

Přínos optimalizace odstávek k celkové výrobě elektrické energie je zásadní

Rok 2012 je finálním rokem projektu „B15T“, ve kterém má Jaderná elektrárna Temelín za cíl dosáhnout výroby 15 TWh a této výroby dosahovat minimálně dalších 30 let. Dne 13. září 2012 ve 22:37 hodin byla úspěšně ukončena odstávka 1. bloku (druhý v pořadí, kdy odstávka 2. bloku proběhla ve dnech 11. 5. až 27. 6 s délkou 47 dní), a tím byl v oblasti délky odstávek vytvořen předpoklad splnění cíle. Odstávky v roce 2012 byly ve srovnání s plánem zkráceny celkem o 6 dní. Položme si otázku – nebylo možné dosáhnout více? Anebo – za jakou cenu se to podařilo? Autor v článku se zaměřuje na faktory, které ovlivňují právě rychlost a ekonomiku odstávky. Popisuje i výhled v oblasti optimalizace do budoucna.

Každá odstávka je v životě elektrárny poměrně komplexní a složitý projekt, jehož úspěch závisí na mnoha faktorech, z nichž ty hlavní jsou:

- kvalitní příprava odstávky, která znamená připravit, naplánovat a zkoordinovat řádově 9 000 úkolů pracovních příkazů,
- nominace akceschopné odstávkové organizace – týmu lidí, který odstávku dokáže naplánovat, připravit a úspěšně řídit,
- spolehlivost a kondice zařízení elektrárny,
- spolehlivost všech transportních prostředků, protože v odstávce se transportuje jaderné palivo, velké komponenty, provozní hmoty, přístroje k testům, přípravky a mnoho drobných materiálů,
- snížení míry identifikovaných rizik, která má každý projekt, na rozumnou míru,
- efektivní využití personálních kapacit jak vlastních (zaměstnanců ČEZ, a.s.), tak ve velké míře dodavatelů, jejichž počet činí 32,
- bezchybný výkon především těch firem a zaměstnanců, kteří vykonávají nebo se podílejí na činnostech, které jsou na tzv. kritické cestě, což jsou činnosti, které určují délku odstávky,
- mnohaletá a trpělivá práce mnoha lidí v oblasti optimalizace odstávek, protože žádný úspěch nepřichází zadarmo.

HISTORIE

Projekt každé jaderné elektrárny obsahuje i parametr „délky odstávek“, protože investora samozřejmě musí zajímat, s jakou efektivitou bude schopen své jaderného zařízení využívat. Jak je u jaderného bloku obvyklé, jsou uvažovány dva základní typy a tedy i délky odstávek:

- a) odstávka s tzv. základním rozsahem (každý rok),

Jako zastávku stroje v boxu při závodě F1 lze označit Odstávku jaderné elektrárny, resp. jaderného bloku. Jde o jedinou příležitost pro výměnu jaderného paliva, provedení kontrol bezpečnostně významného zařízení, provedení důležitých údržby a současně provedení plánovaných modifikací. I takto jaderný svět nazírá na období, kdy jaderná elektrárna nevyrábí elektrickou energii, protože jedním ze základních cílů je přinášet akcionáři zisk. To platí i po havárii v jaderné elektrárně Fukushima pokud dokážeme, že jsme akceptovatelně bezpeční a veřejnost výrobě elektrické energie z jaderných zdrojů projeví dostatečnou důvěru.

- b) odstávka s rozšířeným rozsahem kontrol a testů, která se provádí s periodou víceletou.

V obou případech platí, že odstávka je určena především pro:

- výměnu jaderného paliva v reaktoru,
- provedení kontrol bezpečnostně významného zařízení,
- provedení nezbytné údržby zařízení,
- realizaci plánovaných modifikací zařízení.

Všechny čtyři uvedené činnosti mohou být v elektrárnách různě dlouhé, a také perioda, s jakou jsou plánovány, může být odlišná - myslí se tím délka palivové kampaně – tedy doba, kdy je blok v provozu. Jedno je však společné... musí být vykonány v každé odstávce všechny, protože po odstávce musí být jaderný blok schopen pracovat na 100 % výkonu, až do další odstávky. Pokud tedy není blok zařazen do regulačních režimů nebo provoz není ovlivněn poruchami jak vlastního zařízení, tak také přenosové soustavy, do které je reaktorový blok připojen. Projektové hodnoty jaderného bloku VVER 1000 s reaktorem V320 byly:

délka odstávky základní (GO)	77 dní
délka odstávky rozšířené (GOR) – perioda čtyři roky	98 dní

Pokud při výstavbě a uvádění jaderného bloku do provozu vše probíhá normálně, pak již po první palivové kampani se provádí odstávka rozšířená, protože je třeba provést rozšířený rozsah kontrol především reaktoru a získat první data, která nejenom potvrdí projektem garantované vlastnosti, ale současně budou tato data uchována pro sledování stavu zařízení z hlediska řízení jeho životnosti. V roce 2003 byla provedena vůbec první plánovaná odstávka 1. reaktorového bloku (tzv. garanční - GAR) s délkou 88 dní. Pro rok 2004 bylo plánováno a zadáno:

- provést rozšířenou garanční odstávku na 2. reaktorovém bloku s tím, že budou zahájena měření délek některých důležitých činností,
- provést rozšířenou odstávku na 1. reaktorovém bloku (GOR1).

Ze zkušeností získaných ještě v průběhu spouštění byly pro rok 2004 stanoveny následující délky odstávek GO/GOR: 62 dní/88 dní. Na základě dat získaných z odstávek v roce 2004 a výsledku činnosti projektového týmu byly pro rok 2005 stanoveny následující délky odstávek GO/GOR: 48 dní/78 dní.

V roce 2005 jsme pokračovali v optimalizaci činností na kritické cestě odstávky a po provedených odstávkách v tomto roce byl vypracován tzv. typový harmonogram odstávky s výměnou paliva v reaktoru s délkou 43 dní.

Současně se ukázalo, že další optimalizací odstávky se nestačí zabývat pouze v útvaru koordinace, ale že je nezbytná komplexnější spolupráce více odborných útvarů. Optimalizace odstávky je činnost zaměřená na:

- Zvýšení bezpečnosti bloku v odstávce.
- Snížení nákladů na odstávku.
- Zmenšení objemu práce v odstávce (např. uplatněním on-line údržby).
- Zvýšení kvality lidského výkonu.
- Zvýšení efektivity resp. využití zdrojů.
- Zkrácení délky odstávky.
- Zjednodušení harmonogramu, přičemž se respektuje vnější prostředí, tzn. zejména:
 - legislativní požadavky,
 - řazení odstávek jaderných bloků ČEZ,
 - palivové náklady,
 - spolehlivost provozu výrobního zařízení jaderné elektrárny Temelín

Proto byl v roce 2005 iniciován projekt, který byl součástí tzv. Projektu optimalizace správy dlouhodobého hmotného majetku, a který dostal název Dílčí projekt D. Tento projekt byl zaměřen na Optimalizaci jaderných i klasických elektráren ČEZ a pro jaderné elektrárny stanovil cíle a kritéria úspěšnosti.

Cíle:

Zvýšení disponibility zkrácením délek odstávek GO a prodloužením periody mezi dlouhými odstávkami:

- Jaderná elektrárna Dukovany od roku 2008 - snížení doby odstávek v průměru o 46,5 dne/rok.
- Jaderná elektrárna Temelín od roku 2008 - snížení doby odstávek v průměru o 41,5 dne/rok.
- Klasické elektrárny - zvýšení plánované disponibility v průměru o 3 % za rok u nových a obnovených zdrojů zkrácením GO (znamená 10 dní odstávky).

Kritéria úspěšnosti projektu:

Zvýšení disponibility zkrácením délek odstávek GO a prodloužením periody mezi dlouhými odstávkami:

- Jaderná elektrárna Dukovany od roku 2008 -

snížení doby odstávek o 31,5 dne za rok

- Jaderná elektrárna Temelín od roku 2008 - snížení doby odstávek o 26,5 dne za rok
- Klasické elektrárny zvýšení plánované disponibilnosti v průměru o 2 % za rok u nových a obnovených zdrojů zkrácením GO

Díčí projekt D uvažoval o strategii:

- řazení GOR šesti jaderných bloků,
- optimalizaci dodavatelských činností,
- vytvoření potenciálu pro systémové zařazení GOR nového jaderného zdroje,
- plánování investičních akcí a modifikací

tak, aby dopad na délku odstávek byl minimalizován.

Byly posouzeny harmonogramy z pohledu PSA (Probabilistic Safety Analysis) a všechny další varianty harmonogramů už obsahovaly pouze akceptovatelná rizika. Nové délky typových odstávek byly stanoveny následovně:

GO 30 dní

GO+2×OS 38 dní

GO bez (PG + HCČ) 27 dní

GO bez (PG + HCČ) + 2×OS 34 dní

GOR 63 dní

GOR + 2×OS 63 dní

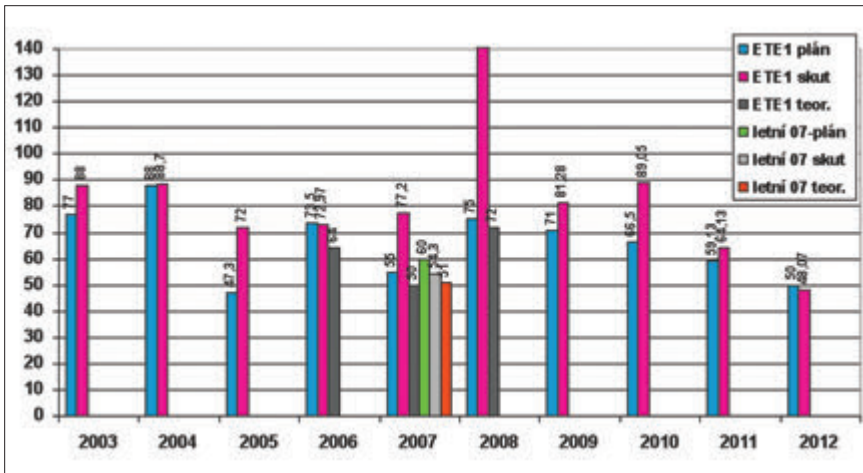
GO bez VP + 2×OS 30 dní

Každý další OS znamená prodloužení kritické cesty o dalších šest dní, kde:

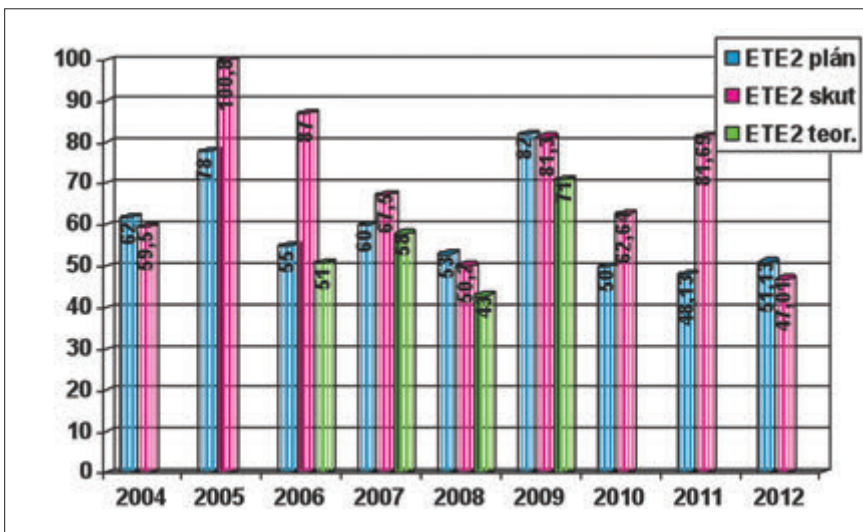
- OS – obalový soubor na transport 19 použitých palivových souborů z bazénu skladování v kontejneru do střednědobého skladu
- PG – kontrola a případné opravy teplosměnné plochy parního generátoru
- HCČ – kontrola vyjímatelné hydraulické části hlavního cirkulačního čerpadla
- VP – výměna paliva v reaktoru

Další roky ukázaly, že nebylo možné těchto délek dosáhnout jednak proto, že do typových činností odstávek bylo nutné začlenit další aktivity s dopadem na délku odstávky. Jako příklad uvedeme rekonstrukci lineárních krokových pohonů nebo opravy nízkotlakých rotorů turbín z důvodu indikací na oběžných lopatkách. Nicméně v roce 2006 bylo možné konstatovat přínosy Díčího projektu D – Optimalizace odstávek obou českých jaderných elektráren:

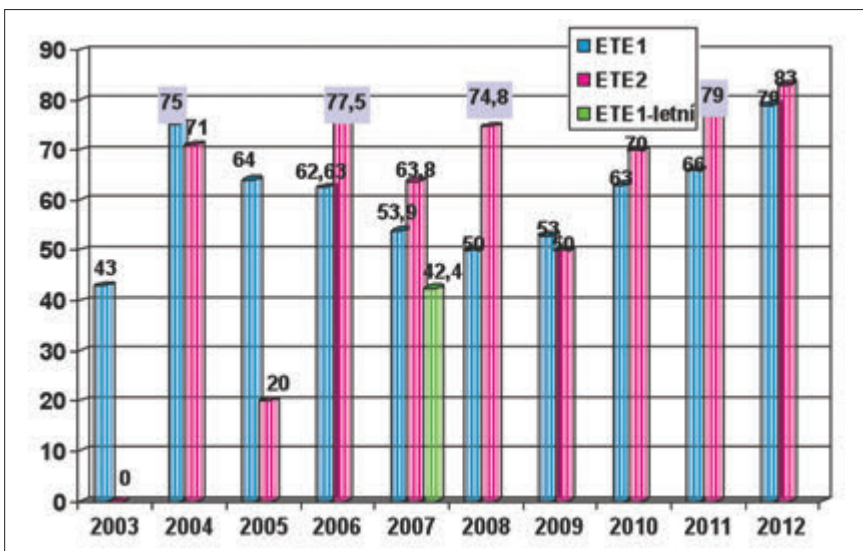
- Stanovil cíl od roku 2008 - snížení celkové doby obou odstávek v průměru o 41,5 dne za rok. To znamenalo délky odstávek v letech za sebou 30-30-30-30-30-63 se zahájením šestileté periody GOR, což bylo velmi zásadní, protože znamenalo přechod ze čtyřleté periody.
- Stanovil strategii řazení odstávek GO.
- Stanovil věcnou náplň typových GO.
- Definoval HMG typové odstávky GO.
- Uložil zpracování metodiky pro zkracování odstávek.
- Navrhnul periody GOR. Zde byl vložen předpoklad v roce 2020 přejít na periodu GOR 8 roků.
- Navrhnul stanovit podmínky pro bezkonfliktní zařazení odstávek NJZ.
- Otevřel otázku k délce palivové kampaně jaderné elektrárny Temelín (18, resp. 24 měsíců).
- Stanovil obecné principy zkracování odstávek:
 - Optimalizace činností na kritické cestě.
 - Vyčleňování činností z odstávky (prodloužením period revizí zařízení, přesunutím činností do období provozu).
 - Investováním do rekonstrukcí zařízení a výroby přípravků, manipulátorů, příp. výroby náhradních dílů.
 - Zadal posouzení prodloužení periody PERZIK (periodická zkouška integrity kontejneru) ze 4 roků na 6.



Obr. 1 – Délky odstávek 1. bloku Jaderné elektrárny Temelín



Obr. 2 – Délky odstávek 2. bloku Jaderné elektrárny Temelín



Obr. 3 – Připravenost odstávek podle počtu úkolů pracovních příkazů (-2) měsíce před zahájením

Uveďte si konkrétní příklady v oblasti zařízení:

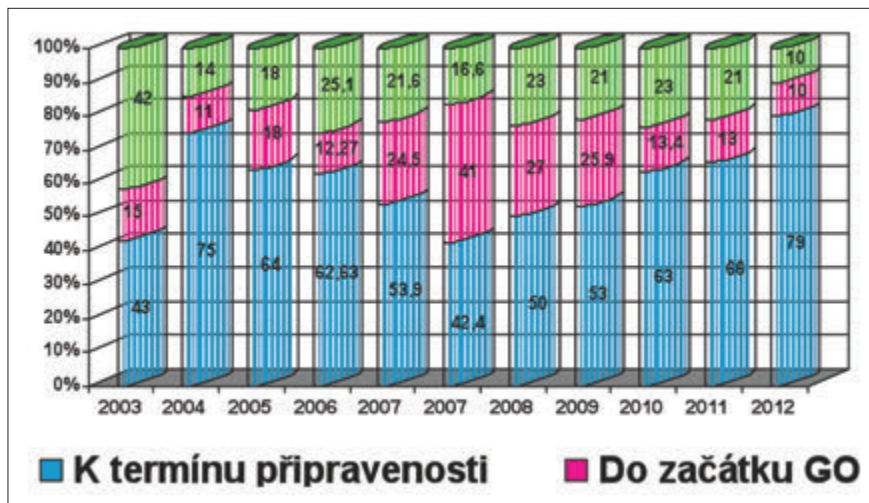
1.	Náhrada maloolejových vypínačů R6kV na 1. hlavním výrobním bloku (HVB)
2.	Záměna ochran R6kV a ÚR 0,4kV na 1. HVB a BAPP včetně úprav zemních proudových ochran na obou HVB
3.	Záměna ochran ATX31X, A15 a V15 rozveden R6kV a rozváděčů 0,4 kV na 2. HVB
4.	Záměna HZO rozveden R6kV
5.	Osazení VF vypínačů ventily s pojistnými membránami
6.	Modernizace utahováku matic přírub HB a odtlačovacího utahováku
7.	Konstrukce nového UM s možností jednorázového utažení všech svorníků na HDR, vytvoření svorníků a jejich transportu s UM na odkládací místo
8.	Zařízení na likvidaci čidel LKP a UP
9.	Záměna LKP a UP
10.	Implementace opatření pro optimalizaci kalibrační měření na 1. a 2. bloku.
11.	Doplnění sériově řazené ruční armatury do trasy vypouštění BN na TY
12.	Modifikace zdvihacích zařízení v KTMT

PROJEKT B15T – BEZPEČNĚ 15 TWH

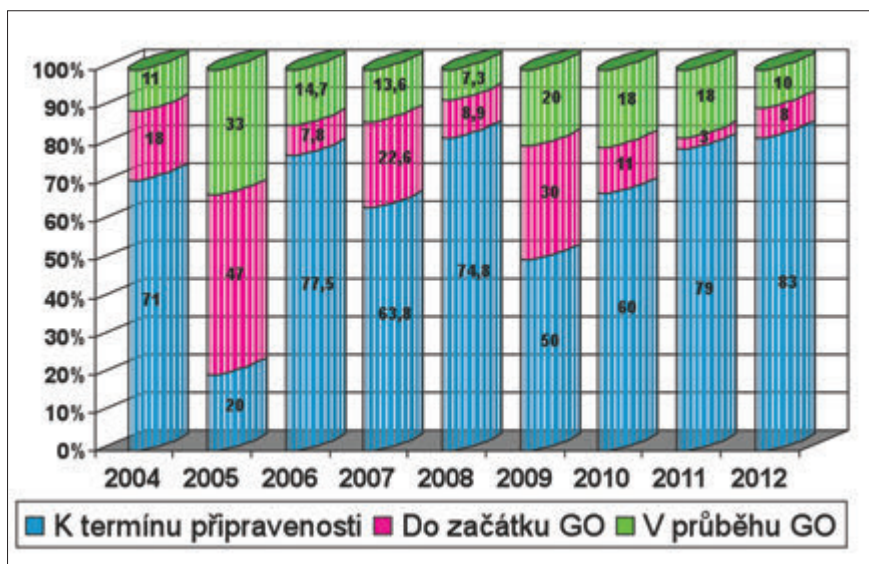
Rok 2007 znamenal pro provoz významný posun v názírání na provoz jaderné elektrárny, přičemž odstávku berme obecně jako jeho součást. Rokem 2007 jsme vstupovali do 4. roku komerčního provozu, když zkušební provoz byl ukončen na obou blocích v dubnu 2004. Naše očekávání spolehlivého provozu včetně optimalizovaných odstávek se nedostavilo. Provoz bloku byl provázen především zkouškami vyvolanými problémy s jaderným palivem. To se nakonec promítalo i do průběhu odstávek, protože zde byly zaváděny dodatečné kontroly paliva, ale i samotné standardní manipulace nebyly tak zcela standardní a byly provázeny technickými problémy. Nebyli jsme spokojeni s bezpečnostními indikátory hodnocenými WANO, což vypovídalo něco o kondici zařízení a jeho údržbě a nakonec i o výkonu dodavatele.

Nebyli jsme spokojeni ani s našimi vlastními výkony a chtěli se posunout k vyšší kvalitě, což je zcela obvyklé pro personál, který po náročném období spouštění elektrárny jakoby usnul na vavřínech a nebyl motivován pro další zvyšování kvality svého výkonu tak, jak se na jaderné elektrárně očekává. Řečí čísel nebyli jsme spokojeni s:

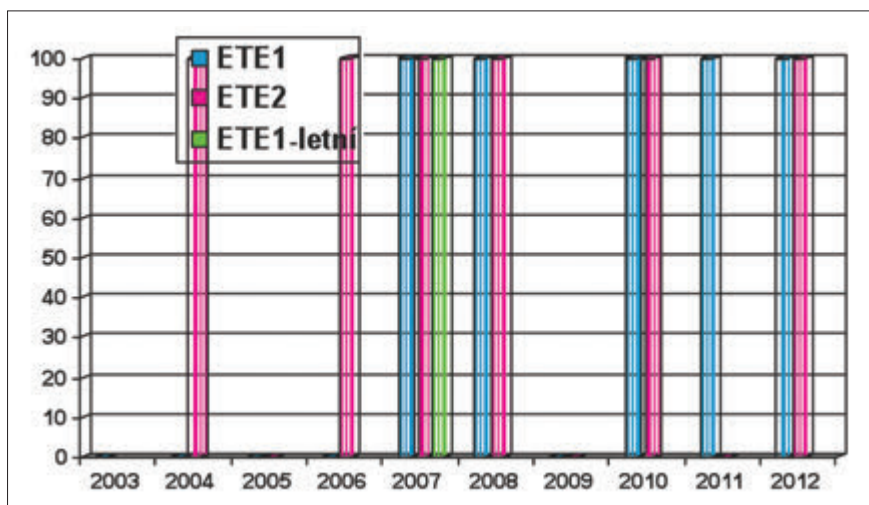
- dosahovanou disponibilitou,
- celkovou vyrobenou elektřinou,
- poruchovostí,
- délkou odstávek,
- stavem jaderného paliva,
- spolehlivým provozem turbín.



Obr. 4 – Vývoj stavu připravenosti odstávek podle úkolů pracovních příkazů 1. bloku po „zmrazení stavu“



Obr. 5 – Vývoj stavu připravenosti odstávek podle úkolů pracovních příkazů 2. bloku JE Temelín po „zmrazení stavu“



Obr. 6 – Vývoj úspěšnosti horkých tlakových zkoušek

Bylo toho na jednu elektrárnu dost. Projekt B15T si uložil dva základní cíle:

1. v oblasti bezpečnostních indikátorů WANO se do roku 2010 dostat do 1. kvartilu tlakovodních reaktorů,

2. v roce 2012 dosáhnout výroby 15 TWh a toto pak opakovat následujících 30 let.,

Co to konkrétně znamenalo pro odstávky:

1. zabývat se organizací přípravy a provedení odstávek,

- vyvinout SW podporu pro řízení prací v odstávce,
- realizovat technické změny, které umožní delší periody některých komponent a tím odlehčí celkovému rozsahu činností v odstávce,
- realizovat technické změny, které zvýší spolehlivost zařízení potřebného v odstávce,
- hledat rezervy jak v činnostech prováděných našimi zaměstnanci, tak také dodavateli,
- podívat se do světa jak to dělají jiní, kteří kratších délek odstávek dosahují.

Pro oblast Organizace a řízení odstávky bylo konkrétně realizováno:

- Organizace a řízení činností v odstávce.
- Zpětná vazba z činností probíhajících na kritické cestě.
- Software podpora koordinace.
- Optimalizace činností prováděných směnovým personálem.

2009:

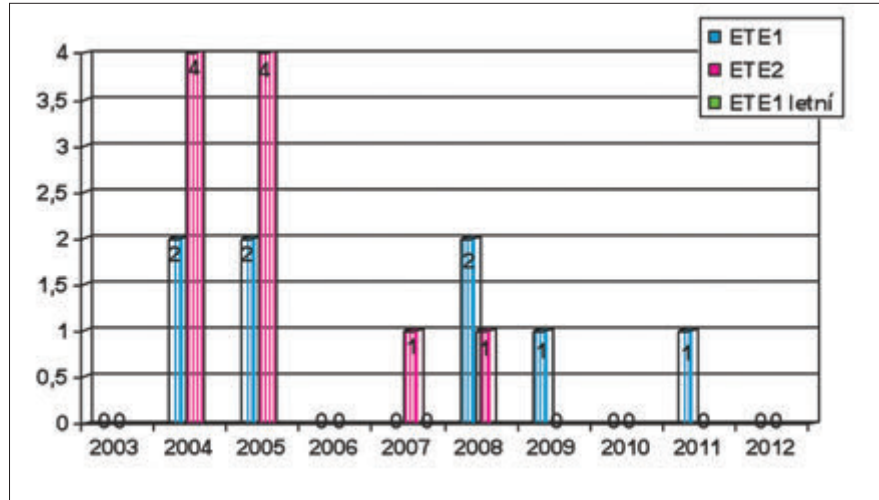
Zahájen ostrý provoz software prostředku KSK. V roce 2009 jsme v rámci řešení rozpadu cílů navrhli novou metodu, kterou jsme nazvali Optimalizace odstávek metodou "OKNO" – definovaný časový úsek odstávky, který nese znaky charakteristické činnosti, a je možné za toto OKNO definovat odpovědného manažera, který se bude zabývat optimalizací činností v definovaném OKNĚ. Další smysl OKNA byl v tom, že OKNA bude možné srovnávat s jinými elektrárnami a tudíž provádět benchmarking.

2010:

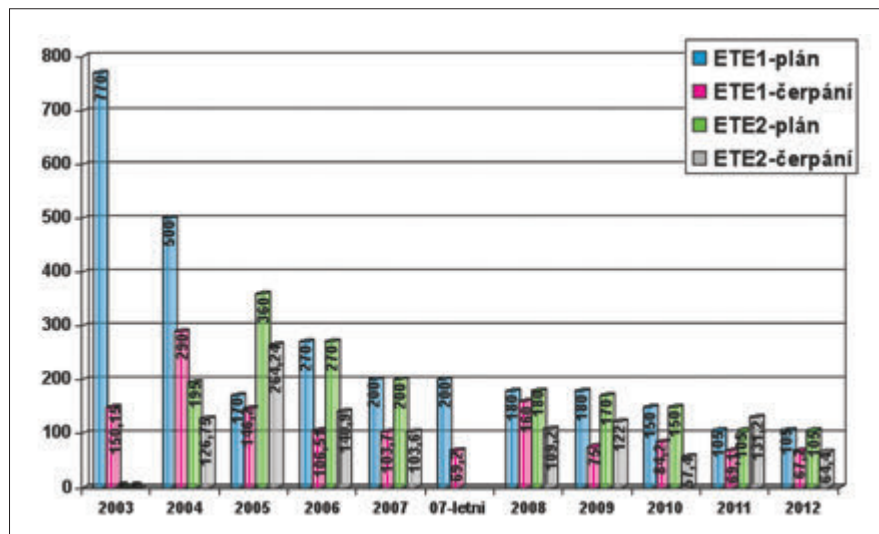
- Schváleno nové zadání B15T.
- Zahájeno jednání o revizi Rolí v odstávkové organizaci.
- Zadána revize metodiky Příprava a řízení odstávek jaderné elektrárny Temelín, kde požadavek na zásadní zlepšení v oblastech:
 - střednědobého plánu a vznesen požadavek na potřebu desetiletého plánu,
 - přípravy odstávky – redefinice milníků.
- Zadány dílčí úkoly směřující ke zkvalitnění řízení odstávky především:
 - technologická mapa odstávky,
 - vícedenní plán,
 - operativní odstávková organizace,
 - kommunikace a nepřetržitě monitorování kritické cesty odstávky.

2011:

- Vydána metodika pro optimalizaci odstávek a zahájeno pravidelné projednávání na úrovni manažerů OKEN.
- Zahájena činnost HIT týmů (pracovní tým řešící problém s velkým významem – High Impact Team).
- Proveden BM na nejlepší praxi (VVER) a revídován typový HMG.
- Zahájeno jednání o organizační změně útvaru koordinace pro posílení oblasti přípravy a řízení odstávky.



Obr. 7 – Vývoj počtu překročení kritéria 1E-4



Obr. 8 – Vývoj čerpání Kolektivní efektivní dávky

- Připraven workshop na téma Řízení rizik v odstávkách.
- Realizována Technická podpůrná mise WANO na téma Příležitosti pro zvýšení Load faktoru cestou zvýšení efektivity odstávek.
- Schválen nový typový HMG odstávek (36 dní) s midloopem bez paliva v reaktoru.

2012:

- Vydán postup Koordinace činností ve své nulové revizi, který stanoví optimalizaci odstávek jako trvalý úkol, čímž je zajištěna kontinuita po ukončení projektu B15T.
- Zavedeno vrcholové řízení odstávky Řídícím štábem Odstávky.
- Provedeno 5 workshopů jako implementace řízení rizik v odstávkách.

OPTIMALIZACE ODSTÁVEK JAKO STANDARDNÍ PROCES

Optimalizace odstávek je definována jako činnost zaměřená na:

- Zvýšení bezpečnosti bloku
- Snížení nákladů
- Zmenšení objemu práce (např. uplatněním On-line údržby)

- Zvýšení kvality lidského výkonu
- Zvýšení efektivity resp. využití zdrojů
- Zkrácení délky
- Zjednodušení harmonogramu, přičemž se respektuje vnější prostředí tzn. zejména:
 - legislativní požadavky,
 - řazení jaderných bloků ČEZ,
 - palivové náklady,
 - spolehlivost provozu výrobního zařízení.

AKTUÁLNĚ PROVÁDĚNÉ ČINNOSTI A VÝSLEDKY

- Příprava akčních plánů pro optimalizaci OKEN s prioritou na rok 2013 a výhledem především na období pětiletého plánu s cílem zahájit práci s desetiletým plánem.
- Implementace řízení rizik v odstávkách (podstatnou část tvoří oblast - rizikové zařízení).
- Činnost HIT týmů – v současnosti je aktivních 10 týmů a výsledky jejich činnosti jsou vysoce ceněny.
- Dohodnuta organizace, zahájena činnost přípravného týmu pro přípravu odstávek na roky 2014 a 2015 – rekonstrukce turbín.
- Analyzování možnosti přejít na 18měsíční palivovou kampaň v roce 2017.

V roce 2012 jsme dosáhli historicky nejkratší celkové délky odstávek v provozu elektrárny. Ukažme si, jak se vyvíjely některé důležité indikátory, jejichž splnění podmiňuje úspěch či neúspěch.

OČEKÁVÁNÍ V OBLASTI OPTIMALIZACE ODSÁVEK

- Splnění délek odstávek zadaných Novou vizí a Plánovacím výborem.
- Další nalézání příležitostí pro přiblížení se novému typovému HMG (36 dní).
- Vytvoření prvního desetiletého plánu s „čistými“ typovými odstávkami po roce 2014, resp. 2015.
- Rozhodnutí o délce palivové kampaně a řazení odstávek jaderných zdrojů s uvažováním nových jaderných zdrojů.
- Dosahovaná výroba elektřiny pak bude podle obrázku č. 9.

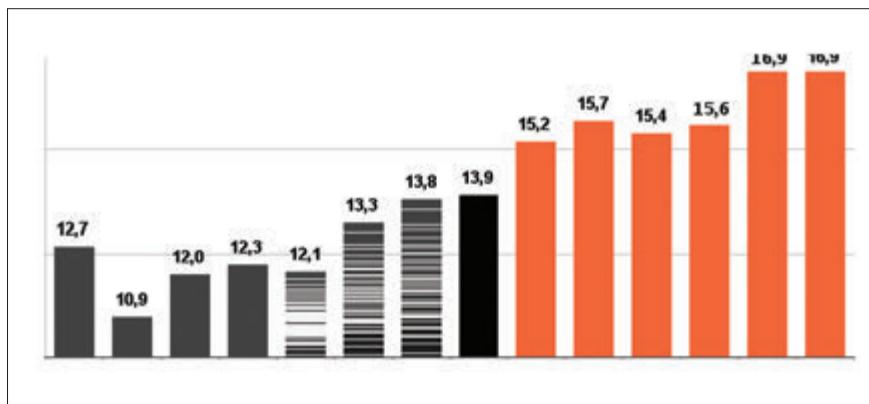
PODMÍNKY NUTNÉ PRO DOSAHOVÁNÍ OČEKÁVÁNÍ

- kvalitní proces plánování a přípravy odstávek,
- kvalitní proces řízení odstávky,
- spolehlivé zařízení,
- dodavatelský a doplňkový personál kvalitní a v dostatečných počtech,
- efektivně řízená rizika odstávek.

Současné zkušenosti a základní cesty optimalizace odstávek

Především se ukazuje, že implementace metody měření OKEN přináší výsledky. To znamená, že se nám podařilo úspěšně implementovat metodu OKNA pro optimalizaci odstávek. Jedná se především o následujících činnostech, které tvoří kritickou cestu odstávky:

- velmi dobře zvládnuté dochlazení bloku (OKNO W1),
- demontáž reaktoru (OKNO W2),
- vyvezení aktivní zóny (OKNO W4),
- doba snížené hladiny na osu studených nátrubků (OKNO W5),
- zavezení aktivní zóny (OKNO W6),
- montáž reaktoru (OKNO W8),
- obsluha dvou obalových souborů CASTOR (speciální činnost),



Obr. 9 – Historie a přepokládaný vývoj výroby elektrické energie ve dvou blocích jaderné elektrárny Temelín

- fyzikální testy (OKNO W11 a W12).

Dosažená zkrácení ve všech výše uvedených bodech jsou výsledkem velmi dobré práce HIT týmu. Nyní se ukazuje, kde máme další potenciál optimalizace odstávek – musíme se zaměřit na:

- náběh bloku z režimu 5 (OKNO W10 a W11),
- snížit počet úkolů v odstávce cestou zavádění údržby za provozu (on-line maintenance). Počet úkolů, který dosahujeme je až 11 000, a to není dobrý předpoklad pro zkrácení,
- pokračujeme v optimalizaci obsluhy Castor,
- pokračujeme v optimalizaci činností na strojně,
- ustavujeme HIT tým PERZIK pro odstávku 2G013.

Uvedené činnosti skutečně dávají předpoklad dalšího úspěchu, ale jak už to bývá, nejsou to předpoklady postačující. Budeme se muset zabývat ještě:

- systematickým řízením rizik v odstávkách,
- kvalitou práce,
- bezpečností.

Bezpečnost je naší první prioritou a zasluhuje si mimořádnou pozornost. V této oblasti můžeme konstatovat, že:

- Zavedení typového harmonogramu s úplným vyvážením aktivní zóny pro výměnu hydraulické

části hlavního cirkulačního čerpadla významně snižuje pravděpodobnost poškození aktivní zóny, a budeme dosahovat lepších hodnot CDF (Core Damage Frequency).

- Daří se trvale dosahovat jedněch z nejlepších hodnot KED (kolektivní efektivní dávky) na světě – viz obr. 8.

Další skutečností, kterou musíme vzít v úvahu je, že změna periody GOR (pokud uvažujeme data získávaná pouze v této odstávce) nelze uskutečnit v relativně krátkém období, protože státní dozor argumentuje následovně: nejdříve prokažte na třech souborech dat akceptovatelný trend a potom uvažujte o prodloužení periody (to platí např. pro zkoušku PERZIK).

ZÁVĚR

Jaderná elektrárna Temelín umí definovat další příležitosti a jejich využití je v našich rukou. To znamená, že jsme schopni dosáhnout při zachování vysokých bezpečnostních standardů další optimalizace odstávek a tím přispět ke splnění podnikatelského plánu, Nové vize a také nově tvořenému Střednědobému zadání z Koncepce provozu temelínské jaderné elektrárny.

**Ing. Lubomír Hobza,
VODB koordinace Jaderná elektrárna Temelín,
ČEZ, a.s.**

The benefit of outage optimization for the overall production of electricity is vital

2012 is the final year of the "B15T" project, under which the Temelín nuclear power plant is aiming to achieve the production of 15 TWh and to maintain this level of production for at least 30 years to come. On 13 September 2012, at 10:37 PM, an outage of unit 1 (second overall, the outage of unit 2 took place between 11 May and 27 June - 47 days) was successfully completed and good conditions were therefore established to meet the target outage length. Compared to the plan, outages in 2012 were reduced by a total of 6 days. Let us ask ourselves - would it be possible to achieve even more? Or - at what price have we succeeded? In his article, the author focuses on factors that influence the speed and economy of outages. He also describes the outlook as regards optimization in the future.

Вклад оптимизации профилактических остановок по отношению к общему производству электроэнергии значителен

2012 год является финальным годом проекта «B15T», в котором АЭС Темелин поставила перед собой цель достичь производства 15 Twh и поддерживать этот уровень минимально последующих 30 лет. 13 сентября 2012 года в 22.37 была успешно завершена остановка 1 блока (вторая остановка по счёту, первая остановка — отключение 2 блока проходила 11.05. - 27.06. и длилась 47 дней), и этим была создана возможность сократить длительность остановок и добиться цели. Профилактические остановки в 2012 году по сравнению с планом были сокращены на 6 дней. Была ли возможность достичь большего? И какой ценой это было достигнуто? Автор статьи описывает факторы, которые влияют на быстроту и экономность остановок. Рассказывает и о возможностях оптимизации этих процессов в будущем.