

Obsah

Předmluva.....	17
Úvod.....	19
1. Organizace a řízení údržby (Aleš, Mrázek).....	21
1.1 Systémy podnikové organizace a řízení	21
1.2 Postavení údržby v podniku	23
1.2.1 Strategie údržby jako součást strategie podniku	24
1.2.2 Role údržby v investiční a inovační politice podniku	25
1.2.3 Pořizování základních prostředků	31
1.2.4 Vztah výrobního a údržbářského procesu.....	35
1.3 Vývojové etapy organizace údržby	36
1.4 Organizace údržby v podniku	37
1.4.1 Tvorba strategie údržby.....	38
1.4.2 Organizační struktury údržby.....	42
1.4.3 Prostorové uspořádání pracovišť údržby	43
1.4.4 Vnitřní organizace útvaru údržby	44
1.4.5 Insourcing a outsourcing údržby.....	45
1.4.6 Nákup služeb údržby a materiálu.....	48
1.5 Legislativa v oblasti údržby	51
1.5.1 Údržba a vnitropodnikové předpisy.....	52
1.5.2 Údržba a zákoník práce	52
1.5.3 Přesah údržby do dalších právních oblastí.....	53
1.6 Použitá literatura	54
2. Řízení údržby v podniku (Hladík, Aleš, Peterka)	58
2.1 Vstupní údaje pro plánování a řízení údržby	59
2.2 Metody plánování údržby	61
2.2.1 Kategorizace kritičnosti strojů a zařízení	62
2.2.2 Roční plán údržby.....	64
2.2.3 Rozpočet údržby.....	67
2.3 Metody rozvrhování údržby	69
2.4 Plánování a řízení odstávek.....	73
2.4.1 Procesní přístup k cyklu odstávky.....	74
2.4.2 Popis činností v cyklu odstávky.....	74
2.4.3 Technické zdroje a jejich řízení	76
2.4.4 Nářadí, měřicí a diagnostické přístroje.....	81
2.4.5 Údržbářské dílny a jejich infrastruktura.....	82
2.5 Materiálové zdroje a náhradní díly	83
2.5.1 Nomenklatura, názvosloví a identifikace ND.....	83
2.5.2 Segmentace zásob náhradních dílů.....	84

2.5.3	Hodnocení kritičnosti náhradních dílů.....	87
2.5.4	Předpověď spotřeby ND.....	88
2.5.5	Řízení zásob položek se sporadickou poptávkou.....	88
2.5.6	Skladování ND.....	90
2.6	Komplexní produktivní údržba.....	91
2.6.1	Ztráty ve výrobním systému.....	94
2.6.2	Základní pilíře TPM.....	97
2.6.3	Hodnocení celkové efektivnosti zařízení.....	100
2.6.4	Sedm kroků autonomní údržby.....	102
2.6.5	Sedm kroků plánované a preventivní údržby.....	103
2.6.6	Rozvoj zručností obsluhy a údržby.....	104
2.6.7	Vizuální management při implementaci TPM.....	104
2.6.8	Postup a harmonogram implementace programu TPM.....	105
2.6.9	Přínosy z implementace TPM.....	107
2.7	Seznam literatury.....	108
3.	Ekonomika a hodnocení výkonnosti údržby (Špaček).....	112
3.1	Základní ekonomické principy.....	112
3.1.1	Účetnictví jako systémový nástroj finančního řízení a controllingu.....	112
3.1.2	Firemní náklady a jejich klasifikace.....	114
3.1.3	Náklady na údržbu a jejich alokace.....	117
3.1.4	Manažerské rozpočtování údržby.....	120
3.1.5	Tržby, výnosy a zisk firmy.....	124
3.1.6	Cash flow firmy.....	124
3.2	Dlouhodobý a oběžný majetek firmy.....	125
3.2.1	Dlouhodobý majetek firmy (DM).....	125
3.2.2	Oběžný majetek firmy.....	128
3.3	Financování údržby.....	128
3.3.1	Dlouhodobý a krátkodobý kapitál firmy.....	129
3.3.2	Vlastní a cizí kapitál.....	129
3.3.3	Rizika spojená s financováním.....	129
3.4	Ekonomická rozhodování v údržbě.....	130
3.4.1	Investiční rozhodování.....	130
3.4.2	Metody hodnocení investic.....	131
3.4.3	Leasing jako alternativa investování.....	135
3.5	Ukazatele výkonnosti údržby.....	136
3.5.1	Finanční ukazatele hodnocení výkonnosti údržby.....	136
3.5.2	Manažerské ukazatele hodnocení údržby.....	142
3.6	Outsourcing údržby jako alternativní manažerský model.....	143
3.7	Controlling údržby.....	144
3.7.1	Controllingový proces a jeho řízení.....	144
3.7.2	Finanční controlling údržby.....	144
3.8	Hodnotově řízená údržba.....	144

3.8.1	Hodnota v údržbě, její vymezení a měření.....	144
3.8.2	Generátory a inhibitory tvorby hodnoty v údržbářských procesech.....	145
3.8.3	Stanovení hodnoty údržby.....	146
3.9	Moderní trendy v ekonomice údržby.....	147
3.9.1	Digitální nástroje pro sledování a vyhodnocování výkonu údržby	147
3.9.2	Integrace údržby do Asset Managementu a podpora rozhodování.....	149
3.10	Ekonomika zaměřená na zaměstnance (Cibula).....	150
3.10.1	Dlouhodobý investiční produkt (DIP).....	150
3.10.2	Daňové výhody pro zaměstnance.....	150
3.10.3	DIP jako zaměstnanecký benefit.....	151
3.10.4	Strategické přínosy pro podniky.....	151
3.10.5	Financování projektů prostřednictvím partnerství s investory.....	151
3.10.6	Financování projektů v oblasti údržby	152
3.10.7	Rizika a doporučení.....	152
3.11	Shrnutí.....	152
3.12	Literatura.....	153
4.	Kvalita údržby, auditu managementu údržby (Hroch, Antoš)	157
4.1	Definice a pilíře kvality údržby.....	157
4.2	Propojení s Asset Managementem	158
4.3	Role auditů v managementu údržby	159
4.3.1	Otázky auditu údržby	160
4.3.2	Vyhodnocení auditu údržby	161
4.3.3	Závěry z auditu údržby a opatření k zlepšení.....	163
4.3.4	Další varianty auditů v údržbě.....	164
4.3.5	Uplatňování systému managementu kvality v údržbě.....	166
4.3.6	Závěrečné doporučení pro praxi – jak dosáhnout vysoké kvality managementu údržby	168
4.4	Použitá literatura	168
5.	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci v údržbě (Baletka)	169
5.1	BOZP při činnostech údržby – vymezení, principy prevence a legislativní rámec	170
5.1.1	Vymezení činností údržby z pohledu BOZP	170
5.1.2	Typické rizikové situace při údržbě a jejich příčiny.....	170
5.1.3	Prevence jako základ bezpečné údržby	171
5.1.4	Legislativní rámec BOZP při údržbě	172
5.1.5	Shrnutí podkapitoly	175
5.2	Odpovědnost managementu a vedoucích zaměstnanců při údržbě	176
5.2.1	Odpovědnost zaměstnavatele a vrcholového vedení: „nastavení systému“ a řádná péče.....	176
5.2.2	Vedoucí zaměstnanci: odpovědnost v souladu s pravomocí.....	176
5.2.3	Role odborně způsobilé osoby v prevenci rizik (OZO v PR): metodická opora, nikoliv výkonný garant	177

5.2.4 Řízení údržby dodavateli (outsourcing) – odpovědnost nelze „outsourcovat“	177
5.2.5 Předávání pracoviště, povolení k práci a řízení energií: odpovědnost vedoucích rolí v praxi	178
5.2.6 Reporting, vyšetřování událostí a nápravná opatření – odpovědnost „dotáhnout věci do konce“	178
5.2.7 Shrnutí podkapitoly	179
5.3 Analýza a řízení rizik při údržbě, odstávkách a mimořádných pracích	179
5.3.1 Proč je řízení rizik v údržbě klíčové a jaký je právní základ	179
5.3.2 Metody hodnocení rizik, vhodné pro údržbu	180
5.3.3 Plánování a řízení odstávek – riziko roste se složitostí	181
5.3.4 Řízení provozních rizik na pracovištích – typové rizikové práce v údržbě	182
5.3.5 Monitorování a vyhodnocování účinnosti opatření (KPI, inspekce, přijatá opatření)	182
5.3.6 Shrnutí podkapitoly	183
5.4 Vyhrazená technická zařízení (VTZ), strojní zařízení (SZ) a jejich provoz, údržba: právní rámec, revize, způsobilost, evidence	183
5.4.1 Postavení VTZ v řízení bezpečné údržby a vymezení pojmu	183
5.4.2 Druhy VTZ a prováděcí předpisy – co spadá do jakého režimu	183
5.4.3 Odpovědnosti provozovatele VTZ – bezpečný provoz, údržba, revize a dokumentace	184
5.4.4 Specifické situace v praxi údržby VTZ	185
5.4.5 Shrnutí podkapitoly	186
5.5 Provozní a průvodní dokumentace – MPP, MPŘ, MPBP, pasportizace a záznamy	188
5.5.1 Rámec odpovědností a terminologie	188
5.5.2 Povinná dokumentace	188
5.5.3 Doporučená dokumentace („best practice“)	190
5.5.4 Kdo může dokumentaci vytvářet a kdo ji schvaluje	190
5.5.5 Jakou roli hraje dokumentace při pracovních úrazech a nehodách	191
5.5.6 Postup tvorby a aktualizace interní dokumentace	191
5.5.7 Příklady z praxe	192
5.5.8 Praktické doporučení	192
5.5.9 Přehled klíčových právních předpisů a norem (výběr)	193
5.6 Požární ochrana při údržbě a opravách	193
5.6.1 Význam požární ochrany v údržbě a legislativní rámec	193
5.6.2 Organizace prací se zvýšeným nebezpečím vzniku požáru: „svářečí práce“ a dozor nad nimi	194
5.6.3 Zásahy do požárně bezpečnostních zařízení a režim dočasného omezení funkce	195
5.6.4 Dokumentace PO, školení a odborná způsobilost	195
5.6.5 Shrnutí podkapitoly	195
5.7 Závěrečné shrnutí kapitoly	196
5.8 Literatura	196

6. Energetický management v průmyslovém podniku (Háma, Hořava, Kravec, Kraus)	201
6.1 Co je energetický management a proč se týká údržby	201
6.1.1 Proč je manažer a technik údržby klíčovým hráčem	201
6.1.2 Energie jako nákladová položka – co říká faktura	202
6.2 Kde energie uniká – typická struktura spotřeb průmyslového provozu	202
6.2.1 Hlavní skupiny spotřebičů energie	203
6.2.2 Schéma energetických toků – základ pro analýzu	204
6.3 Identifikace a prioritizace úsporných opatření	205
6.3.1 Postup při identifikaci opatření	205
6.3.2 Přehled typických úsporných opatření	206
6.3.3 Stlačený vzduch – největší potenciál i největší ztráty	206
6.3.4 Vzduchotechnika – řízení podle potřeby, ne podle maxima	207
6.3.5 Tepelná izolace – ztráty viditelné termokamerou	208
6.3.6 Chlazení – čistota, odstavení, freecooling	208
6.3.7 Shut-off program – systematické vypínání	209
6.4 Cykly energetického managementu – od nápadu k výsledku	209
6.4.1 Ověření proveditelnosti opatření	210
6.4.2 Jak měřit, zda se skutečně šetří – Monitoring & Targeting	210
6.4.3 Proč meziroční porovnání a specifická spotřeba nestačí	210
6.4.4 Energetický model – základ normalizovaného hodnocení	210
6.4.5 Ukazatel EnPI – energetická výkonnost v jednom čísle	211
6.4.6 Sledování výsledků v čase a detekce poruch	212
6.4.7 Praktický příklad – výsledky jednoho roku M&T	212
6.5 Zapojení lidí – implementace a systematizace	213
6.5.1 Tým, odpovědnosti a běžné překážky	213
6.5.2 Případová studie – Vzduchová liga	214
6.5.3 Systematizace – klíč k trvalým výsledkům	215
6.6 Digitální nástroje pro energetický management	215
6.7 Kde začít – praktický postup pro průmyslový provoz	216
6.7.1 Krok 1 – Identifikace potenciálu	216
6.7.2 Krok 2 – Implementace a měření	216
6.7.3 Krok 3 – Systematizace a trvalé zlepšování	216
6.8 Seznam literatury	217
7. Průmyslová revoluce v údržbě (Čedík)	220
7.1 Od 18. století v Anglii až po globální „pokusy“ o Průmysl 5.0 (Holoubek)	220
7.1.1 První tři průmyslové revoluce a jejich vliv na vývoj údržby	220
7.1.2 Průmysl 4.0 v českém prostředí	223
7.1.3 Kam směřuje Průmysl 5.0?	225
7.2 Umělá inteligence v údržbě (Marek)	226
7.2.1 Úvod AI	226
7.2.2 Umělá inteligence v kontextu vývoje údržby	226
7.2.3 Vazba AI na metodiku TPM	227

7.2.4	Datové a procesní předpoklady	228
7.2.5	Data a diagnostika.....	228
7.2.6	Znalostní základna a role lidí.....	229
7.2.7	Architektura řešení a integrace do podnikových systémů.....	229
7.2.8	Typy AI v údržbě.....	230
7.2.9	Hlavní aplikační oblasti AI v údržbě	231
7.2.10	Typové případové studie praxe údržby	232
7.2.11	Bezpečnost, správa a omezení AI	233
7.2.12	Měření přínosů a ekonomické hodnocení.....	233
7.2.13	Doporučená metodika zavedení AI v podniku.....	234
7.2.14	Souhrn – Využití AI v údržbě	235
7.3	Využití XR technologií v průmyslové údržbě (Paskovský)	235
7.3.1	Úvod – XR technologie.....	235
7.3.2	Vymezení XR technologií.....	236
7.3.3	Oblasti aplikace XR v údržbě	238
7.3.4	Integrace XR s informačními systémy a IIoT	244
7.3.5	Přínosy, omezení a bariéry nasazení.....	245
7.3.6	Průmyslové případové studie.....	246
7.3.7	Doporučení pro implementaci.....	246
7.3.8	Perspektivy a vývojové trendy	247
7.3.9	Souhrn – Využití XR technologií v údržbě.....	247
7.4	3D tisk a 3D skenování v údržbě (Mančal).....	248
7.4.1	Aktuální situace v 3D tisku.....	248
7.4.2	Několik postřehů z oblasti 3D tisku.....	248
7.4.3	Hlavní důvody, proč v údržbě využívat 3D tisk	250
7.4.4	Přehled technologií 3D tisku	250
7.4.5	Využití 3D skenerů v údržbě	256
7.4.6	Rozdělení 3D skenerů.....	257
7.4.7	Několik postřehů z oblasti 3D skenování.....	258
7.5	Drony a robotické systémy v moderní údržbě (Lněnička)	259
7.5.1	Proměna technických inspekcí a údržby.....	259
7.5.2	Drony a robotické systémy jako součást inspekčního systému.....	259
7.5.3	Obrazová data, termografie a prostorové modelování	260
7.5.4	Od 3D modelu k digitálnímu dvojčeti	261
7.5.5	Od dat k rozhodnutí o údržbě	262
7.5.6	Detekce poruch plochých střech	263
7.5.7	Chladicí věže a řízené stárnutí.....	264
7.5.8	Umělá inteligence a automatizované vyhodnocení.....	266
7.5.9	Časové řady, opakovatelnost a datová kontinuita.....	267
7.5.10	Ekonomika, bezpečnost a vhodnost nasazení	267
7.5.11	Praktické zavádění a cesta k autonomní inspekci.....	268
7.5.12	Souhrn – Drony a robotické systémy v moderní údržbě	269
7.6	Robotika a údržba – řízení životního cyklu robotického pracoviště (Chvojková, Novák).....	270

7.6.1	Proč je údržba v robotice samostatné téma.....	271
7.6.2	Životní cyklus robotického pracoviště.....	271
7.6.3	Instalace a uvedení do provozu	272
7.6.4	Školení, kompetence a dokumentace	273
7.6.5	Servisní smlouva a plánování údržby.....	273
7.6.6	Digitální data napříč životním cyklem.....	274
7.6.7	Preventivní kontroly a fyzická inspekce.....	275
7.6.8	Nejčastější závady robotických systémů.....	276
7.6.9	Systematická diagnostika a troubleshooting.....	276
7.6.10	Systematická diagnostika a troubleshooting.....	277
7.6.11	Modernizace, repase a konec životnosti	277
7.6.12	Souhrn – robotika.....	278
7.7	Seznam literatury	278
8.	Počítačová podpora řízení údržby (Jurča, Peterka).....	282
8.1	Systém údržeb a jeho počítačová podpora	284
8.1.1	Volba strategie řízení systému údržby.....	285
8.1.2	Počítačem podporovaný systém údržeb	288
8.1.3	Volba informačního systému údržby.....	291
8.2	Hodnocení a zlepšování systému údržby na základě analýz dat z ISÚ.....	296
8.2.1	Hodnocení efektivity údržby zpracováním dat z ISÚ	299
8.2.2	Provozní hodnocení efektivity údržeb	306
8.2.3	Analýzy poruch v delším časovém horizontu	308
8.2.4	Využití dalších souhrnných ukazatelů pro stanovení účinnosti údržby.....	311
8.2.5	Příklad využití dat o nákladech na údržby konkrétního stroje	315
8.2.6	Využití umělé inteligence pro analýzy dat z údržby.....	317
8.2.7	Základy počítačové podpory obnovy strojů a její využití v údržbě.....	326
8.3	Typy informačních systémů údržby a moderní technologie	332
8.3.1	Klasifikace IS údržby (CMMS vs. EAM)	332
8.3.2	Cloud computing a SaaS v údržbě	333
8.3.3	Architektura a datová základna informačních systémů údržby.....	334
8.3.4	Ukládání a správa dat (SQL, kvalita a struktura dat)	336
8.3.5	Komunikace, integrace a mobilní technologie	337
8.3.6	Bezpečnost a ochrana dat v IS údržby.....	339
8.3.7	Využití pokročilých technologií (AI – úvod, prediktivní přístupy)	341
8.4	Seznam literatury	343
9.	Provozní spolehlivost strojů a zařízení (Pexa).....	347
9.1	Management spolehlivosti ve vztahu k údržbě (Kamenický).....	347
9.1.1	Terminologie spolehlivosti a údržby	347
9.1.2	Zapojení managementu spolehlivosti do integrovaného systému managementu organizace.....	349
9.1.3	Vztah spolehlivosti a údržby.....	352
9.1.4	Nástroje a metody spolehlivosti.....	352

9.1.5	Určení požadavků na spolehlivost.....	353
9.1.6	Dokumentace managementu spolehlivosti.....	355
9.1.7	Ekonomika spolehlivosti.....	355
9.2	Výpočty ukazatelů spolehlivosti (Mrázek).....	356
9.2.1	Základní modely spolehlivosti.....	358
9.2.2	Výpočty ukazatelů bezporuchovosti (životnosti) neopravovaných objektů ...	359
9.2.3	Výpočty ukazatelů bezporuchovosti opravovaných objektů s nulovou dobou do obnovy.....	364
9.2.4	Výpočty ukazatelů bezporuchovosti, udržitelnosti a pohotovosti opravovaných objektů s nenulovou dobou do obnovy.....	366
9.3	Spolehlivost systémů, určování a ověřování spolehlivosti (Vintr).....	370
9.3.1	Sériové a paralelní systémy a zálohování.....	370
9.3.2	Určování a ověřování spolehlivosti systémů.....	376
9.4	Údržba zaměřená na bezporuchovost (Mrázek).....	380
9.4.1	Historie vzniku RCM.....	380
9.4.2	Základní principy a metody RCM.....	380
9.4.3	Analýza poruch funkce, klasifikace následků a volba úkolů RCM.....	383
9.4.4	Praktická realizace.....	386
9.5	Seznam literatury.....	387
10.	Management rizik (Mayer).....	390
10.1	Základy řízení rizik.....	390
10.1.1	Proces řízení rizik – identifikace, analýza, hodnocení, mitigace, monitoring.....	390
10.1.2	Typologie rizik.....	391
10.1.3	Kvalitativní versus kvantitativní metody hodnocení rizik.....	392
10.1.4	Právní a legislativní požadavky.....	392
10.2	Identifikace rizik v údržbě.....	393
10.2.1	Metody identifikace (brainstorming, checklisty, rozhovory).....	393
10.2.2	FMEA (Failure Mode and Effects Analysis).....	393
10.2.3	HAZOP, RCA (Root Cause Analysis), 5 Why.....	394
10.2.4	Typické zdroje rizik v údržbářských procesech.....	395
10.3	Analýza a hodnocení rizik.....	395
10.3.1	Matice rizik (Risk Matrix).....	395
10.3.2	Výpočet RPN (Risk Priority Number).....	396
10.3.3	Kritičnost zařízení (Criticality Analysis).....	396
10.3.4	Monte Carlo, strom poruch (FTA) a další pokročilé metody.....	397
10.3.5	Stanovení priorit řešení.....	397
10.4	Plánování a implementace opatření.....	397
10.4.1	Strategie mitigace rizik.....	398
10.4.2	Vytváření plánu řízení rizik v údržbě.....	398
10.4.3	Integrace opatření do údržbářských procesů.....	399
10.4.4	Role a odpovědnosti v týmu.....	399
10.5	Monitorování a kontrola rizik.....	399

10.5.1	KPI a indikátory rizik	400
10.5.2	Audity a interní kontrola	400
10.5.3	Reporting a komunikace výsledků.....	401
10.5.4	Neustálé zlepšování (PDCA cyklus)	401
10.6	Digitalizace a nové technologie v řízení rizik údržby	402
10.6.1	IoT, senzory a prediktivní analýzy.....	402
10.6.2	AI a strojové učení v údržbě.....	402
10.6.3	CMMS/EAM systémy	403
10.6.4	Digital twin a data-driven rozhodování.....	403
10.7	Lidský faktor a organizační kultura v rámci procesu řízení rizik	404
10.7.1	Kompetence a školení pracovníků	404
10.7.2	Komunikační toky a předávání informací	404
10.7.3	Bezpečnostní kultura a prevence lidských chyb	405
10.7.4	Motivace a odpovědnost pracovníků	405
10.8	Ekonomika rizik v údržbě.....	405
10.8.1	Náklady životního cyklu zařízení (LCC – Life Cycle Costing)	406
10.8.2	Cost-benefit analýza opatření.....	406
10.8.3	Investice do prevence versus náklady poruch	406
10.8.4	Pojištění a smluvní rizika	407
10.9	Případové studie a praktické příklady.....	407
10.9.1	Rizikové scénáře z průmyslu (výroba, energetika, doprava)	407
10.9.2	Analýzy selhání a implementovaná opatření.....	408
10.9.3	Úspěšné strategie řízení rizik v praxi	408
10.9.4	Poučení a doporučení	408
10.10	Shrnutí kapitoly.....	409
10.10.1	Klíčové poznatky.....	409
10.10.2	Budoucnost managementu rizik v údržbě	409
10.10.3	Doporučení pro implementaci v organizacích.....	409
10.11	Seznam literatury.....	410
11.	Technická diagnostika (Novák, Pexa)	413
11.1	Technická diagnostika obecně	414
11.1.1	Definice, cíle a úkoly diagnostiky	414
11.1.2	Historie a vývoj technické diagnostiky	416
11.1.3	Základní pojmy.....	417
11.1.4	Význam technické diagnostiky v životním cyklu zařízení – P-F křivka	418
11.1.5	Diagnostické postupy.....	420
11.1.6	Diagnostické metody.....	422
11.1.7	Ekonomika a přínosy diagnostiky – náklady a úspory, plynoucí z diagnostiky.....	425
11.1.8	Diagnostika jako nástroj pro správné rozhodování.....	427
11.2	Měření provozních parametrů	429
11.2.1	Co lze z provozních parametrů zjistit.....	429
11.2.2	Snímače, sběr a integrace dat	430

11.2.3	Interpretace a vazba na další metody.....	432
11.2.4	Přínosy a omezení	433
11.2.5	Provozní parametry a jejich rozdělení	433
11.2.6	Seznam literatury – provozní parametry.....	435
11.3	Termodiagnostika (Petráň)	436
11.3.1	Infračervená termografie.....	437
11.3.2	Termografický systém.....	441
11.3.3	Bezkontaktní měření teploty pomocí termografické kamery.....	446
11.3.4	Doporučený postup měření	449
11.3.5	Ukázky aplikací.....	451
11.3.6	Souhrn – termodiagnostika.....	455
11.3.7	Seznam literatury – termodiagnostika.....	455
11.4	Vibrodiagnostika (Žárský, Ripel)	456
11.4.1	Teorie vibrace a zpracování dat.....	457
11.4.2	Metodika sběru dat	463
11.4.3	Přístrojová technika.....	465
11.4.4	Detekce poruch a stavu strojů	466
11.4.5	Lokalizace a specifikace poruch a stavu strojů.....	467
11.4.6	Základní typy závad a jejich projevy.....	471
11.4.7	Aplikace v praxi	473
11.4.8	Vibrodiagnostika ve velkém podniku – od pochůzky k autonomní predikci	475
11.4.9	Jak vibrodiagnostiku správně zavést	475
11.4.10	Kdy vibrodiagnostika nefunguje.....	477
11.4.11	Vibrodiagnostika jako pojištění výroby.....	478
11.4.12	Shrnutí pro manažery údržby.....	479
11.4.13	Seznam literatury – vibrodiagnostika	479
11.5	Tribodiagnostika (Novák).....	480
11.5.1	Úvod a základní definice	480
11.5.2	Historie tribodiagnostiky.....	480
11.5.3	Tribologický systém – tření, opotřebení a mazání	480
11.5.4	Maziva	483
11.5.5	Degradační mechanismy maziv	488
11.5.6	Cíle a strategie tribodiagnostiky	490
11.5.7	Postupy tribodiagnostiky	491
11.5.8	Měřené fyzikálně-chemické vlastnosti olejů a jejich interpretace.....	495
11.5.9	Analýzy plastických maziv	525
11.5.10	Analýza elektroizolačních kapalin	527
11.5.11	On-line tribodiagnostika pomocí snímačů	528
11.5.12	Doporučená skladba analýz podle typu strojů	532
11.5.13	Interpretace výsledků, limity a trendy	534
11.5.14	Kritičnost a volba programu.....	534
11.5.15	Normy pro tribodiagnostiku	535
11.5.16	Seznam literatury – Tribodiagnostika.....	536

11.6	Nedestruktivní kontrola zařízení (Petrásek).....	538
11.6.1	Konvenční metody	538
11.6.2	Nové metody NDT	548
11.6.3	Seznam literatury – NDT.....	558
11.7	Monitorování a diagnostiky strojů pomocí analýzy odebíraného elektrického proudu (Beneš)	559
11.7.1	Jak měřit průběh elektrického proudu.....	559
11.7.2	Jak snímat signál z proudového transformátoru.....	560
11.7.3	Jaké informace můžeme měřením proudu získat.....	560
11.7.4	Podrobná analýza průběhu odebíraného proudu	562
11.8	Akustická emise (Halkiewicz)	565
11.8.1	Teoretické základy – proč ultrazvuk?.....	565
11.8.2	Stlačený vzduch v průmyslové výrobě (Rajšner).....	565
11.8.3	Sledování stavu ložisek, optimalizace jejich mazání a diagnostika stavu dalších mechanických zařízení.....	569
11.8.4	Systém autonomního mazání a monitorování stavu ložisek.....	572
11.8.5	Diagnostika elektrických zařízení	572
11.8.6	Diagnostika odváděčů kondenzátu	573
11.8.7	Diagnostika ventilů	573
11.8.8	Seznam literatury – akustická emise	574
11.9	Integrace a kombinace diagnostických metod (Novák).....	574
11.9.1	Multiparametrická diagnostika	574
11.9.2	Výhody kombinace metod	575
11.9.3	Strategie kombinování metod	576
11.9.4	Typické kombinace metod podle poruchového mechanismu.....	577
11.9.5	Případová studie: kombinovaná diagnostika převodovky extrudéru.....	577
11.9.6	Seznam literatury – multiparametrická diagnostika.....	579
11.10	Digitalizace, systémy monitoringu a automatizace diagnostiky (Novák).....	579
11.10.1	Online versus offline diagnostika	579
11.10.2	Automatizovaný sběr dat, cloudové platformy a vzdálený monitoring.....	580
11.10.3	Kybernetická bezpečnost v diagnostice	580
11.10.4	Vizualizace trendů.....	580
11.10.5	Umělá inteligence a strojové učení.....	580
11.10.6	Integrace diagnostiky do systémů řízení údržby (CMMS/EAM)	581
11.10.7	Diagnostika jako součást digitálního dvojčete	581
11.10.8	Seznam literatury – digitalizace a automatizace.....	581
11.11	Trendy a budoucnost technické diagnostiky (Novák).....	582
11.11.1	Seznam literatury – trendy a budoucnost	583
11.12	Shrnutí, doporučená literatura a odkazy na normy (Novák)	583
11.12.1	Shrnutí – technická diagnostika.....	583
11.12.2	Seznam literatury – trendy a budoucnost	583
12.	Technologie udržování a oprav strojů (Peterka, Pošta).....	587
12.1	Poškozování strojních součástí.....	587

12.1.1	Opotřebení.....	587
12.1.2	Koroze kovů	597
12.1.3	Otlačení.....	597
12.1.4	Deformace	598
12.1.5	Trhliny a lomy	598
12.1.6	Ostatní poškození	599
12.2	Technologický postup preventivní údržby strojů.....	599
12.2.1	Vnější kontrola strojů.....	600
12.2.2	Vnější čištění strojů.....	601
12.2.3	Údržba specifických systémů strojů.....	601
12.2.4	Konzervace a dekonzervace strojů.....	602
12.3	Mazání strojů a používaná technika (Novák, Pošta).....	602
12.3.1	Maziva.....	604
12.3.2	Technologie mazání	606
12.3.3	Skladování maziv a manipulace s mazivy	610
12.3.4	Provoz a údržba olejových náplní	613
12.3.5	Shrnutí péče o mazací náplně.....	621
12.4	Utěšňování spojů ve strojnictví	622
12.5	Nepohyblivá spojení přírubového typu	622
12.5.1	Všeobecně k utěšňování přírubových spojení	624
12.5.2	Stanovení potřebné osově síly.....	630
12.5.3	Chování přírubového spoje při provozu zařízení.....	633
12.6	Opravy strojních součástí.....	641
12.6.1	Renovace opotřebených součástí opracováním na opravné rozměry.....	642
12.6.2	Renovace opotřebených součástí na původní rozměr.....	642
12.6.3	Renovace navařováním.....	642
12.6.4	Renovace termickým žárovým nástřikem	645
12.6.5	Renovace opotřebených součástí jejich tvářením	646
12.6.6	Renovace opotřebených součástí galvanizací.....	647
12.6.7	Renovace opotřebených součástí nanášením plastů	648
12.6.8	Renovace deformovaných součástí.....	648
12.6.9	Renovace součástí s trhlinami a lomy	649
12.6.10	Renovace opotřebených součástí galvanizací.....	653
12.6.11	Speciální technologie v renovaci	658
12.6.12	Technologické trendy v renovaci.....	662
12.7	Seznam literatury	663
	Závěr	664