

II. etapa výstavby budov pro nový zdroj

Výstavba budov nového zdroje v Ledvicích realizovaná pro generálního dodavatele projektu, společnost ŠKODA PRAHA Invest s.r.o. firmou METROSTAV a.s. se přehoupala do své II. etapy. I. etapa začala v lednu 2009 a skončila 15. ledna 2010 předáním staveniště a stavební připravenosti pro dodavatele kotelny a strojovny, dokončením hrubé stavby dozorny a zasypáním potrubí chladicí vody. II. fáze je ve znamení dokončování TZB (technologie zabezpečení budov), zejména vzduchotechniky, stabilních a plynových zhášecích zařízení, zařízení odtahu kouře apod. Dále jsou předávány stavební připravenosti ve strojovně a mezistrojovně pro dodavatele technologií, v rozvodnách mezistrojovny pro dodavatele elektro a v dozorně pro dodavatele řídicího systému a komunikačních systémů. Největší důraz byl kladen na dokončení železobetonového základu pro stolici turbogenerátoru (TG) po montáži kondenzátorů, jako i na připravenost pro osazení generátoru a zahájení montáže turbíny. Neméně důležité je dokončení jednotlivých prostor strojovny a mezistrojovny, provádění opláštění schodišťových věží v koordinaci s dodavatelem kotelny, vybudování stanoviště transformátorů včetně vnějšího kolejiště v návaznosti na ostatní balíčky a zejména kompletní stavební dokončení velínu dozorny pro přípravu zařízení nábytkem a instalování pracovišť pro technologie řízení a sledování elektrárny. V článku je popsáno další působení společnosti Metrostav na novém zdroji.

Stolice turbogenerátoru

Ve strojovně se nachází železobetonová stolice pro turbogenerátor (TG). Základ tvoří velkopřůměrové vrtané piloty, deska dilatovaná od základové desky strojovny, 21 sloupů výšky 15 m a masivní základ. Ten je volně ložený na pružinových izolátorech GERB. Základ musí přenést všechna statická a dynamická zatížení, která se vyskytnou během montáže a za provozu (první mezní stav). Základním kritériem druhého mezního stavu je přípustná úroveň vibrací za provozu. Pro betonáž stolice byly použity betony s odolností proti smršťovacím trhlinám. Receptura betonové směsi byla zvolena, tak aby byl co nejmenší vývin hydratačního tepla a minimální přetvoření. Ve spolupráci s dodavatelem betonu byly navrženy receptury, které byly zkoušeny průkaznými laboratorními zkouškami a následně ověřeny při betonáži konstrukce základové desky stolice TG.

Základní údaje k hlavní IV. části základu TG:

Masivní konstrukce o rozměrech (15,4 × 55,3 × 4) m, částečně z těžkého betonu (3 350 kg/m³), v množství 1 850 m³, 300 tun výztuže uložená na 142 pružinových izolátorech GERB. Hlavní betonáž 1 700 m³ proběhla v průběhu osmi dní. Součástí základu TG je systém laditelných příčníků, který je první svého druhu v ČR. Jde o prototyp, který se svými dynamickými vlastnostmi blíží základu, jaký má Jaderná elektrárna Temelín. Zásadní koncepční změnou je podepření příčníků horní základové desky pružnými a tlumícími prvky v místech pod ložiskovými stojany, takže přenos svislých sil do spodní konstrukce je zajištěn přímo bez nároků na ohyb příčníků. Hmotnost příčníků je zvětšena tzv. těžkým betonem. K zachování tuhosti slouží svislá dilatační spára, která umožňuje stahování příčnicku pomocí speciálního mechanismu vytvořeného na míru. Přitažením se bude zvyšovat tuhost příčníků, takže se zapojí větší výška jejich průřezu a tímto způsobem bude možné celou konstrukci frekvenčně ladit, tj. masivní konstrukce příčníků se stanou kompaktnějšími a dochází ke změně amplitudy kmitů při samotném provozu turbogenerátoru.

Bednění

Z důvodu osazených kondenzátorů bylo při betonáži vynechány podélníky využito zavěšeného bednění. Pro provedení horní desky stolice TG bylo nutné zřídit těžkou pracovní podlahu v celém půdorysu základu do výše 11 m. Pro bednění



Aktuální fotografie budov hlavního výrobního bloku



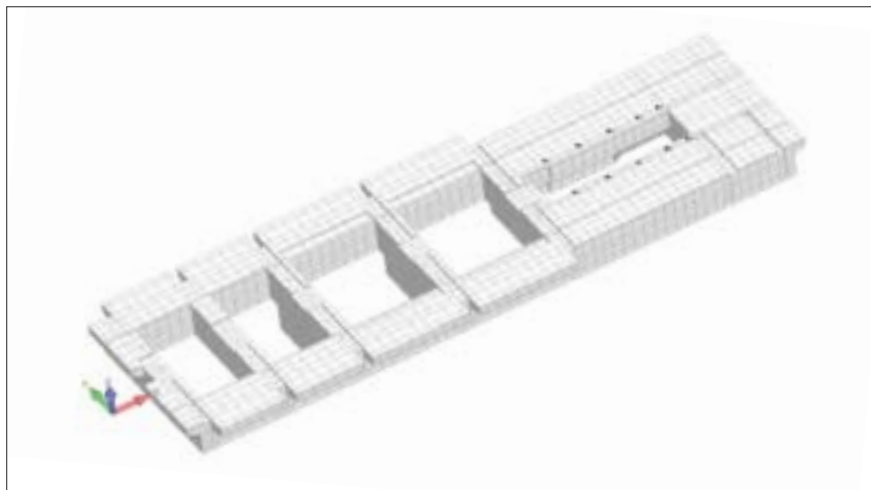
Snímek dokončené stavební připravenosti strojovny (+15,5 m). Dodavateli technologie byla strojovna předána s osazeným generátorem

svislých konstrukcí se použilo systémové rámové bednění a na vodorovné plochy bylo aplikováno podpěrné systémové nosníkové bednění. Složitější části konstrukce a drobné plochy byly bedněny klasicky pomocí překližek, dřevěných hranolů a fošen. Podpěrnou konstrukci horního rámu tvořily stojky, podpěrné věže a prostorové lešení podle návrhu statika. Z důvodu velkých zatížení během betonáže bylo nutné podepřít

bednění v celém půdorysu i suterén až na základovou desku. Z důvodů stability a tvaru bylo bednění v místech, kde to nebylo možné jinak zajištěno, spojováno a jištěno přímo k armatuře.

Hlavní betonáž

Provedly se tři vodorovné pracovní spáry po 1,3 m (každá vrstva cca 600 m³ betonu), pracovaly dvě pracovní čety, beton dopravovala dvě



Axonometrický tvar IV. části základu turbogenerátoru Elektrárny Ledvice



Obrázek poloviny příčniku s osazenými chráničkami pro svorník, provedení z těžkého betonu



Obrázek zavěšeného bednění při dokončení vynechaných podélníků z důvodů osazování kondenzátorů

čerpadla betonových směsí. Byly použity dva druhy betonů ze dvou betonárek. Připravena byla ještě záložní betonárka pro případ jakéhokoliv výpadku. Doba uložení 600 m³ do jedné vrstvy trvala zhruba osm hodin. Svislé pracovní spáry nebyly přípustné. Z důvodu členitosti základu, množství výztuže a zámečnických prvků, proběhla 2 až 3 dny technologická přestávka mezi betonážemi. Požadavek na postupné chladnutí konstrukce byl vyřešen překrytím bednění a horního povrchu základu tepelnou izolací po dobu jednoho měsíce a ponechání konstrukce v bednění po dobu dvou měsíců. Chladnutí bylo měřeno 12 teplotními čidly rozmístěnými v různých výškách a polohách základu. Realizovaly se zkoušky konzistence a měření teploty každého autodomíchávače. Pro dodržení předepsané teploty betonové směsi 20 °C ve vysokých venkovních teplotách byla provedena následující opatření:

- začátek betonáže kolem půlnoci,
- zakrytí kameniva a písku,
- průběžné kropení kameniva, sil s popílkem a cementem,
- kropení autodomíchávačů,
- ventilátory pro chlazení písku,
- suchý led pro chlazení vody v nádržích.

Dynamická zkouška před montáží turbosoustrojí

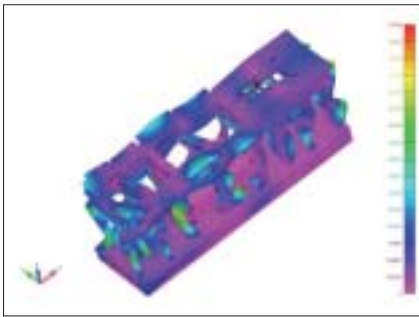
Provádí se kvůli ověření nového základu před uvedením do provozu s cílem identifikace skutečných dynamických vlastností odpružené základové desky. Porovnaly se výsledky měření s teoretickými výpočty návrhu a ověřila se celistvost stavební konstrukce. Dále bylo provedeno ověření funkce laditelných prvků základu dělených příčnicí tak, že základ TG byl rozkmitán mechanickým budičem vibrací, přičemž se měřila jeho dynamická odezva. Dynamická zkouška proběhla s osazeným generátorem a aretovanými pružicími elementy. Maximální odstředivá síla budiče byla 26 830 N při 3 300 ot/min. s frekvenčním rozsahem 35 Hz až 55 Hz. Měření odezvy se odečítalo na 167 bodech. Další část zkoušky bude provedena po montáži turbosoustrojí a jeho příslušenství.

Dodávka a montáž ocelových technologických konstrukcí

Zahrnuje dodávku a montáž ocelových technologických konstrukcí strojovny a meziprostorovny. Byla osazena plošina regenerace na úrovni + 6,300 m, plošiny v olejovém hospodářství, obslužné plošiny kolem pružinových izolátorů (GERB) na základu turbosoustrojí, ocelové konstrukce pro závěsy a podpěry potrubí, podvěsné drážky kladkostrojů, zálivky kotevních desek sloupů ocelové konstrukce, plošina napájecí nádrže na úrovni + 21,500 m, plošina kolem parního ohříváku v meziprostorovně na úrovni ± 0,000 m).

Kotelna

Předání staveniště a stavební připravenosti dodavateli kotle zahrnovalo kompletní dokončení železobetonových konstrukcí kotelny včetně stropní konstrukce na úrovni 0,0 m. Dokončila se I. etapa železobetonových schodišťových věží, kde byl největší důraz kladen na zprovoznění výtahů

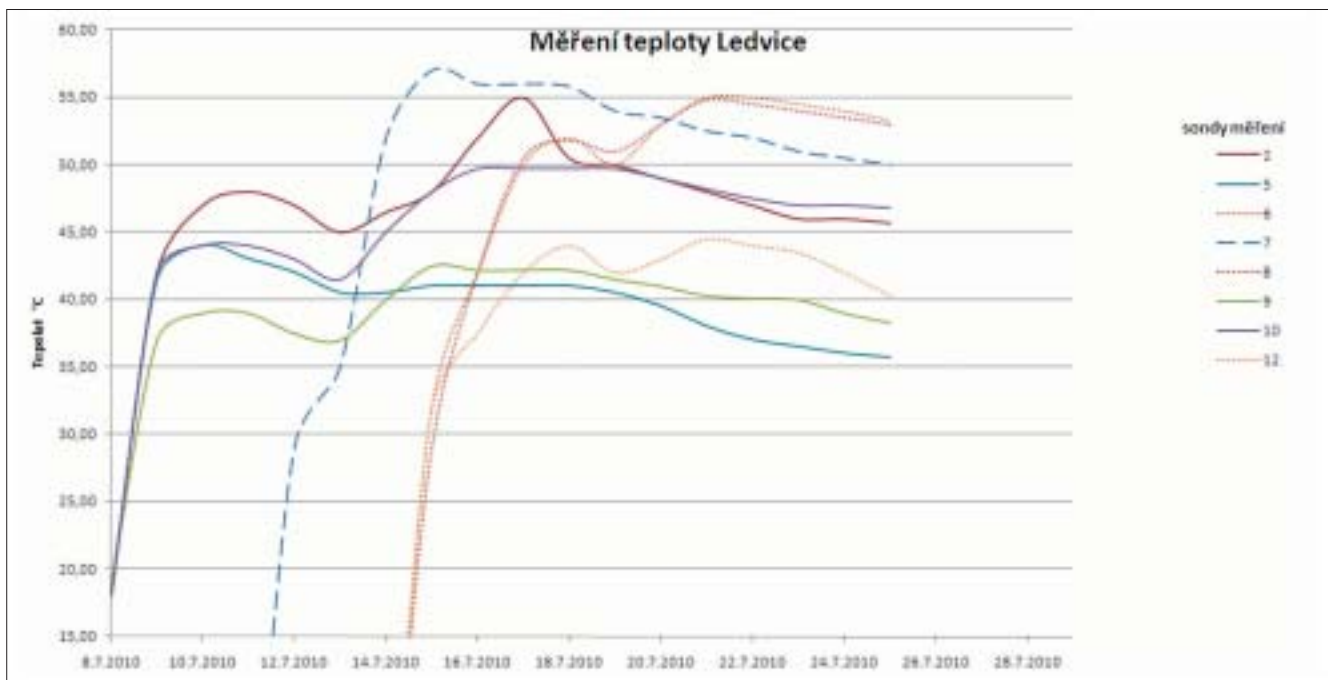


Tvary kmitů při dynamické zkoušce

pro zajištění dopravy pracovníků na jednotlivá podlaží při stavbě ocelové konstrukce kotleny. Stavební připravenost dále obsahovala dokončení všech TZB (technologických zařízení budov), zejména rozvodů pitné a požární vody, kanalizace, stavební elektro a vzduchotechniky, souvisejících se zprovozněním vody a kanalizace



Obrázek průběhu betonáže IV. části TG



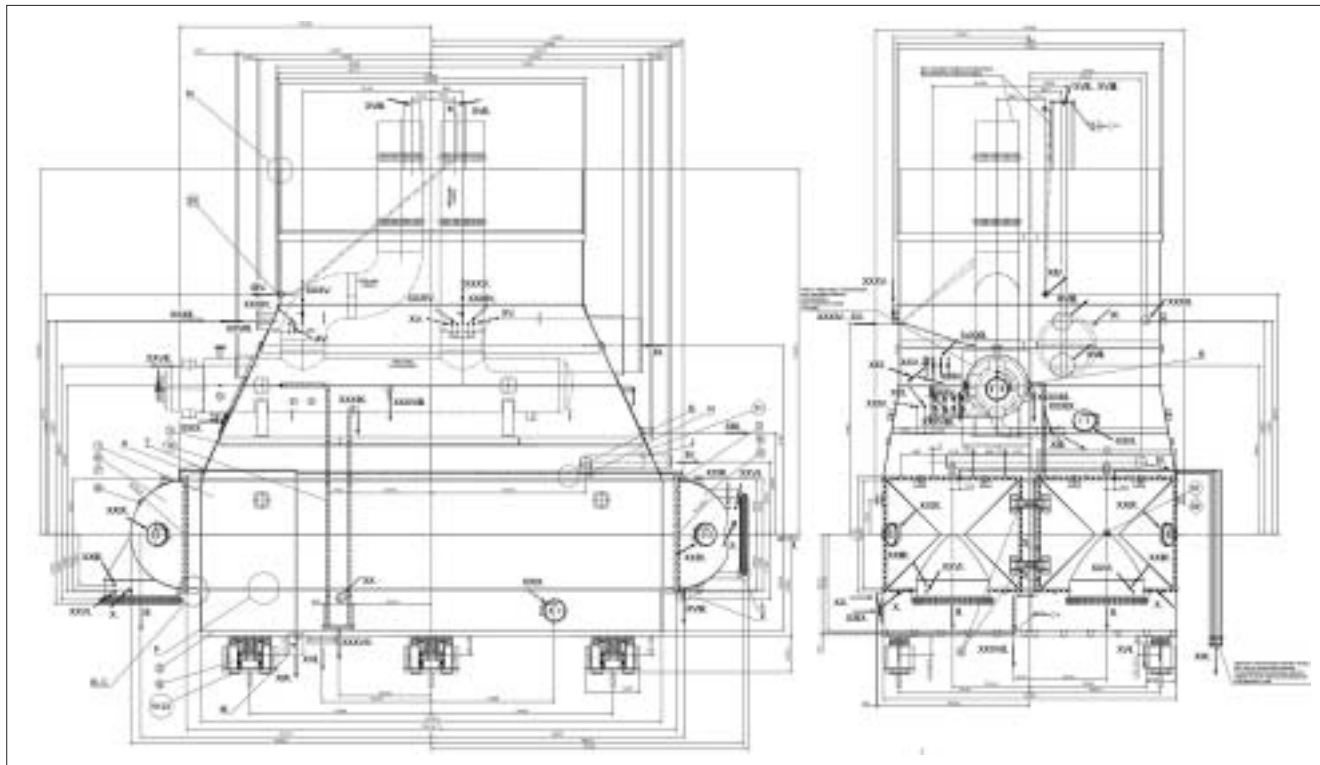
Průběh teplot v konstrukci v jednotlivých vrstvách (je patrné jak se vrstvy betonované každé tři dny vzájemně ovlivňují)



Obrázek zvedání napájecí nádrže dvěma mobilními jeřáby



Obrázek přesunu napájecí nádrže pomocí LIFT SYSTÉMU na úrovni + 21,4 m



Výkres hlavního kondenzátoru pro nízkotlaké těleso turbíny



Snímek z usazování poloviny sběrače kondenzátoru na základ s pružinovými podpěrami a podpůrné věže

v sociálních místnostech a zajištění osvětlení po celé výšce budovy.

Opláštění schodišťových věží

Opláštění je montováno na železobetonové stěny schodišťových věží ve skladbě:

- nosný vodorovný pozinkovaný rošt s tepelnou izolací z minerální vaty s objemovou hmotností OH $\geq 40 \text{ kg m}^{-3}$,
- trapézový plech S320GD + Z275 50 μm Colorcoat Prisma Sirius caRAL 9006.

Atika je oblouková, taktéž z trapézových plechů. Montáž opláštění a doprava materiálů

probíhala pomocí montážních stožárových plošin HEK. Při opláštění musí být vynechán jeden pruh plechu v místě kotvení stožáru lávky. Ten se po postupné demontáži nosné konstrukce montážní plošiny a po demontáži pomocného vodorovného kotvení doplní. Pod plošinami byla na místě vyrobena a sestavena montážní ochranná plošina. Do tenkostěnných profilů podlahy byly vsunuty zalomené ocelové konzoly z tenkostěnných profilů. Na ně budou po obvodu plošiny osazeny OSB desky se spádem směrem k plošině. Toto opatření zachytává drobné předměty, které by mohly při montáži vypadnout pracovníkům z rukou (šrouby, hmoždinky, a pod...), a tím se

eliminuje ohrožení pracovníků pohybujících se v oblasti lávek.

Stávající silo

Stavební úpravy stávajících otvorů resp. nové otvory ve střeše sila, uchycení nových tg-konstrukcí, řešení kontaktních profilů pro uchycení popílkovodů.

Stanoviště transformátorů

Z ostatních objektů stojí za zmínku stanoviště transformátorů z vodostavebního betonu. Stanoviště jsou založena na společné základové desce, ze které jsou vytaženy železobetonové stěny. Tyto stěny tvoří záchytnou jímku pro případný únik oleje z trafostanice. V nadzemní části je vytvořen prostor pro vlastní trať ze tří protipožárních stěn tloušťky 400 mm do výše 6,0; 6,4 a 9,0 m od $\pm 0,00$. Součástí jímek jsou základy pro kolejnice transformátorů. Na tyto základy se osadí kolejnice dle projektu vnějšího kolejiště. Stanoviště blokového transformátoru je částečně zastřešeno. Součástí stanoviště traf jsou objekty havarijní jímky, kabelovodu sítel, kabelovodu zatahovacích šachet a vnějšího kolejiště.

Velín, dozorna

V současné době se připravuje stavební dokončení velína v objektu dozorny. Jedná se o kompletní stavební dokončení podle architektonické studie. Dokončuje se vzduchotechnika, elektroinstalace včetně ovládání přes dotykové panely s inteligentním řízením, sádkartonové podhledy, zdvojené podlahy s požární odolností a finální nášlapnou vrstvou. Práce jsou prováděny podle požadavků generálního dodavatele díla a jsou prováděny v požadované kvalitě a časovém horizontu.



Snímky z osazování pružinových podpěr GERB



Fotografie na stavební připravenost kotelny pro dodavatele kotle (15. leden 2010)

SPOLUPRÁCE S DODAVATELI TECHNOLOGIE Činnosti prováděné pro dodavatele OB04 – Strojovna – ŠKODA POWER a.s.

Stěhování napájecí nádrže

Přemístění nádrže napájecí vody (NNV) z transportního prostředku příjezdové cesty + 0,0 m na připravený základ na podlaží + 21,5 m se realizoval přes mezistrojovnu, v severní stěně připraveným montážním otvorem. Vyzvednutí a zasunutí z 0,0 m do + 21,5 m bylo provedeno pomocí dvou mobilních jeřábů o nosnosti 500 tun v koordinaci s hydraulickým LIFT SYSTÉMEM na kolejnicích pro přemístění na podlaží 21,5 m a vyzvednutí na betonové základy výšky 1,8 m. Usazení NNV bylo provedeno včetně montáže ložisek pevného a kluzných bodů, na které byl požadavek maximální tolerance 2 mm.

Montáž hlavních kondenzátorů

Jedná se o montáž hlavních povrchových kondenzátorů s radiálním vstupem páry z parní

turbíny, uložených na šesti pružinových podpěrách na betonovém základu ve strojovně. Kondenzátory jsou pevně připojeny svařem k výstupním hrdlům nízkotlakých dílů parní turbíny pomocí nástaveb. V nástavbách kondenzátorů jsou vestavěny kompletní nízkotlaké ohříváky (NTO), uložené na trubkových výtuhách uvnitř nástaveb. Hlavní kondenzátory byly dopraveny po dílech a montovány na betonový základ ve strojovně v úrovni - 4,5 m. Moduly kondenzátorů tj. část pláště s přivařenými trubkovicemi, mezistěnami a zaválcovanými teplosměnnými trubkami byly smontovány ve výrobním závodě a dovezeny na staveniště. Po namontování vodních komor byla provedena vodní tlaková zkouška těsnosti vodního prostoru.

Díly kondenzátorů kromě NTO byly před jejich odesláním na staveniště předmětem stavební zkoušky, kdy se provedlo postupné slícování a značení všech sousedních dílů sběrače, modulů a nástaveb včetně spojovacího kusu mezi

kondenzátorem a turbínou. Stavební zkouška rovněž proběhne po montáži na pozici. NTO ohříváky byly dodány přímo na staveniště smontované, připravené k instalaci do nástaveb.

Montáž pružinových podpěr GERB základu turbosoustrojí

Na těchto prvcích je uložen hlavní čtyřmetrový základ – horní rám stolice TG. Pružinové podpěry slouží pro vyrovnání nerovnoměrného sedání takto rozměrného základu a částečně k eliminaci chvění vyvolaného turbogenerátorem. Pružinové prvky byly ukládány na betonový povrch s maximální výškovou odchylkou 1 mm/m.

Činnosti prováděné pro dodavatele OB03 – Partie za kotli – VPE

Elektrostatický odlučovač

Balíček zahrnuje:

- základy pro podpěrnou ocelovou konstrukci EO včetně elektrokontejnerů a výtahu,
- základy pro podpěrnou konstrukci vstupních kouřovodů mezi kotlem a EO,



Fotografie postupu opláštění schodišťových věží

- základy pro podpěrnou konstrukci výstupních kouřovodů za EO,
- opláštění prostoru pod výsypkami EO v úrovni mezi ± 0,00 m a vrchem výsypek,
- bezodtokovou jímku oplachových vod včetně přívodního potrubí,



Fotografie provádění základových konstrukcí elektroodlučovače a kouřového ventilátoru (piloty a základové desky)

- temperování a vzduchotechnika opláštěného prostoru pod výsypkami EO,
- přívod požární vody pro oplachové účely,
- odvod dešťových vod opláštěného prostoru,
- stavební elektroinstalace,
- základy jeřábu pro montáž technologie EO,
- základ kouřového ventilátoru,
- základ ventilátoru recirkulace spalin včetně základu pro frekvenční měnič,
- základy pro podpěrnou ocelovou konstrukci (OK) potrubí recirkulace spalin.

Patky pneumatické dopravy

Jedná se o patky nové podpěrné OK trasy pneumatické dopravy popílku.

Mezila popílku

Základy pro podpěrnou OK mezisil popílku, opláštění prostoru výsypek mezisil v úrovni mezi + 6,680 m a vrchem výsypek +18,100 m, základy pro OK schodišťové věže, výtahu a elektrorozvodny, vzduchotechnika opláštěného prostoru, odvod dešťových vod opláštěného prostoru stavební elektroinstalace.

Ing. Pavel Šrámek, ředitel divize 8,
Ing. Jiří Chroustovský, obchodní náměstek divize 8,
Ing. Ivo Vrbka, výrobní náměstek divize 8,
 METROSTAV a. s.

METROSTAV

2nd stage of constructing buildings for the new source

Constructing the buildings of the Ledvice source carried out for the general supplier of the project, ŠKODA PRAHA Invest s.r.o. by METROSTAV a.s. has passed onto the 2nd stage. The 1st stage started in January 2009 and ended on 15 January 2010 by handing over the construction site ready for the suppliers of the boiler room and the machinery room by completing the shell construction and filling the cooling water piping. The 2nd phase is the completion of TZB (security technology of the buildings), in particular the air ventilation system, stable gas extinguishing equipment, smoke removal, etc. In addition, the machinery room and semi-machinery room are ready to be handed over for the electric technology supplier and the control room for the control system and communication system supplier. The greatest attention was paid to completing the ferro-concrete foundation for the turbo-generator stool (TG) after assembling the condensers, as well as getting ready for the installation of the generator and commencing the assembly of the turbine. The individual premises of the machinery room and semi-machinery room must be completed, the stair towers shelled in coordination with the boiler room supplier, the transformers installation point built, including outside rails in relation to the other packages, in particular finishing the complete construction of the control room so that it can be prepared for equipping with furniture and installing control technology workplaces and monitoring the power plant. The Article describes the additional activities of Metrostav on the new source.

Второй этап строительства зданий для нового генератора

Начался второй этап строительства зданий нового генератора в Ледвице, реализованного для Генерального подрядчика проекта Шкоды Прага Инвест фирмой Метростав. Первый этап был начат в январе 2009 года и завершился 15 января 2010 года передачей строительной площадки поставщикам котельной и машинного зала, окончанием основных работ по возведению здания управления и засыпкой трубопровода охлаждения. Вторая фаза — окончание ТОЗ (Технологическое обеспечение здания) — монтаж вентиляционного оборудования, стабильного и газового гасящего оборудования, оборудования вытяжки дыма и т.п. В состоянии строительной готовности поставщикам технологии передаются машинный зал и помещения к нему прилегающие, помещения распределительной подстанции передаются подрядчикам-электромонтажерам, здание управления — поставщикам управляющих систем и систем связи. Особое внимание было уделено окончанию строительства железобетонного фундамента для основания турбогенератора (ТГ) для монтажа конденсаторов, а также готовности к установке генератора и началу монтажа турбины. Не менее важным является и окончание отдельных помещений машинного зала и прилегающих помещений, проведение обшивки лестничных башен в координации с подрядчиком котельной, строительство трансформаторной площадки, включая внешний парк путей в увязке с другими коммерческими предложениями. Необходимо также комплексное строительное завершение пульта управления для оснащения его мебелью и оборудование рабочих мест для систем наблюдения и управления электростанцией. В статье описано проведение работ фирмой Метростав по строительству нового генератора.