

HODNOCENÍ PROVOZNÍ SPOLEHLIVOSTI Z POHLEDU PRIMÁRNÍCH DAT

EVALUATION OF THE OPERATIONAL DATA FROM THE PRIMARY DATA POINT OF VIEW

Jan Kamenický, Pavel Ságl a Jaroslav Zajíček

Technická univerzita v Liberci

Abstrakt

Hodnocení provozní spolehlivosti je činnost, která se neobejde bez příslušných datových zdrojů. Tato data významně souvisí s řešením provozní spolehlivosti, mají tedy svá specifika, která jsou stručně popsána v následujícím příspěvku.

Abstract

Evaluation of the operational dependability is such an activity that needs to be based on relevant data sources. Those data significantly corresponds with the solution of operational dependability so they have its own specificities, which are described in the following contribution.

Základní informace o hodnocení provozní spolehlivosti

Technická univerzita v Liberci (TUL) provádí dlouhodobé sledování provozní spolehlivosti Systému kontroly a řízení (SKŘ) pro jadernou elektrárnu Dukovany (EDU) [1] a Temelín (ETE) [2]. S touto činností souvisí rovněž produkce dalších technických podpor, které TUL dle potřeby rovněž poskytuje.

Nejprve velmi stručně uvádíme základní informace o hodnocení provozní spolehlivosti pro EDU a ETE.

Hodnocení provozní spolehlivosti technického celku lze řešit takovým způsobem, aby se v první řadě získaly podstatné informace o rozsahu (seznamu, registru) hodnoceného zařízení. Potom zpravidla následuje zjištění relevantní poruchovosti tohoto celku, které již přináší první významné spolehlivostní informace a výstupy. Přístupů v postupu hodnocení je více, záleží na charakteru hodnoceného zařízení, jeho specifik, požadavků provozovatele, legislativě atd. Významnými hledisky jsou zde zejména bezpečnost provozu, ekonomika atd.

Seznam hodnoceného zařízení (registr)

Znalost úplného seznamu hodnoceného zařízení je logickým požadavkem pro jeho hodnocení – například po spolehlivostní stránce. Tím je dáno, k jakým částem zařízení a jakým způsobem se budou vázat postupy spolehlivostních analýz a následně i výstupní produkty. V neposlední řadě bude registrem rovněž vymezen rozsah základních a dále nedělitelných „stavebních prvků“ zařízení, které budou určeny například výrobními typy a k nim potom budou přiřazeny spolehlivostní ukazatele.

Seznam zařízení lze získat různými způsoby, např.:

- a) dekompozicí zařízení podle jeho fyzického složení,
- b) dekompozicí podle bezpečnostních hledisek,
- c) dekompozicí podle ekonomických hledisek,
- d) dekompozicí funkční, tj. s ohledem na jeho významné funkce,
- e) kombinací uvedených metod.

Relevantní poruchovost hodnoceného zařízení

Poruchovost sledovaného zařízení je druhou významnou a nutnou skupinou údajů pro hodnocení provozní spolehlivosti a lze je k seznamu hodnoceného zařízení vázat například dle následující struktury:

- a) zařízení jako celek,
- b) významné součásti zařízení dle jeho funkce, umístění, určení, složení atd.,
- c) součástky a součásti zařízení (výrobní typy), jakožto nejmenší jeho celky.

Rozpad hodnoceného zařízení pro analýzu provozní spolehlivosti souvisí s tím, aby bylo možno zejména kvalitně a komplexně pokrýt základní provozní situace s ohledem na rozsah sledovaného zařízení, jeho funkčnosti a v souladu s jeho základními charakteristikami vyplývajícími z provozního chování, spolehlivosti, bezpečnosti provozu, ekonomičnosti atd.

Základní výstupy spolehlivostního hodnocení

Základní parametry a výstupy procesu hodnocení provozní spolehlivosti by měly úzce souviset s vlastnostmi sledovaného celku. Obecně lze za úvodní základní výstup označit prostou poruchovost vázanou na vhodně zvolené celky dle konkrétní struktury sledovaného zařízení. Dalšími často stanovovanými parametry jsou potom bodové odhady ukazatelů bezporuchovosti, například střední doba provozu mezi poruchami (MTBF), intenzita poruch a následně intervaly konfidence pro tyto parametry. Pokud se hodnotí vysoce spolehlivé zařízení, kde počty poruch jsou nízké (typickým příkladem jsou elektronické karty a další zařízení SKŘ EDU a ETE), lze pro postup stanovení ukazatelů spolehlivosti využít ČSN IEC 60605-4 [3]. Další popis postupu a použití matematického aparátu, který vychází zejména z teorie pravděpodobnosti a matematické statistiky, zde již nebude uváděn, protože by to bylo nad rámec a rozsah tohoto článku.

Jsou-li k dispozici projektové hodnoty minimálních MTBF, je potom možné v další fázi hodnocení provést porovnání, zda zjištěné hodnoty provozní MTBF nejsou u některých komponent nižší, než tyto projektové minimální hodnoty. Tím jsou ale zatím podchyceny pouze nejzákladnější stavební prvky a celky hodnoceného celku. Spolehlivostní analýzu je třeba dále rozpracovat do lepšího souladu s typickými funkčními a základními specifiky hodnoceného celku. Návazná hodnocení a analýzy proto využívají uvedených a rovněž i dalších ukazatelů a směřují například k rozboru vybraných funkcí, které zabezpečuje sledované zařízení. Hodnocení spolehlivosti vybraných funkcí je potom vrcholovým výstupem z pohledu významnosti spolehlivostní analýzy vybraného celku a jeho základních funkcí.

Primární data pro hodnocení provozní spolehlivosti a jejich získávání

Rozsah primárních dat pro úspěšné provedení analýzy provozní spolehlivosti zvoleného technického (ale i jiného) celku úzce souvisí s tím, co je třeba určit, spočítat a vyhodnotit. Je tedy zřejmé, že v souladu s předcházející kapitolou se první základní skupinou dat stávají data pro stanovení seznamu sledovaného zařízení (registru), a to do takového detailu, ke kterému je hodnocení cíleno. Zpravidla to bývají takové komponenty, které provozovatel vyměňuje jako celek a neřeší jejich okamžité demontáže a opravy.

Další skupinou významných primárních dat, která jsou nezbytná pro spolehlivostní analýzu a navazují na získaný registr zařízení, jsou informace o relevantních zásazích údržby. Provozovatel zařízení by měl mít kvalitně postavenou servisní smlouvu, nejlépe přímo u výrobce dodaného zařízení, který by řešil záruční a následně rovněž pozáruční náročnější zásahy a opravy. Provozovateli by potom zůstala možnost provádět jednodušší zásahy, kterými jsou seřízení, vyčištění, kalibrace, testování, resety, restarty atd. Je evidentní, že optimální vyladění vztahu je poměrně důležitým bodem z více důvodů a rovněž z pohledu hodnocení provozní spolehlivosti.

Získání dat o údržbě zařízení však nemusí být vždy jednoduché. Jednak může dojít k tomu, že u nově instalovaného a do provozu prvně uváděného zařízení může mít výrobce (dodavatel) z různých důvodů pochopitelný zájem si zpočátku případné problémy a závady ohlídat. Při odpovědnosti dodavatele zajistit bezproblémovou a plnou funkčnost zařízení potom provozovatel nemusí disponovat kompletní databází těchto informací, které právě z uvádění do zkušebního a běžného provozu mají charakter velmi významných informací. Dále do procesu vstupuje garanční ujednání. Obecně lze konstatovat, že zde hodně záleží na smluvním ošetření a nastavení celého procesu. Další komplikací se může stát provázanost složitého zařízení, jakým SKŘ v jaderné elektrárně bezpochyby je. Projev poruchového stavu tak nemusí vždy jasně ukazovat na závadu konkrétní součástky nebo celku. Porucha se například může projevit krátkodobým alarmem, který rychle odezní. Kromě toho může dojít k tomu, že poruchový stav může být do SKŘ zavlečen poruchou jiného zařízení, které s ním určitým způsobem souvisí, například poruchou v technologii, manipulacemi, vlivem EMC atd.

Z uvedených informací vyplývá, že údržbářská data o funkčnosti, poruchách a dalších stavech zařízení jsou velmi významná, je třeba je vhodným způsobem sledovat, shromažďovat a vyhodnocovat. Velká část těchto dat se stává přímými vstupními údaji do hodnocení provozní spolehlivosti, a po jejich získání navazuje jejich další zpracování a hodnocení.

Historie a sběr dat pro hodnocení provozní spolehlivosti

Technický pokrok znamenal ve svém průběhu u sběru a hodnocení primárních dat pro účel hodnocení provozní spolehlivosti obrovské změny. Na samém počátku této činnosti v oblasti SKŘ jaderných elektráren jsou první významné aktivity datovány cca k roku 1988 v SKŘ EDU, kdy se hodnotila provozní spolehlivost pro část původního (neobnoveného) SKŘ EDU. Tehdy se data získávala většinou z různých papírových podkladů a převážně ručně se tyto informace rovněž zpracovávaly, protože výpočetní technika se teprve vyvíjela a nebyla k dispozici v tak masovém měřítku, jako je tomu v současné době. Ovšem v EDU už tehdy začaly vznikat aplikace, databáze a další nové prostředky, které byly naplňovány významnými provozními daty, ze kterých bylo možné začít čerpat data o registru zařízení a relevantní poruchovosti. Přirozeně tyto prostředky nebyly primárně určeny ke sledování provozní spolehlivosti, byly to například evidence o zásazích údržby, náhradních dílech (dB SRND, SIS) atd. Bylo však možné tato data po příslušných úpravách a doplnění začít využívat pro získání některých vstupních dat pro hodnocení provozní spolehlivosti. Nejdříve však bylo nutné zjistit, kde a jaká data a aplikace jsou k dispozici, protože jejich vznik a existence měly zpočátku někdy poněkud živelný charakter a překrývaly se. Proces jejich vzniku a vývoje bylo třeba sledovat, dle možností příslušnými způsoby ovlivňovat, k čemuž bylo současně třeba operativně a co nejčastěji data stahovat a analyzovat, i když byla v různé kvalitě a obsahu.

Technická univerzita v Liberci měla vždy zájem na tom, aby data, která byla významná ze spolehlivostního pohledu a disponovala již jistou kvalitou, byla podchycena vhodnou aplikací. Od této aplikace se požadovalo, aby data nejenom shromažďovala, ale současně aby rovněž nabídla takové možnosti jejich zpracování, které byly proveditelné a vedly ke snadnému a automatizovanému získání základních spolehlivostních výstupů. Úkol byl orientován právě na spolehlivostní hodnocení původního SKŘ EDU. První aplikace se jmenovala SSS (Systém sledování spolehlivosti). Pro načtení aktuálních dat byl potřebný zásah oprávněného uživatele čili nejednalo se o zpracování on-line, formát, kvalita a rozložení dat to tehdy ještě neumožňovalo. Ve srovnání s papírovými podklady a jejich ručním zpracováním byl však toto značný pokrok a zefektivnění procesu. Zavedení a funkčnost aplikace SSS bylo též pozitivně hodnoceno SÚJB, kam EDU mělo a stále má povinnost předávat základní spolehlivostní hodnocení SKŘ.

Dukovany, Temelín a moderní přístup v hodnocení provozní spolehlivosti SKŘ

Rozvoj výpočetní techniky, zpracování dat, ukládání dat a další technický pokrok šel však rychle a stále dál.

V roce 2000 byl spuštěn 1. blok ETE, který byl v rámci SKŘ postaven na tehdy moderním zařízení Westinghouse. V letech 2005 byla zahájena rozsáhlá modernizace SKŘ v EDU. V obou elektrárnách byl již zaveden informační systém ISE PassPort, který se stal mocným nástrojem například pro řízení prací, jeho využitím lze zajistit rovněž získávání, zpracovávání a archivaci příslušných dat v rozsáhlé podobě. Tj. v hodnocení provozní spolehlivosti nejen pro vytvoření registru zařízení, ale i relevantních údržbářských zásahů. Vznikl tak prostor pro další kvalitu a možnosti sbírání a zpracovávání dat, která jsou potřebná nejen pro hodnocení provozní spolehlivosti.

V roce 2007 byl proto vytvořen nový SSS, který dokázal data pro hodnocení provozní spolehlivosti SKŘ sbírat a vyhodnocovat, a to v nové kvalitě a rozsahu z ISE PassPortu a pro obě elektrárny on-line. Otevřely se další možnosti zpracování, rovněž i další zadání a další možné výstupy. Kromě cenzorického rozhodnutí, zda se u dat, které nabrala aplikace podle stanoveného schématu, jedná skutečně o poruchy, již aplikace produkovala příslušné výstupy pro hodnocení provozní spolehlivosti bez dalšího zásahu.

Dále byla vytvořena možnost data pro hodnocení spolehlivosti rovněž získávat mimo aplikaci SSS, a to zabezpečeným připojením s využitím Internetu v podobě přesně definovaných datových exportů. Tento postup bylo nutné vytvořit zejména z důvodu dalšího vývoje situace, překonání postupů dle SSS a z dalších praktických důvodů. Pro vlastní zpracování dat těchto exportů lze využívat například prostředky aplikací MS Office ve formě pro tato zpracování cíleně vytvořených modulů a aplikací. Výsledky potom ale nutně musí harmonizovat s výstupy z předešlých let, protože v rámci smysluplného sledování provozní spolehlivosti je třeba hodnocení provádět opakovaně, navazovat na předchozí výsledky, hodnotit trendy a sledovat vývoj poruchovosti, ukazatelů atd.

Spolehlivostní výstupy lze dále využívat pro další analýzy, výpočty a hodnocení, například pro plánování náhradních dílů. Připravují se další produkty, například automatizovaná alarmová hlášení, která spustí aplikace při zjištění nepříznivého vývoje spolehlivostních ukazatelů, překročení zadaných limitů atd.

Závěrem

Cílem článku bylo stručným způsobem uvést, co je z pohledu primárních dat pro hodnocení provozní spolehlivosti SKŘ EDU a ETE důležité, jakým vývojem tato oblast prošla a jaké jsou další možnosti. Článek navazuje na předchozí články konferencí [4].

Literatura

- [1] SágI, P., Zajíček, J. (2018): *Monitoring provozní spolehlivosti systémů kontroly a řízení JE Dukovany*. Liberec: Technická univerzita v Liberci.
- [2] Kamenický, J., SágI, P. (2018): *Monitoring provozní spolehlivosti systémů kontroly a řízení JE Temelín*. Liberec: Technická univerzita v Liberci.
- [3] ČSN IEC 60605-4:2002 *Zkoušení bezporuchovosti zařízení – část 4: Statistické postupy pro exponenciální rozdělení – Bodové odhady, konfidenční intervaly, předpovědní intervaly a toleranční intervaly*.
- [4] Kolektiv autorů (2015): *Zvyšování životnosti komponent energetických zařízení v elektrárnách, sborník z 10. konference*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.