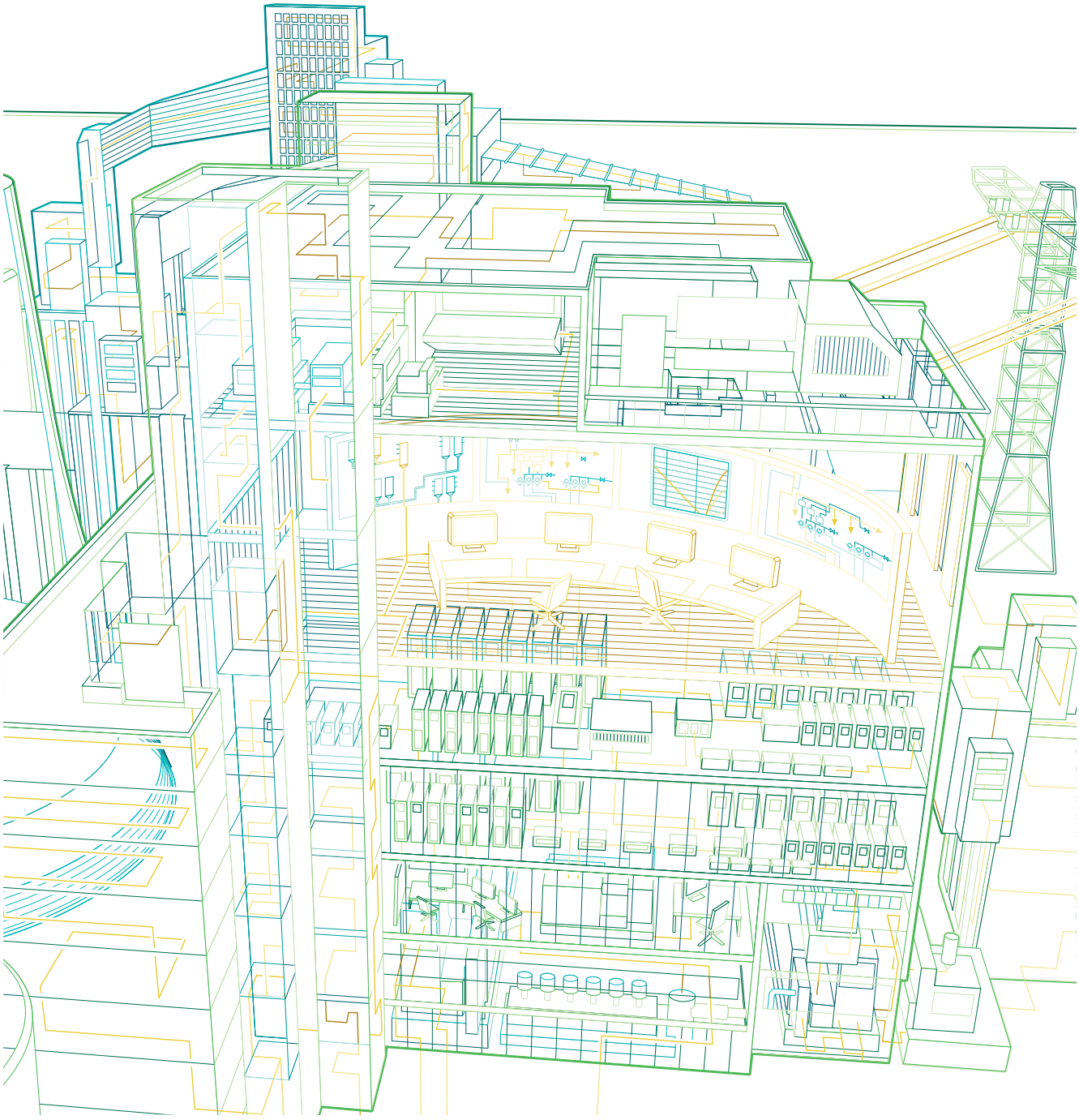
Dodávky ABB pro vyšší efektivitu, spolehlivost a výkon kladenské elektrárny

Řešení, kterým se na projektu podílelo ABB, obsahovalo kompletní dodávku elektro zařízení EBoP (Electrical Balance of Plant), polní instrumentace a řídicího systému 800xA. Činnosti, které tým ABB v rámci projektu zajišťoval, obsahovaly projekční aktivity, dodávky a instalaci zařízení, zkoušky, uvedení do provozu, dokumentaci a zaškolení obsluhy pro níže uvedené a detailněji představené části nového bloku K7.



Ilusturační foto řídícího centra elektrárny - zdroj fotobanka ABB

Cílem projektu K7 bylo nejen zvýšit výkon kladenské elektrárny o 135 megawatt elektrické energie a 105 MW tepelné energie, ale také zajistit, aby provoz byl maximálně rentabilní, ekonomicky efektivní, bezpečný, spolehlivý a aby splňoval emisní limity Evropské unie, které vejdou v platnost od 1. ledna 2016.

Společnost ABB reagovala na tyto požadavky řešením, které maximální měrou využilo jak inženýrské zdroje, znalosti, zkušenosti, tak i produktové portfolio ABB v energetickém sektoru, a umožnilo tak zákazníkovi realizovat efektivní optimalizaci a automatizaci provozu a dosáhnout vytčených cílů.

Popis jednotlivých částí řešení:

- **Vyvedení výkonu elektrárny.**
- **Vlastní spotřeba elektrárny.**
- **Řídicí systém.**
- **Polní instrumentace.**
- **Osvětlení, uzemnění a bezpečnostní systémy.**

Vyvedení výkonu elektrárny

Výkon generátoru nového bloku je vyveden pomocí izolovaných vodičů přes generátorový vypínač typu HECS-80S a blokový transformátor o jmenovitém výkonu 169 MVA do stávající zapouzdřené rozvodny 110 kV, která byla upravena, aby umožnila vyvedení výkonu nového bloku. V rámci úprav rozvodny 110 kV byl rozšířen i systém řízení VVN MicroScada. Všechny tyto klíčové komponenty byly vyrobeny závody ABB.

Mezi blokovým transformátorem a vlastním polem byl instalován unikátní Ripple filtr skládající se z transformátoru a kondenzátoru (viz dále).

Vlastní spotřeba elektrárny

Vlastní spotřeba elektrárny je napájena odbočkovým transformátorem (15/6,3 kV, 33 MVA) a rezervním transformátorem (35/6,3 kV, 33 MVA). Sekundární strany transformátorů jsou připojeny do čtveřice vysokonapěťových rozvoden ABB typu UNIGEAR ZS1. Automatické záskoky a bezpauzové přepínání mezi VN rozvodnami je zajištěno samostatným automatem PLC, který spolupracuje s jednotlivými terminály REF6xx polí rozvoden VN. Vývody VN rozvoden napájí distribuční transformátory VN/NN a velké vysokonapěťové pohony, které jsou řízeny ABB frekvenčními měniči ACS800, ACS1013 a ACS6107. Energii pro pohony a zařízení 400 V zajišťuje soustava úsekových a podružných rozvoden NN s komponentovou náplní ABB. Zárukou nepřerušovaného napájení spotřebičů jsou implementované UPS systémy a dieselgenerátor o výkonu 1 860 kVA. Součástí dodávky ABB byla i kompletní kabelová síť, zahrnující VN a NN kabeláž a strukturovanou kabeláž o celkové délce cca 700 km, která je instalována na nosných kabelových systémech firmy OBO Bettermann.

Osvětlení, uzemnění a bezpečnostní systémy

ABB dodalo kompletní systém normálního, záložního a nouzového osvětlení vnitřních a venkovních prostor nového bloku. Nová zařízení byla připojena na uzemňovací síť instalovanou stavebním dodavatelem. Signalizace, zabezpečovací a požární technologie byla zajištěna subdodavatelsky firmou Colsys Praha na vyspělé platformě Bosch.

Řídicí systém

O řízení celé elektrárny se stará ABB distribuovaný řídicí systém (DCS) 800xA. Vzhledem k jeho nasazení na předchozích blocích K3 až K6 byl pro K7 zvolen stejný systém, aby byla zajištěna plná kompatibilita řízení. Toto řešení navíc zákazníkovi umožňuje v budoucnu sjednotit dispečink elektrárny. Mezi nejdůležitější řízené technologie patří fluidní kotel, parní turbína, napájecí čerpadla, chlazení, doprava uhlí a popela, výměníkové stanice a prostřednictvím komunikace IEC 61850 i systém VN rozvoden. Kromě řízení jednotlivých technologií je DCS zodpovědný i za jejich vzájemnou koordinaci a komunikaci se zařízeními třetích stran (black box). Zvláště významná je součinnost výkonových regulací kotle a turbíny. Řídicí systém turbíny dodalo ABB a uvedlo do provozu pro firmu Doosan Škoda Power - dodavatele turbíny. Díky shodné a osvědčené platformě bylo propojení bezproblémové.

Polní instrumentace

ABB také dodalo pro část vody-páry této elektrárny snímače polní instrumentace (snímače hladiny, tlaku, průtoku, teploty), z nichž bylo v maximálně možné míře využito širokého portfolia produktů ABB.

Technické výzvy a přínosy projektu

Projekt postavil ABB před nutnost vyřešit řadu náročných úkolů. Základem bylo stanovení správné koncepce projektového vedení. V případě ABB se projektového řízení ujali zkušení manažeři s rozsáhlými zkušenostmi, schopní efektivně koordinovat veškeré práce a dodávky i zrealizovat projekt včas a při dodržení stanoveného rozpočtu.

Vzhledem k tomu, že výstavba probíhala za plného provozu stávajících bloků, bylo rovněž nutné minimalizovat rizika plynoucí z odstavení stávajících provozů z důvodů prací na novém bloku. Dále bylo třeba technicky vyřešit propojení rozvoden stávající elektrárny s rozvodnami nového bloku, které však bylo možné zrealizovat až po zajištění komunikace mezi řídicími systémy různých částí technologie, které byly dodávány v různých časových obdobích (byť na jedné ABB platformě).

Náročnost projektu spočívala i v jeho komplexním mezinárodním charakteru. Projektu se účastnila vedle českých dodavatelů také řada dodavatelů ze zahraničí (zákazník a generální dodavatel z Německa, kotel z Finska).

Z pohledu napěťových úrovní projekt zahrnoval dodávky od 110 kV, přes dodávky rozvoden vysokého napětí 6 kV, 15 kV, 35 kV a nízkého napětí 400 V až po požární signalizaci a telefonní ústředny na malém napětí do 50 V.

V průběhu projektu se musel realizační tým vyrovnat s řadou specifických technických požadavků a byly aplikovány některé nové postupy a řešení, které povýšily technickou úroveň nové elektrárny. Mezi nejdůležitější patří:

- Omezení zapínacího proudu

Pro omezení možného zapínacího magnetického proudu blokového transformátoru 169 MVA a následného vlivu na soustavu 110 kV bylo v poli zapouzdřené rozvodny instalováno zařízení ABB pro synchronizované spínání pod názvem SwitchSync. Tento vypínač vypíná nebo zapíná každý pól zvlášť, a to v okamžiku, kdy proud prochází nulou. Z tohoto důvodu byla nutná výměna třípólového pohonu za tři jednopólové pohony ve vypínači 110 kV v poli zapouzdřené rozvodny.

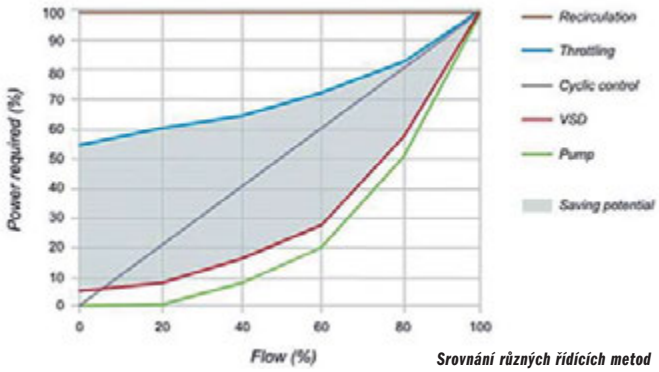
Vyvedení výkonu elektrárny

• Ripple filtr

Elektrárna je vybavena tzv. Ripple filtrem (frekvenční zádrží), který byl instalován mezi blokovým transformátorem a polem zapouzdřené rozvodny 110 kV. Filtr funguje jako paralelní rezonanční obvod naladěný až na frekvenci 216 2/3 Hz. Pro signál HDO představuje filtr HDO překážku (vysoká impedance), na druhé straně pro signál 50 Hz má filtr poměrně malou impedanci a chová se jako malý reaktor. Tímto řešením byla zajištěna kvalita signálu HDO v distribuční síti 110 kV. Toto unikátní řešení vyvinulo ABB ve spolupráci se společností EGÚ Brno.

• Frekvenční měniče

Využití frekvenčních měničů pro ovládání motorů umožnilo snížit vlastní spotřebu bloku až o 50 % oproti konvenčnímu řešení (viz graf), a navíc snížily zkratové proudy vysokonapěťových rozvoden z původních 40 kA na 31,5 kA.



Srovnání různých řídících metod

Legenda: Šedá plocha v grafu představuje potenciál úspor díky nasazení frekvenčních měničů (Variable Speed Drives) ve srovnání s konvenčními řídicími metodami

• Kybernetická bezpečnost

Při návrhu systémů řízení a elektrických zařízení byl kladen velký důraz na kybernetickou bezpečnost. Stávající bloky včetně nového bloku K7 prošly auditem kybernetické bezpečnosti ABB nazývaným „Finger Print“, který je zaměřen na vyhledávání možných bezpečnostních rizik a jejich eliminaci. Kybernetická bezpečnost elektrárny je rozdělena do několika rovin:

- Fyzická rovina: zahrnuje oddělení PC a serverů (umístění v monitorované místnosti); systém a pravidla vstupů.
- Softwarová rovina: softwarové zabezpečení sítě zahrnuje pravidelnou aktualizaci antivirů, group policy a přístupová práva.
- Síťová rovina: zahrnuje zabezpečení sítě a oddělení technologické sítě od intranetu a internetu.
- Technologická rovina: instalované ochrany a servery jsou testovány a odolné proti magnetickému rušení (EMC kompatibilita); kabeláž je provedena tak, aby eliminovala rušení.

• Terminály ochran a VN rozvoden

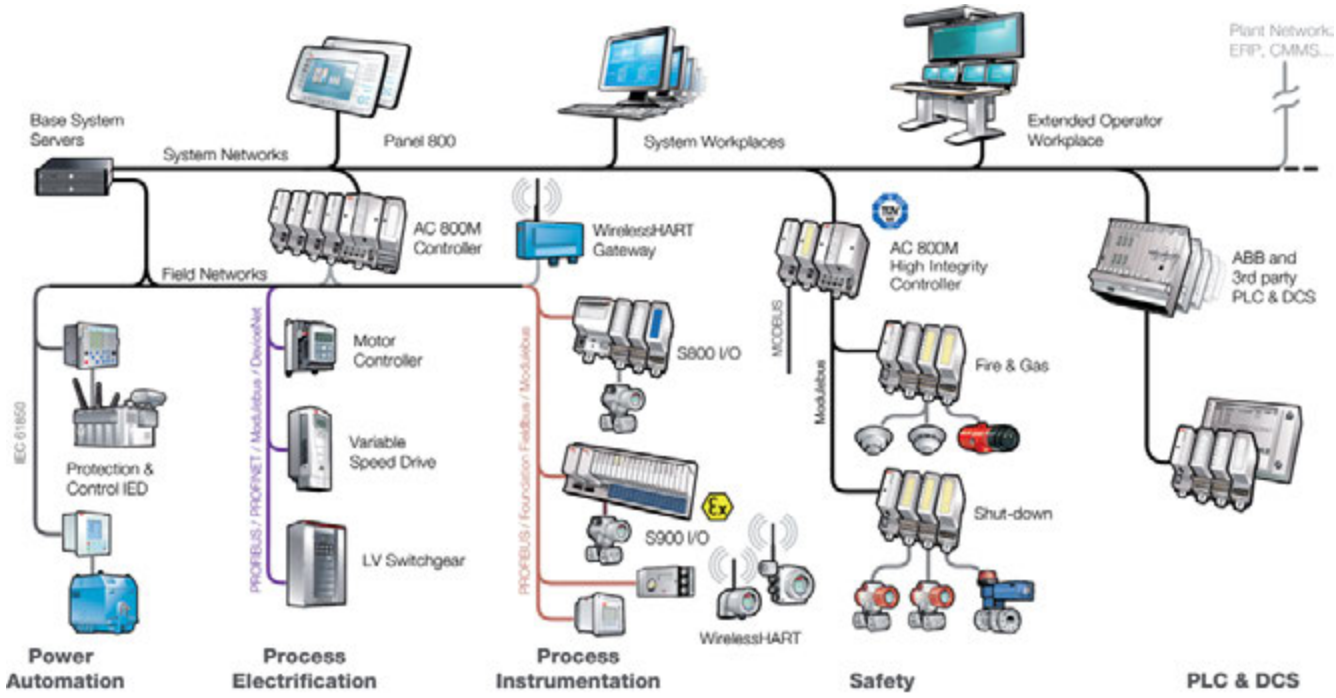
ABB terminály vysokonapěťových rozvoden a chránění bloku řady REF jsou vybaveny rozhraním standardu IEC61850, které zajišťuje horizontální komunikaci mezi terminály ochran a po vertikální komunikaci potom předává informace do nadřazeného systému a přijímá povely od operátora. Aby byla komunikace odolná proti rušení, jsou použity výhradně optické kabely. Propojení IEC 61850 do ABB řídicího systému proběhlo bezproblémově, tzv. na „první pokus“.

• Řídící jednotky motorů

Rozvodny nízkého napětí vlastní spotřeby bloku mají instalovány jednotky UMC100 pro řízení motorů. Ty jsou přes rozhraní komunikace typu Profibus DP propojeny s nadřazeným řídicím systémem. Toto řešení přináší zásadní úsporu signálové kabeláže i její montáže, posouvá úroveň rozhodování blíže k technologii a zkracuje dobu uvádění do provozu.

• Monitorovací a diagnostické centrum

Ze svého portfolia výrobků dodalo ABB i monitorovací a diagnostické prvky pro vybrané točivé stroje. Vibrační moduly řady MCM800 jsou plně integrované do řídicího systému AC800M.



Architektura řídicího systému

Pohled na podružné rozváděče NN

Přínosy systému 800xA

Jak už bylo uvedeno dříve v textu, součástí dodávky ABB byl rovněž řídicí systém 800xA, který představuje špičku ve svém oboru. Zákazníkům přináší možnosti zvyšování a zefektivnění výkonu tím, že jim zajišťuje rychlý přístup ke kritickým datům. Nastavení systému navíc zákazníkům umožňuje průběžnou migraci na vyšší úrovně, a nabízí tak maximální efektivitu vložených investic.

Zvýšení výkonu umožňují níže uvedené integrované funkce systému 800xA:

- Operátorské rozhraní

Systém nabízí komplexní sadu operátorských funkcí, která zahrnuje reálné grafické znázornění výrobního procesu za použití standardních panelů, vynikající možnosti analýzy trendů i inteligentního zpracování alarmů a událostí. Komplexní funkce zjednodušují a urychlují zásahy operátorů a napomáhají zvýšení spolehlivosti provozu.

- Integrace rozvoden do řídicího systému

Díky komunikačnímu standardu IEC 61850 jsou elektrické terminály a ochrany vlastní spotřeby propojeny přímo s hlavním řídicím systémem. To umožňuje úplný on-line monitoring informací z rozvoden vlastní spotřeby, efektivní ovládání pohonů vysokého napětí a jednotnou správu alarmů z technologie a rozvoden. Okamžitý přístup k informacím představuje současný standard pro efektivní řízení klíčových technologií elektrárenského bloku K7.

- Projektování a programování

Integrované vývojové prostředí účinně podporuje celý cyklus projektu automatizace, od plánování, konfiguraci a správu knihoven, až do uvedení do provozu a provozu samotného s cílem optimalizace nákladů.

Průběh projektu

ABB se podílelo na úvodních fázích projektu zpracováním rozpočtových nabídek na část elektro a řízení již od roku 2009.

Řada obchodních i technických jednání vyústila v podpis kontraktu v celkové hodnotě 20 milionů euro v polovině roku 2011.

Dodávky na stavbu začaly v první polovině roku 2012 a od června 2013 probíhaly horké zkoušky, které od září 2013 přešly ve zkušební provoz bloku.

Celková délka trvání projektu dosáhla 30 měsíců. Na dodávkách a službách tohoto komplexního projektu, které ABB dodávalo formou „na klíč“, se kromě jednotek ABB podílela i řada dalších subdodavatelů, ať už zahraničních či domácích.

Mezi hlavní subdodavatele patřily zejména níže uvedené společnosti:

- Cofely - montážní práce
- Colsys - bezpečnostní systémy
- Kirsch - dieselgenerátor
- OBO Bettermann - kabelové nosné systémy

Návaznost na předchozí projekty

Úspěšný projekt výstavby bloku K7 navázal na předchozí spolupráci, kdy společnost ABB dodávala obdobná řešení pro tři jednotky elektrárny Kladno I, postavené v letech 1998 a 2000 (K3, K5 a K6).

Tyto dodávky obsahovaly distribuované systémy řízení, řízení turbín, přístrojovou techniku a systémy pro manipulaci s uhlím a popelem. Kromě toho ABB rovněž zajišťovala servis v průběhu celého životního cyklu dodaných produktů.

„Za úspěšným provedením a včasným dokončením zakázky stojí zhruba 50členný tým odborníků ABB,” řekl Zdeněk Vávra (na snímku), ředitel jednotky Power Generation ABB ČR.

„Postavit kompletně novou stavbu za chodu stávající elektrárny, navíc v ambiciózním termínu a v nejvyšším technologickém standardu, pro nás bylo obrovskou výzvou. Mohli jsme ukázat, že umíme navrhnout efektivní řešení, které umožní zvýšení výkonu a současně zajistí snížení dopadů na životní prostředí. Získané zkušenosti bude tým moci plně využít při realizaci dalších aktuálních projektů na klíč, např. pro elektrárny na Ukrajině, v Rusku a Turecku,” dodal Zdeněk Vávra.

Autoři článku: Ing. Zdeněk Vávra a Ing. Martin Hájek, ABB ČR Power Generation

ABB deliveries for greater efficiency, reliability and output of the Kladno power plant

The solution that ABB contributed to the project contained a complete delivery of EBoP (Electrical Balance of Plant) electrical equipment, field instruments and control system 800xA. The work that the ABB provided for the project involved design activities, delivery and installation of equipment, tests, commissioning, documentation and training of the operating staff for the parts of the new K7 unit as stated and presented in detail below.

Поставки ABB для повышения эффективности, надежности и мощности кладенской электростанции

Постави, которыми фирма ABB принимала участие в проекте, включали в себя комплексную поставку электрооборудования EBoP (Electrical Balance of Plant), инструментацию и управляющую систему 800XA. Деятельность, которую фирма ABB в рамках проекта обеспечивала, включала проектирование, поставку и инсталяцию оборудования, тесты, пуск в эксплуатацию, подготовку документации и обучение персонала для работы на новом блоке K7.