

OBCHODNÍ TAJEMSTVÍ

Ústav aplikované mechaniky Brno, s.r.o.
IČO: 60715871, Resslova 972/3, 602 00 Brno

Manuál k softwarovým aplikacím algoritmů pro analýzu dat (aplikace metodik pro optimalizaci programů údržby výrobních bloků elektráren v software IBM SPSS Modeler)

	Funkce	Jméno	Podpis	Datum
Vypracovala:	Řešitel úkolu	Ing. Klára KOTASSKOVÁ		25.11.2021
Spolupráce:	Další řešitelé:	doc. Ing. Jana MARKOVÁ, Ph.D. Ing. Kamil PREŠL doc. Ing. Miroslav SÝKORA, Ph.D. Ing. Jan MLČOCH		25.11.2021
Ověřil:	Spoluřešitel úkolu	Ing. Libor VLČEK, Ph.D.		25.11.2021
Schválil:	Jednatel společnosti	Ing. Lubomír JUNEK, Ph.D.		25.11.2021

Smlouva o dílo : **21E1021**
Evidenční číslo : **7922/21**
Skartační znak : **A**

Počet stran: **17**
Revize: **0**
Výtisk:

Brno, listopad 2021

List revizí			
ZMĚNA č.	Popis změny (strana, důvod, obsah)	Provedl, podpis, datum	Schválil, podpis, datum
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Anotace

Manuál popisující algoritmy výpočtu v programu IBM SPSS Modeler, které vycházejí z metodik pro hodnocení účinnosti a optimalizaci programů údržby zařízení výrobních bloků klasických elektráren. Algoritmy usnadňují hodnocení kritičnosti zařízení s ohledem na degradační mechanismy. Umožní rozšíření softwarových produktů v současnosti využívaných průmyslovým partnerem – ČEZ, a.s. Softwarová implementace je výstupem Národního centra pro energetiku TN01000007, dílčího projektu Vývoj diagnostických metod pro charakterizaci klíčových komponent energetických celků, pracovního balíčku PB6.3 Pilotní ověření metodik pro hodnocení kritičnosti a rozhodování o údržbě na provozních datech. Algoritmy výpočtů popsané v tomto manuálu navazují na dokument [5] z roku 2020, jsou však doplněné a aktualizované o nové poznatky plynoucí ze systematického ověření postupů na pilotních datech čtyř výrobních bloků vybrané elektrárny.

Klíčová slova :

Spolehlivost, údržba, optimalizace, účinnost, spolehlivost, IBM SPSS Modeler

Textový editor : Microsoft Word 2010

Formát obrazové dokumentace : jpg, png, mpg

Archivní soubor : ZP7922.docx

© ÚAM Brno, s.r.o.

Všechna práva vyhrazena podle Zákona č. 121/2000 Sb. (Autorský zákon) a dle znění pozdějších předpisů. Rozmnožování celé zprávy nebo její části bez souhlasu ÚAM Brno, s.r.o. je nepřípustné.

1. Obsah CD

Formát	Název
*.pdf	ZP7922.pdf

OBSAH

1. OBSAH CD	5
2. ÚVOD	6
3. PODKLADY PRO POSOUZENÍ	6
4. ALGORITMUS K M1	7
5. ALGORITMUS K M2	9
6. ALGORITMUS K M3	13
7. ALGORITMUS K M4	15
8. LITERATURA	17

2. Úvod

Manuál obsahuje čtyři kapitoly zahrnující algoritmy popsané v metodikách pro optimalizaci programů údržby výrobních bloků klasických elektráren:

- M1 Stanovení kritičnosti zařízení výrobních bloků klasických elektráren (KE) [1],
- M2 Rozdělení zařízení pro řízení životnosti a modifikaci [2],
- M3 Metodika hodnocení kritičnosti poruch zařízení výrobních bloků elektráren – analýza poruchovosti [3],
- M4 Metodika predikce technického stavu a optimalizace rozhodování o údržbě [4].

Každý algoritmus je vytvořený v softwarovém prostředí IBM SPSS Modeler. Na rozdíl od podkladního dokumentu [5] jsou algoritmy ověřené na provozních skutečných datech z vybrané elektrárny a podle potřeby upraveny.

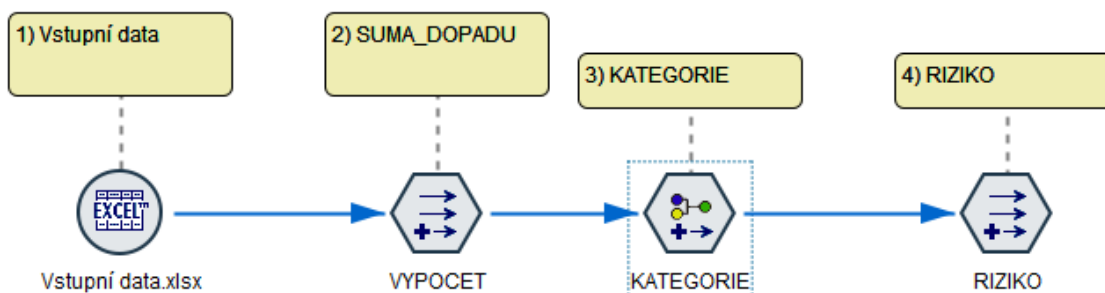
Manuál je dílčím výstupem projektu TN01000007/06, PB6.3.

3. Podklady pro posouzení

Pro tvorbu a ověření algoritmů byly objednavatelem poskytnuty údaje o technicko - ekonomických normativech, disponibilitě a poruchovosti čtyř bloků Elektrárny Tušimice (ETU) z let 2018 až 2020.

4. Algoritmus k M1

Datový proud v SPSS:



Postup

1) Vstupní data

Poruchy z dispečerského deníku
 Dopad následné škody (stanoveno dle ČEZ)
 Blok
 Elektrárna
 Název skupiny zařízení

2) Výpočet

Počet poruch (součet počtu poruch daného SZ zařízení na všech blocích)
 Celková délka poruchy (součet celkové délky odstávky daného SZ zařízení na všech blocích)
 Poruchovost (poměr Počet poruch / počet bloků* počet let – sledované období)
 Průměrná délka odstávky (poměr celkové délky odstávky/počtu poruch)

Blok	název SZ	Počet poruch celkem (2018-2020)	Celková délka odstávky (h)	Dopad - následné škody	Poruchovost (h)	Průměrná délka odstávky
ETU 21	KOT: KOUŘOVÉ VENTILÁTORY	3	18,8	2	0,25	6,3
ETU 21	KOT: KOUŘOVÉ VENTILÁTORY	1	58	2	0,08	58,0
ETU 21	KOT: MLECÍ OKRUHY	13	61,2	3	1,08	4,7
ETU 21	KOT: VZDUCHOVÉ VENTILÁTOR	5	14,4	2	0,42	2,9
ETU 21	KOT: RECIRKULAČNÍ SPALINY	5	50,1	2	0,42	10,0
ETU 21	ODS: OXIDAČNÍ SYSTÉM	2	78,3	3	0,17	39,1
ETU 21	ODS: CIRKULAČNÍ ČERPADLA	2	1,7	3	0,17	0,9
ETU 21	STR: CHLADÍCÍ ČERPADLA	11	332,4	3	0,92	30,2
ETU 21	STR: NAPÁJECÍ ČERPADLA	19	330,4	3	1,58	17,4

3) Kategorie dle M1

Zařazení poruchovosti a dopadů následné škody dle M1 [1].

4) Určení rizika

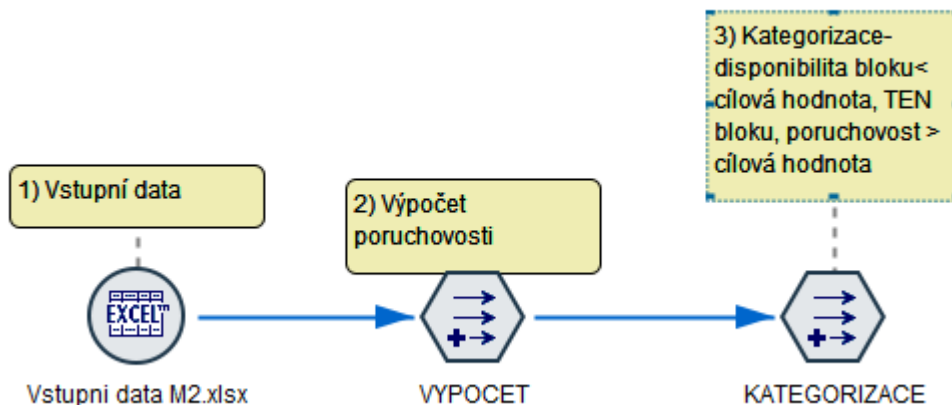
Určení rizika dle M1 [1].

Blok	Název SZ	Dopad - disponibilita	Dopad - následné škody	Celkový dopad	Kategorie: Poruchovost	Riziko (rizikovost zařízení)
ETU 21	KOT: KOUŘOVÉ VENTILÁTORY	2	2	2	2	2
ETU 21	KOT: KOUŘOVÉ VENTILÁTORY	4	2	3	1	2
ETU 21	KOT: MLECÍ OKRUHY	2	3	3	3	4
ETU 21	KOT: VZDUCHOVÉ VENTILÁTOR	2	2	2	2	2
ETU 21	KOT: RECIRKULAČNÍ SPALINY	2	2	2	2	2
ETU 21	ODS: OXIDAČNÍ SYSTÉM	3	3	3	2	3

Workflow

5. Algoritmus k M2

Datový proud v SPSS:



Postup

- 1) Vstupní data:
 - Blok
 - Elektrárna
 - Název skupiny zařízení
 - Poruchovost z dispečerského deníku
 - Disponibilita bloku (předáno z provozu)
 - TEN bloku (v pilotní aplikaci není doporučeno aplikovat)
 - Cílová (mezní) hodnota disponibility
 - Cílová hodnota poruchovosti

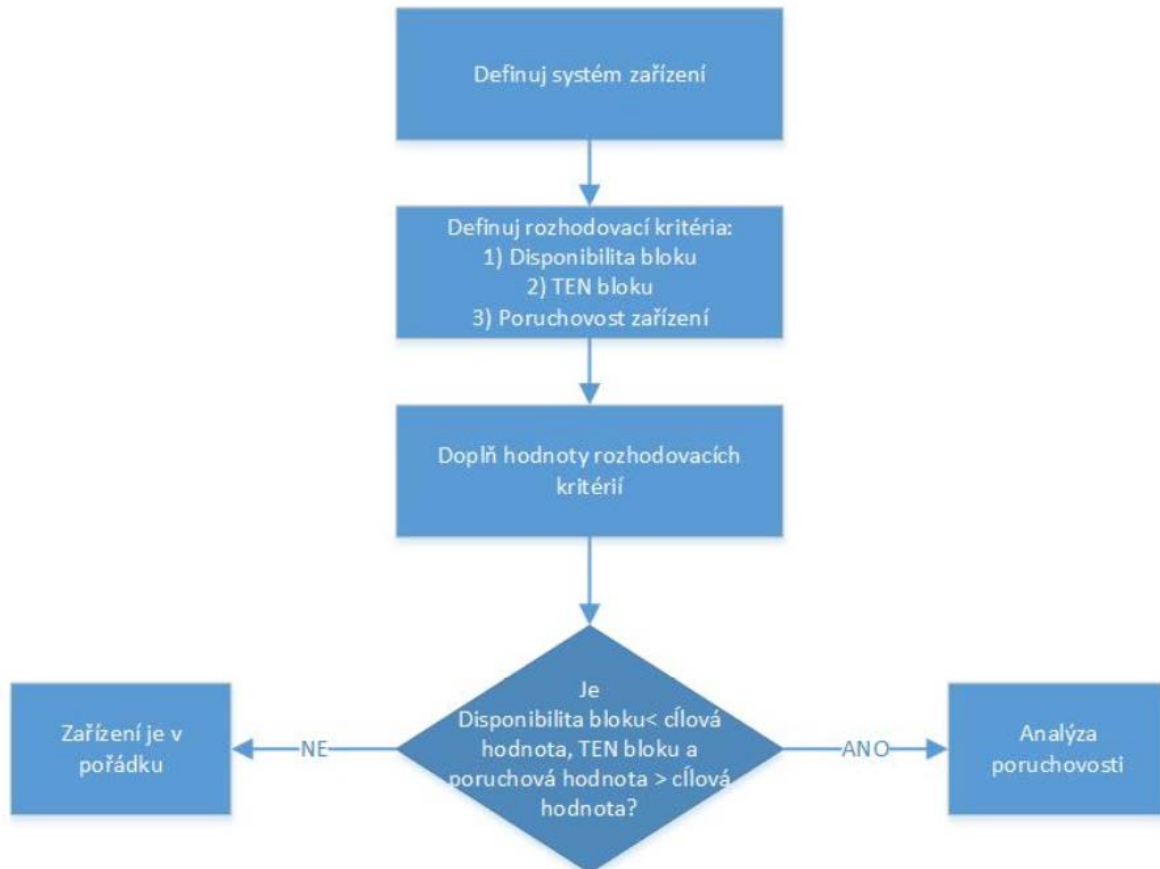
Blok	Název SZ	Počet poruch celkem (2018-2020)	Celková délka odstávky (h)	Disponibilita zařízení (průměr za 2018 - 2020)	Cílová (mezní) hodnota
ETU 21	KOT: KOUŘOVÉ VENTILÁTORY	3	18,8	99,9%	99,5%
ETU 21	KOT: KOUŘOVÉ VENTILÁTORY	1	58	99,8%	99,5%
ETU 21	KOT: MLECÍ OKRUHY	13	61,2	99,7%	99,5%
ETU 21	KOT: VZDUCHOVÉ VENTILÁTORY	5	14,4	99,9%	99,5%
ETU 21	KOT: RECIRKULAČNÍ SPALINY	5	50,1	99,8%	99,5%
ETU 21	ODS: OXIDAČNÍ SYSTÉM	2	78,3	99,7%	99,5%
ETU 21	ODS: CIRKULAČNÍ ČERPADLA	2	1,7	100,0%	99,5%
ETU 21	STR: CHLADÍCÍ ČERPADLA	11	332,4	98,6%	99,5%
ETU 21	STR: NAPÁJECÍ ČERPADLA	19	330,4	98,6%	99,5%

- 2) Výpočet
 - Poruchovost (poměr Počet poruch/ počet bloků*počet let – sledované období)
- 3) Kategorizace: Je disponibilita < cílová hodnota a poruchová hodnota > cílová hodnota?
 - ANO: Je zapotřebí analýza poruchovosti
 - NE: Není zapotřebí analýza poruchovosti

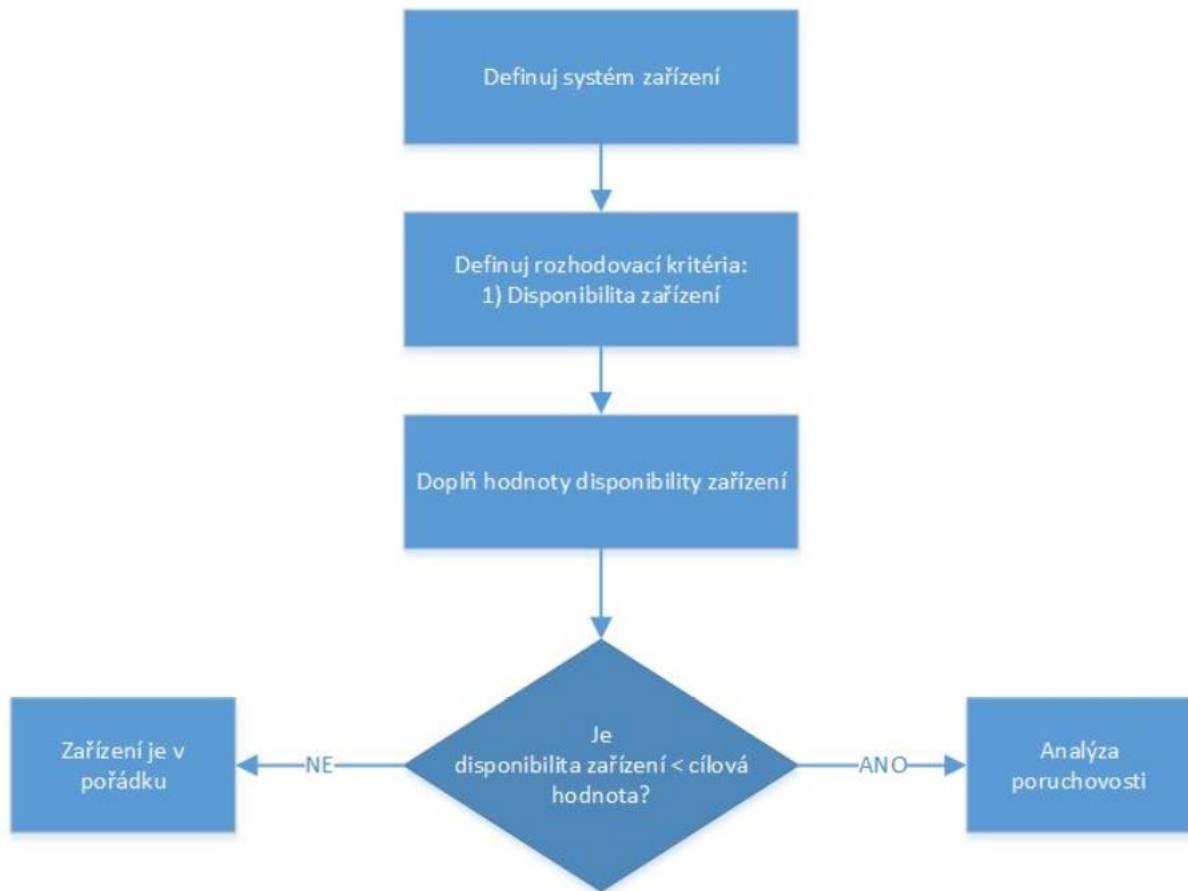
Blok	Název SZ	Poruchovost (h)	Disponibilita zařízení (průměr za 2018 - 2020)	Cílová hodnota poruchovosti	Cílová (mezní) hodnota dostupnosti	Analýza poruchovosti?
ETU 21	KOT: KOUŘOVÉ VENTILÁTORY	0,25	99,9%	1	99,5%	Ne
ETU 21	KOT: KOUŘOVÉ VENTILÁTORY	0,08	99,8%	2	99,5%	Ne
ETU 21	KOT: MLECÍ OKRUHY	1,08	99,7%	2	99,5%	Ano
ETU 21	KOT: VZDUCHOVÉ VENTILÁTORY	0,42	99,9%	1	99,5%	Ne
ETU 21	KOT: RECIRKULAČNÍ SPALINY	0,42	99,8%	1	99,5%	Ne
ETU 21	ODS: OXIDAČNÍ SYSTÉM	0,17	99,7%	1	99,5%	Ne
ETU 21	ODS: CÍRKULAČNÍ ČERPADLA	0,17	100,0%	1	99,5%	Ne

Workflow:

Bez disponibility zařízení

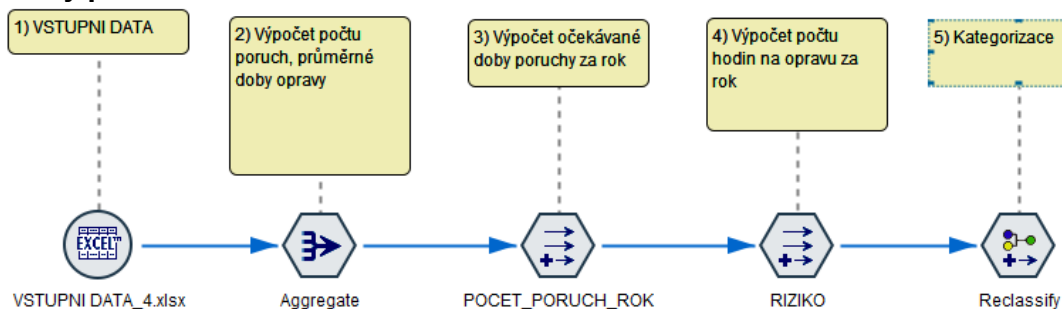


S disponibilitou zařízení



6. Algoritmus k M3

Datový proud v SPSS:



Postup:

- 1) Vstupní data:
 - Blok
 - Elektrárna
 - Název skupiny zařízení
 - Poruchovost z dispečerského deníku
 - Typ současné údržby

Blok	název SZ	Počet poruch celkem (2018-2020)	Celková délka odstávky (h)	Současný PÚ podle tab. 2
ETU 21	KOT: KOUŘOVÉ VENTILÁTORY	3	18,8	Ú3
ETU 21	KOT: KOUŘOVÉ VENTILÁTORY	1	58	Ú3
ETU 21	KOT: MLEČÍ OKRUHY	13	61,2	Ú3
ETU 21	KOT: VZDUCHOVÉ VENTILÁTORY	5	14,4	Ú3
ETU 21	KOT: RECIRKULAČNÍ SPALINY	5	50,1	Ú3
ETU 21	ODS: OXIDAČNÍ SYSTÉM	2	78,3	Ú3
ETU 21	ODS: CIRKULAČNÍ ČERPADLA	2	1,7	Ú3
ETU 21	STR: CHLADÍCÍ ČERPADLA	11	332,4	Ú3

- 2) Výpočet:

Poruchovost (poměr Počet poruch/ počet let – sledované období)
 Průměrná délka odstávky (poměr celkové délky odstávky/počtu poruch)
 Počet hodin na opravu za rok (Poruchovost*Průměrná délka odstávky)

- 3) Kategorizace:

Kategorizace počtu hodin na opravu za rok a potřeby změny údržby dle M3.

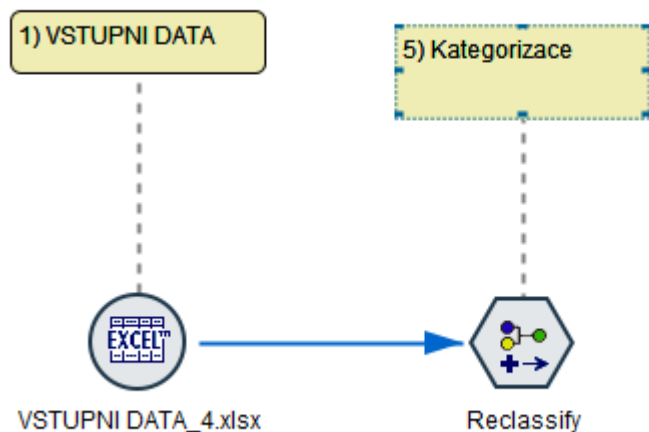
Blok	název SZ	Současný PÚ podle tab. 2	Počet hodin na opravu za rok	Riziko (R)	Potřeby změny PÚ podle tab. 3
ETU 21	KOT: KOUŘOVÉ VENTILÁTORY	Ú3	4,2	R2	Z2
ETU 21	KOT: KOUŘOVÉ VENTILÁTORY	Ú3	19,3	R3	Z3
ETU 21	KOT: MLECÍ OKRUHY	Ú3	4,7	R2	Z2
ETU 21	KOT: VZDUCHOVÉ VENTILÁTORY	Ú3	1,0	R1	Z1
ETU 21	KOT: RECIRKULAČNÍ SPALINY	Ú3	0,0	R1	Z1
ETU 21	ODS: OXIDAČNÍ SYSTÉM	Ú3	0,0	R1	Z1
ETU 21	ODS: CÍRKULAČNÍ ČERPADLA	Ú3	0,3	R1	Z1
ETU 21	STR: CHLADÍČÍ ČERPADLA	Ú3	50,4	R4	Z4

Workflow



7. Algoritmus k M4

Datový proud v SPSS:



Postup:

- 1) Vstupní data:
 - Blok
 - Elektrárna
 - Název skupiny zařízení
 - Stav zařízení
 - Analýza poruchovosti M2 (postup 1, 2)
 - Potřeba změny údržby dle M3

Blok	název SZ	Stav zařízení	Analýza poruchovosti (M2 - postup1)	Analýza poruchovosti (M2 - postup2)	Potřeba změny PÚ podle dle M3
ETU 23	KOT: KOUŘOVÉ VENTILÁTORY	B	Ne	Ano	Z2
ETU 23	KOT: KOUŘOVÉ VENTILÁTORY	B	Ne	Ano	Z1
ETU 23	KOT: MLECÍ OKRUHY	C	Ne	Ano	Z2
ETU 23	KOT: VZDUCHOVÉ VENTILÁTORY	B	Ne	Ano	Z1
ETU 23	KOT: RECIRKULAČNÍ SPALINY	B	Ne	Ano	Z2
ETU 23	ODS: OXIDAČNÍ SYSTÉM	B	Ne	Ano	Z4
ETU 23	ODS: CÍRKULAČNÍ ČERPADLA	B	Ne	Ano	Z1

- 2) Kategorizace:

Kategorizace potřeby změny údržby s ohledem na stav dle M4.

Blok	název SZ	Stav zařízení	Analýza poruchovosti (M2 - postup1)	Analýza poruchovosti (M2 - postup2)	Potřeby změny PÚ podle dle M3	Potřeba změny PÚ s ohledem na stav zařízení dle M4
ETU 23	KOT: KOUŘOVÉ VENTILÁTORY	B	Ne	Ano	Z2	PÚ3
ETU 23	KOT: KOUŘOVÉ VENTILÁTORY	B	Ne	Ano	Z1	PÚ2
ETU 23	KOT: MLECÍ OKRUHY	C	Ne	Ano	Z2	PÚ4
ETU 23	KOT: VZDUCHOVÉ VENTILÁTORY	B	Ne	Ano	Z1	PÚ2
ETU 23	KOT: RECIRKULAČNÍ SPALINY	B	Ne	Ano	Z2	PÚ3
ETU 23	ODS: OXIDAČNÍ SYSTÉM	B	Ne	Ano	Z4	PÚ4
ETU 23	ODS: CÍRKULAČNÍ ČERPADLA	B	Ne	Ano	Z1	PÚ2

Workflow



8. LITERATURA

[1]	Jana Marková, Miroslav Sýkora, Jan Mičoch, Kamil Prešl, Klára Šťastná. Metodika analýzy rizik pro stanovení kritičnosti zařízení výrobních bloků elektráren. Certifikovaná metodika, ČVUT v Praze, ČEZ, a.s., ÚAM Brno, s.r.o., 2020
[2]	Jana Marková, Miroslav Sýkora, Jan Mičoch, Kamil Prešl, Klára Šťastná. Metodika rozdělení zařízení výrobních bloků elektráren pro řízení životnosti a modifikaci. Certifikovaná metodika, ČVUT v Praze, ČEZ, a.s., ÚAM Brno, s.r.o., 2020
[3]	Jana Marková, Miroslav Sýkora, Jan Mičoch, Kamil Prešl, Klára Šťastná. Hodnocení kritičnosti poruch zařízení výrobních bloků elektráren (metodika optimalizace rozhodování o diagnostice a opravách). Certifikovaná metodika, ČVUT v Praze, ČEZ, a.s., ÚAM Brno, s.r.o., 2020
[4]	Jana Marková, Miroslav Sýkora, Jan Mičoch, Kamil Prešl, Klára Šťastná. Nastavení údržby a diagnostiky na vybraných zařízeních. Certifikovaná metodika, ČVUT v Praze, ČEZ, a.s., ÚAM Brno, s.r.o., 2020
[5]	Jana Marková, Miroslav Sýkora, Jan Mičoch, Kamil Prešl, Klára Šťastná, Manuál pro softwarové aplikace algoritmů metodik pro hodnocení účinnosti programů údržby, ČVUT v Praze, ČEZ, a.s., ÚAM Brno, s.r.o., 2020, ZP7544