



**Juraj Grenčík a kol.**

# **MANAŽÉRSTVO ÚDRŽBY**

**Synergia teórie a praxe**

**BEKI design, s.r.o. Košice**

**2013**

**Juraj Grenčík a kol.**

# **MANAŽÉRSTVO ÚDRŽBY**

**Synergia teórie a praxe**

## **Autorský kolektív:**

Ing. Michal Abrahámfy  
Ing. Zdeněk Aleš, Ph.D.  
Ing. Pavel Bartejs  
Ing. Pavel Buzík  
Ing. Dušan Belko  
Ing. Gabriel Dravecký  
doc. Ing. Juraj Grenčík, PhD.  
Ing. Tomáš Hladík, Ph.D, MSc.  
prof. Ing. Jozef Hrubec, PhD.  
Vladislav Chvalina  
Ing. Vendelín Íro  
prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.  
Ing. Jaroslav Kmoch  
prof. Ing. Václav Legát, DrSc.  
prof. Ing. Jozef Meško, PhD.  
Ing. Vladimír Nováček, CSc.  
prof. Ing. Pavel Novák, CSc.

prof. Ing. Hana Pačaiová, PhD.  
Ing. Bohuslav Peterka, PhD.  
Ing. Viera Peťková, PhD.  
doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.  
Ing. Roman Pleskač, CSc.  
Ing. Bohumil Polanka  
Ing. Jiří Poplouče, CSc.  
prof. Ing. Josef Pošta, CSc.  
doc. Ing. Miroslav Rakyta, PhD.  
PhDr. Jiří Suchý  
Ing. Ivan Ševčík  
Ing. Jan Škarka  
Ing. Miroslav Špaček, PhD., MBA  
RNDr. Ondrej Valent, CSc.  
prof. Ing. Zdeněk Vintr, CSc., dr.h.c.  
Ing. Zdeněk Votava  
prof. Ing. Peter Zvolenský, PhD.

## **Recenzovali:**

prof. Ing. Marián Peciar, PhD.  
prof. Ing. Jozef Balla, CSc.

**Tlač:** BEKI design, s.r.o. Košice  
Obálka: doc. Ing. Jaroslav Jarema, CSc.  
Prvé vydanie, 2013

**ISBN 978-80-89522-03-3**

# Obsah

<b>Predhovor</b> .....	15
<b>1 Úvod</b> .....	17
<b>2 Organizovanie a riadenie údržby</b> .....	19
2.1 Systémy podnikového manažérstva .....	19
2.2 Postavenie údržby v podniku .....	21
2.2.1 Stratégia údržby ako súčasť stratégie podniku .....	23
2.2.2 Úloha údržby v investičnej a inovačnej politike podniku .....	26
2.2.3 Obstarávanie základných prostriedkov .....	33
2.2.4 Zásady využívania a zhodnocovania hmotného majetku .....	38
2.2.5 Vzťah výrobného a údržbárskeho procesu .....	40
2.3 Vývojové etapy údržby .....	43
2.4 Organizovanie údržby v podniku .....	46
2.4.1 Tvorba stratégie údržby .....	46
2.4.2 Organizačné štruktúry údržby .....	53
2.4.3 Insourcing a outsourcing údržby .....	58
2.4.4 Nákup služieb údržby a materiálu .....	61
2.5 Legislatíva v oblasti údržby .....	65
2.5.1 Základná terminológia .....	65
2.5.2 Údržba a vnútro podnikové predpisy .....	67
2.5.3 Údržba a zákonník práce .....	68
2.5.4 Údržba a nadobúdanie majetku .....	70
2.5.5 Údržba a ďalšie predpisy .....	72
Literatúra .....	73
<b>3 Riadenie údržby v podniku</b> .....	77
3.1 Vstupné údaje pre plánovanie a riadenie údržby .....	78
3.2 Metódy plánovania údržby .....	81
3.2.1 Kategorizácia kritickosti strojov a zariadení .....	82
3.2.2 Ročný plán údržby .....	85
3.2.3 Rozpočet údržby .....	87
3.3 Metódy rozvrhovania údržby .....	89

3.3.1	Operatívny plán údržby.....	91
3.3.2	Normatívy prácností údržby a opráv.....	93
3.3.3	Reporting realizovanej údržby .....	94
3.4	Plánovanie a riadenie odstávok.....	94
3.4.1	Procesný prístup k cyklu odstávky.....	95
3.4.2	Popis činností v cykle odstávky .....	97
3.4.3	Riadenie rizík odstávky.....	99
3.4.4	Organizovanie odstávky.....	103
3.4.5	Čiastkový záver.....	106
3.5	Technické zdroje a ich riadenie.....	107
3.5.1	Prevádzková dokumentácia - pasporty strojov a zariadení .....	107
3.5.2	Náradie, meracie a diagnostické prístroje .....	112
3.5.3	Údržbárske dielne a ich infraštruktúra .....	114
3.6	Materiálové zdroje a náhradné diely .....	114
3.6.1	Nomenklatúra a identifikácia ND .....	115
3.6.2	Hodnotenie kritickosti náhradných dielov .....	119
3.6.3	Riadenie zásob položiek so sporadickým dopytom .....	120
3.6.4	Skladovanie ND .....	123
3.7	Personálne zdroje a ich riadenie.....	124
3.7.1	Požiadavky na kvalifikáciu, právomoc a zodpovednosť.....	125
3.7.2	Vzdelávanie a výcvik.....	126
3.7.3	Motivácia a odmeňovanie .....	127
3.7.4	Komunikácia.....	129
3.7.5	Tímová práca.....	130
3.8	Trvalé zlepšovanie procesu údržby.....	132
3.8.1	Vrcholové procesy organizácie a proces údržby.....	132
3.8.2	Zásady trvalého zlepšovania procesov údržby.....	135
3.8.3	Postupné kroky riadenie zmien procesov údržby.....	141
3.9	Totálne produktívna údržba .....	143
3.9.1	Straty vo výrobnom systéme .....	147
3.9.2	Základné piliere TPM .....	154
3.9.3	Hodnotenie celkovej efektívnosti zariadení .....	158
3.9.4	Sedem krokov autonómnej údržby.....	160

3.9.5	Sedem krokov plánovanej a preventívnej údržby .....	161
3.9.6	Rozvoj zručností obsluhy a údržby .....	162
3.9.7	Vizuálny manažment pri implementácii TPM .....	163
3.9.8	Postup a harmonogram implementácie programu TPM .....	165
3.9.9	Prínosy z implementácií TPM .....	166
	Literatúra .....	167
<b>4</b>	<b>Ekonomika a hodnotenie výkonnosti údržby .....</b>	<b>171</b>
4.1	Základné ekonomické kategórie .....	171
4.1.1	Klasifikácia nákladov.....	173
4.1.2	Vzťah nákladov k výnosom a zisku podniku.....	176
4.1.3	Náklady na údržbu .....	177
4.2	Financovanie údržby .....	177
4.2.1	Prostriedky podniku .....	177
4.2.2	Dlhodobý hmotný majetok .....	179
4.2.3	Návratnosť investícií do údržby.....	180
4.3	Kľúčové ukazovatele výkonnosti údržby (KPIs).....	184
4.3.1	Kľúčové ukazovatele STN EN 15341 a SMRP .....	186
4.4	Kontroling údržby.....	192
4.5	Benchmarking a Balanced Scorecard údržby .....	193
4.6	Hodnotovo riadená údržba.....	198
4.6.1	Hodnota, jej vnímanie a meranie .....	198
4.6.2	Generátory hodnoty v údržbárskych procesoch.....	199
4.6.3	Určenie hodnoty údržby.....	201
4.7	Ekonomická legislatíva.....	202
4.7.1	Základy poisťovníctva a poskytovanie záruk .....	203
	Literatúra .....	205
<b>5</b>	<b>Manažérstvo kvality v údržbe.....</b>	<b>207</b>
5.1	Základy normovaného systému manažérstva kvality .....	207
5.1.1	Procesný prístup.....	208
5.1.2	Politika kvality a ciele kvality.....	208
5.1.3	Normy pre systém manažérstva kvality .....	209
5.2	Požiadavky systému manažérstva kvality na údržbu.....	209

5.3	System manažérstva kvality v údržbe .....	212
5.3.1	Zodpovednosť vedenia údržby .....	214
5.3.2	Manažerstvo zdrojov údržby .....	215
5.3.3	Realizácia údržby .....	215
5.3.4	Meranie, analýza a zlepšovanie údržby.....	218
5.4	Dokumentácia v údržbe .....	220
5.4.1	Normovaná dokumentácia .....	220
5.5	Audit kvality manažérstva údržby .....	226
5.5.1	Otázky auditu údržby .....	226
5.5.2	Vyhodnotenie auditu údržby .....	229
5.5.3	Záver k auditu manažérstva kvality v údržbe.....	231
5.6	Prehľad hlavných zásad pre uplatňovanie SMK v údržbe .....	231
5.6.1	Uplatňovanie systému manažérstva kvality do údržby .....	231
5.6.2	Ako dosiahnuť maximálnu kvalitu manažérstva údržby? .....	232
	Literatúra.....	235
<b>6</b>	<b>Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci (BOZP)</b> .....	<b>237</b>
6.1	Základy legislatívy BOZP.....	237
6.1.1	Legislatíva BOZP v Slovenskej republike .....	241
6.2	Požiadavky na bezpečnosť strojov a zariadení .....	243
6.2.1	Požiadavky legislatívy na BTS .....	243
6.3	Revízne prehliadky vyhradených technických zariadení .....	252
6.3.1	Vyhradené technické zariadenia.....	252
6.3.1.2	<i>Vyhradené plynové zariadenia</i> .....	254
6.3.1.3	<i>Zdvíhacie zariadenia</i> .....	254
6.3.1.4	<i>Vyhradené elektrické zariadenia</i> .....	255
6.4	Prevenčia v BOZP.....	258
6.4.1	Úloha údržby v podniku s dopadom na BOZP .....	258
	Literatúra.....	260
<b>7</b>	<b>Environmentálne manažerstvo v údržbe</b> .....	<b>261</b>
7.1	System environmentálneho manažérstva .....	261
7.2	Aplikácia EMS v údržbe .....	271
	Literatúra.....	274
<b>8</b>	<b>Prevádzková spoľahlivosť strojov a zariadení</b> .....	<b>275</b>

8.1	Manažérstvo spoľahlivosti vo vzťahu k údržbe.....	275
8.1.1	Terminológia spoľahlivosti.....	275
8.1.2	Manažérstvo a program spoľahlivosti.....	281
8.1.3	Poruchy a stavy výrobkov.....	285
8.1.4	Bezporuchovosť a životnosť.....	293
8.2	Výpočty ukazovateľov spoľahlivosti.....	295
8.2.1	Základné modely spoľahlivosti.....	298
8.2.2	Výpočty ukazovateľov bezporuchovosti (životnosti) neopravovaných objektov .....	300
8.3	Spoľahlivosť systémov, určovanie a overovanie spoľahlivosti .....	313
8.3.1	Sériové a paralelné systémy a zálohovanie.....	313
8.3.2	Určovanie a overovanie spoľahlivosti systémov .....	321
8.4	Optimalizácia preventívnej údržby .....	328
8.4.1	Životnosť a bezporuchovosť strojových súčastí a ich klasifikácia.....	328
8.4.2	Charakteristika experimentu .....	329
8.4.3	Metodika optimalizácie preventívnej údržby.....	330
8.4.4	Príklad výpočtu optimálneho intervalu preventívnej údržby .....	334
8.4.5	Príklad z praxe .....	336
8.4.6	Korekcia výpočtov optimálnych intervalov preventívnej údržby.....	339
8.4.7	Tvorba a riadenie systému preventívnej údržby .....	339
8.5	Údržba zameraná na bezporuchovosť (RCM) .....	343
8.5.1	História vzniku RCM.....	343
8.5.2	Základné princípy a metódy RCM.....	345
8.5.3	Analýza porúch funkcie, klasifikácia následkov.....	349
8.5.4	Praktická realizácia .....	355
8.6	Spoľahlivosť a úžitkový život výrobného zariadenia .....	358
8.6.1	Vplyv spoľahlivosti a systému údržby na prevádzkové náklady ..	358
8.6.2	Optimalizácia užitočného života (obnova) .....	359
	Literatúra.....	364
<b>9</b>	<b>Manažérstvo rizík v údržbe.....</b>	<b>367</b>
9.1	Politika rizík v údržbe.....	368
9.2	Zisťovanie a určovanie súvislostí rizík.....	370

9.3	Analýza a vyhodnocovanie rizík.....	373
9.4	Riadenie rizík v prevádzke strojov a zariadení .....	384
9.4.1	Analýza príčin a následkov porúch (FMECA).....	387
9.4.2	Analýza koreňových príčin porúch (RCFA) .....	392
9.4.3	Prehliadky na základe rizika (RBI) .....	393
9.4.4	Bezpečnostná prístrojová funkcia (SIF).....	400
9.5	Monitorovanie a oznamovanie rizík.....	402
	Literatúra.....	404
<b>10</b>	<b>Technická diagnostika .....</b>	<b>407</b>
10.1	Diagnostika všeobecne.....	407
10.1.1	Vznik a vývoj technickej diagnostiky .....	407
10.1.2	Diagnostické signály .....	408
10.1.3	Diagnostické postupy .....	409
10.1.4	Diagnostické metódy.....	412
10.1.5	Diagnostické merania.....	414
10.1.6	Nové trendy v technickej diagnostike .....	415
10.2	Vibrodiagnostika.....	417
10.2.1	Teoretické základy .....	417
10.2.2	Sledované parametre .....	419
10.2.3	Prístrojová technika.....	424
10.2.4	Vyhodnocovanie meraní .....	425
10.2.5	Výstupy pre plánovanie údržby.....	426
10.3	Tribotechnická diagnostika .....	427
10.3.1	Metodiky používané v tribotechnickej diagnostike.....	427
10.3.2	Efektívnosť, účelnosť a perspektíva tribotechnickej diagnostiky ..	436
10.3.3	Zásady vzorkovania .....	437
10.4	Termodiagnostika.....	438
10.4.1	Základy bezkontaktného merania teploty .....	439
10.4.2	Funkčné a konstrukčné princípy termokamery .....	441
10.4.3	Aplikácie termografie v technickej diagnostike.....	442
10.5	Nedeštruktívna defektoskopia.....	444
10.5.1	Vizuálna kontrola.....	445
10.5.2	Metóda prežarovania.....	447



10.5.3	Ultrazvuková metóda .....	449
10.5.4	Magnetická metóda.....	452
10.5.5	Kapilárna metóda .....	454
10.5.6	Ostatné metódy .....	456
10.5.7	Akustická emisia.....	457
10.6	Integrácia diagnostických metód .....	459
	Literatúra .....	461
<b>11</b>	<b>Technológie udržiavania a opráv strojov.....</b>	<b>463</b>
11.1	Poškodzovanie strojových súčiastok.....	463
11.1.1	Opotrebenie.....	463
11.1.2	Korózia kovov.....	476
11.1.3	Otlačenie .....	483
11.1.4	Deformácia.....	484
11.1.5	Trhliny a lomy .....	484
11.1.6	Ostatné poškodenia .....	485
11.2	Technologický postup preventívnej údržby strojov.....	486
11.2.1	Vonkajšia kontrola strojov .....	487
11.2.2	Vonkajšie čistenie strojov .....	487
11.2.3	Údržba špecifických systémov strojov .....	488
11.2.4	Konzervácia a dekonzervácia strojov .....	489
11.2.5	Garážovanie a uskladňovanie mobilných strojov .....	489
11.3	Mazanie strojov a používaná technika.....	490
11.3.1	Technológie mazaní.....	490
11.3.2	Zariadenia pre mazanie strojov .....	491
11.3.3	Mazivá .....	493
11.4	Prevádzka a údržba olejových náplní strojov .....	495
11.4.1	Znečistenie olejov a strojov .....	496
11.4.2	Hlavné faktory podmieňujúce starnutie oleja .....	498
11.4.3	Požiadavky na olej .....	498
11.4.4	Metódy na zlepšenie a stabilizáciu čistoty olejov .....	499
11.4.5	Zvláštnosti mobilnej hydrauliky .....	499
11.4.6	Príklady výsledkov vhodného ošetrovania oleja.....	500

11.4.7	Záverečné zhrnutie .....	504
11.5	Opravy strojových súčiastok .....	505
11.5.1	Renovácia opotrebovaných súčiastok .....	505
11.5.2	Renovácia opotrebovaných súčiastok na pôvodné rozmery.....	507
11.5.3	Renovácia navarovaním .....	508
11.5.4	Renovácia termickým žiarovým nástrekom.....	511
11.5.5	Renovácia opotrebovaných súčiastok ich tvárnením .....	513
11.5.6	Renovácia opotrebovaných súčiastok galvanizáciou .....	516
11.5.7	Renovácia opotrebovaných súčiastok nanášaním plastov.....	517
11.5.8	Renovácia deformovaných súčiastok .....	518
11.5.9	Renovácia súčiastok s trhlinami a lomami .....	520
11.5.10	Renovácia vnútorných závitov .....	521
11.5.11	Špeciálne technológie renovácií.....	528
11.5.12	Technologické trendy v renovácii.....	533
	Literatúra.....	534
<b>12</b>	<b>Počítačová podpora riadenia údržby.....</b>	<b>535</b>
12.1	Systém údržby a jeho počítačová podpora.....	535
12.1.1	Voľba stratégie riadenia systému údržby .....	536
12.1.2	Počítačom podporovaný systém údržby.....	539
12.1.3	Voľba informačného systému údržby .....	543
12.1.4	Implementácia informačného systému pre riadenie údržby.....	546
12.2	Hodnotenie a zlepšovanie systému údržby .....	550
12.2.1	Hodnotenie efektivity údržby spracovaním dát z ISÚ .....	552
12.2.2	Prevádzkové hodnotenie efektivity údržieb .....	558
12.2.3	Analýzy porúch v dlhšom časovom období .....	561
12.2.4	Využitie ďalších súhrnných ukazovateľov na stanovenie účinnosti údržby.....	564
12.2.5	Príklad využitia dát o nákladoch na údržbu konkrétneho stroja....	568
12.2.6	Základy počítačovej podpory obnovy strojov .....	570
12.3	Základy expertných systémov.....	572
12.4	Základy využitia tabuľkového procesora Excel.....	575
12.5	Počítačová prezentácia dát .....	586

12.6	Stručný prehľad najrozšírenejšieho komerčne dostupného softvéru pre riadenie údržby .....	591
	Literatúra .....	596
<b>13</b>	<b>Prípadové štúdie</b> .....	<b>599</b>
13.1	Výmena nátrubkov jadrového reaktora VVER 440.....	599
13.2	Aplikácia ukazovateľov výkonnosti riadenia údržby.....	610
13.3	Prípadová štúdia implementácie Autonómnej údržby .....	616
	<b>Zoznam skratiek</b> .....	<b>621</b>
	<b>Register</b> .....	<b>627</b>