

TECHNICKOEKONOMICKÉ STUDIE DLOUHODOBÉHO PROVOZU (LTO) JE DUKOVANY A TEMELÍN – TECHNICKÁ ČÁST

TECHNICAL ECONOMIC FEASIBILITY STUDY OF DUKOVANY NPP LONG TERM OPERATION – TECHNICAL PART

Jan Wandrol

ÚJV Řež, a. s.

Abstrakt

První technickoekonomická studie (TES) pro provoz JE Dukovany v LTO se provedla v letech 2006-2008 a hodnotila varianty provozu 40, 50 a 60 let. Jedním z výstupů této studie bylo doporučení zpracovat aktualizaci studie v roce 2016 jako podklad pro rozhodnutí o provozu Dukovan za rok 2025-27. V letech 2014-2016 byla na základě návodu MAAE TECDOC 1309 zpracována aktualizace TES ve spolupráci ÚJV Řež (metodika, technická část) a ČEZ (ekonomická část, riziková analýza, výstupy a doporučení).

First technical economic feasibility study of Dukovany NPP LTO was created in 2006-2008 and its objective was to assess options of long term operation 40, 50 and 60 years. One of the results of this study was suggestion to update the study until 2016 to prepare necessary information for decision on operation of Dukovany NPP beyond 2025-2027. From 2014 to 2016 updated TE study based on IAEA TECDOC 1309 was prepared in cooperation of ÚJV Řež (methodology, technical part) and ČEZ (economic part, risk analysis, results and suggestions).

1. Úvod

Dlouhodobý provoz jaderné elektrárny (JE) je cílem všech provozovatelů těchto zařízení, protože zkušenosti z celého světa ukazují, že přes zvýšené náklady spojené se zajištěním dlouhodobého provozu, je to finančně výhodnější, než stavět nové zdroje elektrické energie. Dlouhodobý provoz představuje provozování části zařízení JE za jejich projektovou životnost a výměnu nebo obnovu další části zařízení během jejich dlouhodobého provozu, se kterým původní projekt nepočítal.

Před tím, než vlastník rozhodne o zajištění dlouhodobého provozu a jeho strategii, je vhodné provést technickoekonomickou studii hodnotící technickou proveditelnost a ekonomickou výhodnost možných variant zajištění dlouhodobého provozu JE.

Problémy, které zajištění dlouhodobého provozu řeší, jsou způsobeny zejména stárnutím provozovaného zařízení, které omezuje dobu použitelnosti zařízení - životnost zařízení. Rozeznáváme dva druhy stárnutí, které jsou na sobě nezávislé:

- Morální stárnutí, způsobené tím, že zařízení vyprojektované před určitou dobou neodpovídá požadavkům vyplývajícím ze současného stavu poznání, což může vyvolat buď:
 - potřebu výměny, nebo modernizace zařízení tak, aby byla zajištěna v současnosti požadovaná bezpečnost, a spolehlivost JE,
 - anebo nedostatek náhradních dílů a technologií údržby u zařízení, která byla již nahrazena výrobou moderních typů.
- Materiálové a funkční stárnutí, které v závislosti na době provozu anebo četnosti používání mění fyzikální charakteristiky zařízení jaderné elektrárny a pokud není tento vliv zmírňován, zmenšuje bezpečnostní rezervy (faktory) obsažené v projektu zařízení JE, zvyšuje riziko poruch a snižuje úroveň jejich bezpečnosti.

Technickoekonomická studie dlouhodobého provozu JE z velké části představuje analýzu dopadů stárnutí na zařízení JE, navržení možných variant zmírňování těchto dopadů a jejich ekonomické vyhodnocení.

Oblast stárnutí zařízení, ale není jedinou oblastí hodnocení pro T-E studii, náklady dlouhodobého provozu mohou být způsobeny i dalšími faktory, např. nutností přípravy specifické dokumentace pro dozorný orgán, nutností řešit zvýšení kapacity technologií pro nakládání s odpady a s použitým jaderným palivem, důležitá je také otázka personálního zajištění dlouhodobého provozu, atd. Technickoekonomické hodnocení se skládá z hodnocení 11 nákladových kategorií, které by měly pokrývat všechny oblasti potenciálně zvyšující náklady dlouhodobého provozu JE.

Cílem technickoekonomické studie je stanovit celkovou dobu možného provozu JE a jeho finanční nákladnost.

2. Metodika přípravy technické části technickoekonomické studie LTO jaderných elektráren ČEZ

Technická část studie je provedena podle metodiky ÚJV Řež, a. s. [1], která vychází z dokumentu IAEA Cost drivers for the assessment of nuclear power plant life extension [2].

Cílem hodnocení v technické části studie je identifikace nákladově významných opatření nezbytných pro dlouhodobý provoz EDU. Hodnocení je prováděno na základě existujících podkladů (Plán obnovy provozovaných zdrojů, Health reporty, výsledky programů řízeného stárnutí, výsledky periodického hodnocení bezpečnosti - PSR, atd.), expertních názorů a zobecněné zkušenosti.

Hodnocení v technické části je prováděno pro nákladové kategorie:

1. Hodnocení zařízení ve struktuře logických celků
2. Ocenění dopadu na životní prostředí – EIA
3. Udržování schopnosti provádět expertní činnosti
4. Náhradní díly a spotřební hmoty
5. Zdokonalení programů a procesů řízení
6. Posouzení pro provoz a údržbu
7. Přijetí veřejností
8. Správa radioaktivního odpadu
9. Vyřazování JE z provozu
10. Zdokonalení palivového cyklu
11. Získání souhlasu SÚJB s provozem za projektovou životnost

První nákladová kategorie obsahuje zhodnocení všech zařízení elektrárny se zaměřením na zařízení nákladově významná. Ostatních 10 nákladových kategorií (NK) pokrývá zbývající oblasti a okolnosti spojené s provozováním elektrárny (hmotné i nehmotné), které mohou během dlouhodobého provozu přinést zvýšené náklady. Všechna hodnocení jsou uložena v databázi LTOs včetně vazeb na informační zdroje jako jsou Health reporty, výsledky programů řízeného stárnutí a výsledky periodického hodnocení životnosti, případně další podklady vytvořené přímo v souvislosti s hodnocením.

Výsledkem hodnocení je soubor všech nezbytných opatření (resp. akcí) pro jednotlivé posuzované varianty LTO, včetně určení jejich nákladů a termínů realizace. Náklady jsou určovány ekonomicky konzervativně, tzn., pokud lze daný problém řešit variantně, je pro ekonomický výpočet volena nejnákladnější varianta. Tento přístup však zároveň vytváří z hlediska nákladů určité potenciály, protože v praxi nedochází k realizaci vždy pouze

nejnákladnějších opatření. Tyto potenciály jsou v technickoekonomické studii také identifikovány a popsány.

Termíny realizace identifikovaných opatření byly stanoveny také s ohledem na cyklování odstávek, termíny akcí s předpokladem realizace v dlouhých odstávkách byly stanoveny do těchto odstávek.

Akce jsou evidovány v databázi LTOs ve struktuře uzpůsobené pro účely ekonomického výpočtu výhodnosti LTO. Každá akce je v databázi popsána, je uvedeno zdůvodnění nutnosti realizace (příčina a příslušný dokument) a další informace - cena akce, termíny realizace, rozdělení do etap (pokud je potřeba), vazba na odstávku, atd.

Jednotlivě jsou identifikovány akce s náklady nad 50 mil. Kč. Náklady na akce s jednotlivými náklady pod 50 mil. Kč jsou do ekonomického výpočtu doplněny sumární částkou. Tyto sumární částky v posledních cca 5 letech před koncem provozu v obou variantách LTO postupně klesají v souladu s trendem celkového poklesu investic ke konci provozu bloků.

3. Hlavní výsledky technické části technickoekonomické studie LTO JE Dukovany

Z výsledků technické části hodnocení nevyplývají žádné opatření, která by vylučovala dlouhodobý provoz jaderné elektrárny Dukovany až po dobu + 30 let za projektem uvažovanou životnost.

Hlavními předpokládanými opatřeními jsou:

Pro primární okruh

- Žihání tlakové nádoby reaktoru 1. bloku okolo roku 2035.
- Pořízení nových pohonů havarijních regulačních kazet (HRK) v letech 2017-2020.
- Výměna elektromotorů hlavních cirkulačních čerpadel kolem roku 2025.
- Opravy heterogenních svarových spojů primárních kolektorů parogenerátorů (opravy několika svarů již byly provedeny, další budou provedeny podle vývoje stavu jednotlivých svarů).

Pro sekundární okruh

- Výměna separátorů přehřívачů páry (postupně podle aktuálního stavu).
- Výměna nízkotlakých ohříváků okolo roku 2035.
- Výměna armatur s pneumatickým pohonem kolem roku 2035.

Pro vnější objekty

- Výměna elektrických generátorů dieselgenerátorů (2030).
- Postupná výměna potrubí technické vody důležité.
- Výměna nepřístupných potrubí surové vody z čerpací stanice do areálu JE (2025).

Pro stavební objekty

- Kompletní rekonstrukce střešních pláštěů a konstrukcí (po roce 2020).
- Oprava podzemních potrubních a kabelových kanálů (okolo roku 2030).
- Rekonstrukce jeřábů 250 tun na reaktorovém sále I, II (okolo roku 2030).
- Postupná obnova železobetonových konstrukcí chladicích věží.

Pro elektro a systémy kontroly a řízení

- Výměna kabeláže s vyčerpanou životností.
- Převinutí generátorů kolem roku 2030.

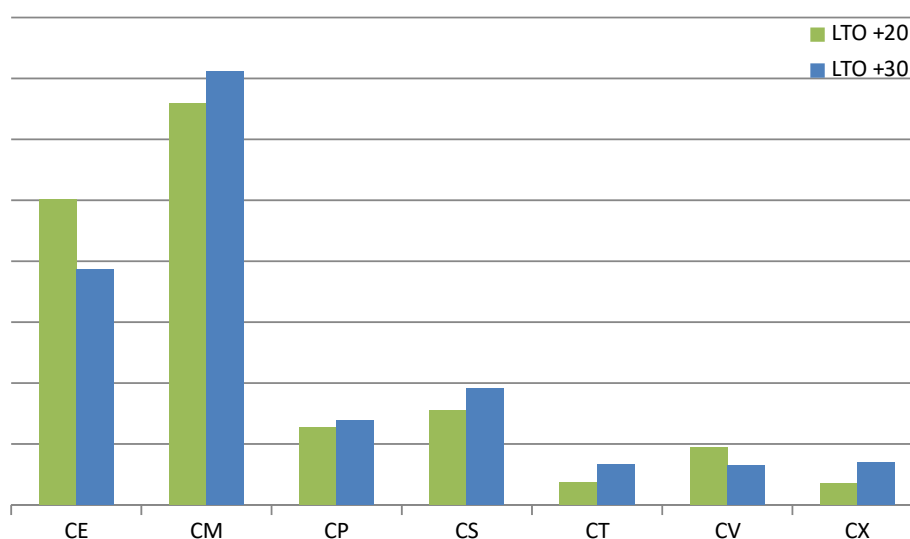
- Rekonstrukce elektrické části dieselgenerátorové stanice (po roce 2020).
- Postupná výměna původních hermetických kabelových průchodek (od roku 2020).
- Rekonstrukce úsekových a podružných rozvaděčů (po roce 2020).
- Výměna, nebo oprava generátorových vypínačů (kolem roku 2030).
- Rekonstrukce elektrických ochran bloku (kolem roku 2030).
- Obecně pro většinu systémů SKŘ bude zejména pro variantu provozu LTO +30 let potřeba provést opětovnou komplexní, nebo alespoň částečnou obnovu.

Z hodnocení ostatních nákladových kategorií vyplývají tyto hlavní opatření a rizika:

- Splnění podmínek SÚJB k prvnímu prodloužení provozu.
- Změny existujících a zavedení nových programů zejména spojených s řízením stárnutí a spolehlivosti.
- Zajištění dostatečného počtu kvalifikovaného personálu (v návaznosti na generační obměnu a aktuální a předpokládaný stav na trhu práce).
- Podpora pozitivního vnímání jaderné energetiky veřejností.
- Postupné zvyšování nákladů na údržbu vlivem stárnutí zařízení a údržby nově instalovaných systémů a zařízení (např. nové systémy a zařízení instalované v důsledku Stress testů).

Tabulky a obrázky

JMA CAPEX a OPEX dle LC v mil. Kč



Obr. 1 Srovnání nákladů na obnovu jednotlivých logických celků a pro dvě zvažované varianty dalšího prodloužení provozu (+20 a +30 let) (akce nad 50 mil. Kč, cenová úroveň 2016)

Literatura

- [1] Wandrol, J., Bátěk, D. (2013): *DITI 2301/257 R1, Metodika aktualizace technicko-ekonomického hodnocení zajištění dlouhodobého provozu českých jaderných elektráren. Postup zajištění technické části*. Místo vydání: ÚJV Řež, a. s.
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Cost drivers for the assessment of nuclear power plant life extension, IAEA-TECDOC-1309*, Vienna, 2002