

# Logický celek Stavba a Venkovní objekty v rámci odstávky jaderné elektrárny Temelín

ČEZ ENERGOSERVIS spol. s r.o. byla v rámci odstávky jaderné elektrárny Temelín zodpovědná za provádění údržby ve dvou z šesti ucelených technologických souborů zařízení (logických celků). Jedná se logický celek Stavba (soubor zařízení infrastruktury stavebních objektů a inženýrských sítí) a logický celek Venkovní objekty (veškeré ucelené soubory zařízení jaderné elektrárny Temelín kromě strojovny a hlavního výrobního bloku). V odstávkách nasadila 250 svých pracovníků a 120 pracovníků subdodavatelských organizací. Rozložení technických a dělnických profesí je 1/3. Autor v článku popisuje činnost společnosti, zaměřuje se na přípravnou fázi, uvádí příklad přípravy na revizi dieselgenerátoru, popisuje koordinační činnost, práce na revizi zařízení dodávky surové vody, na konkrétním příkladu uvádí stav komponent jaderných zařízení a seznamuje čtenáře se systémem tzv. řízeného stárnutí.

Činnosti, které předcházejí odstávce bloku, je velká řada a vyžadují celoroční úsilí. Příprava odstávek roku následujícího se zahajuje ihned po odstávkách roku stávajícího. Realizované opravy a případné konstrukční změny se po najetí bloku vyhodnocují a na základě zkoušek je určen další postup. Tedy buď spokojenost se stavem, nebo návrh na další úpravy a kontroly. A tato analýza je použita při časovém plánování příštích odstávek. Na rozdíl od klasických elektráren, kde je možno odstavit téměř všechno zařízení najednou, na jaderné elektrárně musí být některé systémy stále v provozu a opravy a revize je tak nutno dělat po

jednotlivých divizích. O to náročnější je potom plánování odstávek.

V ČEZ Energoservis se pracím na přípravě odstávek věnují všechny organizační složky, to právě proto, že nejde jen o běžnou údržbu, ale i o přípravu investičních akcí sloužících ke změně konstrukčního uspořádání, resp. o „změnu konfigurace“. Konkrétně na divizi Temelín se přípravě odstávek věnuje přibližně padesát lidí. Hlavní část přípravy odstávek provádí útvar Přípravy údržby, který specifikuje činnosti formou pracovních příkazů a jejich úkolů, generovaných z elektronického systému pro řízení prací. Tam je v instrukcích Pracovních příkazů

detailně popsáno, co se má dělat, jak se to má dělat, s jakým materiálem a s jakými náhradními díly. Tato přípravná část odstávky musí být každoročně připravena v 60denním předstihu před vlastním zahájením odstávkových prací. Nestačí ale jen příprava pracovních příkazů. Musí být k dispozici například i pracovní postupy. A když je potřeba jít cestou změny konfigurace zařízení, které má vliv na jadernou bezpečnost, je takových potřebných dokumentů mnohem více. Na základě přípravných pracovních příkazů provádí vlastní práce útvar servisu. Ten se v době odstávky z běžných 55 lidí rozrůstá o pracovníky dukovanské divize a na



Obr. 1 – Statory a rotory největších motorů na Temelíně. Motory pohánějí čerpadla chladící vody – tzv. terciálního okruhu. Váží 63 tun. Každé čerpadlo dodává do kondenzátorů turbín 17 m<sup>3</sup> vody za vteřinu. Na jednom bloku jsou čerpadla dvě

odstávce se tak podílí přes sto lidí z útvarů servisu. K tomu subdodavatelské výpomoci, které je třeba na naší úrovni koordinovat.

### Činnost ČEZ Energoserwis

Pracovníci ČEZ Energoserwis realizující přípravné práce pro nadcházející odstávky pracují v úzké spolupráci s kolegy Provozovatele. Jde o desítky porad a setkání, na kterých se řeší, aby se plánované práce vešly do schváleného harmonogramu, aby byly provedeny kvalitně a aby nebyl překročen rozpočet. Jednotlivé týmy odpovídají za zadané rozpracování technických úkolů. Hlídnou časovou náročnost a zajištění materiálu. Provozovatel provádí koordinaci přípravy, ČEZ Energoserwis musí všechny kroky konzultovat se svými subdodavateli. Příprava odstávek je skládána pyramidovitě z jednotlivých dílčích celků. Vše se potkává v harmonogramu odstávky, kde je vytýčena tzv. kritická cesta. Do přípravy odstávek také patří stanovení rizikových faktorů. Nestačí se připravit jen na „hladké“ řešení odstávkových prací, ale je třeba počítat i s neočekávanými událostmi. Tento přístup nakonec souvisí i s přípravou jednotlivých prací, kdy si pracovní skupina rozebírá možná rizika před nástupem na práci při tzv. předprácovní poradě.

### Přípravná fáze

Pro naši firmu začínají přípravné práce ještě před odstavením bloku. Například je to návoz přípravků a příprava vlastních prací. V odůvodněných případech je možné jít do odstavení části zařízení a jeho revize ještě před vlastní odstávkou. V posledním roce se osvědčila on-line údržba na motorech. Parta „motorářů“ byla v odstávkách vždy velmi přetížena a některé práce šlo zvládnout jen s pomocí subdodavatelů. Díky on-line lze revidovat některé vybrané motory v průběhu celého roku. Práce tak není realizována pod velkým časovým tlakem a pracovníci ve skupině mají možnost si lépe rozložit síly.

### Příklad – revize dieselgenerátoru

Pracovní skupina například pro revizi dieselgenerátoru naveze přípravky, materiál, náhradní díly a nářadí do kobky, kde se stroj nachází. Provozní pracovníci zařízení strojně i elektricky zajistí a nechají ho postupně vychladnout. Dieselgenerátor je totiž nahřátý do tzv. horké rezervy, na teplotu kolem 60 °C, aby mohl v případě potřeby v řádu desítek sekund převzít sto procentní zátěž a plnit roli záložního zdroje elektrické energie. Při demontáži zařízení již nastupují první specialisté, a to jak pracovníci technické kontroly, kteří musí dokladovat stav zařízení, tak pracovníci subdodavatelských firem. V případě dieselgenerátoru jsou to například pracovníci ČKD, kteří pracují na generátoru.

Po demontáži následuje revize jednotlivých částí DGS a zpětná montáž. Zde jsou určeny zádržné body, kdy musí další montáž odsouhlasit pracovníci kontroly. Po ukončení montáže nastupují provozní pracovníci, kteří celé zařízení odjíždí do provozu. Následuje náhrev DGS, zkušební chody a konečná zkouška – zkouška automatiky



Obr. 2 – Stator připraven k revizi

postupného náběhu. Teprve potom je revize definitivně ukončena.

### Naše práce nejsou jen DGS

ČEZ Energoserwis je zodpovědný za dva logické celky. Celek venkovních objektů a celek stavební. Zde jsou stěžejní činnosti již zmiňované práce na dieselgenerátorech, dále jsou to práce na motorech, z nich největší jsou motory chladicí vody, které mají hmotnost 63 tun. Součástí prací jsou i vysokotlaké kompresory, nízkotlaké kompresory a chladicí jednotky.

Na dalších logických celcích zajišťuje firma například práce na turbínách, generátorech a motorech hlavních cirkulačních čerpadel. Pro zájmovost – porucha jednoho motoru během provozu bloku znamená okamžité snížení výkonu bloku a velké komplikace. Revize na těchto 55 tun těžkých zařízeních jsou tedy občas až hodinářskou prací. Pro další provoz je stěžejní zpětné složení motoru včetně zaškrabání segmentů ložisek. Při zkouškách motorů se po vyvážení samotného motoru sleduje i délka doběhu. Dříve se za dobrý výsledek považoval dobeh v délce trvání 27 až 29 minut, dnes dosahujeme doběhu i 45 minut. Výčet dalších vysokonapěťových (6 kV) motorů v údržbě firmy je rozsáhlý, jmenujme už jen motory pro pohon čerpadel technické vody a čerpadel bezpečnostních systémů.

### Koordináční činnost

ČEZ Energoserwis nerealizuje „jen“ servisní činnosti, ale od letošního roku jsme zapojili několik našich pracovníků do funkce Koordinátor reaktorového sálu. Činnost vykonávají v rámci restrukturalizace pracovníci, kteří se v minulých letech věnovali servisním pracím na reaktoru. Systém se

osvědčil natolik, že si rozšíření těchto koordinačně-technických činností objednal ČEZ i pro příští rok. Revize zařízení dodávky surové vody Nedílnou součástí realizačních prací v odstávkách jsou práce na revizích zařízení souborů technologických systémů a zařízení, zajišťujících dodávku surové vody, chladicí vody pro chlazení a odvod tepla z hlavních výrobních zařízení hlavního výrobního bloku (HVB), úpravu vody pro zabezpečení chemického režimu HVB, výrobu demineralizované vody, úpravu chladicí vody, čištění technologických vod, likvidaci agresivních a aktivních odpadů, likvidaci kalů a odpadového hospodářství, vypouštění odpadních vod atd..

### Údržba kontejnmentů a bazénů

Z hlediska důležitosti lze zmínit zodpovědnost za předpínací systém ochranných obálek. Ten je zařazen do logického celku stavebního a stěžejními subdodavateli zde jsou firmy ÚJV ŘEŽ, Hochtief a MOJ. Jde o systém, který je součástí poslední bariéry proti úniku radioaktivních látek při případné havárii. Ve 120centimetrové stěně železobetonu jsou ještě natažena vysokopevnostní předepjatá ocelová lana. Je jich celkem 136 a každé z nich je předepjato tahem cca 900 tun. Napětí v lanech se pravidelně každý měsíc kontroluje a dobrý stav celého systému je podmínkou provozu bloku. Důležité je se zmínit o bazénech s nerezovou obličkovkou kolem reaktoru včetně bazénů na použité palivo. I zde jde o servis na zařízení s velkou důležitostí z hlediska jaderné bezpečnosti.

### Investiční akce

Mimo údržbových prací jsou během odstávky realizovány i vytipované investiční a jmenovité akce, které vedou ke zlepšení provozuschopnosti,

bezpečnosti a zvýšení výkonu. Je to například rekonstrukce odvodnění na turbíně, akce vyplývající ze stress testů po havárii ve Fukušimě, kontrola rotoru turbogenerátoru, výměny motorů pomocných napájecích čerpadel, výměna 78 kusů odvodušňovacích ventilů na hlavních kondenzátorech turbín a mnoho dalších činností.

### Subdodavatelé přispívají k úspěchu

Za úspěchem stojí spolupráce s provozovatelem, s hlavními dodavatelskými firmami, kterými jsou Škoda JS, Škoda Power, I&C ENERGO a s dalšími subdodavateli. Čerpadla na našich logických celcích bychom nebyli schopni revidovat bez pomoci firem Sigma Energo a Metalmind. Firma TEDIKO realizuje veškerý servis při diagnostických činnostech včetně rentgenů. Máme velmi dobrou spolupráci s firmou G-Team a to především při investičních akcích. Bez firmy Fremenit bychom nebyli schopni zvládnout obrovský objem prací na strojně.

Na jiných zařízeních jsou těmi specialisty například firmy ABB, BRUSH, SIEMENS nebo firma AKTIA. Jsou to všechno činnosti, které jsou úzce specializované, a kde by se naší firmě nevyplatilo využívat vlastních kapacit a udržovat si potřebnou kvalifikaci. V některých případech jsou těmi specialisty přímo výrobní firmy a zařízení je tak v podstatě v nejlepších rukách.

### Provozní kontroly

V přímé souvislosti s realizačními pracemi jsou na zařízení implementovány programy provozních kontrol, kterými jsou jednoznačně definovány očekávané provozní parametry revidovaného zařízení. Tyto kontroly a expertní posouzení jsou plánovány již ve fázi přípravy odstávky, kdy jejich rozsah je definován v dokumentaci spisu přípravy úkolu pracovního příkazu ve formě Plánu kontrol a zkoušek se stanovením jasných kritérií pro jejich rozsah, provedení a očekávané provozní či technické parametry.

Na těchto provozních kontrolách se u zajišťovaných činností významnou měrou podílí profesně způsobilí pracovníci útvaru jakosti. Zejména se jedná o NDT kontroly, prováděné v průběhu a dokončení činností. Komplexním kontrolním dokumentem pro sledování kvality prováděných činností je pak již výše zmiňovaný Plán kontrol a zkoušek s průběžně zaznamenávanými výsledky předepsaných jednotlivých kontrol. Stabilitní funkce zařízení v předprovozních či provozních podmínkách s důrazem na maximálně možnou technickou a jadernou bezpečnost pak je ověřena závěrečnou Konečnou zkouškou.

### Stav komponent jaderných zařízení – konkrétní příklad

Při provádění odstávkové údržby zařízení v péči naší společnosti je kladen důraz na konzervativní přístup k údržbě zařízení, který spočívá v plánovité náhradě komponent s vyšším stupněm zátěže, ještě před předpokládaným koncem životnosti tak, aby byla zachována maximálně možná spolehlivost po celou dobu kampaně. Pro názornost je



Obr. 3 – Při vizuální kontrole zjištěno prosakování vody přes zeslabené potrubí chladicí vody



Obr. 4 – Detail poškození. Místo bylo následně opraveno a zkontrolováno kapilární zkouškou

uvedena realizační fotodokumentace z opravy elektromotoru čerpadla chladicí vody VC, kde jsme při strojní revizi pracovníky ze střediska elektrických strojů točivých řešili problém s prorazným rozváděcím potrubím chladicí vody elektromotoru. Jedná se o jeden z nejdůležitějších motorů, který pohání čerpadlo cirkulační chladicí vody. Na základě zjištěné vady a vystavení nevyhovujícího

protokolu z provedené kontroly pracovníky střediska jakosti byly zahájeny přípravné práce na odstranění vady. Při posouzení několika variant opravy našimi odborníky bylo přistoupeno k variantě odstranit vadu zavařením. Případné vyříznutí potrubí a vložení nového kusu potrubí by se realizovalo až v případě neodstranění netěsnosti. Pro skupinu svářečů z naší firmy byl připravárem lo-

gického celku CV vystaven zadávací list pro vytvoření svařovací dokumentace pro odstranění vady.

Po odsouhlasení svařovací dokumentace provozovatelem bylo přistoupeno k vlastní opravě. Prorézlé potrubí bylo očištěno a provedeno zavaření netěsnosti podle svařovacích postupů a schválené dokumentace. Po provedených vizuálních a kapilárních kontrolách zavařené vady, byla provedena tlaková zkouška celého chladicího systému rozváděcího potrubí elektromotoru s vyhovujícím výsledkem. O provedené opravě byly vystaveny vyhovující protokoly pracovníky technické kontroly včetně vyhodnocení realizační dokumentace.

Celá realizace byla i s potřebným časem k nalezení řešení provedena po zaplánování opravy do denních plánů koordinace a splnila konečné technické očekávání od předmětné revize-opravy v předepsaném časovém horizontu daném harmonogramem odstávky pro uvedení zařízení do provozu. Na základě opakujících se nevyhovujících nálezů na rozváděcím potrubí chladicí vody elektromotorů VC, bylo ze strany provozovatele přistoupeno k naplánování investiční akce na výměnu rozváděcího potrubí chladicí vody 5ks elektromotorů, která bude realizována v následujících letech.

#### Program řízeného stárnutí

Při celkové rozvaze plánu prací v před-odstávkovém a odstávkovém čase údržby zařízení je třeba zmínit program řízeného stárnutí zařízení, kdy naše společnost zařazuje do před-odstávkového

režimu prací revize systémů a zařízení, které svou provozní povahou mohou být revidována v mimo-odstávkovém režimu. V rámci programu řízeného stárnutí jsou pak s tímto cílem nastaveny periody údržby. Tento aspekt se pak významnou měrou podílí na zkrácení doby trvání odstávek. Podstatnou skutečností je i pak možné efektivnější rozložení lidských zdrojů do širšího časového úseku.

#### Analýzy

Po ukončení veškerých odstávkových činností jsou prováděny analýzy jednotlivých kroků odstávek se zaměřením na rozklad efektivity řízení a realizace prací v odstávkách. Tato činnost je prováděna formou podání zpětné vazby od jednotlivých týmů pracovníků podílejících se na přípravě a realizaci odstávky. Je proveden rozbor očekávaných a dosažených cílů. Dobrou praxí po odstávkách je vyjádření názoru na průběh odstávky formou vyhodnocení odstávek vyhotovené držiteli Logických celků s promítnutým názorem Subdodavatelů. Vyhodnocení je koncipováno souborem otázek podle níže uvedeného osnovy vyhodnocení odstávek Dodavatelem LCCT a LCCV (logické celky stavební a vnější):

#### Odstávka 1, 2 G012

##### A. přípravná část odstávky:

- dostatek informací od vedoucího GO a vedoucích pracovních skupin
- příprava pracovních příkazů od správců – požadavky

- příloha smlouvy – přehlednost, rozdíl od požadavků
- informace o připravenosti náhradních dílů
- využití SW pro komunikaci - KSK, ADS, DP, Passportu
- zajišťování vlastních kapacit
- zajišťování kapacit subdodavatelů
- problémy

##### B. realizační část odstávky

- práce v pracovní skupině odbornosti – vyhovující čas, prostředí, předané info, přínos
- dostatek info od objednatele
- využití SW – praxe s otevíráním a uzavíráním Úkolů pracovního příkazu, přípravou fakturace
- zajišťování – včasnost
- změny v HMG + reakce
- opakované opravy + důvody
- co se podařilo
- problémy
- návrhy na úpravy HMG

##### C. Obecně: Jakákoliv racionální doporučení na zlepšení ze strany Objednatele

Z analýzy vyhodnocení odstávek jsou následně navrženy nápravné kroky pro další odstávky, či zavedena realizovaná dobrá praxe z provedených odstávek.

Ing. Jiří Tyc,  
ředitel divize Temelín,  
ČEZ ENERGOSERVIS spol. s r.o.

ČEZ ENERGOSERVIS spol. s r.o. byla v rámci odstávky jaderné elektrárny Temelín zodpovědná za provádění údržby ve dvou z šesti ucelených technologických souborů zařízení (logických celků). Jedná se logický celek Stavba (soubor zařízení infrastruktury stavebních objektů a inženýrských sítí) a logický celek Venkovní objekty (veškeré ucelené soubory zařízení jaderné elektrárny Temelín, kromě strojovny a hlavního výrobního bloku). V odstávkách nasadila 250 svých pracovníků a 120 pracovníků subdodavatelských organizací. Rozložení technických a dělnických profesí je 1/3. Autor v článku popisuje činnost společnosti, zaměřuje se na přípravnou fázi, uvádí příklad přípravy na revizi dieselgenerátoru, popisuje koordináční činnost, práce na revizi zařízení dodávky surové vody, na konkrétním příkladu uvádí stav komponent jaderných zařízení a seznamuje čtenáře se systémem tzv. řízeného stárnutí.

#### Logical unit of Construction and External Civil Structures within the framework of the outage in the Temelín nuclear power plant

During the outage in the Temelín nuclear power plant, ČEZ ENERGOSERVIS, spol. s r.o. was responsible for the maintenance of two out of the five complete technological systems (logical units). These are the logical units of the Construction (a system containing infrastructure facilities of the buildings and utility networks) and the External Civil Structures (all systems of facilities of the Temelín nuclear power plant with the exception of the turbine building and the main generating unit). During the outages, the company deployed 250 employees and 120 workers from subcontracted organizations. The ratio of technical and manual workers is 1/3. In his article, the author describes the company's activities, focusing on the preparatory phase, gives an example of the preparation for the diesel generator inspection, describes coordination activities, inspection work (inspection of the raw water supply equipment), uses a specific example to show the condition of nuclear components and introduces the readers to the system of the so-called controlled ageing.

#### Логические комплексы «Строительство» и «Внешние объекты» в рамках остановки АЭС Темелин

Компания «ЧЕЗ ЭНЕРГОСЕРВИС» была ответственна за проведение профилактики оборудования в двух из пяти полных технологических комплексах оборудования (логических комплексах). Речь идет о логическом комплексе «Строительство» (комплекс оборудования инфраструктуры строительных объектов и инженерных сетей) и о логическом комплексе «Внешние объекты» (все полные комплексы оборудования АЭС Темелин, кроме машинного зала и главного производственного блока). Во время профилактических остановок фирма использовала 250 своих сотрудников и 120 работников из фирм-субподрядчиков. Соотношение технических и рабочих профессий — 1/3. Автор статьи описывает деятельность фирмы, подготовку к фазе, приводит пример подготовки ревизии дизельного генератора, описывает работы на ревизии оборудования поставок сырой воды, на конкретном примере показывает состояние компонентов атомного оборудования и знакомит читателя с системой так называемого управляемого старения.