



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**  
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY  
KONSTRUKČNÍ A PROCESNÍ INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS  
DESIGN AND PROCESS ENGINEERING

## **INTEGROVANÉ ŘEŠENÍ DIAGNOSTIKY VÝROBNÍHO ZAŘÍZENÍ V ENERGETICE ČESKÉ REPUBLIKY**

INTEGRATED SOLUTION OF DIAGNOSTICS OF PRODUCTION EQUIPMENT IN THE CZECH ENERGY  
INDUSTRY

**DOKTORSKÁ PRÁCE**

DOCTORAL THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**ING. PAVEL CVEŠPR**

**VEDOUČÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**DOC. ING. MILOŠ HAMMER, CSc.**

BRNO 2013

**Abstrakt:**

Disertační práce se zabývá diagnostikou hlavního výrobního zařízení v české energetice se zaměřením na její integrující roli v procesu získávání, ukládání a zpracování informací pro účely hodnocení technického stavu provozovaných zařízení a záměru řídit životnost těchto zařízení. Je rozdělena na dvě části, a to na část teoretickou a část praktickou.

Teoretická část obsahuje závěry šetření potřeb zainteresovaných pracovníků v oblasti diagnostiky, údržby a expertního posouzení technického stavu zařízení. Formulace těchto závěrů je výsledkem provedené analýzy současného stavu ("as - is" analýza) provádění diagnostiky zařízení, která jsou v technologických celcích jaderné i klasické energetiky provozována. Sledovaná zařízení jsou z oblasti elektro, strojní, ocelových a stavebních konstrukcí, měřidel a vibrodiagnostiky. Z výsledků analýzy jsou sestaveny procesní diagramy pro řešení dílčích úloh. V analýze navrženého zpracování dané problematiky ("should - be" analýza) je zpracován návrh principiálního schéma datového modelu pro sw řešení a návrh datových toků z jednotlivých datových zdrojů. Navazující částí je návrh aplikační vrstvy, která obsahuje podrobný popis významných funkcí. Následuje popis důležitých činností a postupů, které jsou nutné pro hodnocení technického stavu zařízení.

Praktická část se zabývá implementací sw produktu LTO suite do prostředí energetiky České republiky, konkrétně v ČEZ, a.s.. Funkčnost LTO suite je v této části disertační práce demonstrována formou obrazovek snímaných v jednotlivých modulech LTO suite, které pracují nad reálnými daty. Začíná úvodní obrazovkou pro konfiguraci zobrazovaných dat, pokračuje přes ukázkou registru zařízení, plánování, zpracování a ukládání informací z diagnostické činnosti až po modul integračně - analytické vrstvy, který je určen pro hodnocení technického stavu zařízení k zadanému datu s výstupem do reportingu.

Součástí disertační práce jsou kapitoly "Cíle práce" a "Závěr". Nejdůležitější kapitolou je "Přínos práce", která v soupisu obsahuje původní výsledky práce a také výsledky použitelné i mimo oblast energetiky.

**Abstract:**

This dissertation thesis is concerned with the diagnostics of the main production facilities in Czech power engineering with a focus on its integrating role in the process of gaining, saving and processing information for the purpose of evaluating the technical state of the operated facilities and the plan to manage their lifetime. It is divided into two parts, theoretical and practical.

The theoretical part presents the conclusions of examination of the needs of involved workers in the areas of diagnostics, maintenance and expert assessment of technical state of equipment. These conclusions were formulated based on the completed analysis of the current status ("as - is" analysis) of performing diagnostics of systems operated in the technological units of both nuclear and classical power engineering. The monitored equipment involves electrical installations and machinery, steel and building constructions, measuring instruments and vibrodiagnostics. Based on the analysis results, process diagrams are created for the solution of partial tasks. The analysis of the proposed solution for problems in question

("should - be" analysis) includes a design of the fundamental scheme of the data model for a software solution and a design of data flows from the individual data sources. The following part presents an application layer which includes a detailed description of major functionalities. Further, important activities and procedures are described that are necessary to evaluate the technical state of equipment.

The practical part deals with the implementation of the LTO suite software product in the environment of power engineering in Czech Republic, specifically within ČEZ, a.s.. The LTO suite functionality is demonstrated in this part of the thesis by screens recorded within the LTO suite individual modules, which work above the actual data. It starts with the initial screen for configuration of displayed data, continues to present examples of the equipment register, planning, processing and saving of information collected through the diagnostic activities over to the module of integration – analytical layer, which is designed for evaluation of the technical state of equipment at the entered date with a reporting output.

The thesis also includes the chapters on "Aims of the Study" and "Conclusion". The key chapter presents the "Benefits of the Study", whose overview describes the original results of the research as well as those applicable also outside the power engineering area.

**Klíčová slova:**

diagnostika, údržba, řízení životnosti, časové omezení stárnutí, prodloužení provozu/životnosti za projektovou mez, datový sklad, modelování procesů

**Key words:**

diagnostik, maintenace, plant live management, time limited ageing analysis, long term operation, data storage, process modelling

### **Bibliografická citace VŠKP:**

CVEŠPR, P. *Integrované řešení diagnostiky výrobního zařízení v energetice České republiky*, Brno: Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství, 2013. 107 s. Vedoucí disertační práce doc. Ing. Hammer M. ,CSc.

**Prohlášení:**

Prohlašuji tímto, že jsem předloženou disertační práci vypracoval sám, s konzultační pomocí školitele. Použité literární prameny jsou uvedeny v odkazech.

V Brně dne:

Podpis:

### **Poděkování:**

Děkuji školiteli Doc. Ing. Miloši Hammerovi, CSc. za jeho cenné rady a připomínky, které přispěly k napsání této disertační práce.

# Obsah

1.	Úvod .....	- 14 -
1.1	Cíle práce .....	- 15 -
2.	Analýza potřeb pro hodnocení technického stavu zařízení .....	- 16 -
2.1	Oblast elektro .....	- 18 -
2.1.1	<i>Elektrické stroje točivé</i> .....	- 18 -
2.1.2	<i>Blokový transformátor</i> .....	- 18 -
2.1.3	<i>Elektrorevize</i> .....	- 19 -
2.2	Oblast strojní .....	- 19 -
2.2.1	<i>Armatury</i> .....	- 20 -
2.2.2	<i>D_TG_M (turbíny)</i> .....	- 21 -
2.2.3	<i>Kotel</i> .....	- 21 -
2.2.4	<i>Odsíření</i> .....	- 23 -
2.2.5	<i>Plyn</i> .....	- 23 -
2.2.6	<i>Potrubí</i> .....	- 24 -
2.2.7	<i>Tlakové nádoby stabilní (TNS)</i> .....	- 25 -
2.2.8	<i>Výměníky</i> .....	- 26 -
2.2.9	<i>Reaktor</i> .....	- 27 -
2.3	Oblast stavební .....	- 27 -
2.3.1	<i>Chladicí věže</i> .....	- 27 -
2.3.2	<i>Komíny</i> .....	- 28 -
2.3.3	<i>Ocelové a stavební konstrukce</i> .....	- 28 -
2.4	Oblast zvedacích zařízení .....	- 29 -
2.5	Oblast měřicí techniky .....	- 29 -
2.6	Oblast vibrodiagnostiky .....	- 30 -
2.7	Požadavky společné pro všechny oblasti .....	- 31 -
2.7.1	<i>Značení zařízení</i> .....	- 31 -
2.7.2	<i>Provozní hodiny</i> .....	- 32 -
2.7.3	<i>Počty startů</i> .....	- 32 -
2.7.4	<i>Dokumenty</i> .....	- 32 -
2.7.5	<i>Závady</i> .....	- 32 -
3.	Procesní analýza důležitých oblastí zpracování informací .....	- 33 -
3.1	Celkový přehled procesů v diagnostice a údržbě .....	- 33 -
3.2	Registr zařízení LTOs .....	- 35 -

3.2.1	<i>Založení záznamu kopírováním</i> .....	- 35 -
3.2.2	<i>Výměna zařízení</i> .....	- 36 -
3.2.3	<i>Přesun zařízení</i> .....	- 36 -
3.3	Dokumenty .....	- 37 -
3.4	Technologické veličiny.....	- 37 -
3.5	Skupiny zařízení .....	- 38 -
3.6	Sestavení PŘŽ.....	- 39 -
3.6.1	<i>Tvorba diagnostické matice pro JE</i> .....	- 39 -
3.6.2	<i>Tvorba diagnostické matice pro KE</i> .....	- 40 -
3.7	Plánování .....	- 41 -
3.8	Protokoly .....	- 44 -
3.9	Řešení závad .....	- 45 -
3.10	Diagnostika tlakových zařízení .....	- 48 -
3.11	Hodnocení zařízení v IA vrstvě .....	- 50 -
3.12	Prezentační vrstva .....	- 52 -
3.13	Řízení přístupu uživatelů do LTOs .....	- 52 -
4.	Návrh datového modelu pro sw řešení .....	- 53 -
4.1.1	<i>Zabezpečení systému</i> .....	- 57 -
4.1.2	<i>Uživatelé a jejich role</i> .....	- 57 -
4.1.3	<i>Systémové role LTO Suite</i> .....	- 58 -
5.	Návrh datových toků z jednotlivých datových zdrojů .....	- 60 -
6.	Návrh aplikační vrstvy / Funkční analýza / popis funkčnosti.....	- 62 -
6.1	Základní členění.....	- 62 -
6.2	Registr zařízení .....	- 65 -
6.2.1	<i>Údržbářský pohled</i> .....	- 65 -
6.2.2	<i>Diagnostický pohled</i> .....	- 66 -
6.2.3	<i>Výměny zařízení</i> .....	- 69 -
6.2.4	<i>Provozní hodiny</i> .....	- 71 -
6.2.5	<i>Počty startů turbín</i> .....	- 75 -
6.3	Modul plánování.....	- 75 -
6.4	Modul dokumentace .....	- 76 -
6.4.1	<i>Generátor protokolů</i> .....	- 77 -
6.4.2	<i>Ukladač protokolů</i> .....	- 77 -
6.5	Zásobník závad .....	- 78 -



6.6	Zpětná vazba .....	- 78 -
7.	Hodnocení technického stavu zařízení.....	- 80 -
7.1	Základní pojmy .....	- 80 -
7.2	Odstupňovaný přístup k řízení životnosti.....	- 82 -
7.3	Konfigurace registru zařízení.....	- 83 -
7.4	Matice řízení životnosti .....	- 84 -
7.5	Sestavení matice pro tlaková zařízení .....	- 84 -
7.6	Praktické použití diagnostické matice .....	- 86 -
7.7	Sestavení matice pro turbíny .....	- 87 -
7.8	IA vrstva .....	- 90 -
7.9	Datové zdroje pro hodnocení technického stavu zařízení .....	- 92 -
7.10	Provoz.....	- 92 -
7.11	Údržba .....	- 93 -
7.12	Spolehlivost .....	- 93 -
8.	Implementace analyzované problematiky do sw řešení.....	- 94 -
9.	Přínos práce.....	- 101 -
10.	Závěr .....	- 103 -
	Seznam použitých zdrojů.....	- 104 -
	Vlastní odborná činnost.....	- 106 -

## Seznam použitých zkratk




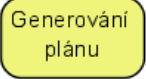
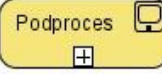




Zkratka	Význam
ADS	Aktivní dotazovací systém-reportingový nástroj
AS6	Asset Suite ver.6, Informační systém pro údržbu, dřívější název PassPort
AM	Asset Management
DB	Databáze
BMPN	Business Process Model and Notation - modelování podnikových procesů
BT	Bezpečnostní třída
CDS	Centrální datový sklad
DKZ	Diagnostická karta zařízení
DN	Jmenovitá světlost potrubí/vnitřní průměr potrubí
D_TG_M	Diagnostika turbogenerátoru materiálová
DV	Divize Výroba
EC	Erosive Corrosion
E-code	Equipment Code, interní unikátní kód zařízení generovaný IS AS6
EDU	Elektrárna Dukovany
ETE	Elektrárna Temelín
FileNet	SW prostředek pro archivaci dokumentů na centrální úrovni
HČČ	Hlavní cirkulační čerpadlo
HR	Health Report - zpráva o technické stavu zařízení v JE
CHP	Chytrý protokol-dokument Word nebo Excel určený k zavádění dat do LTOs
CHÚV	Chemická úprava vody
IAEA	International Atomic Energy Agency, Wien,
IS	Informační systém softwareově podporovaný
JB	Jaderná bezpečnost
JE	Jaderné elektrárny
JSÚ	Jednotný systém údržby
KE	Klasické elektrárny
KKS	Kraftwerk Kennzeichen System - Systém jednotného značení zařízení
KPÚ	Koncepční plán údržby
KSZM	Kontrola svaru základního materiálu
LC	Logický celek
LTO	(Long Term Operation)-prodloužení provozu/životnosti za projektovou mez
LTOs	LTO Suite-vyvíjený informační systém podporující proces LTO



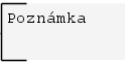
LTO suite	Alias pro LTOs
NTO	Nízkotlaký ohřívák
Optimud	Optimalizace údržby
PassPort	Údržbový systém alias pro Asset Suite
PLIM	Plant Life Management - Řízení životnosti
PoZ	Péče o zařízení
PP	Pracovní příkaz
PRKP	Požadovaný rok konce provozu
PRD	Předpokládaný rok dožití
PŘS	Program řízeného stárnutí
PŘŽ	Program řízení životnosti
RCDS	Registr zařízení v CDS, alias pro registr zařízení pro LTOs
SJZ	Systém jednotného značení zařízení
SKŘ	Systém kontroly a řízení výrobní technologie
SSS	Systém sledování spolehlivosti
ST	Středotlaký díl zařízení/parovodu
STD	Sklad technologických dat, STD je část CDS
SW	Software, počítačový program, aplikace
SZ	Skupina zařízení
TC	Technologický celek
TDS	Technologický datový sklad, alias pro STD
TEDIS	Temelínský datový informační systém
TKaD	Technická kontrola a diagnostika
TLAA	Time Limited Ageing Analysis, Časově omezené hodnocení stárnutí
TMID	Technical Monitoring IDentification, unikátní kód zařízení generovaný IS LTOs
TNR	Tlaková nádoba reaktoru
TNS	Tlaková nádoba stabilní
ÚAM	Ústav aplikované mechaniky
ÚJV	Ústav jaderného výzkumu
UML	Unified Modeling Language
úPP	Úkol pracovního příkazu
VE	Vodní elektrárny
VT	Vysokotlaký díl zařízení/parovodu
VTO	Vysokotlaký ohřívák
VVER	Vodou chlazený a vodou moderovaný energetický reaktor

W-code	Vazební W_CODE do systému PassPort
ZSE	Zpráva o stavu elektrárny
ŽNP	Žádanka na práci


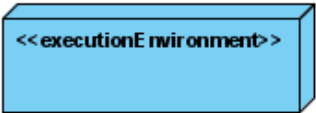



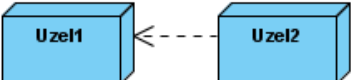
## Komponenty procesních modelů

Vysvětlivky k použitým symbolům

	<b>Počáteční událost</b> – značí začátek procesu.
	<b>Střední událost</b> – označuje událost, která ovlivňuje tok procesu. Těchto událostí je více typů – např. událost vyvolaná přijetím zprávy z jiného procesu nebo časová událost.
	<b>Koncová událost</b> – značí konec procesu.
	<b>Aktivita</b> – znázorňuje činnost, představuje jeden krok procesu.
	<b>Složená aktivita/podproces</b> – zahrnuje několik aktivit vytvářejících samostatný proces v rámci většího procesu
	<b>Tok</b> – značí sekvenci v procesu.
	<b>Brána</b> – značí rozdělení či sloučení toků.  Tato brána je typu XOR a rozděluje toky podle dat, které nesou. Při rozdělení jde tok do právě jednoho směru, při slučování potřebuje na vstupu právě jeden tok.
	<b>Brána typu XOR s rozhodováním</b> na základě přijetí zprávy (např. uživatelský vstup, výsledek jiného procesu). Při rozdělení jde tok do právě jednoho směru, při slučování potřebuje na vstupu právě jeden tok.
	<b>Brána typu AND</b> – Při rozdělení jde tok do všech směrů, při slučování toků potřebuje na vstupu všechny toky.

	<p><b>Brána typu OR</b> – Při rozdělení jde tok do alespoň jednoho směru, při slučování toků potřebuje na vstupu alespoň jeden tok.</p>
 Program kontrol	<p><b>Datový objekt</b> – reprezentuje data, se kterými pracují aktivity.</p>
	<p><b>Poznámka</b> – poskytuje dodatečnou textovou informaci.</p>

### Komponenty diagramu nasazení

	<p>Uzel s tímto stereotypem zastupuje typ fyzického zařízení (např. osobní počítač)</p>
	<p>Uzel zastupuje typ běhového prostředí (např. Oracle DB nebo OC4J kontejner)</p>
	<p>Zastupuje komponentu (aplikaci), kterou obsahuje uzel</p>
	<p>Zastupuje komponentu (webovou aplikaci), kterou obsahuje uzel</p>
	<p>Artefakty jsou nasazovány na uzly a jsou specifikací něčeho konkrétního (např. DB tabulky, dokumenty)</p>
	<p>Uzel2 pro svou činnost využívá Uzel1 (nebo jeho část)</p>

## 1. Úvod

Zajištění spolehlivého a bezpečného provozu energetických zařízení klade vysoké nároky nejen na údržbu, materiálové zajištění a kvalifikační předpoklady odborného personálu, ale vyžaduje také kvalitní a včasné informace o chování zařízení, získávané během jeho provozu. Úspěšně řídit údržbu znamená využít těchto informací pro optimální plánování a řízení oprav a stanovit nápravná opatření na snížení údržby nahodilé.

Každé zařízení provozované v technologickém procesu vysílá signály o svém “zdravotním stavu”, které je třeba správně interpretovat a v závislosti na stupni důležitosti činit prognózy nebo nápravná opatření na obnovení stanovených provozních parametrů. Pro strategii nasazení a provozování exponovaných zařízení pracujících v blokovém uspořádání je mimo jiné důležité znát míru rizika provozu za projektované parametry a rovněž predikci dožití zařízení.

Nejdůležitější otázky, které jsou důležité pro majitele zařízení z pohledu dožití zařízení a trápí provozovatele zařízení z pohledu spolehlivosti, jsou: jak dlouho může být zařízení provozováno bezpečně a efektivně při zachování požadavků na jeho provozuschopnost, v jakém technickém stavu jsou sledované části zařízení a jaká je jejich zbytková životnost? Kdy je třeba naplánovat odstávku? Co bude její náplní? Vyplatí se zařízení opravit nebo je třeba nová investice? Kvalifikovaná odpověď na všechny tyto otázky je pro správné ohodnocení stavu všech důležitých zařízení naprosto nezbytná a bez kvalitní datové základny prakticky jen obtížně realizovatelná, ne-li vůbec možná.

Uvedené skutečnosti staví diagnostiku do role integrující zdroje informací, postupy zpracování dat a prezentaci závěrů s cílem porozumět stárnutí provozovaných zařízení s ambicemi řídit jejich životnost.

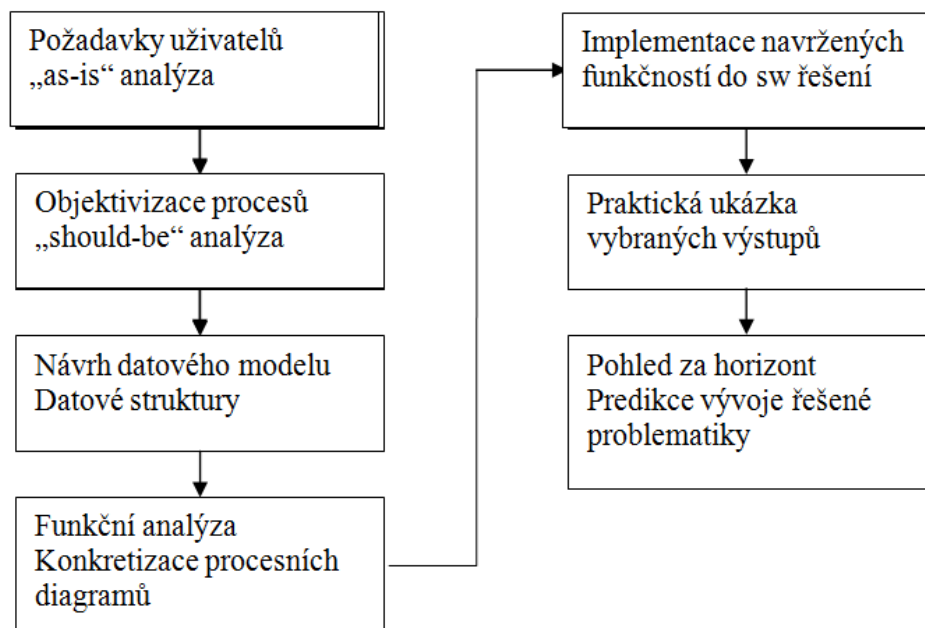
Navrhované integrované řešení diagnostiky výrobního zařízení v české energetice představuje v této disertační práci komplexní, v mnohých případech nový a původní přístup k dané problematice spočívající v unifikaci sběru technických informací, jejich evidenci, zpracování, hodnocení dosažených výsledků a jejich prezentaci pro jednotlivé stupně manažerského řízení procesu výroby elektrické energie a tepla.

V předkládané disertační práci je důsledně využíváno zkratk ze seznamu použitých zkratk, které se v energetické praxi běžně používají, a značení komponent procesních modelů. Podrobnosti jsou uvedeny v kapitolách "Seznam zkratk" a "Komponenty procesních modelů". Z tohoto důvodu nejsou již tyto zkratky v textu dále specifikovány.

## 1.1 Cíle práce

Na základě analýzy současného stavu řešené problematiky v České republice a s přihlédnutím k situaci v této oblasti ve světě [1], [2], [4], [5], [8], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16] a [17] lze **cíle předkládané disertační práce** shrnout do následujících bodů:

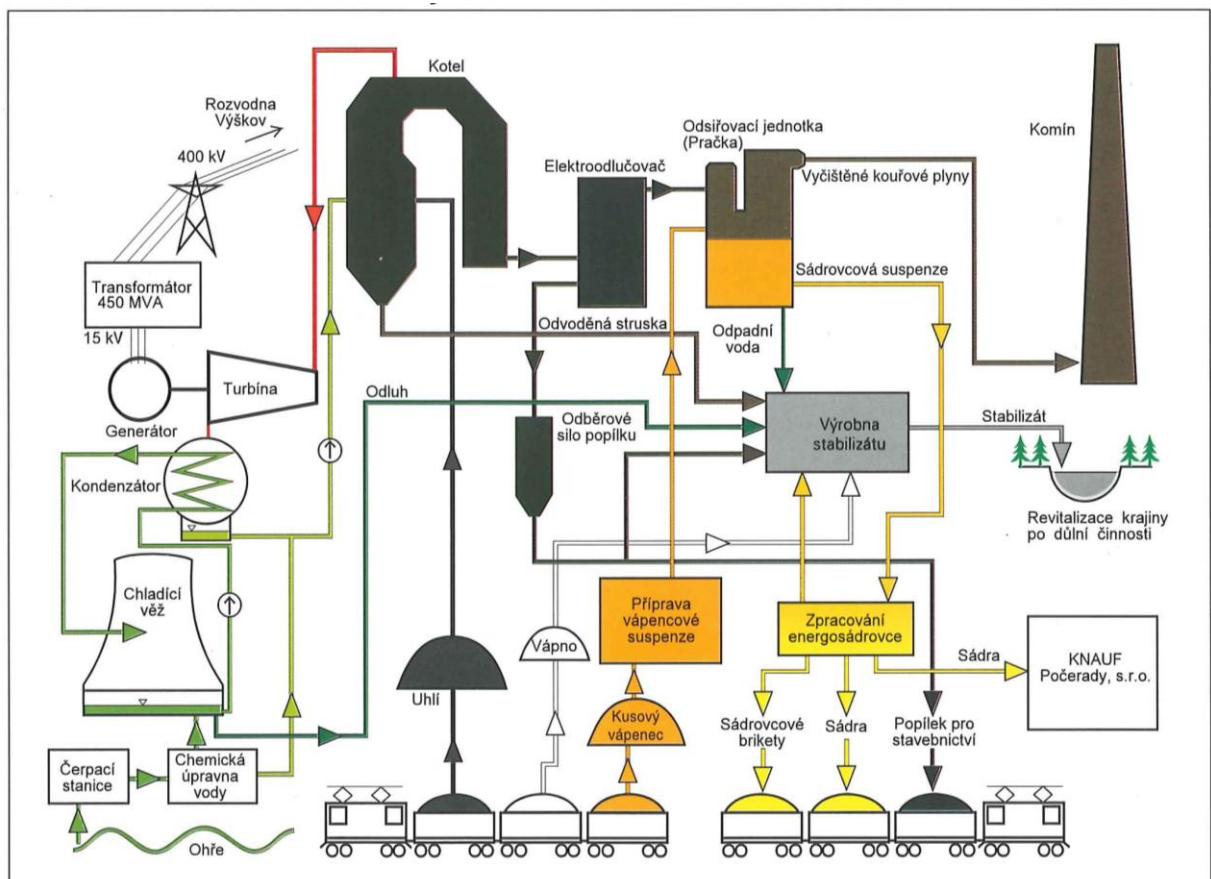
- Analyzovat potřeby specialistů, odborných pracovníků a expertů posuzujících technický stav zařízení
- Popsat všechny hlavní procesy zaměřené na získání potřebných informací pro hodnocení hlavních zařízení pracujících v jednotlivých částech technologie/technologických celcích výrobního bloku
- Vytvořit souhrnné principiální schéma datového modelu pro sw řešení dané problematiky
- Navrhnout a popsat funkčnost jednotlivých segmentů aplikační vrstvy
- Implementovat sw řešení na základě analýzy procesů a výsledků funkční analýzy
- Ukázat na konkrétním příkladě hodnocení zařízení
- Naznačit další směr rozvoje komplexního pojetí diagnostiky



## 2. Analýza potřeb pro hodnocení technického stavu zařízení

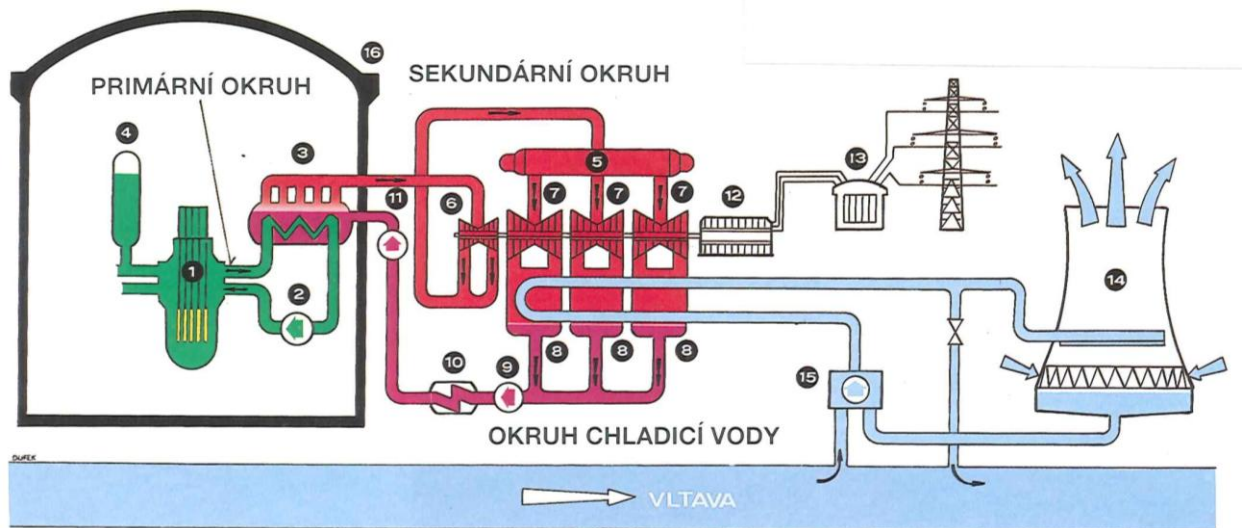
Významným doplňujícím údajem pro řízení údržby výrobního energetického zařízení je informace o jeho okamžitém technickém stavu v případě provozu a zjištění příčiny poruchy v případě náhlé ztráty nebo snížení jeho požadovaných provozních vlastností. Tyto potřeby provozovatelům zajišťuje právě technická diagnostika. Její metody jsou zaměřeny na jednotlivé části konkrétního funkčního technologického celku, např. část strojní, elektro atd.

V této kapitole jsou popsány požadavky koncových uživatelů pro jednotlivé skupiny důležitých zařízení v rámci celého energetického bloku KE, JE a VE, jak je uvedeno na obr. 2.1, 2.2. a 2.3. Tyto informace byly následně využity pro standardizaci diagnostických postupů/činností v procesní a datové a funkční rovině.



Obrázek 2.1 Příklad blokového schéma tepelné elektrárny

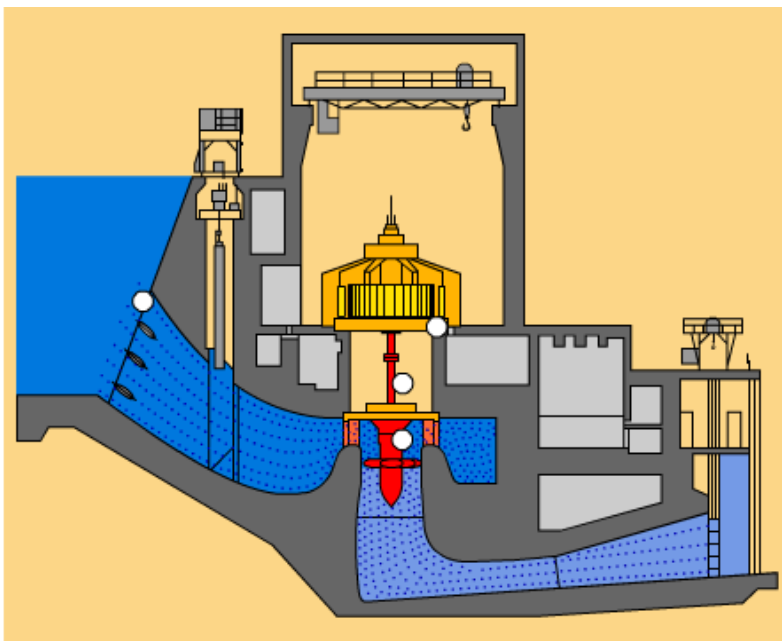




Obrázek 2.2 Příklad blokového schéma JE VVER 1000 MW

Legenda:

- |                              |                        |
|------------------------------|------------------------|
| 1 Reaktor                    | 9 Kondenzátní čerpadlo |
| 2 Hlavní cirkulační čerpadlo | 10 Regenerace          |
| 3 Parogenerátor              | 11 Napájecí čerpadlo   |
| 4 Kompenzátor objemu         | 12 Generátor           |
| 5 Parní kolektor             | 13 Transformátor       |
| 6 VT díl turbíny             | 14 Chladicí věž        |
| 7 NT díl turbíny             | 15 Čerpací stanice     |
| 8 Kondenzátor                | 16 Kontejnment         |



Obrázek 2.3 Principiální schéma vodní elektrárny

## 2.1 Oblast elektro

Pro oblast elektro je požadována základní evidence blokových výkonových transformátorů, elektrických strojů točivých (vn motory, synchronní generátory), záskokových zdrojů (dieselagregátů), vodičů, spínacích prvků a všech elektrických zařízení podléhajících výchozí a pravidelné revizi. Základní evidenci zařízení je nutno doplnit specifickými (štítkovými) údaji o zařízení v každé kategorii [22].

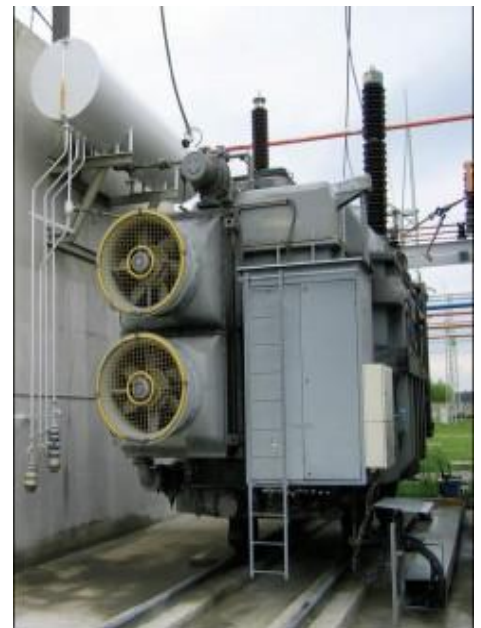
### 2.1.1 Elektrické stroje točivé

Požaduje se plánování diagnostických metod na zařízení ve stanoveném rozsahu a intervalu:

- Elektrické stroje točivé (vn motory - interval 60 měsíců, generátory synchronní - interval 24 měsíců.) [19], [25]
  - Měření izolačního odporu rotoru
  - Měření izolačního odporu statoru
  - Měření kapacity a ztrátového činitele na statoru
  - Měření částečných výbojů na statoru
  - Zkouška přiloženým střídavým napětím
  - Zkouška přiloženým stejnosměrným napětím

### 2.1.2 Blokový transformátor

- Blokový transformátor [3], [6], [40] (interval pro diagnostiku - 12 měsíců)
  - Měření izolačního stavu průchodek
  - Rozbor izolačního oleje
  - Plynově chromatografická analýza
  - Stanovení polymeračního stupně
  - Stanovení 2-furfuralu
  - Měření izolační soustavy trojvinit'ového transformátoru
  - Měření izolační soustavy dvouvinut'ového transformátoru
  - Stanovení obsahu vody v pevné izolaci výpočtem/dle Nielsena



Periodická diagnostika blokových výkonových olejových transformátorů se zaměřuje na sledování výše uvedených rizikových faktorů, zejména na monitorování změn v projevech těchto faktorů, které vypovídají o postupné degradaci izolačního systému papír/olej.

V případě zjištění porušení integrity oleje periodickou diagnostikou se provede korektivní zásah do olejové náplně transformátoru (obnova jejích fyzikálně-chemických vlastností).

V případě zjištění rizika teplotní vady z výsledků plynové chromatografie izolačního oleje jsou sledovány teplotní děje v transformátoru a je přístupováno k identifikaci a případné korekci rozvíjejících se závad. Každý takový zjištěný stav se řeší individuálním způsobem.

V případě zjištění rizika vady průchodky (ztráta integrity řízení elektrického pole) se po konzultaci s výrobcem přistoupí k výměně průchodky.

Požaduje se ukládat naměřené hodnoty sledovaných elektrických veličin z předepsaných zkoušek a vhodnou tabelární a názornou grafickou formou, pro plynovou chromatografii

dosažené výsledky promítnout do Duvalova trojúhelníku [10]. Umožnit zaznamenání hodnocení celkového technického stavu subjektivním posouzením diagnostika-experta. Umožnit neplánované (operativní) provádění diagnostiky, vyžaduje-li to zhoršený technický stav zařízení. Umožnit načítání měřicího stendu (seznamu použitých měřicích přístrojů) do protokolu v závislosti na použité diagnostické metodě.

### **2.1.3 Elektrorevize**

Je požadována evidence zařízení, na kterých jsou vykonávány výchozí a pravidelné revize elektro a hromosvodů, dokumentace provedené revize, evidence závad zjištěných v průběhu revize a evidence odstraněných závad. Pro editaci textu závady v revizním protokolu mít k dispozici závadovník, tj. seznam závad již uplatněných a odstraněných.

- Elektrické spotřebiče (revize po 12-ti měsících)
- Elektrické spotřebiče (revize po 24-ti měsících)
- Hromosvody - budovy s nebezpečím výbuchu
- Hromosvody - technologické objekty
- Hromosvody - netechnologické objekty
- Hromosvody - výměňkové stanice
- Chladicí věže - mokré prostory
- Kotelna - zařízení s nebezpečím výbuchu
- Strojovna - zařízení s nebezpečím výbuchu
- Společná spotřeba bloků
- Odstruskování, společné odpopílkování
- Úpravna vody (CHÚV, čerpací stanice)
- Teplárenské stanice
- Rozvodny VVN a VN
- Kabelové kanály
- Objekty mimo areál elektrárny - mokré prostory

## **2.2 Oblast strojní**

Pro oblast strojní je požadována evidence všech vyhrazených zařízení [4], které je třeba sledovat z hlediska bezpečnosti a spolehlivosti provozu. Strojní zařízení jsou registrována účelně v těchto kategoriích:

- Armatury
- D\_TG\_M (turbíny)
- Kotel
- Tlakové části kotle (Kotel TC)
- Nádrže
- Odsíření
- Plyn
- Potrubí
- Tlakové části potrubí (Potrubí TC)
- Reaktor
- Tlakové nádoby stabilní (TNS)
- Výměníky

### 2.2.1 Armatury

Diagnostice armatur je věnována zvýšená pozornost zejména v JE. Výběr armatur s elektrickými a pneumatickými pohony je určován podle následujících kritérií [27], [28], [29]:

- důležitost armatury z hledisek provozních režimů bloku
- BT podle vyhlášky SÚJB č. 132/2008 Sb
- kategorizace zařízení
- program údržby
- zařazení armatury do programu kvalifikace zařízení
- umístění v pracovním prostředí



V diagnostice armatur s elektrickými pohony se používají tyto metody [26], [30]:

- Výpočtové posouzení funkceschopnosti a tím zhodnocení rizika selhání funkce armatury při určených režimech provozu. Toto výpočtové posouzení lze provést bez jakéhokoliv fyzického zásahu na armatuře, kdykoliv při provozu bloku.
- Změření počátečních průběhů diagnostických parametrů a ověření výsledků výpočtového posouzení funkceschopnosti.
- Provádění měření diagnostických parametrů na základě časového plánu a vyhodnocení technického stavu ze záznamů naměřených hodnot včetně trendů z použitých diagnostických metod.
- Provádění měření technikou infračervené termografie a měření akustické emise u uzavíracích armatur pro zjištění netěsností a vyhodnocení technického stavu ze záznamů naměřených hodnot.

Místo měření	Diagnostická metoda	Diagnostický parametr
elektrický pohon	měření elektrických veličin	elektrické napětí
elektrický pohon	měření elektrických veličin	elektrický proud
elektrický pohon	měření elektrických veličin	elektrický výkon (činný výkon)
elektrický pohon	měření mechanických veličin	natočení segmentu momentových vypínačů
elektrický pohon	měření mechanických veličin	posuv šneku elektropohonu
elektrický pohon	stav koncových spínačů	koncové polohy momentového spínače elektropohonu ve stavu otevřeno a zavřeno
armatura	měření mechanických veličin	poloha vřetena
armatura	měření mechanických veličin	síla ve vřetenu (tah, tlak, vzpěr)
armatura	měření mechanických veličin	kroučící moment
armatura	měření času	doba úplného zdvihu
armatura	Infračervená termografie	teplota povrchu tělesa armatury
armatura	měření akustické emise	netěsnost

Tabulka č. 2.1 Výčet diagnostických metod a jejich parametrů pro armatury s elektrickými pohony

Existuje databáze hodnot z výpočtového posouzení funkceschopnosti armatur, spravovaná zhotovitelem diagnostiky (ÚJV ŘEŽ) pro EDU, ve formátu je MS Access včetně uložených dokumentů v souborech typu PDF. Update databáze se provádí 2x ročně. V ETE je udržována evidence nastavených momentů servopohonů. Požadavkem je centrální evidence dle SJZ, údržba těchto informací a tvorba modulu pro hodnocení technického stavu armatur s s porovnatelným výstupem ve stupnici A až E.

### 2.2.2 D\_TG\_M (turbíny)

Diagnostika Turbogenerátoru Materiálová se provádí na jednotlivých dílech turbíny, na turbonapáječce a generátoru.

Na těchto zařízeních a jejich komponentách se provádí se následující diagnostiky:

- sledování poruchovosti
- dynamické kmitání základů
- měření vibrací celého soustrojí
- měření vibrací lopatek
- měření vibrací hřídele
- velmi přesné nivelace základů
- velmi přesné nivelace ložiskových stojanů
- čerpání životnosti - výpočet dle provozních hodin
- čerpání životnosti - výpočet dle počtu studených, teplých a horkých startů
- defektoskopická kontrola magnetickou práškovou metodou

Požaduje se ukládat dílčí hodnocení sledovaných komponent, hodnocení závažnosti při prvním ohledání a při ponechání do dalšího provozu, uchování typu nálezu/zjištění a celkové hodnocení A až E. Typy nálezu/zjištění jsou:

- Vady materiálu
- Koroze
- Poškození pracovním médiem
- Poškození mechanickými nečistotami
- Úsady
- Změna rozměrů, deformace
- Materiálové charakteristiky
- Vibrace
- Jiné



### 2.2.3 Kotel

Na kotli, jeho vnitřních tlakových částech a tlakových částech parovodů se provádí předepsané diagnostické, revizní a kontrolní činnosti. Je požadováno výsledky z těchto činností strukturovaně ukládat do CDS tak, aby bylo možno data tabelárně a graficky interpretovat, trendovat a hodnotit technický stav zařízení.

Části tlakového systému kotle, které se z hlediska konstrukčního uspořádání sledují a vyhodnocují samostatně:

- Biflux
- EKO

- Kotlové těleso
- Přehřívák páry 1
- Přehřívák páry 2
- Přehřívák páry 3
- Přehřívák páry 4
- Přehřívák páry 5
- Přihřívák 1 (Mezipřehřívák 1)
- Přihřívák 2 (Mezipřehřívák 2)
- Přihřívák 2 (Mezipřehřívák 2)
- Výparník (varný systém)

Na parovodech se sledují a vyhodnocují tyto části:

- ST parovod
- ST převáděcí potrubí kotle
- ST převáděcí potrubí TG
- VT parovod
- VT převáděcí potrubí kotle
- VT převáděcí potrubí TG



Aplikované metody:

- Kotlová tělesa - prohlídka typu "D"
- Kotlová tělesa - prohlídka typu "C"
- Kotel - zkouška těsnosti VYP
- Kotel - zkouška těsnosti VT
- Kotel - zkouška těsnosti ST
- Kotel - zkouška těsnosti MP
- kotel – vnitřní revize\_Diagnostika
- Kotel - vnitřní revize
- Kotel - tlaková zkouška výparníku
- Kotel - tlaková zkouška VT části
- Kotel - tlaková zkouška ST části
- Kotel - tlaková zkouška mezipřihříváku
- Kotel - stavební a tlaková zkouška
- Kotel - provozní revize
- Kotel - prohlídka NT kotelny
- Kotel - porucha
- Diagnostika-parovody-kontrola svarů a ohybů a základního materiálu (ZM)
- Diagnostika - kontrola funkce závěsů "B"
- Diagnostika - kontrola funkce závěsů "A"
- Defektoskopie - kontrola svarů a ZM "B"
- Defektoskopie - kontrola stavu potrubí uloženého v zemi "B"

#### **2.2.4 Odsíření**

V kategorii odsíření se požaduje po IS možnost sledování technického stavu zařízení tvořící technologický celek odsiřovací jednotky, která je umístěna na trase spalin z kotle mezi elektroodlučovačem a komínem (obr. 2.1).

Sledují se tyto části technologie odsíření:

- Absorbér
- Kouřovody
- Míchadlo absorbéru
- Míchadlo nádrže
- Nádrž
- Oběhové čerpadlo
- Odlučovač kapek
- Spalinový ventilátor
- Tepelný výměník

Na každé lokalitě jsou stejné komponenty těchto částí pojmenovány různě nepřesně, což stěžuje jejich hodnocení. Proto je oprávněný požadavek ze strany TKaD na sjednocení názvů při budování IS. Na těchto zařízeních se provádí defektoskopické kontroly, jejich výsledky je požadováno archivovat a v sw prostředí vyhodnocovat.

Provádí se tyto defektoskopické zkoušky:

- Kapilární zkouška
- Měření tloušťky ultrazvukem
- Zkouška el. průrazem
- Měření tvrdosti
- Vizuální kontrola

#### **2.2.5 Plyn**

Dle [4] se plynová zařízení řadí do skupiny zařízení vyhrazených. Jako taková proto podléhají pravidelným kontrolám a revizím. Kontroly po 12-ti měsících a revize po 36-ti měsících. se v předepsaném rozsahu provádí zejména na těchto zařízeních:

- Plynové zařízení kotle (hořáky, ohřev plynu)
- Plynovod DN 300 a DN 500
- Redukční stanice
- Regulační stanice
- Tlaková stanice a potrubní rozvod

Požaduje evidence plynového zařízení, plánování revizí a ukládání hodnocení stavu zařízení při provedené revizi do DB.



## 2.2.6 Potrubí

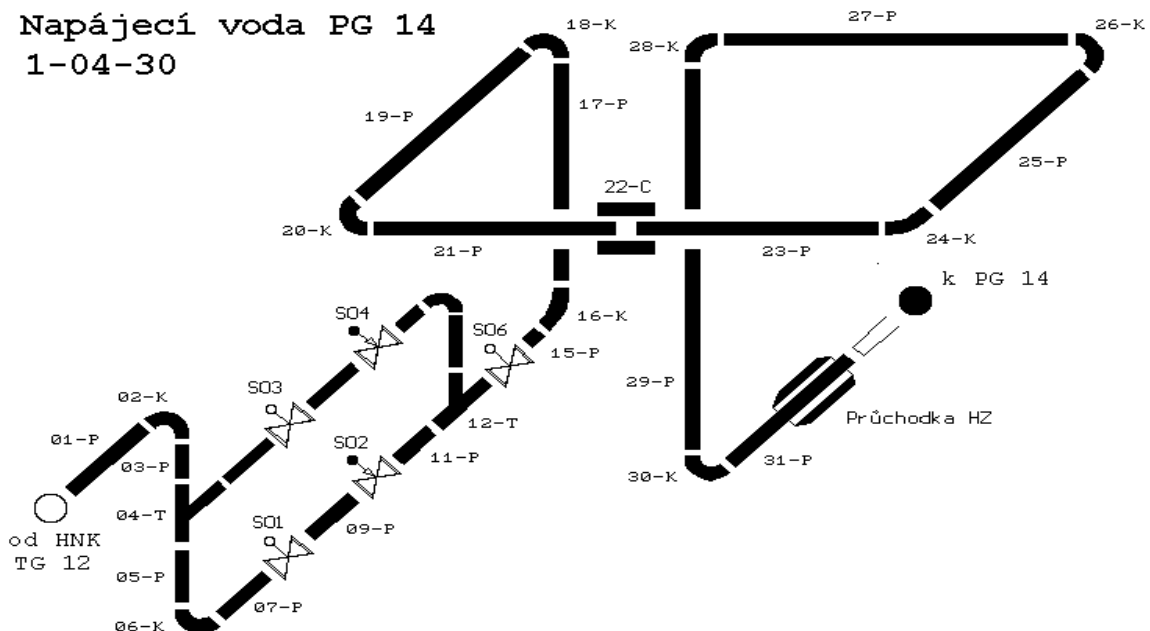
Potrubí je nejčastěji ohrožováno erozní korozí proudícího média tj. vody nebo páry. V JE se používá program monitorování urychlené koroze prouděním média realizovaný inspekčními prohlídkami na vybraných trasách, např.:

- Pára z parogenerátorů (pouze hermetická zóna)
- Kondenzát topné páry z VTO 1 do napájecích nádrží 1 a 2
- Sání a výtlač HCC
- Vypouštění napájecích nádrží
- Nízkotlaká regenerace od kondenzátních čerpadel až do NTO 5
- Kondenzát od NTO 5 ke kolektoru rozvodu kondenzátu
- Kondenzát od kolektoru k odplyňovákům napájecích nádrží 1 a 2
- Napájecí voda od napájecích nádrží 1 a 2 k napájecím čerpadlům
- a další



Data získaná z těchto inspekcí jsou zpracovávána programem CHECWORKS pro vyhodnocení náchylnosti k erozně koroznímu poškození na sledovaných trasách [5],[11],[33].

Požaduje se potrubní trasy a jejich úseky evidovat v registru zařízení, a zjištěné hodnoty ukládat a vyhodnocovat k dílčím komponentám. Zpracování dat je dávkově 1 x ročně.



Obrázek 2.4 Přehled komponent na potrubním úseku napájecí vody parogenerátoru PG14



Stav narušení jednotlivých částí potrubí erozní koroze se usuzuje na základě sledování těchto veličin:

- Nominální tloušťka - tloušťka stěny komponenty odečtená z projektových výkresů pro jednotlivé trasy.
- Počáteční tloušťka – předprovozní tloušťka, která byla zjištěna měřením před uvedením komponenty do provozu, popř. byl proveden její výpočtový odhad na základě dat zjištěných během provozních měření.
- Kriteriaální tloušťka – minimální povolená tloušťka stěny.
- EC rychlost – predikovaná průměrná rychlost koroze zrychlené prouděním média komponenty
- Čas do dosažení  $T_{krit}$  - čas v hodinách, udávající předpokládanou zbytkovou životnost komponenty, tj. dobu, za kterou bude dosaženo kriteriaální tloušťky.
- Predikovaný úbytek - zeslabení tloušťky stěny, které bylo předpokládáno modelem od zahájení provozu komponenty k datu poslední inspekce komponenty.
- Měřený úbytek - úbytek, vypočtený na základě provedené inspekce dané komponenty.
- Minimální změřená tloušťka stěny - nejnižší změřená hodnota tloušťky stěny komponenty zjištěná k datu poslední inspekce, která byla na dané komponentě provedena.
- Čas poslední inspekce - rok inspekční prohlídky a počet provozních hodin bloku
- Čas poslední výměny - rok výměny komponenty a počet provozních hodin bloku
- Doporučení následující inspekce – doporučený rok příští inspekční prohlídky

### 2.2.7 Tlakové nádoby stabilní (TNS)

Zařízení, která jsou v oblasti zájmu z pohledu revizí, kontrol a diagnostik:

- vzdušníky
- Ohříváky NTO
- Ohříváky VTO
- Expandéry provozních kondenzátů
- Separátory
- Přefukovače
- Sběrače kondenzátu a chladiva

Na těchto zařízeních se uplatňují tyto diagnostické metody:

- Inspekce po opravách TNS - interval 1 roku
- DFK-magnetická kontrola - interval 5 let
- Provozní revize - interval 1 rok
- Tlaková zkouška - interval 10 let
- Vnitřní revize - interval 5 let
- Zkouška těsnosti - interval 5 let
- Měření tloušťky ultrazvukem - interval 1 rok

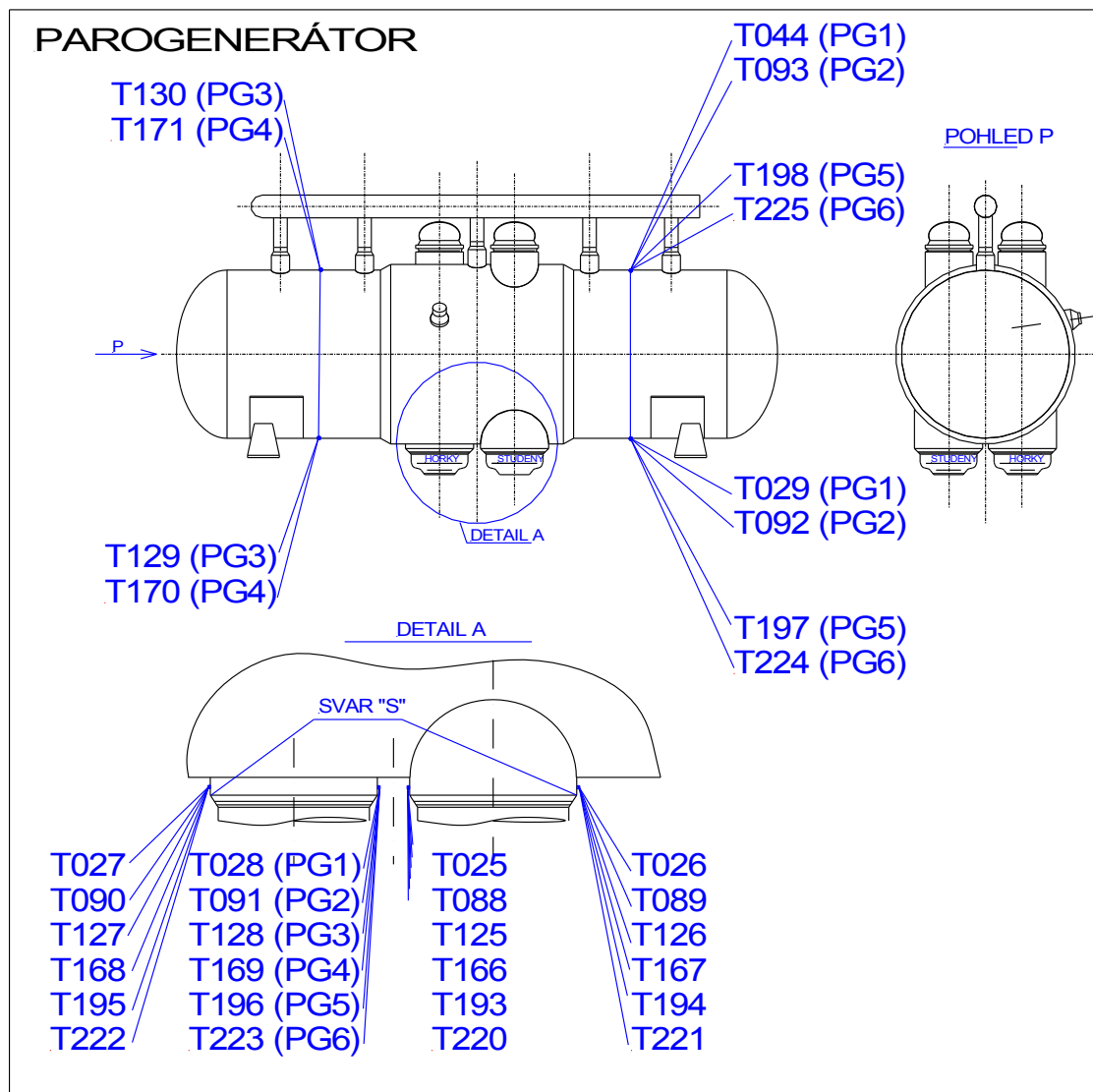
Požaduje se evidence TNS v registru zařízení LTOs, plánování diagnostických činností dle předepsaných intervalů, ukládání výsledků a technického hodnocení těchto zařízení.

## 2.2.8 Výměníky

Typickým představitelem této kategorie je parogenerátor. Jeho umístění v technologii je znázorněno na obr. 2.2. V primárním okruhu JE EDU je 6 smyček, v každé je instalován výměník tepla - parogenerátor, který odděluje primární radioaktivní okruh od sekundárního okruhu [18].

Na obr. 2.3 jsou rozmístěna čidla teploty. Požaduje se uchovávat historii snímaných teplot v datovém skladu pro účely hodnotících zpráv z teplotních měření.

Teplotní měření se provádějí na vybraných zařízeních primárního a sekundárního okruhu EDU, které jsou zahrnuty do bezpečnostní třídy BT1 a BT2 [20], [38].



Obrázek 2.3. Rozmístění čidel teploty na parogenerátoru

Zprávy z těchto měření jsou podkladem pro sestavení „Programu teplotních měření“ jehož cílem je zajistit bezpečný a efektivní provoz elektrárny Dukovany s možností prodloužení projektové životnosti elektrárny (LTO) a zároveň přispět k plnění požadavků SÚJB pro získání povolení provozu EDU za projektovou životnost.

### 2.2.9 Reaktor

Požaduje se archivovat výsledky diagnostických měření a hodnocení technického stavu tlakové nádoby reaktoru VVER440 MWt v JE EDU a VVER1000 MWt v JE ETE pro potřeby řízení životnosti v LTO a dokladování jaderné bezpečnosti [14], [15], [16].

Reaktor je pro potřeby řízení životnosti je členěn následovně:

- Reaktor – tlaková nádoba
- Reaktor – vnitřní části
- Reaktor – pohon regulačního orgánu vč. ukazatele polohy

Na těchto částech se sledují účinky těchto degradačních mechanismů:

- radiační křehnutí
- radiační bobtnání
- únava
- koroze
- korozní praskání pod napětím
- mechanické opotřebení/otěr

V současné době se diagnostická měření zpracovávají v prostředí MS Access. Požadavkem je, aby se hodnocení technického stavu reaktoru jako dílčí výstupy přenášelo z této databáze dávkově 1 x ročně do integrovaného prostředí.

## 2.3 Oblast stavební

V oblasti stavební se sleduje technický stav chladicích věží, komínů, ocelových a stavebních konstrukcí.

### 2.3.1 Chladicí věže

V české energetice jsou provozovány chladicí věže s přirozeným tahem - typ Iterson a s nuceným oběhem vzduchu - ventilátorový typ.

Chladicí věže Iterson se pro potřeby řízení životnosti člení následovně:

- Vnější plášť
- Vnitřní plášť
- Ochoz
- Šikmé nosné sloupy
- Nosné prvky chladicího systému
- Výplně
- Bazén
- Základy



Chladicí věže ventilátorové se pro potřeby řízení životnosti člení následovně:

- Stropní deska
- Vnitřní a vnější povrch difuzorů
- Vodorovné nosné prvky vestavby
- Výplně
- Bazén
- Základy

Na těchto komponentách se pomocí předepsaných metod sledují a vyhodnocují účinky degračních mechanismů. Jedná se o vady a poruchy betonu a vestaveb způsobenými vlivy:

- fyzikálně-mechanickými
- chemicko-technologickými
- geologickými
- kombinací těchto vlivů

### 2.3.2 *Komíny*

Na komínech betonových a cihelných se sleduje technický stav těchto částí:

- Vnější a vnitřní plášť
- Hlava komínu
- Cihelný dřív
- Ochoz
- Základy
- Zábradlí
- Žebříky



Na chladicích věžích a komínech se pro zjištění jejich technického stavu uplatňují tyto metody:

- Garanční kontrola
- Podrobný stavební průzkum
- Předběžný stavební průzkum
- Měření na referenčních plochách
- Sedání objektů

Rozsah těchto prohlídek je definován v normách [36], [37], a PN 9906.

Požaduje se sjednocení názvů komponent chladicích věží a komínů na všech lokalitách a archivace hodnot a možnost jejich vyhodnocení u těchto sledovaných parametrů:

- Vizuální kontrola
- Vodotěsnost nátěrů
- Akustické trasování
- Tloušťka krycí vrstvy betonu
- Hloubka karbonatace betonu
- Narušení povrchových vrstev zdících prvků

### 2.3.3 *Ocelové a stavební konstrukce*

Sleduje se a hodnotí stav budov kotelen, budov strojoven výrobních bloků a dalších důležitých stavebních objektů a ocelových konstrukcí, na kterých jsou plánovány revizní a diagnostické práce. Je požadavek uchovávat protokoly o provedení těchto činností včetně hodnocení technického stavu.

Na těchto objektech se uplatňují dvě diagnostické metody - preventivní prohlídka a podrobná prohlídka. Rozsah těchto prohlídek je definován v normách [35] a PN ČEZ, a.s., ev. č. 00/07.

## 2.4 Oblast zvedacích zařízení

Oblast zvedacích zařízení zahrnuje jeřáby mostové a podvěsné, ostatní zvedací zařízení v rozdělení dle nosnosti na dvě skupiny - do 5 tun a nad 5 tun.

Revize těchto zařízení jsou dány plánem revizí a kontrol, jejich periodicita a obsah je dán uvedenými normami:

- Prohlídka - dle ČSN ISO 9927-1, Příloha A
- Revize - dle ČSN ISO 12 480-1
- Inspekce - dle ČSN 270142, ČSN ISO 9927-1 a podle tech. podmínek výrobce.
- Prohlídky a zkoušky elektro - dle ČSN 33 2000-1, ČSN 33 2000-5-523
- Revize elektro - dle ČSN 33 1500, ČSN 33 255, ČSN EN 60 204-1, -32
- Revizní zkoušky - dle ČSN 270 601, ČSN ISO 12 480-1
- Zaměření jeřábových drah - dle ČSN 73 5130 Jeřábové dráhy, ČSN 73 611 Úchytky rozměrů a tvarů ocelových konstrukcí

Požaduje se ukládat protokol k revidovanému zařízení, samostatně celkové hodnocení a popis zjištěných závad.

## 2.5 Oblast měřicí techniky

V oblasti měřicí techniky je požadavek na evidenci cca 25000 ks měřidel pro měření elektrických a mechanických veličin. Podle ČEZ\_ME\_0680r00 - Metrologický řád KE kap. 4.3. je dle požadované přesnosti měřené hodnoty dané veličiny nutno rozlišovat tyto skupiny měřidel [23], [24]:

- HE - hlavní etalon
- PE - pracovní etalon
- SM - stanovené měřidlo
- PM - pracovní měřidlo
- KPM - kontrolní pracovní měřidlo
- OPM - orientační pracovní měřidlo



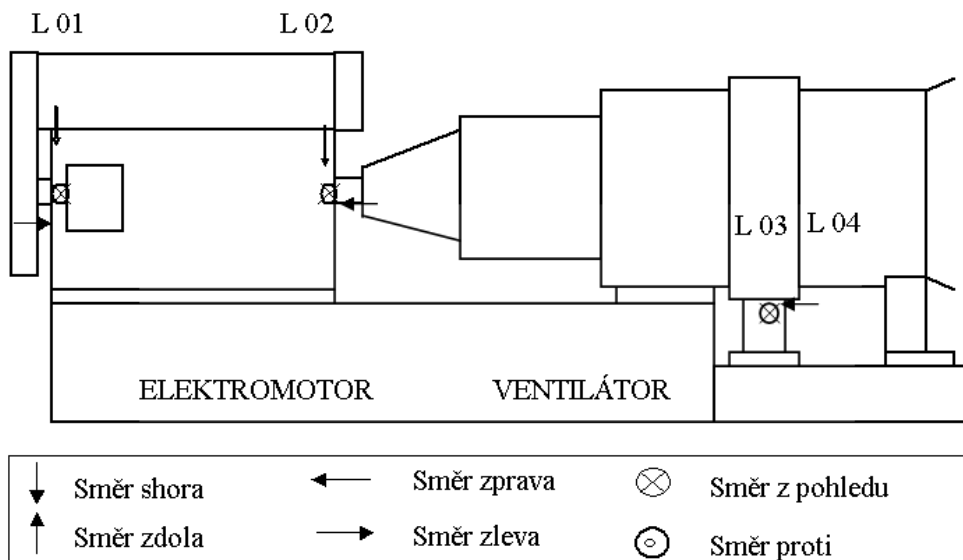
Je požadována možnost plánování kalibrací všech měřidel, ukládání výsledů kalibrace ke každému měřidlu formou kalibračního listu v pdf a samostatné ukládání hodnocení celkového stavu měřidla:

- A - Vyhovující - neseřizováno
- B - Vyhovující - seřizováno
- C - Vyhovující - hranice třídy přesnosti
- D - Uspokojivý - zhoršení třídy přesnosti
- E - Nevyhovující
- X - Kalibrace přeplánována
- Y - Kalibrace zrušena

Je požadováno vytvoření statistiky všech měřidel, vyhodnocených měřidel a statistika termínů kalibrace v grafickém vyjádření.

## 2.6 Oblast vibrodiagnostiky

Tato oblast řeší měření vibrací a jejich vyhodnocení s kontrolou dle norem [31],[32] na rotačních soustrojích čerpadel, dmychadel, kompresorů, ventilátorů a turbosoustrojí. Diagnostika se provádí každé 4 měsíce dle předpisu daného diagnostickou kartou zařízení (DKZ) (obr. 2.4), která udává rozmístění ložisek a směrů měření.



Obrázek 2.4. Předpis pro měření vibrací na vzduchovém ventilátoru

Požaduje se, aby součástí každého protokolu o měření vibrací byla DKZ pro měření soustrojí a k dispozici byly také hodnoty z posledního měření. Protokol obsahuje exaktně změřené hodnoty přenosnými měřicími přístroji a také subjektivní zjištění příčin zvýšených vibrací z nabídky příčin:

- Elektrické poruchy
- Hydraulika
- Mazání
- Nevývaha
- Nesouosost
- Nevývaha
- a jiné

Požadavkem je ukládání zjištěných hodnot a jejich vyhodnocení v tabelární a grafické formě, umístění více diagnostikovaných soustrojí do jednoho protokolu variantně formou inspekční zprávy nebo měření relativních vibrací a to jak pro plánované, tak pro operativní měření vibrací.

## 2.7 Požadavky společné pro všechny oblasti

Pro všechny oblasti výše uvedené v kapitole 2 je třeba vycházet ze skutečnosti, že na jednotlivých lokalitách není značení zařízení jednotné, také hloubka členění zařízení na komponenty je různá. Pro účely integrovaného pojetí diagnostiky zařízení v uvedené šíři je nutno vybudovat centrální registr zařízení s vazbou na informace o výsledcích jednotlivých diagnostik. Pro hodnocení technického stavu zařízení s požadovaným výhledem na jeho chování v budoucnosti, především pro záměry PLIM a LTO, je třeba napojení registru na informace, které poskytující okolní systémy zejména systém pro údržbu AS6. Vazba na registr údržby se požaduje obousměrná, aby bylo vyhověno záměru přenášet výsledky hodnocení technického stavu zařízení zpět do útvaru údržby.

Dalším obecným požadavkem je sjednocení sběru a ukládání provozních hodin zařízení, která mají provozní hodiny totožné s výrobním blokem, pracují v neblokovaném uspořádání výrobní technologie, nebo v případě jejich redundance jednotný sběr vlastních provozních hodin a počtu startů. V případě počtu startů neboli najetí zařízení na nominální provozní parametry se jedná hlavně o turbíny a tlaková zařízení kotle.

### 2.7.1 Značení zařízení

V souvislosti z tvorbou registru pro potřeby diagnostiky je třeba uvažovat se třemi provozovanými systémy značení zařízení: projektové značení, SJZ a KKS.

Značení zařízení je třeba věnovat značnou pozornost, protože zejména v souvislosti s dalšími informacemi o bloku může technické hodnocení hlavního výrobního nabýt většího významu, nebo význam hodnocení může být potlačen. Závisí to na dvou přístupech:

- Manažerské řízení - výrobní blok je v rámci strategie řízení dlouhodobě v útlumu nebo se počítá s jeho renovací
- Dispečerské řízení - výrobní blok pro účely dispečerského řízení elektrizační soustavy pracuje do základního zatížení, je v rezervě nebo pracuje pro špičkové zatížení elektrizační soustavy

Strategii každého bloku určuje AM definováním tzv. portfolia výrobního bloku v tomto rozlišení:

- Celoroční baseload (základní zatížení)
- Dlouhodobá záloha
- Low merit (občasný provoz)
- Middle merit (střednědobý provoz)
- Teplárenství

Základním principem provozování elektráren je skupinový přístup k portfoliu výrobních zdrojů. Vychází z rozdělení zařízení do výrobních bloků, které jsou sestaveny do skupin podle jejich dalšího využívání a stanovení charakteristik jednotlivých skupin bloků. Cílem skupinového přístupu k výrobním zdrojům je přizpůsobení režimu péče o výrobní bloky nejen z pohledu jejich oprav a udržování, ale také dle dodávaného produktu (elektřina, teplo, kombinovaná výroba elektřiny a tepla - teplárenský provoz výrobního bloku).

### 2.7.2 Provozní hodiny

Požaduje se sjednotit způsob sběru vlastních provozních hodin zařízení, navrhnout a zprovoznit systém jejich ukládání do CDS volitelně po měsících nebo za rok. Dále umožnit archivaci historie uložených dat také pro zařízení již dožitá, vyměněná nebo zrušená.

Je možno uvažovat s těmito zdroji dat:

- Útvar provozní ekonomie (excelovské tabulky, vlastní SW zpracování dat)
- Údaje poskytované do SW VYROBA z jednotlivých elektráren (bloky, kotle, turbíny,...)
- Přímé snímání provozních hodin (vypnutí/zapnutí) on-line z řídicích systémů
- Čítače provozních hodin

### 2.7.3 Počty startů

Životnosti turbin ovlivňuje také počet startů, které je proto třeba sledovat podle stanovených typů startů:

- Studený start -  $180\text{ }^{\circ}\text{C} > t_k$ , kde..  $t_k$  = teplota kovu (tělesa turbíny)
- Teplý start -  $180\text{ }^{\circ}\text{C} \leq t_k < 300\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Horký start -  $t_k > 300\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Výkonové změny - za provozu

Pro každý typ startu je stanoven limitní počet startů, po překročení některého z limitů se projektovaná životnost procentuálně snižuje zpětně každým startem.

Požaduje se ukládat jednotlivé počty startů do CDS do SW řešení zabudovat algoritmus snížení životnosti po překročení limitních hodnot.

### 2.7.4 Dokumenty

Pro plánované i operativní předepsané diagnostické metody se požaduje generování strukturovaného protokolu. Po jeho vyplnění je třeba uložit protokol k dotčenému zařízení. Pokud je v protokolu uvedeno více diagnostikovaných zařízení, je třeba zajistit jeho dostupnost pro všechna tato zařízení.

Je třeba zajistit ukládání všech ostatních dokumentů (směrnice, provozní předpisy,...) a jejich sdílení pro libovolný výběr zařízení přes celou DV.

### 2.7.5 Závady

Požaduje se evidovat závady zjištěné při kontrolní, revizní a diagnostické činnosti, zajistit jejich ukládání do zásobníku závad a umožnit evidenci jejich stavů při řešení/odstranění závady. Neodstraněné závady u daného zařízení zpětně zaznamenat do generovaného protokolu. Barevně zvýraznit nedodržení termínu odstranění závady, neodstranění závady v náhradním termínu a přesunutí závady do neshod, tedy řešení závady náhradním způsobem.

Požaduje se převedení záznamu do stavu "závada ukončena" manuálně nebo pomocí zpětné vazby z údržbového systému automaticky.



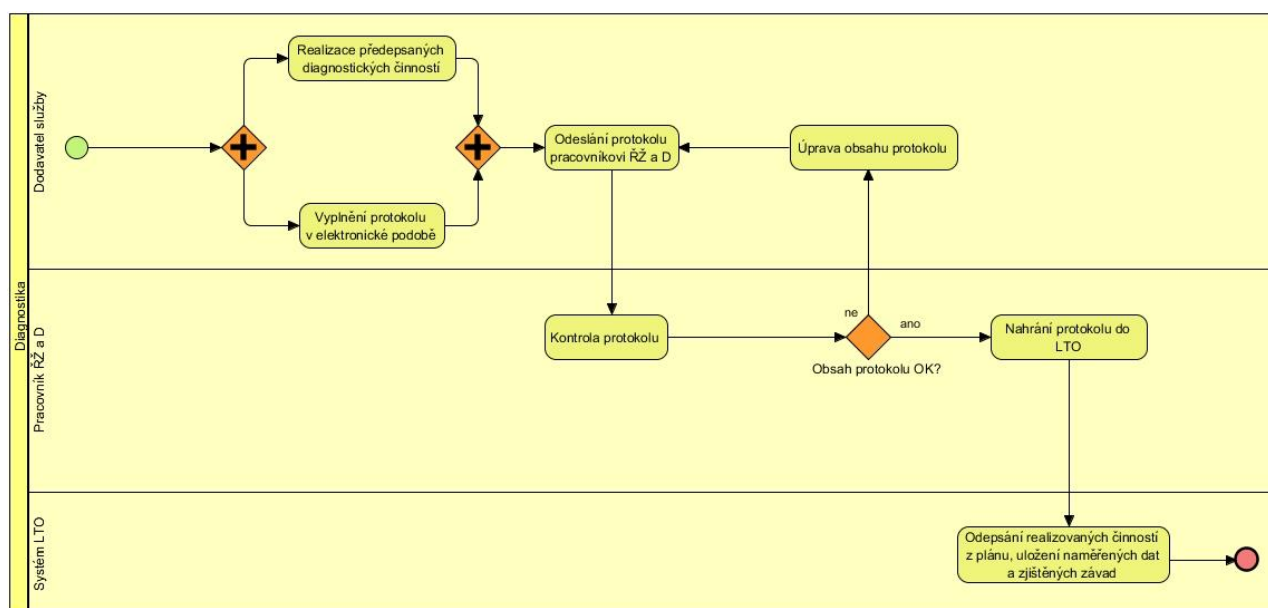
### 3. Procesní analýza důležitých oblastí zpracování informací

Požadavky formulované uživateli v předcházející kapitole byly standardizovány pomocí procesních diagramů. Prostřednictvím takto popsaných procesů byly definovány jednotlivé moduly a stanoveny jejich funkce pro vytvořený informační systém s pracovním názvem LTO suite, který má ambice plnit roli integrovaného řešení diagnostiky výrobního zařízení v české energetice [41].

Pro popis procesních modelů uvedených v této kapitole byla použita notace BPMN (verze 2.0), která je v současné době považována za standard pro grafické znázornění nejen byznys procesů. Vysvětlení jednotlivých komponent, které se v této notaci používají, ukazuje tabulka "Vysvětlivky k použitým symbolům".

#### 3.1 Celkový přehled procesů v diagnostice a údržbě

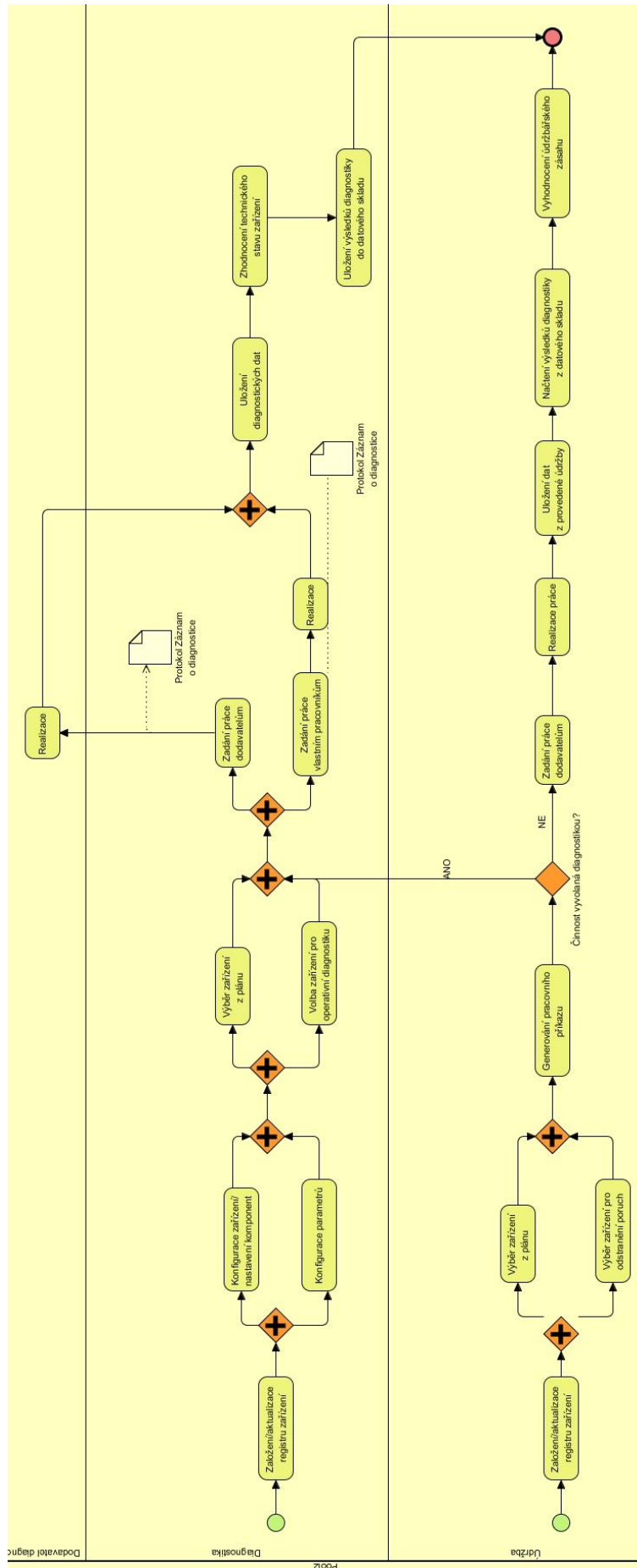
Diagnostika je nadstavba nad údržbou, poskytuje služby formou koncentrovaných informací o technickém stavu zařízení v době šetření. Na obr. 3.1.1 je znázorněno provádění diagnostiky dodavatelským způsobem. Kontrola protokolu probíhá na správnost vyplnění vybraných položek automaticky.



Obrázek 3.1 Realizace diagnostických činností

Primárním zdrojem informací pro útvar diagnostiky je evidence zařízení vedená v registru údržby AS6. Je to z toho důvodu, že veškeré diagnostické činnosti se mohou vykonávat a tedy plánovat pouze s vědomím útvaru údržby (obr. 3.1.2), neboť tento útvar musí zajistit práce na zařízení po stránce technické, bezpečnostní (odpojení zařízení ze všech stran možného napájení elektrické, mechanické nebo tepelné energie) a po stránce finanční.

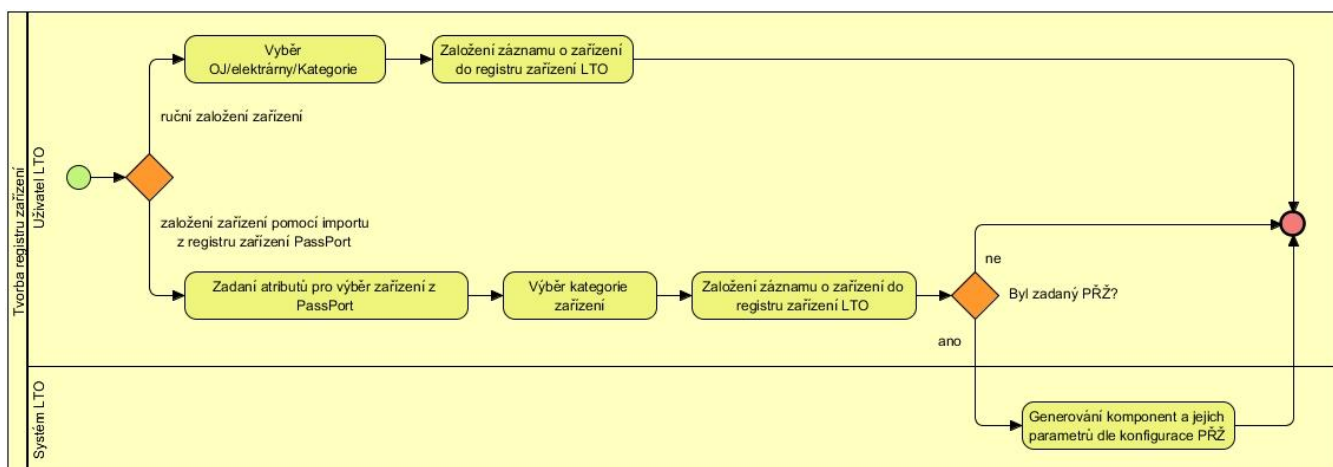
Potřeba provedení diagnostiky na daném zařízení může být iniciována buď jako výsledek revizní a kontrolní činnosti a nebo posouzením technického stavu tohoto zařízení při jeho provozování nebo údržbě.



Obrázek 3.1.2 Celkový přehled procesů v diagnostice a údržbě

### 3.2 Registr zařízení LTOs

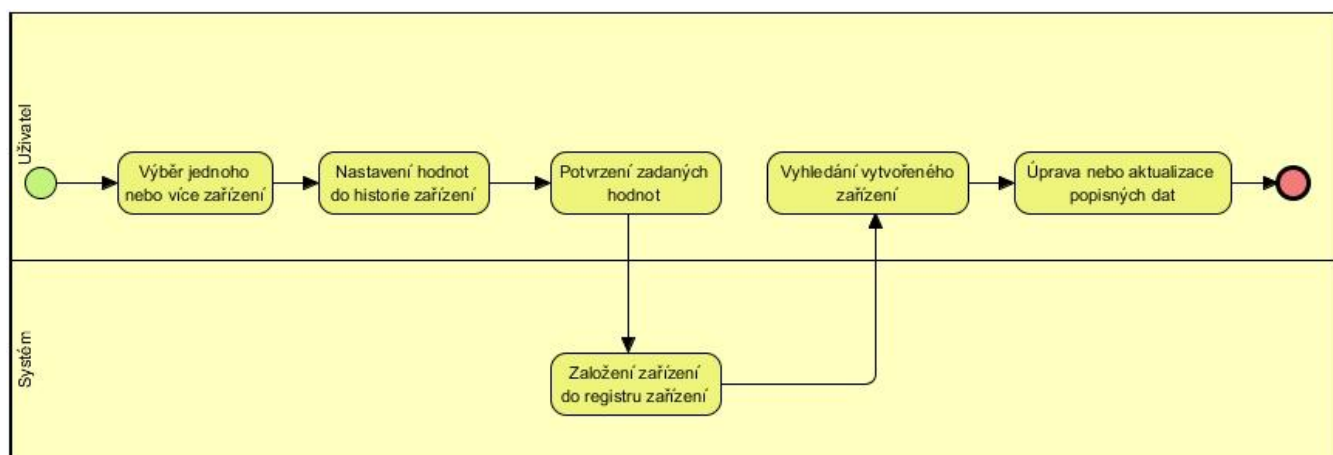
Procesy registru zařízení obr. 3.2.1 jsou navrženy tak, aby splňovaly všechny požadavky pro vytváření jeho věcné náplně, tedy zakládání popisných dat o zařízení a jejich údržbu. Záznamy o evidenci zařízení je možno vytvářet v registru LTOs samostatně nebo je lze iniciovat přímým přístupem do databáze registru. Po iniciaci se vytvoří nový záznam v registru LTOs, do kterého se převedou všechny požadované informace. Vytvořený záznam se následně doplní o další informace vyžadované v prostředí LTOs, jako je zařazení do plánu, diagnostiku lze provádět pouze při odstávce zařízení a další upřesnění. Pokud je k dispozici odpovídající PŘŽ, lze přímo dle předpisu v PŘŽ obsaženém generovat standardní rozpad zařízení na komponenty a k nim připojené parametry.



Obrázek 3.2.1 Registr zařízení

#### 3.2.1 Založení záznamu kopírováním

Pro usnadnění práce uživatele s registrem zařízení LTOs při jeho doplňování je programována funkčnost "Založení zařízení kopírováním zařízení již existujícího", jak je ukázáno v procesním diagramu na obr. 3.2.2.



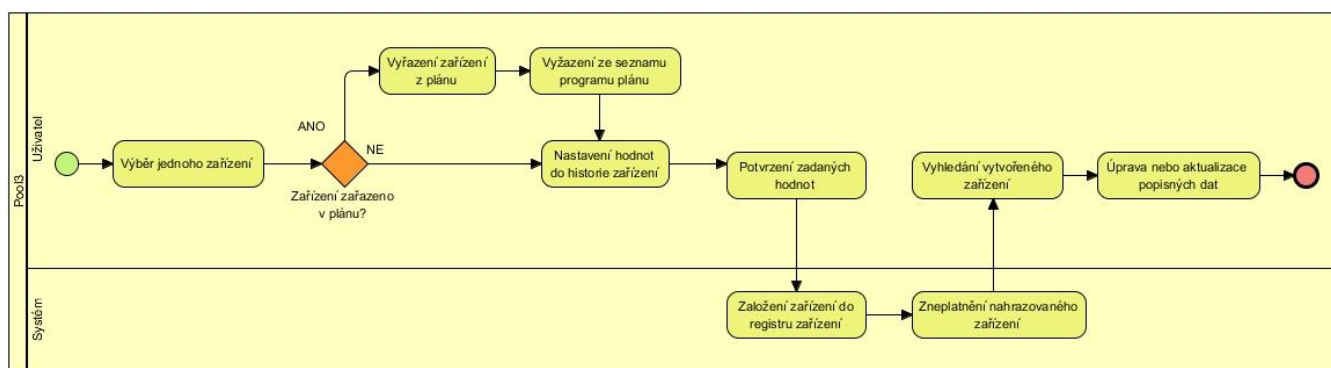
Obrázek 3.2.2 Založení zařízení kopírováním

U každého takto nově vytvořeného zařízení se zkopírují vybrané identifikační údaje o technologické pozici, nastaví se údaje pro plnění historie a stávající zařízení se ponechá beze změny. Pokud existuje u zařízení vazba na diagnostické metody, pracovní skupiny, periody zhotovitele a ceny, pak se tyto údaje přenesou ke zkopírovanému zařízení také.

Tuto funkčnost lze s výhodou využít pro založení většího množství nových záznamů v registru LTOs, kdy se vytvořené záznamy vyexportují ve formátu xls, upraví v prostředí MS Excel a naimportují do LTOs zpět.

### 3.2.2 Výměna zařízení

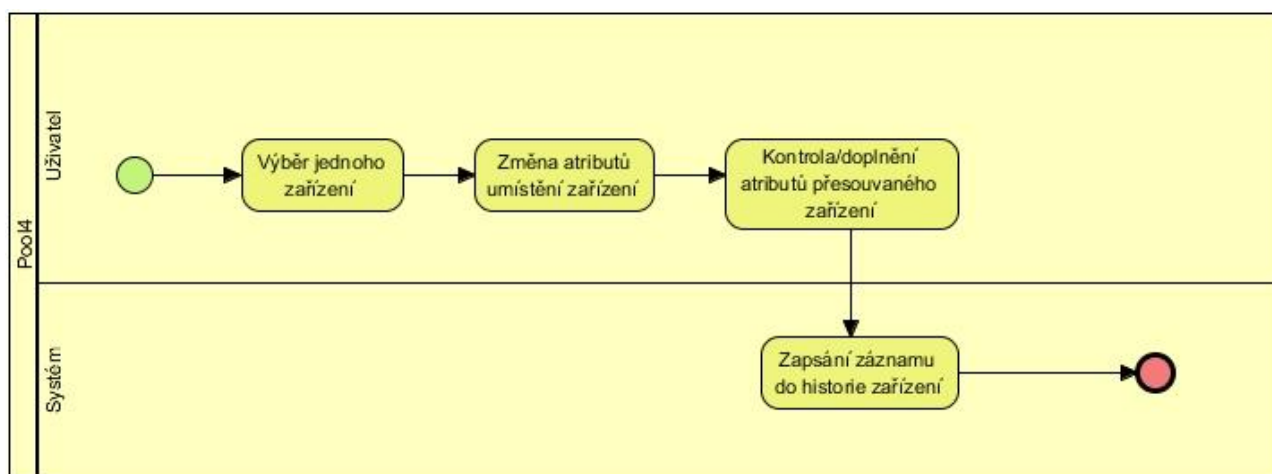
Funkčnost "Výměna zařízení se uplatní v případě, že zařízení ukončilo svoji životnost a je nahrazeno stejným jiným se stejnou funkčností a stejnými technickými parametry. Jedná se o stejnou funkčnost, která je popsána v bodě 3.2.1 pouze s tím rozdílem, že stávající zařízení se zneplatní a proces lze realizovat pouze po jednom zařízení. Popsaný proces je znázorněn na obr. 3.2.3.



Obrázek 3.2.3 Výměna zařízení

### 3.2.3 Přesun zařízení

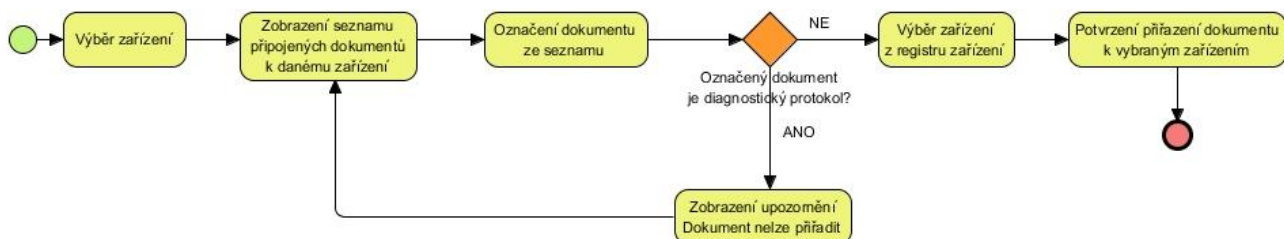
Tato funkce se použije pro přesun zařízení v rámci lokality nebo na jinou lokalit poté, kdy bylo dané zařízení (jedná se především o VT, ST a NT rotory turbín) v opravárenském závodě nebo již na skladě. Opět je umožněna "manipulace" pouze s jedním zařízením, přičemž se atributy přesunu zaznamenají do historie (obr. 3.2.4).



Obrázek 3.2.4 Přesun zařízení

### 3.3 Dokumenty

Funkčnost LTOs v části manipulace s dokumenty umožňuje v souladu s požadavkem v odstavci 2.7.4 sdílet dokumenty k vybranému zařízení, které byly v minulosti k některému zařízení již přiřazené. Z nabízeného seznamu dokumentů lze přiřadit pouze ty, které nemají charakter diagnostického protokolu (obr. 3.3.1).



Obrázek 3.3.1 Přiřazení již existujícího dokumentu k vybraným zařízením

Sdílení je provedeno formou odkazu, takže počet protokolů uložených v databázi tímto procesem narůstá. Pro případ nově zaváděného dokumentu do LTOs se postupuje dle kroků popsaných v procesním diagramu na obr. 3.3.2.



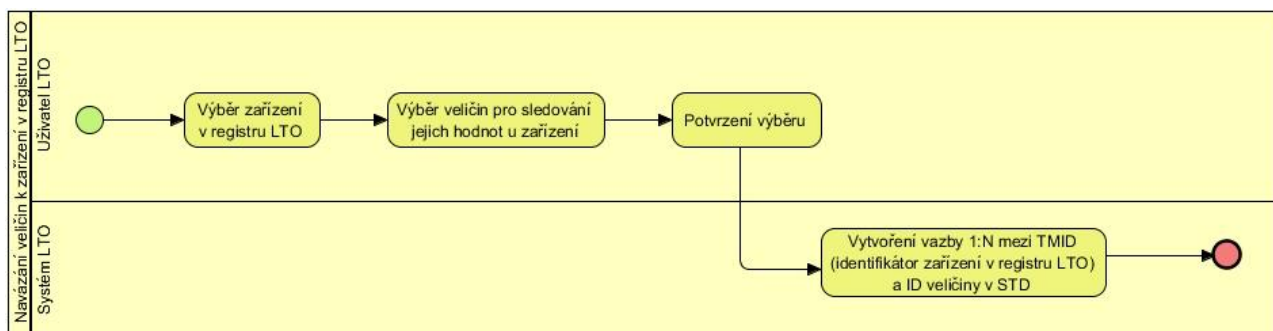
Obrázek 3.3.2 Přiřazení nového dokumentu k vybraným zařízením

### 3.4 Technologické veličiny

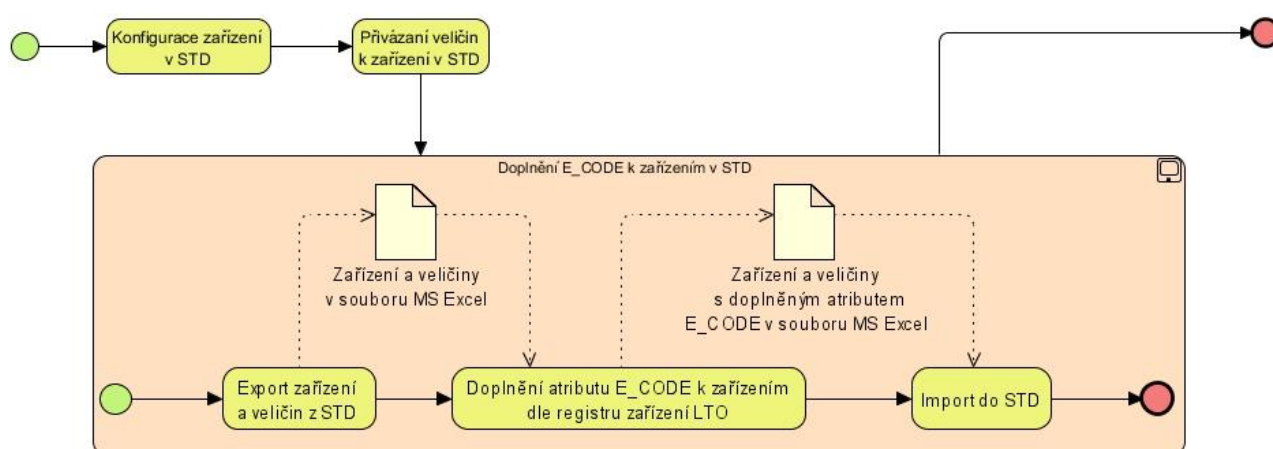
Významnou funkcí LTOs je přiřazení provozních veličin z řízení technologie k hodnocenému zařízení, čímž je řešen požadavek formulovaný v odstavci 2.2.8. Lze přiřadit libovolnou provozní veličinu registrovanou ve skladu technologických dat (obr. 3.4.1). To znamená, že pro hodnocení technického stavu zařízení lze využít jak hodnot veličin připojených k dané technologické pozici, tak provozních dat o zařízeních pracujících v jiné části systému nebo společné technologie.

Z historických důvodů jsou některé veličiny v STD značeny systémem, který používá SKŘ na dané výrobní jednotce nebo lokalitě. V tomto případě činnost přeznačení signálů řídí procesním diagramem dle obr. 3.4.2.

Je nutno konstatovat, že přeznačení signálů, lépe řečeno jejich doplnění o jednotnou identifikaci, bude vyžadovat z důvodů dohledání příslušnosti jednotlivých signálů k technologii v projektové nebo provozní dokumentaci značnou trpělivost a pracnost.



Obrázek 3.4.1 Navázání veličin k zařízením v registru LTO



Obrázek 3.4.2 Sjednocení identifikace provozních veličin z různých SKŘ

### 3.5 Skupiny zařízení

Za účelem hodnocení technické stavu velkého počtu zařízení stejného typu (např. armatury, pohony,..) musí být umožněno vytváření skupin (obr. 3.5.1). Musí být umožněno vytvoření těchto skupin:

- Skupina pro řízení životnosti - výsledky hodnocení vybraných zařízení "reprezentantů" se aplikují na všechny členy skupiny
- Skupina souvisejících zařízení - jsou zařízení zahrnuta do okolí hodnoceného zařízení, pro které tato skupina poskytuje podpůrné informace pro zhodnocení jeho technického stavu.
- Skupina pro HR - poskytuje výsledné hodnocení daného systému, který sdružuje vybraná zařízení průřezově přes všechny technologie výrobního bloku. Jedná se o podklady pro sestavení souhrnné zprávy o stavu bezpečnostně významných zařízeních v JE.

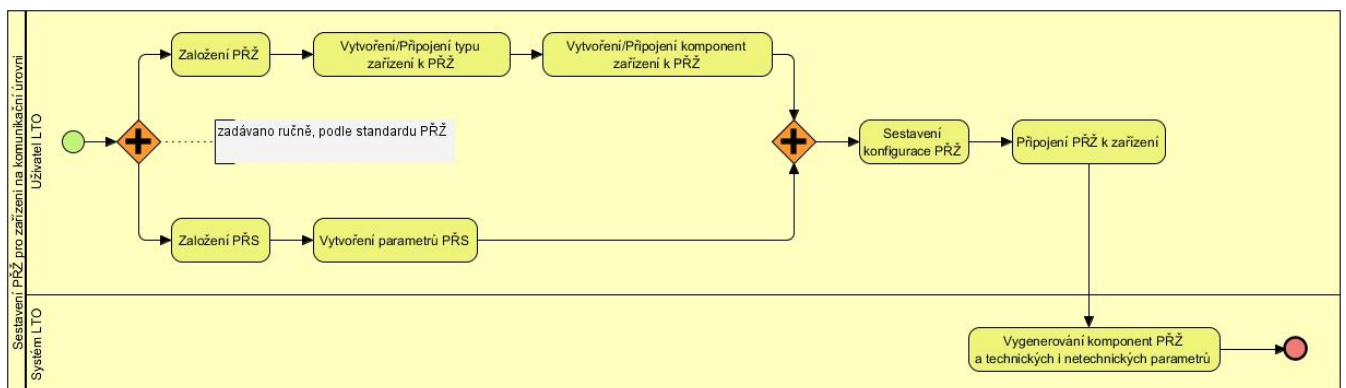




Obrázek 3.5.1 Přirazení zařízení do skupin

### 3.6 Sestavení PŘŽ

Posloupnost jednotlivých činností znázorněných na obr. 3.6.1 podporuje proces vytváření jednotné konfigurace zařízení, tzv. rozpadu zařízení daného typu na komponenty a jejich sledované parametry. Jednotná konfigurace zařízení (např. Chladicí věže) je zakotvena v tzv. Standardu řízení životnosti. Aplikace Standardu na daný typ zařízení (např. chladicí věž ventilátorová) je řešena Technickým standardem řízení životnosti.

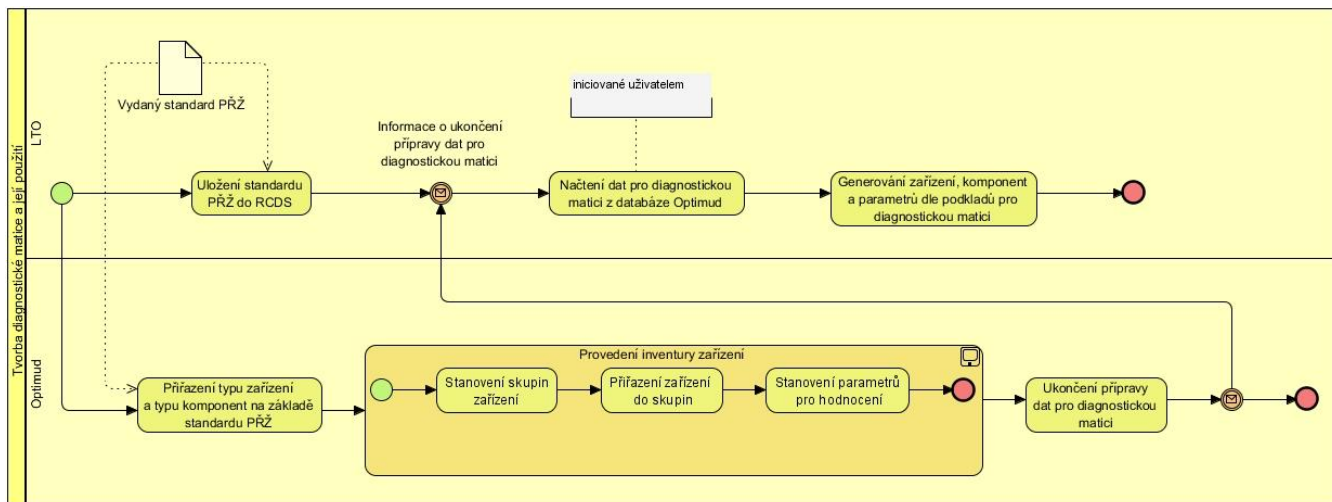


Obrázek 3.6.1 Sestavení PŘŽ pro zařízení na komunikační úrovni

#### 3.6.1 Tvorba diagnostické matice pro JE

Součástí Standardu pro řízení životnosti je diagnostická matice, která udává relaci mezi komponentami a vybranými parametry, kterými se hodnotí působení degračních mechanismů. V jaderné energetice se oproti energetice klasické musí brát v úvahu jaderná bezpečnost provozovaných zařízení. Z tohoto důvodu je proces tvorby této matice ve srovnání s KE složitější. Veškeré podklady pro její tvorbu prochází schvalovacím procesem tzv. "inventury zařízení" (obr. 3.6.2). Diagnostická matice pro JE v porovnání s KE obsahuje z výše uvedeného důvodu navíc tyto parametry:

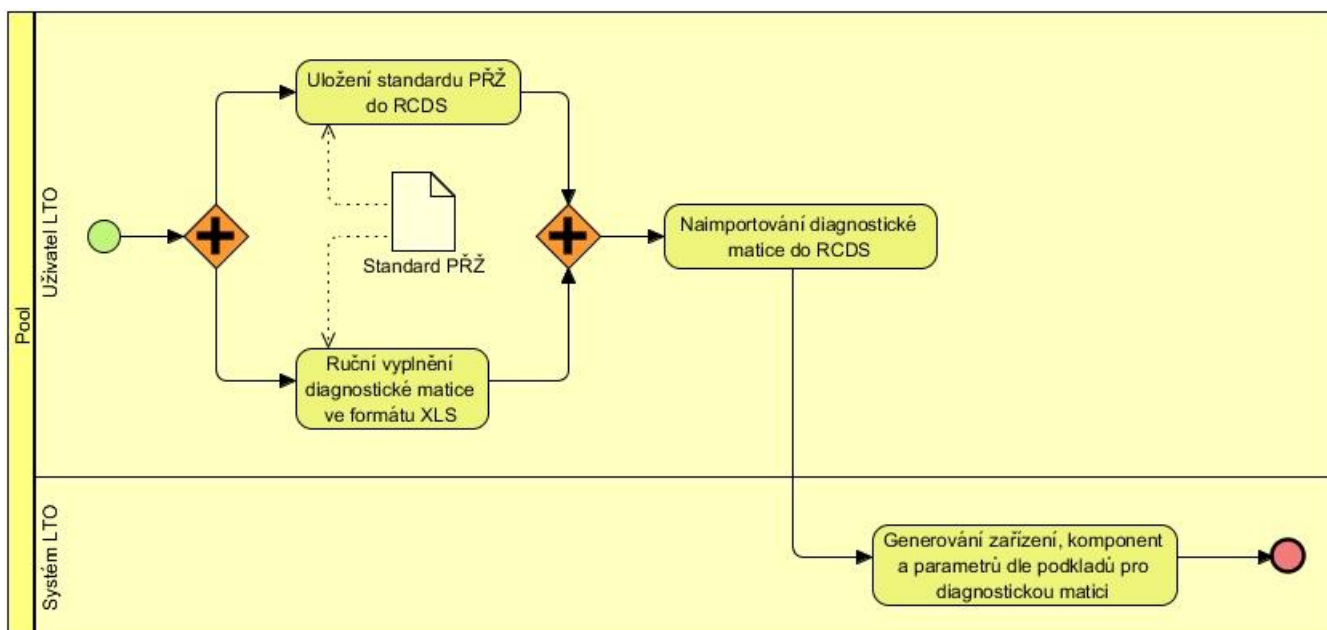
- Koncepční stárnutí
- Plnění limitů a podmínek (LaP) stanovených pro provoz daného typu zařízení
- Časové omezení životnosti
- Nízkocyklová únava
- Rozvoj registrovaných vad



Obrázek 3.6.2 Tvorba diagnostické matice JE

### 3.6.2 Tvorba diagnostické matice pro KE

Tvorba diagnostické matice pro klasické elektrárny je z důvodů uvedených v kapitole 3.6.1 procesně jednodušší. Standardy PRŽ jako schválené dokumenty se ukládají do datové část registru LTOs (registr centrálního datového skladu - RCDS), diagnostická matice ve formátu MS Excel je importovacím nástrojem nahrána do databázového prostředí LTOs.



Obrázek 3.15 Tvorba diagnostické matice KE



### 3.7 Plánování

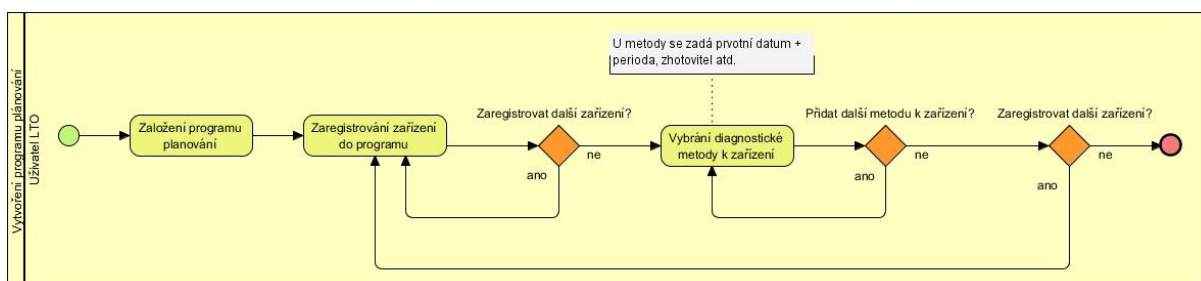
Kvalitní plánování kontrolních, revizních a diagnostických činností se neobejde bez přípravných prací, které spočívají v zavedení číselníků pro:

- Metody pokrývající všechny činnosti
- Nadřazené metody zahrnující metody s menší periodou nebo rozsahem prací
- Pracovní skupiny
- Zhotovitele (firmy/pracovníci)
- Druhy osvědčení (oprávnění k revizní činnosti)

Po naplnění číselníků je možno zahájit přípravu položky pro zařazení do plánu dle procesní diagram na obr. 3.7.2. Položkou pro plán se zařízení stává poté, co bylo opatřeno těmito údaji:

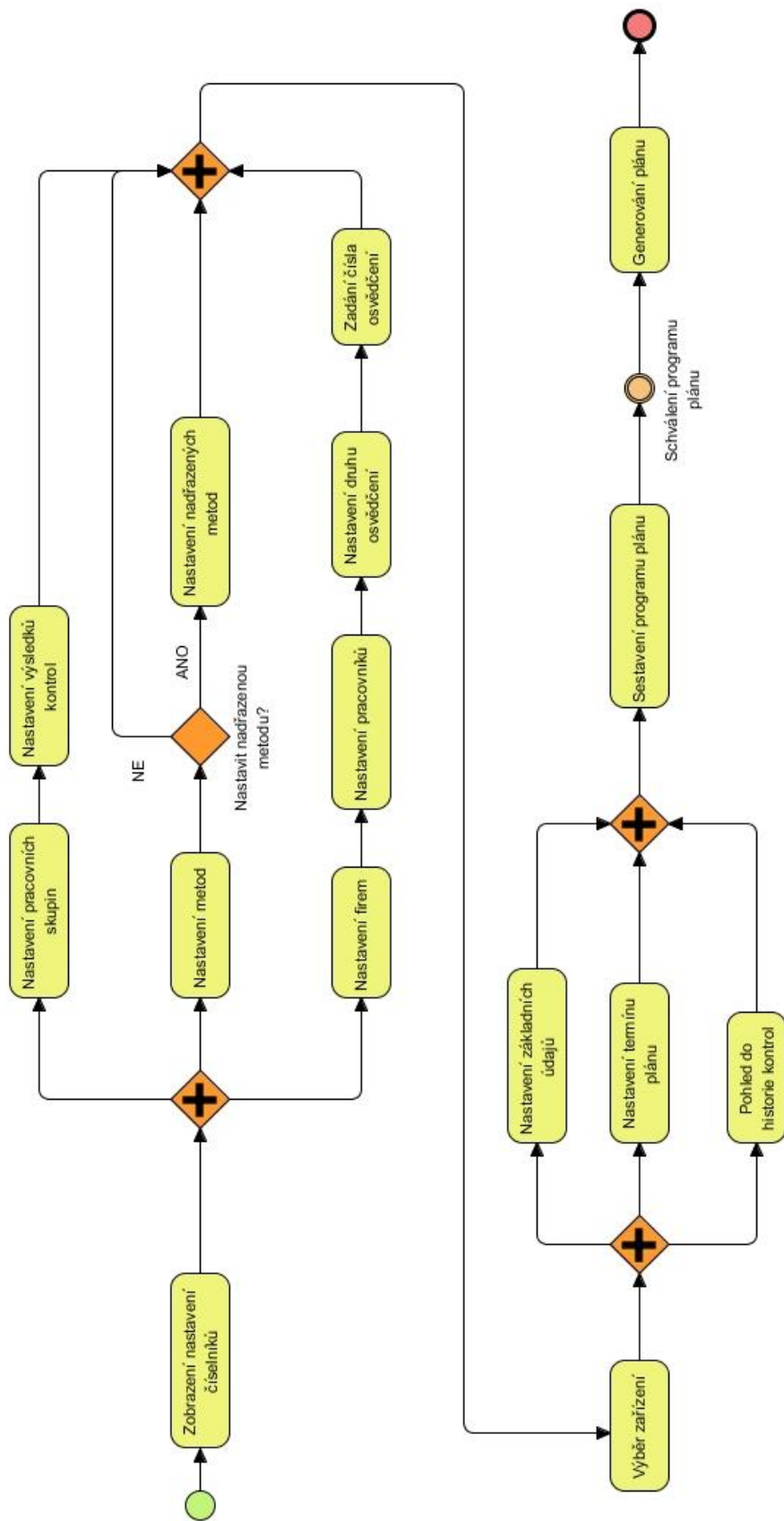
- metoda
- pracovní skupina
- termín příští kontroly
- interval
- typ intervalu
- zhotovitel
- cena

Pokud se tyto údaje připojí ke všem zařízením, hovoříme o sestavení programu pro generování plánu. Tento proces je znázorněn na obr. 3.7.1.

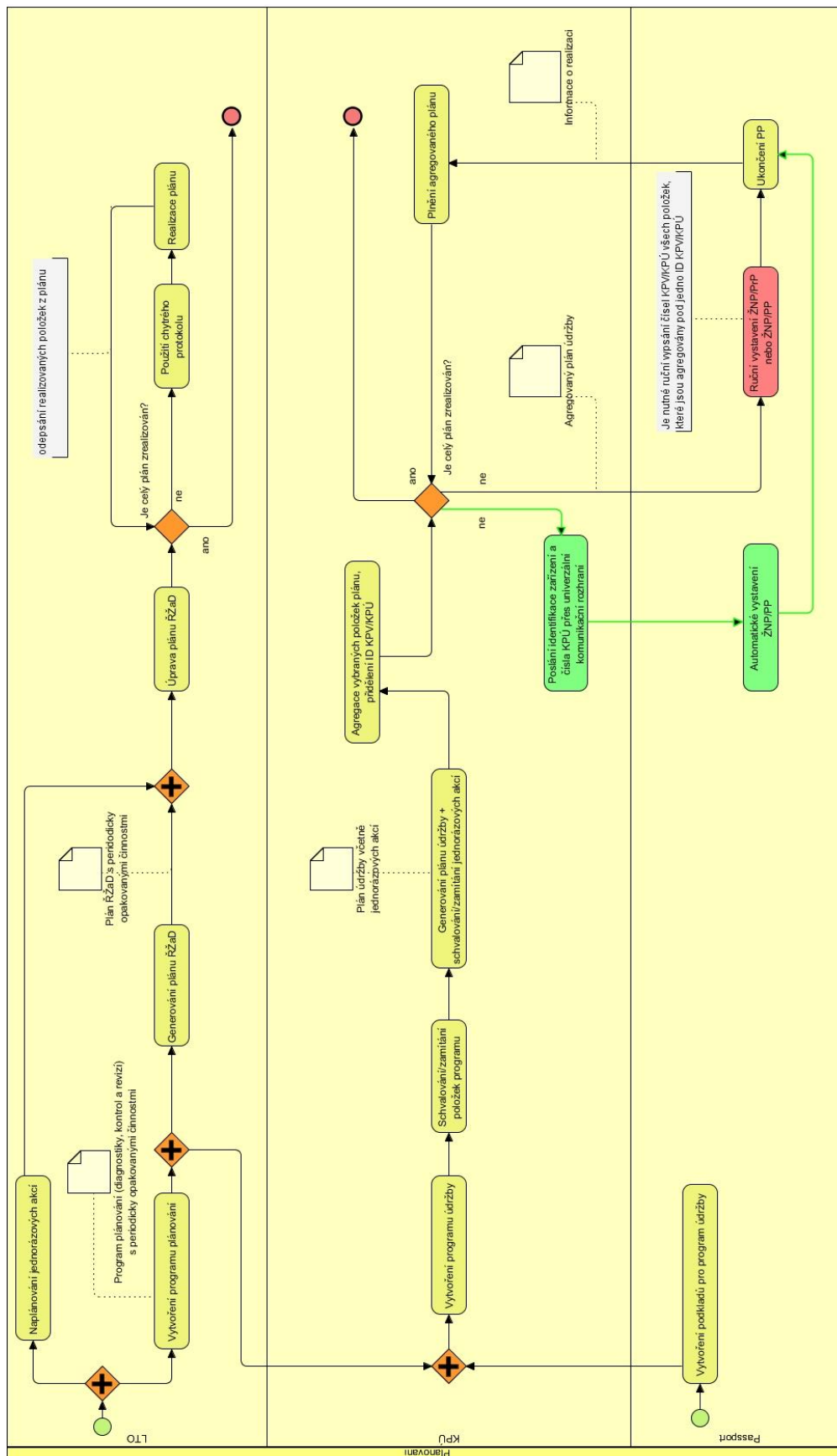


Obrázek 3.7.1 Vytvoření programu pro generování plánu

Plán diagnostických činností se vytváří odděleně od plánu činností údržbových, následně dochází k synchronizaci plánů a doplnění plánu diagnostik do plánu údržby v sekci KPÚ (obr.3.7.3). Je možné naplánovat jednorázové akce pouhým vynulováním intervalu, posouvat plánované akce v čase, zneplatňovat naplánované položky a provádět "modelaci plánu", tedy jakési cvičné sestavení vybraných částí plánu.



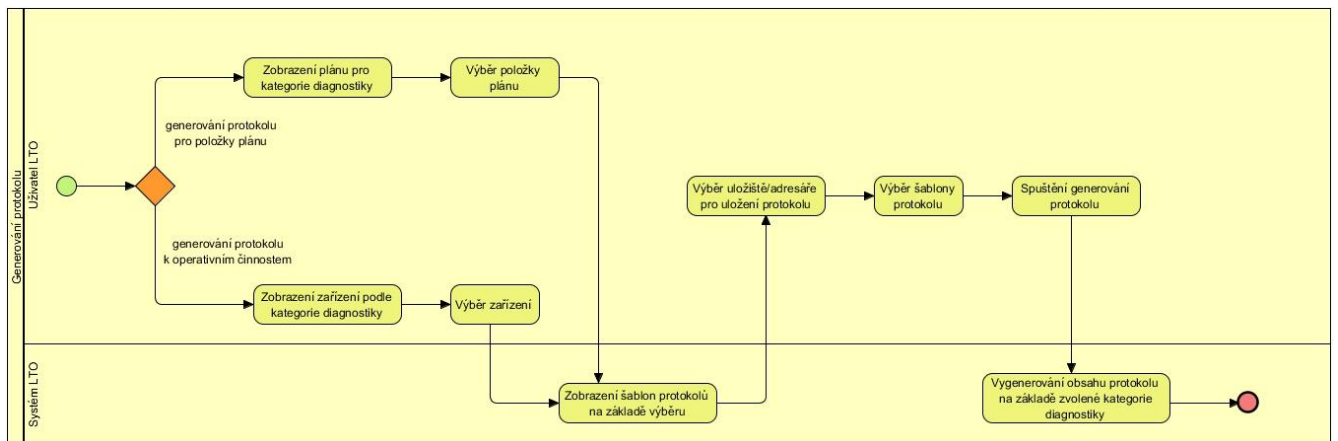
Obrázek 3.7.2 Příprava položky plánu



Obrázek 3.7.3 Generování plánu z programu plán

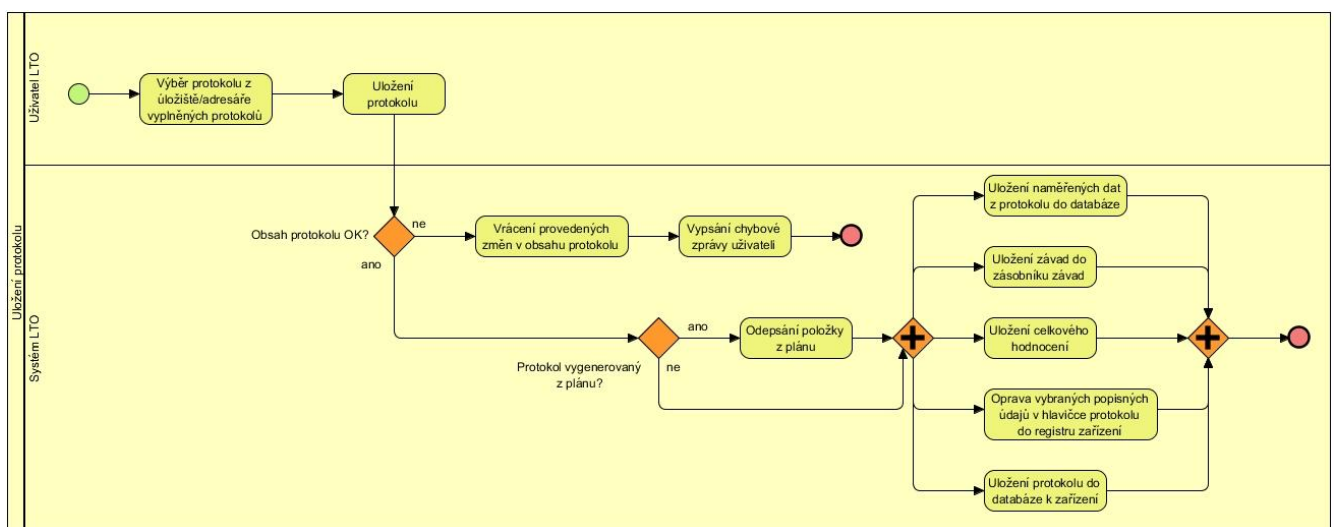
### 3.8 Protokoly

Výměna informací mezi pracovníky odboru TKaD a dodavatelem diagnostických prací je umožněna prostřednictvím strukturovaného "chytrého protokolu" vytvořeného v prostředí MS Word. Pro každou metodu nebo skupinu metod je vytvořena samostatná šablona. Její struktura odpovídá potřebám provádění diagnostiky dle dané metody. V procesním diagramu na obr. 3.8.1 je dle požadavku v odstavci 2.7.4 znázorněno generování protokolů pro plánované činnosti i operativní nárazové akce. Vygenerovaný protokol systémem LTOs slouží pro dodavatele jako podklad pro zadání práce.



Obrázek 3.8.1 Generování protokolu

Po vyplnění protokolu zhotovitelem (dodavatelem služby) je možno ukladačem v prostředí LTOs naimportovat dokument do databáze CDS. Při procesu ukládání probíhá automatická kontrola správnosti vyplnění vybraných údajů. Proces ukládání protokolu je znázorněn na obr. 3.8.2.



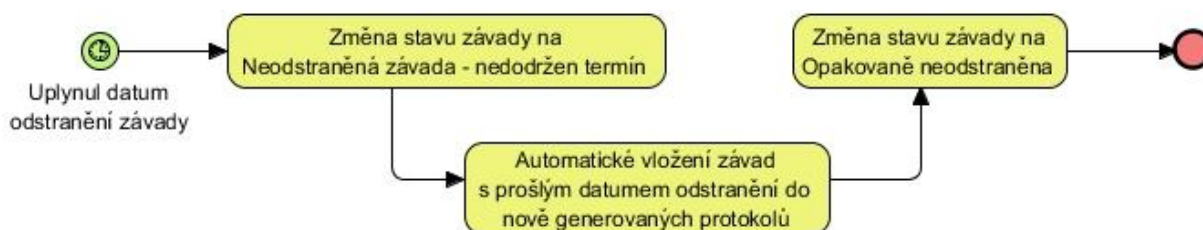
Obrázek 3.8.2 Ukládání protokolu

### 3.9 Řešení závad

Při spuštění procesu ukládání protokolu do databáze jsou do zásobníku závad importovány také všechny závady, které jsou zjištěny při diagnostické, revizní a kontrolní činnosti, jak je ukázáno na procesním diagramu (obr. 3.8.2). Každá závada je zásobníku závad jednoznačně identifikována s vazbou na dané zařízení. Dále jsou uloženy tyto důležité informace:

- Text závady
- Datum zjištění závady
- Požadovaný termín odstranění závady
- Datum skutečného odstranění závady
- Odstranil - jméno provozovatele/správce/majitele zařízení
- Číslo protokolu, kterým byla závada zjištěna
- Číslo PP, kterým byla závada zjištěna (iniciační PP)
- Číslo ŽNP, kterým byla závada požadována odstranit
- Číslo PP, kterým byla závada odstraněna (realizační PP)
- Stav realizačního PP

Pokud závada nebyla v požadovaném termínu odstraněna, je při následné revizi automaticky generována do nového protokolu dle procesního diagramu na obr. 3.9.1. Při vyplňování nového protokolu je možno posunout požadovaný termín odstranění této závady, který se opět uloží do zásobníku závad.

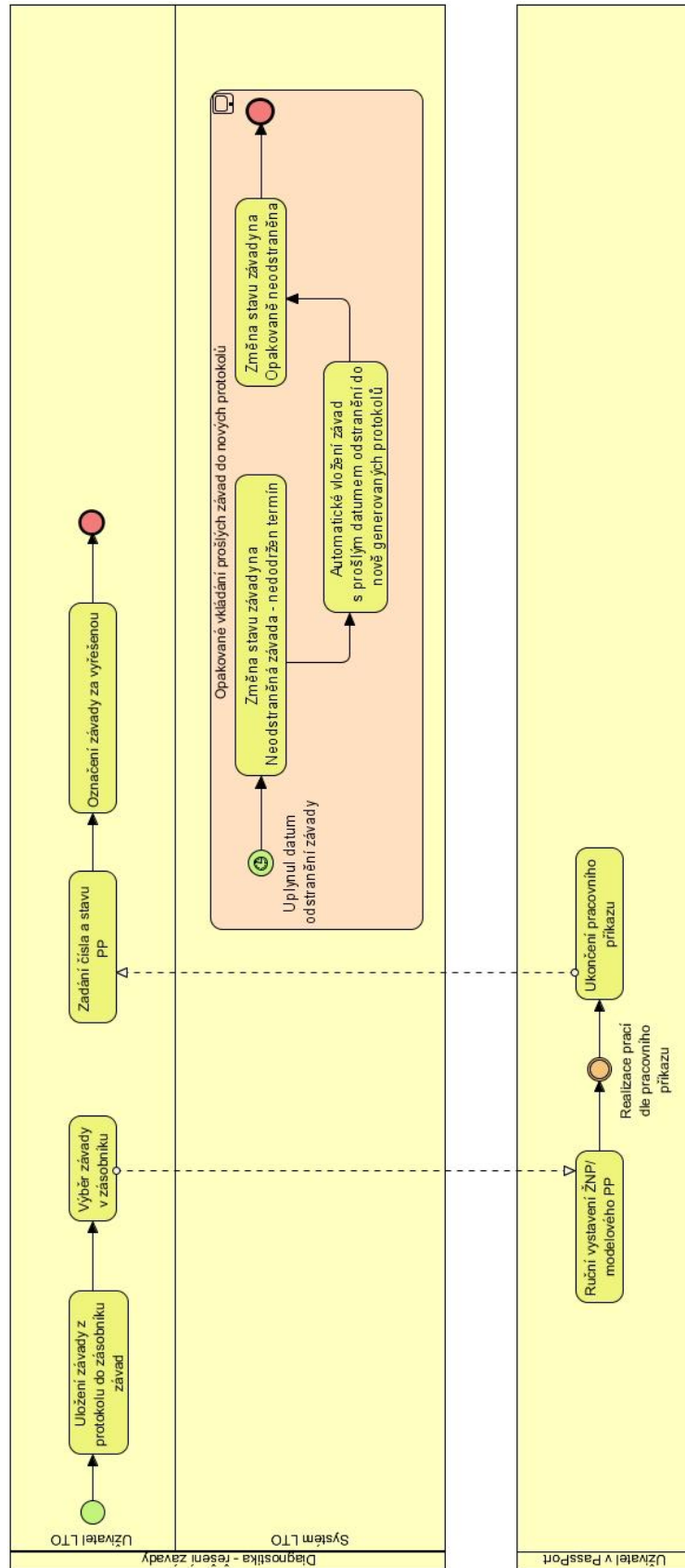


Obrázek 3.9.1 Generování neodstraněných závad zpět do protokolu

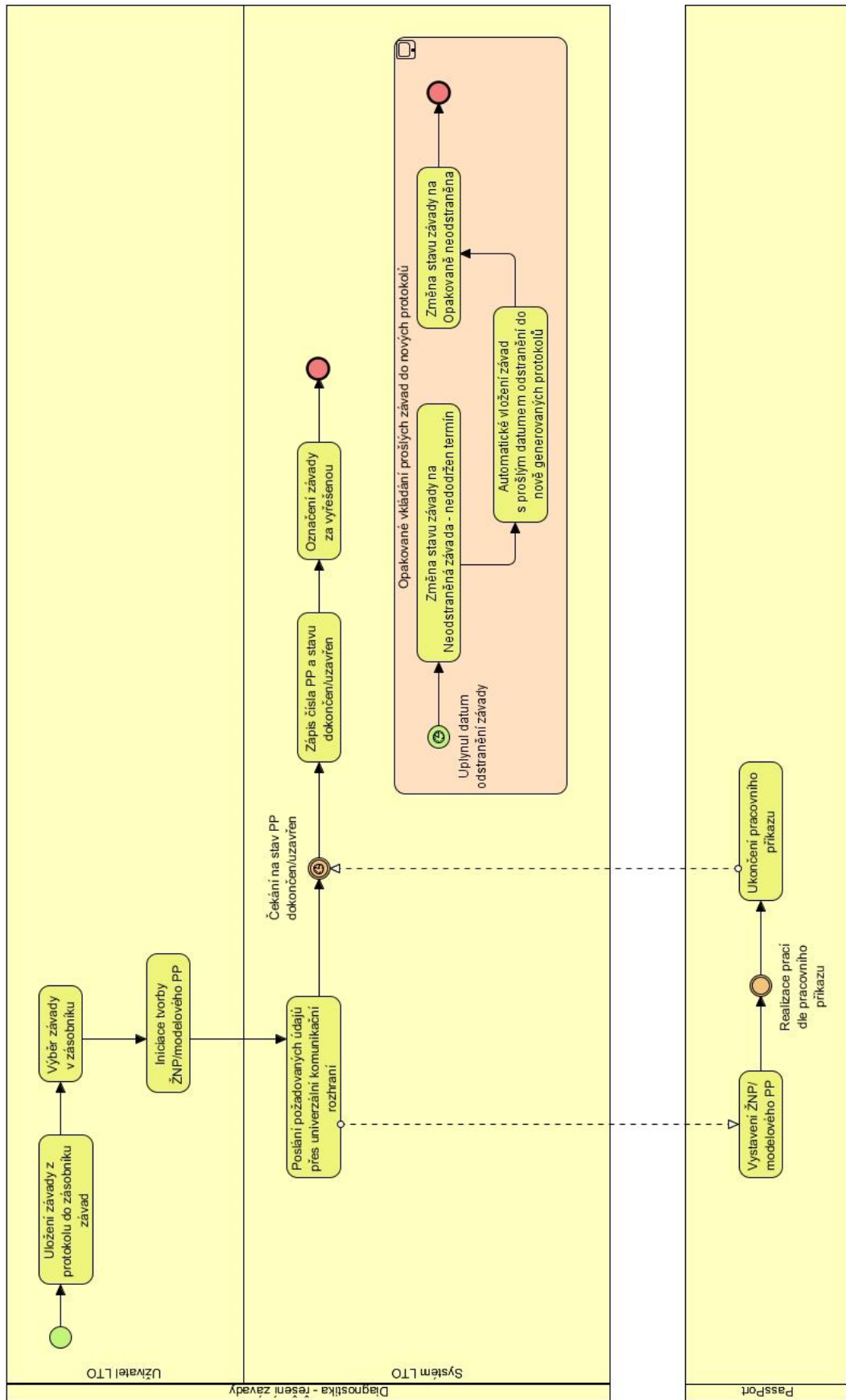
Tímto způsobem je zajištěno, že každá závada bude buď odstraněna nebo ve výjimečných případech je možno řešit její odstranění mimo tento proces vystavením formuláře neshody. V něm se uvede posouzení charakteru závady nebo zda se o závadu vůbec jedná.

Odepsání závady v zásobníku lze v zásadě dvěma způsoby:

- Ručně - vypíše se číslo realizačního PP, systém LTOs zapíše datum, nastaví stav závady na "odstraněno" a do položky odstranil vypíše jméno uživatele přihlášeného do systému (obr.3.9.2)
- Automaticky po uzavření realizačního PP v údržbovém systému AS6, jak je ukázáno v procesním diagramu na obr. 3.9.3.



Obrázek 3.9.2 Odstranění závady - odepsání závady uživatelem



Obrázek 3.9.3 Odstranění závady - odepsání závady systémem

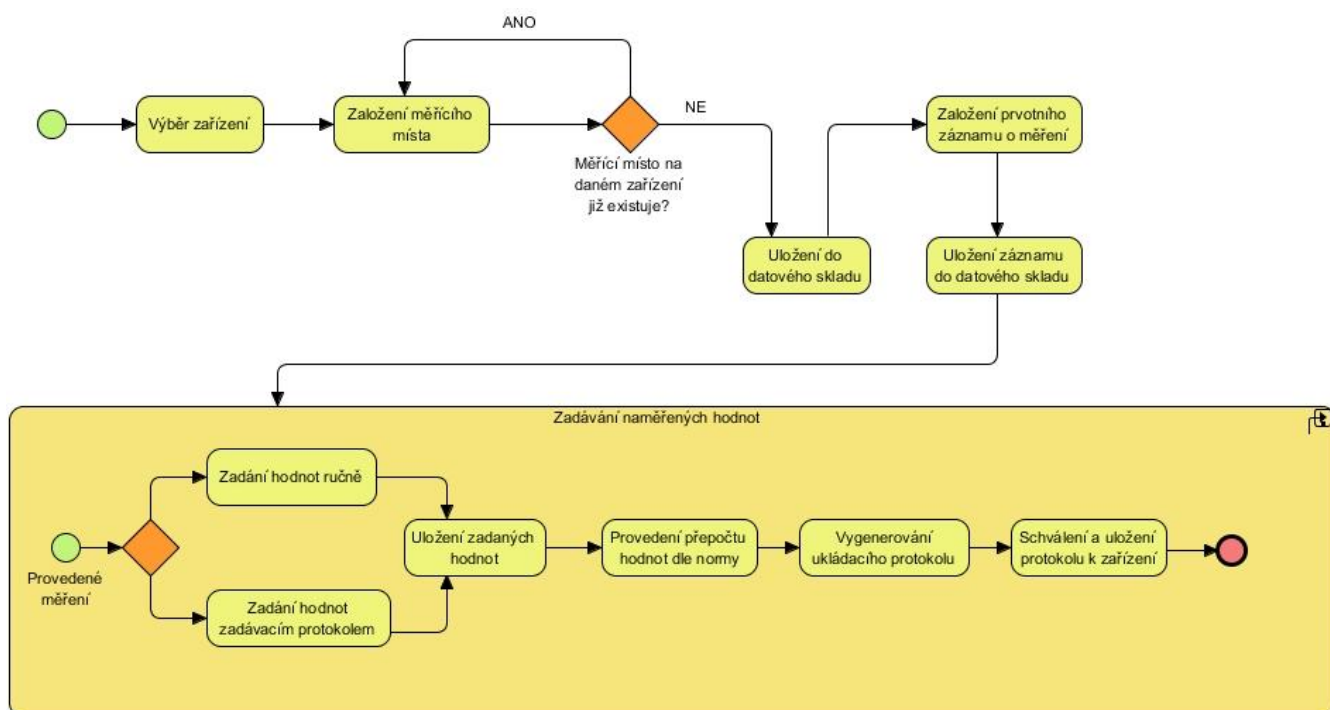


### 3.10 Diagnostika tlakových zařízení

Zpracování dat z diagnostiky tlakových zařízení je v porovnání s procesem popsáným v kap. 3.8 složitější záležitost, proto je tento proces popsán v této kapitole zvlášť. Jedná se o data získaná z měření tečení materiálu, která je třeba uložit do databáze, zpracovat je za použití historických dat a výsledky zaprotokolovat. Z tohoto důvodu je třeba generovat protokol zadávací, do kterého se zapisují naměřená data a protokol vyhodnocovací, který v podstatě vyplňuje zpracovanými daty LTOs sám a překládá jej pracovníkovi TKaD ke kontrole a doplnění celkového hodnocení úspěšnosti diagnostiky na dané zařízení, jak je znázorněno v dolní části obr. 3.10.1.

Zadávací protokol slouží k evidenci a ukládání zjištěných nebo neodstraněných závad, vyhodnocovacím protokolem se při jeho ukládání nastaví položka plánu na stav "realizováno".

Evidenci měřicích míst je třetí úroveň rozpadu zařízení. Tato úroveň není řízena Standardem PRŽ, ale je vytvářena dle potřeby přímo v modulu diagnostika KE v části Tlaková zařízení. Proces vytváření měřicích míst je znázorněn v horní části obr. 3.10.1.



Obrázek 3.10.1 Založení měřicího míst

Pro zakládání měřicího místa se v CDS generují tyto položky:

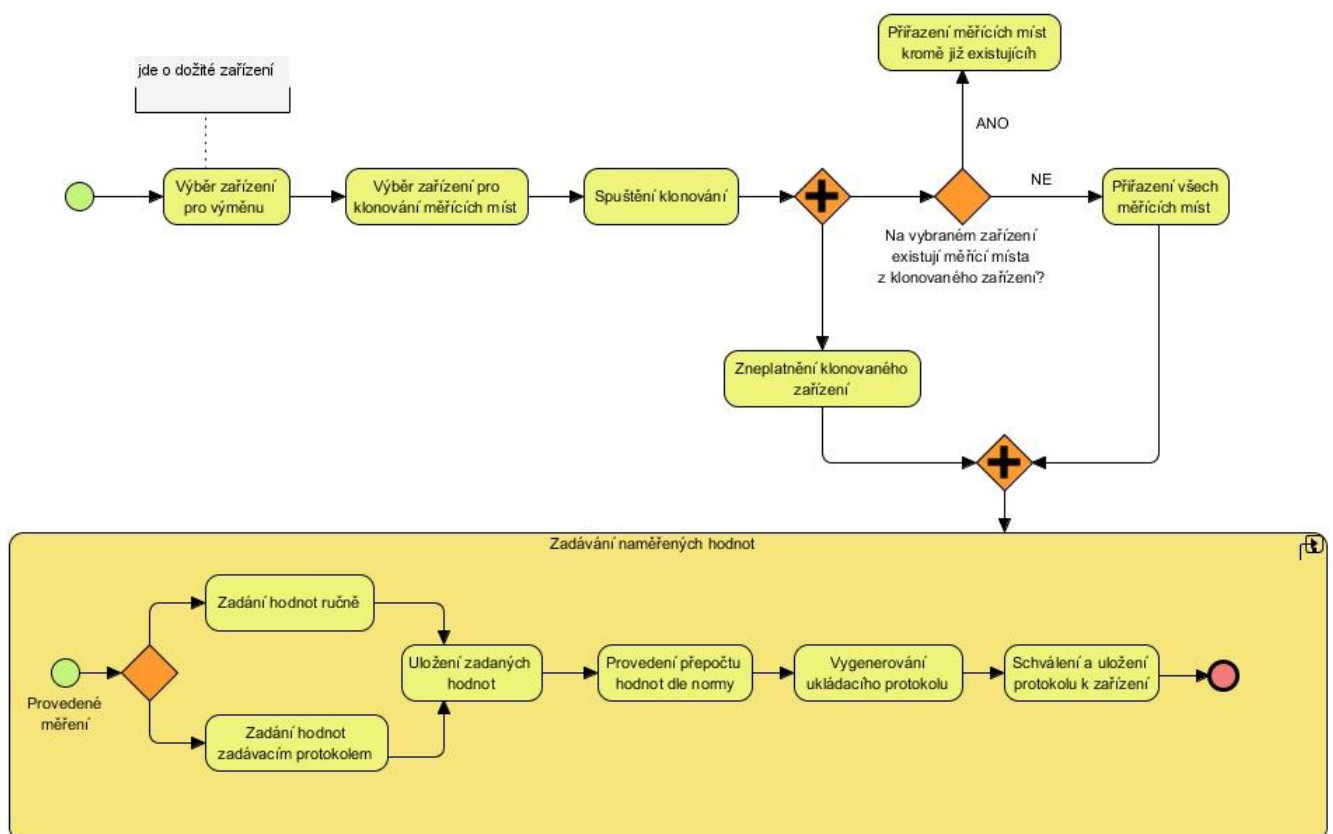
- Identifikace měřicího místa
- Směr měření
- Pořadové číslo měření
- Provozní hodiny od posledního měření
- Provozní hodiny celkem



- Teplota povrchu v měřeném místě
- Vzdálenost mezi měřicími body - změřeno
- Redukovaná vzdálenost - výpočet
- Redukovaná rychlost tečení - výpočet
- Celková deformace - výpočet

Vytvoření konfigurace měřících míst je záležitost časově náročná. Zvláště při výměně dožitě nebo poškozené části např. VT/ST parovodu je pro novou část nutno vytvořit novou konfiguraci. K usnadnění této práce slouží proces Klonování měřících míst. Vychází se z oprávněného předpokladu, že počet měřících míst, jejich umístění a značení je a musí být totožné s vyměněnou částí kvůli porovnání historických dat dožitého a provozované části tlakového zařízení.

V procesu klonování je ošetřen případ, kdy počet měřících míst může po zkušenostech nebo analýzou historických dat být redukován nebo naopak rozšířen.



Obrázek 3.10.1 Klonování měřících míst

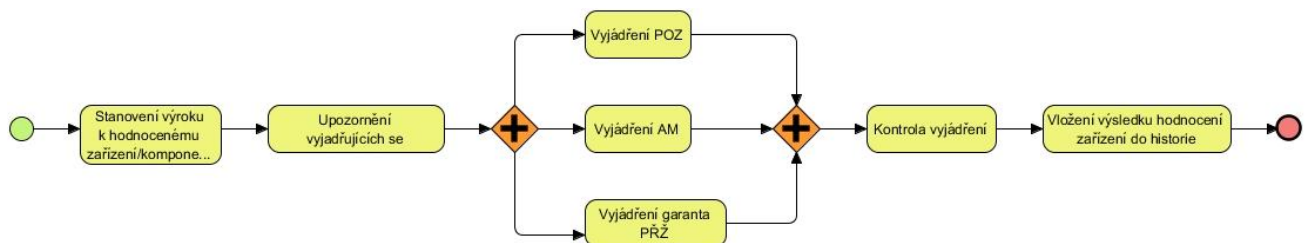
### 3.11 Hodnocení zařízení v IA vrstvě

Integračně analytická vrstva (IA vrstva) je určena pro stanovení konečného výroku o technickém stavu zařízení. Tento posudek vystaví expert na základě výsledků prováděných diagnostik. K dispozici má časové průběhy hodnot sledovaných parametrů uložených v historii CDS, informace o opravách a udržování z útvaru údržby formou přímého náhledu do seznamu provedených prací realizovaných prostřednictvím PP, časový průběh hodnot provozních veličin za volitelný časový úsek, veškerou dokumentaci uloženou k tomuto zařízení, náhled do zásobníku závad, přístup do systému sledování spolehlivosti ke spolehlivostním ukazatelům zařízení, bloku nebo technologickým celkům. Celkový výrok může expert korigovat pohledem do portfolia příslušného výrobního bloku.

Hodnocení začíná zadáním datumu šetření dle procesního diagramu na obr. 3.11.2. Je možno zadat pro jednotlivé komponenty dílčí výroky a komentáře a ty pak agregovat do celkového výroku za celé zařízení, které se pro tyto účely předávání informací zejména do údržbového systému AS6 nazývá zařízením na komunikační úrovni.

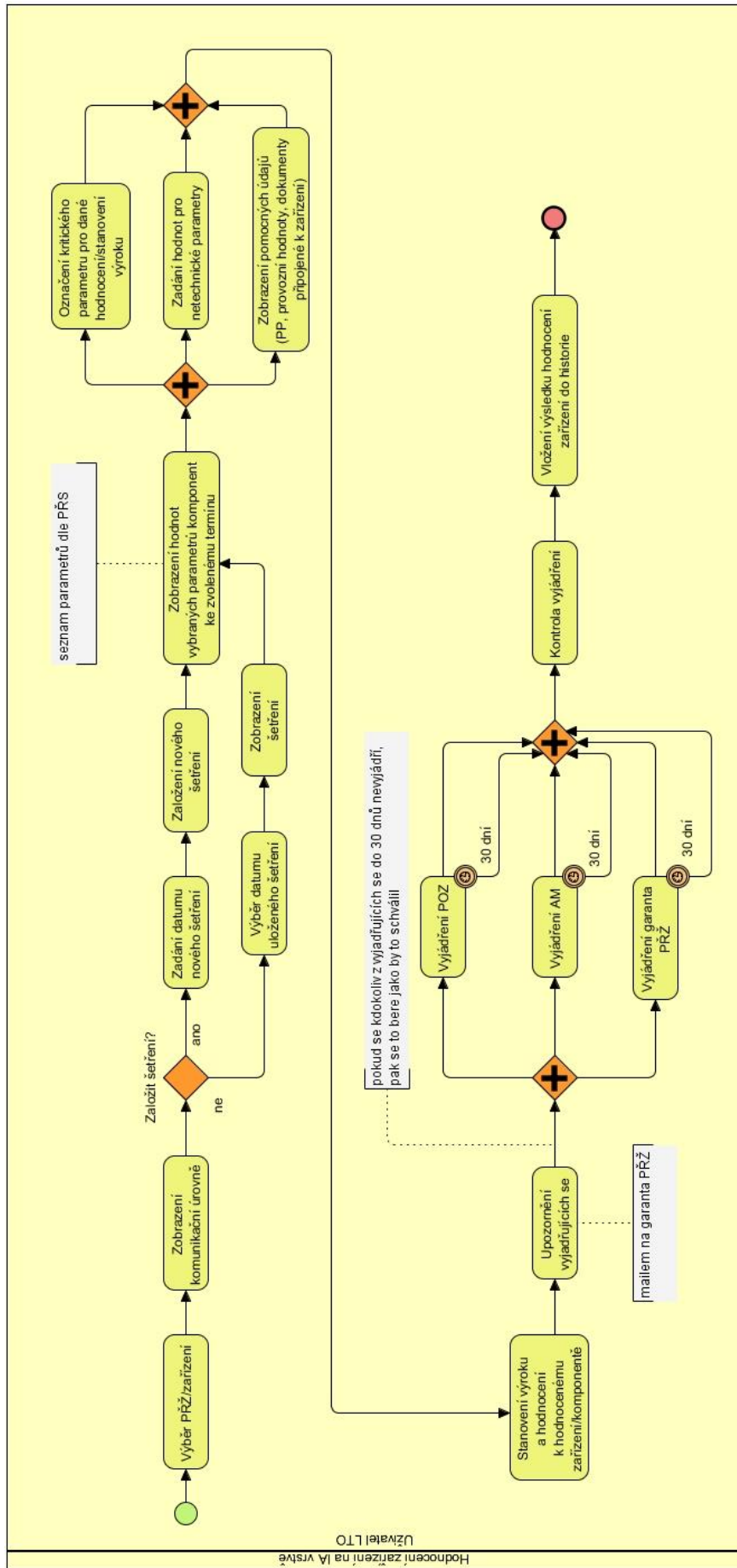
Celkové hodnocení se postoupí útvaru péče o zařízení (PoZ) k vyjádření (obr. 3.11.1) po proběhnutí procedury schvalování se dané šetření uzavře a uloží do historie. Tím se pro dané šetření "zakonzervují" všechna použitá data s časovou známkou data šetření.

Nové šetření lze otevřít/zahájit až po uzavření šetření předchozího. V uzavřeném šetření nelze editovat žádné údaje.



Obrázek 3.11.1 "Work-flow" pro uzavření šetření (schvalovací kolečko)

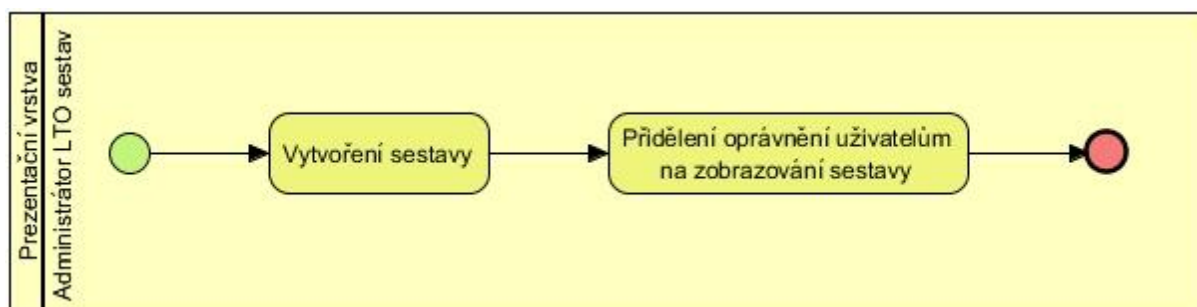
Komunikace mezi zainteresovanými pracovníky probíhá pomocí pošty Microsoft Outlook. Systém LTOs automaticky odesílá adresátovi pozadavek na vyjádření. Adresát přímo z pošty otevře dané šetření a svoje vyjádření napíše do příslušné části otevřeného šetření. Tazateli systém LTOs automaticky pošle zprávu. V době tvorby procesní analýzy byla uvažována varianta 30-ti denní doby, do kdy je třeba se vyjádřit (obr.3.11.2). Po uplynutí této doby je stanovisko dotazovaného považováno za kladné.



Obrázek 3.11.2 Hodnocení technického stavu zařízení

### 3.12 Prezentační vrstva

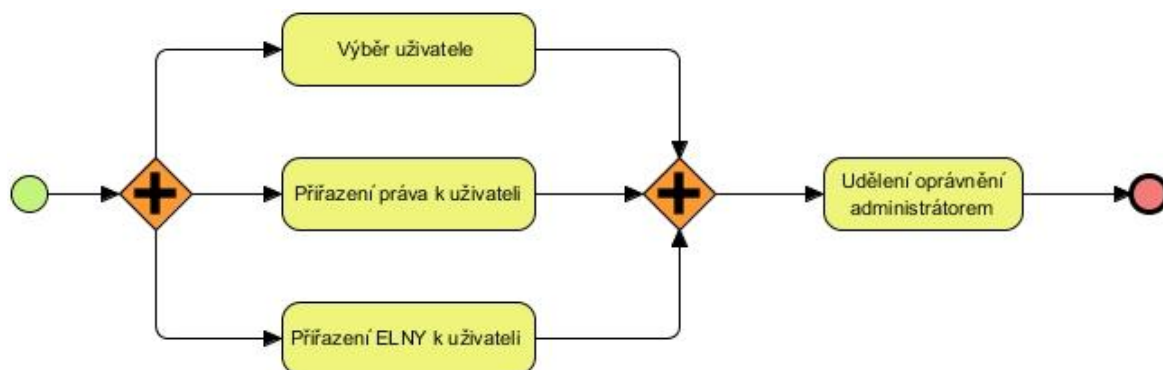
K prezentaci výstupů z IA vrstvy v tabelární formě může uživatel využít připojeného ADS (aktivního dotazovacího systému). ADS je obecný systém pro vytváření sestav/pohledů nad daty v CDS. Lze využít vytvořených standardních sestav a nebo vytvářet sestavy vlastní. Proces je řízen přidělením příslušného oprávnění (obr. 3.12.1).



Obrázek 3.12.1 Přístup do ADS

### 3.13 Řízení přístupu uživatelů do LTOs

Přístup uživatelů k jednotlivým částem informačního systému LTO suite je řízen v modulu Správa oprávnění uživatelů. Proces přidělování oprávnění je znázorněn na obr. 3.13.1.



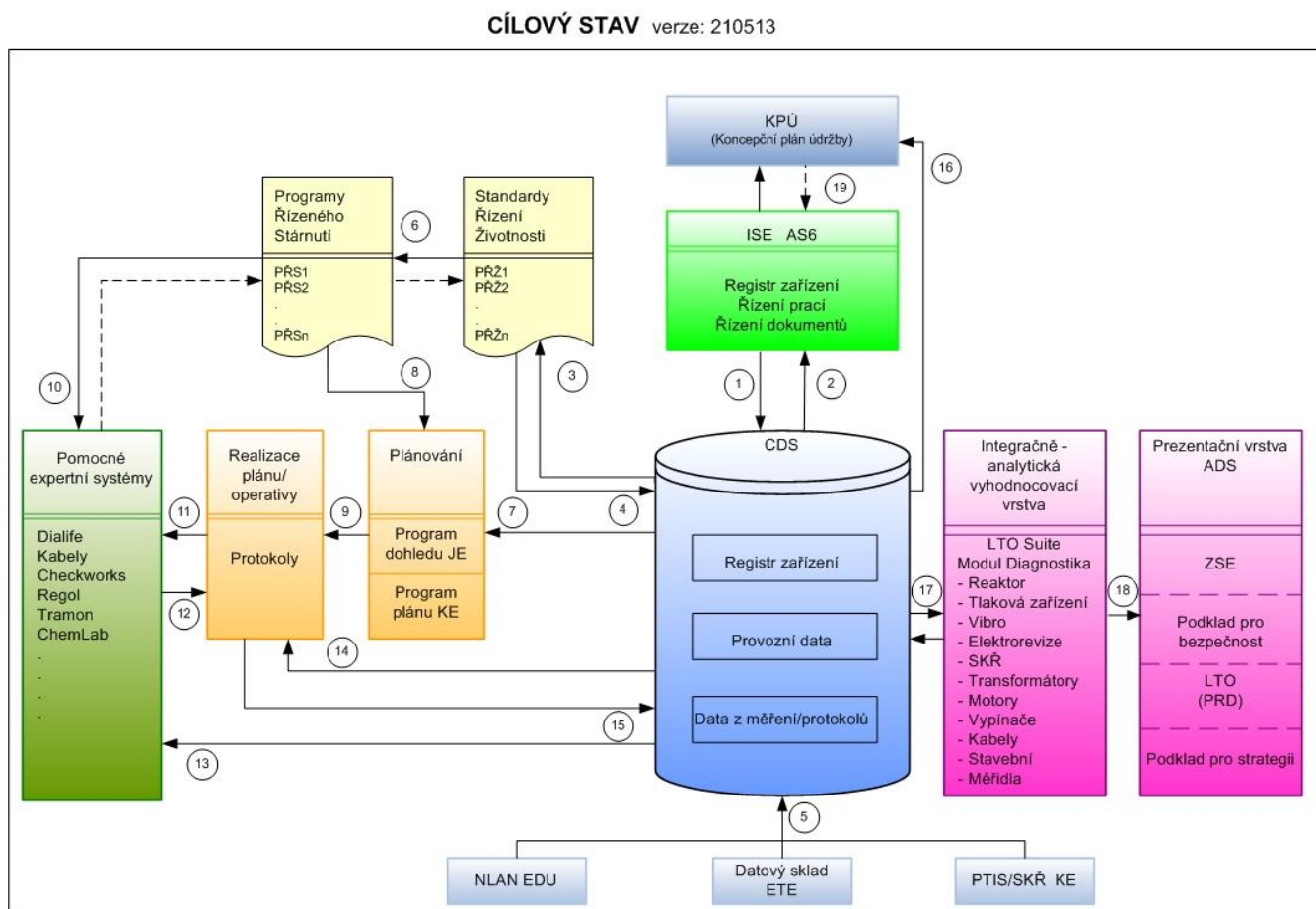
Obrázek 3.13.1 Správa oprávnění

Administrátor má k dispozici kompletní seznam dostupných práv, která přiděluje jednotlivým uživatelům dle jejich profesí. Každé právo přiřazené uživateli může být uplatněno/zneplatněno pro libovolnou lokalitu samostatně.

## 4. Návrh datového modelu pro sw řešení

Návrh datového modelu LTO staví na předpokladu, že konečná aplikace LTOs bude provozována jako aplikace desktopová s vlastní centrální databází pro všechny instalace aplikace na pracovních stanicích uživatelů.

Centrální databáze systému LTO je součástí databáze CDS, která obsahuje také databázi provozních dat STD. Databáze CDS je nasazena nad relačním databázovým systémem Oracle v jedné funkční instanci databáze.



Obrázek 4.1 Principiální schéma LTOs

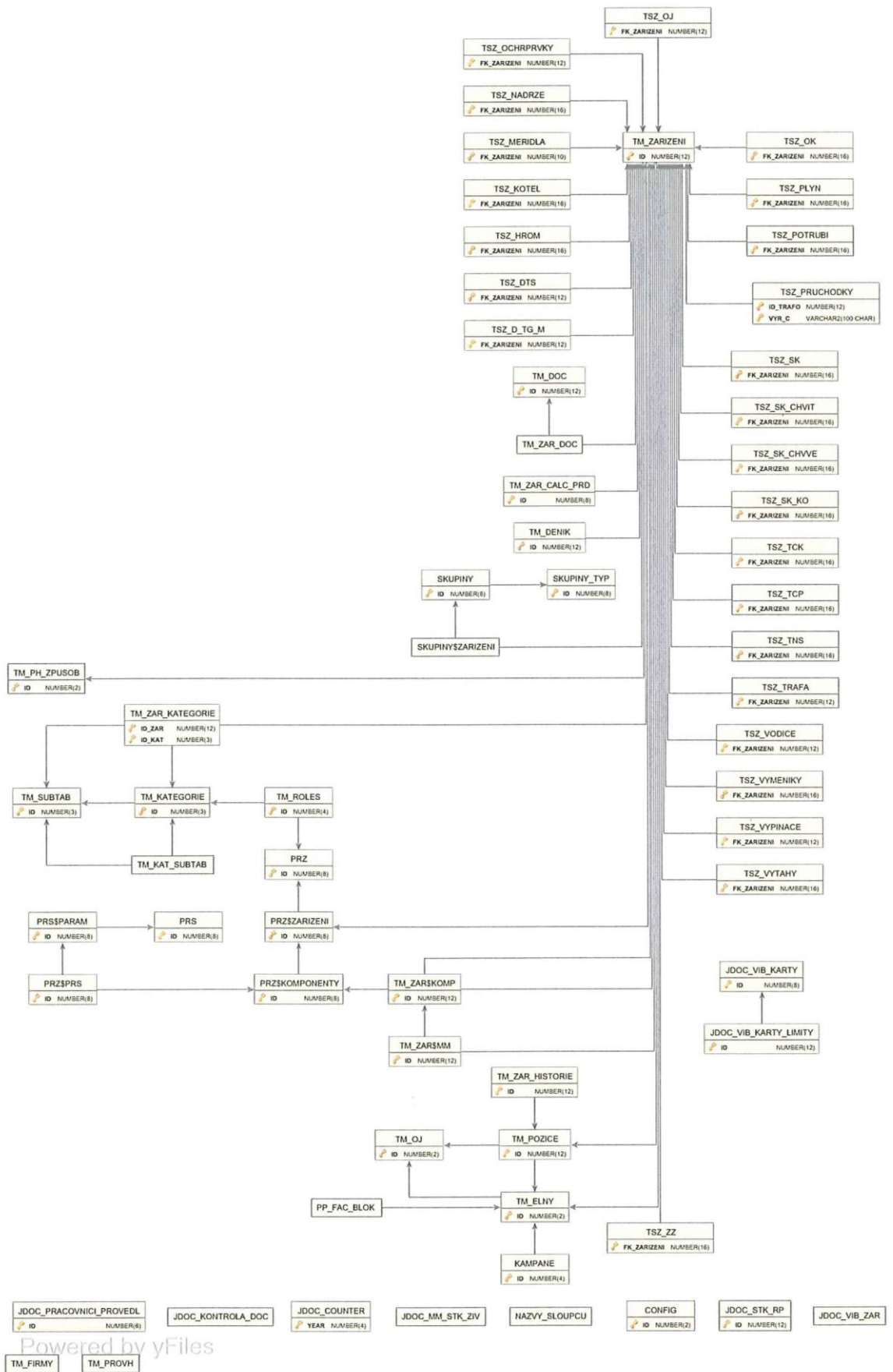
Principiální datové schéma je navrženo modulárně, jednotlivé bloky vzájemně komunikují data (obr. 4.1). Výměna informací dle vazeb dle následujícího popisu:

- Vazba č.1 - Informace o nových zařízeních uvedených do provozu, sestavení plánu údržby, odstraněných závadách informace, o provedených údržbových pracích a čerpání kapacit
- Vazba č.2 - Informace o výsledcích provedených diagnostik a hodnocení technického stavu zařízení
- Vazba č.3 - Podklady pro tvorbu PŘŽ na základě dat uložených v historii

- Vazba č.4 - Informace o standardním členení zařízení na komponenty a připojených parametrech
- Vazba č.5 - Informace o měřených provozních veličinách, seznamy veličin, nastavení konfigurace sběračů
- Vazba č.6 - Přenos parametrů a jejich limitních hodnot a jejich korekce
- Vazba č.7 - Podklady pro tvorbu parametrů Programu plánu/ Doplnění plánu o aktuální požadavky zadavatele
- Vazba č.8 - Přiřazení diagnostické metody, periody pro sestavení plánu
- Vazba č.9 - Předání plánu k realizaci v členění dle dodavatelů
- Vazba č.10 - Informace o nových/upravených PŘS, zpětný návrh na jejich korekci
- Vazba č.11 - Předání hodnot k expertnímu posouzení/zpracování
- Vazba č.12 - Záznam výsledků do protokolu
- Vazba č.13 - Uplatnění mimořádných požadavků
- Vazba č.14 - Realizace operativních požadavků iniciovaných poruchami atd.
- Vazba č.15 - Uložení Protokolů do CDS
- Vazba č.16 - Podklady pro doplnění programu KPÚ
- Vazba č.17 - Vstupy pro dílčí hodnocení v modulu Diagnostika a hodnocení technického stavu v IA vrstvě
- Vazba č.18 - Archivace vyhodnocení diagnostik a expertního posouzení technického stavu zařízení.
- Vazba č.19 - Realizace plánu údržby a statistika plnění plánu údržby

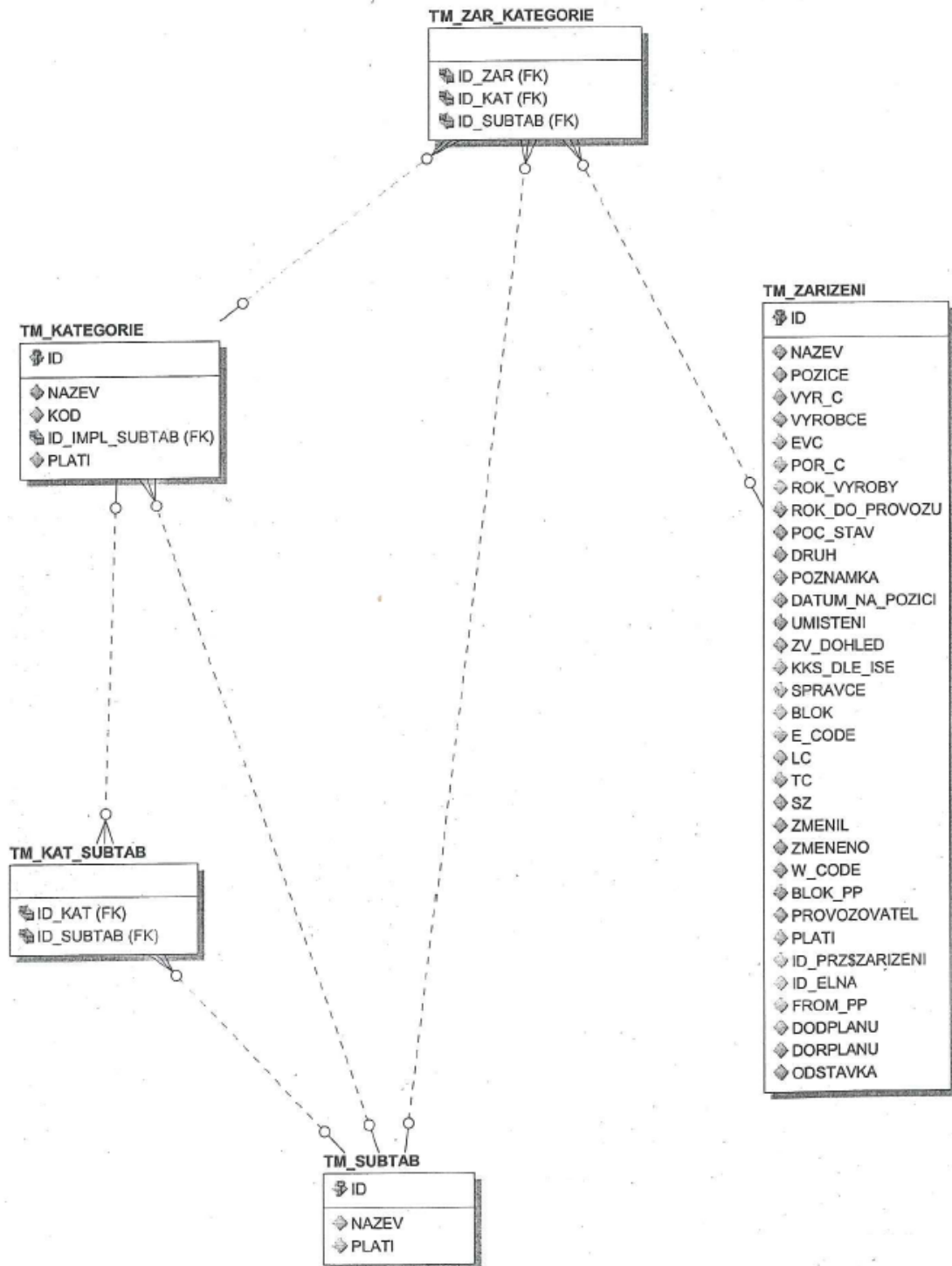
Struktura datového modelu pro komplexní sw řešení dané problematiky je značně složitá. Proto je v této disertační práci uveden pouze datový model registru (obr. 4.2). Znárodnuje propojení jednotlivých tabulek databáze s vazbou na základní tabulku zařízení.

Naplnění tabulek jednotlivými položkami je demonstrováno na příkladě (obr. 4.3).



Obrázek 4.2 Úplný datový model registru zařízení LTO suite

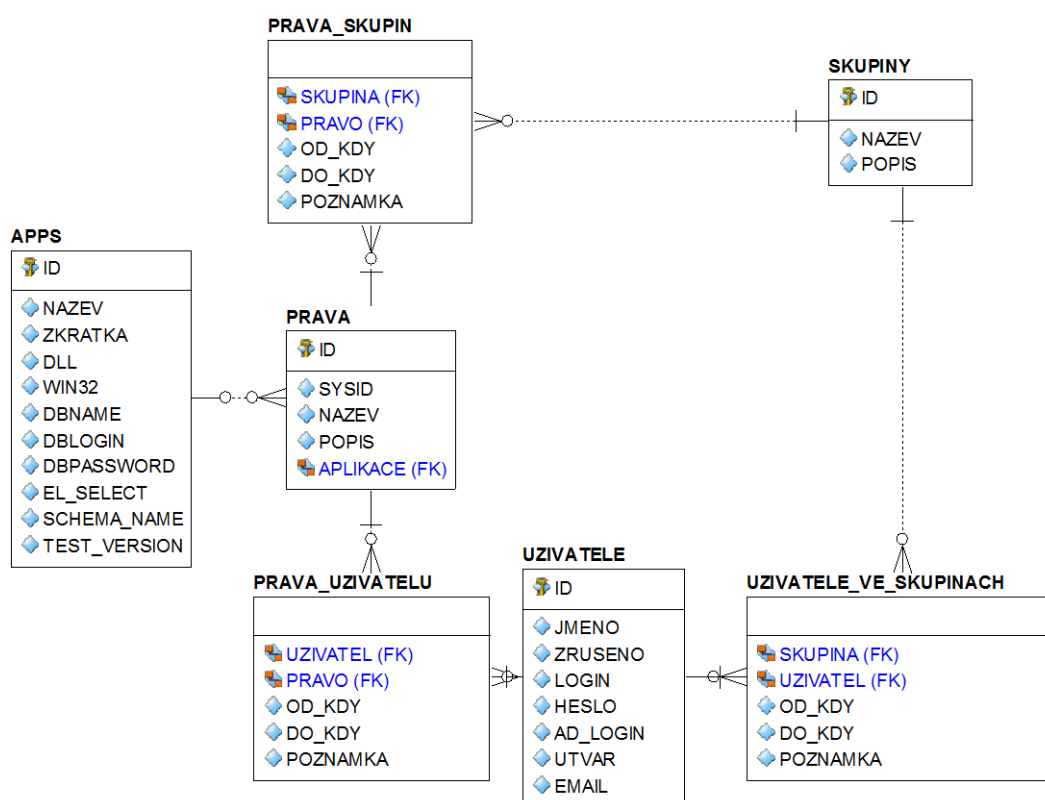




Obrázek 4.3 Příklad naplnění tabulek položkami pro ukládání dat

Pro správu rolí a uživatelů jsou použity následující tabulky PRAVA, UZIVATELE, PRAVA\_UZIVATELU, SKUPINY, PRAVA\_SKUPIN, UZIVATELE\_VE\_SKUPINACH.





Obrázek 4.4 Řízení přístupu uživatelů do aplikační vrstvy LTO suite

#### 4.1.1 Zabezpečení systému

Pro přístup k aplikaci je vyžadována autentizace uživatele. Po spuštění aplikace se objeví dialogové okno vyzývající uživatele, aby zadal své přístupové jméno a heslo. Tyto informace se ověří proti Active Directory (AD) serveru. V případě úspěšné autentizace jsou uživatelům přidělena práva, na jejichž základě má zpřístupněny akce systému.

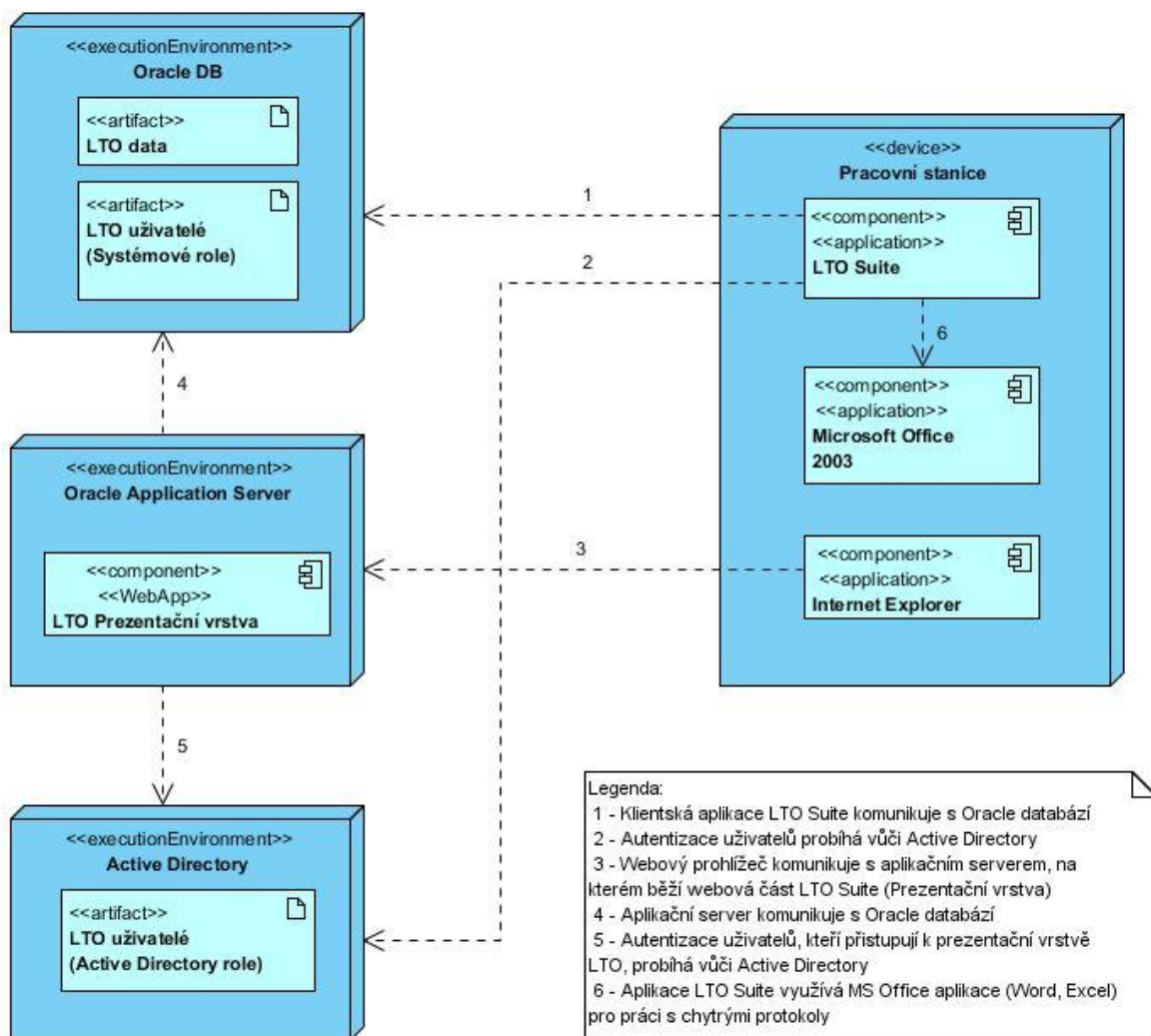
#### 4.1.2 Uživatelé a jejich role

Informace o uživatelích jsou uloženy na AD serveru, proti kterému je prováděna autentizace. O správu uživatelů na AD a jejich přiřazení do AD rolí se stará administrátor AD a není proto součástí dodávaného systému (obr. 4.4).

Uživatelé v AD budou zařazeni do dvou AD rolí: LTO\_USER a LTO\_ADMIN. Podrobnější autorizace (získání systémových rolí – např. vazba na elektrárnu) bude realizována přímo v aplikaci v modulu Zabezpečení.

Přiřazování systémových rolí uživatelům bude umožněna pouze uživatelům v AD roli LTO\_ADMIN.

Pro popis rozmístění softwarových komponent systému LTOs a jejich vzájemné komunikace je použit diagram nasazení (obr. 4.5) znázorněný pomocí notace UML. Vysvětlení jeho jednotlivých částí je na str. 13 v tabulce Komponenty diagramu nasazení.



Obrázek 4.5 Infrastruktura provozování systému LTO suite

### 4.1.3 Systémové role LTO Suite

V systému LTO jsou využity následující tři typy systémových rolí

- role čtenář
- role dle kategorie
- role dle PŘŽ

Poznámka:

Podle potřeby může v budoucnu vzniknout další systémová role pro administraci číselníků dle jednotlivých modulů LTO (např. role planovani\_ciselniky).

Základní systémovou rolí je role čtenáře. Role čtenáře umožňuje uživateli čtení dat evidovaných v systému LTO. Primárně se předpokládá, že uživatel s rolí čtenáře může číst veškerá data a role čtenáře je implicitně přiřazena každému uživateli s přidělenou AD rolí LTO\_USER.

Každé zařízení v systému LTO Suite musí mít přidělenou kategorii (např. Točivé stroje elektro, Stavební konstrukce, Výměníky, Zvedací zařízení atd.). Pro každou kategorii jsou vytvořeny odpovídající role obsahující specifikaci modulu (akce), které určují právo uživatele na editaci dat zařízení dané kategorie v daném modulu. Např. pro kategorii Výměníky jsou vytvořeny následující role:

- Výměníky\_RZ – právo editovat data zařízení kategorie Výměníky v registru zařízení
- Výměníky\_PL – právo definovat metody, periody atd. pro zařízení kategorie Výměníky v modulu plánování
- Výměníky\_DOC – právo generovat na základě plánu (včetně operativních) protokoly a ukládat výsledky z těchto protokolů pro zařízení kategorie Výměníky v modulu Dokumentace a protokoly
- Výměníky\_ZAV – právo odstraňovat závady pro zařízení kategorie Výměníky v modulu Diagnostika

Přiřazení rolí vytvořených dle kategorie jednotlivým uživatelům je dále svázáno se specifikací výroben (elektráren). Tímto způsobem je omezena platnost role pro daného uživatele jen pro zařízení z daného výčtu elektráren.

Třetím typem rolí jsou role, které jsou definovány dle PŘŽ přiřazených jednotlivým zařízením na komunikační úrovni. Role definované na základě PŘŽ umožňují editaci dat při definování standardu PŘŽ a v modulu IA vrstvy. Role definované dle PŘŽ jsou pak následující (příklad uveden pro PŘŽ Armatury):

- Armatury\_GAR – role garanta pro PŘŽ Armatury umožňující editovat standard daného PŘŽ a specifikovat vyjádření v IA vrstvě
- Armatury\_EXP – role experta pro PŘŽ Armatury umožňující specifikovat vyjádření a hodnocení v IA vrstvě
- Armatury\_AMT – role Asset Management pro PŘŽ Armatury umožňující specifikovat vyjádření v IA vrstvě
- Armatury\_PoZ – role PoZ pro PŘŽ Armatury umožňující specifikovat vyjádření v IA vrstvě

Přiřazení rolí vytvořených dle PŘŽ jednotlivým uživatelům může být dále svázáno se specifikací výroben (elektráren). Tímto způsobem je omezena platnost role pro daného uživatele jen pro zařízení z daného výčtu elektráren.

Základní předpoklady pro správnou instalaci aplikace LTO suite a její provoz (obr. 4.5):

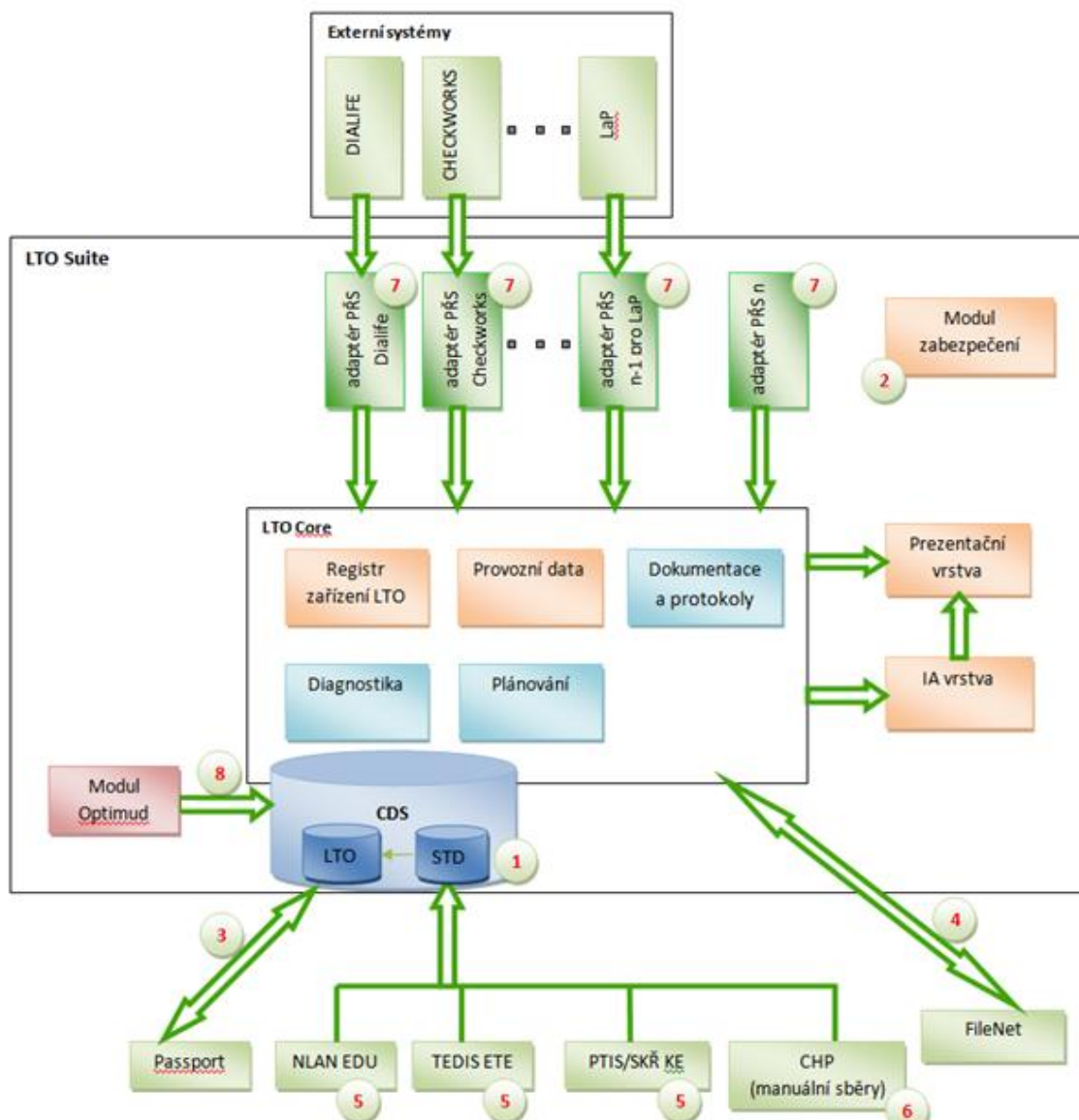
### **Centrální Databáze**

- Oracle Database 10g a vyšší

### **Lokální stanice**

- Microsoft Windows XP/Vista/7
- Microsoft Office 2003
- Microsoft Outlook 2003
- Microsoft Internet Explorer 7.0 a vyšší
- Oracle klient 10.2.0.4 a vyšší

## 5. Návrh datových toků z jednotlivých datových zdrojů



Obrázek 5.1 Datové toky z dílčích zdrojů dat [7]

**(1) Databáze** – Databázová část systému LTO Suite je součástí databáze CDS, která obsahuje také databázi provozních dat STD. Databáze systému LTO Suite obsahuje data jednotlivých modulů jádra systému LTO Suite (např. registr zařízení LTO označovaný RCDS), data modulu zabezpečení a data modulu Optimud. Databáze CDS je nasazena nad relačním databázovým systémem Oracle v jedné funkční instanci databáze. Pro systém LTO Suite není požadováno, aby instance databáze byla vyhrazena pouze pro účely LTO Suite.

Specifikace databáze: Oracle Database 10g a vyšší

**(2) Modul zabezpečení** – zajišťuje správu oprávnění, uživatelů, skupin uživatelů a přidělování jednotlivých práv uživatelům (skupinám uživatelů). Tento modul komunikuje

s centrálním adresářem skupiny ČEZ (Active Directory) (obr. 4.5), odkud jsou přebírány uživatelské účty a role (LTO\_user, LTO\_admin).

**(3) Komunikace se systémem Passport** – čtení dat z Datového skladu systému Passport je implementováno pomocí databázových nástrojů, jako jsou databázové pohledy a PL/SQL procedury. Zápis dat je realizován prostřednictvím webových služeb systému PassPort (Foundation Architecture).

**(4) Komunikace se systémem FileNet** – Systém FileNET je využíván pro ukládání protokolů a dokumentů systému LTO Suite

**(5) Sběr online provozních dat do STD** – týká se veličin, jejichž hodnoty jsou kontinuálně měřeny a jsou vyžadovány pro hodnocení životnosti zařízení. Data jsou přenášena z různých zdrojů do STD různými technologiemi (webové služby, DAS servery, PL/SQL čerpadla, ...), přičemž každá hodnota nese sebou informaci o kvalitě dat. Rozšíření a úpravy online sběru dat do STD je řešeno pomocí konfigurovatelných "sběračů", což jsou v podstatě programovatelné procedury.

**(6) Sběr offline provozních dat do STD** – týká se veličin, jejichž hodnoty nejsou získávány kontinuálně, i když mohou být získávány v pravidelných intervalech – jedná se např. o laboratorní rozbory paliva, chemické režimy parovodního cyklu, revize, kontrola, diagnostiky apod. Pro sběr těchto dat je využita technologie "chytrých protokolů". Data jsou ukládána do STD.

**(7) Adaptéry/konektory pro komunikaci s externími systémy/aplikacemi** – Pro tvorbu adaptérů (konektorů) pro komunikaci systému LTO Suite s externími systémy/aplikacemi budou využívány následující technologie:

- Chytré protokoly – Microsoft Office 2003
- XML
- PL/SQL

**(8) Komunikace se systémem Optimud** – částí systému je INFOZ (Informace o Zařízení), která využívá k tvorbě Standardu PŘŽ na JE výstupů z tzv. inventury.

Inventura pro řízení životnosti představuje základní krok zavedení nového PLIM programu. Výstupy z inventury jsou také využívány tzv. koordinačními funkcemi během provozu zařízení

Cílem inventury je na základě shromážděných a utříděných informací charakterizovat způsob řízení stárnutí zařízení vybraných do PLIM programu a v případě nutnosti doporučit nápravná opatření. Strukturované informace jsou uloženy v podpůrné databázi Optimud.

#### **Návaznost na další systémy**

- SSS: definováno v tabulce LTO\_RZ.TM\_LINKS
- ADS: definováno v tabulce LTO\_RZ.TM\_LINKS
- OID (autentizační server): definováno v tabulce JWIS.LDAP\_CONF

## 6. Návrh aplikační vrstvy / Funkční analýza / popis funkčnosti

V této kapitole je provedena funkční analýza jednotlivých modulů systému s detailním rozbohem důležitých funkcí.

### 6.1 Základní členění

Aplikační vrstva představuje souhrn veškerých funkcí, procedur a operací prováděných nad datovým skladem tak, aby byly pokryty všechny požadavky kladené na budovaný informační systém. Tento návrh aplikační vrstvy navazuje na výsledky procesní analýzy provedené v kap. 3 a vychází z návrhu datového modelu v kap. 4. Předpokládá trvalý provoz centrálního datového skladu (CDS) podporovaného výkonným databázovým systémem na platformě ORACLE, která z důvodu urychlení výměny dat mezi databázovým serverem a pracovní stanicí přebírá přebírat část aplikační logiky.

Výkonný databázový server ukládá do CDS ze všech lokalit všechna data diagnostikou dotčených zařízení potřebná pro hodnocení jejich technického stavu.

Aplikační vrstva informačního systému LTO suite je navržena modulárně (obr. 6.1.1) tak, aby byla schopna flexibilně pokrývat rostoucí nároky uživatelů na zpracování informací, které se v této oblasti mohou i v budoucnu očekávat.

Uživatel ve své práci pro hodnocení zařízení dostává informace z CDS prostřednictvím aplikačního serveru, který rovněž zajišťuje komunikaci s okolními podpůrnými informačními systémy. Využívá přitom jednak pracovní stanici napojenou přímo na aplikační server pro přístup k vlastní sw aplikaci, tzv. tlustý klient nebo přístup do prezentační vrstvy přes webový server, tzv. lehký klient, jak je ukázáno na obr. 6.1.2. S přístupem do prezentační vrstvy přes webové rozhraní se uvažuje v souvislosti s potřebami zejména Asset Managementu.

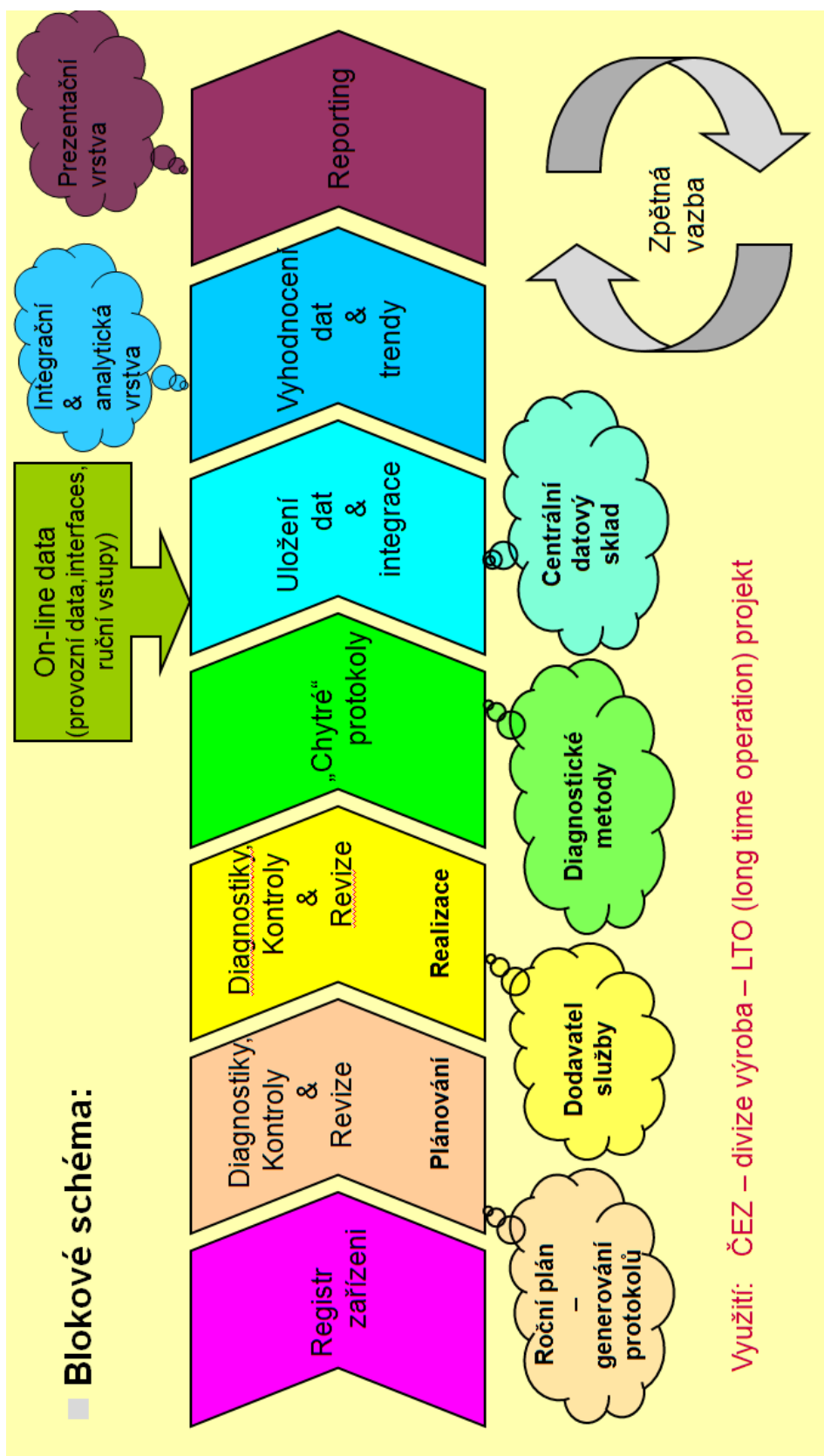
Hlavní části aplikační vrstvy:

- Registr zařízení
- Modul plánování
- Modul realizace
- Modul vyhodnocení dat
- Modul integrace a analýzy dat

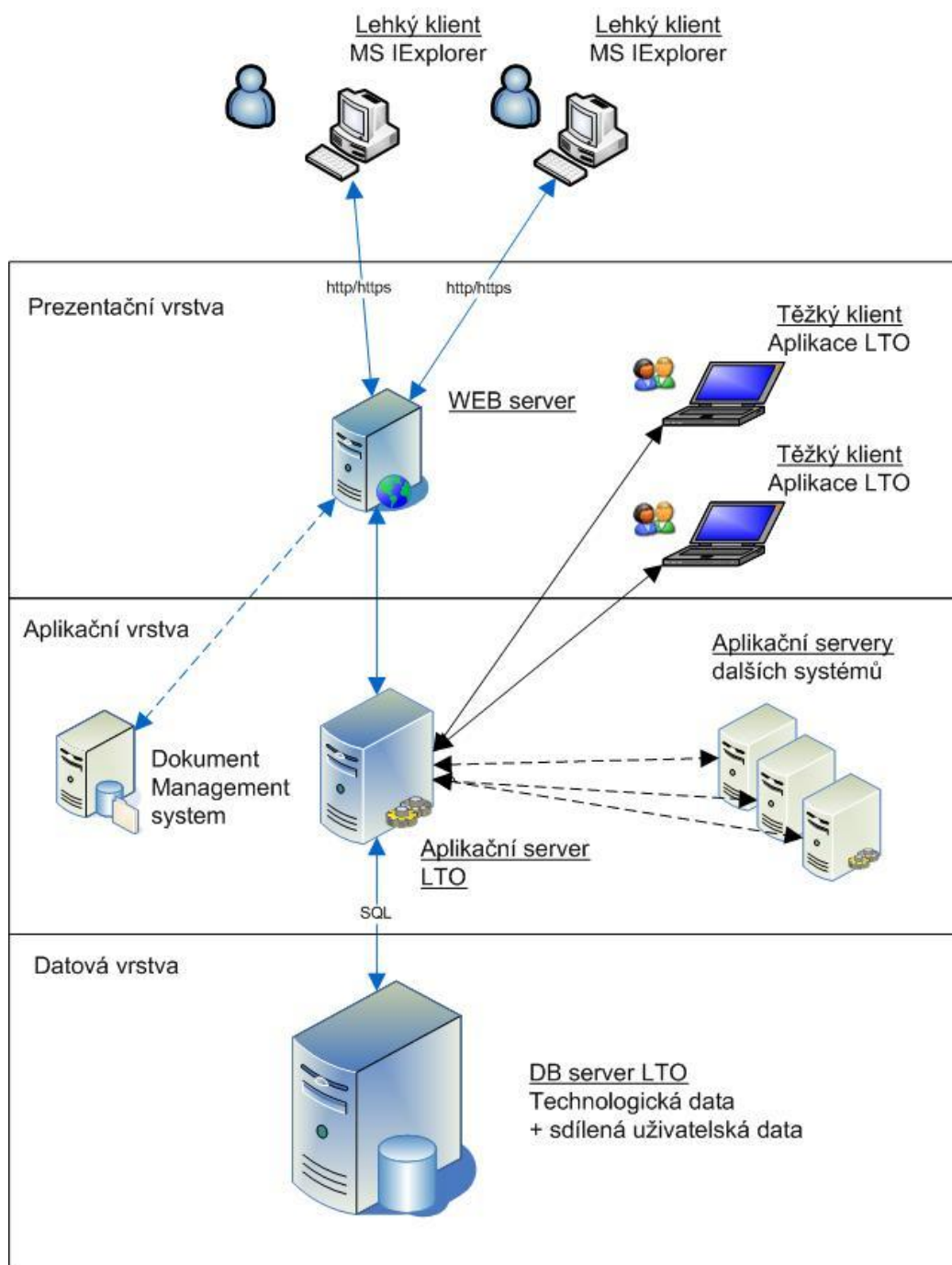
Modul vyhodnocení dat je rozdělen z hlediska specifického přístupu uživatelů na dvě části:

V diagnostice KE, kde se ukládají data z uhelných a vodních elektráren, se provádí dílčí hodnocení dle stupnice A až E. Toto hodnocení je jedním z hlavních vstupů do integračně - analytické vrstvy, kde se agreguje do celkového hodnocení technického stavu zařízení.

V diagnostice JE se dílčí hodnocení naměřených dat neprovádí. Expert si nechá časové průběhy zobrazit až v integračně - analytické vrstvě a provede celkové zhodnocení technického stavu zařízení. Další rozdíl oproti KE je požadavek na skupinové hodnocení zařízení, např. skupina HČČ, skupina typově stejných armatur, atd. [21].



Obrázek 6.1.1 Ideové funkční schéma aplikační vrstvy LTO suite



Obrázek 6.1.2 Zařazení aplikační vrstvy do celkové architektury SW řešení LTO suite

Řešení jednotlivých procesů potřebných k řízení životnosti vychází z požadavku na sběr, ukládání a vyhodnocování informací - dat ze sledovaných oblastí, prezentaci výsledků, reporting, komunikaci s okolím, zabezpečení dat a diferencovaného přístupu jednotlivých uživatelů k uloženým datům.

Datová vrstva – je určena k ukládání dat získaných z primárních zdrojů (PŘS), ukládání hodnocení z jednotlivých diagnostických šetření a ukládání veškerých historických záznamů.



Aplikační vrstva – obsahuje aplikační logiku pro práci s uloženými daty. Jedná se o interpretaci vlastního SW řešení.

Integračně- analytická vrstva (IA vrstva) – slouží k integraci dat formou agregovaných dílčích výstupů/hodnocení, které jsou potřebné pro daný stupeň zpracování informací. V analytické části je umožněno hodnotiteli/expertovi činit odborné posudky, závěry a doporučení. Přes obrovskou snahu procesy v této vrstvě maximálně zautomatizovat, zůstává role experta pro posuzování životnosti zařízení nezastupitelná.

Prezentační vrstva – slouží k prezentaci výsledků získaných na daném stupni agregace dostupnou formou. Výstupy o stavu zařízení jsou sestaveny standardně jako příloha do zprávy, variantně mohou být konfigurovatelné uživatelem.

## **6.2 Registr zařízení**

Otázka evidence zařízení je řešena v různých informačních systémech obvykle v modulu registr zařízení, kterému se další význam nepřikládá. Pro LTO suite má však dobře navržený registr zásadní význam. Je klíčem ke všem strukturovaně uloženým informacím v CDS a tudíž v maximální možné míře procesně zpracovatelných a více nebo méně automatizované vyhodnotitelných. V této kapitole je proto registru zařízení věnována zvýšená pozornost.

Základem každého informačního systému je registr zařízení s dostatečným rozsahem popisných informací. Tyto jsou tvořeny jednotlivými záznamy o zařízeních. S hlediska toku informací mají záznamy charakter statických dat, neboť tato se nemění v kontextu kontinuálního zpracování vyjma rušení zařízení nebo zavádění zařízení nových.

Členění zařízení v registru obecně ovlivňuje účel, který je jiný z hlediska potřeb údržby než ten pro účely řízení životnosti. Údržba spravuje/udržuje zařízení nebo jeho části, které nemusí mít vliv na celkovou životnost zařízení a naopak výčet komponent pro řízení životnosti nemusí být v souladu se zájmem údržby. Vždy však je dodržena zásada, že oba registry (registr pro řízení životnosti – registr LTO suite a registr pro údržbu) musí z důvodu vzájemné komunikace informací obsahovat shodně označená zařízení na tzv. komunikační úrovni (nultá úroveň rozpadu) (tab 7.6.1), kde nultá úroveň rozpadu je v kódu komponenty označena tečkou.

Z hlediska účelu je třeba registr zařízení budovat jak z hlediska potřeb údržby rovinách z pohledu údržby tak z potřeb širokého spektra diagnostik vykonávaných na zařízení.

### **6.2.1 Údržbářský pohled**

Základ registru je postaven na projektovém čísle, v energetice se stalo normou značení projektových pozic systémem KKS (Kraftwerk Kennzeichen System) [1]. Použití tohoto systému si vynutila potřeba přesné identifikace předmětů v mezinárodním styku komplexním značením předmětů podle evropských a národních norem v energetice. Využívá se společný komunikační prostředek kód KKS. Postup identifikace v obecném pojetí je vyžadován platnými normami ČR.

Energetickým označovacím systémem "KKS" (Kraftwerk Kennzeichen System) jsou označována zařízení a jejich části podle funkce a umístění v technologii. Kód KKS je používán všemi odbornými útvary v oblasti evidence, zřizování, v provozu, v údržbě,

plánování, diagnostice, v řízení a v likvidaci po ukončení životnosti zařízení. Kód KKS (obr. 6.2.1) je strukturován dle výrobních bloků, neblokových (společných) zařízení, dle systémů, funkčních celků až po komponenty zařízení.

### Tabulka stupňů podrobnosti

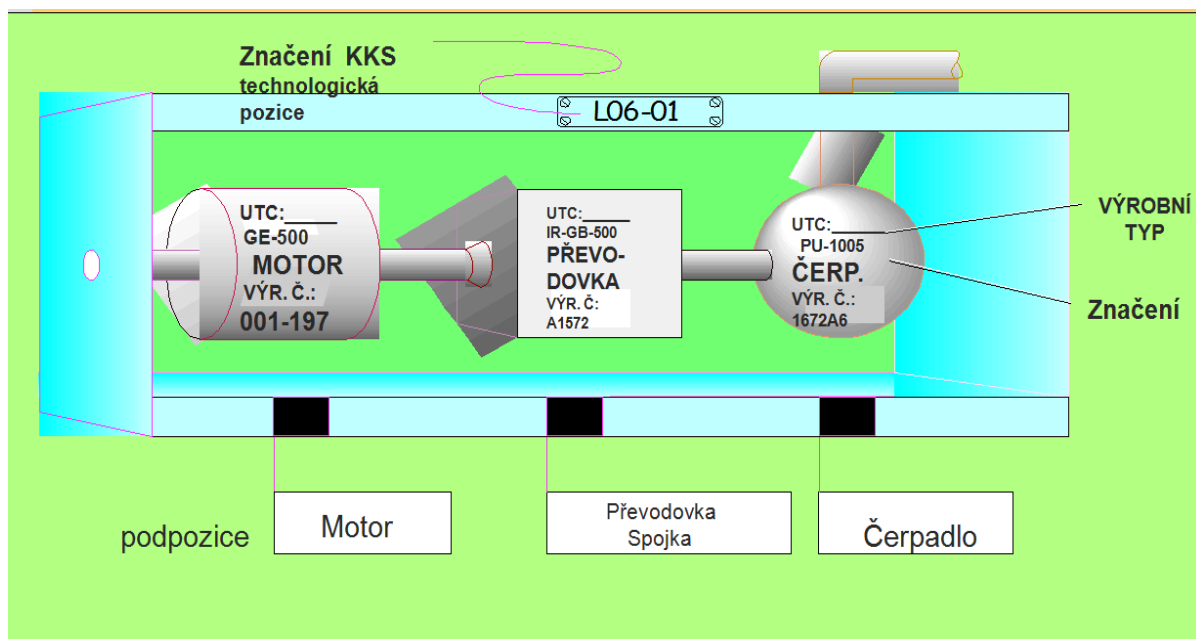
Pořadové číslo stupně podrobnosti	Stupeň <b>0</b>	Stupeň <b>1</b>	Stupeň <b>2</b>	Stupeň <b>3</b>
Pojmenování stupně podrobnosti	Celek zařízení, skupiny, bloky	Systém	Agregát	Komponenta

Obrázek 6.2.1 Základní schéma členění zařízení

Na obr. 6.2.3 jsou uvedeny příklady značení VT rotoru turbíny, napájecího čerpadla včetně jeho elektropohonu a potrubí přehřáté páry. Z takto strukturovaného čísla je zřejmé, že příslušnost zařízení a jejich komponent k vyššímu celku technologie se dá snadno dohledat.

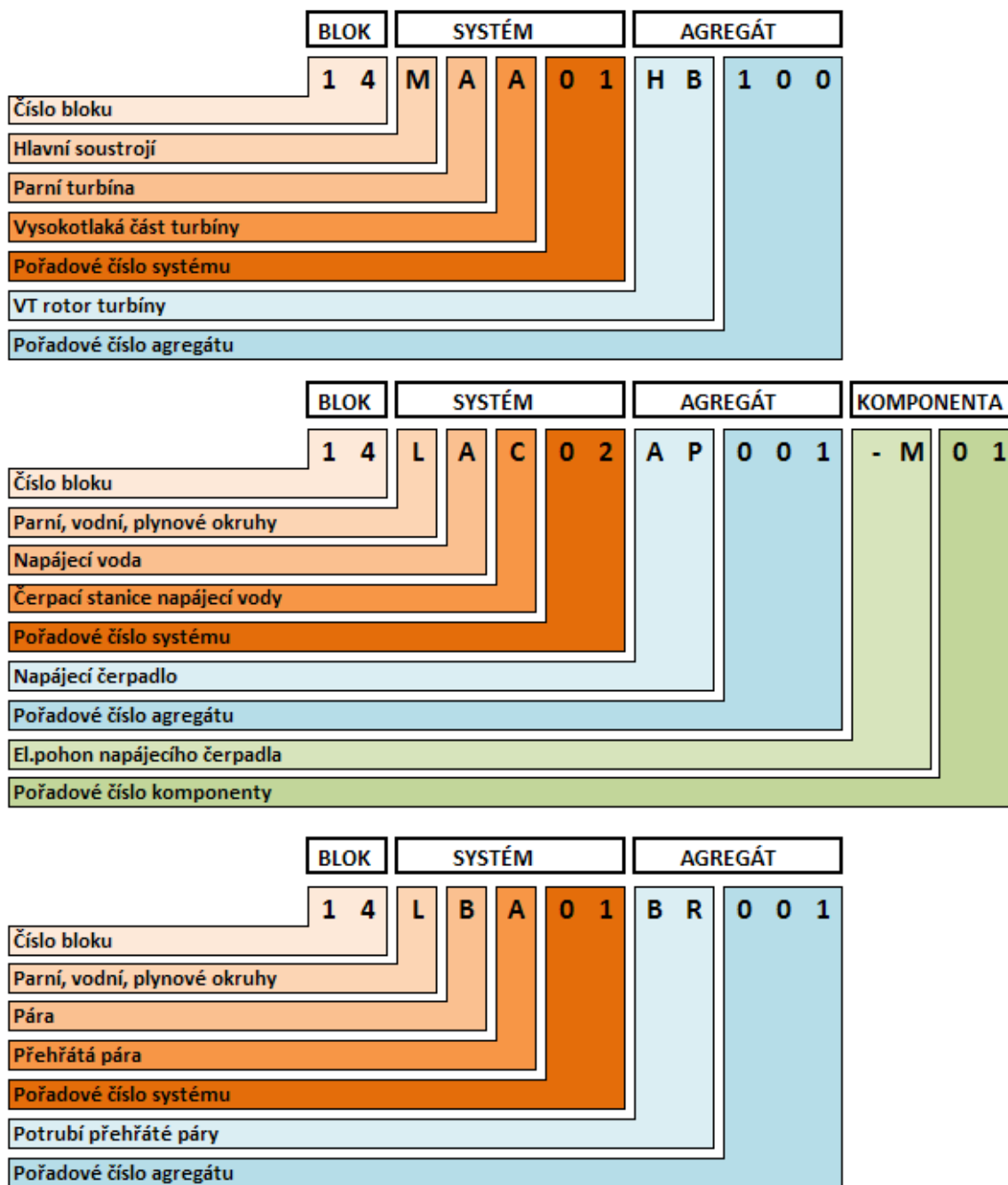
### **6.2.2 Diagnostický pohled**

Diagnostické, revizní a kontrolní činnosti jsou vždy prováděny na fyzickém zařízení bez ohledu na to, na kterém místě technologie toto zařízení pracuje. Primární informace pro tuto činnost je proto údaj o výrobním čísle, který je povinný při vypracování revizní zprávy. Zařízení může být tedy diagnostikováno na technologické pozici, v dílně nebo ve skladě. Relace mezi technologickou pozicí a fyzickým zařízením je názorně ukázána na obr. 6.2.2.



Obrázek 6.2.2 Relace mezi technologickou pozicí a fyzickým zařízením

## Příklady značení



Obrázek 6.2.3 Základní schéma členění zařízení

Statická data registru zařízení pro účely diagnostiky jsou složena ze dvou částí:

- Popisná část obecná – struktura dat je shodná pro zařízení všech technologických celků. Eviduje se výrobní číslo, výrobce, výrobní typ, rok výroby, rok uvedení do provozu, zařazení do plánu diagnostik ano/ne, způsob sledování provozních hodin a odpovědná osoba (tab. 6.2.1).
- Popisná část speciální – struktura dat je shodná pro zařízení jednoho druhu. Jiná je pro transformátory, jinou strukturu mají informace pro generátory nebo turbíny. Jedná se v podstatě o štítkové údaje registrovaného stroje. Do této části jsou zaznamenávány počáteční hodnoty sledovaných parametrů, které udávají počátek sledování

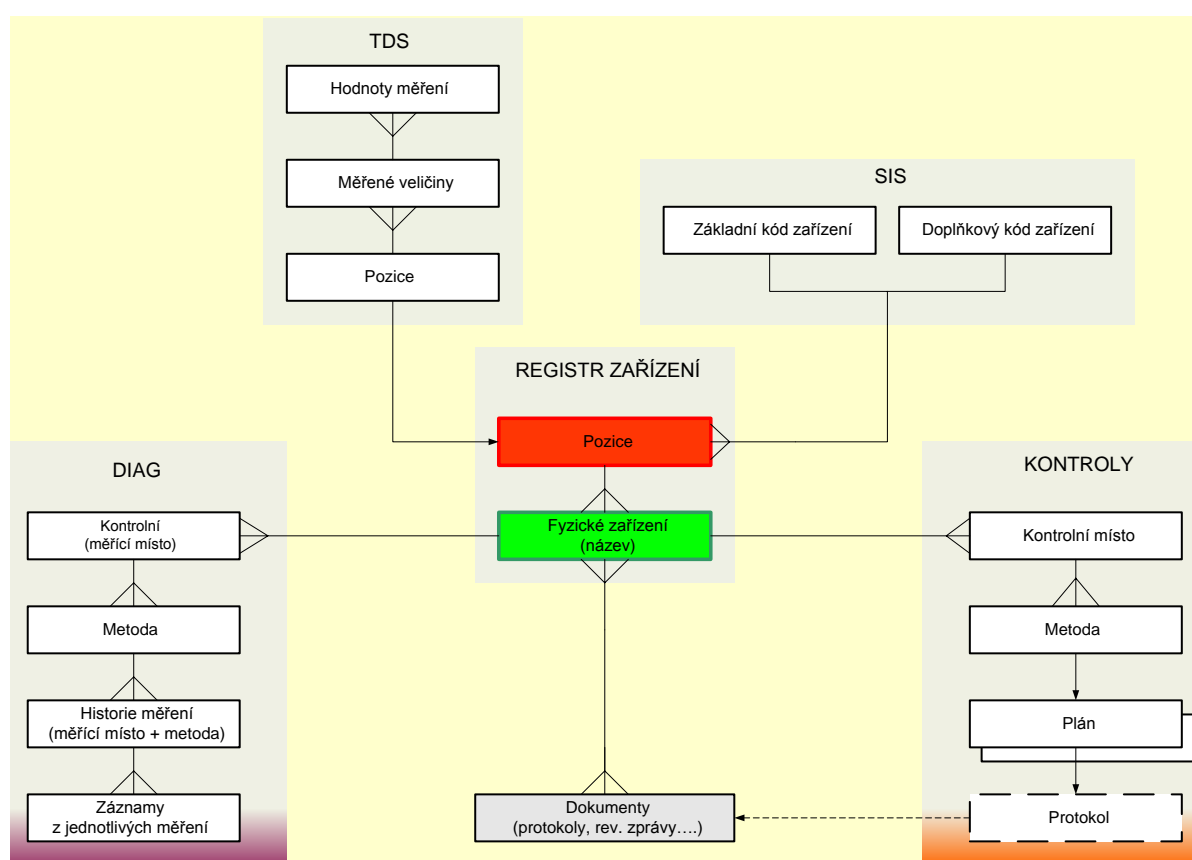
technického stavu zařízení, v zaváděné terminologii se hovoří o tzv. nultých stavech. Eviduje se stav provozních hodin v okamžiku zahájení sledování zařízení v informačním systému, materiálové konstanty a pod. Mohou to být též hodnoty parametrů nastavených výrobcem nebo dodavatelem technologie dle výsledků garančního testování při uvedení nového zařízení do provozu nebo po jeho opravě.

Výrobna		Výrobna	
LC	AE	LC	BO
TC	EA	TC	BE
SZ	ELE.GENERATOR	SZ	ELE.ROZVODY.VVN
Blok	11	Blok	38
Název zařízení	Generátor	Název zařízení	Transformátor výkonový olejový - blokový
PRŽ	Generátory	PRŽ	Transformátory
Číslo zařízení	11MKA10	Číslo zařízení	38BAT11
Výrobní číslo	51306	Výrobní číslo	0967350
Výrobce	ŠKODA Plzeň	Výrobce	ŠKODA Energo
Pořadové číslo	2025	Pořadové číslo	1166
Rok výroby	1973	Rok výroby	2000
Rok do provozu	1975	Rok do provozu	2000
Druh	1	Druh	1
Kategorie	Točivé stroje - elektro	Kategorie	Transformátory
Subtabulka	TSZ_DTS	Subtabulka	TSZ_TRAFA
Poznámka		Poznámka	
Umístění	TG 1	Umístění	T4
Zvýšený dohled		Zvýšený dohled	
Správce		Správce	
Provozovatel		Provozovatel	
E-code	0002052162	E-code	0002777371
Zařadit do plánu	Ne	Zařadit do plánu	Ano
Odstávka	Ne	Odstávka	Ne
Platí	Ano	Platí	Ano
Název zařízení AS	TG1 GENERÁTOR 1	Název zařízení AS	Vývodový transformátor 15/220 kV č. 1 - TG3, TG4
Alternativní značení 1		Alternativní značení 1	
Alternativní značení 2	ELE	Alternativní značení 2	
Program údržby 1	KATEGORIE 1	Program údržby 1	KATEGORIE 1
Změnil		Změnil	
Změněno	18.1.2012 13:54	Změněno	18.1.2012 13:56
DRUH_SYNC		TYP	EJI40P1
DRUH_STROJE		PREVOD	242 / 15 / 15
TYP	H6688/2-VH	VYKON	73300
VYKON	200	VYKON_JEDN	kW
VYKON_JEDN	MW	UN1	
FREKVENCE	50	UN2	
UCINIK	0,85	UN3	
UN_STAT	15,7	VYKON2	
IN_STAT	8650	OLEJ	TECHNOL 2000
SPOJENI	Y	ID_UTC	
OTACKY	3000	IDENTIFIKACE	
TRIDA_IZOLACE	F	ZDROJ_DAT	štítek stroje
CHLAZENI	voda+vodík	KKS	38BAT11
MOTOR_GEN	1	Regulace pod zatížením	
IDENTIFIKACE	oprava	Třída přesnosti	
ZDROJ_DAT	štítek stroje	Hmotnost náplně [kg]	13300,00
Rok převinutí		Hmotnost zařízení [kg]	
		ZAPOJENI_VINUTI	YNd1/d1
		PROUD	
		NAPETI	
		ROK_PREVINUTI	
		PREVOD_JEDNOTKA	kV

Tabulka 6.2.1 Popisná data v registru pro generátor a transformátor

### 6.2.3 Výměny zařízení

Významnou funkcionalitou registru zařízení musí být schopnost sledovat historii pohybu vybraných zařízení instalovaných postupně na jednotlivých postech / technologických pozicích. Zařízení buď na této pozici dožije a je sešrotováno (např. přehříváky, parovody) nebo je demontováno, opraveno a následně instalováno na jinou pozici (oprava výměnným způsobem). Historie obsahuje datum instalace na pozici a datum demontáže zařízení z pozice. Lze pak snadno zjistit, jak dlouho na kterých pozicích bylo zařízení provozováno. Tyto údaje jsou důležité pro výpočet spolehlivosti zařízení. Z pohledu údržby je důležitá další dostupná informace o všech výměnách fyzických zařízení, ke kterým na dané technologické pozici z důvodu dožití nebo opravy došlo.



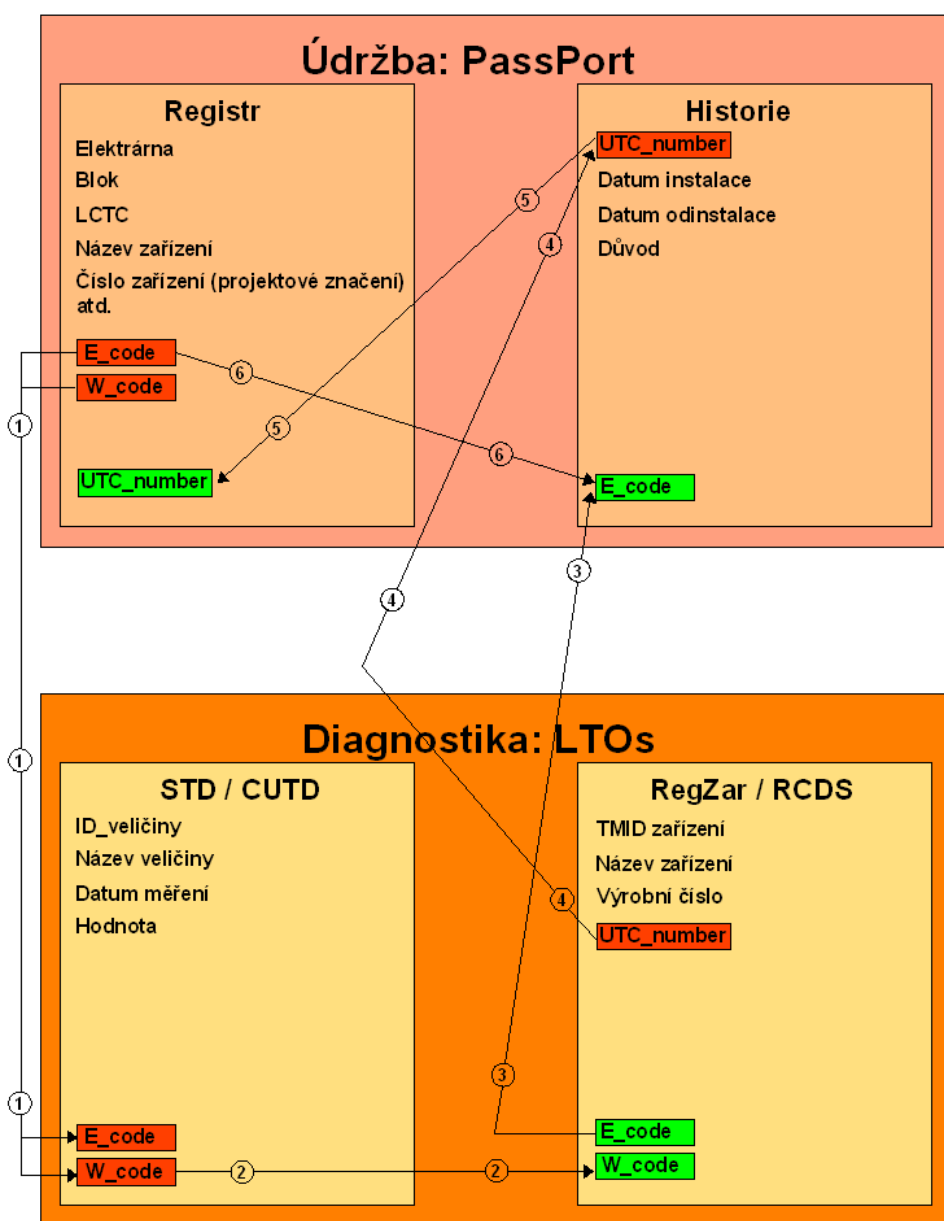
Obrázek 6.2.4 Toky informací přes registr zařízení LTO suite

Pokud je registr popisnými údaji o zařízeních naplněn, lze v souladu s datovým modelem k registru vázat data přicházející z různých datových zdrojů. Hodnotami parametrů/veličin se datový sklad plní průběžně dle stanoveného režimu, hovoříme proto o datech dynamických.

K fyzickému zařízení se vážou veškeré informace, které byly během jeho provozování získány. Zůstávají v historii i po likvidaci samotného zařízení z důvodu jejich statistického zpracování. Jedná se o protokoly, garanční a diagnostická měření atd.

Na 6.2.4 je znázorněn zdroj dat provozních veličin (tlaky, teploty, otáčky,..), které jsou snímány z řízení technologie výroby. Tyto hodnoty jsou ukládány s definovanou hysterezí do technologického datového skladu (TDS). S ohledem na skutečnosti výše uvedené, jsou tyto informace napojeny přímo na část registru s technologickou evidencí čili pozic. Ze stejného důvodu jsou tady napojeny informace ze spolehlivostního informačního systému (SIS). Jedná se o údaje o poruchách technologie a jejich příčinách.

Plánování diagnostik a výsledky realizace jednotlivých diagnostických metod jsou logicky napojeny na registr v části fyzických zařízení.



Obrázek 6.2.5 Informační toky mezi údržbou a diagnostikou při výměně zařízení

Při výměně zařízení, která se v údržbě vždy provádí na základě vystavení pracovního příkazu, dochází k výměně informací mezi údržbou a útvarem diagnostiky, jak schematicky znázorněno na obr.6.2.5. Zelené položky jsou pro daný systém migrující, červené v systému zůstávají, neboť tvoří registr. Jsou tedy pro daný systém klíčové. Všechny pohyby konkrétního zařízení po technologických pozicích se zaznamenávají do historie.

- Vazba č.1 - trvalé propojení technologické pozice s měřenou veličinou po celou dobu provozování výrobní technologie dané konfigurace. E\_code/W\_code představuje unikátní číselné označení pozice informačním systémem PassPort.
- Vazba č.2 - přes tuto vazbu je možno číst on-line hodnoty provozních veličin průběžně ukládaných do CUTD/TDS.
- Vazba č.3 - poskytuje informaci o aktuálním záznamu v historii (relace UTC\_number - E\_code, datum odinstalace nevyplněno). UTC\_number je unikátní pro kombinaci výrobního čísla, výrobního typu a výrobce. Je generováno při zavádění těchto údajů do systémem PassPort.
- Vazba č.4 - kontroluje záznam o pohybu fyzického zařízení v historii po zásahu údržby. Pokud je vyplněno datum odinstalace z pozice, pak se mění rozsah diagnostiky nebo se plánovaná diagnostika ruší podle toho jde li zařízení do opravy, na sklad nebo do šrotu
- Vazba č.5 - poskytuje PoZ informaci o namontovaném zařízení
- Vazba č.6 - poskytuje informaci do celkového přehledu, po kterých pozicích zařízení "cestovalo". Z těchto informací lze snadno získat podklady pro četnost výměn zařízení daného typu, což může ovlivnit skladové rezervy, havarijní zásoby a pod.

#### **6.2.4 Provozní hodiny**

Jedním ze základních parametrů hodnocení technického stavu zařízení a posuzování jeho míry dožití vzhledem k projektovaným parametrům jsou provozní hodiny někdy udávané jako motohodiny

Sledování výměn zařízení na technologických pozicích je důležité pro sběr provozních hodin. V tab. 6.2.2 je zaznamenána historie pohybu rotoru. Po dobu provozu, kterou vymezuje časový údaj datum instalace a datum odinstalace, sbírá rotor umístěný v tělese turbíny provozní hodiny celé turbíny. Po demontáži rotoru a jeho případné opravě, je rotor umístěn na sklad jako rezervní a nebo do turbínového tělesa na jiném bloku případně na jiné lokalitě, kde pokračuje ve sběru provozních hodin. Záznam do historie se pro rotor bez pohybu v průběhu roku se provádí 1x ročně a roční suma hodin je totožná s počtem hodin bloku. Tyto údaje souhlasí v případě, že se jedná o blokové uspořádání kotel - turbogenerátor.

. Způsob sledování provozních hodin závisí na umístění daného zařízení v technologickém procesu:

- Provozní hodiny bloku - přebírají zařízení, která leží na kritické cestě. Jejich provoz tudíž s provozem bloku přímo souvisí. Jedná se o hlavní výrobní zařízení např. reaktor, kotel (parogenerátor), turbína a transformátor (tab. 6.2.2).
- Provozní hodiny vlastní - přebírají zařízení, která jsou z pohledu funkce na výrobním bloku redundantní. Jedná se např. ventilátorové mlýny, kondenzátní čepadla, chladič

čerpadla a pod. Tyto provozní hodiny se sledují pomocí namontovaných čítačů nebo dle elektrických veličin polohou vypínače stavem ZAP/VYP. Běžnou praxí je však sběr vlastních provozních hodin pomocí formulářů v MS Excel.

- Provozní hodiny se nesledují - zařízení, u kterých tento parametr není třeba sledovat. Jedná se např. o nn motory, u kterých se životnost nesleduje, neboť oprava probíhá výměnným způsobem.
- Provozní hodiny zařízení pracující se společným médiem - typickým příkladem jsou dělené sběrnice parovodů, kdy vlivem činnosti armatur mohou být jednotlivé úseky v provozu různou dobu. V praxi se tato skutečnost nezohledňuje a považuje se za sběrnici nedělenou. Tím samozřejmě dochází ke zkresleným údajům. Na obr. 6.2.6 je naznačeno, jak tuto nepřesnost eliminovat a zpřesnit sledování provozních hodin jednotlivých úseků. Při řešení tohoto problému obecně je třeba vždy vycházet z konkrétního zapojení.

Elna	Blok	E_code	Umístění	Výr.č.	Od	Do	Hprov	HprovCell	Poznámka	Změnil	Změněno
ETU	22	54781	StrTG22	4126	1.1.2011	1.1.2012	6854	52876			
ETU	22	54781	StrTG22	4126	20.9.2010	1.1.2011	2947	46022	montáž na blok	Klír	5.10.2010
ECH	sk		Sklad	4126	24.4.2006	19.9.2010	0	43075	oprava-sklad	Rosa	30.4.2004
ECH	11	85471	StrTG11	4126	1.1.2006	23.4.2006	1542	43075	demontáž	Bříza	30.4.2004
ECH	11	85471	StrTG11	4126	1.1.2005	1.1.2006	7015	41533			
ECH	11	85471	StrTG11	4126	16.7.2004	1.1.2005	2453	34518	montáž na blok	Bříza	18.9.2004
ELE	21	4555	StrTG21	4126	1.1.2004	15.7.2004	3521	32065	demontáž	Novák	17.7.2004
ELE	21	4555	StrTG21	4126	1.1.2003	1.1.2004	6210	28544			
ELE	21	4555	StrTG21	4126	1.1.2002	1.1.2003	6254	22334			
ELE	21	4555	StrTG21	4126	1.1.2001	1.1.2002	5987	16080			
ELE	21	4555	StrTG21	4126	1.1.2000	1.1.2001	6542	10093			
ELE	21	4555	StrTG21	4126	25.6.1999	1.1.2000	3551	3551	instalace na b	Novák	26.6.1999

Tabulka 6.2.2. Praktická ukázka nápočtu provozních hodin při výměně VT rotoru

Komentář k funkčnosti parovodů dle obr.6.2.6 je následující:

- Kotel K2 je v provozu - výstupní parovod z K2 do společného parovodu přebírá provozní hodiny kotle K2.
- Kotel K3 je v provozu - výstupní parovod z K3 do společného parovodu přebírá provozní hodiny kotle K3.
- Turbína TG1 je v provozu - přívodní parovod k TG1 od společného parovodu přebírá provozní hodiny TG1.
- Turbína TG2 je v provozu - přívodní parovod k TG2 od společného parovodu přebírá provozní hodiny TG2.

Možnosti provozování společného děleného parovodu:

- Provozní stav 1:  $20a + 20b + 20c$  = namáhání úseků a,b,c tlakem/teplotou média
- Provozní stav 2:  $20a + 20b$  = namáhání úseků a,b tlakem/teplotou média
- Provozní stav 3:  $20b + 20c$  = namáhání úseků b,c tlakem/teplotou média
- Provozní stav 4:  $20a$  = namáhání úseků a tlakem/teplotou média
- Provozní stav 5:  $20b$  = namáhání úseku b tlakem/teplotou média
- Provozní stav 6:  $20c$  = namáhání úseku c tlakem/teplotou média

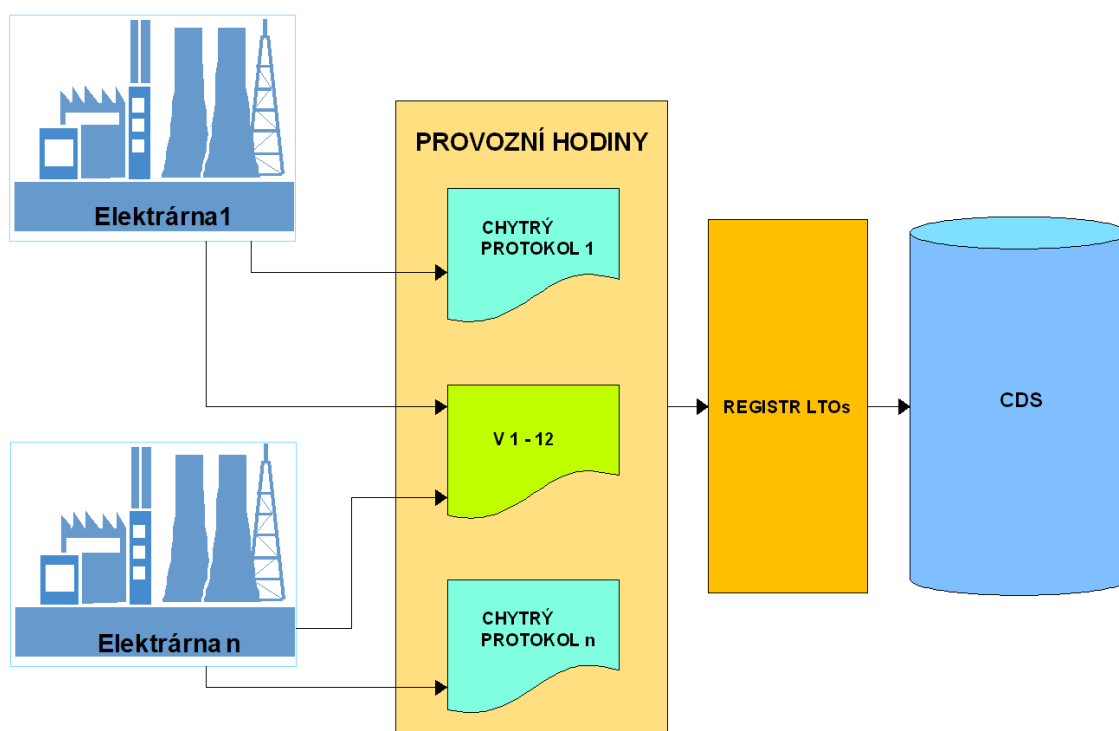


Příklad stanovení provozních hodin pro úsek 20a:

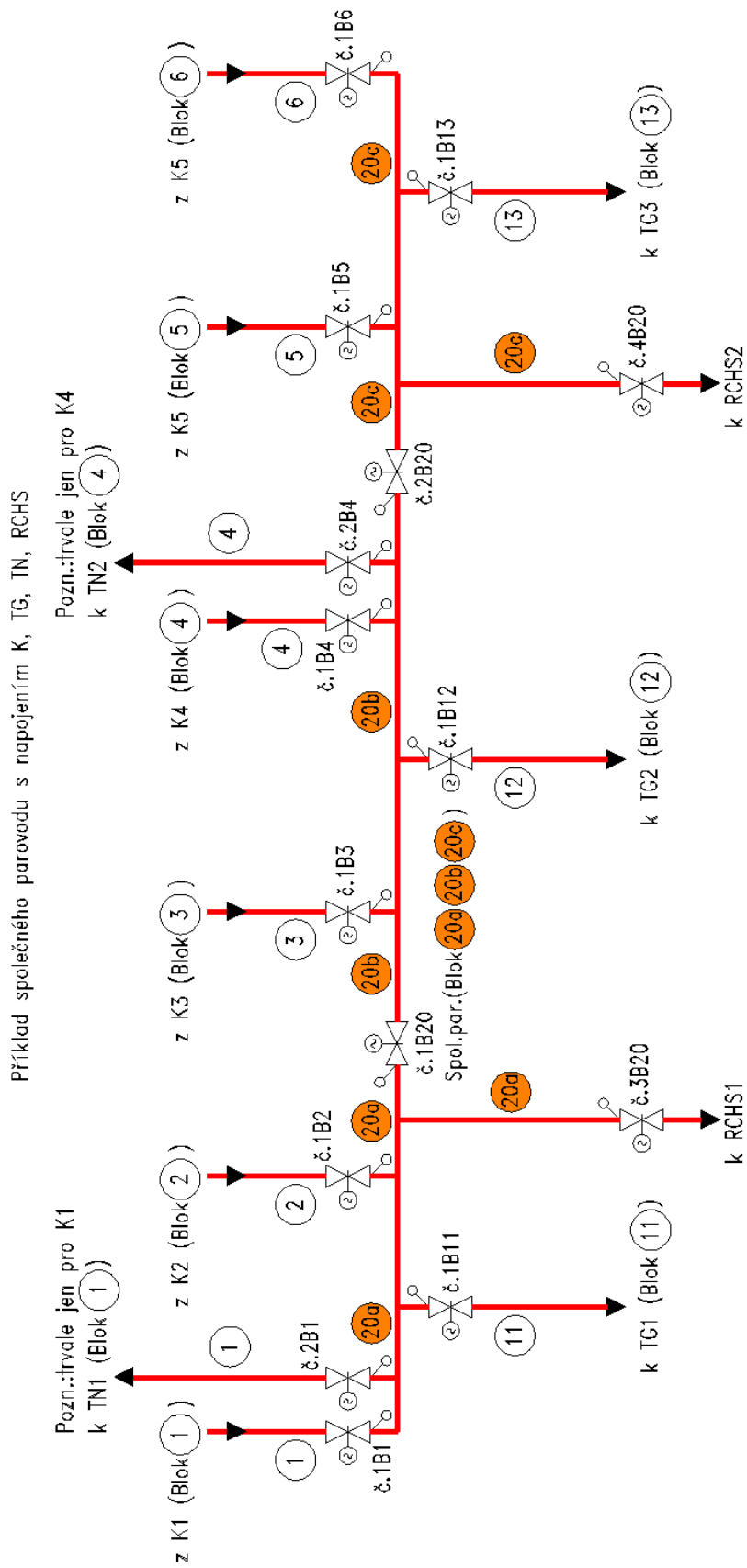
Celkový počet provozních hodin za sledované období se dosáhne prostým součtem dílčích provozních hodin stavů 1, 2, 4, kterými sledovaný úsek parovodu za sledované období prošel. Dobu provozu určují stavy otevřeno/zavřeno příslušných armatur pomocí čidel, nebo monitorováním elektrických signálů od pohonů armatur.

Sběr vlastních provozních hodin zařízení je znázorněn na obr. 6.2.5. Z jednotlivých lokalit jsou měsíčně zaslány ručně vyplněné tabulky ve formátu xls (chytrý protokol) k importu do prostředí LTOs. Importovat lze pouze tabulky vygenerované systémem LTOs. Tabulky obsahují údaje rok, měsíc, seznam zařízení a počet odjetých hodin za měsíc pro každé zařízení.

Provozní hodiny bloků jsou zadávány přes formulář V 1-12 přímo do intranetové aplikace VÝROBA, která je určena pro potřeby provozní ekonomie. Odtud jsou data získávána dávkově 1 x ročně do LTOs.



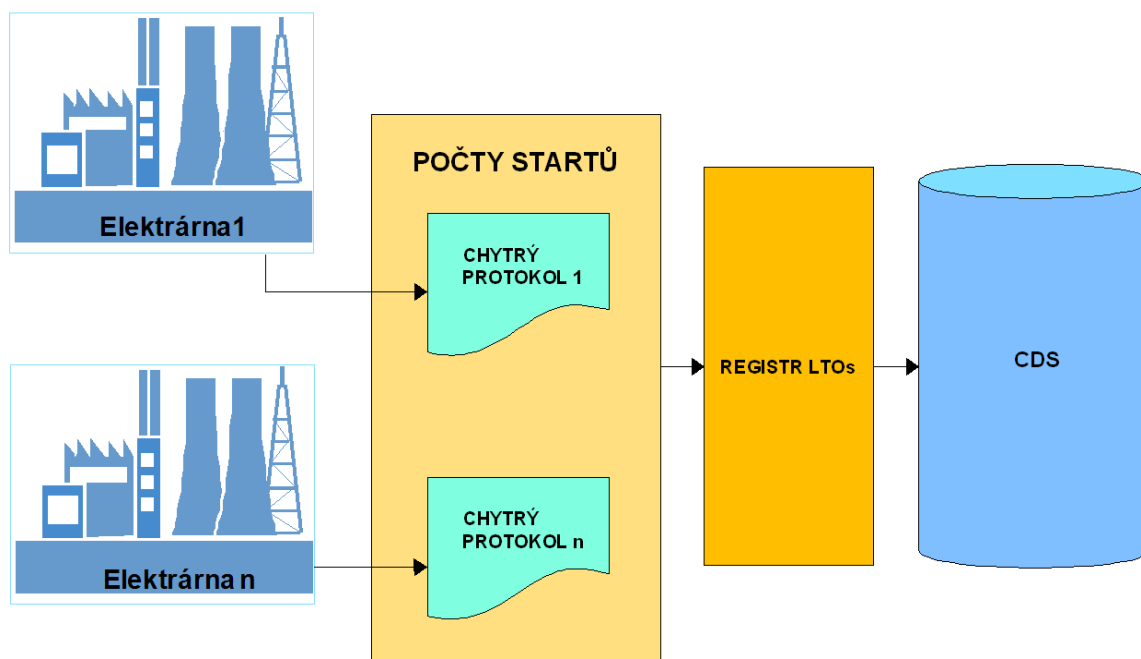
Obrázek 6.2.5. Princip sběru provozních hodin z jednotlivých lokalit



Obrázek 6.2.6. Propojení zdrojů tepla a spotřebičů společnou dělenou sběrnicí

### 6.2.5 Počty startů turbín

Dle požadavku uvedeném v kap. 2.7.3 je nutno sledovat počty startů, které se dělí na tři skupiny dle teplotních mezí teploty kovu. Sběr dat je realizován prostřednictvím jen té tabulky ve formátu xls, která byla vygenerována v systému LTOs.



Obrázek 6.2.7. Princip sběru počtu startů

### 6.3 Modul plánování

Důležitým modulem v procesním přístupu k řízení životnosti je plánování off – line diagnostických činností, kontrolních a revizních činností. Vstupními veličinami pro sestavení plánu je použitá diagnostická metoda, termín realizace poslední kontroly a perioda. Výstupem je vygenerovaný a schválený plán činností na celý rok. Ten se pak stává součástí plánu údržby. Pro vytipované činnosti je možno připojit informace o součinnostech, potřebných k realizaci dané diagnostiky (stavba lešení, odstranění tepelné izolace, seznam úkonů pro zajištění pracoviště apod.).

Realizace prací probíhá dávkově formou měsíčního výpisu z plánu, který je zadáním pro konkrétního dodavatele služby. Přílohou výpisu jsou strukturované protokoly, které se generují pro každou položku plánu a vlastní formulář protokolu je v souladu s plánovanou diagnostickou metodou. Většina použitých protokolů má charakter akreditovaných dokumentů.

Dodavatel vyplní protokol a provede závěrečné hodnocení standardně ve stupnici A až E. Protokoly jsou uloženy k danému zařízení a další automatizovanou činností se provede odepsání realizované diagnostiky z plánu. K dispozici pak jsou definované statistické přehledy realizace plánu dle dodavatelů, použitých PŘS, atd.

V případě nutnosti provedení diagnostiky mimo plán, je možno vystavit tzv. operativní protokol, který je zpracován procesně stejným postupem s jediným rozdílem, že nedochází k odepsání položky z plánu.

#### 6.4 Modul dokumentace

Modul „Dokumentace a protokoly“ se skládá ze dvou částí:

- Generátor protokolů
  - Generátor protokolů slouží primárně ke generování protokolů kontrol (zkoušek, revizí, ...) naplánovaných v modulu „Plánování“. Obecně lze ale vygenerovat jakýkoliv dokument, který s sebou nese určité identifikační znaky potřebné pro následné uložení a zpracování dokumentu v LTOs.
  - Protokoly se generují ve formátu Microsoft Word 2003 nebo Microsoft Excel 2003 (standard v ČEZ, a.s.)
- Ukladač protokolů
  - Ukladač protokolů umožňuje uložení dokumentu do LTOs, uložení dat z protokolu do CDS je řízeno vazbou na danou diagnostickou metodu

Modul dokumentace zajišťuje v systému LTOs služby spojené se správou a uchováváním dokumentace a její evidence k jednotlivým technologickým zařízením.

Dokumentem může být jakýkoliv dokument prezentovaný v elektronické podobě:

- diagnostické zprávy, revizní zprávy, protokoly, diagnostické karty, apod.
- obrazová dokumentace – skenované dokumenty, technologická schémata, nákresy, fotodokumentace (např. poškozené části zařízení)
- multimediální dokumenty – video, zvuk
- Dokumenty sledované v systému LTOs mohou být uchovávány:
  - v systému FileNET
  - na sdíleném prostředku souborového serveru, kde jsou zajištěna vhodná přístupová práva a je zajištěno jednotné mapování tohoto síťového prostředku v rámci celé sítě ČEZ, a.s.
  - přímo v úložišti dokumentů registru zařízení systému LTOs
- Všechny tyto dokumenty jsou striktně evidovány v registru zařízení LTOs a jsou navázány k příslušným fyzickým zařízením. Protože jeden dokument se může týkat jednoho i více zařízení, je uživatelský přístup k dokumentům zajištěn v aplikacích systému LTOs především a výhradně jen přes jednotlivá fyzická zařízení

### **6.4.1 Generátor protokolů**

Generátor protokolů umožňuje generování různých typů dokumentů. Proto jsou hlavním ovládacím prvkem na obrazovce generátoru záložky, kterých název odpovídá oblasti (kategorii zařízení) a které sdružují podobné typy dokumentů. Jde o kategorie Odsíření, Vibrodiagnostika, Stavební konstrukce, Tlaková zařízení, Měřidla, Transformátory, Elektrické točivé stroje, Elektrovizy, Diagnostika TG, Zvedací zařízení.

Uživateli aplikace se zobrazí pouze vybrané záložky a to podle oprávnění, které má definované k jednotlivým oblastem (kategoriím zařízení).

Pro každou ze záložek existuje několik typů šablon dokumentů, které lze generovat pro danou oblast (kategorii zařízení). Například pro oblast kotlů to jsou: Provozní revize kotle, Tlaková zkouška kotle, Vnitřní revize kotle, Zkouška těsnosti kotle atd.

Na jednotlivých záložkách se zobrazují zařízení, která jsou přiřazena k dané oblasti a k těmto zařízením se nabízí ke generování příslušné šablony. Jelikož se většinou jedná o zařízení, pro která jsou naplánované kontroly, je zde možnost výběru časového rozmezí těchto kontrol. Pak se nabízí pouze ta zařízení, která mají naplánovanou kontrolu pro určené období. Pokud chce uživatel vygenerovat protokol pro zařízení, které naplánovanou kontrolu nemá, zvolí možnost generovat operativní kontrolu. To znamená, že se zobrazí všechna zařízení pro danou oblast bez jakéhokoliv filtrování podle naplánovaných kontrol.

Samotné generování protokolů funguje následujícím způsobem: uživatel vybere jedno, či více zařízení, dále si vybere šablonu protokolu (většinou se správná šablona nabídne sama dle naplánované metody) a po volbě umístění vygenerovaného protokolu spustí tlačítkem samotné generování.

Každá šablona protokolu má svou hlavičku, která identifikuje zařízení. Tato hlavička je automaticky vyplněna údaji, které jsou přístupné v LTOs. Údaje, které v LTOs nejsou, musí uživatel vyplnit v protokolu ručně. Dále je součástí hlavičky řetězec, který jednoznačně identifikuje protokol vůči zařízení a plánu dle modulu Plánování.

Pokud je potřeba k protokolu připojit nějaké další součásti nezbytné pro správné fungování maker v protokolu. Typickým příkladem je použití závadovníku pro elektrovizy, kdy revizní technik si pro usnadnění práce vybírá správný popis zjištěné závady z nabídky možných formulací. K tomuto účelu se k protokolu vygeneruje další soubor s příponou .mdb (databáze Microsoft Access). Obsah této databáze se pak nabízí v otevřeném protokolu k výběru vhodné formulace popisu zjištěné závady.

### **6.4.2 Ukladač protokolů**

Ukladač protokolů slouží k uložení vyplněných protokolů, načtení vybraných hodnot do databáze modulu Diagnostika a přiřazení dokumentu k zařízení v registru. Zde probíhá vše automaticky, po uživateli se požaduje pouze označení protokolů, které se mají uložit.

Při samotném ukládání se načte hlavička dokumentu a na základě jednoznačného identifikátoru ukladač rozpozná, co a kam má uložit. Pokud se při ukládání vyskytne chyba, ukladač vrátí zpět provedené změny u ukládaného dokumentu a uživateli oznámí, ve kterém

místě dokumentu a k jaké chybě došlo. Po opravení nalezených chyb v dokumentu je třeba postup ukládání zopakovat.

## **6.5 Zásobník závad**

Při aplikování diagnostických metod na zařízení mohou být identifikovány závady, které jsou porušením bezpečnostních a provozních předpisů a norem. Tyto jsou strukturovaně zaznamenávány do protokolu s popisem zjištěné závady a doporučeným/požadovaným termínem jejich odstranění. Připojením tohoto protokolu k zařízení se automaticky plní zásobník zjištěnými závadami (obr. 6.5.1). Pokud závada nebyla odstraněna v termínu, je automaticky generována do protokolu pro příští plánovanou diagnostiku/kontrolu na daném zařízení. Rozlišuje se přitom, zda se jedná o opakovanou závadu (závada trvá, je neodstraňována) nebo o opakující se závadu (závada odstraněna, ale vzniká opětovně).

Závady z revizní činnosti jsou v zásobníku závad vedeny jako „bezpečnostní závady“. Jejich odstranění je záležitostí pracovníků údržby a formálně je řešeno pomocí pracovního příkazu. Ojedinelé spory mezi útvarem diagnostiky a údržby jsou řešeny vystavením neshody, která je posuzována procesně mimo oblast řízení životnosti.

Závady zjištěné při činnosti off-line diagnostiky jsou v zásobníku závad vedeny jako „zjištění“ a mohou iniciovat vydání tzv. technického podnětu.

Statistika postupného řešení všech závad v zásobníku uložených je součástí dokumentu „Hodnotící zpráva technické bezpečnosti“.

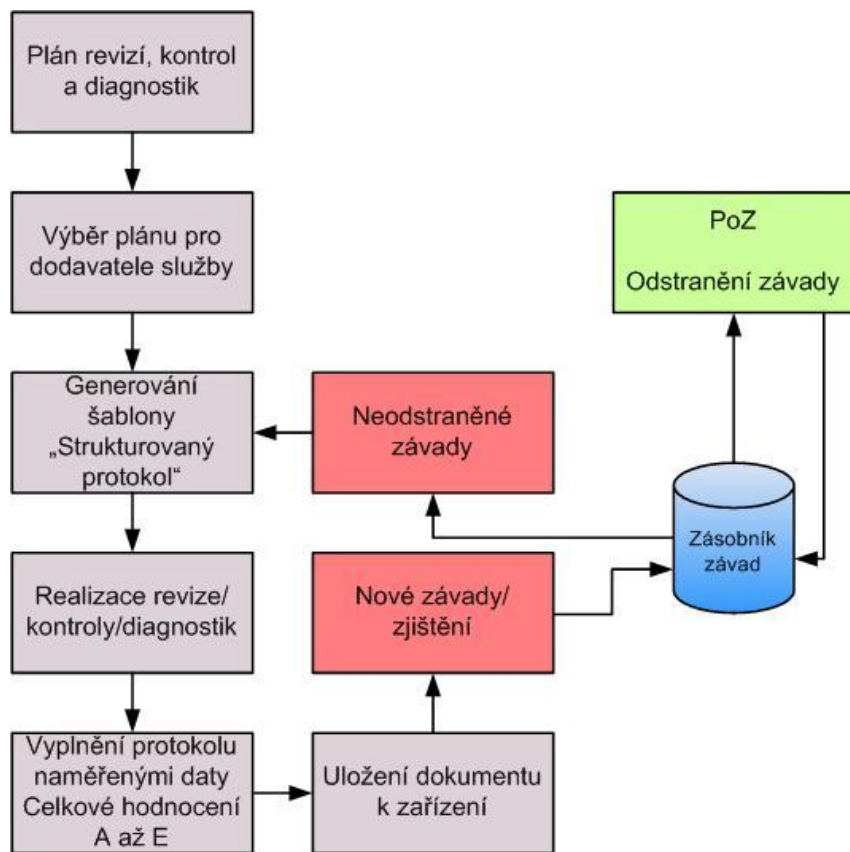
Součástí procesu realizace revizních činností v oblasti elektro pro usnadnění práce revizního technika je údržba/aktualizace platných předpisů a norem EN ČSN. Tyto jsou formou balíčku, včetně předdefinovaného „závadovníku“ obsahujícího popis závady a informaci, který článek které normy je přitom porušen. Tento k dispozici při vyplňování revizního protokolu.

Funkční schéma odstranění závady vzájemnou výměnou informací mezi systémy LTOs a AS6 je na obr. 6.5.2

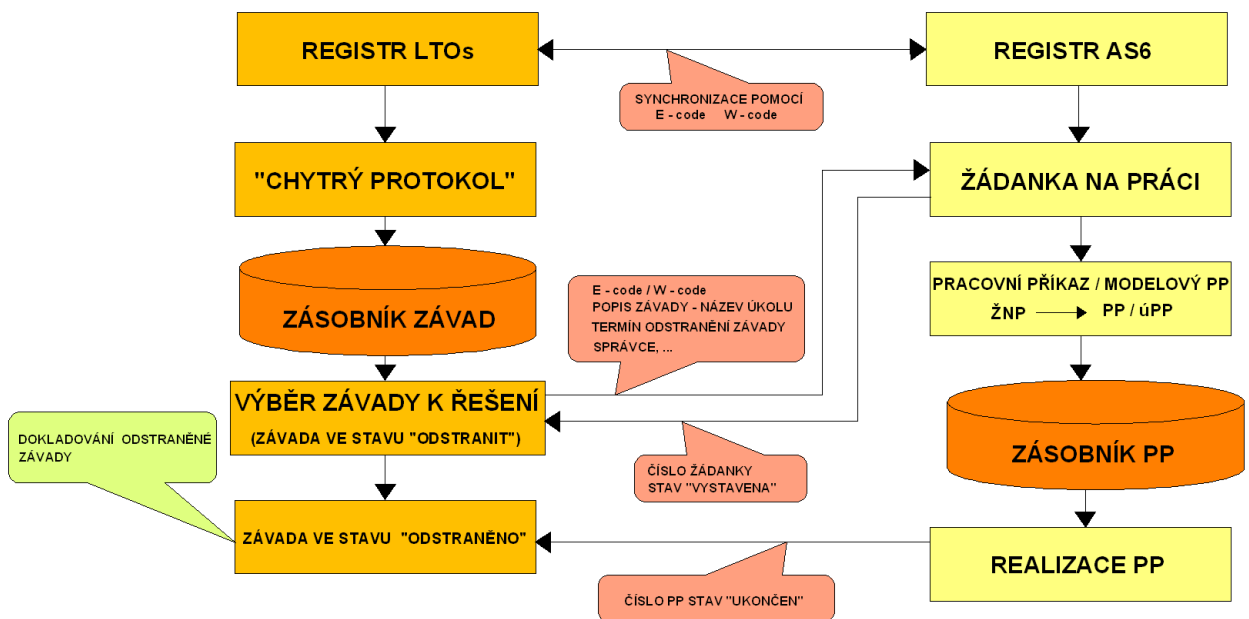
## **6.6 Zpětná vazba**

Funkce zpětné vazby je uplatněna nejen pro korekci popisných a štítkových údajů o zařízení při ukládání protokolu, který může být nositelem opravených údajů, ale také pro korekci dat stěžejních pro řízení životnosti. Uplatnění této korekce se posuzuje dle těchto principů:

- Jednotlivé programy řízení životnosti musí být posuzovány a korigovány na základě informací z ostatních elektráren a informací z rozvoje vědy a techniky (vnější zpětná vazba).
- Měření účinnosti procesu řízení životnosti (vnitřní zpětná vazba) je prováděno ve dvou úrovních:
  - Na úrovni zařízení/skupiny zařízení změnou hodnoty parametrů zařízení v čase nebo poruchovosti zařízení.
  - Na úrovni výrobního bloku změnou parametru pohotovosti



Obrázek 6.5.1. Plnění zásobníku závad



Obrázek 6.5.2. Odepsání závady automaticky dle informací z AS6

## 7. Hodnocení technického stavu zařízení

Posuzování technického stavu zařízení je proces, který kromě znalostí odborného personálu předpokládá také relevantní informace, které jsou databázově dostupné. Klíčem přístupu k těmto informacím je jednoznačná evidence zařízení, jak je podrobně popsáno v kap. 6.2. Obecně se hovoří číslování zařízení, přičemž se nerozlišuje, zda se jedná o projektové číslo, projektovou pozici nebo o konkrétní zařízení dané výrobcem, sériovým číslem a výrobním číslem. Pro hodnocení technického stavu zařízení je stěžejní tyto pojmy rozlišovat.

Pro dosažení relevantních informací, na základě kterých by bylo možno s jistou mírou pravděpodobnosti predikovat technický stav zařízení a z něho určit míru jeho spolehlivého provozu v budoucnosti, je třeba veškeré toky informací realizovat na procesní bázi. Jedním ze základních toků informací je standardizovaný řízený rozpad hodnocených zařízení na jeho komponenty [1].

V oblasti jaderné energetiky je požadavek na predikci technické spolehlivosti, charakterizovaným hodnotou parametru "Předpokládaný rok dožití" (PRD) rozšířen o predikci jaderné bezpečnosti zařízení, tzv. „Požadovaný rok konce provozu" (PRKP)“. Tato hodnota stanoví, do kdy je s dosažitelnou mírou pravděpodobnosti zaručen bezpečný provoz šetřeného zařízení.

Dostatek technických informací umožňuje porozumět procesu stárnutí materiálu jednotlivých komponent provozovaného zařízení, včas rozpoznat dopady tohoto procesu na jednotlivé provozní režimy a následky působení degradačních mechanismů mírnit použitím vhodného typu údržby [1], inovací používaných diagnostických postupů a zaváděním diagnostických metod nových. Aplikace výsledků hodnocení zařízení na jeho budoucí provoz se v české energetice nazývá "Řízení životnost zařízení".

Řízení životnosti v ČEZ, a.s. je podstatou procesu Péče o majetek, jenž má za cíl zajistit požadovanou funkci zařízení v požadované kvalitě. Pro zajištění požadované funkce zařízení je velmi důležité znát následky stárnutí na zařízení a přijmout přijatelná nápravná opatření dříve, než dojde k její ztrátě.

### 7.1 Základní pojmy

Pro snadnější orientaci v této problematice jsou v následujícím textu uvedeny základní pojmy a definice, které jsou použity k popisu procesu řízení životnosti.

- Komunikační úroveň zařízení – je takový technologický celek, ke kterému se váží veškeré dokumenty, hodnotící zprávy a všechna diagnostická a provozní data z řízení technologie. Na této úrovni se z pohledu řízení životnosti hodnotí zařízení jako celek a také dochází ke sdílení informací nebo jejich výměně s kooperujícími informačními systémy (účetnictví, sklady, atd.). Komunikační úroveň pro transformátor je samotný transformátor. Komunikační úroveň je nulová úroveň rozpadu zařízení.
- Komponenta zařízení - je první úrovní rozpadu zařízení. Ke komponentě mohou být vázána jednotlivá diagnostická šetření, informace z údržby a ukládána dílčí hodnocení. Pro potřeby řízení životnosti není s dalšími úrovněmi rozpadu zařízení uvažováno.

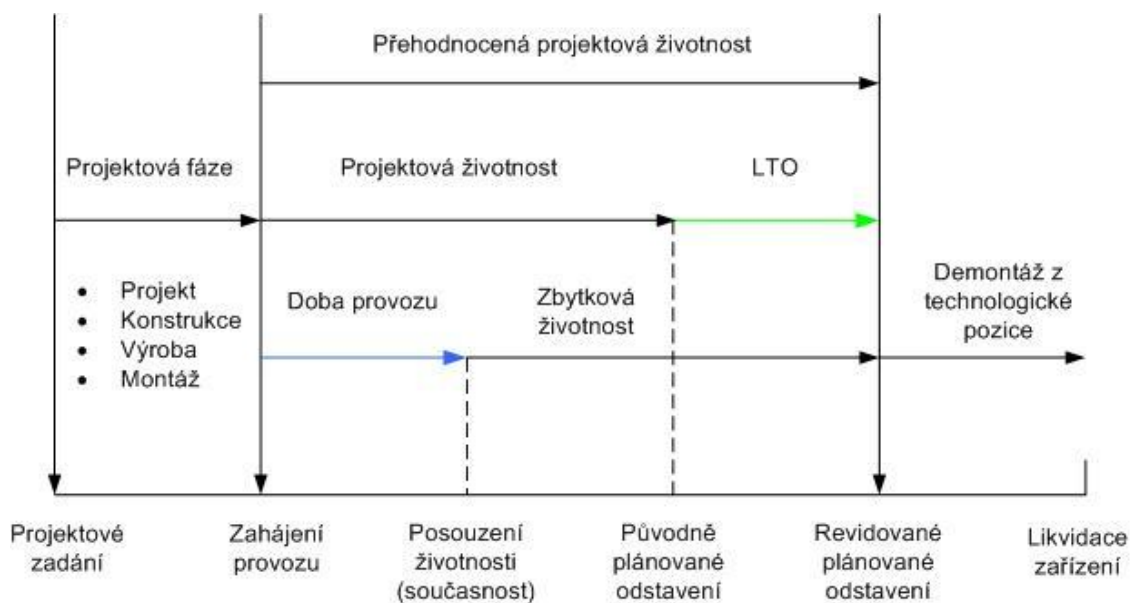


- Program řízeného stárnutí (PŘS) – z obecného hlediska se jedná o soubor diagnostických postupů (metod) řešící dopady působení degračních mechanismů na provozovaná zařízení nebo jejich komponenty.
- PŘS parametry – hodnocení zařízení/komponent se provádí na základě sledování hodnot příslušného parametru. Výčet sledovaných parametrů včetně jejich nominálních a limitních hodnot je pro jednotlivé postupy definován v PŘŽ.
- Program řízení životnosti (PŘŽ) – definuje způsob řízení životnosti pro daný druh zařízení (turbína, generátor, transformátor, atd.). PŘŽ je uplatňován prostřednictvím tzv. Standardu, který je v režimu řízené dokumentace. Znamená to, že jakýkoliv požadavek na změnu rozsahu PŘŽ (počet sledovaných komponent nebo parametrů) musí projít schvalovacím „work flow“. Tak je zaručeno, že všechna zařízení řízena dle stejného PŘŽ budou hodnocena stejným postupem a ze stejného úhlu pohledu.
- PŘŽ zařízení – aplikuje PŘŽ na skupinu zařízení daného typu (olejový transformátor, suchý transformátor, chladicí věž ventilátorová, typu Iterson, atd.)
- PŘŽ komponenty – uplatňuje rozpad zařízení na komponenty dle rozsahu definovaného v PŘŽ.
- Matice řízení životnosti – vytváří relaci mezi zařízením / jeho komponentami a souborem definovaných PŘS parametrů. Tato matice je výchozím dokumentem pro sestavení Standardu. Při jeho tvorbě se vychází z aktuálních znalostí průvodně-technické dokumentace, podnikových norem, norem ČSN, stanovisek odborného dozoru, zkušeností z dosavadního provozu, z dokumentace skutečného provedení atp.
- Řízené stárnutí – představuje proces, jehož výstupem je určení (predikcí a/nebo detekcí), po jaké době vlastnosti těchto zařízení degradují na úroveň ohrožující dodržení požadovaných bezpečnostních rezerv, a provedení nápravných nebo zmírňujících opatření za účelem porozumět příčinám a ovládat následky stárnutí.
- Řízení životnosti – proces spojující řízené stárnutí a ekonomické plánování s cílem sladit provoz, údržbu a dobu životnosti systémů, konstrukcí a komponent, udržovat požadovanou úroveň bezpečnosti a spolehlivosti a současně maximalizovat výnos investic po celou plánovanou dobu života výrobního zařízení. Tato doba se každoročním šetřením v rámci procesu řízení životnosti neustále zpřesňuje, jak ukazuje konec přehodnocené projektové životnosti na obr. 7.1.1, takže předpokládaný konec dožití zařízení bude oscilovat kolem skutečné hodnoty dané reálným stavem jeho technických schopností plnit požadované funkce. Nejmenší uvažovaná jednotka sledování procesu v časové ose je rok.

Základní cíle procesního řízení životnosti tedy jsou [39]:

- optimalizovat provoz, údržbu a dobu životnosti systémů, konstrukcí a komponent
- udržovat požadovanou úroveň výkonnosti a bezpečnosti bloku a zároveň maximalizovat výnos investic po plánovanou dobu života elektrárny
- umožnit včasnou detekci příčin a zmírnění následků stárnutí na zařízení důležitých pro bezpečnost a provozuschopnost elektrárny
- připravovat podklady pro optimální využití technické životnosti zařízení

- dokladovat dozorným orgánům zachování bezpečnostních rezerv a zbytkovou životnost rozhodujících zařízení nebo komponent bloku
- optimalizovat program preventivní údržby tak, aby podporoval řízení stárnutí klíčových (kritických) zařízení
- stanovit harmonogram výměny (modernizace)/opravy zařízení, které není vhodné dále provozovat z důvodů bezpečnostních, ekonomických, případně jiných
- umožnit prodloužení provozu systému, komponenty či konstrukce za původní projektovou životnost při současném zajištění bezpečnosti provozu výrobního bloku/elektrárny – hlavní cíl Programu LTO (Long Term Operation)



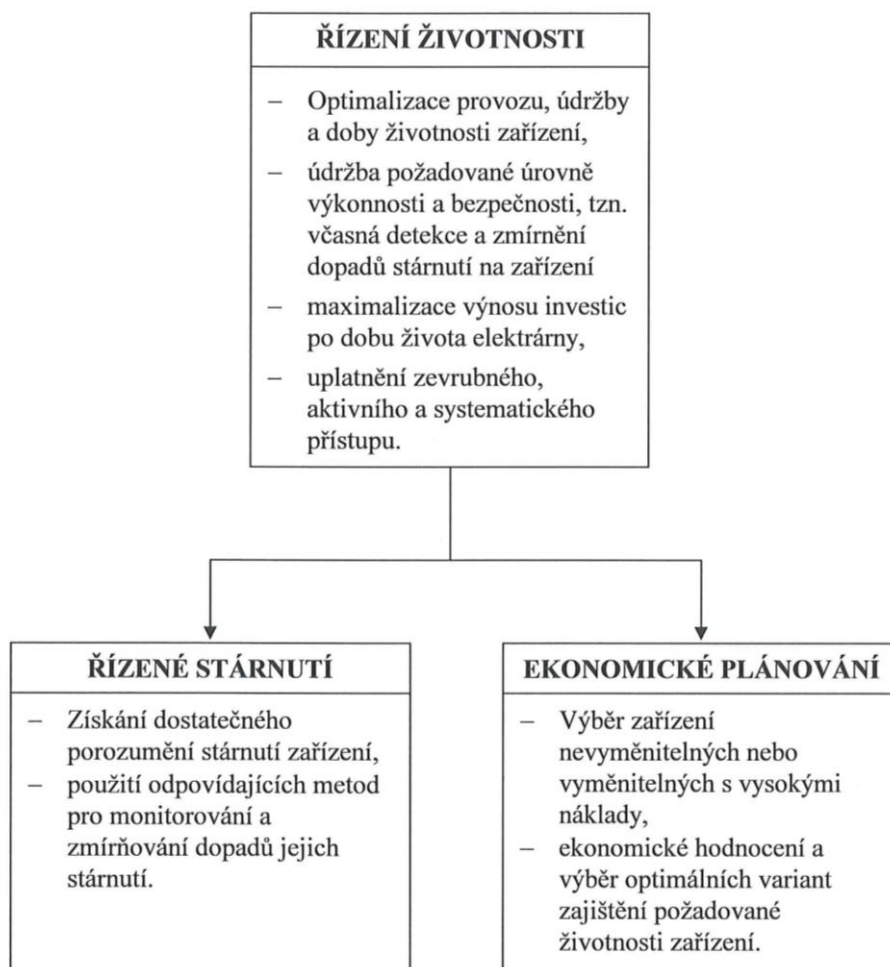
Obrázek 7.1.1 Životní cyklus provozovaného zařízení

## 7.2 Odstupňovaný přístup k řízení životnosti

V řízení životnosti je ČEZ, a.s. divize Výroba uplatňován odstupňovaný přístup [34]. Všechna exponovaná zařízení elektrárny jsou rozdělena z hlediska bezpečnosti, technologické a ekonomické důležitosti a strategického výhledu dalšího provozu bloku do tří kategorií, v každé kategorii je řízení životnosti definováno na základě samostatných postupů [1]:

- Kategorie 1 - Řízení životnosti na základě definovaného Programu řízení životnosti
- Kategorie 2 - Řízení životnosti na základě Preventivní údržby
- Kategorie 3 - Řízení životnosti na základě Korektivní údržby

SW podpora bude sloužit primárně pro podporu řízení životnosti zařízení Kategorie 1, i když její funkčnost bude možno využít pro Kategorii 2 zejména pro ta zařízení, na kterých probíhají diagnostické, monitorovací a testovací činnosti.



Obrázek 7.2.1. Základní struktura a cíle Řízení životnosti

### 7.3 Konfigurace registru zařízení

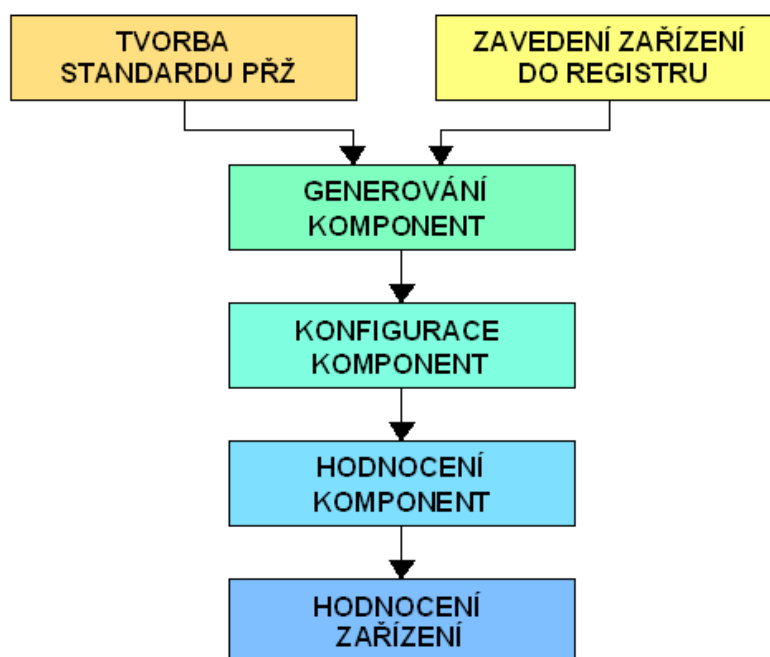
Hodnotíme-li více zařízení stejného typu, pak z důvodu porovnání výsledků diagnostik, hodnocení úspěšnosti zásahů údržby a plánování těchto činností, je nutné zajistit evidenci zařízení a komponent a jejich sledování u těchto zařízení stále ve stejném rozsahu. Řízený rozpad zařízení pomocí diagnostické matice je v tomto článku demonstrován na příkladu tlakových částí kotle a vysokotlakého dílu (VT dílu) parní turbíny 200MW.

Členění zařízení v registru obecně ovlivňuje účel, který je jiný z hlediska potřeb údržby než ten pro účely hodnocení technického stavu nebo řízení životnosti. Významné komponenty z pohledu bezpečnosti jsou z důvodu plánování vedena v registru samostatně. U tlakových zařízení jsou to např. svary a ohyby, u turbíny je to např. rotor. Dalším důvodem samostatné evidence zařízení v registru je sledování provozních hodin vyměněných, dožitých nebo přesunutých komponent.

Komponenty, které nejsou z uvedených důvodů důležité, se sledují na nižší úrovni jako měřicí místa, která jsou vykazována pouze v protokolech o měření. U tlakových zařízení jsou to měřicí body pro sledování tečení materiálu, u turbín se jedná např. o lopatky rotoru.

## 7.4 Matice řízení životnosti

Diagnostická matice neboli matice řízení životnosti obecně udává maximální rozpad zařízení na komponenty a maximální rozsah sledovaných parametrů dle rozsahu jednotlivých použitých metod. Neměnnost/změny této konfigurace musí být garantována příslušným řízeným dokumentem. Pro konkrétní zařízení je použito vybrané matice adresné. Znamená to, že propojením zařízení s odpovídající konfigurací pomocí prováděcího algoritmu dojde k řízenému vygenerování komponent v registru zařízení. (obr. 7.4.1).



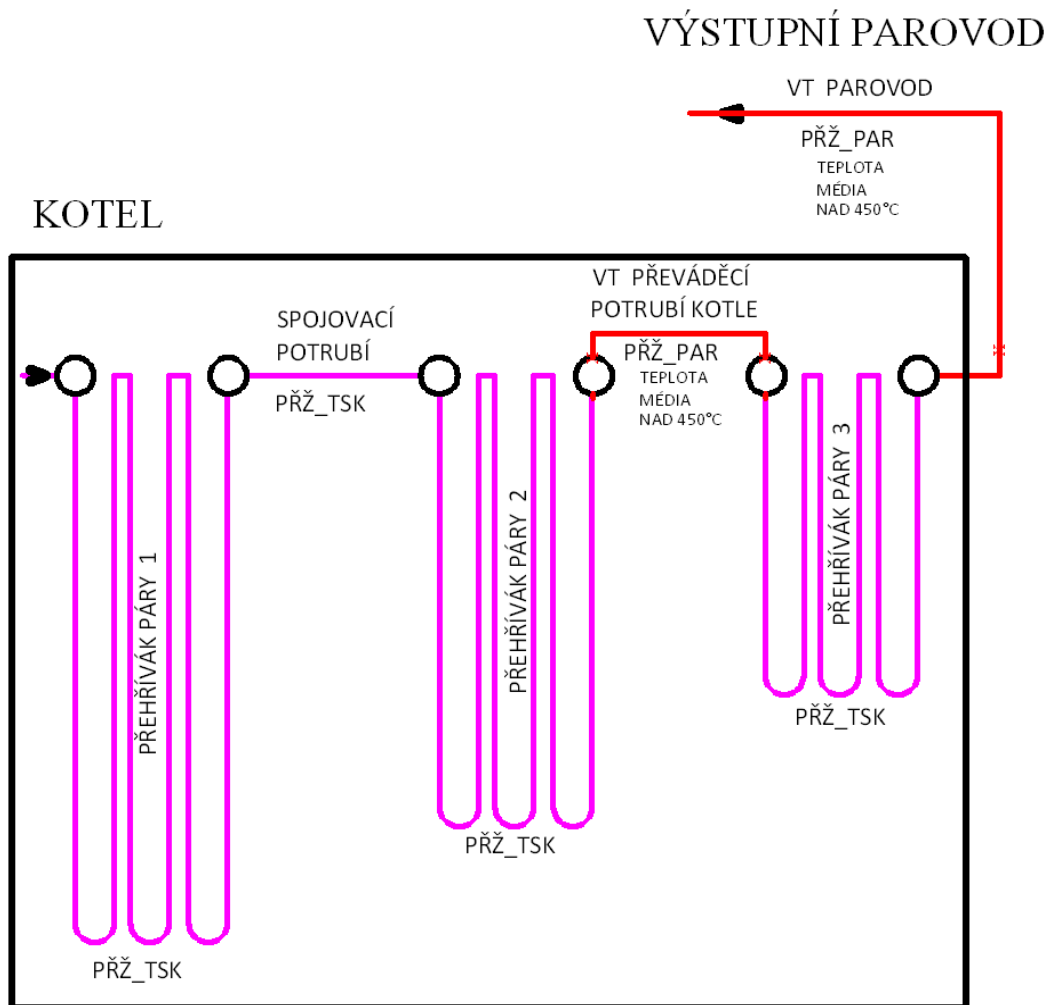
Obrázek 7.4.1 Postupné kroky v řízení životnosti

Je umožněno vybrat např. všechny turbíny, přiřadit k nim danou matici a vygenerovat všechny jejich komponenty najednou. Tím je zaručena jednotnost sledování a vyhodnocování připojených informací. Pokud existují odpovídající komponenty na straně registru zařízení údržby, je z důvodu výměny informací (dynamických dat) snaha o propojení obou registrů na úrovni komponent.

Matice řízení životnosti – vytváří relaci mezi zařízením / jeho komponentami a souborem degradačních mechanismů na komponenty působících. Tato matice je výchozím dokumentem pro sestavení tzv. Standardu - Programu Řízení Životnosti (PŘŽ) [1]. Při jeho tvorbě se vychází z aktuálních znalostí průvodně-technické dokumentace, podnikových norem, norem ČSN, stanovisek odborného dozoru, zkušeností z dosavadního provozu, z dokumentace skutečného provedení atp. Každý typ zařízení je hodnocen podle samostatného PŘŽ.

## 7.5 Sestavení matice pro tlaková zařízení

Tlaková zařízení pro výrobu páry v energetice se rozdělují dle provozních teplot na dvě skupiny. První skupinu tvoří vnitřní části kotle (ohřívák vody, výparník, přehříváky páry, přehříváky páry) (obr.7.5.1), ve druhé skupině jsou VT a ST parovody a převáděcí potrubí kotle a turbíny (tab. 7.5.1).



Obrázek 7.5.1 Rozlišení tlakových částí kotle a parovodů

Na tyto skupiny působí rozdílné degradační mechanismy, proto je pro každou skupinu sestavena samostatná matice řízení životnosti. Kotel se pro účely hodnocení technického stavu jako celek nesleduje. Na technický stav jeho částí se usuzuje podle technického stavu jejich komponent.

Problém nastává při požadavku přenášet hodnocení vnitřní revize kotle na části kotle, které jsou z hlediska řízení životnosti chápány jako komunikační úrovně. Tyto potíže se vyřešily vytvořením vazby, která vznikla přiřazením výrobního čísla kotle ke všem jeho komunikačním úrovním (tedy komponentám). Tyto komponenty proto mohou informaci o hodnocení jejich technického stavu včetně hodnocení revize kotle komunikovat s okolím, např. s údržbovým systémem AS6.

Stejným přístupem se hodnotí např. vysokotlaký (VT) parovod a to tak, že se hodnotí technický stav jeho komponenty ohyb, rovná trubka, svar a tvarovka, jak je znázorněno v tabulce 7.5.1.

Kód PŘŽ	Kód zařízení	Název zařízení	Kód komponenty	Název komponenty
PRZ_PAR	ST PAR	ST parovod	O	Ohyb
PRZ_PAR	ST PAR	ST parovod	RT	Rovná trubka
PRZ_PAR	ST PAR	ST parovod	SV	Svar
PRZ_PAR	ST PAR	ST parovod	TV	Tvarovka
PRZ_PAR	ST PPK	ST převáděcí potrubí kotle	O	Ohyb
PRZ_PAR	ST PPK	ST převáděcí potrubí kotle	RT	Rovná trubka
PRZ_PAR	ST PPK	ST převáděcí potrubí kotle	ST	Vstříkovací
PRZ_PAR	ST PPK	ST převáděcí potrubí kotle	SV	Svar
PRZ_PAR	ST PPK	ST převáděcí potrubí kotle	TV	Tvarovka
PRZ_PAR	ST PPTG	ST převáděcí potrubí TG	O	Ohyb
PRZ_PAR	ST PPTG	ST převáděcí potrubí TG	RT	Rovná trubka
PRZ_PAR	ST PPTG	ST převáděcí potrubí TG	SV	Svar
PRZ_PAR	ST PPTG	ST převáděcí potrubí TG	TV	Tvarovka
PRZ_PAR	VT PAR	VT parovod	O	Ohyb
PRZ_PAR	VT PAR	VT parovod	RT	Rovná trubka
PRZ_PAR	VT PAR	VT parovod	SV	Svar
PRZ_PAR	VT PAR	VT parovod	TV	Tvarovka
PRZ_PAR	VT PPK	VT převáděcí potrubí kotle	O	Ohyb
PRZ_PAR	VT PPK	VT převáděcí potrubí kotle	RT	Rovná trubka
PRZ_PAR	VT PPK	VT převáděcí potrubí kotle	SV	Svar
PRZ_PAR	VT PPK	VT převáděcí potrubí kotle	TV	Tvarovka
PRZ_PAR	VT PPK	VT převáděcí potrubí kotle	VT	Vstříkovací
PRZ_PAR	VT PPTG	VT převáděcí potrubí TG	O	Ohyb
PRZ_PAR	VT PPTG	VT převáděcí potrubí TG	RT	Rovná trubka
PRZ_PAR	VT PPTG	VT převáděcí potrubí TG	SV	Svar
PRZ_PAR	VT PPTG	VT převáděcí potrubí TG	TV	Tvarovka

Tabulka 7.5.1. Standardní členění parovodů přehřáté páry dle obecné diagnostické matice

## 7.6 Praktické použití diagnostické matice

Aplikací matice na konkrétní zařízení je určen maximální rozsah sledovaných komponent. Redukce jejich rozsahu/počtu pro jednotlivá zařízení stejného typu je možná. Důvodem může být dožívající zařízení, kdy se již nevyplatí provádět diagnostiku na všech částech nebo v plném rozsahu.

V tabulce 7.6.1 je znázorněna vazba mezi obecnou komponentou (Název dle PŘŽ) a odpovídajícími fyzickými komponentami (Číslo zařízení) daného typu parovodu. Jedná se o vazbu mezi objekty typu 1:N.

Tento přístup umožňuje strukturované ukládání naměřených hodnot diagnostikovaných parametrů do datového skladu. Je zřejmé, že pak lze snadno porovnávat technický stav parovodů a jejich částí výkonově/technicky stejných parametrů mezi sebou. Výsledky těchto analýz jsou zajímavými informacemi jak pro samotného provozovatele zařízení a údržbu tak pro výrobce.

Blok	PŘŽ	Název dle PŘŽ	Číslo zařízení	Název
11	VT parovod	.	11LBA11BR001	KU_VT parovod - výstupní K1
11	VT parovod	Ohyb	11LBA32BR001	ohyb-6.na výstupu P
11	VT parovod	Ohyb	11LBA31BR001	ohyb-T-kus L - VTPS L
11	VT parovod	Ohyb	11LBA11BR001	ohyb-2.na výstupu L
11	VT parovod	Ohyb	11LBA11BR001	ohyb-1.na výstupu L
11	VT parovod	Rovná trubka	11LBA32BR001	rovná část mezi T-kusem P a VTPS P
11	VT parovod	Rovná trubka	11LBA32BR001	rovná část mezi T-kusem P a VTRZRV P
11	VT parovod	Rovná trubka	11LBA11BR001	rovná část mezi 3.a 4.ohybem -1.část
11	VT parovod	Rovná trubka	11LBA11BR001	rovná část mezi 2.a 3.ohybem
11	VT parovod	Rovná trubka	11LBA11BR001	rovná část - výstup z PK18P
11	VT parovod	Svar	11LBA32BR001	svar-T-kus P - VTPS P - ohyb
11	VT parovod	Svar	11LBA32BR001	svar-rovná část mezi T-kusem P a VTPS P
11	VT parovod	Svar	11LBA32BR001	svar-T kus P II
11	VT parovod	Svar	11LBA31BR001	svar-T-kus L - VTPS L - ohyb
11	VT parovod	Svar	11LBA31BR001	svar-rovná část mezi T-kusem L a VTPS L
11	VT parovod	Svar	11LBA31BR001	svar-T kus L II
11	VT parovod	Svar	11LBA31BR001	svar- rovná část mezi T-kusem L a VTRZRV L
11	VT parovod	Svar	11LBA11BR001	svar-dýza
11	VT parovod	Svar	11LBA11BR001	svar-rovná část mezi 4.ohybem a dýzou
11	VT parovod	Svar	11LBA11BR001	svar-2.ohyb na výstupu L - původní
11	VT parovod	Svar	11LBA11BR001	svar-1.ohyb na výstupu L - původní
11	VT parovod	Svar	11LBA11BR001	svar-výstup z PK18P
11	VT parovod	Tvarovka	11LBA32BR001	odlučovač VT P
11	VT parovod	Tvarovka	11LBA31BR001	T kus L
11	VT parovod	Tvarovka	11LBA20BR001	Y kus-výkovek - horní
11	VT parovod	Tvarovka	11LBA12BR001	dýza

Tabulka 7.6.1. Přiřazení fyzických částí zařízení ke komponentám standardu

## 7.7 Sestavení matice pro turbíny

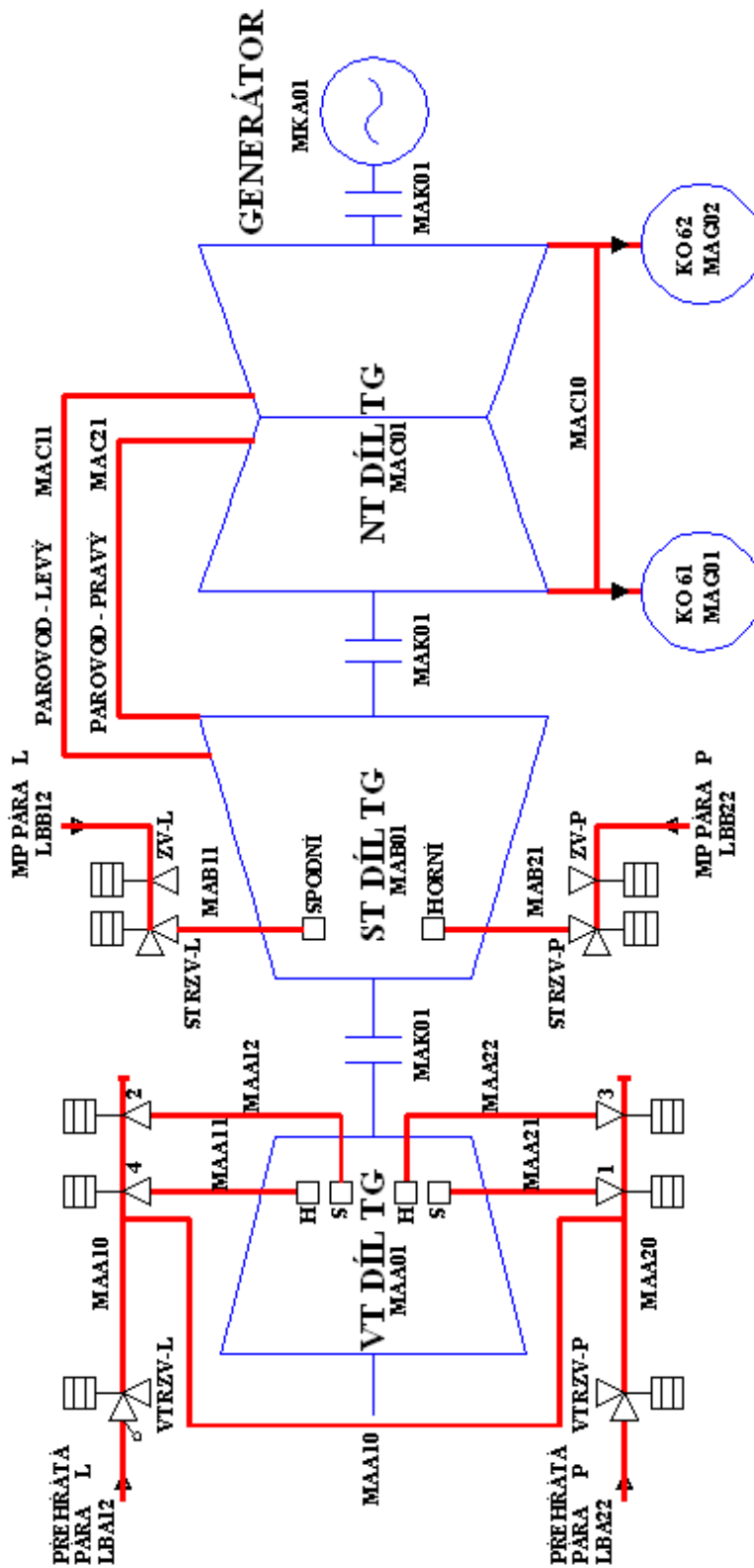
Turbína z pohledu technického hodnocení/řízení životnosti je považována za soustrojí, jak je schematicky znázorněno na obr. 7.7.1. Diagnostikují se jednotlivé díly a samostatně se sledují. Rozpad těchto dílů na komponenty je rozdílný, různé jsou degradační mechanismy a tedy i rozsah sledovaných parametrů. Proto byly pro jednotlivé díly turbíny sestaveny dílčí samostatné matice vydané v jednom technickém standardu pro řízení životnosti turbín. Na komponenty parní turbíny působí degradační mechanismy, ovlivňují jejich sledované funkce a průběh stárnutí materiálu. Pro potřeby měření dynamického kmitání základů, měření velmi přesných nivelací a měření vibrací celého soustrojí se hodnocení životnosti provádí na úrovni celého soustrojí - turbogenerátoru TG.

## Projevy degračních mechanismů [1]:

- tečení materiálu (creep) - je jedním z jeho mezních stavů a nastává při namáhání materiálu za teplot v creepové oblasti (cca 0,3 x teplota tání oceli). Při tomto procesu dochází k deformacím, změnám rozměrů, vzniku kavit a mikrotrhlin i změnám v mikrostruktuře.
- únava materiálu - způsobuje expozici cyklickým mechanickým, tepelným namáháním nebo kombinací obou a taktéž působením vibrací
- opotřebení a ztráta soudržnosti - dochází k nežádoucím změnám povrchu nebo rozměrů tuhých těles, způsobených buď vzájemným působením funkčních povrchů, nebo funkčního povrchu a média, které opotřebení vyvolává. Projevuje se jako odstraňování nebo přemísťování částic hmoty.
  - eroze - povrch součásti je opotřebováván částicemi (nečistota, předmět, kapičky vody, ...) unášenými v nosném médiu - vzduch, kapalina nebo pára (např. opotřebování lopatek)
  - abraze - povrch součásti je opotřebováván tvrdými částicemi při styku s dalším povrchem
  - elektro-eroze - mezi dvěma částmi dojde ke vzniku elektrického mikrooblouku, při kterém dojde k vytrhávání částic z povrchu
- koroze - je fyzikálně-chemická interakce kovu a prostředí vedoucí k rozrušování kovu a ke změnám jeho vlastností, které mohou vyvolat významné zhoršení funkce součásti. U komponent parních turbín je možno indikovat různé druhy koroze:
  - plošná koroze - celková koroze probíhající téměř stejnou rychlostí na celém povrchu materiálu
  - důlková koroze - místní koroze, jejíž důsledkem je vytváření důlků, tj. dutin v kovu počínajících na povrchu
  - mezikrystalická koroze - koroze probíhající na hranicích zrn kovu nebo v oblasti, která k nim přiléhá
  - koroze pod napětím - děj se společným působením koroze a mechanického namáhání kovu, které je na kov vloženo nebo vyvoláno zbytkovým pnutím
  - korozní únava - děj se společným působením koroze a střídavého mechanického namáhání kovu, které často vede k praskání; korozní únava vzniká, pokud je kov v korozním prostředí vystaven cyklickému mechanickému namáhání
- deformace - deformace geometrického tvaru komponent vlivem nesprávného provozního namáhání
  - elastická deformace - po skončení působení síly se deformace navrátí do původního tvaru
  - plastická deformace - dochází k trvalé změně tvaru, která je u většiny komponent nepřijatelná
- provozní vlivy - mezi provozní vlivy se řadí počty startů, provozní hodiny a tvorba úsad na lopatkách turbín vlivem špatného chemického režimu média v parovodním okruhu.



Při sestavování diagnostické matice pro celé soustrojí turbíny je třeba vzít v úvahu všechny uvedené vlivy degračních mechanismů.



Obrázek 7.7.1 Jednotlivé díly parní turbíny s označením systémů dle metodiky KKS [8], [9]

Kód PŘŽ	Kód zařízení	Název zařízení	Kód komponenty	Název komponenty	Kód PRS	Degr. mechanismus	Parametr
PRZ_TG TN	VT Ro	VT rotor	.	.	PRS_MDPT		Celkové hodnocení
PRZ_TG TN	VT Ro	VT rotor	.	.	PRS_MDPT		Poruchovost
PRZ_TG TN	VT Ro	VT rotor	CL	Čepy ložisek	PRS_MDPT		Dílčí hodnocení
PRZ_TG TN	VT Ro	VT rotor	D OK	Disky OK	PRS_MDPT		Dílčí hodnocení
PRZ_TG TN	VT Ro	VT rotor	H	Hřídel	PRS_MDPT	Počty startů, provozní hodiny	Čerpání životnosti - výpočet
PRZ_TG TN	VT Ro	VT rotor	H	Hřídel	PRS_MDPT		Dílčí hodnocení
PRZ_TG TN	VT Ro	VT rotor	H	Hřídel	PRS_VDRZ		Vibrace (hřídel)
PRZ_TG TN	VT Ro	VT rotor	L	Lopatky	PRS_MDPT		Dílčí hodnocení
PRZ_TG TN	VT Ro	VT rotor	L	Lopatky	PRS_VDRZ		Vibrace (lopatky)
PRZ_TG TN	VT Ro	VT rotor	S	Spojky	PRS_MDPT		Dílčí hodnocení
PRZ_TG TN	VT Ro	VT rotor	U	Ucpávky	PRS_MDPT		Dílčí hodnocení

Tabulka 7.7.1. Dílčí diagnostická matice pro vysokotlaký rotor parní turbíny

## 7.8 IA vrstva

Nabízí se k hodnocení pouze ta zařízení/skupiny zařízení, která mají přiřazenu matici pro řízení životnosti, jsou tedy řízena příslušným PŘŽ. Funkcionalita IA vrstvy umožňuje ke zvolenému termínu provádět tzv. "šetření" technického stavu na úrovni komponent a hodnotit zařízení na komunikační úrovni jako celek standardním hodnocením A až E. Součástí hodnocení je záznam e-mailové komunikace s útvarem Péče o zařízení (PoZ), tedy provozovatelem zařízení a Asset Management (AM).

Všechna šetření včetně komentovaných dílčích hodnocení a hodnot parametrů dosažených k danému dni šetření se ukládají do historie. Celá historie je pak k dispozici pro každé další nové šetření včetně možnosti zobrazení časových řad sledovaných parametrů. Označené parametry mohou mít hodnoty editovatelné přímo v IA vrstvě, jedná se především o doplňkové parametry. Významné parametry mohou být označeny z hlediska bezpečnostního nebo spolehlivostního jako limitující [16].

IA vrstva umožňuje šetřit jednotlivá zařízení samostatně nebo skupinu zařízení, která je sestavena dle procesního diagramu na obr. 3.11.2.

Z důvodu vyhodnocování se jeví účelné sestavit zařízení do dvou skupin:

Skupina pro řízení životnosti – sestavuje se tehdy, jedná-li se o velký počet zařízení stejného typu (např. armatury, vn kabely, měřicí transformátory, apod.), jejichž individuální sledování z pohledu řízení životnosti by bylo obtížné nebo technicky nemožné. V takovém případě jsou výsledky šetření vybrané množiny zařízení tzv. reprezentantů aplikovány na všechna zařízení dané skupiny. Sestavit skupinu určenou pro řízení životnosti má smysl jen tehdy, budou-li všichni její členové na úrovni nulté úrovně rozpadu zařízení.

Skupina souvisejících zařízení – poskytuje dodatečné informace o zařízeních, která nepřímo souvisí s hodnoceným zařízením. Důvodem může být potřeba ekonomických nebo údržbových informací jako podpůrných zjištění pro vystavení celkového hodnocení. Do skupiny souvisejících zařízení v případě výkonového transformátoru lze zařadit generátorový vypínač, odbočkový transformátor apod. Každé zařízení může být účelně zařazeno do více skupin souvisejících zařízení.

**HODNOCENÍ za rok 2012**

KU\_VT výstupní parovod K1

Parametr	Komponenta	2009	2010	2011	2012	Nejhorší
VPD	Rovná trubka	A	A	B	B	C
	Rovná trubka	B	C	C		
	Rovná trubka	A	B	B		
MTM	Rovná trubka	A	A	A	A	B
	Rovná trubka	B	C	B		
	Rovná trubka	A	B	B		
KSZM	Ohyb	A	B	C	C	C
	Ohyb	B	C	B		
	Ohyb	A	B	B		
VLMAT	Ohyb	A	B	C	D	D
	Ohyb	B	C	B		
	Ohyb	A	B	C		
REPLIKA	Ohyb	A	B	B	B	B
	Ohyb	B	C	B		
	Ohyb	A	B	B		
Komponenta	Ohyb	A	B	C	D	D
	Ohyb	B	C	B		
	Ohyb	A	B	C		
Komponenta	Svar	A	B	B		C
	Svar	B	C	B		
	Svar	A	B	C		
Komponenta	Tvarovka	A	B	B	C	C
	Tvarovka	B	C	B		
	Tvarovka	A	B	C		
Komponenta	Tvarovka	A	B	B	C	C
	Tvarovka	B	C	B		
	Tvarovka	A	B	C		
Komponenta	Tvarovka	A	B	B	C	D
	Tvarovka	B	C	B		
	Tvarovka	A	B	C		
Komponenta	Tvarovka	A	B	B	C	D
	Tvarovka	B	C	B		
	Tvarovka	A	B	C		
Nejhorší (z parametrů)						C
Nejhorší (z parametrů)						D
Nejhorší (z parametrů)						C
Nejhorší (z parametrů)						D

**REPORT - VÝSLEDKY za rok 2012**

Výsledky expertiz pro skupiny zařízení:

Sk.	Popis	VPD	MTM	KSZM	VLMAT	REPLIKA	Nejhorší (z par.)
1	Rovná trubka	C	B	-	-	-	C
2	Ohyb	D	C	D	D	B	D
3	Svar	C	-	C	-	-	C
4	Tvarovka	D	-	C	B	B	D

Obrázek 7.8.1. Postupná agregace dílčích hodnocení dle použitých diagnostických metod

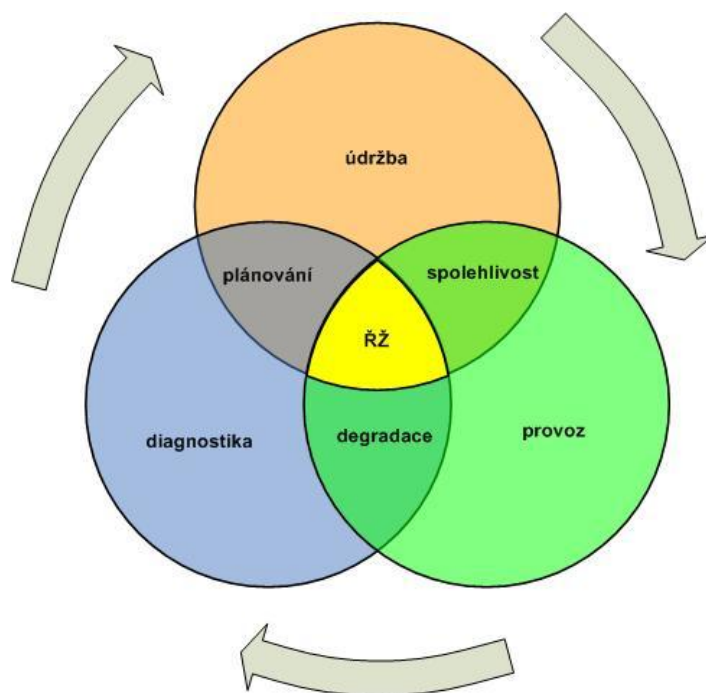
Na obr. 7.8.1 je názorně ukázán princip agregace dílčích hodnocení jednotlivých komponent. Pod těmito komponentami je ukryto určité množství konkrétních částí zařízení, které se samostatně dle příslušných metod hodnotí, a v procesu postupné agregace se zobrazí nejhorší hodnocení ze všech hodnocených částí zařízení v rámci dané metody.

## 7.9 Datové zdroje pro hodnocení technického stavu zařízení

Z obr. 7.9.1 je zřejmé, že hlavními datovými zdroji pro hodnocení životnosti je provoz, diagnostika a údržba zařízení. Diagnostika získává informace z provozu prostřednictvím jednotlivých PŘS [7].

Rozsah plánovaných činností co do obsahu i četností v rámci ročního plánu je ovlivňován výsledky použité diagnostiky a hodnocením během řízení životnosti (ŘŽ).

Spolehlivost je mírou kvality údržby, neboť se do ní zpětně promítá provozuschopnost zařízení.



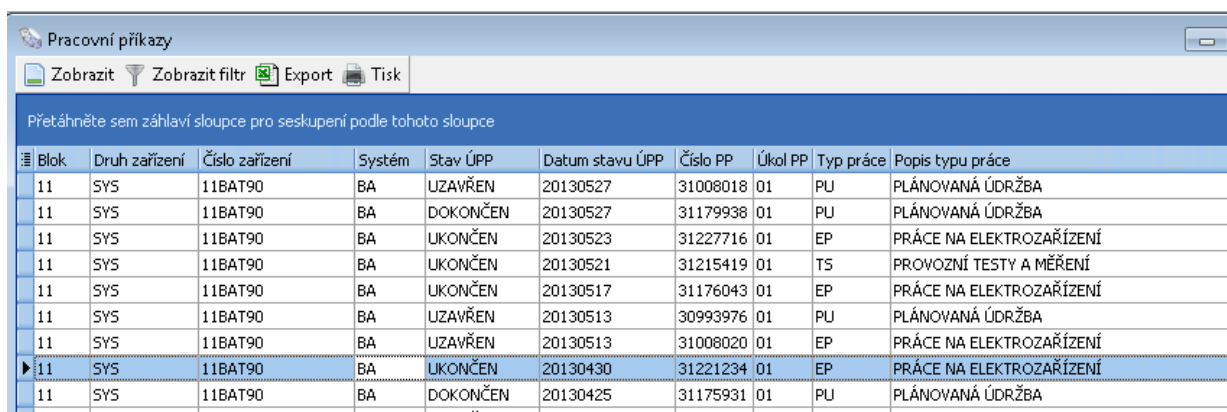
Obrázek 7.9.1. Hlavní zdroje dat pro hodnocení technického stavu zařízení

## 7.10 Provoz

Provozní data jsou důležitá pro řízení technologie. Čidla pro jejich snímání jsou trvalou součástí technologické pozice. Hodnoty parametrů technických veličin jsou ve většině případů snímány kontinuálně v časových řezech 30 s. Kromě řízení technologie jsou získaná data využívána v provozní ekonomii. Data jsou do CDS ukládána sběračem, který má z důvodu omezených kapacitních možností skladového media nastaveno pásmo necitlivosti sběru. Pásmo je možno měnit dle potřeb řízení životnosti, pro všechny veličiny je jeho šířka nastavena standardně na velikost 2% z příslušného měřicího rozsahu.

## 7.11 Údržba

Informační systém pro řízení údržby poskytuje data formou pracovních příkazů. Jakýkoli údržbový zásah na zařízení, iniciovaný plánem nebo jeho poruchou, lze z bezpečnostních i technických důvodů provést pouze na pracovní příkaz (někdy se užívá také termín pracovní lístek). Je tedy zřejmé, že hlavní zdrojem informací o údržbových zásazích jsou pro potřeby řízení životnosti právě pracovní příkazy. Expertovi je umožněno tyto údaje zobrazit v prostředí IA vrstvy formou výpisu všech pracovních příkazů k zařízení od jeho zavedení do informačního systému údržby (obr. 7.11.1).



Blok	Druh zařízení	Číslo zařízení	Systém	Stav ÚPP	Datum stavu ÚPP	Číslo PP	Úkol PP	Typ práce	Popis typu práce
11	SYS	11BAT90	BA	UZAVŘEN	20130527	31008018	01	PU	PLÁNOVANÁ ÚDRŽBA
11	SYS	11BAT90	BA	DOKONČEN	20130527	31179938	01	PU	PLÁNOVANÁ ÚDRŽBA
11	SYS	11BAT90	BA	UKONČEN	20130523	31227716	01	EP	PRÁCE NA ELEKTROZAŘÍZENÍ
11	SYS	11BAT90	BA	UKONČEN	20130521	31215419	01	TS	PROVOZNÍ TESTY A MĚŘENÍ
11	SYS	11BAT90	BA	UKONČEN	20130517	31176043	01	EP	PRÁCE NA ELEKTROZAŘÍZENÍ
11	SYS	11BAT90	BA	UZAVŘEN	20130513	30993976	01	PU	PLÁNOVANÁ ÚDRŽBA
11	SYS	11BAT90	BA	UZAVŘEN	20130513	31008020	01	EP	PRÁCE NA ELEKTROZAŘÍZENÍ
11	SYS	11BAT90	BA	UKONČEN	20130430	31221234	01	EP	PRÁCE NA ELEKTROZAŘÍZENÍ
11	SYS	11BAT90	BA	DOKONČEN	20130425	31175931	01	PU	PLÁNOVANÁ ÚDRŽBA
11	SYS	11BAT90	BA	UKONČEN	20130425	31175931	01	PU	PLÁNOVANÁ ÚDRŽBA

Obrázek 7.11.1 Přehled PP na blokovém transformátoru 250 MVA

## 7.12 Spolehlivost

Každé zařízení je identifikováno výrobním číslem, výrobním typem a výrobcem jednoznačně. Šetření spolehlivosti je prováděno na úrovni výrobních typů. Výstupem výpočtového modulu jsou spolehlivostní ukazatelé, které je také možno použít pro stanovení počtu náhradních dílů (ND).

Tyto počty se v běžné technické praxi určují prostým odhadem a zkušenostmi pracovníků údržby a tedy určitě nejsou v relaci s potřebami vyžádanými skutečnou poruchovostí provozovaných zařízení a jejich komponent. Rozdíl počtu mezi odhadovanými skladovými zásobami a jejich reálnými potřebami z korektivní údržby jsou umrtvené skladové zásoby, které zatěžují finanční rozpočet údržby.

Pro optimální nastavení minimálních hladinových úrovní ND jednotlivých použitých výrobních typů komponent je nutné vyjít z údajů, které zásadní měrou ovlivňují jejich cirkulaci v reálném provozním prostředí. Je evidentní, že zásadními parametry tohoto procesu bude:

- Rozsah výskytu výrobních typů zařízení
- Poruchovost sledovaných zařízení/ komponent
- Dostupnost příslušných ND
- Úroveň kritičnosti komponenty s ohledem na bezpečnost, kontinuitu a ekonomičnost technologického procesu
- Jednotková cena komponenty

## 8. Implementace analyzované problematiky do sw řešení

Obrázek 8.1. Volba Konfigurace zobrazení lokalit, zařízení, kategorií/PŘŽ

Zařízení | Komponenty

Zobrazit Nové zařízení Upravit Odstranit Zobrazit filtr Obnovit Zobrazit včetně neplatných Přehled hodnot parametrů Přidat veličiny provozních dat Provozní data  
Zobrazit zařízení včetně subtabulky: Zobrazit Speciální admin funkce Operace se zařízením

Přetáhněte sem záhlaví sloupce pro seskupení podle tohoto sloupce

TMID	OJ	Elna	LC	TC	SZ	Blok	Blok AS	Název zařízení	PŘŽ	PŘŽ standard	Číslo zařízení	Výrobní číslo	Výrobce	Rok výroby	Rok c
TMID	AS	SJ	STR.TG-VT	11	11	Ložiska TG		Ložiska TG	Ložiska TG	PŘŽ parní turbína	11MAA01HA100				
OJ	AS	SJ	STR.TG-VT	12	12	Ložiska TG		Ložiska TG	Ložiska TG	PŘŽ parní turbína	12MAA01HA100				
LC	AS	SJ	STR.TG-VT	13	13	Ložiska TG		Ložiska TG	Ložiska TG	PŘŽ parní turbína	13MAA01HA100				
TC	AS	SJ	STR.TG-VT	14	14	Ložiska TG		Ložiska TG	Ložiska TG	PŘŽ parní turbína	14MAA01HA100				
SZ	AS	SC	STR.NAPAJECL.CERP	11	11	Ložiska TN		Ložiska TN	Ložiska TN	PŘŽ parní turbína	11XAB01HD100				
Blok	AS	SC	STR.NAPAJECL.CERP	12	12	Ložiska TN		Ložiska TN	Ložiska TN	PŘŽ parní turbína	12XAB01HD100				
Název zařízení	AS	SC	STR.NAPAJECL.CERP	13	13	Ložiska TN		Ložiska TN	Ložiska TN	PŘŽ parní turbína	13XAB01HD100				
PŘŽ	AS	SC	STR.NAPAJECL.CERP	14	14	Ložiska TN		Ložiska TN	Ložiska TN	PŘŽ parní turbína	14XAB01HD100				
Číslo zařízení	AS	SJ	STR.TG-NT	R		NT rotor		NT1 rotor	PŘŽ parní turbína			5294	ŠKODA		
Výrobní číslo	AS	SJ	STR.TG-NT	R		NT rotor		NT1 rotor	PŘŽ parní turbína			3652	ŠKODA		
Výrobce	AS	SJ	STR.TG-NT	11	11	NT rotor		NT1 rotor	PŘŽ parní turbína	11MAC01HB100	1108		ŠKODA		
Evidenční číslo	AS	SJ	STR.TG-NT	12	12	NT rotor		NT1 rotor	PŘŽ parní turbína	12MAC01HB100	1591		ŠKODA		
Poradové číslo	AS	SJ	STR.TG-NT	13	13	NT rotor		NT1 rotor	PŘŽ parní turbína	13MAC01HB100	4087		ŠKODA		
Rok výroby	AS	SJ	STR.TG-NT	14	14	NT rotor		NT1 rotor	PŘŽ parní turbína	14MAC01HB100	7407		ŠKODA		
Rok do provozu	AS	SJ	STR.TG-NT	11	11	NT tělesa		NT1 tělesa	PŘŽ parní turbína	11MAC01HA100					
Druh	AS	SJ	STR.TG-NT	12	12	NT tělesa		NT1 tělesa	PŘŽ parní turbína	12MAC01HA100					
Kategorie	AS	SJ	STR.TG-NT	13	13	NT tělesa		NT1 tělesa	PŘŽ parní turbína	13MAC01HA100					
Subtabulka	AS	SJ	STR.TG-NT	14	14	NT tělesa		NT1 tělesa	PŘŽ parní turbína	14MAC01HA100					
Pozvánka	AE	EA	ELE.BUDICE	11	11	Rotor budiče		Rotor budiče	PŘŽ parní turbína	11MKC10	51273				
Umístění	AE	EA	ELE.BUDICE	12	12	Rotor budiče		Rotor budiče	PŘŽ parní turbína	12MKC10	51405				
Zvýšený dohled	AE	EA	ELE.BUDICE	13	13	Rotor budiče		Rotor budiče	PŘŽ parní turbína	13MKC10	51340				
Správce	AE	EA	ELE.BUDICE	14	14	Rotor budiče		Rotor budiče	PŘŽ parní turbína	14MKC10	51425				
Provozovatel	AE	EA	ELE.GENERATOR	R		Rotor generátoru		Rotor generátoru	PŘŽ parní turbína			51165	ŠKODA		
Obj. osoba za TkaD	AE	EA	ELE.GENERATOR	11	11	Rotor generátoru		Rotor generátoru	PŘŽ parní turbína	11MKA10	51134		Škoda		
Podst. přířaz. dokum. PRŽ kontrola	AE	EA	ELE.GENERATOR	12	12	Rotor generátoru		Rotor generátoru	PŘŽ parní turbína	12MKA10	51612		Škoda		
P.h. k datu	AE	EA	ELE.GENERATOR	13	13	Rotor generátoru		Rotor generátoru	PŘŽ parní turbína	13MKA10	51424		Škoda		
Proz.h.	AE	EA	ELE.GENERATOR	14	14	Rotor generátoru		Rotor generátoru	PŘŽ parní turbína	14MKA10	51262		Škoda		
Ecode	AS	SC	STR.NAPAJECL.CERP	11	11	Rotor TN		Rotor TN	PŘŽ parní turbína	11XAB01HB100	9308				
W-code	AS	SC	STR.NAPAJECL.CERP	12	12	Rotor TN		Rotor TN	PŘŽ parní turbína	12XAB01HB100					
UTC	AS	SC	STR.NAPAJECL.CERP	13	13	Rotor TN		Rotor TN	PŘŽ parní turbína	13XAB01HB100					
Zařadit do plánu	AS	SC	STR.NAPAJECL.CERP	14	14	Rotor TN		Rotor TN	PŘŽ parní turbína	14XAB01HB100					
Odstávka	AS	SJ	STR.TG-ST	R		ST rotor		ST rotor	PŘŽ parní turbína			5776	ŠKODA		
Plati	AS	SJ	STR.TG-ST	R		ST rotor		ST rotor	PŘŽ parní turbína			2141	ŠKODA		
Název zařízení AS	AS	SJ	STR.TG-ST	R		ST rotor		ST rotor	PŘŽ parní turbína						
Alternativní značení 1	AS	SC	STR.NAPAJECL.CERP	11	11	Rotor TN		Rotor TN	PŘŽ parní turbína	11XAB01HB100					
Alternativní značení 2	AS	SC	STR.NAPAJECL.CERP	12	12	Rotor TN		Rotor TN	PŘŽ parní turbína	12XAB01HB100					
Program údržby 1	AS	SC	STR.NAPAJECL.CERP	13	13	Rotor TN		Rotor TN	PŘŽ parní turbína	13XAB01HB100					
Podst. přířaz. dokum. PRŽ kontrola	AS	SC	STR.NAPAJECL.CERP	14	14	Rotor TN		Rotor TN	PŘŽ parní turbína	14XAB01HB100					
Změnil	AS	SJ	STR.TG-ST	R		ST rotor		ST rotor	PŘŽ parní turbína						
Změněno	AS	SJ	STR.TG-ST	R		ST rotor		ST rotor	PŘŽ parní turbína						
7010014	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-ST	R		ST rotor	PŘŽ parní turbína						

Obrázek 8.2. Nastavení zobrazení položek v registru LTO

Pracovní plocha aplikace s menu a nástroji. Vlevo je seznam komponent, vpravo hlavní tabulka s detaily zařízení. Překrytá je okno s hierarchií rozpadu komponent.

TMID	OJ	Elba	LC	TC	SZ	Blok	Blok AS	Název zařízení	PRŽ	PRŽ standard	Číslo zařízení	Výrobní číslo	Kategorie	Subtabulka	Poznámka
7705240	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-ST	11	11	ST tělesa		PRŽ	PRŽ parní turbína 11MA801HA100		D_TG_M	TSZ_D_TG_M	
7705366	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-ST	12	12	ST tělesa			PRŽ parní turbína 12MA801HA100		D_TG_M	TSZ_D_TG_M	
7705492	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-ST	13	13	ST tělesa			PRŽ parní turbína 13MA801HA100		D_TG_M	TSZ_D_TG_M	
7705618	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-ST	14	14	ST tělesa			PRŽ parní turbína 14MA801HA100	3696/98	D_TG_M	TSZ_D_TG_M	
7705296	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-ST	11	11	ST ventily							
7705422	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-ST	12	12	ST ventily							
7705544	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-ST	13	13	ST ventily							
7705670	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-ST	14	14	ST ventily							
1005813	CH	ECH	AE	EA	ELE.GENERATOR	11	11	Stator generátoru							
1005814	CH	ECH	AE	EA	ELE.GENERATOR	12	12	Stator generátoru							
1005815	CH	ECH	AE	EA	ELE.GENERATOR	13	13	Stator generátoru							
1005816	CH	ECH	AE	EA	ELE.GENERATOR	14	14	Stator generátoru							
6010164	CH	ECH	AS	SC	STR.MAPA.ECL.CERP	11	11	Tělesa TN							
6010193	CH	ECH	AS	SC	STR.MAPA.ECL.CERP	12	12	Tělesa TN							
6010222	CH	ECH	AS	SC	STR.MAPA.ECL.CERP	13	13	Tělesa TN							
6010251	CH	ECH	AS	SC	STR.MAPA.ECL.CERP	14	14	Tělesa TN							
7000022	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-ST	11	11	TG							
7000023	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-ST	12	12	TG							
7000024	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-ST	13	13	TG							
7000025	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-ST	14	14	TG							
1005604	CH	ECH	AS	SC	STR.MAPA.ECL.CERP	11	11	TN							
1005605	CH	ECH	AS	SC	STR.MAPA.ECL.CERP	12	12	TN							
1005606	CH	ECH	AS	SC	STR.MAPA.ECL.CERP	13	13	TN							
1005607	CH	ECH	AS	SC	STR.MAPA.ECL.CERP	14	14	TN							
1005609	CH	ECH	AS	SC	STR.MAPA.ECL.CERP	11	11	Ventily TN							
1005610	CH	ECH	AS	SC	STR.MAPA.ECL.CERP	12	12	Ventily TN							
1005608	CH	ECH	AS	SC	STR.MAPA.ECL.CERP	13	13	Ventily TN							
1005611	CH	ECH	AS	SC	STR.MAPA.ECL.CERP	14	14	Ventily TN							
7010013	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-VT	R		VT rotor							
7010074	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-VT	11	11	VT rotor							
7010077	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-VT	12	12	VT rotor							
7010080	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-VT	13	13	VT rotor							
7010083	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-VT	14	14	VT rotor							
7705202	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-VT	11	11	VT tělesa							
7705328	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-VT	12	12	VT tělesa							
7705454	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-VT	13	13	VT tělesa							
7705580	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-VT	14	14	VT tělesa							
7705285	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-VT	11	11	VT ventily							
7705411	CH	ECH	AS	SJ	STR.TG-VT	12	12	VT ventily							

**PRŽTree**

TMID: 7705202    Název: VT tělesa

Tisk    Export

- [PRŽ] PRŽ parní turbína | VT tělesa
  - [KOM] VT tělesa
    - [PRS] PRS\_MDPT - PRS Materiálová diagnostika parních turbin
      - [PAR] Lelkové hodnocení
      - [PAR] Poruchovost
    - [KOM] M RK - Nosič RK
      - [PRS] PRS\_MDPT - PRS Materiálová diagnostika parních turbin
        - [PAR] Dířčí hodnocení
      - [KOM] RK - Rozváděcí kola
        - [PRS] PRS\_MDPT - PRS Materiálová diagnostika parních turbin
          - [PAR] Dířčí hodnocení
      - [KOM] S M - Šrouby a matice
        - [PRS] PRS\_MDPT - PRS Materiálová diagnostika parních turbin
          - [PAR] Dířčí hodnocení
      - [KOM] UT - Ucpávky a těsnění
        - [PRS] PRS\_MDPT - PRS Materiálová diagnostika parních turbin
          - [PAR] Dířčí hodnocení
      - [KOM] Vne - Vnější
        - [PRS] PRS\_MDPT - PRS Materiálová diagnostika parních turbin
          - [PAR] Čerpání životnosti - výpočet
      - [KOM] Vni - Vnitřní
        - [PRS] PRS\_MDPT - PRS Materiálová diagnostika parních turbin
          - [PAR] Čerpání životnosti - výpočet

Obrázek 8.3. Řízený rozpad zařízení na komponenty



LC	TC	SZ	Blok	Název zařízení	Hodnota	Celkový závěr
AK	KM	KOT.VARW.SYSTEM	12	hady - VT přehřívák 3	B	Na Me5 výparníku se abrazie neprojevuje. Příčiny obou poruch byly trhliny vzniklé z nekválně provedených zakončení praporků Me5. Při PO 2013 bude provedena kontrola.
AK	KM	KOT.PREHRIVAKY	12	hady - VT přehřívák 3	B	Me5, komory a závěsné trubky přehříváku I jsou provozovány bez větších problémů, poruchovost se v posledních letech vyskytovala ojedinelé v oblasti Me5 stropu u PK
AK	KM	KOT.PREHRIVAKY	12	hady - VT přehřívák 3	C	Hady a komory přehříváku II jsou provozovány bez větších problémů, poruchovost se v posledních letech nevyskytovala.
AK	KM	KOT.PREHRIVAKY	12	hady - VT přehřívák 3	C	Hady a komory přehříváku III jsou provozovány bez větších problémů a poruch (pouze jedna ojedinelá v roce 2012 na nátrubku PK18).
AK	KM	KOT.PRIHRIVAKY	12	hady - VT přehřívák 3	B	Hady a komory přehříváku I jsou provozovány bez větších problémů, poruchovost se v posledních letech téměř nevyskytovala - 1 porucha na hadech v roce 2012.
AK	KM	KOT.PAROVODY.ST	12	KU_ST parovod - výstupní K2	C	Provést opakovanou diagnostiku parovodu včetně Y-kusu v roce 2015 ve stanoveném rozsahu dle Zprávy Z-04-244.
AK	KM	KOT.PRIHRIVAKY	12	KU_ST převáděcí potrubí K2	C	Provést NDT kontrolu a odebrat repk. spojovacího parovodu K2 (MPK2 - MPK3, MPK4 po uzbový kus PV) v roce 2015
AS	SJ	STR.TG-ST	12	KU_ST převáděcí potrubí TG2	C	provést NDT kontrolu a odebrat repk. spojovacího parovodu TG v roce 2015
AK	KJ	KOT.PAROVODY.VT	12	KU_VT parovod - výstupní K2	C	Do dosažení 2000000 provozních hodin provést diagnostiku zbývajících původních částí VT parovodu (rovné části, Y-kusy, odlučovačky, potrubí K VTRZY) která rozhodne o
AK	KM	KOT.PREHRIVAKY	12	KU_VT převáděcí potrubí K2	C	Provést NDT kontrolu včetně odebru repk. vybraných částí spojovacích parovodu kotle (PK12 - PK13, PK14 - PK15, PK16 - PK17, PK18 po uzbový kus PV) v roce 2015
AS	SJ	STR.TG-VT	12	KU_VT převáděcí potrubí TG2	C	provést NDT kontrolu a odebrat repk. spojovacího parovodu TG v roce 2015
AS	SJ	STR.TG-NI	12	NI rotor	B	NI rotor má nejeto něco přes 125 tisíc provozních hodin. Do roku 2008 pracoval v TG4, při GO byl opraven v ŠPW Píseň a při GO TG2 v roce 2009 byl vložen do tohoto
AE	EA	ELE.BUDICE	12	NI tělesa	B	k.31.12.2012 PH 26 702, poslední kontrola obruší P900 a matc v roce 2009 bez vad, další kontrola v 2019
AE	EA	ELE.GENERATOR	12	Rotor budiče	B	k.31.12.2012 PH 26702, v 2006 kontrola obruší manipulatorem RWE, poslední PT kontrola obruší a matc a v roce 2009 bez nálezu, v 2011 kontrola 1. obruše na straně
AS	SJ	STR.TG-ST	12	ST rotor	B	PH rotoru již dosáhly jeho projektové životnosti 200 tisíc hodin. Rotor byl vložen do stroje při poslední GO 2009. Předtím pracoval v ETU2 v TG3. Před vložením do stroje
AS	SJ	STR.TG-ST	12	ST tělesa	B	Všechny komponenty ST starového dílu měly při GO v 2009 minimální nebo žádné nálezy vad typu trhlin. Podobná výsledky byl i při předchozí GO v 1998. Na komponent
AS	SJ	STR.TG-ST	12	TG	B	Dynamický stav TG je velmi dobrý. Maximální hodnota vibrací na turbíně je pod 2 mm/s. na G okolo 3 mm/s. Vibrace mají ustálený trend. Z měření nivalací jsou náznaky na
AE	EE	ELE.TRAF.VVV.VM-WM	12	Transformátor výkonový olejový - bli	C	Diagnostika na aktivní části transformátoru vč. průchodek zrn ukazuje na stabilní stav aktivní části a průchodek zrn transformátoru.
AS	SJ	STR.TG-VT	12	VT rotor	B	Při poslední GO 2009 byl rotor na opravě v ŠPW (přelapkování A kola - ojeté díčky od nálehu). Zároveň proběhla kontrola vývrtu a byly odebrány repky na posouze
AS	SJ	STR.TG-VT	12	VT tělesa	B	Poslední GO proběhla v 2009. Vnitřní tělesa, výzová komora a všechna RK byla opravena ve výrobním závodě. Při defektoskopické kontrole bylo zjištěno nejvíce nálezu i
AS	SV	STR.CHV.STAVEBNI	13	CHV 3 - Itterson 100m	B	Konstrukce je v dobrém technickém stavu bez zjištěných významných závad.
AE	EA	ELE.GENERATOR	13	Generátor - synchronní	B	hodnocení zařízení dle protokolu č. ECHJE-TS1490512/ORGREZ
AK	KM	KOT.PREHRIVAKY	13	hady - VT přehřívák 3	B	Me5, komory a závěsné trubky přehříváku I jsou provozovány bez větších problémů, poruchovost se v posledních letech vyskytovala ojedinelé v oblasti Me5 u komor PK
AK	KM	KOT.PREHRIVAKY	13	hady - VT přehřívák 3	C	Hady a komory přehříváku II jsou provozovány bez větších problémů, poruchovost se v posledních letech nevyskytovala.
AK	KM	KOT.PREHRIVAKY	13	hady - VT přehřívák 3	C	Hady a komory přehříváku III jsou provozovány bez větších problémů a poruchy se vyskytly v roce 2012 na nátrubkách PK18).
AK	KM	KOT.VARWY.SYSTEM	13	hady - VT přehřívák 3	B	Na Me5 výparníku se abrazie neprojevuje. Příčiny poruch byly trhliny vzniklé z nekválně provedených zakončení praporků Me5. Při PO 2013 bude provedena kontrola sv
AK	KM	KOT.PRIHRIVAKY	13	hady - VT přehřívák 3	A	Hady EKO včetně komor byly vyměněny v roce 2006. Za provozu se nevyskytují žádné problémy ani poruchy.
AK	KM	KOT.PRIHRIVAKY	13	komora - hada výstupní - VT přehřívá	B	Hady a komory přehříváku I jsou provozovány bez větších problémů, poruchovost se v posledních letech nevyskytovala.
AK	KM	KOT.PRIHRIVAKY	13	komora - hada výstupní - VT přehřívá	C	Hady a komory přehříváku II jsou provozovány bez větších problémů, poruchovost se v posledních letech nevyskytovala.
AK	KJ	KOT.PAROVODY.ST	13	KU_ST parovod - výstupní K3	C	Provést opakovanou diagnostiku parovodu včetně Y-kusu v roce 2016 ve stanoveném rozsahu dle Zprávy Z-04-244.
AK	KM	KOT.PRIHRIVAKY	13	KU_ST převáděcí potrubí K3	C	Provést NDT kontrolu a odebrat repk. spojovacích parovodu kotle (MPK2 - MPK3, MPK4 po uzbový kus PV) v roce 2016
AS	SJ	STR.TG-ST	13	KU_ST převáděcí potrubí TG3	C	provést NDT kontrolu a odebrat repk. spojovacího parovodu TG v roce 2016
AK	KJ	KOT.PAROVODY.VT	13	KU_VT parovod - výstupní K3	C	Do dosažení 2000000 provozních hodin provést diagnostiku zbývajících původních částí VT parovodu (rovné části, Y-kusy, odlučovačky, potrubí K VTRZY) která rozhodne o
AK	KM	KOT.PREHRIVAKY	13	KU_VT převáděcí potrubí K3	C	Provést NDT kontrolu včetně odebru repk. vybraných částí spojovacích parovodu kotle (PK12 - PK13, PK14 - PK15, PK16 - PK17, PK18 po uzbový kus PV) v roce 2016
AS	SJ	STR.TG-VT	13	KU_VT převáděcí potrubí TG3	C	provést NDT kontrolu a odebrat repk. spojovacího parovodu TG v roce 2016
AS	SJ	STR.TG-VT	13	NI rotor	E	Rotor má odpracováno 193 291 hodin. Poslední jeho kontrola proběhla při GO TG3 v 2006. 27. 1. 2013 došlo při nájez k ulomení lopatky na OK3 a poškození dalších lopat
AS	SJ	STR.TG-NI	13	NI tělesa	C	NI díl má odjeto přes 183 tisíc hodin. NI vnitřní skříň je bez výrazného poškození. NI vnější skříň je bez výrazného poškození. Erozivní poškození vnitřního povrchu ve vý
AE	EA	ELE.BUDICE	13	Rotor budiče	C	k.31.12.2012 PH 27 157, poslední PT kontrola obruší bez nálezu v 2006, další kontrola v 2014
AE	EA	ELE.GENERATOR	13	Rotor generátoru	B	k.31.12.2012 PH 27157, poslední PT a UT kontrola obruší, matc v roce 2006 bez nálezu, další kontrola v 2016
AS	SJ	STR.TG-ST	13	ST rotor	B	ST rotor má nejeto přes 136 tisíc PH. Při poslední kontrole při GO v 2006 nebyly zjištěny žádné vady typu trhlin, povrch je pokryt stabilními kyslíčnými Fe. Na OK5 jsou mír

Obrázek 9.3. Výsledky šetření - expertního posouzení zařízení v IA vrstvě



Pro hodnocení životnosti výrobního zařízení se v české energetice zavádí jednotná klasifikace pro všechny kategorie zařízení. Každá kategorie má v této klasifikaci nastavena svoje kritéria hodnocení. Účelem je umožnit srovnání hodnocení zařízení stejných výrobních typů a sestavit z dílčích hodnocení jednotlivých zařízení celkové hodnocení výrobního bloku [2].

Stupeň hodnocení	Stav	Akce Interval pro plánovanou diagnostiku
<b>A</b>	Výborný	Ponechat/prodloužit
<b>B</b>	Vyhovující	Ponechat
<b>C</b>	Vyhovující s komentářem	Námět na zkrácení
<b>D</b>	Neuspokojivý	Zkrátit
<b>E</b>	Nepřípustný	Okamžitě odstavit

Tabulka 9.1 Stupně hodnocení technického stavu zařízení

<b>Hodnocení stavu VT a ST parovodů</b>							
ke dni <b>5.12.2012</b>							
číslo /11/1004218/20121205							
Elektrárna:						Blok: 11	
Kom. úroveň: <b>KU_ST parovod - výstupní K1</b>					KKS: 11LBB11BR001		
Strategie bloku							
Ke dni: 31.12.2012			Autor: Asset Management				
Plný provoz do roku: 2013				Omezený provoz do roku:			
Výsledky expertíz pro skupiny zařízení							
Popis	VPD	VP	MTM	KSZM	VLMAT	REPLIKA	Nejhorší
KU_ST parovod - výstupní K1	-	-	-	-	-	-	-
Ohyb	C	-	B	B	-	C	C
Rovná trubka	C	-	B	-	-	-	C
Svar	C	-	-	B	-	-	C
Tvarovka	C	-	-	-	-	-	C
Doporučení plynoucí z expertíz							
Hodnocení komunikační úrovně							
Celkové hodnocení: <b>C</b>				Předpokládaný rok dožití (PRD): 2018			
Provést následnou diagnostiku vybraných ohybů a rovných částí v roce 2015 (do 20000 hodin) v rozsahu dle Zprávy Z-04-244 a provést 1. diagnostiku ST směšovacího kusu v roce 2013.							
Vypracoval:				Schválil:			
<b>Legenda:</b> VPD Vyhodnocení provozních dat VP Vyhodnocení poruchovosti MTM Měření tečení materiálu KSZM Kontrola svarů a základního materiálu parovodů VLMAT Vlastnost materiálu REPLIKA Vyhodnocení replik							

Obrázek 9.4. Report - detail hodnocení technického stavu ST parovodu

# Hodnocení stavu transformátoru

ke dni 29.3.2013

číslo '11/6502601/20130329

Elektrárna:		Blok: 11
Kom. úroveň: <b>Transformátor výkonový olejový - blokový</b>	KKS: 11BAT90	
<b>Technický popis</b>		
Výrobní číslo: 114076	Převod napětí: 420 / 15,75	
<b>Strategie bloku</b>		
Ke dni: 31.12.2012	Autor: Asset Management	
Plný provoz do roku: 2013	Omezený provoz do roku:	

<b>Výsledky expertíz</b>	
Popis	Hodn.
Transformátor - izolačně bezpečnostní stav	B
Transformátor - jakostně životnostní stav izolačního oleje	B
Transformátor - jakostně životnostní stav pevné izolace	B
Transformátor - funkčně bezpečnostní stav	B
Transformátorová průchodka s měřicím vývodem	B
Přepínač odboček pod zatížením (OLTC)	-
Vizuální kontrola transformátoru	-

## Doporučení plynoucí z expertíz

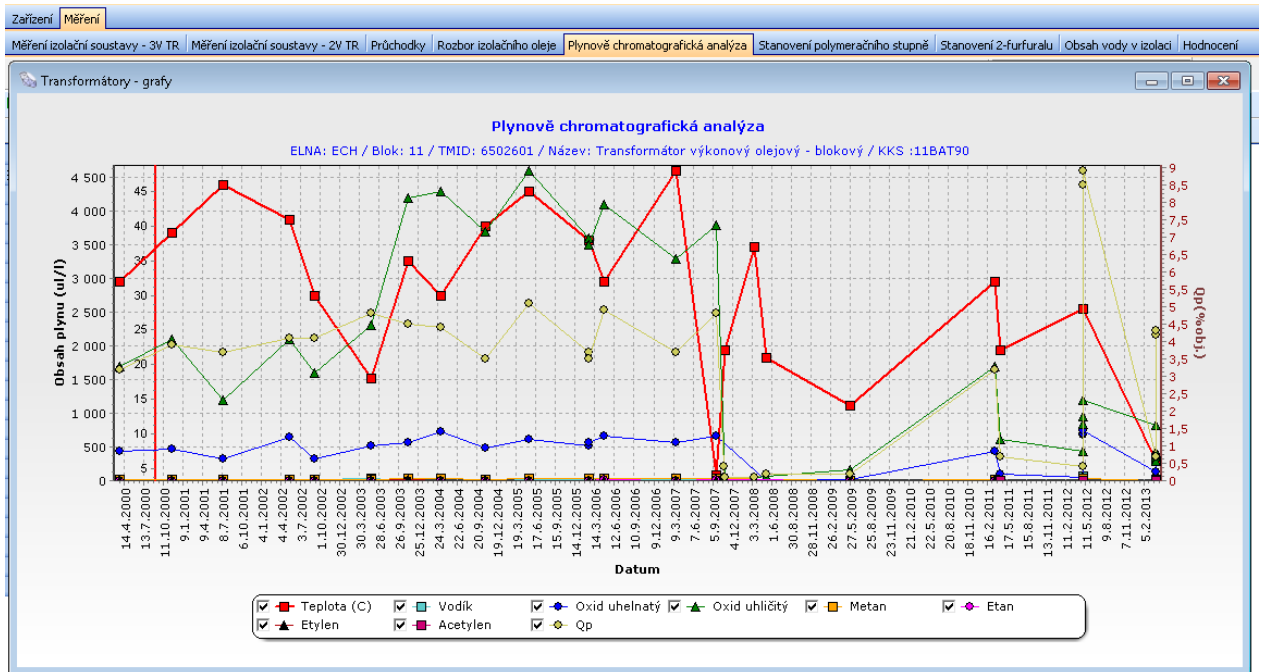
<b>Hodnocení- komunikační úrovně</b>	
Celkové hodnocení: <b>B</b>	Předpokládaný rok dožití (PRD): 2031
Diagnostika na aktivní části transformátoru vč.průchodek zvn ukazuje na stabilní stav aktivní části a průchodek zvn transformátoru. Doporučení TKaD Pokračovat v periodické diagnostice transformátoru. <b>Zavést periodické sledování furanických látek v izol.oleji pro sledování možných projevů degradace pevné izolace.</b>	
Vypracoval:	Schválil:

### Legenda:

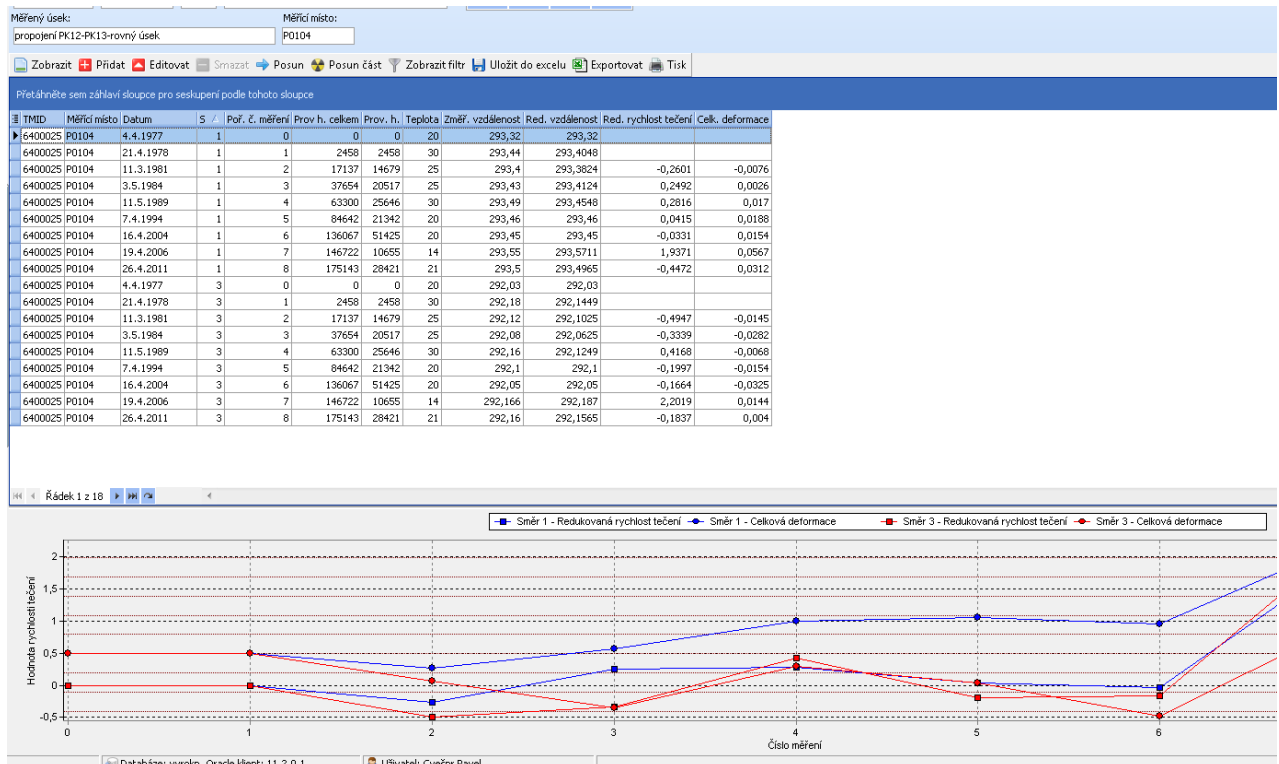
- Transformátor – izolačně bezpečnostní stav  
informace z periodické diagnostiky o jevech, které by mohly aktuálně ohrozit technickou bezpečnost provozu transformátoru (izolační stav, elektrická pevnost oleje, obsah vody v oleji a pevné izolaci atd.)
- Transformátor – jakostně životnostní stav izolačního oleje  
Reverzibilní vlastnosti izolačního oleje – číslo kyselosti, povrchové napětí, tgdelta oleje, obsah inhibitoru (z periodické diagnostiky izolačního oleje)
- Transformátor – jakostně životnostní stav pevné izolace  
Nereverzibilní vlastnosti izolačního systému (degradace pevné izolace) – tgdelta izolačního systému (z periodicky prováděných el.měření - jeho vývoj v čase), obsah furanických látek v oleji (provádí se periodicky se znalostí vlivu zásahů do olejové náplně), polymerační stupeň pevné izolace (vzorky z dostupných částí transformátoru)
- Transformátor – funkčně bezpečnostní stav  
Informace z analýzy plynů rozpuštěných v oleji (DGA), informace z elektrického měření na izolační soustavě (kapacity vinutí, odpor vinutí), informace o obsahu koroziivní síry v oleji
- Transformátorová průchodka s měřicím vývodem  
Výsledky periodického elektrického měření na průchodce s měřicím vývodem– kapacity C1 a C2 (změna kapacity C2 signalizuje poškození vrchních polepů průchodky), tgdelta 1 a 2 (změna tgdelta 2 signalizuje poškození /trhliny/ vrchních polepů průchodky)
- Přepínač odboček pod zatížením (OLTC)  
Výsledky periodického elektrického měření – odpor vinutí na odbočkách, spínací časy  
Výsledky periodických zkoušek elektrické pevnosti izol.oleje v nádobě přepínače (dle ČSN EN 60422)
- Vizuální kontrola transformátoru  
Informace o olejových netěsnostech, vizuální stav transformátoru a jeho příslušenství – PoZ elektro OJ

Generováno programem LTO Suite (I & C Energo a.s.; 1.2.32.74) dne 10.04.2013 uživatelem Cvešpr Pavel

Obrázek 9.4. Report - detail hodnocení technického stavu zařízení



Obrázek 9.5 Grafická prezentace uložených dat z diagnostiky transformátorů



Obrázek 9.6 Výsledky použití metody MTM -měření tečení, diagnostika VT parovodů



## 9. Přínos práce

Přínos předložené disertační práce předkládá doktorand ve dvou aspektech:

Aspekt z obecného hlediska:

Provozování popsaného informačního systému LTO suite umožní uživateli cíleně a systematicky zaměřit se na kontrolní, revizní a diagnostické činnosti, které poskytují relevantní data nutná pro podporu rozhodovacích procesů v prediktivní údržbě s přihlédnutím ke stanovenému režimu provozování výrobních energetických bloků. Další možností je optimalizace vkládaných finančních prostředků do vlastních diagnostických, revizních a kontrolních činností. Nezanedbatelná je také možnost optimalizace vysoce specializovaných vlastních lidských zdrojů, které jsou schopny plnit funkci koordinátora a funkci hodnotitele.

Aspekt z praktického pohledu:

- Možnost hodnocení zařízení stejných výkonových řad jednotně, z toho plyne možnost srovnání výsledků dosažených stejnými metodami použitými na různých zařízeních.
- Navrhovat změny legislativních přístupů k dílčím technickým problémům s využitím vlastních řešení a zkušeností.
- Zaměření revizních, kontrolních a diagnostických činností na přípravu podkladů pro prediktivní údržbu.
- Tvorba jednotných metodik (technických standardů) pro vykonávání revizí, kontrol a diagnostik
- Jednotné/ unifikované protokoly v digitální formě, jejichž použití pro všechny plánované i operativní činnosti v oblasti diagnostiky umožňuje automatizaci zpracování a vyhodnocování získaných výsledků.
- Zkvalitnění činností spojené s prokazováním technické bezpečnosti
- Zkrácení lhůt při nasazování nových metodik pro posuzování technického stavu technických zařízení
- Relevantní vstupy pro zpřesnění prediktivní údržby
- Prokazování a kontrola kvalifikace odborného personálu
- Prokazování technické a jaderné bezpečnosti státním dozorným orgánům - SÚJB
- Centrální smlouvy, množstevní slevy, minimalizace počtu dodavatelů, zajištěná a nezávisle ověřovaná kvalita služby všech dodavatelů

Na základě navržených a zpracovaných cílů předkládané disertační práce považuje autor práce za **vlastní a původní tyto výsledky a přínosy:**

- Evidence zařízení - provedení registru zařízení pro různé kategorie zařízení
- Princip výměn zařízení na technologických pozicích se zachováním jeho historie
- Evidence měřidel včetně sledování termínu jejich kalibrací
- Generování obsahu strukturovaných protokolů v závislosti na zvolené diagnostické metodě.

- Ukladač protokolů - specifické funkce ukládání naměřených hodnot z protokolů, automatické opravy popisných dat zařízení v registru.
- Řešení závad zjištěných při revizní, kontrolní a diagnostické činnosti
- Plánování diagnostik, revizí a kontrol na zařízeních, statistiky plnění plánu
- Řízení rozpadu zařízení na komponenty pomocí matice pro řízení životnosti
- Hodnocení zařízení/skupin zařízení/komponent zařízení z pohledu řízení životnosti za účelem stanovení předpokládaného roku dožití, včetně schvalovacího "work- flow"
- Reporty uložených hodnot dle jednotlivých metod, reporty pro účely řízení životnosti
- Procesní analýza - modelování důležitých procesů pomocí komponent procesních modelů
- Vytvoření integrovaného informačního systému LTOs. který je komplexní rozsahem evidovaných a zpracovávaných informací
- Úspěšná implementace LTOs v ČEZ, a.s., divize Výroba s perspektivou dalšího rozvoje
- Příspěvek k standardizaci činností prováděných oblasti diagnostiky zařízení
- Úspora lidských, materiálových a finančních zdrojů

## 10. Závěr

S ohledem na rostoucí poptávku po energiích probíhají dlouhodobě ve světě výzkumné a vývojové práce, které mají za cíl umožnit prodloužení provozu energetických zařízení zvláště jaderných. Důvodem je skutečnost, že investovat zvýšené náklady do zajištění dlouhodobého provozu je podstatně výhodnější, než stavět nová zařízení.

Zajištění dlouhodobého provozu představuje zvládnutí úkolu provozovat exponované části zařízení JE za jejich projektovou životnost a obnovu dalších částí technologie, se kterou nebylo v původním prováděcím projektu uvažováno. Problémy spojené se zajištěním dlouhodobého provozu jsou zaviněny procesem stárnutí materiálu, který dobu provozuschopnosti zařízení limituje a omezuje tak jeho technickou životnost.

Záměr řídit životnost zařízení a tím se dopracovat ke stanovení předpokládanému roku dožití s jistou mírou pravděpodobnosti je přes uvedené argumenty myšlenka doposud málo rozvíjená. V České republice se první úvahy zabývat se touto problematikou začaly vést v souvislosti s potřebami dokladovat schopnost bezpečného a spolehlivého provozu všech čtyřech výrobních bloků v elektrárně Dukovany za jejich projektovanou životnost.

Prognóza délky časového intervalu, ve kterém by bylo možno garantovat spolehlivost zařízení v dlouhodobém provozu a současně minimalizovat bezpečnostní riziko, závisí kromě lidského faktoru také na možnostech využití nových počítačových sw (programových) komponent pro databázové zpracování informací.

V současné době není dlouhodobě v provozu komplexní nástroj/integrovaný informační systém, který by těmto potřebám vyhovoval, tedy plnil funkci podpůrného nástroje pro rozhodovací procesy spojené s prodloužením životnosti energetických zařízení a poskytoval dozorným orgánům relevantní výstupy.

Navržený a centrálně zprovozněný informační systém LTO suite má ambice svým integrovaným pojetím diagnostiky tuto roli v oblasti energetiky plnit. Cílem proto je dále tento informační systém rozvíjet v souladu s rostoucími požadavky a objektivními potřebami koncových uživatelů.

V blízké budoucnosti je možno očekávat standardizaci činností odborného personálu v oblasti revizí kontrol, diagnostik, řídicích aktů a předpisů, standardizaci vstupů a přenosu informací, centralizaci datových skladů, postupném nahrazování dílčích aplikací výkonným centrálním informačním systémem. To povede ke snížení chybovosti zpracovávaných dat eliminací vlivu lidského činitele na přijatelné riziko. Jedním z výhod centralizace bezpochyby bude zvýšení pohotovosti využívání požadovaných výstupů.

## Seznam použitých zdrojů

- [1] *Standard ST006r01, Řízení životnosti elektráren ČEZ*. Praha: ČEZ, květen 2010.
- [2] *Pracovní postup PP 330r02, Evidence, vyhodnocování stavu a řízení životnosti majetku*. Praha: ČEZ, květen 2010.
- [3] *Podniková norma ČEZ, a.s. ev. č. 00/05: Profylaktika elektrických strojů netočivých – výkonové transformátory*. Praha: ČEZ, a.s., 2006, 30 s
- [4] Zákon č. 174/1968 Sb., par.6b odst. 1 a 2, vyhrazená technická zařízení
- [5] Horowitz, Jeff.: *Determining Piping Wear Caused by Flow-Accelerated Corrosion from Single-Outage Inspection Data*, EPRI, Palo Alto, CA: 2006, TR1013012
- [6] *Standard ČEZ\_TST\_0035r00, Program řízení životnosti – blokový výkonový olejový transformátor*. Praha: ČEZ, prosinec 2011
- [7] *Cílový koncept (Projektová dokumentace) realizace SW řešení LTO*. Dodavatel I & C Energo, 2011
- [8] KKS Kraftwerk - Kennzeichensystem Rechtlinien 1988 (Teil B1-B3-1988; Teil B4-1993), Anwendungs- Erleuterungen VGB-KRAFTWERKSTECHNIK GmbH Verlag technisch-wissenschaftlicher Schriften Klinkestrasse 27-31, 4300 Essen
- [9] KKS Kraftwerk - Kennzeichensystem Rechtlinien 09/1991 Funktion, Aggregat, Betrieb-Schlüssel 1989 VGB-KRAFTWERKSTECHNIK GmbH Verlag technisch-wissenschaftlicher Schriften Klinkestrasse 27-31, 4300 Essen
- [10] LEWAND, LANCE. Dissolved gas analysis and the Duval Triangle [online]. Poslední revize 30. 10. 2006 [cit.2010-04-17]. Dostupné z: <<http://www.transformerscommittee.org/info/F06/F06-DGA.pdf>>
- [11] Poe D., Ha D., Munson D., Horowitz J.: *CHECWORKS Steam/Feedwater Application: Guidelines for Plant Modeling and Evaluation of Component Inspection Data*, 1009599, EPRI, 2004
- [12] US Nuclear Regulatory Commission, *Standard Review Plan for Review of License Renewal Applications for Nuclear Power Plants*, NUREG 1800, Final report, 2010
- [13] US Nuclear Regulatory Commission, *Generic Aging Lessons Learned (GALL) Report*, NUREG-1801, Final report, 2010
- [14] IAEA - *Methodology for the Management of Ageing of Nuclear Power Plant Components Important to Safety*, Technical Report Series No. 338, Vienna 1992
- [15] IAEA - *Implementation and Review of a Nuclear Power Plant Ageing Management Programme*, Safety Reports Series No.15, IAEA, Vienna 1999
- [16] IAEA - *Safety Standard Series, Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants*, Safety Guide No. NS-G-2.10, IAEA, Vienna 2003
- [17] *10 CFR Part 54 - Requirements for Renewal of Operating Licenses for Nuclear Power Plants*, US NRC, 2007
- [18] Mojžíš R.: *Pilotní hodnocení stavu řízení životnosti vybraných zařízení EDU, DITI 301/*, ÚJV ŘEŽ 2004
- [19] *Monitorování stavu a diagnostika strojů – Obecné pokyny a směrnice*



- [20] Vincour D., Hodnocení životnosti vybraných komponent bloku VVR 440, ÚAM, Brno, červen 2008
- [21] Dubský L. a kol.: Metodiky a Kritéria, Souhrnný materiál pro Periodické hodnocení bezpečnosti Jaderné elektrárny Dukovany, ÚJV 12126T, ÚJV ŘEŽ 2004
- [22] ČSN EN 61346-1 (IEC 750;DIN 40719 část 2) Identifikace elektrotechnických předmětů v obecném pojetí. 1.2.1998
- [23] ČSN ISO 3511-1, 2, 4, (ISO 3511/1; DIN 19227 část 1), Automatické systémy řízení, systém kontrol a měřicí technika
- [24] ČSN EN 61082-1 Zhotovování dokumentů v elektrotechnice
- [25] ČEZ PN 00/06 rev01 Profylaktika izolačního systému strojů točivých - turbogenerátory, hydrogenerátory a vn motory
- [26] DITI 301/325 Příprava rizikově orientovaného programu periodických zkoušek armatur část I, ÚJV Řež, říjen 2005
- [27] ČSN EN 736-1 Armatury – Terminologie – Část 1: Definice typů armatur
- [28] ČSN EN 736-2 Armatury – Terminologie – Část 2: Definice součástí armatur
- [29] ČSN ISO 13372 Monitorování stavu a diagnostika strojů – Slovník
- [30] DITI 2301/38 Metodika řízeného stárnutí armatur – diagnostika, ÚJV Řež, říjen 2010
- [31] ČSN ISO 10816-3, tabulka A1 Vibrace - Hodnocení vibrační strojů na základě měření na nerotujících částech - Část 3: Průmyslové stroje se jmenovitým výkonem nad 15 k
- [32] ČSN 122011, tabulka Ax Tř IV T, tabulka A1, Ventilátory. Maximálně přípustné hodnoty mechanického kmitání
- [33] D. Munson, J. Horowitz: Recommendations for an Effective Flow-Accelerated Corrosion Program, NSAC-202L-R3, 1011838, EPRI, 2006
- [34] CVEŠPR, P., KŘIVÁNEK, R.: *LTO suite – sw support to life control of ČEZ, a.s. power plants*. Sborník přednášek z 6. konference „Zvyšování životnosti komponent energetických zařízení v elektrárnách“, říjen 2011, 187 s,
- [35] ČSN EN 1090 - 1 Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 1: Požadavky na posouzení shody konstrukčních dílců. (Platnost do 1.7.2014)
- [36] ČSN 730405 - Měření posunů stavebních objektů.
- [37] ČSN 731001 - Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy.
- [38] SÚJB - Vyhláška o zabezpečování jakosti při činnostech souvisejících s využíváním jaderné energie a činnostech vedoucích k ozáření a o stanovení kritérií pro zařazení a rozdělení vybraných zařízení do bezpečnostních tříd, č. 214/1997 Sb., 15.7.1997
- [39] Rýdlová J., Novák J., Wandrol J., Kadečka P., Dotřel J.: Metodika řízení životnosti JE - Katalog degračních mechanismů kovových materiálů, 301/315/R1, 2005
- [40] ČSN EN 60 076: Výkonové transformátory – Část 7: Směrnice pro zatěžování olejových výkonových transformátorů. Praha: Český normalizační institut, 2007. 12s
- [41] Basl J., Skočil V., Steiner F., Tupa J.: Řízení procesů v diagnostice: Návrhová část, Výzkumná zpráva, ZČU Plzeň 2008

## Vlastní odborná činnost

### Publikační činnost

1. HAMMER, M., CVEŠPR, P.; *Komplexní přístup k řízení životnosti olejových výkonových transformátorů - 1. část: Úvod do problematiky. Elektrotechnika* 2012. ISSN 1213 - 1539
2. HAMMER, M., CVEŠPR, P.; *Komplexní přístup k řízení životnosti olejových výkonových transformátorů - 2. část: Procesní přístup. Elektrotechnika* 2012. ISSN 1213 - 1539
3. HAMMER, M., CVEŠPR, P.; *Komplexní přístup k řízení životnosti olejových výkonových transformátorů - 3. část: Přístup z pohledu dat. Elektrotechnika* 2012. ISSN 1213 - 1539
4. CVEŠPR, P.: *Comprehensive approach to management of service lifetime of power generation equipment. ELECTRIC POWER ENGINEERING 2012, 13-th International Scientific Conference, Brno 2012, ISBN 978 - 80 - 214 - 4514 - 7*
5. CVEŠPR, P.: *Using of database for requirements of diagnostics of equipment. Sborník přednášek z 3. konference „Zvyšování životnosti komponent energetických zařízení v elektrárnách“, říjen 2008, ISBN 978-80-7043-730-8*
6. CVEŠPR, P., KŘIVÁNEK, R.: *LTO suite – sw support to life control of ČEZ, a.s. power plants, 6. konference „Zvyšování životnosti komponent energetických zařízení v elektrárnách“, říjen 2011, ISBN 978-80-261-0031-7*
7. CVEŠPR, P.: *Comprehensive approach to management of service lifetime of power generation equipment.: CONTROL OF POWER SYSTEMS, POWER ENGINEERING 2012, 10-th International Conference, The High Tatras, Slovak, May 2012, ISBN 978-80-89402-51-9*
8. CVEŠPR, P.: *LTO suite – sw support to life control of ČEZ, a.s. power plants. Sborník přednášek z 7. konference „Zvyšování životnosti komponent energetických zařízení v elektrárnách“, říjen 2012, ISBN 978-80-261-0153-6*
9. CVEŠPR, P.: *Integrované řešení diagnostiky výrobního zařízení v energetice: 1. konference „Zvyšování životnosti komponent energetických zařízení v elektrárnách“, říjen 2006, ISBN 80-239-7878-0*
10. CVEŠPR, P.: *Příspěvek k řízení životnosti výrobních zařízení v energetice.: SERVICE SAFETY OF PRODUCTION EQUIPMENT IN THE CHEMICAL INDUSTRY AND ENERGETICS, XIII-th International Conference, Bratislava, November 2012, ISBN 978-80-227-3806-4*
11. CVEŠPR, P., HAMMER, M.: *Příspěvek k hodnocení technického stavu zařízení - 1. část: Problematika evidence zařízení. Elektrotechnika* 2013. (v tisku)
12. CVEŠPR, P., HAMMER, M.: *Příspěvek k hodnocení technického stavu zařízení - 2. část: Problematika členění zařízení na komponenty. Elektrotechnika* 2013. (v tisku)
13. CVEŠPR, P.: *Contribution to the management of service of power generation equipment. ELECTRIC POWER ENGINEERING 2013, 14-th International Scientific Conference, Dlouhé Stráně, May 2013, ISBN 978-80-214- 0978-4*

## **Spolupráce na projektech**

- Projekt MPO ČR FI-IM5/173, 2008-2010, název: Metodika stanovení životnosti vysokonapěťových izolačních systémů točivých strojů, konzultační činnost, datová podpora, spoluřešitel
- Projekt VaV - Vývoj metodiky Zpřesnění životnosti pevné izolace transformátorů pro eliminaci provozních rizik, Řešitel ÚAM Brno, s.r.o, zadavatel ČEZ, a.s., konzultační činnost a datová podpora pro Zpracování dílčí části vstupních dat pro řešení etapy 5: Využití matematicko statistické nadstavby pro vyhodnocování dat získaných z diagnostik transformátorů, analýza vztahů mezi měřenými veličinami
- Projekt Implementace sw produktu PassPort fy INDUS v divizi Výroba ČEZ, a.s., expertní, konzultační a servisní podpora implementace a provozování produktu.
- Projekt No. 9023, Ageing Management Software for Armenian Nuclear Power Plant, Solution concept, International Atomic Energy Agency, Wien, October 2012

## **Vlastní vývoj**

- Systém sledování spolehlivosti (SSS) analýza problematiky, vývoj a zprovoznění webové aplikace na JE EDU a ETE.
- Centrální evidence měření (CEM), analýza problematiky, vývoj systému evidence technických údajů o měřidlech instalovaných v technologii Teplárny Brno, včetně dat o montáži/demontáži a archivace odečtů naměřených stavů.