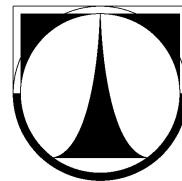




**ČESKÁ SPOLEČNOST PRO JAKOST**  
ve spolupráci s  
**Ústavem řízení systémů a spolehlivosti**  
**TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI**



# **ZPRACOVÁNÍ A VYUŽITÍ DAT O PROVOZNÍ SPOLEHLIVOSTI ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ V JADERNÉ ENERGETICE**

**MATERIÁLY K SETKÁNÍ ODBORNÉ SKUPINY  
PRO SPOLEHLIVOST**

Tato práce byla vytvořena s finanční podporou Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky, projekt číslo 1M06059 - Progresivní technologie a systémy pro energetiku.

23. listopadu 2010  
Praha 1, Novotného lávka 5

## **OBSAH**

<b>Monitoring provozní spolehlivosti řídicích systémů</b> <i>Ing. Pavel Fuchs, CSc.</i>	<b>3</b>
<b>System sledování spolehlivosti</b> <i>Ing. Pavel Ságl</i>	<b>12</b>
<b>Modelování spolehlivosti funkcí řídicích systémů</b> <i>Ing. Jan Kamenický, Ph.D.</i>	<b>31</b>

# Monitoring provozní spolehlivosti řídicích systémů

Ing. Pavel Fuchs, CSc., Technická univerzita v Liberci

tel. +420 485 353 287, e-mail: [pavel.fuchs@tul.cz](mailto:pavel.fuchs@tul.cz)

Práce byla vytvořena s finanční podporou Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky, projekt číslo 1M06059 - Progresivní technologie a systémy pro energetiku.

## 1. Stručný úvod

Tento příspěvek a příspěvky na něj navazující prezentují relativně uceleným způsobem dlouhodobou a systematickou práci ve sledování a vyhodnocování provozní spolehlivosti řídicích systémů jaderných elektráren společnosti ČEZ a.s.. Je proto v příspěvku vhodné připomenout, jak vše začalo, probíhalo a probíhá a jaké jsou výhledy do budoucna. Jako poznámku na okraj je třeba uvést, že v textu tohoto a následujících příspěvků je pro jednoduchost používán nenormovaný termín parametry, resp. ukazatele spolehlivosti místo korektního použití termínu ukazatele bezporuchovosti, pohotovosti, udržovatelnosti a zajištěnosti údržby. Rovněž tak termín provozní spolehlivost je použit pro vyjádření, že se jedná o spolehlivost zařízení v reálném provozu.

## 2. Jak to začalo a probíhalo

### 2.1 Kontrolní činnost SÚJB

Podnětem pro tuto systematickou činnost byl zájem Ing. Josefa Krpálka ze Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB) na tom, aby byly k dispozici kvalitní informace o provozní spolehlivosti těch částí systému kontroly a řízení (SKŘ) jaderné elektrárny Dukovany (EDU), které plní bezpečnostní funkce. Proto v roce 1999 požádal autora příspěvku, tehdy pracujícího ve společnosti ABEGU v Tanvaldě, o technickou asistenci při kontrole evidence a způsobu vyhodnocování poruch subsystémů SKŘ v jaderné elektrárně Dukovany a o vypracování expertního posudku. Expertní posudek byl zaměřen na posouzení:

- evidence a způsobu vyhodnocování poruch subsystémů SKŘ,
- vypovídací schopnosti vyhodnocování poruch subsystémů SKŘ,
- využití informací o poruchách subsystémů SKŘ příslušnými útvary ČEZ - EDU,
- využití informací o poruchovosti subsystémů SKŘ pro dokladování úrovně bezpečnosti.

V rámci této technické asistence byly prověřeny dostupné datové zdroje a způsoby jejich využití pro dodržování potřebné kultury bezpečnosti provozu jaderné elektrárny Dukovany. Základní závěry expertního posudku konstatovaly, že existují rezervy ve využívání kvantitativního hodnocení provozní spolehlivosti SKŘ, protože:

- hodnotí jen ty části subsystémů SKŘ, které mohou vstupovat do modelu pravděpodobnostního posuzování bezpečnosti EDU (PSA<sup>1</sup> - model),
- ukazatele spolehlivosti jsou voleny s ohledem na potřeby PSA modelu,
- sběr informací o poruchách je založen pouze na sledování těch částí subsystémů SKŘ, které mohou vstupovat do PSA modelu (z toho plyne malý počet evidovaných poruch komponent a vyvstává otázka průkaznosti statistického vyhodnocení),
- aktualizace údajů je nesoustavná.

---

<sup>1</sup> PSA - Probability Safety Assessment

Dále bylo konstatováno, že na úrovni bezpečnostních funkcí nelze z důvodu vysoké redundance bezpečnostních systémů přímo sledovat jejich provozní spolehlivost a je třeba ji začít sledovat od úrovně komponent.

## 2.2 Kvantitativní hodnocení provozní spolehlivosti

Stávající omezený rozsah sledování provozní spolehlivosti neumožňoval tedy podchytit případné změny v parametrech spolehlivosti komponent a včas na ně reagovat formou nápravných opatření. Nebylo proto možné provádět posouzení, zda úpravy SKŘ nebo jeho záměna za nový povedou ke zvýšení, resp. snížení spolehlivosti SKŘ a posuzovat dopad těchto změn na úroveň bezpečnosti EDU.

Uvedené závěry vedly k tomu, že SÚJB si objednal u společnosti ABEGU, a.s., aby na základě veškerých dostupných zdrojů dat o provozu a údržbě vyskytujících se v EDU zpracovala kvantitativní hodnocení spolehlivosti těchto bezpečnostně významných subsystémů SKŘ:

- systém havarijní ochrany reaktoru (HO),
- systém ochrany bloku (SOB),
- systém kontroly neutronového toku (AKNT),
- systém ochrany a řízení reaktoru (SORR),
- systém automatické regulace výkonu reaktoru (ARM),
- systém regulace omezení výkonu reaktoru (ROM),
- systém technologických ochran parogenerátoru (TOPG),
- systém lokálních ochran parogenerátoru (LOPG),
- systém vnitroreaktorové kontroly (SVRK).

Výsledkem této činnosti bylo jednak stanovení bodových odhadů bezporuchovosti komponent (intenzita poruch  $\lambda$ , resp. střední doba provozu mezi poruchami **MTBF** včetně úrovně konfidence) a dále stanovení střední doby do obnovy **MTTR** komponent s ohledem na způsob jejich údržby po poruše a latenci (skrytost) jejich poruchového stavu. To následně umožnilo výpočet součinitele (ustálené) nepohotovosti **U** specifikovaných bezpečnostních funkcí.

Tím byl splněn požadavek na plné kvantitativní hodnocení provozní spolehlivosti bezpečnostních funkcí SKŘ EDU, které prokázalo jejich **vysokou úroveň spolehlivosti a bezpečnosti**.

Uvedené výsledky SÚJB v roce 2000 předal ČEZ a rozhodl, aby bylo zavedeno systematické sledování a vyhodnocování provozní spolehlivosti výše uvedených bezpečnostních subsystémů SKŘ EDU.

## 2.3 Systém sledování spolehlivosti

Posouzení provozní spolehlivosti bylo pro SÚJB vytvořeno jednorázově formou rozsáhlé analýzy dat z různých zdrojů. Pro trvalé sledování (monitoring) provozní spolehlivosti bylo třeba navrhnout systém, který by umožňoval efektivní zpracování primárních dat o provozu, poruchách a údržbě bezpečnostně významných subsystémů na úrovni komponent. K tomu byla v roce 2001 navržena SW aplikace SSS (Systém Sledování Spolehlivosti). Autorem této aplikace byl doc. RNDr. Miroslav Koucký, CSc. z Technické univerzity v Liberci (TUL). Rozsah sledování lze dokumentovat následujícími čísly:

- **9** sledovaných subsystémů,
- **39 339** sledovaných komponent.

Doplňující informace k SSS obsahuje následující příspěvek Ing. Pavla Ságla.

## 2.4 Využití výsledků monitoringu provozní spolehlivosti

Základním posláním SSS bylo zpracovávat údaje o poruchovosti a poskytovat bodové odhady bezporuchovosti komponent. Tyto hodnoty a informace z dalšího využití SSS posloužily:

- jako důkaz vysoké úrovně provozní spolehlivosti a pečlivého sledování stavu bezpečnostně významných subsystémů SKŘ ze strany provozovatele při získávání povolení SÚJB k prodloužení provozu EDU,
- pro stanovení hodnoty ukazatelů spolehlivosti dílčích i složitých funkcí SKŘ důležitých z hlediska jaderné bezpečnosti,
- pro formulování požadavků na spolehlivost pro nové digitální řídicí systémy nahrazující původní reléové systémy.

Vyjma hlavních výsledků byla data využita ve studii PSA, získána řada informací a přistoupeno např. k testování předpokladu konstantní intenzity poruch u typických komponent (relé, snímače, ...). Nebyl zamítnut předpoklad exponenciálního rozdělení náhodné proměnné, tj. konstantní intenzity poruch, resp. konstantního parametru proudu poruch.

## 3. Jak to probíhá nyní

### 3.1 Důvody pro změnu

S ohledem na modernizaci SKŘ EDU (náhrada reléových systémů digitálními bezpečnostními systémy) a centralizací dat o údržbě v systému řízení prací ISE PassPort vyvstala potřeba revidovat SSS. Také požadavek na rozšíření sledování provozní spolehlivosti SKŘ i na jadernou elektrárnu Temelín (ETE), pro dokladování potřebné úrovně bezpečnostních subsystémů SKŘ Mezinárodní komisi pro atomovou energii (IAEA), byl podnětem k rozšíření SSS a inovaci koncepce sledování provozní spolehlivosti.

Zařízení SKŘ EDU vybraná pro sledování provozní spolehlivosti:

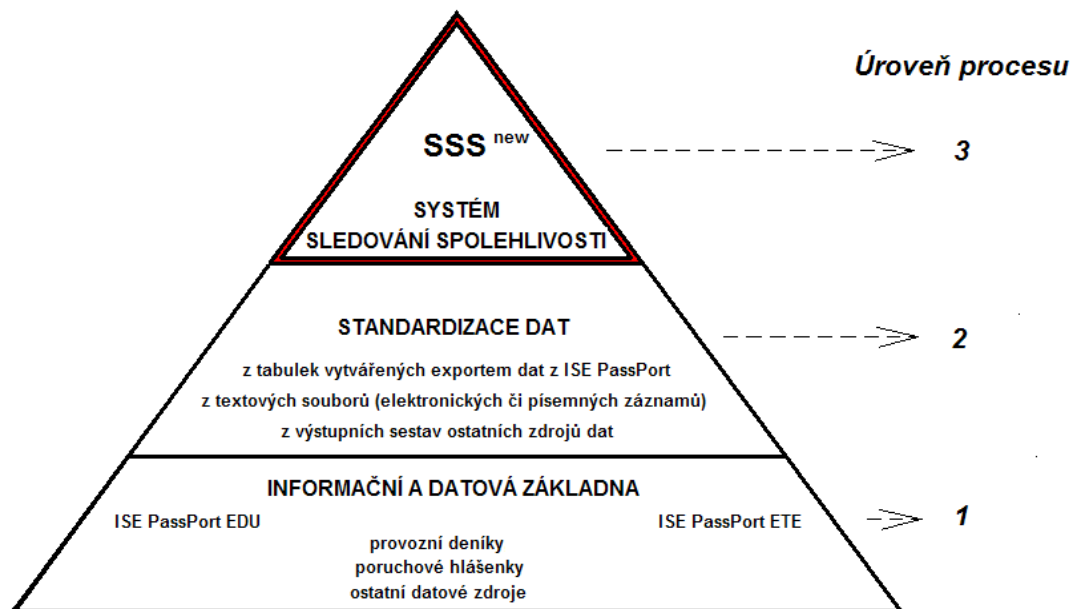
- Reactor Control System (RCS),
- Digital Instrumentation System (DIS),
- In-Core Measurement System (ICMS),
- Digital Reactor Protection System (DRPS),
- Electrical Load Sequencer (ELS),
- Interface and Data Management System (IDMS),
- Post Accident Monitoring System (PAMS),
- Process Computer System (PCS),
- Reactor Rod Control System (RRCS),
- Support Action System Non trained (SAS-N),
- Steam Generator Protection System (SGPS).

Zařízení SKŘ ETE vybrané pro sledování provozní spolehlivosti:

- Diverse Protection System (DPS),
- Unit Information System (UIS),
- Post Accident Monitoring System (PAMS),
- Plant Control System (PCS),
- Primary Reactor Protection System (PRPS),
- Reactor Control and Limitation System (RCLS),
- Non-Programmable Logic (NPL).

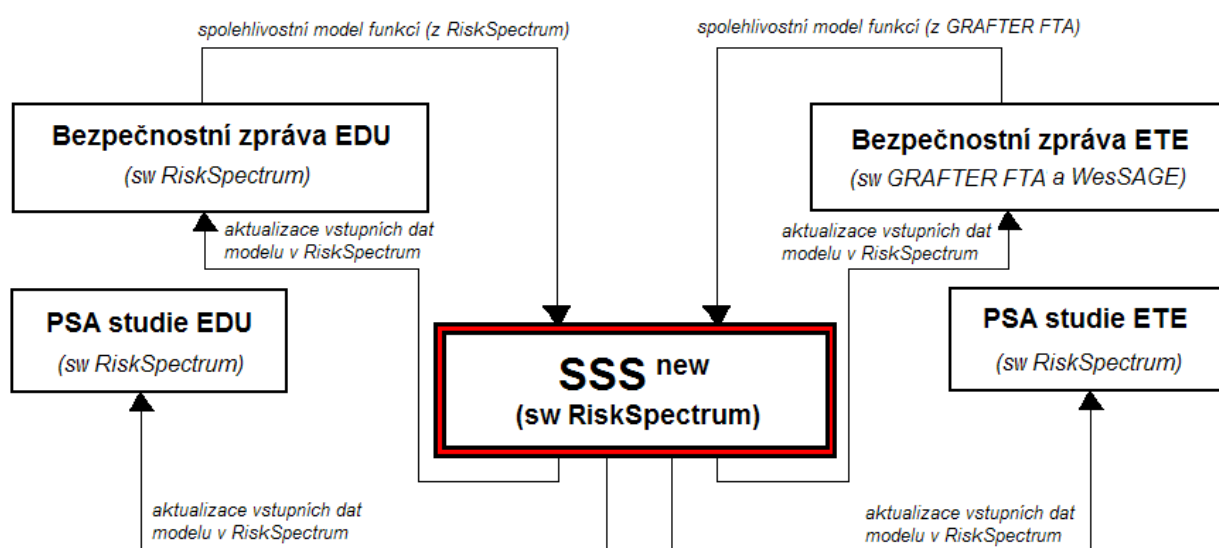
### 3.2 Koncepte monitoringu provozní spolehlivosti

V roce 2007 nabídly společnost I&C Energo (ICE) a Technická univerzita v Liberci (TUL) společně ČEZ nový Systém sledování spolehlivosti zařízení SKŘ jaderných elektráren Dukovany a Temelín. Odpovědnost za řešení byla rozdělena tak, že SW aplikaci SSS vyvíjelo ICE podle metodického konceptu a metodik TUL. Tento koncept je zřejmý z obr. 1 a 2.



Obr. 1: Proces sledování spolehlivosti

Je zřejmé, že úspěšný monitoring spolehlivosti představuje tříúrovňový proces záznamu, zpracování a vyhodnocení dat z provozu jaderných elektráren, přičemž automatizované zpracování dat v SSS představuje střední a vrcholovou úroveň tohoto procesu.



Obr. 2: Vazby na SW prostředky analýz bezpečnosti

Z přehledu vazeb na bezpečnostní analýzy bylo zřejmé, že 3 ze 4 bezpečnostních analýz jsou řešeny spolehlivostními modely v prostředí RiskSpectrum. Nabízelo se tedy logické řešení sjednotit tyto modely a jejich aktualizaci na platformě RiskSpectrum..

Vlastní řešení nového SSS je proto tvořeno dvěma kvalitativně rozdílnými částmi. Každá z nich je určena k řešení odlišného typu spolehlivostních úloh. Jedná se o:

- Část zajišťující sběr dat a jejich základní statistické vyhodnocení. V zásadě jde o podstatné zdokonalení předchozí aplikace SSS.
- Část zajišťující analýzy spolehlivosti vybraných funkcí SKŘ v modelu spolehlivosti. Toto je úkolem RiskSpectrum PSA Professional.

Obě části jsou metodicky velmi provázané. Výstupy z části zajišťující sběr dat a jejich základní statistické vyhodnocení jsou využívány v druhé části zajišťující analýzy spolehlivosti vybraných funkcí SKŘ.

Pokud jde o část reprezentovanou novou SW aplikací SSS, lze rozsah sledování dokumentovat těmito čísly (společně za EDU a ETE):

- **18** sledovaných subsystémů,
- **49 006** sledovaných komponent.

Nový SSS byl zprovozněn v roce 2008 a doplňující informace k němu obsahuje následující příspěvek Ing. Pavla Ságla.

V části pro analýzy spolehlivosti funkcí byly vytvořeny modely spolehlivosti funkcí v aplikaci RiskSpectrum. Autorem těchto modelů je Ing. Jiří Sedlák z ÚJV Řež. Bližší informace o modelování spolehlivosti funkcí v aplikaci RiskSpectrum obsahuje příspěvek Ing. Jana Kamenického, Ph.D.

### **3.3 Využití nového SSS**

K čemu je nový SSS určen je zřejmé z přehledu jeho základních funkcí (společných pro EDU a ETE), kterými jsou zejména:

- poskytování rychlé informace o aktuálním seznamu provozovaného zařízení SKŘ,
- shromažďování a uchovávání dat o koloběhu komponent SKŘ,
- shromažďování a uchovávání dat o provozu, poruchách, opravách, údržbě a jiných procesech týkajících se komponent a dílčích částí vybraných subsystémů SKŘ,
- analýza a zpracování údajů evidovaných v provozních záznamech o provozu, poruchách a opravách komponent a dílčích částí vybraných subsystémů SKŘ,
- vyhodnocování poruchovosti a trendů poruchovosti SKŘ,
- určování bodových a intervalových odhadů ukazatelů spolehlivosti komponent,
- využití dat pro potřeby studií PSA,
- podchycení spotřeby náhradních dílů SKŘ,
- podchycení ekonomických údajů týkajících se SKŘ a jejich rozbor.

Požadavkem na nový SSS byla maximální kompatibilita s předchozím způsobem zpracování spolehlivostních analýz dokladovaných SÚJB.

### **3.4 Modelování spolehlivosti funkcí**

V části určené pro analýzy spolehlivosti funkcí je na základě shromážděných dat možné provádět porovnání spolehlivosti dle následujícího schématu.

- prediktivní (projektové) hodnoty spolehlivosti vs. provozní (reálné) hodnoty spolehlivosti funkcí EDU a ETE,

- prediktivní (projektové) hodnoty spolehlivosti EDU (nové) vs. ETE,
- provozní hodnoty spolehlivosti EDU (staré) vs. EDU (nové) vs. ETE.

K tomu je zapotřebí modelovat spolehlivost těch funkcí, které jsou vzájemně funkčně ekvivalentní. Protože se jedná o modelování spolehlivosti bezpečnostních funkcí, bere se zřetel na dva poruchové stavy - stav nebezpečné poruchy (nevydání ochranného povelu) a stav bezpečné poruchy (generování falešného povelu). Funkce vybrané pro modelování spolehlivosti jsou uvedeny v tab. 1 až 4.

**Tab. 1: Seznam funkcí SKŘ EDU vybraných pro modelování pravděpodobnosti (ustálené nepohotovosti) nebezpečné poruchy**

<b>Funkce</b>	<b>Popis</b>	<b>Definice výpočtu v RiskSpectru</b>
Měření neutron. toku (neredundandní)	Detek. a nedet. poruchy z 1. divize měření neutron. výkonu v LoP A	DIS-NVYK-LOPA-1.DIV
Měření tlaku na výstupu z reaktoru	Detek. a nedet. poruchy z 1. divize měření tlaku na výstupu z reaktoru v LoP A	DIS-EU03-LOPA-1.DIV
Měření neutron. toku (redundantní)	Signál od RPPU A (LoP A) - 1. divize	RTS-U05-LOPA-1.DIV
Rychlé odstavení reaktoru od neutronového toku	Selhání povelu na odstavení reaktoru od LoP A RTS	RTS-U05-LOP A
Rychlé odstavení reaktoru od neutronového toku	Selhání povelu na odstavení reaktoru od LoP B RTS	RTS-U05-LOP B
Rychlé odstavení reaktoru od neutronového toku (oba systémy)	Selhání povelu na odstavení reaktoru od neutron. výkonu	RTS-U05
Rychlé odstavení reaktoru od měření hladiny v PG	Selhání povelu na odstavení reaktoru od LoP B RTS	RTS-U10-LOP B
Rychlé odstavení reaktoru od delta p na HČČ	Selhání povelu na odstavení reaktoru od LoP A RTS	RTS-U15-LOP A
Rychlé odstavení reaktoru od delta p na HČČ	Selhání povelu na odstavení reaktoru od LoP B RTS	RTS-U15-LOP B
Rychlé odstavení reaktoru od měření teploty v PO	Selhání povelu na odstavení reaktoru od LoP A RTS	RTS-U54-LOP A
Rychlé odstavení reaktoru od měření teploty v PO	Selhání povelu na odstavení reaktoru od LoP B RTS	RTS-U54-LOP B
Výstupní havarijní signál - start čerpadel TJ21,41,61D01 od hladiny v KO (malý únik)	Signál na start čerpadel TJ21,41,61D01 včetně zprovoznění výtlačných tras - EU05	ESF-EU05-TJX1
Výstupní havarijní signál - start čerpadel TJ21,41,61D01 od tlaku v PO (velký únik)	Signál na start čerpadel TJ21,41,61D01 včetně zprovoznění výtlačných tras - EU03 - oba signály	ESF-EU03-TJX1
Výstupní havarijní signál - start čerpadel TJ21,41,61D01 od tlaku v PO (velký únik)	Signál na start čerpadel TJ21,41,61D01 včetně zprovoznění výtlačných tras - EU03	ESF-EU03-TJX1-1SIG
Výstupní havarijní signál - start čerpadel TJ21,41,61D01 od tlaku v PO (velký únik) - diverzní	Signál na start čerpadel TJ21,41,61D01 včetně zprovoznění výtlačných tras - EU03*	ESF-EU03-TJX1-2SIG
Výstupní havarijní signál - start čerpadla TJ21D01 od tlaku v PO (velký únik)	Signál na start čerpadla TJ21D01 včetně zprovoznění výtlačných tras - EU03	ESF-EU03-TJ21-1SIG
Výstupní havarijní signál - start čerpadla TJ21D01 od tlaku v PO (velký únik) - diverzní	Signál na start čerpadla TJ21D01 včetně zprovoznění výtlačných tras - EU03*	ESF-EU03-TJ21-2SIG
Výstupní havarijní signál roztržení parovodu od delta P v HPK	Selhání povelu na izolaci SG1 - EU61 - oba signály	ESF-EU61-RARL
Výstupní havarijní signál roztržení parovodu od delta P v HPK	Selhání povelu na izolaci SG1 - EU61	ESF-EU61-RARL-1SIG
Výstupní havarijní signál roztržení	Selhání povelu na izolaci SG1 - EU61*	ESF-EU61-RARL-



parovodu od delta P v HPK - diverzní		2SIG
Omezení výkonu reaktoru od tlaku v HPK - signál 1	Selhání povelu na snížení výkonu od LU51 po odstavení TG	RLS-LU51
Omezení výkonu reaktoru od tlaku v HPK - signál 2	Selhání povelu na snížení výkonu od LU52 po odstavení TG	RLS-LU52

**Tab. 2: Seznam funkcí SKŘ EDU vybraných pro modelování frekvence bezpečné poruchy**

<b>Funkce</b>	<b>Popis</b>	<b>Definice výpočtu v RiskSpectru</b>
Rychlé odstavení reaktoru od neutronového toku - jeden signál	Falešné odstavení - LoPA	A00-SPUR-1
Rychlé odstavení reaktoru od neutronového toku - oba signály	Falešné odstavení z LoPA i LoPB	AB00-SPUR-1
Aktivace ESFAS	Falešné působení funkce ESFAS v 1. divizi	1RPD1-SPURDSS
Výstupní havarijní signál roztržení parovodu	Falešné oddělení PG1	1SAS-PG1-SPUR
Aktivace SAS-N	Falešné působení SAS-N	1SAS0-SPURIOUS
Vysouvání HRK	Samovolné vysouvání HRK	RC00-SPUR

**Tab. 3: Seznam funkcí SKŘ ETE vybraných pro modelování pravděpodobnosti (ustálené nepohotovosti) nebezpečné poruchy**

<b>Funkce</b>	<b>Popis</b>	<b>Definice výpočtu v RiskSpectru</b>
Měření neutronového toku	PRPS1 nemá signály z měření neutronového toku (výkon. pásmo)	TN-PRPS1-NT-1
Měření neutronového toku	DPS1 nemá signály z měření neutronového toku (výkon. pásmo)	TN-DPS1-RT-NT
Měření tlaku v KO	PRPS1 nemá signály z měření tlaku v KO	TN-PRPS1-P_KO-1
Měření tlaku v primárním okruhu	DPS-1 nemá signál o tlaku v primárním okruhu	TN-DPS1-PPO
Rychlé odstavení reaktoru od neutronového toku	PRPS selže a nevyvolá TRIP od vysokého neutron. toku (výkon. pásmo)	TN-DPS-TRIP-TOK
Rychlé odstavení reaktoru od neutronového toku	DPS selže a nevyvolá TRIP od vysokého neutron. toku (výkon. pásmo)	TN-PRPS-TRIP-TOK
Rychlé odstavení reaktoru od nízké hladiny v PG	PRPS selže a nevyvolá TRIP od nízké hladiny v PG	TN-PRPS-TRIP-L-PG
Rychlé odstavení reaktoru od nízké hladiny v PG	DPS selže a nevyvolá TRIP od nízké hladiny v PG	TN-DPS-TRIP-L-PG
Rychlé odstavení reaktoru od výpadku HCC	PRPS selže a nevyvolá TRIP od výpadku HCC	TN-PRPS-TRIP-HCC
Rychlé odstavení reaktoru od delta T na reaktoru	PRPS selže a nevyvolá TRIP od vysokého delta T na reaktoru	TN-PRPS-TRIP-DELTA
Rychlé odstavení reaktoru od neutronového toku	DPS i PRPS selže a nevyvolá TRIP - vysoký neutronový tok (výkon. pásmo)	TN-PRP+DPS-TRIP-VNT
Rychlé odstavení reaktoru od technologického parametru	DPS i PRPS selže a nevyvolá TRIP - nízká hladina v PG	TN-PRP+DPS-TRIP-LPG
Výstupní havarijní signál - start čerpadel TQ od PRPS	PRPS selže a neutvoří signál pro start čerpadel -TQ NEEDED	TN-PRPS-ESF-TQ
Výstupní havarijní signál - start čerpadel TQ od DPS	DPS selže a neutvoří signál pro start čerpadel -TQ NEEDED	TN-DPS-ESF-TQ NEED
Výstupní havarijní signál - start čerpadel TQ od NPL+PRPS/DPS	NPL+PRPS/DPS selže a nenastartuje TQx3D01 nebo neotevře výtlak	TN-NPL-PRPS-DPS-TQ
Výstupní havarijní signál - velká LOCA	DPS selže a neutvoří signál - Velká LOCA	TN-DPS-ESF-LLOCA

Výstupní havarijný signál roztržení parovodu od PRPS	PRPS neutvoří signál Prasknutí parovodu (PG1)	TN-PRPS-ESF-SLB
Výstupní havarijný signál roztržení parovodu od DPS	DPS neutvoří signál Prasknutí parovodu (PG1)	TN-DPS-ESF-SLB-L1
Omezení výkonu reaktoru - povel 1	RCLS selže automatický analogový povel	TN-RCLS-AUT-ANALOG
Omezení výkonu reaktoru - povel 2	RCLS selže automatický diskretní povel	TN-RCLS-AUT-DISKR
Omezení výkonu reaktoru - povel 3	RCLS selže manuální analogový povel	TN-RCLS-MAN-ANALOG
Omezení výkonu reaktoru - povel 4	RCLS selže manuální diskretní povel	TN-RCLS-MAN-DISKR

**Tab. 4: Seznam funkcí SKŘ ETE vybraných pro modelování frekvence bezpečné poruchy**

Funkce	Popis	Definice výpočtu v RiskSpectru
Rychlé odstavení reaktoru od neutronového toku	DPS způsobí falešný TRIP - vysoký n. tok (výkon. pásmo)	TS-DPS-TRIP-TOK
Rychlé odstavení reaktoru od výpadku HČČ	PRPS způsobí falešný TRIP od výpadku HČČ	TS-PRPS-TRIP-HCC
Výstupní havarijný signál roztržení parovodu od PRPS	PRPS vydá falešný signál Prasknutí parovodu (PG1)	TS-PRPS-ESF-SLB
Výstupní havarijný signál roztržení parovodu od DPS	DPS vydá falešný signál Prasknutí parovodu (PG1)	TS-DPS-ESF-SLB
Omezení výkonu reaktoru - samovolný povel	RCLS samovolný povel na manuální diskretní řízení	TS-RCLS-MAN-DISKR

#### 4. Výhledy pro další období

Úspěšné zvládnutí automatizovaného zpracování a vyhodnocování dat o provozní spolehlivosti pro tak rozsáhlé systémy, jako jsou systémy kontroly a řízení, dává předpoklad pro jeho rozšíření i na ostatní (strojní a elektro) systémy EDU a ETE. Základní principy jsou odzkoušeny a prostředky zpracování a vyhodnocení jsou funkční. Na základě získaných zkušeností jsou vyskytnuvší se nedostatky průběžně řešeny.

Monitoring provozní spolehlivosti je účinným prostředkem sledování stavu zařízení a odhalování skrytých zákonitostí při jejich dlouhodobé exploataci. Proto se postupně přistupuje k doplňování a rozšiřování funkcí SSS tak, aby poskytoval i hodnocení platnosti zákonů rozdělení náhodné proměnné pro odhalování projevů opotřebení a stárnutí. Z toho důvodu je SSS považován za diagnostický prostředek využitelný v programu prodloužení životnosti českých jaderných a klasických elektráren.

V neposlední řadě je SSS nepostradatelným zdrojem dat pro korektní sestavení programu dynamické údržby zařízení. K tomu je však třeba implementovat v energetice postupy RCM (Reliability Centred Maintenance), které budou z dat spravovaných a centralizovaných prostřednictvím SSS čerpat.

#### 5. Závěr

Lze konstatovat, že práce na systematickém sledování (monitoringu) provozní spolehlivosti započaly před více než 10 lety. Od té doby je tato činnost trvale prováděna, jsou vyhodnocovány veškeré změny provozní spolehlivosti, přijímána potřebná opatření a dokládána tak SÚJB vysoká úroveň bezpečnosti EDU a ETE.

Vznikl auditovatelný systém zaznamenávání provozní historie až na úroveň komponent s přirozenou integrací potřebných spolehlivostních a ekonomických dat. Tento systém poskytuje informace potřebné pro včasnou reakci a efektivní ovlivňování řady procesů probíhajících v jaderných elektrárnách. A to jak v jejich technických systémech, tak v jejich systémech péče o zařízení.

Použité přístupy a poznatky shromážděné při implementaci monitoringu provozní spolehlivosti jsou dobrou výchozí základnou pro zavedení a rozvoj moderních metod péče o zařízení (Asset Management) jak pro stávající jaderné bloky EDU a ETE, tak pro jaderné bloky nové generace a pro jiné elektrárny společnosti ČEZ.

S ohledem na skutečnost, že automatizované zpracování dat o spolehlivosti bylo v systému SSS zahájeno v roce 2001, je letošní rok 2010 **jubilejním 10. rokem** systematické činnosti na tomto poli. Proto je namístě alespoň v tomto příspěvku poděkovat všem, kteří se na tom podíleli a podílejí.

# Systém sledování spolehlivosti

Ing. Pavel Ságl., Technická univerzita v Liberci  
tel. +420 485 353 287, e-mail: [pavel.sagl@tul.cz](mailto:pavel.sagl@tul.cz)

Tato práce byla vytvořena s finanční podporou Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky, projekt číslo 1M06059 - Progresivní technologie a systémy pro energetiku.

## 1. Úvod

Systém Sledování Spolehlivosti (SSS) je SW aplikace, která byla vyvinuta pro automatizované, hromadné zpracování a hodnocení významných spolehlivostních dat systému kontroly a řízení (SKŘ) jaderné elektrárny Dukovany (EDU) a jaderné elektrárny Temelín (ETE). Výstupy SSS jsou vhodným zdrojem informací například pro správce SKŘ, poskytují data pro potřeby pravidelných ročních analýz provozní spolehlivosti EDU a ETE, které TUL dlouhodobě zpracovává pro ČEZ a další účely.

## 2. Důvody zavedení SSS

Dříve byla data pro spolehlivostní údaje komplikovaně dohledávána většinou z různých datových zdrojů, mnohdy „papírových“ materiálů (provozní deník směny, přehledy a zápisy o poruchovosti a seznamu zařízení atd.). Následně byla data tříděna, analyzována a hodnocena, často bez možnosti hromadného zpracování, což bylo časově náročné.

S rozvojem IT bylo v EDU zahájeno plnění různých databází, například SRND (Stav Rezerv a Náhradních Dílů) a DMO (Databáze Měřicích Obvodů). Nebyly sice primárně určeny k potřebám koncentrace spolehlivostních dat, přesto se je podařilo přiměřeně reformovat a potom efektivně využívat právě pro spolehlivostní analýzy a hodnocení. Pro udržení a další zvýšení kvality těchto dat bylo nutno vytvořit kontrolní aplikace pro automatizované kontroly a vyhledávání závad v datech a způsoby jejich odstranění.

Pro rychlejší a pohodlnější zpracování reformovaných dat a pro jejich vizualizaci byla v roce 2001 vytvořena první SW aplikace SSS (Systém Sledování Spolehlivosti), která jako nadstavba zpracovávala data SKŘ instalovaného při výstavbě EDU. Data SKŘ ETE aplikace SSS nesledovala.

Aplikace SSS jakožto softwarová nadstavba nad primárními daty z databází SRND a DMO v EDU významně přispěla zejména ke standardizaci, sdružování a zpřehlednění dat o poruchovosti a spolehlivosti původního SKŘ EDU. Bez této standardizace primárních záznamů by nebylo možné nasadit automatizované zpracování dat prostřednictvím SSS. Hlavními důvody pro zavedení SSS byly:

- požadavek SÚJB na evidenci a jednoznačnost komponent subsystémů SKŘ důležitých z hlediska bezpečného provozu jaderné elektrárny,
- potřeba centralizace údajů o seznamu zařízení SKŘ a jeho poruchovosti,
- potřeba rychlejšího zjišťování údajů o poruchovosti a spolehlivosti,
- snaha o včasné podchycení degradačních procesů původního SKŘ v souvislosti s jeho plánovanou obnovou,
- potřeba přístupu k výstupním spolehlivostním údajům pro vybrané uživatele.

Systém sledování spolehlivosti umožňoval:

- automatizovaně nebo ručně načítat relevantní záznamy o seznamu provozovaného zařízení SKŘ,
- automatizovaně nebo ručně načítat relevantní záznamy o údržbářských zásazích na provozovaném zařízení SKŘ,
- produkovat potřebné přehledy poruchovosti a výpočty základních spolehlivostních ukazatelů dle zvoleného rozlišení (komponenta, subsystém SKŘ, reaktorový blok atd.).

Aplikace nebyla orientována na sledování konkrétních fyzických prvků na jednotlivých pozicích, ale pouze typových komponent (ve struktuře **výrobní typ prvku - subsystém SKŘ - reaktorový blok - příslušný počet pozic dle projektu**).

### 3. Inovace SSS

Hlavním důvodem pro inovaci SSS byla záměna starého SKŘ EDU, kde bezpečnostně významné subsystémy založené na reléové logice byly nahrazeny moderními digitálními řídicími prostředky. Nová data v seznamu obnoveného zařízení SKŘ EDU se svou strukturou a obsahem od dat původního zařízení významně lišila. Původní zařízení SKŘ EDU (převážně reléové prvky) bylo v naprosté většině fyzicky odinstalováno a jeho sledování ukončeno. Navázat data obnoveného zařízení na původní SSS nebylo efektivní, přestože technicky by tato akce byla proveditelná. Dalším významným důvodem byl současně požadavek rozšířit systém sledování spolehlivosti i na SKŘ ETE

Primární důvody pro inovaci SSS byly tedy dány:

- zásadní změnou zdrojů dat a jejich struktury po obnově SKŘ EDU,
- rozšířením sledování spolehlivosti na SKŘ ETE,
- potřebou sledovat konkrétní fyzické prvky a jejich pohyb v rámci struktury SKŘ (záměna po údržbě),
- zvýšeným zájmem SÚJB o hodnocení poruchovosti a spolehlivosti obnoveného SKŘ EDU, SKŘ ETE a o technicky možná srovnání.

Základní požadavky na nový SSS, které vyplývaly z výše uvedených důvodů, byly zejména:

- oboulokálnost, kdy nový SSS pokryje SKŘ EDU i ETE,
- maximálně možná návaznost na předchozí způsoby zpracování a výstupy v SSS pro EDU
- rozlišování fyzických součástí podle výrobního čísla a zejména pak podle UTC (Uniquely Tracked Commodity - jednotlivě sledovaná položka),
- výstupní sestavy pro každoroční hodnocení pro SÚJB ve formě uspořádaného balíčku dat a analýz,
- čerpání zdrojových dat pro sledování spolehlivosti ze systému řízení prací v informačním systému elektrárny ISE PassPort,
- modularita aplikace SSS pro její budoucí rozšíření na další zařízení jaderné elektrárny, vyšší formy zpracování a vyhodnocování dat, prezentaci výstupů z analýz atd.

### 4. Stručná technická charakteristika SSS

Systém sledování spolehlivosti je koncipován v podobě webového portálu, který je tvořen stránkami s jednoduchým a praktickým rozvržením prvků. Skládá se z hlavičky, postranního menu pro navigaci (umístěné vlevo), hlavní obsahové části a patičky. Systém používá české prostředí a menu. Pro svou činnost využívá SSS aplikační a datový server.

Pohyb uživatele v aplikaci je zajišťován:

- odkazy v menu aplikace,

- standardními hypertextovými odkazy - od běžného textu jsou odlišeny barvou a podtržením,
- formulářovými tlačítky.

Ovládání aplikace je intuitivní a kromě znalostí práce s MS Internet Explorerem a základními zkušenostmi s prací s daty prakticky nevyžaduje další znalostní předpoklady. Pro správnou funkčnost portálového rozhraní je nutné mít v prohlížeči povolen JavaScript. Přístup klienta je realizován výhradně přes zabezpečený formulář (tenký klient). Podle stupně oprávnění (dle autorizačního procesu) má klient možnost pracovat v režimu čtenáře (bez možnosti měnit data) nebo v režimu administrátora (možnost měnit data).

Hlavním zdrojem informací pro aplikaci SSS je datový sklad PassPort, zejména pracovní příkazy. Tyto jsou nositelem informací o instalaci a o poruchách zařízení SKŘ. Informace se z datového skladu PassPort přenáší do datového skladu Repository SSS dávkově.

## 5. Základní funkce nového SSS

Charakteristika SSS po jeho inovaci je zřejmá z přehledu jeho základních funkcí, kterými jsou zejména:

- poskytování rychlé informace o aktuálním seznamu provozovaného zařízení (Registr zařízení) SKŘ v rozlišení Elektrárna - typ komponenty (výrobní číslo, UTC) - RB (reaktorový blok) - subsystém SKŘ - příslušné projektové pozice,
- shromažďování a uchovávání dat o koloběhu komponent (včetně odinstalací),
- shromažďování a uchovávání dat o provozu, poruchách, opravách, údržbě a jiných procesech týkajících se komponent a dílčích částí vybraných subsystémů SKŘ,
- analýza a zpracování údajů evidovaných v provozních záznamech o provozu, poruchách a opravách komponent a dílčích částí vybraných subsystémů SKŘ,
- vyhodnocování poruchovosti RB, vybraných subsystémů SKŘ, jejich dílčích částí a komponent a rovněž vyhodnocování trendů poruchovosti zařízení včetně jejich grafického znázornění,
- určování bodových a intervalových odhadů ukazatelů spolehlivosti komponent,
- využití dat pro potřeby studií PSA,
- podchycení spotřeby náhradních dílů a její optimalizace,
- podchycení ekonomických údajů a jejich rozbor.

Nový SSS je schopen poskytovat výpočty hodnot ukazatelů spolehlivosti komponent vybraných subsystémů SKŘ pro zvolené populace objektů v katalogu:

- výrobní typ prvku pro všechny RB a SKŘ jako celek,
- výrobní typ prvku pro všechny RB a vybraný subsystém SKŘ.

Požadavkem na nový SSS byla maximální kompatibilita s předchozím způsobem zpracování spolehlivostních analýz dokladovaných SÚJB.

## 6. Data pro SSS

### 6.1 Zdroje dat pro SSS

První část obnovy zařízení SKŘ EDU byla v rámci dokončena v dubnu 2005. Ještě před tímto datem bylo nutno zjistit a rozhodnout, jakým způsobem se bude pokračovat ve sledování spolehlivosti SKŘ po obnově. Kde, jak a v jaké formě získat data o obnoveném zařízení. Z toho vyplývaly požadavky na data:

- kompletnost dat pro kvalitní hodnocení spolehlivosti (pro registr zařízení, relevantní poruchovost, ukazatele spolehlivosti atd.),
- dostupnost dat,
- korektnost dat,
- zpracovatelnost dat,
- centralizovanost dat.

V roce 2007 byl proto za hlavní zdroj dat pro potřeby sledování spolehlivosti zvolen ISE PassPort (Informační Systém Elektrárny). Důvody, které k tomu vedly, jsou tyto:

- ISE PassPort obsahuje informace o téměř veškerém dění v elektrárně,
- data jsou zde centralizovaná a standardizovaná,
- systém je zabezpečeně přístupný uživatelům a bude možné z něj data vhodným způsobem získávat,
- bude zabezpečena současně i kontrolovatelnost dat,
- data z ISE PassPort je možné automatizovaně zpracovávat a využívat.

Současně bylo naprosto nezbytné, aby způsob získávání dat z ISE PassPortu byl zvolen tak, aby nedošlo k ohrožení datového obsahu z důvodu značné koncentrace cenných a strategicky významných dat v této databázi EDU. Toto bylo vyřešeno volbou importů dat z datového skladu ISE PassPort, který lze chápat jako aktuální zálohu „ostrých“ dat obsažených v ISE PassPort. Načítání dat do SSS tak bylo možné koncipovat jako automatické, pravidelně o nedělní půlnoci. Pro získání maximálně aktuální verze dat je možné datovou synchronizaci spustit též kdykoliv ručně.

## 6.2 Příprava dat pro potřeby SSS

Sledování a hodnocení provozní spolehlivosti zvoleného technického systému zejména vyžaduje:

- získání seznamu provozovaného zařízení (registru zařízení) a jeho struktury,
- získání poruchovosti provozovaného zařízení.

Seznam provozovaného zařízení (registr) je chápán jako počty výrobních typů sledovatelných součástí, prvků zařízení (čidla, přístroje, karty, zdroje atd.), které jsou umístěny na definovaných provozních pozicích dle projektu a těmito pozicemi jsou jasně a jedinečně identifikovatelné. Další identifikace prvku je dána jeho výrobním typem a výrobním číslem, což nemusí být vždy jedinečný údaj a ČEZ proto řeší jasnou identifikaci cestou unikátního číselného kódu každého fyzického sledovatelného prvku (UTC).

Poruchovost zařízení je potom vztažena na registr jako celek a následně na jeho významné celky, kterými jsou reaktorové bloky (RB), subsystemy SKŘ a jejich důležité nebo charakteristické celky. Dále je poruchovost vztažena na výrobní typy rozlišovaných součástí SKŘ.

Pro potřeby provozní spolehlivosti je nutné příslušná data pravidelně sbírat a hodnotit. Původní představa byla taková, že všechna data pro hodnocení provozní spolehlivosti, a tedy i pro potřeby SSS, jsou v kompletní finální podobě, bude třeba pouze zjistit jejich zdroj a způsob, jak je získat. V tom případě jejich zpracování již nebude obtížné. Ukázalo se však, že přestože informační technologie významně pokročily, nebudou všechna data obnoveného SKŘ EDU a ze SKŘ ETE v kompletní podobě a k okamžité dispozici. Stav byl takový, že potřebných primárních dat bude k dispozici v přímo použitelné formě pouze část a zbytek bude třeba z ISE PassPort nebo jiného datového zdroje vhodným způsobem získávat.

Z hlediska dostupnosti a využitelnosti lze tato data rozdělit na:

- přímo dostupná a využitelná bez dalších úprav,

- získatelná přímo ze širšího datového obsahu prostřednictvím stanoveného algoritmu,
- získatelná ze zpracování širšího datového obsahu bez možnosti použití algoritmu.

Přestože ISE PassPort je společný pro celý ČEZ, struktura a zejména datový obsah se v ETE oproti EDU liší, a proto bylo třeba i získání dat této skutečnosti přizpůsobit.

Příklady dat, která lze využít přímo (platí pro EDU):

**Elektrárna** (=pole „FACILITY“), v ETE stejně,

**Blok** (=pole „UNIT“), v ETE kromě označení bloku obsahuje navíc označení technologického celku,

**Systém** - není zde však subsystémem SKŘ, (=pole „SYSTEM-CODE“), v ETE stejně,

**Výrobní typ** (=„MODUL-NUMBER“), v ETE stejně,  
kalendářní data atd.

Příklady dat, která je možné získat algoritmičtě (platí opět pro EDU):

### **Subsystém SKŘ**

Z pole „EQUIPMENT-COMPONENT-TAG“ jako část textového řetězce od znaku č. 6 včetně, až do první tečky v řetězci, platí zatím pouze pro modulové položky, položky měřicích obvodů jsou v řešení.

Například: 31002PCS.I205C10.DV654, subsystém potom je: PCS, v ETE je zcela jinak.

### **Skříň, vana, pozice**

Z pole „EQUIPMENT-NUMBER“ jako část textového řetězce od znaku č. 2 včetně v délce 4 znaků je označení skříně, další jeden znak je označení vany a další 2 znaky je označení pozice, čili lze obecně psát:

USSSSVPPMMMMMM, kde U je blok (nevyužívá se, pro označení bloku je k dispozici přímý údaj z pole „UNIT“), SSSS je označení skříně, V je označení vany, P je označení pozice a MMMMM je označení modulu (nevyužívá se, pro označení výrobního typu modulu je k dispozici přímý údaj z pole „MODUL-NUMBER“).

Například: 3I205C10DV654, skříň je: I205, vana je: C, pozice je: 10. Platí pouze pro modulové položky EDU, struktura dat měřicích obvodů je jiná. V ETE je zcela jinak.

Příkladem dat, která nelze získat přímo ani použitím algoritmu ze širšího datového obsahu, je například popis práce, která byla realizována na pracovní příkaz a který se nachází v poli „WR-TASK-TITLE“. Toto pole je nutné analyzovat v podstatě zatím „ručně“ a zjistit, o jaký typ zásahu se jednalo.

Způsob získání dat pro potřeby úspěšného provozování SSS včetně produkce očekávaných výstupů, příprava dat, úprava dat, jejich algoritmicizace a vlastní způsoby jejich zpracování bylo připraveno ve formě metodik. Autorem metodik byla Technická univerzita v Liberci (TUL). Metodiky vycházely z příslušných evropských standardů (zejména ČSN IEC 60605-4), dále z postupů, které byly uplatněny v historii hodnocení provozní spolehlivosti pro EDU a rovněž z praktických zkušeností, kterými odborní pracovníci ČEZ a TUL disponují na základě dlouhodobého sledování poruchovosti a spolehlivosti. Metodiky TUL, které se následně staly podkladem pro výrobu nové SW aplikace SSS, jsou například:

- Systém sledování spolehlivosti zařízení SKŘ jaderných elektráren Dukovany a Temelín (Metodika)
- Plánování ND v systému sledování spolehlivosti SKŘ EDU a ETE (Metodika).



### 6.3 Způsob zpracování dat a hlavní výstupy SSS

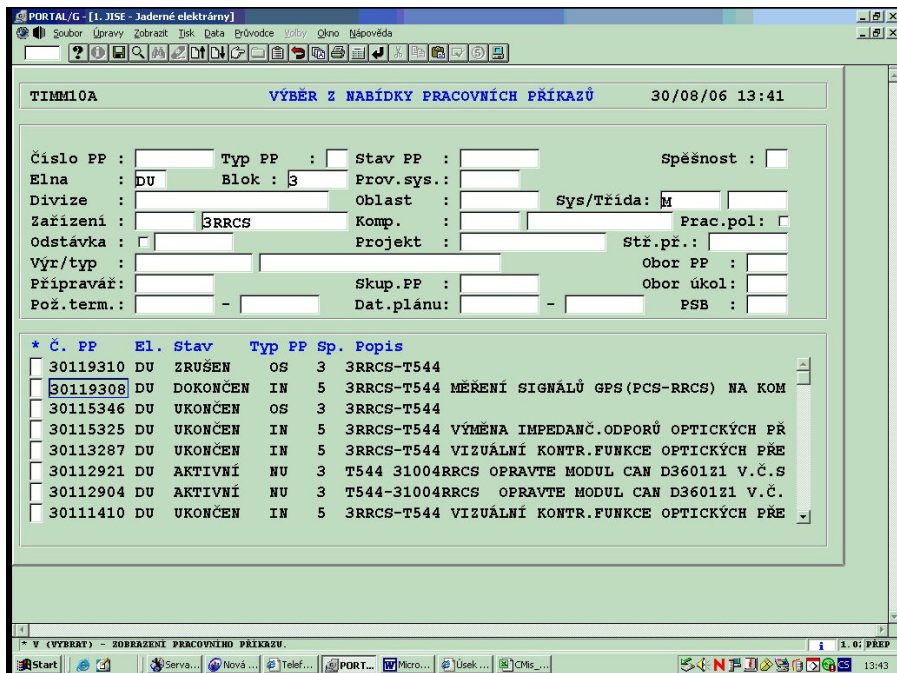
Zpracování získaných dat pro funkční potřeby SSS je poměrně jednoduché. Pro vytvoření registru zařízení je v dimenzi elektrárna - blok - subsystém - výrobní typ - provozní projektové pozice sledováno datum instalace a odinstalace, čímž je dáno, který prvek je provozován a kolik jich je nebo bylo provozováno pro zvolený časový interval, pro který je zjišťována poruchovost a provozní spolehlivost zařízení. Poruchovost příslušných výrobních typů a dále potom celků SKŘ vychází ze zápisů pracovních příkazů (PP), které lze brát za základní stavební kámen v ISE PassPortu a tedy i SSS.

Vzhledem k tomu, že ISE PassPort obsahuje kromě zápisu významných poruch rovněž situace nevýznamné, dále potom různé stavy, manipulace a akce, které nejsou poruchami, je třeba významné poruchy od ostatních záznamů oddělit a stanovit tak, které situace-poruchy budou hodnoceny. Původní záměr byl, aby se toto dělení provádělo na základě filtrace dle typu pracovního příkazu automatizovaně. Zjistilo se však, že by tento postup nepřinášel zcela korektní výsledky, a proto je třeba reálné poruchy určovat prozatím ručně, což je poněkud zdlouhavé.

V současné době se připravuje překódování tabulky volitelných dat pro typ PP v ISE PassPortu, současně za výrazně účinnější kontroly věrohodnosti datového obsahu. To by potom mělo umožnit snadno a rychle nabírat relevantní poruchy výhradně pomocí filtrů v aplikaci s potřebnou věrohodností.

Postupem času se ukázalo, že kromě ISE PassPort jsou ještě významná data obsažena v tzv. Provozním Deníku Směny (PDS). Z něj je zabezpečen průchod většiny záznamů do ISE PassPort (zejména těch, které byly realizovány na pracovní příkaz). Přesto zde zbývá určité množství záznamů, které se do ISE PassPort nedostanou a jsou spolehlivostně významné. Z toho důvodu bylo dodatečně přistoupeno v rámci pravidelných hodnocení provozní spolehlivosti SKŘ EDU a ETE ještě k hodnocení dat uvedených v PDS. Vzhledem ke zcela odlišnému formátu dat PDS, viz obr. 4 a nižší kvalitě jeho datového obsahu, bylo nutno zajistit transformaci zpracovaných dat z PDS do načitatelné podoby pro SSS a jejich pravidelný import do SSS prostřednictvím ručních vstupů. SSS se tak stává sdružovatelem reálných spolehlivostních dat, zřejmě nikde jinde takto nehromaděných. Po úpravě formátu dat a jejich obsahu v PDS bude možné automatizované importy dat z PDS do SSS realizovat.

Na obr. 1 je uveden příklad, jak vypadá jedna z obrazovek ISE PassPort v jeho starší verzi. Obr. 2 a obr. 3 zachycuje přímý export vybraných polí z ISE PassPort. Podobně vypadá import dat, která pravidelně a řízeným způsobem vstupují z ISE PassPort do SSS. Obr. 4 pak uvádí příklad záznamu dat v PDS.



Obr. 1: Příklad obrazovky ISE PassPortu

FACILITY	UNIT	SYSTEM-COD	EQUIPMENT-T	EQUIPMENT-I	CIC	EQ-COMPONENT-TAG	EQUIPMENT-NAME	LOCATION_DESC	MAINT-F	WORK-ORDER	WORK-ORDE	WORK-ORDER-TASK	WR-TASK-TITLE	COMPLETION	WK
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30241701	PU	07	3IN-CORE PRACE NA JHUVÝMĚNA KONEKTOR	20080212	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30241701	PU	08	3IN-CORE PRACE NA HBVÝMĚNA KABELŮ EV	20080212	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30241742	PU	01	3IN-CORE KONTROLA F-ČI INCORE/TEPLOTNÍ MI	20080220	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30241742	PU	02	3IN-CORE KONTROLA FUNKCI INCORE/ZOTERM	20080221	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30241742	PU	03	3IN-CORE KONTROLA F-ČI INCORE/NEUTRONOV	20080223	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30241742	PU	04	3IN-CORE KONTROLA F-ČI INCORE/FYZIKÁLNÍ V	20080228	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30242316	NU	01	MONTÁŽ LEŠENÍUKOTVENÉ PŮDLAŽKY PŮD H	20080130	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30242316	NU	02	MONTÁŽ LEŠENÍUKOTVENÉ PŮDLAŽKY PŮD H	20080130	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30242316	NU	03	VÝMĚNA 3KS KABELOVÝCH SVAZKŮ HKP E233	20080213	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30242316	NU	04	KONTROLA TĚSNOSTI HKP E233/14	20080211	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30242316	NU	05	DEMONTÁŽ LEŠENÍUKOTVENÉ PŮDLAŽKY/PŮD	20080211	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30242326	NU	01	MONTÁŽ LEŠENÍUKOTVENÉ PŮDLAŽKY/PŮD H	20080130	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30242326	NU	02	VÝMĚNA 2KS KABELOVÝCH SVAZKŮ HKP E233	20080213	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30242326	NU	03	KONTROLA TĚSNOSTI HKP E233A/13	20080208	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30242326	NU	04	DEMONTÁŽ LEŠENÍUKOTVENÉ PŮDLAŽKY/PŮD	20080211	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30272322	PU	01	3IN-CORE KONTROLA TĚSNOSTI KONEKTORŮ JH	20080213	85
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30272322	PU	02	3IN-CORE KONTROLA TĚSNOSTI KONEKTORŮ JH	20080213	85
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30219356	NU	01	3IN-CORE NALOŽENÍ BEDEN S KVM	20080515	85
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30158100	IN	01	3PCS-T544 OPRÁVA KLÁVESNICE SLIM KVM1 P	20070306	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30248533	NU	01	3207 ODBRAŇTE CHYBOVOU SIGNALIZACI HJE	20080219	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30225122	NU	01	3PCS PROVĚŘTE KOMUNIKACI SYNC. ČASU RR	20071122	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30225122	NU	02	3PCS PROVĚŘTE KOMUNIKACI SYNC. ČASU RR	20071119	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30225122	NU	03	3PCS - SPOLUPRÁČE PŘI PROVĚŘCE KOMUN.	20071122	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30206993	NU	01	3PCS - NEDOSTUPNÝ ADRESÁŘ NA IS1	20070912	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30125858	PÚ	01	3MSH1A1.A2 A MSH2A KONTROLA A REVIZE MS	20070220	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30125858	PÚ	02	3MSH1B1.B2 A MSH2A KONTROLA A REVIZE MS	20070220	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30156478	NU	02	3SGPS VÝMĚNA JEDNOTKY DV467	20070424	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30230195	IN	01	3N74-T544 PROVĚDTE ÚPRAVY VE SKŘÍŇICH SA	20080208	85
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131799	IN	01	3N75-T544 PERIODICKÝ TEST SAS N	20070209	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131799	IN	02	3N75-T544 KONTR. ZAPOJ. KABELŮ K4 V N45.N50	20070209	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131799	IN	03	3N75-T544 VÝMĚNA RELAY BOARD VE SKŘÍŇICH	20070211	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30230184	IN	01	3N76-T544 NÁHRADA JISTIČE V N76 (NAPÁJENÍ Z	20080205	85
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30230184	IN	02	3N76-T544 REVIZE PO VYMĚNĚ JISTIČE V N76	20080205	85
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30230193	IN	01	3N76-T544 NÁHRADA JISTIČE V N76 (NAPÁJENÍ Z	20080205	85
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30230193	IN	02	3N76-T544 REVIZE PO VYMĚNĚ JISTIČE V N76	20080205	85
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131830	IN	01	3PAMS-T544 DOPLNĚNÍ REZISTORŮ NA SIGNÁLY P	20070206	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131836	IN	01	3PAMS-T544 POLOŽENÍ KABELU R50-WC-701 ME	20070206	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131836	IN	02	3PAMS-T544 DOPLNĚNÍ ODPORŮ NA SIGNÁLY P	20070206	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131836	IN	03	3PAMS-T544 DOPLNĚNÍ AKTIVNÍHO PŘEVODNÍK	20070207	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131836	IN	04	3PAMS-T544 ZAPOJENÍ JISTIČE FA2A A ZATAŽEN	20070207	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131836	IN	05	3PAMS-T544 INSTALACE SW PAMIS V4 DO SKŘ	20070207	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131836	IN	06	3PAMS-T544 KONTROLA SW VERZÍ V4 PAMIS2	20070207	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131836	IN	07	3PAMS-T544 KONTROLA PRŮCHODU SIGNALŮ Z	20070220	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131836	IN	08	3PAMS-T544 OTVĚRNÝCH+ZATĚS PROTIPŮ PŘEF	20070207	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131847	IN	01	3PAMS-T544 ÚPRAVY VE SKŘÍŇI 1P77 RVLUS	20070215	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131847	IN	02	3PAMS-T544 ÚPRAVY VE SKŘÍŇI 1P84 HMS	20070216	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131847	IN	03	3PAMS-T544 INSTALACE SW PAMIS1 V4 DO SKŘ	20070219	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131847	IN	04	3PAMS-T544 KONTROLA VERZÍ SW PAMIS1 V4 V	20070219	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131847	IN	05	3PAMS-T544 ZKOUŠKA FUNKCÍ SERVISNÍH	20070220	99
DU	3	M	MSY	3IN-CORE	31002IN-CORE		SYSTEM VITNOREA	806/1-03 325 PŘÍSL	1	30131847	IN	06	3PAMS-T544 ZKOUŠKA PO VYMĚNĚ KARET VE	20070221	99

Obr. 2.: Příklad datového řádku exportu z ISE PassPortu, 1. část

Microsoft Access - [export DUTE část1 - Tabulka]

Soubor Úpravy Zobrazit Vložit Formát Zásnagky Nástroje Okno Nápověda

Napověda - zadejte dotaz

COMPLETION	WO-TSK-STAT	WO_REQ_NUM	WO_REQ_DAT	WO_REQ_TIM	JOB-TYPE	TROUBLE_BRI	CRITICAL-TASH	FAILURE-DATE	FAILURE-TIME	ACT-START-DA	ACT-START-TIM	MAJOR_FAILU	TECH-SPEC-E	TECH-SPEC-E	COMMENTS-3	COMPLETION	WO-C
20080212	99				MR	N	N			20080205	0000					1125	
20080212	99				MR	N	N			20080204	0000					1123	
20080213	99				MR	N	N			20080204	0000					1364	
20080212	99				MR	N	N			20080204	0000					1121	
20080212	99				MR	N	N			20080204	0000					1120	
20080220	99				MR	N	N			20080220	0000					1641	
20080221	99				MR	N	N			20080221	0000					1441	
20080223	99				MR	N	N			20080223	0000					1305	
20080228	99				MR	N	N			20080228	0000					1007	
20080130	99				ST	N	N			20080130	0000					1412	
20080213	99				MR	N	N			20080204	0000					1429	
20080211	99				KP	N	N			20080204	0656					1327	
20080211	99				ST	N	N			20080211	0000					1415	
20080130	99				ST	N	N			20080130	0000					1412	
20080213	99				MR	N	N			20080204	0000					1429	
20080208	99				KP	N	N			20080204	0656					0907	
20080211	99				ST	N	N			20080211	0000					1415	
20080213	85				PU	N	N			20080213	0627					1137	
20080213	85				PU	N	N			20080213	0627					1137	
20080515	85				DÚ	N	N			20080514	0000					0921	
20070306	99				PR	N	N			20070306	0000					1354	
20080219	99	30085541	20071202	1024	DÚ	Y	N	20071202	1015	20080218	0000					0952	
20071122	99	30075659	20071020	1342	NU	Y	N	20071020	1300	20071105	0000					1252	
20071119	99				NU	N	N			20071119	0820					0920	
20071122	99				PP	N	N			20071122	0000					2359	
20070912	99	30066483	20070908	1219	NU	N	N	20070908	0000	20070912	0000					0901	
20070220	99				MR	N	N			20070214	0000					0639	
20070220	99				MR	N	N			20070215	0000					1223	
20070424	99				MR	N	N			20070423	0000					1349	
20080208	85				OS	N	N			20080207	0000					2359	
20070209	99				OS	N	Y			20070208	0000					2359	
20070209	99				OS	N	Y			20070208	0000					2359	
20070211	99				OS	N	Y			20070207	0000					2359	
20080205	85				OS	N	N			20080205	0000					2359	
20080205	85				OS	N	N			20080205	0000					2359	
20080205	85				OS	N	N			20080205	0000					2359	
20080205	85				OS	N	N			20080205	0000					2359	
20070206	99				MR	N	N			20070205	0000					0652	
20070206	99				MR	N	N			20061204	1212					1445	
20070206	99				MR	N	N			20070205	0000					1445	
20070207	99				MR	N	N			20070206	0000					1514	
20070207	99				MR	N	N			20070206	0000					1514	
20070207	99				MR	N	N			20070207	0000					1235	
20070207	99				MR	N	N			20070207	0000					1235	
20070220	99				MR	N	N			20070220	0000					1215	
20070207	99				MR	N	Y			20070205	0000					2359	
20070215	99				MR	N	N			20070213	0000					1447	
20070216	99				MR	N	N			20070215	0000					0812	
20070219	99				MR	N	N			20070216	0000					0925	

Záznam: 14 | 1937 | z 4506

Zobrazení datového listu

Obr. 3: Příklady datového řádku exportu z ISE PassPortu, 2. část

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S			
strDenik	datDatum	strSmena	strTurnus	datCas	strZarizeni	strHlaseni	strPoznamka														
2	SMSKR	1.1.2006	F	N	0.1.1900	1UIS	Kontrola systémů a prostředků ASŘ prostřednictvím SS/UIS/SW dle PL ***II03:20 - kontrola EC DHC/DLC na PRPS,RCLS a PAMS dle DK55.														
3	SMSKR	1.1.2006	U	R	0.1.1900	OM60	Převzata směna, soubor SJK, dokumentaci dle seznamu OM60, PC-2573 a 2585, tiskárnu HP-LJ1100, Pager 005, vysílačku Motorola GP680 s při														
4	SMSKR	1.1.2006	U	R	0.1.1900	HVB_U1,2	Pochůzková kontrola zařízení SKŘ_U1 (m301/2,AE340,AE341)II_U2 (m301/2,AE340,AE341)IIKontrola OM61 - ME130, uložení dc														
5	SMSKR	1.1.2006	U	R	0.1.1900	HVB_U1	08:30 AE932 Provedena kontrola rozvaděče 1DZ15, S1 II II09:00 UIS1 Provedena kontrola System status dle PL pro ST SKŘ1. S1II/1LS131-TO,														
6	SMSKR	1.1.2006	U	R	0.1.1900	HVB_U2	08:10 Provedena pochůzka po zařízení SKŘ dle PL 2STSKŘ SO490, 500.IIIII08:30 HYNII2 Provedena kontrola systému v m.č.410 - OK. II II09:00,														
7	SMSKR	1.1.2006	U	R	0.1.1900	ASSV_1.1	ŘiA4B výstupní DASIO - vystavena ŽNP30024468 na zkrat v bloku ventilátorů.II/dále viz PD-SMSKR_RS/														
8	SMSKR	1.1.2006	U	R	0.1.1900	1UIS	Hotovost p.Václavík byl zpraven o stavu komponent UIS :1LS131,132,133,135.IIPo dohodě provede ve spolupráci s STSKŘ primární kontrolu, d														
9	SMSKR	1.1.2006	M	O	0.1.1900	OM 60	Převzata směna, soubor SJK, dokumentaci dle seznamu OM60, PC-2573 a 2585, tiskárnu HP-LJ1100, Pager 005, vysílačku Motorola GP680 s při														
10	SMSKR	1.1.2006	M	O	0.1.1900	HVB 1	Provedena pochůzka po místnostech SKŘ v SO 490 a 500 dle denního obchůzkového listu ST SKŘ1.včetně kontroly PAMS na BD i ND-stav nezměně														
11	SMSKR	1.1.2006	M	O	0.1.1900	1UIS	Zprovozněn LS 131 hotovostí p.Václavíkem dle PP sp.1 056744 - PP nešel vypsat v Passportu,jež nebral datum 01/01/06.Proto vypsán ručně.N														
12	SMSKR	1.1.2006	M	O	0.1.1900	2UIS	Kontrola system status-beze změn(zápis neproveden).II														
13	SMSKR	1.1.2006	M	O	0.1.1900	HVB 1	Provedena pochůzka po místnostech SKŘ v SO 800 dle denního obchůzkového listu ST SKŘ1.včetně kontroly PAMS na BD i ND-stav nezměně														
14	SMSKR	1.1.2006	M	O	0.1.1900	HVB 1	Kontrola skříně DZ15 v AE932-stav nezměněn. II														
15	SMSKR	1.1.2006	M	O	0.1.1900	1UIS	Provedena kontrola System status dle PL pro ST SKŘ1. IIIII														
16	SMSKR	1.1.2006	M	O	0.1.1900	1UIS	Kontrola EC DHC/DLC na PRPS,RCLS a PAMS dle DK55.Změna:1HM11 0/56C-0/5DC.II														
17	SMSKR	1.1.2006	F	N	0.1.1900	OM 60:	Převzata směna, soubor SJK, dokumentaci dle seznamu OM60, PC-2573 a 2585, tiskárnu HP-LJ1100, Pager 005, vysílačku Motorola GP680 s při														
18	SMSKR	1.1.2006	F	N	0.1.1900	HVB 1	Provedena pochůzka po místnostech SKŘ v SO 490,500 dle denního obchůzkového listu ST SKŘ1. Kontrola HYNi v m.č. 410 - měření mimo prov.														
19	SMSKR	1.1.2006	F	N	0.1.1900	HVB 2	Provedena pochůzka po zařízení SKŘ dle PL 2STSKŘ SO 800 HVB2. ***II23:40 - kontrola rozvaděče DZ41 - O.K. II II ***II00:00 - Provedena poc														
20	SMSKR	1.1.2006	F	N	0.1.1900	2UIS	Kontrola systémů a prostředků ASŘ prostřednictvím SS/UIS/SW dle PL.II ***II2PCS VII. - DHG Drop217 a DLS 217 - sig. alamu FC/FK 190/11 - c														
21	SMSKR	2.1.2006	M	N	0.1.1900	HVB 1	Provedena pochůzka po místnostech SKŘ v SO 800 dle denního obchůzkového listu ST SKŘ1.II														
22	SMSKR	2.1.2006	M	N	0.1.1900	HVB2	Provedena pochůzka po zařízení SKŘ dle PL 2STSKŘ SO 800 HVB2.II														
23	SMSKR	2.1.2006	M	N	0.1.1900	HVB 1	Provedena kontrola rozvaděče 1DZ15 v m.č. AE932 - bez zjištěných závad.II														
24	SMSKR	2.1.2006	M	N	0.1.1900	1UIS	Provedena kontrola System status dle PL pro ST SKŘ1. II														
25	SMSKR	2.1.2006	M	N	0.1.1900	2UIS	Kontrola System status + zápis do PL STSKŘ.II														
26	SMSKR	2.1.2006	M	N	0.1.1900	HVB 2	Kontrola rozvaděče DZ41 - O.K.II														
27	SMSKR	2.1.2006	M	N	0.1.1900	1UIS	Provedena kontrola statusu zařízení pom.systémů dle DK55.II														
28	SMSKR	2.1.2006	M	N	0.1.1900	HVB 1	Provedena pochůzka po místnostech SKŘ v SO 490,500 dle denního obchůzkového listu ST SKŘ1.II														
29	SMSKR	2.1.2006	M	N	0.1.1900	BD1	Oprava LP131.														
30	SMSKR	2.1.2006	M	N	0.1.1900	HVB2	Provedena pochůzka po zařízení SKŘ dle PL 2STSKŘ SO 490, 500 HVB2.II														
31	SMSKR	2.1.2006	M	N	0.1.1900	1UIS	Kontrola EC DHC/DLC na PRPS,RCLS a PAMS dle DK55.II														
32	SMSKR	2.1.2006	M	N	0.1.1900	BD2	LP131 - nefunkční tiskárna.Po vyčištění tiskové fronty-tiskárna funkčníII														
33	SMSKR	2.1.2006	M	N	0.1.1900	2UIS	Kontrola stavu počítadel DHC error counter a DLC error counter na PRPS, PAMS a RCLS HVB II dle DK 55.II														
34	SMSKR	2.1.2006	Z	R	0.1.1900	OM60	Převzata směna, soubor SJK, dokumentaci dle seznamu OM60, PC-2573 a 2585, tiskárnu HP-LJ1100, Pager 005, vysílačku Motorola GP680 s při														
35	SMSKR	2.1.2006	Z	R	0.1.1900	1BD-UIS	Na požadavek BD kontaktován SYS (ing. Vágnr) s požadavkem na zprovoznění LS131 (Applix bez dat). 8:07 - ing. Vágnr oznámil, že tisk z LS														
36	SMSKR	2.1.2006	Z	R	0.1.1900	2BD	Kontrola System status + zápis do PL STSKŘ. IIKontrola stavu počítadel DHC error counter a DLC error counter na PRPS, PAMS a RCLS HVB II														
37	SMSKR	2.1.2006	Z	R	0.1.1900	1BD - FAS	Na žádost BD zablokován FAS 12/16/058 (chvění TG) z důvodu vysoké aktivity alarmů. II 12:50 FAS/BD Vrácen do nominálního stavu FAS 12														
38	SMSKR	2.1.2006	Z	R	0.1.1900	2RCLS	Dle požadavku SI mimo DP otevřen PP č. 30076393/01 na autotest LS (dle PK B.3.3.1.2).														
39	SMSKR	2.1.2006	Z	R	0.1.1900	2HVB	Provedena pochůzka po zařízení SKŘ dle PL 2STSKŘ SO 800, 490, 500 HVB2. Kontrola rozvaděče DZ41 - O.K. II														
40	SMSKR	2.1.2006	Z	R	0.1.1900	1HVB	AE932 Provedena kontrola rozvaděče 1DZ15 v m.č. AE932 - bez zjištěných závad. IIAE126/1,2 Kontrolní činnost dle OL ST SKŘ. II														
41	SMSKR	2.1.2006	Z	R	0.1.1900	2PSŘ	Porucha klastru 3sk/3kl. odečteny par. P01 = 73. Po resetu P04 - O.K. Informován p. Koreš. II														
42	SMSKR	2.1.2006	Z	R	0.1.1900	1HVB	Kontrola zařízení SKŘ dle OL SKŘ v AE440/1.2.3														
43	SMSKR	2.1.2006	Z	R	0.1.1900	1PAMS	Kontrola PAMS na BD a ND dle DK55. II(U VBD stéle nefunkční monitor N-1E.) IIII														
44	SMSKR	2.1.2006	Z	R	0.1.1900	1BD	Provedena kontrola System status dle PL pro ST SKŘ1 + kontrola statusu zařízení pom.systémů dle DK55. II														
45	SMSKR	2.1.2006	Z	R	0.1.1900	1.12	Po přerušené regeneraci provedeno znovunahrání programu z disket DASOR A2,B2. II														
46	SMSKR	2.1.2006	Z	R	0.1.1900	1HVB	Provedena kontrola skříní pro RCLS,PFS a FAS v místnosti AE340/1 dle týdenního obchůzkového listu SKŘ. II														
47	SMSKR	2.1.2006	Z	R	0.1.1900	2PCS 5	Nahláшено přejetí DPU7 na 57. Na display zjištěn kód 05 (nezná partnera).IIPo konzultaci se SYS proveden reset DPU7, poté se přihlásil jako C														
48	SMSKR	2.1.2006	Z	R	0.1.1900	0.52	DASOR A/30024269														
49	SMSKR	2.1.2006	Z	R	0.1.1900	0.96 + 1.14	Kontrola zařízení SKŘ dle TP: nefunkční tiskárna 0.96 - provedeno zavedení papíru, poté O.K. II														
50	SMSKR	2.1.2006	Z	R	0.1.1900	1HVB	Provedena pochůzka po místnostech SKŘ v SO 490,500 a 800 dle denního obchůzkového listu ST SKŘ1. Kontrola HYNi v m.č. 410 - měření mim														

Obr. 4: Příklad dat PDS

SSS standardně po jeho aktivaci a přihlášení (na obr. 5 je úvodní obrazovka) zobrazí tabulku pracovních příkazů pro EDU nebo ETE - obr. 6 a obr. 7. V tabulkách lze omezeně používat filtraci a řazení dat, tabulky je možné exportovat z aplikace ve formě dat MS Excel xp například na lokální disk a tam s nimi dle potřeby dále pracovat.



Obr. 5: Úvodní obrazovka



Obr. 6: Pracovní příkazy-formulář verze 1

Výrob. typ	Výrob. číslo	Dat./čas por.	HI.por.	Původ.UTC	Číslo PP	ČÚ	T_PP	T_pr	Název úkolu	Dat.
DV851	1800197	25.3.2010		0003001290	30637255	01	NU	MR	38169 – VADNÁ JEDNOTKA DV851 V 8169 POZ.+A14.	29.4.
					30576335	01	PU	MR	3-8204M – AKCE "C" NA MO S EKM.	2.3.2
232.50.100-821.12	08/10/188	21.3.2010		0003008725	30632156	01	NU	MR	30110TJ-044.10 OPRAVTE VADNÝ EKM	23.3.
					30578804	01	PU	MR	3NN B – AKCE C NA MO P S PŘEVODNÍKY TLAKU – CMOS.	3.3.2
EC1502	84/392			0000335968	30575725	01	PU	MR	3SPOL – AKCE C NA MO P S PŘEVODNÍKY TLAKU – CMIS.	8.2.2
305152	8631890			0003008577	30575767	04	PU	MR	3TK 2 – AKCE C NA MO P S PŘEVODNÍKY TLAKU – CMOS.	8.2.2

Obr. 7: Pracovní příkazy-formulář verze 2

Pro zobrazení seznamu provozovaného zařízení (registr) je nutné aktivovat text „Zařízení v provozu“ v postranním navigačním menu obrazovky. Zobrazí se tabulka na následujícím obr. 8. Vzhledem k tomu, že zařízení jaderné elektrárny je značně rozsáhlé, není možné zobrazit tabulku registru na jedné obrazovce, podobně jako pracovní příkazy. Při cíleném hledání je pak nutné používat filtraci nebo jiné nástroje, včetně exportu dat.

Blok	Subs. SKŘ	DPS	Zařízení	Skříň	Vana	Pozice	Původ.UTC	Výrob. typ	Výrob. číslo	Dat. inst.	Alt.znač.	Název zařízení
1	RRCS	1004	1S13.A44	S13	A	44	0002881322	D3601Z1	1600003	13.11.2007	11004RRCS.S13A44	KOMUNIKAČNÍ MODUL CAN; MSJ
1	RRCS	1004	1S2..A44	S2	A	44	0002881321	D3601Z1	1600002	13.11.2007	11004RRCS.S2A44	KOMUNIKAČNÍ MODUL CAN; MSJ
1	RRCS	1004	1S8..A44	S8	A	44	0002881320	D3601Z1	1600001	13.11.2007	11004RRCS.S8A44	KOMUNIKAČNÍ MODUL CAN; MSJ
1	RRCS	1004	1S10.A44	S10	A	44	0002881319	D3601Z1	560006	13.11.2007	11004RRCS.S10A44	KOMUNIKAČNÍ MODUL CAN; MSJ
1	RRCS	1004	1S14.A44	S14	A	44	0002881318	D3601Z1	56 0008	13.11.2007	11004RRCS.S14A44	KOMUNIKAČNÍ MODUL CAN; MSJ
1	RRCS	1004	1S17.A44	S17	A	44	0002881317	D3601Z1	56 0007	13.11.2007	11004RRCS.S17A44	KOMUNIKAČNÍ MODUL CAN; MSJ
1	RRCS	1004	1S5..A44	S5	A	44	0002881316	D3601Z1	56 0005	13.11.2007	11004RRCS.S5A44	KOMUNIKAČNÍ MODUL CAN; MSJ
1	RRCS	1004	1S20.A44	S20	A	44	0002881315	D3601Z1	S3 0001	13.11.2007	11004RRCS.S20A44	KOMUNIKAČNÍ MODUL CAN; MSJ
1	RRCS	1004	1S11.D014	S11	D	01	0002881314	D3601P1	1600028	13.11.2007	11004RRCS.S11D01.4	KOMUNIKAČNÍ JEDNOTKA; MSJ
1	RRCS	1004	1S10.D015	S10	D	01	0002881313	D3601P1	1600027	13.11.2007	11004RRCS.S10D01.5	KOMUNIKAČNÍ JEDNOTKA; MSJ
1	RRCS	1004	1S10.D028	S10	D	02	0002881312	D3601P1	1600026	13.11.2007	11004RRCS.S10D02.8	KOMUNIKAČNÍ JEDNOTKA; MSJ
1	RRCS	1004	1S10.D027	S10	D	02	0002881311	D3601P1	1600025	13.11.2007	11004RRCS.S10D02.7	KOMUNIKAČNÍ JEDNOTKA; MSJ
1	RRCS	1004	1S10.D026	S10	D	02	0002881310	D3601P1	1600024	13.11.2007	11004RRCS.S10D02.6	KOMUNIKAČNÍ JEDNOTKA; MSJ
1	RRCS	1004	1S10.D024	S10	D	02	0002881309	D3601P1	1600023	13.11.2007	11004RRCS.S10D02.4	KOMUNIKAČNÍ JEDNOTKA; MSJ
1	RRCS	1004	1S10.D017	S10	D	01	0002881308	D3601P1	1600022	13.11.2007	11004RRCS.S10D01.7	KOMUNIKAČNÍ JEDNOTKA; MSJ
1	RRCS	1004	1S10.D014	S10	D	01	0002881307	D3601P1	1600021	13.11.2007	11004RRCS.S10D01.4	KOMUNIKAČNÍ JEDNOTKA; MSJ
1	RRCS	1004	1S10.D018	S10	D	01	0002881306	D3601P1	1600020	13.11.2007	11004RRCS.S10D01.8	KOMUNIKAČNÍ JEDNOTKA; MSJ
1	RRCS	1004	1S10.D023	S10	D	02	0002881305	D3601P1	1600019	13.11.2007	11004RRCS.S10D02.3	KOMUNIKAČNÍ JEDNOTKA; MSJ
1	RRCS	1004	1S10.D037	S10	D	03	0002881304	D3601P1	1600018	13.11.2007	11004RRCS.S10D03.7	KOMUNIKAČNÍ JEDNOTKA; MSJ
1	RRCS	1004	1S11.D018	S11	D	01	0002881303	D3601P1	1600017	13.11.2007	11004RRCS.S11D01.8	KOMUNIKAČNÍ JEDNOTKA; MSJ

Obr. 8: Seznam zařízení v provozu (Registr zařízení)

Postranní menu dále nabízí zobrazení oběhu položek UTC, které je vázáno na nabídku „Sledování UTC“ (obr. 9). Tato volba umožní zobrazit, jak se jedinečný fyzický prvek (položka UTC) historicky pohyboval v SKŘ v souvislosti s opravami, odinstalacemi atd. Tím lze odhalit například nepřiměřeně poruchový fyzický prvek.

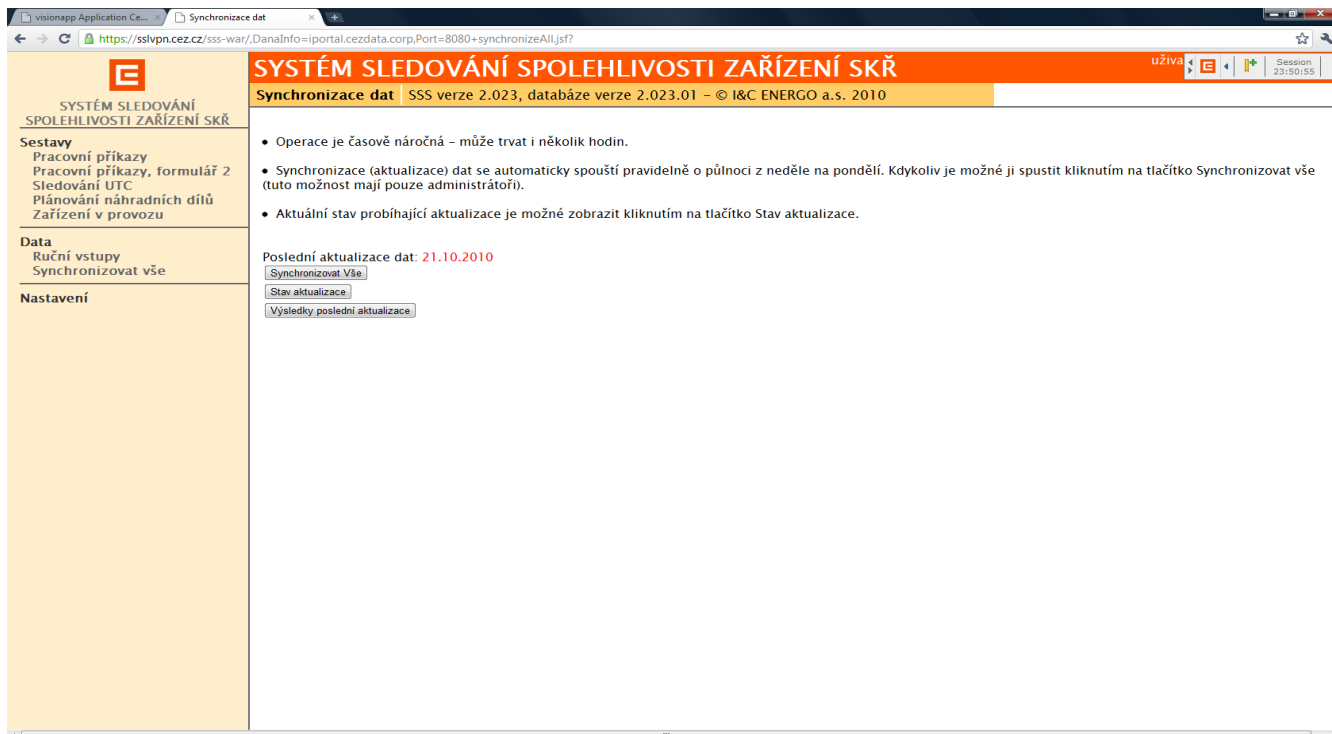
Blok	Subs. SKŘ	DPS	Zařízení	Skříň	Vana	Pozice	Typ SZ	Skup.zař.	Původ.UTC	Výrobce	Výrob. typ	Výrob. číslo	Dr. zař. UTC	Dat. inst.
4			4C017A.02				CMOS	M-POL.INSTR. /PCS7	0000299008	1005032	APM997	86050090/3	MSPPPS	4.9.2001
4			4C017B.02				CMOS	M-POL.INSTR. /PCS7	0000299009	1005032	APM997	86050090/2	MSPPPS	4.9.2001
4			4C017C.02				CMOS	M-POL.INSTR. /PCS7	0000299010	1005032	APM997	86050086	MSPPPS	4.9.2001
4			4C017D.02				CMOS	M-POL.INSTR. /PCS7	0000299011	1005032	APM997	86030368	MSPPPS	4.9.2001
4			4C017E.02				CMOS	M-POL.INSTR. /PCS7	0000299012	1005032	APM997	86030364	MSPPPS	4.9.2001
4			4C017F.02				CMOS	M-POL.INSTR. /PCS7	0000299013	1005032	APM997	86050087	MSPPPS	4.9.2001
4			4C017G.02				CMOS	M-POL.INSTR. /PCS7	0000299014	1005032	APM997	86030369	MSPPPS	4.9.2001
4			4C017H.02				CMOS	M-POL.INSTR. /PCS7	0000299015	1005032	APM997	85060114	MSPPPS	4.9.2001
4			4F001.3A.30				CMIS	M-POLNI INSTRUMENT.	0000299016	XXX	EH61008	01093-87	MCISLP	30.8.2001
4			4F001.3B.30				CMIS	M-POLNI INSTRUMENT.	0000299017	XXX	EH51008	0847-86/1	MCISLP	14.9.2000
4			4F002.3A.30				CMIS	M-POLNI INSTRUMENT.	0000299018	XXX	EC2401	83/1371	MCIRP2	30.8.2001
4			4F002.3B.30				CMIS	M-POLNI INSTRUMENT.	0000299019	XXX	EH51008	18113-88/2	MCISLP	30.8.2001
4			4F003.3A.30				CMIS	M-POLNI INSTRUMENT.	0000299020	XXX	EH60006	0111-01	MCIRP2	13.6.2002
4			4F003.3B.30				CMIS	M-POLNI INSTRUMENT.	0000299021	XXX	EH50006	13159-87/1	MCIRP2	15.7.1999
4			4F005.3B.30				CMIS	M-POLNI INSTRUMENT.	0000299022	XXX	EH60008	010934-87	MCIRP2	29.12.1997
4			4F005.4A.40				CMIS	M-POLNI INSTRUMENT.	0000299023	XXX	GC2401	85/141	MCIRP2	29.8.2001
4			4F005.4B.40				CMIS	M-POLNI INSTRUMENT.	0000299024	XXX	GC2401	85/108	MCIRP2	29.8.2001
4			4F006.1A.13				CMOS	M-POL.INSTR. /PCS7	0000299025	1005032	ZEPAKOMP70	86040151	MSP	13.9.2001
4			4F006.1A.14				CMOS	M-POL.INSTR. /PCS7	0000299026	1005032	ZEPAKOMP70	84100019	MSP	12.9.2001
4			4F006.1B.13				CMOS	M-POL.INSTR. /PCS7	0000299027	1005032	ZEPAKOMP70	86040150	MSP	14.10.1998

Obr. 9: Sledování UTC

V druhé části postranního menu aplikace jsou dále k dispozici nabídky „Ruční vstupy“. Ty slouží k ručnímu importu dat ve stanoveném formátu nebo k hromadnému označení reálných poruch po předchozím exportu hodnoceného souboru PP (obr. 10). Dále je zde možnost ručního načtení dat z ISE PassPortu volbou „Synchronizace dat“ pro získání aktuálních dat (obr. 11). Standardní synchronizace dat probíhá každou neděli se startem o půlnoci, a to bez zásahu uživatele. Nabídky sdružená pod položkou „Data“ jsou k dispozici pouze uživatelům s oprávněním „administrátor“.



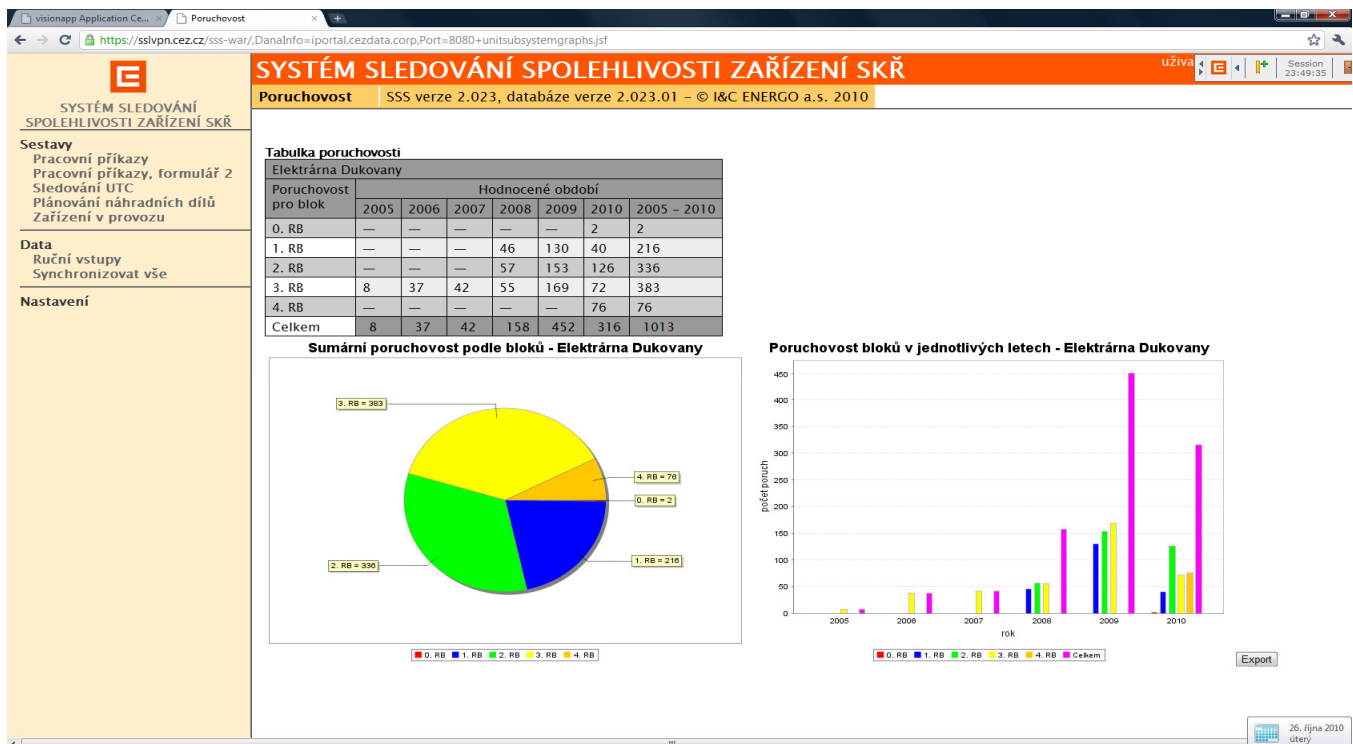
**Obr. 10: Ruční vstupy-import dat**



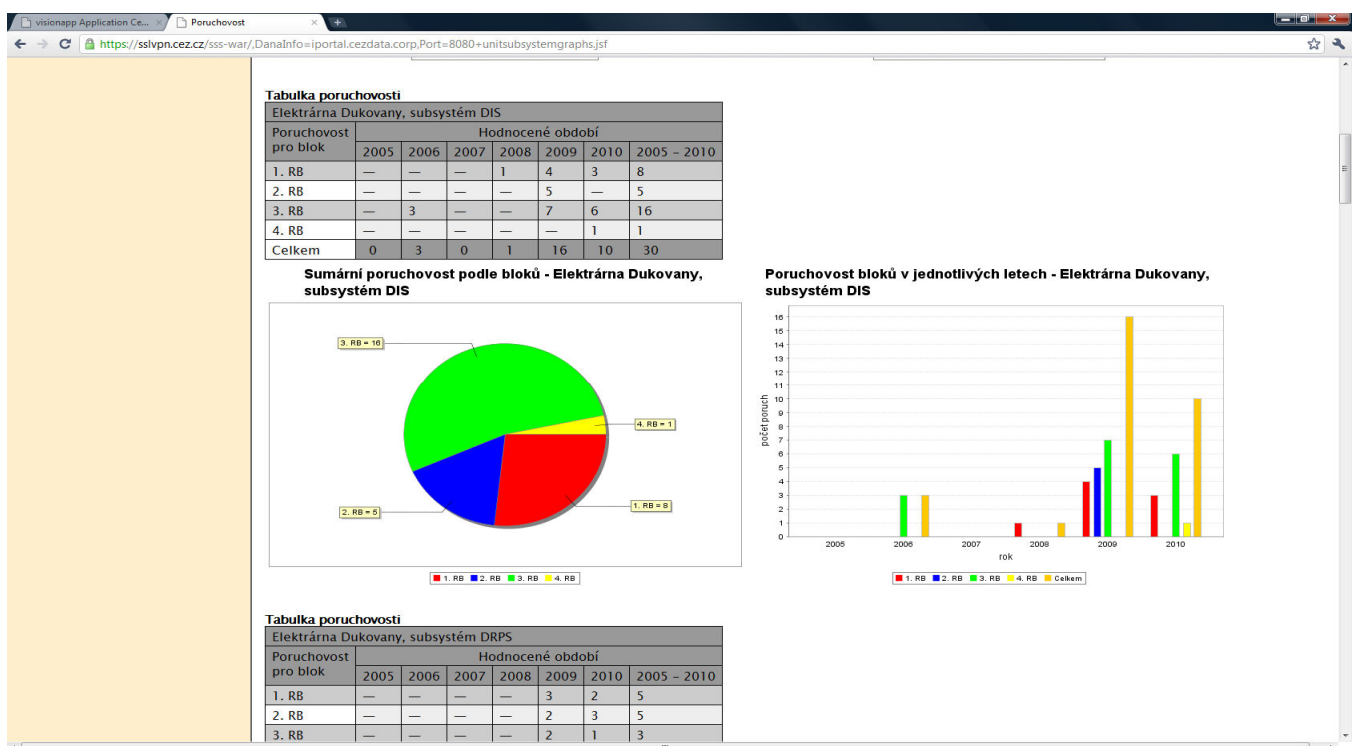
**Obr. 11: Synchronizace dat**

Dalším produktem zpracování dat po získání registru zařízení a relevantní poruchovosti jsou tabulky a grafy prosté poruchovosti po kalendářních rocích a podle bloků pro SKŘ jako celek nebo pro jednotlivé subsystemy SKŘ (obr. 12 a obr. 13). Tyto výstupy umožní získat prvotní a významné informace o rozložení poruchovosti sledovaného zařízení v čase.





Obr. 12: Tabulky a grafy prosté poruchovosti SKŘ jako celek



Obr. 13: Tabulky a grafy prosté poruchovosti po subsystémech SKŘ

V podobném přístupu jsou zobrazeny tabulky a grafy prosté poruchovosti podle výrobních typů (obr. 14 a obr. 15), kde lze vysledovat, kolik poruch se váže přímo na výrobní typy v absolutní míře, tj., bez ohledu na konkrétní počet fyzických prvků vázaných k danému typu. Pod každým sledovaným výrobním typem prvku je třeba chápat určitý počet těchto fyzických prvků dle

registru zařízení. Porovnávání prosté poruchovosti různých výrobních typů by potom nebylo korektní a je třeba ho provést podle tabulek ukazatelů spolehlivosti, které jsou popsány dále.

**SYSTÉM SLEDOVÁNÍ SPOLEHLIVOSTI ZAŘÍZENÍ SKŘ**  
 Poruchovost SSS verze 2.023, databáze verze 2.023.01 - © I&C ENERGO a.s. 2010

**Tabulka poruchovosti**  
 Elektrárna Dukovany

Výrobní typ	Hodnocené období						2005 - 2010
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
\$	—	—	—	—	24	—	24
-	—	9	12	18	129	86	254
.	—	1	—	—	—	—	1
1151 DP	—	—	—	—	1	—	1
1151DP	—	—	—	—	—	3	3
1151DP3E22	—	—	—	—	6	1	7
1151DP5E22	—	—	—	—	—	1	1
1152DP4N22PBT1859	—	—	—	—	—	2	2
1152DP5N22PBT0038	—	1	—	—	—	—	1
1152DP5N22PBT1859	—	—	1	2	—	—	3
1152GP8N22PBT1859	—	1	1	—	1	5	8
1152GP9N22PBT1859	—	—	—	—	—	1	1
1152HP5N22PBT1859	1	3	—	2	1	—	7
1152HP6N22PBT0038	—	—	—	—	—	2	2
1152HP7N22PBT0038	—	4	—	—	3	2	9
16.EANA ISO FI	—	2	—	—	—	—	2
3-1941	—	—	—	1	—	—	1
3-1970	—	—	—	2	—	—	2
3-2077/2B	—	—	—	2	—	—	2
3051-CD2-A02A1H2B1Q4P1	2	—	—	3	4	5	14
3051-CD3-A02A1H2B1Q4P1	2	—	—	4	6	3	15
3051-CD4-A02A1H2B1Q4P1	—	—	—	1	1	1	3
32ACT	—	—	—	—	1	1	2
355-01000-000	—	—	—	3	—	—	3
355-0101-000	—	—	—	1	—	—	1
48V/50A-PDT 2700	—	—	—	—	—	2	2

Obr. 14: Tabulky a grafy prosté poruchovosti pro výrobní typy SKŘ jako celek

**Tabulka poruchovosti**  
 Elektrárna Dukovany, subsystém DIS

Výrobní typ	Hodnocené období						2005 - 2010
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
\$	—	—	—	—	4	—	4
-	—	—	—	—	1	1	2
1152HP7N22PBT0038	—	—	—	—	1	—	1
16.EANA ISO FI	—	2	—	—	—	—	2
ACCG4	—	—	—	—	1	—	1
AHTS4/B	—	—	—	—	1	2	3
AIMPS/B	—	—	—	—	2	1	3
ALIM.ANA.7	—	1	—	—	—	—	1
CP2660-7RD	—	—	—	1	—	—	1
IP	—	—	—	—	3	1	4
UC25 N+	—	—	—	—	—	1	1
komunikace	—	—	—	—	1	—	1
nezařaditelné	—	—	—	—	—	1	1
reset	—	—	—	—	—	2	2
restart	—	—	—	—	2	1	3
Celkem	0	3	0	1	16	10	30

**Tabulka poruchovosti**  
 Elektrárna Dukovany, subsystém DRPS

Výrobní typ	Hodnocené období						2005 - 2010
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
\$	—	—	—	—	2	—	2
-	—	—	—	—	1	1	2
32ACT	—	—	—	—	1	1	2
CP4660-7RD	—	—	—	—	—	1	1
NERVIA + 2 PROC	—	—	—	—	2	—	2
alarm	—	—	—	—	—	2	2
komunikace	—	—	—	—	—	1	1
nezařaditelné	—	—	—	—	—	1	1
reset	—	—	—	—	—	1	1
restart	—	—	—	—	1	—	1

Obr. 15: Tabulky a grafy prosté poruchovosti pro výrobní typy subsystémů SKŘ

Další výstupy SSS vedou ke stanovení základních parametrů provozní spolehlivosti. Jejich výpočty je třeba aktivovat a zvolit časový interval, pro který je třeba výpočty provést. Spolehlivostní

ukazatele jsou zatím zaměřeny zejména na získání bodového odhadu střední doby do poruchy (MTTF), intenzity poruch a jejich 95% konfidence. Výpočty je opět možno volit pro SKŘ jako celek nebo pro jednotlivé subsystémy SKŘ (obr. 16 a 17).

**Tabulka spolehlivosti**  
Elektrárna: Dukovany  
Hodnocené období  
Od: 1.1.2007  
Do: 26.10.2010

Výrobní typ	Počet prov. komponent	Počet poruch	Střední doba nefunkčnosti MTTR [h]	Kumulovaná doba zkoušky [h]	Bodový odhad a konfidenční interval střední doby do poruchy				Bodový odhad a konfidenční interval intenzity poruch		
					T [h]	T <sub>0,025</sub> [h]	T <sub>0,975</sub> [h]	T <sub>0,95</sub> [h]	λ [h <sup>-1</sup> ]	λ <sub>0,025</sub> [h <sup>-1</sup> ]	λ <sub>0,975</sub> [h <sup>-1</sup> ]
§	24	24	1	763 321	30 533	49 640	21 376	-	3,28E-5	2,01E-5	4,68E-5
00781-A-3114	12	0	0	381 661	1 144 982	-	-	127 401	-	-	-
02704-C-3048	1	0	0	31 805	95 415	-	-	10 617	-	-	-
03313	2	0	0	63 610	190 830	-	-	21 234	-	-	-
03370	6	0	0	190 830	572 491	-	-	63 701	-	-	-
03395	58	0	0	1 776 993	5 330 980	-	-	593 175	-	-	-
03395/I	14	0	0	445 271	1 335 812	-	-	148 635	-	-	-
03395/II	4	0	0	127 220	381 661	-	-	42 467	-	-	-
05500-A-0023	8	0	0	254 440	763 321	-	-	84 934	-	-	-
05500-A-0235	1	0	0	31 805	95 415	-	-	10 617	-	-	-
05500-A-0245	1	0	0	31 805	95 415	-	-	10 617	-	-	-
05500-A-0255	1	0	0	31 805	95 415	-	-	10 617	-	-	-
107715	1	0	0	31 805	95 415	-	-	10 617	-	-	-
112 030 310 00	12	0	0	381 661	1 144 982	-	-	127 401	-	-	-
11371	12	0	0	156 476	469 429	-	-	52 233	-	-	-
11451DP4	26	0	0	826 932	2 480 795	-	-	276 037	-	-	-
11451DP4S22	12	0	0	381 661	1 144 982	-	-	127 401	-	-	-
11451DP7S22	12	0	0	381 661	1 144 982	-	-	127 401	-	-	-
11451GP6S22	1	0	0	31 805	95 415	-	-	10 617	-	-	-
11451HP7E22	13	0	0	413 466	1 240 397	-	-	138 018	-	-	-
1151DP	118	3	15	3 752 992	938 248	6 066 209	428 068	-	1,07E-6	1,65E-7	2,34E-6
1151 DP	1	1	1	31 805	15 903	1 256 230	5 708	-	6,29E-5	7,96E-7	1,75E-4
1151DP3E22	91	7	59	2 894 257	361 782	1 028 388	200 674	-	2,76E-6	9,72E-7	4,98E-6
1151DP3S22	1	0	0	31 805	95 415	-	-	10 617	-	-	-
1151DP5E22	265	1	16	8 428 327	4 214 164	332 900 512	1 512 718	-	2,37E-7	3,00E-9	6,61E-7
1151DP5E2A	5	0	0	159 025	477 076	-	-	53 084	-	-	-
1151DP6E22	1	0	0	31 805	95 415	-	-	10 617	-	-	-

Obr. 16: Tabulka ukazatelů spolehlivosti pro výrobní typy SKŘ jako celku

**Tabulka spolehlivosti**  
Elektrárna: Dukovany  
Hodnocené období  
Od: 1.1.2007  
Do: 26.10.2010  
subsystém DRPS

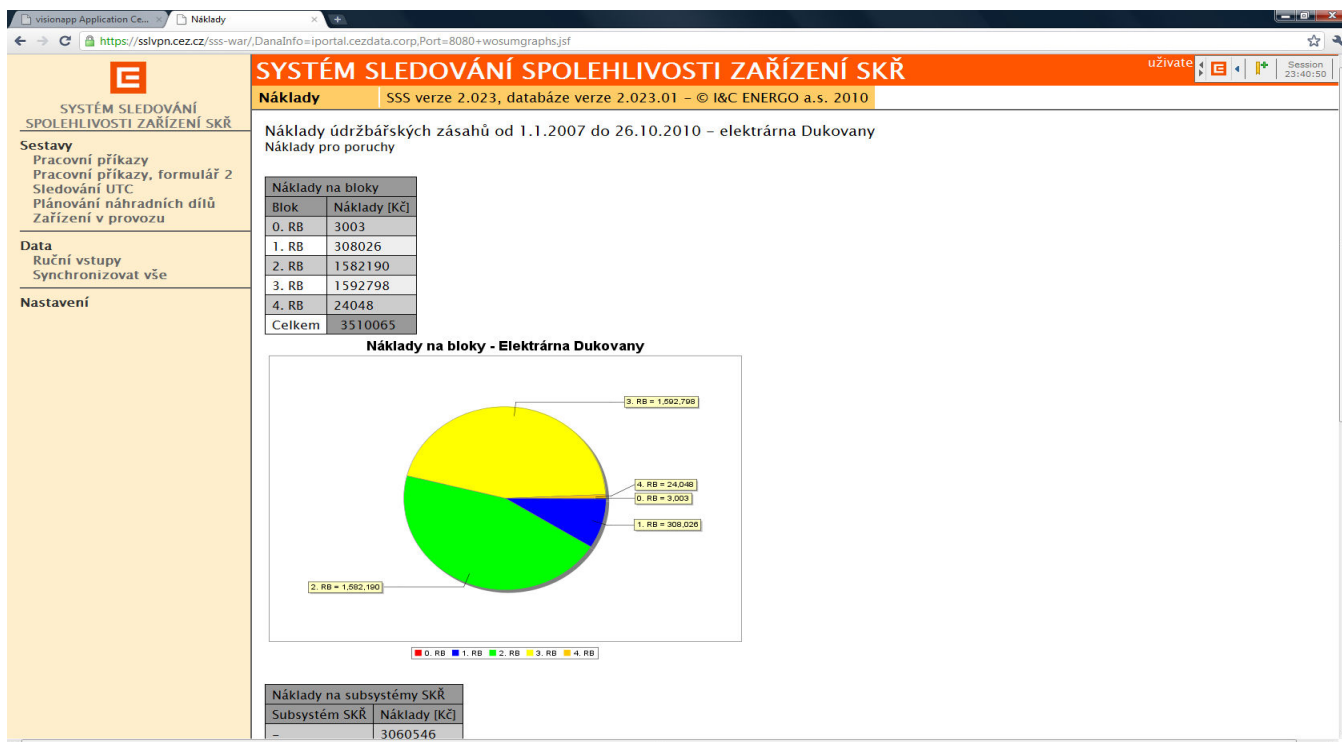
Výrobní typ	Počet prov. komponent	Počet poruch	Střední doba nefunkčnosti MTTR [h]	Kumulovaná doba zkoušky [h]	Bodový odhad a konfidenční interval střední doby do poruchy				Bodový odhad a konfidenční interval intenzity poruch			Součinitel nepřehotovost U [-]		
					T [h]	T <sub>0,025</sub> [h]	T <sub>0,975</sub> [h]	T <sub>0,95</sub> [h]	λ [h <sup>-1</sup> ]	λ <sub>0,025</sub> [h <sup>-1</sup> ]	λ <sub>0,975</sub> [h <sup>-1</sup> ]		λ <sub>0,95</sub> [h <sup>-1</sup> ]	
§	2	2	0	63 610	21 203	262 625	8 805	-	4,72E-5	3,81E-6	1,14E-4	-	0	
32ACT	253	2	53	7 301 883	2 433 961	30 147 036	1 010 685	-	4,11E-7	3,32E-8	9,89E-7	-	2,18E-5	
32 ETOR TI DR FI	108	0	0	3 120 927	9 362 781	-	-	1 041 791	-	-	-	-	9,60E-7	0
8ERELAY1	180	0	0	5 096 873	15 290 618	-	-	1 701 378	-	-	-	-	5,88E-7	0
8SRELAY1	72	0	0	2 010 838	6 032 513	-	-	671 234	-	-	-	-	1,49E-6	0
8SRELAY2	63	0	0	1 759 483	5 278 450	-	-	587 330	-	-	-	-	1,70E-6	0
alarm	2	2	0	63 610	21 203	262 625	8 805	-	4,72E-5	3,81E-6	1,14E-4	-	0	
ALIM 48V/SV-24V	60	0	0	1 733 849	5 201 547	-	-	578 773	-	-	-	-	1,73E-6	0
CP2660-7RD	103	0	0	2 961 902	8 885 706	-	-	988 707	-	-	-	-	1,01E-6	0
CP4660-7RD	59	1	1	1 673 088	836 544	66 083 320	300 286	-	1,20E-6	1,51E-8	3,33E-6	-	1,20E-6	
komunikace	1	1	0	31 805	15 903	1 256 230	5 708	-	6,29E-5	7,96E-7	1,75E-4	-	0	
NERVIA + 2 PROC	61	2	258	1 734 441	578 147	7 160 927	240 071	-	1,73E-6	1,40E-7	4,17E-6	-	4,45E-4	
nezařaditelné	1	1	0	31 805	15 903	1 256 230	5 708	-	6,29E-5	7,96E-7	1,75E-4	-	0	
reset	1	1	0	31 805	15 903	1 256 230	5 708	-	6,29E-5	7,96E-7	1,75E-4	-	0	
restart	1	1	0	31 805	15 903	1 256 230	5 708	-	6,29E-5	7,96E-7	1,75E-4	-	0	
UC25 N+	60	0	0	1 733 849	5 201 547	-	-	578 773	-	-	-	-	1,73E-6	0

**Tabulka spolehlivosti**  
Elektrárna: Dukovany  
Hodnocené období  
Od: 1.1.2007  
Do: 26.10.2010  
subsystém ELS

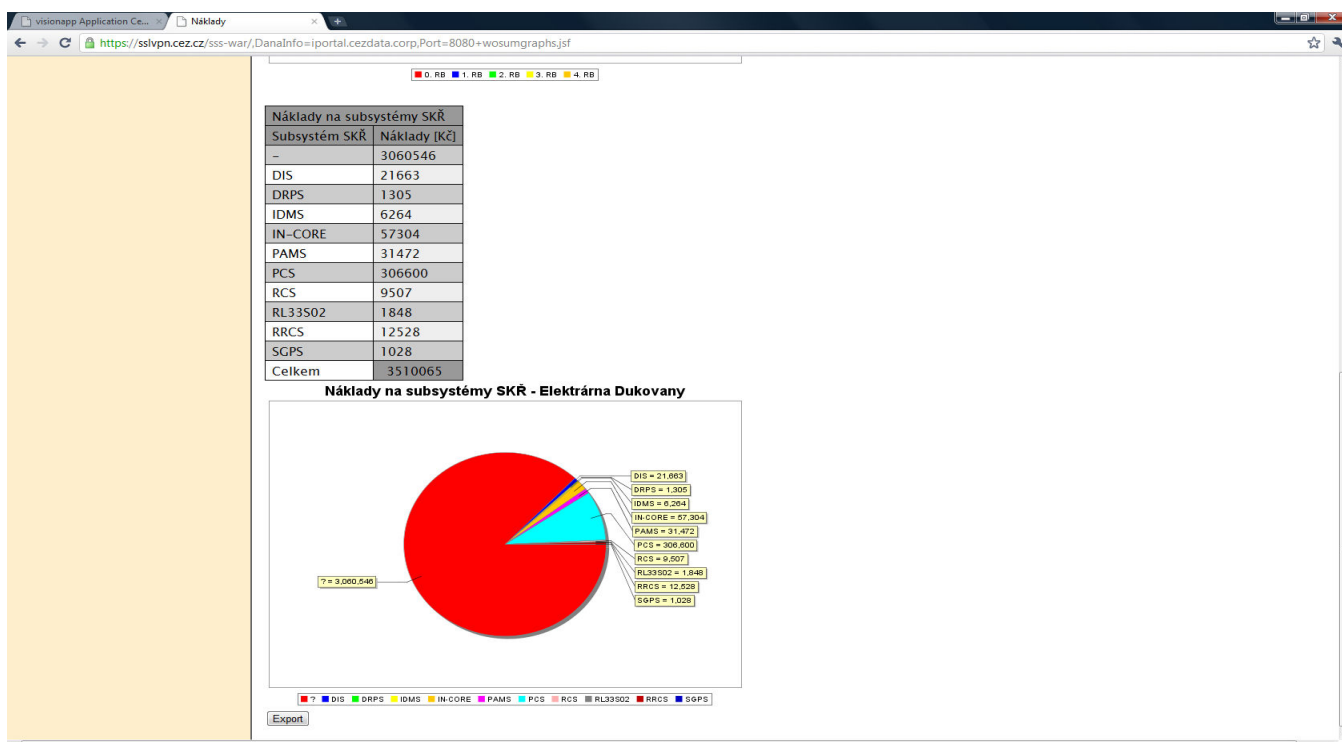
Výrobní typ	Počet prov. komponent	Počet poruch	Střední doba nefunkčnosti MTTR [h]	Kumulovaná doba zkoušky [h]	Bodový odhad a konfidenční interval střední doby do poruchy				Bodový odhad a konfidenční interval intenzity poruch			Součinitel nepřehotovost U [-]
					T [h]	T <sub>0,025</sub> [h]	T <sub>0,975</sub> [h]	T <sub>0,95</sub> [h]	λ [h <sup>-1</sup> ]	λ <sub>0,025</sub> [h <sup>-1</sup> ]	λ <sub>0,975</sub> [h <sup>-1</sup> ]	

Obr. 17: Tabulka ukazatelů spolehlivosti pro výrobní typy subsystémů SKŘ

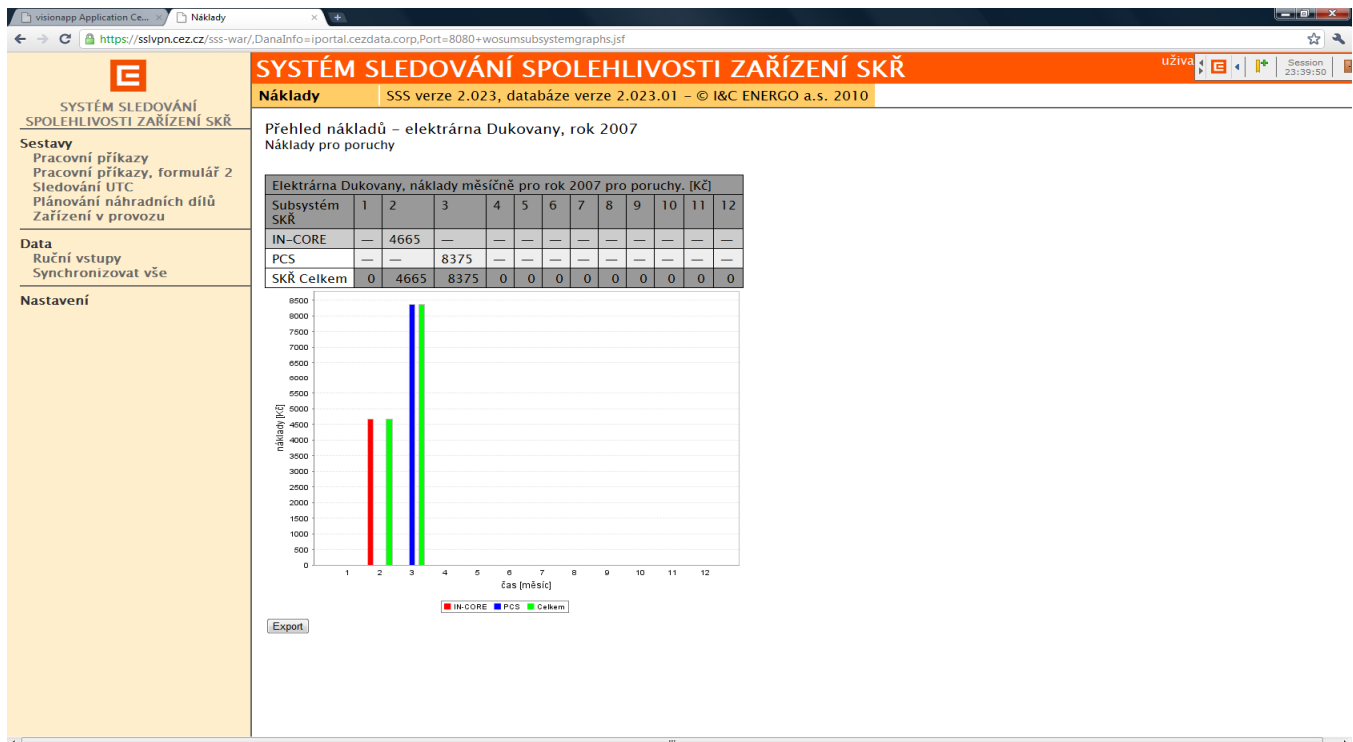
Zatím posledními výstupy, které jsou SSS produkovány, jsou rozborů nákladových položek. Jsou orientovány na zobrazení nákladů ve zvoleném hodnoceném období po blocích celkem (obr. 18), po subsystémech (obr. 19) a po subsystémech v rámci jednoho roku a jednotlivých měsíců (obr. 20). Rozbor nákladů lze vázat přímo na určené poruchy nebo na tzv. ne-poruchy.



Obr. 18: Tabulky a grafy nákladů po blocích



Obr. 19: Tabulky a grafy nákladů po subsystémech SKŘ



**Obr. 20: Tabulky a grafy nákladů po subsystémech SKŘ pro jeden kalendářní rok**

## 7. Některé problémy v SSS při automatizovaném zpracování dat

Sledování a hodnocení provozní spolehlivosti na rozsáhlém souboru zařízení se neobejde bez dílčích problémů, které je třeba řešit jak na straně datových zdrojů, tak na straně SSS formou postupných úprav. Mezi ně lze řadit:

- shromáždění všech datových zdrojů, obtížně byly dostupné zejména ekonomické položky,
- nedodržování formátu některých dat ISE PassPort proti schválené metodice,
- neúplná data zejména v pracovních příkazech ISE PassPort,
- členění dat a jejich úplnost v ETE (v ETE je nyní vykonávána značná aktivita pro významnou nápravu stavu),
- nezavedení položek UTC v ETE (v ETE je nyní rovněž vykonávána značná aktivita pro významnou nápravu stavu),
- otázka návazností měřicích obvodů (EDU i ETE),
- nekorektní určení typu pracovního příkazu v ISE PassPort, nelze použít filtraci pro automatizované načítání poruch,
- formát PDS a nízká kvalita dat v něm obsažených neumožňují automatizované zpracování,
- neprovázanost údajů o náhradních dílech s jejich skladovými zásobami,
- neúplnost údajů k některým subsystémům SKŘ (zejména u informačních) v EDU a ETE.

Uvedené problémy mají za následek, že automatizované zpracování dat potřebných pro vyhodnocování provozní spolehlivosti nelze plně využít. Pro dosažení potřebné korektnosti sledování spolehlivosti je proto u jisté části datových zdrojů třeba přiřadit jejich „ruční“ úpravu. To snižuje efektivitu zpracování dat a vyžaduje zbytečné náklady.

## 8. Další úkoly a rozvoj SSS

Jak je zřejmé ze soupisu problémů uvedených v kap. 7, stojí před EDU a ETE ještě řada úkolů k zavedení plně automatizovaného a plnohodnotného zpracování dat pro sledování a vyhodnocování provozní spolehlivosti. V následujícím období bude třeba:

- zajistit úplnost registru zařízení v ISE PassPort,
- dořešit návaznosti položek měřicích obvodů v EDU i v ETE (přiřazení k subsystémům SKŘ dle vhodného klíče),
- zasadit se o korektní určení typu pracovního příkazu v ISE PassPort a o vyplňování maximálně rozumně možného množství údajů v pracovním příkazu v ISE PassPort,
- zvážit oddělení výstupů pro bezpečnostně významné subsystémy SKŘ a ostatní části SKŘ,
- dokončit první část modulu pro optimalizaci ND,
- důsledně kontrolovat primární data ISE PassPort a zasazovat se o nápravu zjištěných nedostatků,
- revidovat registry zařízení SKŘ EDU i ETE z hlediska jejich kompletnosti a korektnosti,
- zavést UTC položky v ETE,
- změnit formát PDS a výrazně zkvalitnit zápisy v něm,
- připravit v aplikaci SSS vyhodnocování zákonů rozdělení dob poruch pro sledování degradace komponent,
- usilovat o rozšíření SSS na další systémy (strojní a elektro) EDU a ETE.

Podstatná je však skutečnost, že jak EDU, tak ETE vyvíjejí cílevědomé úsilí k trvalému zlepšování informací o stavu zařízení SKŘ a ke zvyšování úrovně jeho bezpečnosti a spolehlivosti.

## 9. Závěr

Hlavním úkolem popsaného systému sledování spolehlivosti bylo zajistit kontinuitu hodnocení zařízení SKŘ EDU, které prošlo obnovu a současně podchytit SKŘ ETE. Akci bylo třeba provést moderním způsobem, s možnostmi dalšího rozvoje jak analytických procesů a vlastních výstupů, tak současně z hlediska pokrytí rozsahu sledovaného zařízení. Aplikace SSS je funkční, v řešení je její další zkvalitňování, rozšiřování a rozvoj s cílem přinést správcům systémů a dalším uživatelům komfortní servis o poruchovosti a spolehlivosti sledovaného zařízení a další významné a zajímavé informace, které poslouží bezpečnostním hlediskům, optimalizaci procesu údržby aj.

# Modelování spolehlivosti funkcí řídicích systémů

Ing. Jan Kamenický, Ph.D., Technická univerzita v Liberci  
tel. +420 485 353 433, e-mail: [jan.kamenicky@tul.cz](mailto:jan.kamenicky@tul.cz)

Tato práce byla vytvořena s finanční podporou Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky, projekt číslo 1M06059 - Progresivní technologie a systémy pro energetiku.

## 1. Úvod

Sledování spolehlivosti v současnosti provozovaných elektrických/elektronických prvků patří k činnostem, které mohou odhalit slabá místa koncepce. Tento příspěvek shrnuje zkušenosti a zajímavosti z analýz vysoce spolehlivých a zálohovaných zařízení spolehlivosti pomocí modelování stromů poruchových stavů na základě reálných dat z provozu. V textu budou představeny předpoklady a omezení analýz, postup prováděné analýzy, problémy, které bylo potřeba vyřešit pro zdárné dokončení modelování spolehlivosti a dále výsledky a možná doporučení na zlepšení návrhu struktury elektronických zabezpečovacích systémů.

## 2. Výběr funkcí pro modelování

U zařízení se značným vlivem na bezpečnost jsou hlavním předmětem sledování a modelování právě funkce s vlivem na provoz a bezpečnost. Vzhledem k předpokládané vysoké spolehlivosti bezpečnostních systémů je vhodné pro zkoumání jejich spolehlivosti zvolit metodu, která pracuje v „negativní“ logice, tedy nehledá okolnosti, které vedou k splnění funkce zařízení, ale naopak takovou, která hledá možné poruchové stavy a podmínky, které musí nastat, aby se zařízení do poruchového stavu dostalo. Tomuto popisu přesně odpovídá metoda analýzy spolehlivosti, známá jako analýza stromu poruchových stavů (FTA, z angl. Fault Tree Analysis). Nevýhodou této metody je fakt, že pro analýzu více možných selhání zabezpečovacích systémů je nutné vytvořit odpovídající množství logických modelů FTA. V našem konkrétním případě sledování spolehlivosti byly zkoumány poruchy, vedoucí k možnému nebezpečnému selhání funkce bezpečnostního systému, ale také byla modelována falešná odstavení výroby v důsledku nesprávného zapůsobení bezpečnostního systému. Tyto poruchy jsou ve spolehlivostní praxi označovány jako bezpečné poruchy/falešné působení.

### 2.1 Bezpečné poruchy

Nejen nebezpečné poruchy bezpečnostních systémů spočívající v selhání jejich ochranné funkce, ale i falešná zapůsobení mají za následek ekonomické ztráty na produkci průmyslového objektu. Navíc i tzv. „bezpečné“ poruchy mohou ve svém důsledku sekundárně vyvolat nebezpečné situace. Proto jim je věnována značná pozornost, a to se projevuje i ve výběru funkcí SKŘ jaderné elektrárny Dukovany (dále jen EDU) a jaderné elektrárny Temelín (dále ETE) a jejich stavů pro modelování spolehlivosti. Modelovány proto byly i stromy poruchových stavů, jejichž vrcholová událost znamená falešné působení bezpečnostního systému a tedy odstavení výroby, přestože ve skutečnosti nebyla porušena žádná provozní podmínka. Seznam modelovaných funkcí systému kontroly a řízení (dále jen SKŘ) vedoucích k falešnému odstavení provozu EDU je uveden v tab. 1.

**Tab. 1: Seznam funkcí SKŘ EDU pro modelování frekvence falešného působení SKŘ**

<b>Funkce</b>	<b>Popis</b>	<b>Definice výpočtu v RiskSpectru</b>
Rychlé odstavení reaktoru od neutronového toku - jeden signál	Falešné odstavení - LoPA	A00-SPUR-1
Rychlé odstavení reaktoru od neutronového toku - oba signály	Falešné odstavení z LoPA i LoPB	AB00-SPUR-1
Aktivace ESFAS	Falešné působení funkce ESFAS v 1. divizi	1RPD1-SPURDSS
Výstupní havarijní signál roztržení parovodu	Falešné oddělení PG1	1SAS-PG1-SPUR
Aktivace SAS-N	Falešné působení SAS-N	1SAS0-SPURIOUS
Vysouvání HRK	Samovolné vysouvání HRK	RC00-SPUR

## 2.2 Nebezpečné poruchy

Primárním úkolem bezpečnostních systémů je chránit zařízení provozu před nebezpečnými stavy. Z logiky věci je největším rizikem bezpečnostního systému jeho nesprávná nebo žádná akce v případě potřeby jeho funkce. Takovéto selhání může mít katastrofické následky, ovšem pouze za předpokladu, že v době nefunkčnosti bezpečnostního systému dojde současně k neočekávaným událostem v provozu. Vzhledem k obtížně vyčíslitelným následkům se řízení rizika, plynoucího ze selhání bezpečnostního systému, zabývá převážně modelováním pravděpodobnosti tohoto selhání. Tato pravděpodobnost je v teorii spolehlivosti známa jako ustálená nepohotovost (zabezpečovacího systému). Ukázka několika takovýchto bezpečnostních funkcí, které byly předmětem modelování, je uvedena v tab. 2.

**Tab. 2: Ukázka funkcí pro modelování nepohotovosti bezpečnostních systémů SKŘ.**

<b>Funkce</b>	<b>Popis</b>	<b>Definice výpočtu v RiskSpectru</b>
Měření neutron. toku (neredundantní)	Detek. a nedet. poruchy z 1. divize měření neutron. výkonu v LoP A	DIS-NVYK-LOPA-1.DIV
Měření tlaku na výstupu z reaktoru	Detek. a nedet. poruchy z 1. divize měření tlaku na výstupu z reaktoru v LoP A	DIS-EU03-LOPA-1.DIV
Měření neutron. toku (redundantní)	Signál od RPPU A (LoP A) - 1. divize	RTS-U05-LOPA-1.DIV
Rychlé odstavení reaktoru od neutronového toku	Selhání povelu na odstavení reaktoru od LoP A RTS	RTS-U05-LOP A
Rychlé odstavení reaktoru od neutronového toku	Selhání povelu na odstavení reaktoru od LoP B RTS	RTS-U05-LOP B
Rychlé odstavení reaktoru od neutron. toku (oba systémy)	Selhání povelu na odstavení reaktoru od neutron. výkonu	RTS-U05
Rychlé odstavení reaktoru od měření hladiny v PG	Selhání povelu na odstavení reaktoru od LoP B RTS	RTS-U10-LOP B

Tab. 2 neobsahuje kompletní seznam všech sledovaných a modelovaných bezpečnostních funkcí systému kontroly a řízení jaderné elektrárny Dukovany. Kompletní seznam bezpečnostních funkcí není předmětem tohoto příspěvku. Podstatné je, že všechny vybrané funkce, tedy falešná působení i nebezpečné poruchy bezpečnostních systémů, jsou modelovány rozsáhlými stromy poruchových stavů, kdy jeden strom, potažmo jedna vrcholová událost, odpovídá jedné funkci. Vzhledem k počtu stromů poruch, z nichž každý se skládá z velkého množství logických vazeb a primárních událostí, je nutné použít pro modelování a výpočet hodnot parametrů spolehlivosti každé funkce vhodný softwarový nástroj. V jaderné oblasti v ČR ale i ve světě je uznávaným nástrojem pro podporu analýzy FTA software norské firmy Scandpower AB jménem RiskSpectrum (dále RS).



### 3. Představení programu RiskSpectrum

RS pracuje s databázemi, které se nazývají projekty. Každý projekt je uložen jako samostatný soubor a obsahuje všechna data a výsledky, které náleží jedné rizikové, bezporuchovostní nebo pohotovostní studii. Model je vytvářen pomocí RS data objektů, které obsahují standardní prvky pro vývoj stromů poruch a událostí a RS rozšíření, pomáhající vytvořit rozsáhlý model v krátkém čase. RS projekt je relační databáze. Shodné informace jsou odkazovány prvky, které tyto informace využívají, namísto zálohování kopií těchto informací pro každý prvek. Tato struktura minimalizuje vynaložené úsilí na vývin a aktualizaci modelu. Pro udržení odkazů mezi data objekty RS vyžaduje, aby každý data objekt měl unikátní identifikaci.

Každý RS data objekt obsahuje následující data:

- Identifikaci (ID). Unikátní textový řetězec, který neobsahuje speciální znaky.
- Popis. Libovolný text, popisující data objekt.
- Nepovinně odkaz na poznámku.
- Data o revizích, která obsahují čas a datum poslední změny data objektu spolu s podpisem uživatele, který změnu provedl.

V průběhu tvorby projektu je možné nedokončenou práci libovolně ukládat a zpětně otevírat. RS také umožňuje export a import dat v několika datových formátech. Importováním dat z jiných projektů se zkopíruje také obsah jiné studie do RS projektu. Program importuje všechna data z této studie. Pokud je žádáno importovat pouze část studie, je třeba nejdříve exportovat příslušná data do samostatného projektu.

Při importování dat z jiné studie může program narazit na konflikt mezi jmény existujících data objektů v projektu a data objekty z jiné studie. Pokud program narazí na takovýto problém, provede následující:

1. Porovná existující data objekty s importovanými.
2. Pokud jsou data v obou data objektech identická, program předpokládá, že jsou data objekty identické a přeskočí importování.
3. Pokud jsou data rozdílná, bude importovanému data objektu přiřazeno jiné jméno, odpovídající názvoslovným regulím RS.

Program považuje dva stromy poruch za stejné, pokud obsahují stejná hradla, primární události a přenosy, spojená do stejné logické struktury. Během importu dat je vytvořen log soubor. Všechny informace o konfliktech jmen jsou v něm zapsány.

Strom poruch je grafickým vyjádřením logické struktury, popisující nežádoucí události („poruchy“) a jejich příčiny. Strom poruch je sestaven pomocí hradel, základních událostí a událostí vnějších vlivů. Při vývoji stromu poruch je možné tvořit nebo měnit všechny prvky stromu poruch přímo z editoru stromu poruch. Strom poruch může být umístěn na několika stránkách, které jsou propojeny dohromady pomocí hradel přenosů. Seznamy hradel, základních a vnějších událostí, které jsou použity ve stromu poruch, jsou zobrazeny v dialogu stromu poruch systému, kterému náleží tento strom poruch.

Primární událost je událost, pro kterou neexistuje další rozvíjení struktury stromu poruch. Pokud má být strom poruch kvantifikován, musí být přiřazena pravděpodobnost poruchy nebo frekvence každé primární události. Pravděpodobnost poruchy je vypočítána pomocí parametrických spolehlivostních modelů, definovaných pro základní (primární) událost.

Každá základní událost nese jednoznačné identifikační číslo, které umožňuje použít primární událost v několika větvích stromu poruch. Primární událost může být reprezentována ve stromu

poruch pomocí dvou symbolů: kruh nebo diamant. Kruh je používán pro primární událost, zatímco diamant je používán pro základní událost dále nerozvíjenou.

### 3.1 Primární událost

Pro modelování spolehlivosti je možné primárním událostem zadávat vlastnosti, odpovídající jednomu z následujících spolehlivostních modelů:

- *Monitorování opravovaných komponent.* Tento model je používán pro modelování poruch komponent, které jsou nepřetržitě sledovány a mohou být opraveny.
- *Periodicky testované komponenty.* Tento model je používán pro modelování poruch komponent, které mohou být detekovány pouze během testu komponenty.
- *Komponenty se stálou pravděpodobností poruchy.* Tento model je používán pro modelování poruch komponent, jejichž pravděpodobnost poruchy nezávisí na délce času provozování komponenty nebo jiných podmínkách.
- *Komponenta s omezeným časem provozu.* Tento model je používán pro modelování poruch komponent, které musí pracovat po celý požadovaný interval a které jsou během tohoto intervalu neopravované.
- *Iniciátor (událost s fixní frekvencí).* Tento model je používán pro modelování iniciačních událostí.
- *Neopravovaná komponenta.* Tento model je používán pro modelování komponent, které jsou po dobu jejich provozu neopravované.

Všechny spolehlivostní modely jsou parametrické, takže vyžadují definování spolehlivostních parametrů modelu. Definování modelu spolehlivosti pro základní událost zahrnuje odkazy na parametry spolehlivosti, které obsahují číselné hodnoty. Odkazování na číselné hodnoty namísto jejich implicitního zadání umožňuje sdílet stejné numerické hodnoty pro několik primárních událostí. Číselné hodnoty potom mohou být aktualizovány z jednoho místa a změna se projeví u všech primárních událostí, které sdílejí tento parametr.

### 3.2 Logický model

Logické vazby mezi jednotlivými primárními událostmi jsou v RS znázorňovány pomocí tzv. hradel. Hradlo je událost ve stromu poruch, které má ve své definici logický operátor. Událost reprezentovaná hradlem nastává, pokud jsou splněny následující podmínky:

Typ hradla	Podmínka
OR	Alespoň jedna vstupní událost nastala
AND	Všechny vstupní události nastaly
K-z-N (K/N)	Alespoň K z N vstupních událostí nastalo
NOR	Žádná ze vstupních událostí nenastala (NOT OR)
NAND	Nenastaly všechny vstupní události (NOT AND)
XOR	Nastala právě jedna ze vstupních událostí (exclusive OR)
Komentář	Nemá logický operátor (průchozí)

V následujícím přehledu je uveden kompletní seznam informací, které mohou hradla obsahovat:

Data	Hodnota
ID hradla	Jednoznačné jméno
Popis	Jakýkoliv text
K pro hradlo K z N	Jakékoliv číslo
Stav	Normální, PRAVDA nebo NEPRAVDA
Výpočtová hodnota	Pravděpodobnost, frekvence nebo intenzita poruch

Průměr	Číselná hodnota
Atributy	Seznam odkazů na atributy
Výměnné události	Seznam výměnných událostí - rozhraní podmíněných párů
Poznámky	Seznam odkazů na poznámky

Pro rozhodnutí o nastoupení/nenastoupení nějaké události nemusí být dostačující znát podmínky uvnitř zkoumaného systému, často je nutné uvažovat také s vnějšími vlivy, které na systém působí. Událost vnějšího vlivu je speciálním typem primární události. Vnější vliv reprezentuje podmínku, která může pro specifickou situaci nabývat pouze hodnot PRAVDA nebo NEPRAVDA.

Stav vnější události není určen samotnou událostí, přesto je nastaven pomocí hodnoty stavu. Stav každé vnější události je nastaven v závislosti na provedené analýze, a to podle toho, zda je nebo není vnější událost zahrnuta do množiny okrajových podmínek, definovaných pro tuto analýzu.

Pomocí různých hodnot vnějších událostí je možné „přepínat“ některé větve ve struktuře stromu poruch a tím získat různé verze jednoho stromu poruch bez nutnosti explicitní změny. Poznamenejme, že vnější události se odlišují od základních událostí tím, že mají pravděpodobnost pouze 0 nebo 1. Dalším rozdílem je, že mohou modifikovat strukturu stromu poruch, zatímco základní události tuto vlastnost nemají. Vnější události, které nejsou explicitně definovány v množině okrajových podmínek jako PRAVDA nebo NEPRAVDA, jsou nastaveny během analýzy na NEPRAVDA.

### 3.3 Modelování poruch se společnou příčinou - CCF

Vysoká výpočetní kapacita moderních výpočetních prostředků umožňuje analytikům modelovat poruchy se společnou příčinou pomocí tzv. CCF skupin. Také v RS jsou CCF skupiny používány pro modelování poruch se společnou příčinou. To je vhodnější cesta pro modelování CCF než obvyklé modelovací techniky, kde jsou CCF události ručně přidávány do stromů poruch. Právě CCF modelování může významně ovlivnit celkovou velikost a komplexnost stromu poruch, zejména pokud jsou modelovány systémy s vysokým stupněm zálohovanosti.

Modelování CCF v programu RS je charakteristické tím, že skupiny CCF vytvářejí strukturu stromu poruch, který je obvykle vytvářen ručně. Jednotlivý strom poruch (CCF strom poruch) je vytvářen pro každou primární událost - člena skupiny. Strom začíná hradlem OR (hradlo CCF), které zahrnuje CCF primární události jako vstupy.

Skupina CCF je definována vytvořením seznamu všech primárních událostí (členů skupiny) a vybráním CCF modelu (Beta faktor, MGL, Alfa faktor) a parametrů pro tento CCF model. Spolehlivostní data, jako spolehlivostní model a jeho parametry, jsou převzaty z první primární události v seznamu členů CCF skupiny.

Funkčnost CCF skupiny je zřejmě nejlépe vysvětlit na příkladu.

Mějme 4 zálohované komponenty  $A$ ,  $B$ ,  $C$  a  $D$ , které jsou členy skupiny CCF. Nejprve - individuální poruchy komponent jsou reprezentovány primárními událostmi ve stromu poruch. Pokud tyto primární události (pro jednoduchost opět  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ) existují, je možné vytvořit CCF skupinu, ve které je možné specifikovat, že tyto čtyři primární události náležejí jedné skupině.

Po definování CCF skupiny program automaticky vytvoří následující CCF událost ( $AB$  znamená, že nastane porucha  $A$  a zároveň  $B$ ):

$AB, AC, AD, BC, BD, CD, ABC, ABD, ACD, BCD, ABCD$

Jako další krok program vytvoří CCF strom poruch pro každou z primárních událostí. Tyto stromy poruch budou v průběhu MCS analýzy použity namísto primárních událostí. Např.

program vytvoří pro primární událost  $A$  CCF strom poruch, který má hradlo OR jako vrcholovou událost s událostmi  $AB, AC, AD, ABC, ABD, ACD$  a  $ABCD$  jako vstupy.

### 3.4 Zobrazení výsledků

Existuje několik oddělených tabulek, vytvořených RiskSpectrem pro výsledky analýz stromu poruchových stavů. Tabulka výsledků obsahuje výsledky všech analýz, jako např. analýzy minimálních kritických řezů (dále jen MKR; v RS označované jako MCS, z angl. Minimal Cut Set), analýzy nejistot, analýzy důležitosti a časově závislých analýz.

Výsledek analýzy má stejné ID a popis jako analýza samotná. Následující výsledky jsou dostupné v tabulkách výsledků:

- množina minimálních kritických řezů - MCS,
- důležitost primárních událostí, skupin CCF, parametrů, atributů, komponent, systémů a skupin primárních událostí,
- distribuční funkce CDF,
- funkce hustoty pravděpodobnosti PDF,
- spolehlivostní parametry jako funkce času.

Je také možné prohlížet grafy, vytvořené pro následující funkce:

- MCS příspěvky,
- částečné příspěvky, faktor navýšení rizika, faktor snížení rizika a citlivost primárních událostí, skupiny CCF, parametry, atributy, komponenty, systémy a skupiny primárních událostí,
- CDF funkce,
- PDF funkce,
- nepohotovost jako funkce času,
- nepodmíněná intenzita poruch jako funkce času,
- podmíněná intenzita poruch jako funkce času,
- očekávaný počet poruch jako funkce časového intervalu,
- pravděpodobnost nastoupení alespoň jedné poruchy jako funkce časového intervalu.

Provedené změny analýzy nebudou mít žádný vliv na výsledky, dokud nebude spuštěna nová analýza. Tímto způsobem je možné lépe porovnávat staré a nové výsledky výpočtů.

## 4. Vstupy modelu

Logiku modelů stromů poruchových stavů včetně vytvořených modelů vytvořil a poskytl Ing. Jiří Sedlák z Ústavu jaderného výzkumu Řež. Snahou modelů je co nejvěrnější postihnout reality. Poskytnuté logické struktury pro falešná působení i nebezpečné poruchy bezpečnostních systémů kontroly a řízení jaderné elektrárny byly naplněny daty dvojího druhu. Nejprve byla vypočtena nepohotovost a četnost nastoupení falešného zapůsobení na základě projektových dat, tedy předpokládaných hodnot spolehlivosti jednotlivých komponent. Ve druhé fázi byly stejné logické modely naplněny daty z reálného provozu. Tato data byla získána ze systému sledování spolehlivosti (SSS), viz předchozí příspěvek Ing. Pavla Ságla - Systém sledování spolehlivosti. Z rozsáhlého objemu dat posloužily pro účely modelování FTA barevně zvýrazněné sloupce, viz tab. 3, které však musely být pro účely zadávání do struktury modelů stromů poruchových stavů ještě upraveny.

**Tab. 3: Ukázka seznamu intenzit poruch ze systému sledování spolehlivosti - EDU**

Komponenta	intenzity poruch				
	$\lambda_{proj} [h^{-1}]$	$\lambda_{prov} [h^{-1}]$	$\lambda_{0,025} [h^{-1}]$	$\lambda_{0,975} [h^{-1}]$	$\lambda_{0,95} [h^{-1}]$
16.EANA ISO FI	1,8E-05	1,8E-06	2,8E-07	4,0E-06	-
16ITOR	5,0E-06	3,1E-07	-	-	2,7E-06
32ACT	8,0E-06	3,8E-07	3,1E-08	9,3E-07	-
32 ETOR TI DR FI	1,4E-05	6,7E-08	-	-	6,0E-07
48V/50A-PDT 2700	2,0E-05	3,7E-06	5,7E-07	8,0E-06	-
6 SANA ISO	2,0E-05	6,1E-07	-	-	5,5E-06
6185-C	4,0E-05	2,8E-05	1,4E-05	4,3E-05	-
8ERELAY1	1,2E-06	4,3E-08	-	-	3,9E-07
8PT100	1,7E-05	6,1E-07	-	-	5,5E-06
8SRELAY1	1,4E-06	8,5E-08	-	-	7,7E-07
8SRELAY2	1,4E-06	9,0E-08	-	-	8,0E-07
A1201P1	3,6E-06	3,7E-06	-	-	3,3E-05

Parametry spolehlivosti jednotlivých komponent, v tomto případě intenzity poruch, jsou následně zpracovány a zadány do připravených logických modelů. Označení primárních událostí FTA se však neshoduje s označením komponent v rámci SSS. Proto je nutné nejprve upravit tabulku vstupních údajů do podoby, kterou je možné použít pro vkládání parametrů spolehlivosti jednotlivých komponent do FTA. Touto úpravou se ztrácí detailnost logického modelu, připraveného v kvalitativním FTA. Jinými slovy SSS není zatím plně kompatibilní s modely FTA a není možné zadat všechny požadované údaje do FTA s potřebnou úrovní detailu. Příkladem redukce informační hodnoty je např. tab. 4.

**Tab. 4: Tabulka vstupních parametrů modelu stromu poruchových stavů - EDU**

parametr	model	$\lambda_{prov}$	$\lambda_{proj}$
16EANA-1V-N	1,00E-07	1,80E-06	1,80E-05
16EANA-S-N	1,00E-08		
16ITOR-1V-N	1,00E-07	3,10E-07	5,00E-06
16ITOR-1W-N	1,00E-07		
32ETOR-1V-N	1,00E-07	6,70E-08	1,40E-05
8PT100-1V-D	1,00E-06	6,10E-07	1,70E-05
8PT100-S-D	1,00E-06		

V tab. 4 je vidět, že ze sběru dat v SSS je možné získat pouze jednu hodnotu parametru spolehlivosti v případě, kdy model FTA předpokládá rozdělené hodnoty např. pro společnou a individuální část zařízení. Stejná situace nastává i v případě rozdělení intenzit poruch na detekovatelnou a nedetekovatelnou část. Tato skutečnost neplatí v případě ETE, kde bylo možné ze zadávací dokumentace dohledat předpokládaný poměr mezi detekovatelnými a nedetekovatelnými poruchami a tento předpoklad převzít i pro reálné hodnoty. V případě EDU byl použit zjednodušující předpoklad, podle kterého byly intenzity poruch komponenty rozděleny mezi individuální a společnou část zařízení v předem definovaném poměru. Stejným způsobem bylo nakládáno s rozdělením intenzit poruch na detekovatelnou a nedetekovatelnou poruchu. Příkladem takto rozdělených hodnot intenzit poruch je např. tab. 5.

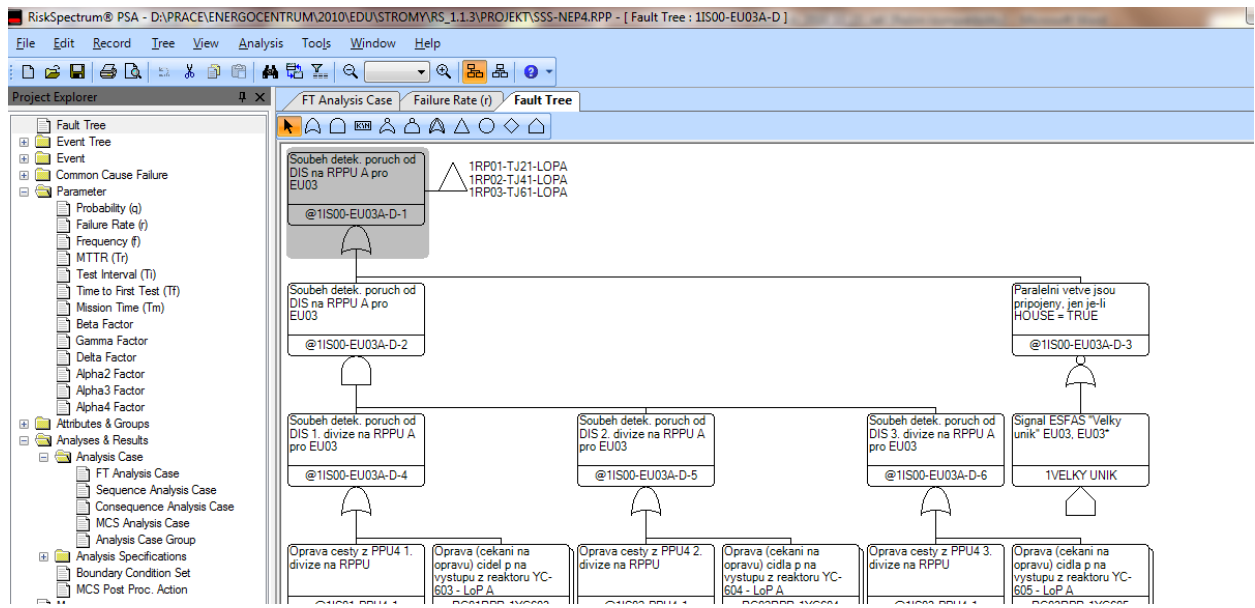
**Tab. 5: Tabulka vstupních parametrů modelu stromu poruchových stavů - ETE**

komponenta	FD	$\lambda_{\text{projekt}}$	$\lambda_{\text{provoz}}$	$\lambda_{\text{det. proj}}$	$\lambda_{\text{undet. proj}}$	$\lambda_{\text{det. prov}}$	$\lambda_{\text{undet. prov}}$
EAI	0,05	5,88E-06	2,30E-07	5,59E-06	2,94E-07	2,19E-07	1,15E-08
ECI	0,5	2,94E-06	1,50E-07	1,47E-06	1,47E-06	7,50E-08	7,50E-08
ECO	0,68	1,05E-05	4,40E-08	3,37E-06	7,16E-06	1,41E-08	2,99E-08
EPC	0,01	2,86E-05	6,70E-07	2,83E-05	2,86E-07	6,63E-07	6,70E-09
ERI	0,05	5,00E-06	1,20E-06	4,75E-06	2,50E-07	1,14E-06	6,00E-08
ERX	0,01	6,67E-06	1,10E-07	6,60E-06	6,67E-08	1,09E-07	1,10E-09
ETX	0,01	3,03E-05	1,40E-06	3,00E-05	3,03E-07	1,39E-06	1,40E-08
FTO	0,08	4,00E-06	4,80E-06	3,68E-06	3,20E-07	4,42E-06	3,84E-07
LTI	0,07	5,88E-06	3,70E-06	5,47E-06	4,12E-07	3,44E-06	2,59E-07
M162	0,26	9,09E-06	5,50E-06	6,73E-06	2,36E-06	4,07E-06	1,43E-06
M19	0,06	3,85E-06	1,90E-07	3,62E-06	2,31E-07	1,79E-07	1,14E-08

Struktura vstupních dat dle tab. 5 je vyhovující pro plné zadání hodnot intenzit poruch jednotlivých komponent sledovaného systému. Jedinou oblastí modelu FTA, která ještě není pokryta údaji z reálného provozu, jsou poruchy se společnou příčinou. V běžném provozu se nesledují případné souvislosti mezi jednotlivými poruchami, a tedy není možné určit ani hrubým odhadem, jaké procentuální zastoupení mezi všemi poruchami mají právě poruchy se společnou příčinou. Z tohoto důvodu nebyly v analýzách uvažovány a výsledný spolehlivostní údaj je výsledkem bez CCF. Vzhledem k tomu, že analýza slouží k dokladování, zda je provozní spolehlivost na vyšší/nížší úrovni, než spolehlivost projektová, byly všechny CCF vypnuty také v případě výpočtu projektové spolehlivosti bezpečnostních systémů. Tím byla zaručena vzájemná porovnatelnost výsledků.

## 5. Výpočet parametrů v RiskSpectrum

Jak bylo uvedeno v kapitole 3, software pro modelování stromů poruchových stavů RiskSpectrum využívá pro výpočty hodnot nepohotovosti (i jiných ukazatelů) parametrický systém zadávání hodnot. To znamená, že parametry jednotlivých komponent, které vstupují do logického modelu FTA, mohou být zadány hromadně a primární události, které reprezentují konkrétní komponentu, potom pouze odkazují na políčko v databázi parametrů. Primární události jsou následně pomocí logických hradel propojeny do struktury stromu poruchových stavů. Takováto logická struktura a stavba stromu poruchových stavů je zřejmá z obr. 1.



**Obr. 3: Struktura FTA v zobrazení RiskSpectra**

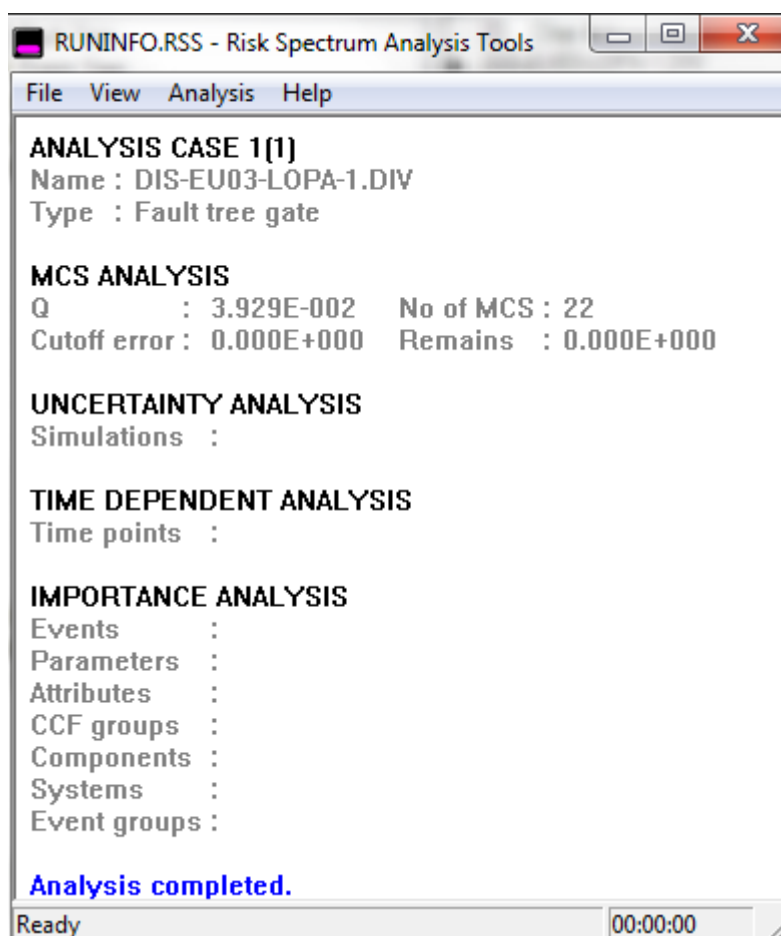
Každá primární událost, respektive každé políčko v databázi parametrů, na které primární událost odkazuje, musí být vyplněno, pokud je požadována kvantitativní analýza stromu poruch. Obr. 2 ukazuje část databáze parametrů (intenzit poruch) pro FTA modelu SKŘ EDU.

ID	Char #	Description	Mean	Distribution type	Dist. Par. 1	Dist. Par. 2	Unit	Median	5th perc.	95th perc.
16EANA-1V-N		16 oddelených analogov	1.62E-05	Normal	0.00E+00	0.00E+00	Hour			
16EANA-S-N		16 oddelených analogov	1.80E-06	Normal	0.00E+00	0.00E+00	Hour			
16ITOR-1V-N		16 izolovaných digitalních	5.00E-06	Normal	0.00E+00	0.00E+00	Hour	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
16ITOR-1W-N		16 izolovaných digitalních	5.00E-06	Normal	0.00E+00	0.00E+00	Hour	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
32ETOR-1V-N		nedetekovatelná porucha	1.40E-05	None			Hour			
8PT100-1V-D		TCU - detekovatelná por	1.70E-05	None			Hour			
8PT100-S-D		TCU - detekovatelná por	1.70E-05	None			Hour			
BUS-XYZ		Porucha rozvadeců typu	1.00E-06	Lognormal	5.00E+00		Hour			
CC-80-D		Detektor neutronu na vyk	1.00E-06	Normal			Hour			
CC-80-U		Detektor neutronu na vyk	1.00E-07	Normal	0.00E+00	0.00E+00	Hour	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
CCF-UC25-N		CCF všech UC25 v RPP	1.00E-10	None			Hour			
EE51.61		baterie EE51, EE61	1.00E-07	None			Hour			
EQ51.61		Usmerňovač Hawker	1.00E-05	None			Hour			
FR1152-D		Porucha cidla tlaku/hladin	1.00E-07	Normal			Hour			
FR1152-U		Porucha cidla tlaku/hladin	1.00E-08	Normal	0.00E+00	0.00E+00	Hour	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
FR1152-U-CCF		CCF poruch 6 cidel	1.00E-10	None			Hour			
FR1152-U-CCF-PG		CCF poruch 10 cidel	1.00E-10	None			Hour			
HUB2PFL/3PT-D-SPOL		HUB v DIS - společná opr	1.00E-05	None			Hour			
OPTOCLANEK-D		Porucha optoclanek - det	1.00E-07	Normal			Hour			
OPTOCLANEK-U		Porucha optoclanek - ned	1.00E-08	Normal	0.00E+00	0.00E+00	Hour	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
OPTOCLANEK-U-CCF		CCF poruch optoclanek	5.00E-10	None			Hour			
PBT-RTS		Tlačítko RT	1.00E-08	None			Hour			
RELAY FRASE - DETECT		detekovatelná porucha re	1.00E-09	None			Hour			
RELAY FRASE - UNDET		nedetekovatelná porucha	1.00E-09	None			Hour			
RPR-P71		Oprava (čekání na oprav	1.00E-04	None			Hour			
RPR-P72		Oprava (čekání na oprav	1.00E-04	None			Hour			
RPR-P73		Oprava (čekání na oprav	5.00E-04	None			Hour			
RPR-P74		Oprava (čekání na oprav	1.00E-07	None			Hour			
RPR-PPU		Oprava (čekání na oprav	1.00E-04	None			Hour			
RPR-PPU1										

**Obr. 4: Databáze parametrů modelu SKŘ EDU**

Databáze parametrů umožňuje zjistit, které primární události se odkazují k jednomu konkrétnímu parametru. Stejným způsobem jako intenzity poruch se zadávají také testovací intervaly, střední doby do obnovy nebo třeba parametry CCF modelu.

Po zadání potřebných hodnot do modelu se možné provést vlastní analýzu. Ta je provedena automaticky na základě zadaných údajů a po jejím vykonání je zobrazeno okno výsledků, viz obr. 3.



**Obr. 5: Okno výsledků výpočtu nepohotovosti FTA**

Po naplnění databáze parametrů je již poměrně snadné provést vlastní analýzu velkého množství funkcí. Toho lze docílit prostým opakováním výpočtu pro jednotlivé funkce. Seznam výsledků je uveden jako samostatný list v RS. Hodnoty výsledků se aktualizují až po vykonání analýzy, ne při změně vstupních parametrů!

Analýzy v rámci projektu SSS byly prováděny ve dvou fázích, a sice nejprve analýza bezpečnostních funkcí při uvažování projektových hodnot vstupních parametrů a poté analýza na základě reálných dat z provozu. Část seznamu výsledků provedené analýzy je uveden na obr. 4.



ID	Char #	Description	Calculation type	MCS Result
DIS-EU03-LOPA-1.DIV		Detek. a nedet. poruchy z 1. divize mereni tl	Q	3,93E-02
DIS-NVYK-LOPA-1.DIV		Detek. a nedet. poruchy z 1. divize mereni n	Q	8,85E-02
ESF-EU03-TJ21-1SIG		Signal na start cernadla TJ21D01 vcetne zpr	Q	6,31E-03
ESF-EU03-TJ21-2SIG		Signal na start cernadla TJ21D01 vcetne zpr	Q	6,42E-03
ESF-EU03-TJ41-1SIG		Signal na start cernadla TJ41D01 vcetne zpr	Q	6,30E-03
ESF-EU03-TJ41-2SIG		Signal na start cernadla TJ41D01 vcetne zpr	Q	6,41E-03
ESF-EU03-TJ61-1SIG		Signal na start cernadla TJ61D01 vcetne zpr	Q	6,31E-03
ESF-EU03-TJ61-2SIG		Signal na start cernadla TJ61D01 vcetne zpr	Q	6,42E-03
ESF-EU03-TJX1		Signal na start cernadel TJ21,41,61D01 vcet	Q	2,41E-05
ESF-EU03-TJX1-1SIG		Signal na start cernadel TJ21,41,61D01 vcet	Q	4,75E-03
ESF-EU03-TJX1-2SIG		Signal na start cernadel TJ21,41,61D01 vcet	Q	4,67E-03
ESF-EU05-TJX1		Signal na start cernadel TJ21,41,61D01 vcet	Q	4,80E-03
ESF-EU61-RARL		Selhani povelu na izolaci SG1 - EU61 - oba	Q	4,66E-03
ESF-EU61-RARL-1SIG		Selhani povelu na izolaci SG1 - EU61	Q	6,37E-03
ESF-EU61-RARL-2SIG		Selhani povelu na izolaci SG1 - EU61*	Q	6,17E-03
RLS-LU51		Selhani povelu na snizeni vykonu od LU51 p	Q	2,34E-02
RLS-LU52		Selhani povelu na snizeni vykonu od LU52 p	Q	2,33E-04
RTS-U05		Selhani povelu na odstaveni reaktoru on ne	Q	9,75E-08
RTS-U05-LOP A		Selhani povelu na odstaveni reaktoru od Lo	Q	4,12E-06
RTS-U05-LOP B		Selhani povelu na odstaveni reaktoru od Lo	Q	2,36E-02
RTS-U05-LOPA-1.DIV		Selhani odstaveni reaktoru od RPPU A (LoP	Q	2,33E-05
RTS-U10-LOP B		Selhani povelu na odstaveni reaktoru od Lo	Q	2,08E-04
RTS-U15		Selhani povelu na odstaveni reaktoru od Lo	Q	6,46E-10
RTS-U15-LOP A		Selhani povelu na odstaveni reaktoru od Lo	Q	3,16E-06
RTS-U15-LOP B		Selhani povelu na odstaveni reaktoru od Lo	Q	3,04E-04

**Obr. 6: Ukázka seznamu výsledků výpočtů nepohotovosti SKŘ EDU**

Po provedení výpočtů byly vzájemně porovnány hodnoty projektových a provozních parametrů spolehlivosti, označeny rizikové funkce, tedy takové, kde je provozní nepohotovost (resp. četnost nastoupení falešného zásahu) vyšší, než odpovídající hodnota<sup>2</sup>, vypočtená z projektových dat. Dále byla provedena analýza minimálních kritických řezů, pomocí které byly určeny prvky systému s největším vlivem na výslednou hodnotu sledovaného ukazatele.

### 5.1 Co lze vyčíst z MKR?

Metoda analýzy minimálních kritických řezů de facto nalezne prvek systému s největším vlivem na výslednou hodnotu vrcholové události. Je možné díky ní také zjistit, zda jsou primární události (tedy komponenty systému) zálohovány nebo nikoliv. Nezálohované komponenty vystupují jako MKR 1. řádu. Ukázka výsledků analýzy MKR je uvedena na obr. 5.

Výsledky analýzy MKR zobrazují nejen seznam všech MKR do zvolené hloubky, ale také absolutní hodnotu sledovaného ukazatele (např. nepohotovosti) a její procentuální podíl na celkové hodnotě ukazatele pro celou funkci. Tak např. z uvedeného obr. 5 lze vyčíst, že událost s nejvyšším podílem na celkové nepohotovosti funkce je MKR 1. řádu a má celkem 40% vliv na její hodnotu.

<sup>2</sup> V analýzách SKŘ EDU nebyl takový případ zaznamenán.

TN-PRPS1-SUB-ESF	ETE PRPS divize 1 selze subsystem ESF z	Q	4,44E-03
TN-PRPS1-SUB-GT	ETE PRPS divize 1 selze subsystem ESF z	Q	4,44E-03
TN-PRPS1-SUB-RT	ETE PRPS divize 1 selze subsystem ESF z	Q	4,44E-03

Analysis	Results
----------	---------

Top Event probability Q = 5,429E-04					
No	Probability	%	Event 1	Event 2	Event 3
1	2,19E-04	40,30	TDPTX31K-V3122		
2	1,09E-04	20,20	TDPTX62K-M162-FP1		
3	1,09E-04	20,20	TDPEX62K-M162-FP2		
4	5,47E-06	01,01	TDPTX34K-THOT		
5	5,47E-06	01,01	TDPEXVOK-VDO		
6	4,78E-06	00,88	TDPT131U-V3122	TDPT231U-V3122	
7	4,78E-06	00,88	TDPT131U-V3122	TDPT331U-V3122	
8	4,78E-06	00,88	TDPT231U-V3122	TDPT331U-V3122	
9	4,38E-06	00,81	TPRTXRTK-YAXXT00X		
10	2,39E-06	00,44	TDPE162U-M162-FP2	TDPT331U-V3122	
11	2,39E-06	00,44	TDPT162U-M162-FP1	TDPT231U-V3122	
12	2,39E-06	00,44	TDPT162U-M162-FP1	TDPT331U-V3122	
13	2,39E-06	00,44	TDPE162U-M162-FP2	TDPT231U-V3122	
14	2,39E-06	00,44	TDPT131U-V3122	TDPT262U-M162-FP1	
15	2,39E-06	00,44	TDPE262U-M162-FP2	TDPT331U-V3122	

Obr. 7: Ukázka analýzy MKR SKŘ EDU pro jednu sledovanou funkci

## 5.2 Zhodnocení dosažených výsledků

Na základě výpočtů spolehlivostních parametrů bezpečnostních funkcí, a to pravděpodobností nebezpečných poruch i četností falešných zapůsobení, byly porovnány projektové hodnoty bezpečnostních funkcí s hodnotami, vypočtenými na základě reálných dat z provozu. Obecně je možné považovat výsledky za potěšující, protože většina hodnot parametrů provozní spolehlivosti ukazuje na dodržení a často překročení úrovně spolehlivosti, předpokládané v etapě návrhu SKŘ. V případech, kdy došlo k potenciálnímu nebezpečí nedodržení projektových spolehlivostních parametrů, byly identifikovány prvky, které mají největší vliv na výslednou nepohotovost (resp. četnost) funkce. Často se ukázalo, že velmi užitečným nástrojem pro nalezení takovýchto prvků je analýza minimálních kritických řezů, kdy jediný MKR 1. řádu měl až 95% vliv na celkovou nepohotovost systému.

Pro dosažení ještě lepších výsledků je třeba identifikovat prvky, které zatím nebyly do analýzy zahrnuty a navrhnout zadání dat o poruchách se společnou příčinou pro modelování CCF. Logické modely jsou pro tento postup připraveny, takže do budoucna je vhodné zaměřit pozornost na sběr dat a jeho přizpůsobení pro potřeby modelování spolehlivosti funkcí pomocí FTA.

## 6. Závěr

Příspěvek se zabýval problematikou modelování bezpečnostních funkcí pomocí analýzy stromu poruchových stavů. Tato oblast spolehlivosti je dostatečně známá a propracovaná po teoretické stránce, proto se text zabýval spíše praktickými problémy, které s sebou nese přenášení teorie do praxe. Byly popsány některé směry řešení nalezených problémů a také byl navržen postup práce do budoucna. Také byl představen software pro modelování stromů poruchových stavů RiskSpectrum. Z dosažených výsledků vyplývá, že provozní hodnoty parametrů spolehlivosti bezpečnostních funkcí ve většině případů splňují projektové předpoklady, a tam, kde tomu tak není, byly identifikovány problémové komponenty, resp. skupiny komponent.

**Zpracování a využití dat provozní spolehlivosti řídicích systémů v jaderné energetice,**  
Sborník přednášek, vydán Českou společností pro jakost  
Kolektiv autorů  
Rok vydání 2010  
1. vydání  
42 stran  
Vazba brožovaná

**ISBN 978-80-02-02279-4**