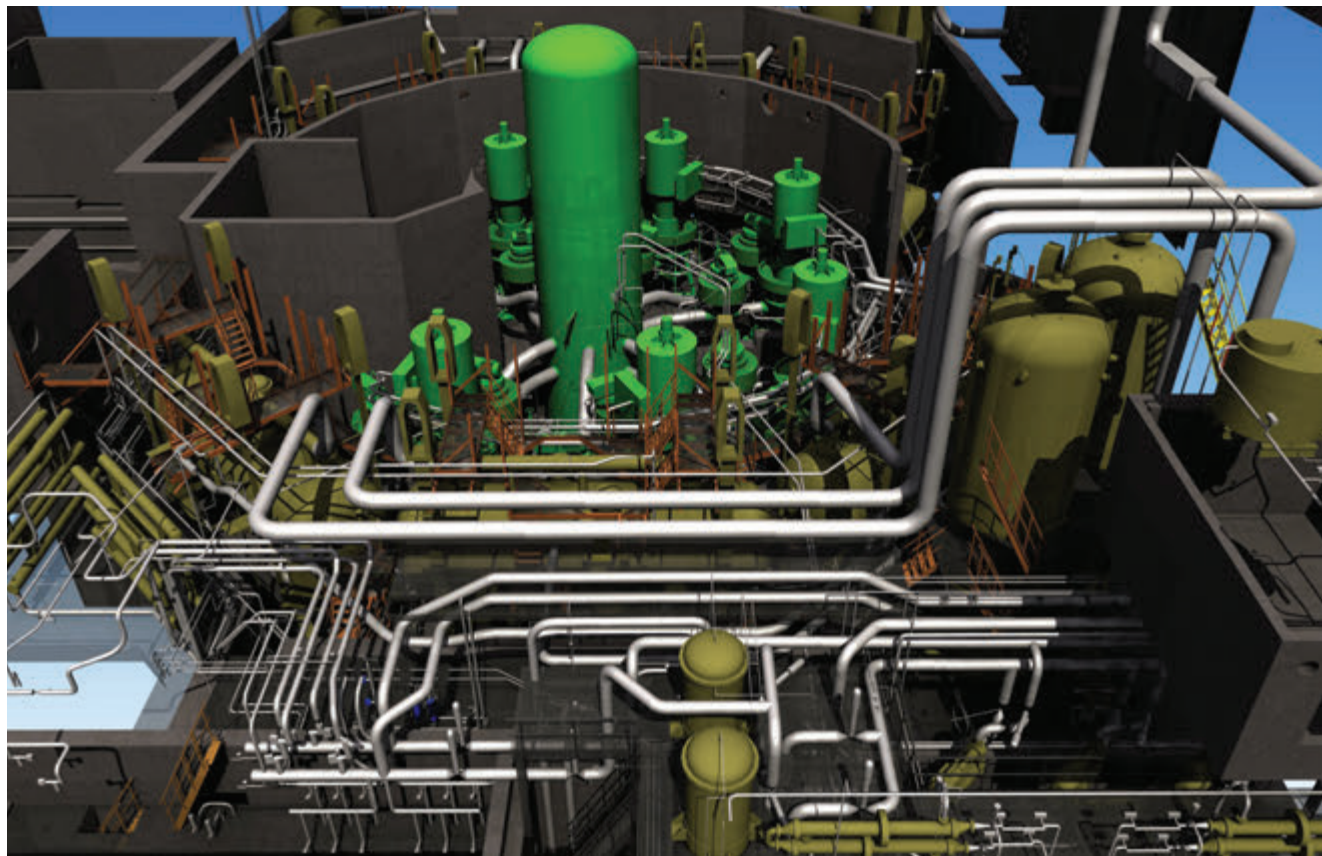
Klíčovou částí projekčních a inženýrských činností pro projekt výstavby elektrárny, zejména jaderné, je realizační dokumentace. Zhotovitelem 3D modelu a výkresové dokumentace potrubních systémů primárních okruhů je Tractebel Engineering a.s. (dříve Cheming, a.s.). Tato společnost je součástí skupiny GDF SUEZ, která vlastní a provozuje 2 jaderné elektrárny Doel a Tihange v oblasti Beneluxu. Zde čerpáme zkušenosti na projektech pro jadernou energetiku, které jsou realizovány společně s kolegy z Divize Nuclear v Belgii. Práce na projektu M034 byly pro zákazníka, společnost MODŘANY Power, a.s. (dříve Modřanská potrubní, a.s.), zahájeny v září 2009. Článek popisuje detailnější informace o rozsahu realizační dokumentace, koordinačních činností a současném stavu projektu z pohledu projektanta a 3D koordinátora. Detailní informace o rozsahu dodávky společnosti MODŘANY Power, a.s. jsou uvedeny v samostatném článku, viz. strana 59.

## Projektování

Podkladem realizační dokumentace byl Basic Design a technická dokumentace stávající stavby. Rozsah i forma realizační dokumentace je plně podřízena náročným metodickým požadavkům cílového zákazníka (Slovenské Elektrárne, a. s. resp. Enel) a současně rozšířena o informace výrobního charakteru s návazností na výrobní po-

Tractebel Engineering na projektu průběžně pracovalo až 30 specialistů různých inženýrských profesí - šlo výhradně o interní zaměstnance, kteří byli proškoleni podle standardů projektování a modelování v PDMS. Dalších až cca 30 specialistů společnosti MODŘANY Power se na projektu podílelo přípravou prováděcí, výrobní a montážní dokumentace a zpracováním pevnostních výpočtů.

- Etapa 5 – Dispoziční výkresy
  - Etapa 6 – Montážní izometrie
  - Etapa 7 – Podklady pro seznamy, specifikace a tabulky
  - Etapa 8 – Výrobně montážní dokumentace pomocných ocelových konstrukcí
  - Etapa 9 – Hydraulické výpočty
- Nejnáročnější bylo zpracování meziprofesionálních



Ukázka výstupu z programu Plant Design System (PDS) - 3D model

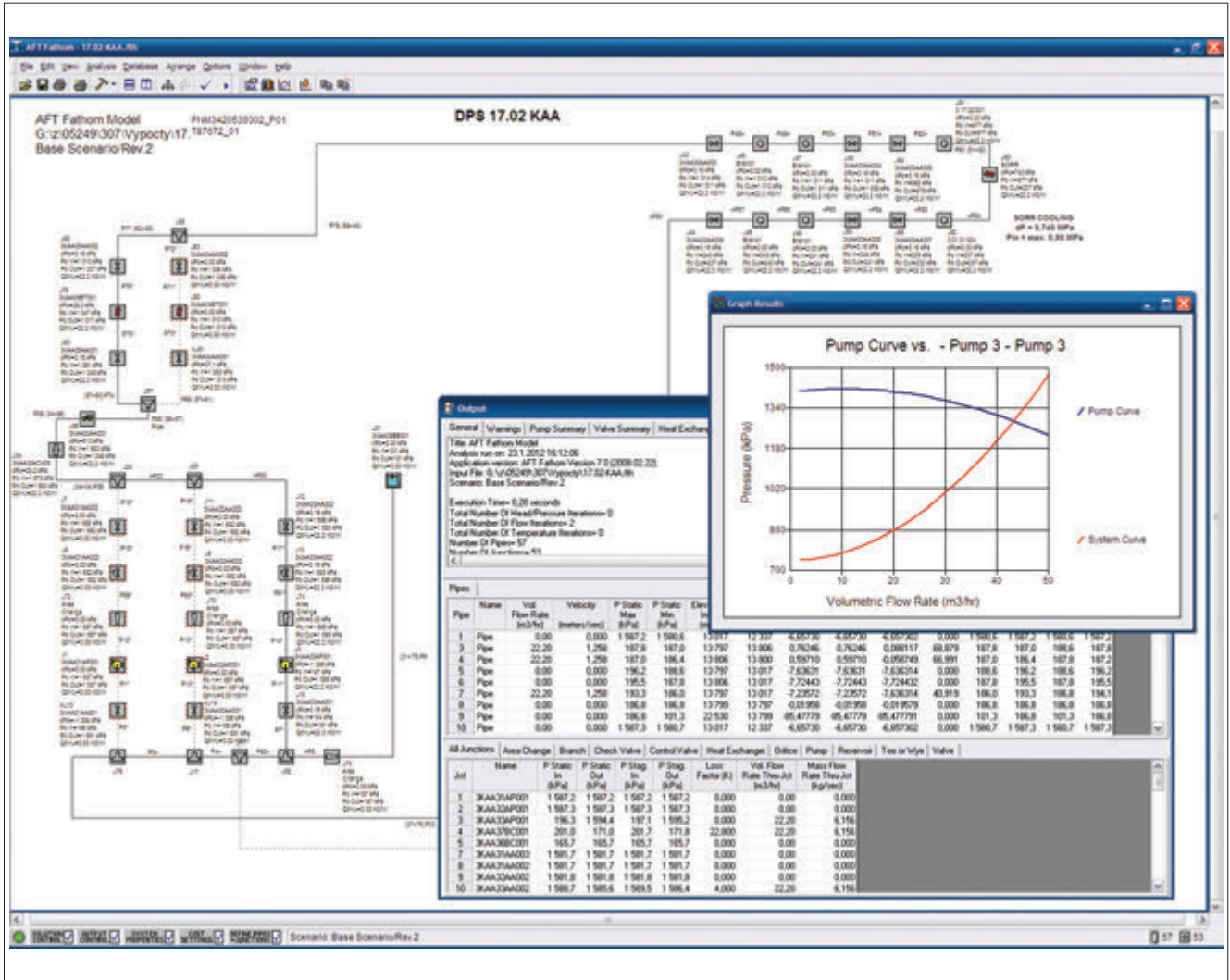
stupy, výrobní dokumentaci a procesy materiálového zabezpečení v dílnách Modřany Power. Dnes je již samozřejmostí zpracování 3D koordinačního modelu a dvojazyčné provedení (čj + aj) veškeré dokumentace.

Dokumentace je zpracovávána pro jednotlivé dílčí projektové systémy (DPS) – systém kompenzace objemu, spojovací potrubí a chladicí cirkulační okruhy. Pro představu o objemu prováděných prací je třeba zmínit, že ve společnosti

Projekt byl zpracován nejdříve pro blok 3 a v současné době končí práce na 4. bloku v následujících etapách, které jsou pro oba bloky shodné:

- Etapa 1 – Model technologické části stavby
- Etapa 2 – Data pro sestavení výpočtových modelů
- Etapa 3 – Podklady pro stavbu ve formě DPV
- Etapa 4 – Aktualizace modelu podle pevnostních výpočtů potrubí

podkladů, zejména stavebních, jak je uvedeno dále. Model technologické části stavby je zpracován v software Plant Design System (PDS). Součástí modelu jsou veškeré potrubní trasy, místa pro uložení potrubí, aparáty, armatury, kotevní desky a stávající stavební i ocelové konstrukce. Z důvodu dodávky nových technologií do stávající stavby nebylo jednoduché využít stávajících, zejména stavebních podkladů. Bylo nezbytné pracovat současně s více zdroji podkladů, tyto mezi sebou



Ukázka výstupu z programu AFT Fathom - hydraulické výpočty

porovnávat, výsledky těchto porovnání analyzovat a průběžně zpětně kontrolovat s výchozími podklady. Tam, kde vstupní podklady chyběly nebo nebyly dostatečně přesné, nastoupila opakovaně osobní prohlídka stávajících stavebních prostor s nezbytným laserovým doměřením.

Součástí modelu a jeho výstupů jsou montážní i výrobní svary odpovídající dílenské dokumentaci. Číslo jednou vydaných svarů musela zůstat beze změny v modelu a ve výstupních izometriích i v případě změny potrubní trasy. Jedním z mnoha výstupů byly potrubní izometrie, které jsou na žádost zákazníka převedeny z nativního formátu do formátu DWG. Tento požadavek vyžadoval detailní evidenci změn a obecně speciální práci s touto dokumentací při její následné údržbě s ohledem na změny potrubních tras.

V rámci 2. etapy byl proveden export dat z 3D modelu pro potřeby sestavení výpočtových modelů, prováděných ve společnosti MODŘANY Power. Výpočtový model v programu AutoPipe následně následně automaticky načel tvary celých potrubních uzlů a tím došlo k výrazné úspoře času při vytváření těchto komplexních modelů. Cílem výpočtů byla pevnostní kontrola počítaných větví, což v případě jaderné elektrárny znamená i zahrnutí seismického zatížení. Z výsledků

výpočtů byl aktualizován 3D model a následná dokumentace.

Podklady pro stavební část v požadovaném tvaru představují jednu z prachnějších částí projektu. Podklady pro stavbu byly ve výsledku předány ve formě cca 120 výkresů a současně obsahují tabulku (DPV4) se všemi prvky ovlivňujícími stavbu s jejich parametry. Tyto dokumenty zahrnují mimo jiné i kotevní místa technologických a pomocných ocelových konstrukcí (na kterých je uloženo potrubí), informace o potrubních průchodkách (hermetické, nehermetické) ve stěnách stavebních objektů a jiné. Každý takový prvek je v dokumentaci kompletně popsán svými prostorovými souřadnicemi, zatěžujícími silami a momenty ve všech osách a mnoha dalšími informacemi. Výstup je používán pro kontrolu dimenzování stavebních částí díla, což je zejména u zde uváděné primární části jaderného bloku důležité.

V rámci etapy 4 byl poté na základě výsledků optimalizace pevnostních výpočtů model aktualizován. To znamená, že prostorová geometrie počítaných potrubních tras, typy a vzdálenosti uložení byly zpracovány do 3D modelu a následně byla znovu provedena celková koordinace nového dispozičního řešení mezi jednotlivými systémy DPS.

Dispoziční výkresy i podklady pro seznamy a specifikaci jsou zpracovány podle zvyklostí obdobných projektů. Montážní izometrie jsou na základě specifického požadavku zákazníka ve formátu \*.dwg. Samozřejmostí jejich zpracování je v detailu nezbytném pro provedení finální montáže.

Pomocné ocelové konstrukce (POK) a stavební ocelová plošina v kobce A307 byly projektovány přímo formou výrobně montážní dokumentace. Dokumentaci POK můžeme opět zařadit mezi jednu z dalších velmi náročných částí tohoto projektu. Celkem za oba bloky bylo zpracováno cca 1 200 POK. Každá z nich má svůj vlastní výpočet, který zahrnuje výpočtový grafický model, všechny kombinace možného zatížení, průkaznou dokumentaci statické únosnosti, grafické zobrazení umožňující její výrobu včetně rozměrů, velikostí profilů a svarů, síly a momenty působící do navazující stavební konstrukce, náterovou plochu a výsledné zhodnocení. Pro zefektivnění prací byly POK rozděleny na typové a atypické, kde typové mohly být zpracovány po větších dávkách a tím znovu došlo k úspoře času a nákladů zákazníka.

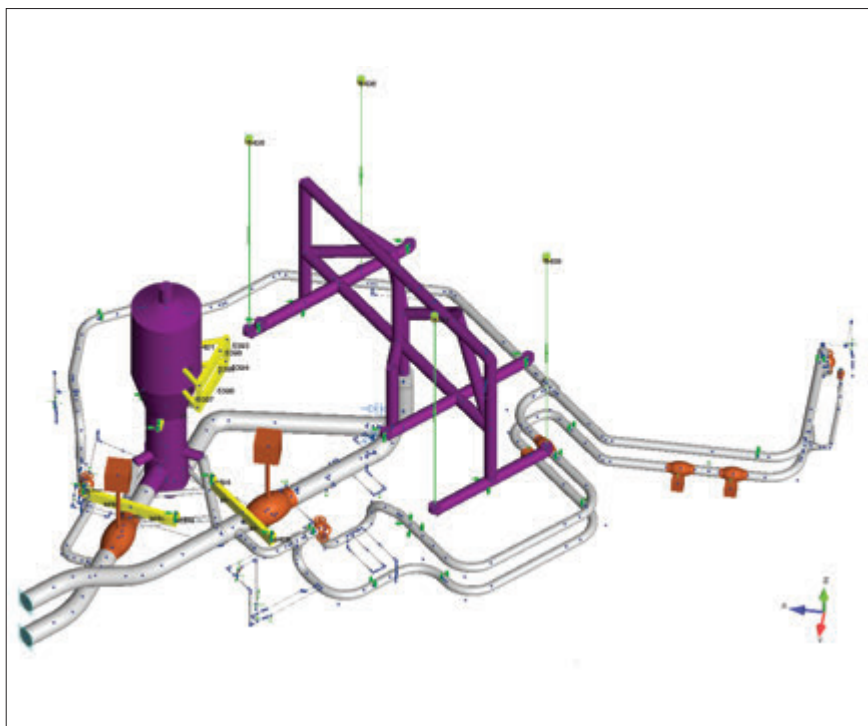
V rámci poslední etapy byly provedeny hydraulické výpočty s cílem ověřit přípustné potrubní



ztráty a určit tlaky a průtoky u vybraných potrubních systémů. Výpočty byly prováděny pomocí software společnosti Applied Flow Technology, a to konkrétně v programu AFT Fathom pro kapaliny a AFT Arrow pro plyny. Výpočet proudění je v těchto programech založen na Newton-Raphsonově iterační metodě a dalších mnoha patentovaných metodách vyvinutých společností AFT v průběhu řady let, které zvyšují rychlost a robustnost řešení. Samotný program se ovládá pomocí intuitivního grafického rozhraní, ve kterém je pomocí základních prvků simulován celý potrubní systém včetně čerpadel, armatur a dalších součástí.

Pomocí výpočtů byly ověřeny provozní stavy kompenzátoru objemu (dále KO), který je základním elementem systému kompenzace objemu a regulace tlaku v primárním okruhu (vstřik do KO z výtlačku hlavních cirkulačních čerpadel, dochlazování KO z výtlačku hlavních cirkulačních čerpadel, horký vstřik z výtlačku doplňovacích čerpadel, studený vstřik z výtlačku doplňovacích čerpadel), dále výpočet průtoku při odpouštění z barbotážní nádrže do nádrže organizovaných úniků. Byly spočteny tlakové ztráty při produkci páry z parogenerátoru a ověřeno jeho normální napájení a superhavarijní napájení. Současně byl ověřen systém vloženého okruhu chlazení hlavních cirkulačních čerpadel, který zajišťuje chlazení důležitých technologických zařízení reaktorovny, která přicházejí do styku s radioaktivními látkami, systém vloženého okruhu chlazení pohonů systému řízení a ochrany reaktoru a systém technické vody důležité k chlazení obou vložených okruhů.

Poznatky ze všech etap projektování na 3. bloku se průběžně zapracovávaly do rozpracovaného modelu a vznikající dokumentace bloku č. 4 tak, aby se zkrátila časová náročnost a práce byla efektivní. Příkladem mohou být změny potrubních tras provedené na základě výsledků ze zpracování pevnostních výpočtů v jednotlivých systémech. Je nezbytné uvést, že využitelnost zrcadlení projektu mezi jednotlivými bloky nebyla taková, jako kdyby se jednalo o výstavbu nových bloků na zelené louce.



Ukázka výstupu z programu AutoPIPE -pevnostní výpočty potrubí

#### Současný stav

V současné době jsou plně dokončeny práce na dokumentaci 3. bloku a probíhají dokončovací práce na dokumentaci 4. bloku (přepočty POK a zapracování posledních připomínek zákazníka).

#### Závěr

Zkušenosti získané ze zpracování realizační dokumentace jaderné elektrárny Mochovce zahrnující přímou koordinaci všech prací mezi modelem 3D a výrobními dílnami zákazníka, jsou projektanty a techniky společnosti Tractebel Engineering využívány i na další energetické projekty jak v rámci investiční výstavby ČEZ, tak interně v rámci nadnárodní skupiny GDF SUEZ. Špičkové softwarové programy využívané naší společností jako PDS a PDMS jsou dnes již

standardním nástrojem pro koordinaci větších investičních akcí v energetice, plynu i v chemickém a petrochemickém průmyslu. Profesionální zvládnutí těchto nástrojů na realizovaných projektech nám umožňuje nabízet vyšší kvalitu, produktivitu i komplexnost projekčních a inženýrských služeb.

**Ing. Roman Velechovský,**  
vedoucí sekce potrubí,  
**Ing. Václav Taubr,**  
ředitel BU - Energy,  
Tractebel Engineering a.s.

**TRACTEBEL Engineering**  
GDF SUEZ

#### Implementation documentation of the nuclear island for the project for completion of the 3rd and 4th unit of JE Mochovce

The key part of the project and engineering activities for the project of the construction of the power plant, in particular the nuclear part, is the implementation documentation. The producer of the 3D model and the drawing documentation for the piping systems used in the primary circuits is Tractebel Engineering a.s. (formerly Cheming, a.s.). This company is part of the GDF SUEZ Group, which owns and operates two nuclear power plants - Doel and Tihange in Benelux. The experience gained from nuclear power engineering projects are used which are implemented together with colleagues from the Nuclear Division in Belgium. Work on the Mochovce project started for the client, MODŘANY Power, a.s. (formerly Modřanská potrubní, a.s.), in September 2009. The article describes in detail the scope of the implementation documentation, coordination activities and the current status of the project from the viewpoint of the designer and 3D coordinator. Detailed information about the scope of deliveries for MODŘANY Power, a.s. is contained in a separate article, see page 59.

#### Подготовка документации ядерного острова для проекта достройки 3 и 4 блоков АЭС Моховце

Ключевой частью проектных и инженерных работ для проекта строительства электростанции, особенно атомной, является подготовка документации. Изготовителем 3D-модели и чертежной документации трубопроводных систем первичного контура является акционерное общество «Tractebel Engineering» (ранее «Cheming, a.s.»). Это общество входит в группу «GDF SUEZ», которая является собственником и эксплуатирует две атомные электростанции Doel и Tihange в области Бенелюкса. Здесь можно получить необходимый опыт работы над проектами для атомной энергетики, которые реализовываются совместно с коллегами из отдела Nuclear в Бельгии. Работы над проектом Моховце были для заказчика – акционерного общества «MODŘANY Power» (ранее «Modřanská potrubní») – были начаты в сентябре 2009 года. Статья даёт более детальную информацию о размерах реализованной документации, координации и состоянии проекта на данный момент, с точки зрения проектанта и 3D-координатора. Подробная информация о размерах поставок общества «MODŘANY Power» приведена в отдельной статье (См. стр. 59)

# VÍC NEŽ JEN ZNALOSTI

Znalosti jsou naší silnou stránkou, ale nemyslíme si, že to stačí. Nad to stavíme partnerství opřené o kvalitu vzájemných vztahů se zákazníky. Tyto vztahy jsou založeny na naslouchání, důvěře a otevřené výměně názorů. Bez nadšení a porozumění není možné realizovat žádný velký projekt.

S více než 3300 zaměstnanci po celém světě patří Tractebel Engineering k největším evropským inženýrským společnostem.

Nabízíme vyspělá a komplexní řešení v oblastech klasické i jaderné energetiky, plynu, průmyslu a infrastruktury pro zákazníky z veřejného a soukromého sektoru.

**Tractebel Engineering a.s.**

Pernerova 168 - 531 54 Pardubice - Česká Republika

[www.tractebel-engineering-gdfsuez.com](http://www.tractebel-engineering-gdfsuez.com)