

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: P2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301V007 Průmyslové inženýrství a management

DISERTAČNÍ PRÁCE

Řízení údržby s ohledem na hospodárnost

Autor: **Ing. Tomáš Kamaryt**
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jana Kleinová, CSc.**

Akademický rok 2016/2017

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě disertační práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto disertační práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této disertační práce.

V Plzni dne:

.....

Ing. Tomáš Kamaryt

Upozornění

Podle Zákona o právu autorském, č. 35/1965 Sb. (175/1996 Sb. ČR) § 17 a Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. je využití a společenské uplatnění výsledků disertační práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků nebo jakékoliv nakládání s nimi možné pouze na základě autorské smlouvy za souhlasu autora a Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Poděkování

Rád bych poděkoval všem členům Katedry průmyslového inženýrství a managementu Západočeské univerzity v Plzni za poskytnutí odborné pomoci při vypracování disertační práce. Zejména jsem vděčný své školitelce doc. Ing. Janě Kleinové, CSc., za cenné podněty, odborné vedení, vynaložený čas a v neposlední řadě za trpělivost, která byla často podmiňující pro vznik této práce.

Dále můj vděk patří rodině, přítelkyni a kamarádům, kteří to se mnou při psaní této práce vydrželi. Nebylo vždy úplně lehké sedět u monitoru, hledět z okna na modrou oblohu a myslet ať už na krušnohorské singletraily, alpské vrcholky nebo těch -5°C s křupajícím prašánkem pod skluznicí!

Díky!!

ANOTAČNÍ LIST DISERTAČNÍ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Ing. Kamaryt	Jméno Tomáš
STUDIJNÍ OBOR	2301V007 „Průmyslové inženýrství a management“	
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Kleinová, CSc.	Jméno Jana
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST – KPV	
DRUH PRÁCE	DISERTAČNÍ	
NÁZEV PRÁCE	Řízení údržby s ohledem na hospodárnost	

FAKULTA	Strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2017
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN

CELKEM	163	TEXTOVÁ ČÁST	131	GRAFICKÁ ČÁST	32
---------------	-----	---------------------	-----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS	<p>Disertační práce se zabývá hodnocením systému řízení údržby a způsobům jak jej zlepšit. V práci je podrobně rozebrána problematika řízení údržby, která je začleněna v rámci product life cycle managementu. Přehled současného stavu problematiky dále obsahuje teoretická východiska v oblastech řízení nákladů, logistiky, metod štihlé výroby a průmyslového inženýrství, potřebných pro splnění hlavního cíle práce – návrhu metodiky hodnocení systému řízení údržby. Metodika je stavěna na principech Kaizenu, obsahuje dvě hlavní části (analytickou a prováděcí), které lze periodicky provádět pro docílení optimálního stavu dílčích oblastí řízení údržby. Práce končí ověřením navrženého způsobu hodnocení a přínosy, které práce poskytuje jak v teoretické rovině, tak v oblasti praktického využití metodiky v průmyslových podnicích.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA	<p>Údržba, průmyslové inženýrství, životní cyklus produktu, standard, total Productive maintenance, metodika, multikriteriální hodnocení, analýza ABCXYZ, just in time</p>

SUMMARY OF DISSERTATION SHEET

AUTHOR	Surname Ing. Kamaryt	Name Tomas
FIELD OF STUDY	2301V007 - "Industrial Engineering and Management"	
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Kleinová, CSc.	Name Jana
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV	
TYPE OF WORK	DISSERTATION	
TITLE OF THE WORK	Economical maintenance management	

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2017
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES

TOTALLY	163	TEXT PART	131	GRAPHICAL PART	32
----------------	-----	------------------	-----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION	<p>Dissertation deals with evaluation of maintenance management system and ways how to improve it in key areas. There is clearly explained the issue of maintenance management in the dissertation. The maintenance is integrated within the product life cycle management in the thesis. The thesis also includes the theoretical background in the areas of cost management, logistics, lean management and industrial engineering, needed to meet the main goal of the work – The design of the maintenance management methodology with regards to the thriftiness. The methodology is built on the principles of Kaizen and contains two main parts (analytical and implementing). Both parts can be periodically performed and improved to achieve the optimal state of partial areas of maintenance management. The work ends verifying the proposed methodic of evaluating the state of the business and the benefits that thesis provides in the theory and in practical use of the methodology in industrial enterprises as well.</p>
KEY WORDS	<p>Maintenance, industrial engineering, product life cycle management, standards, total Productive maintenance, methodics, multi criteria analysis, analysis ABCXYZ, Just in time</p>

KURZFASSUNG

AUTHOR	Fammielname Ing. Kamaryt	Name Tomas
STUDIENGEBIET	2301V007 - "Industrial Engineering and Management"	
BETREUER	Fammielname Doc. Ing. Kleinová, CSc.	Name Jana
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV	
ARBEITSTYPE	DISSERTATION	
TITEL	Wirtschaftliches Instandhaltungsmanagement	

FACULTÄT	Mechanical Engineering	STUDEIN-GANG	KPV	ABGEGEBEN	2017
-----------------	------------------------	---------------------	-----	------------------	------

SEITENZAHL

TOTAL	163	TEXTTEILE	131	GRAPHIKEN	32
--------------	-----	------------------	-----	------------------	----

ZUSAMMENFASSUNG	<p>Die Dissertation befasst sich mit der Wertung des Instandhaltungsmanagementsystems und deren Verbesserung in Schlüsselbereichen. In der Dissertation wird das Thema Instandhaltungsmanagement klar erläutert. Die Instandhaltung ist in das Produktlebenszyklusmanagement in der Arbeit integriert. Die Arbeit schließt auch den theoretischen Hintergrund in den Bereichen Kostenmanagement, Logistik, Lean Management und Industrial Engineering ein, um das Hauptziel der Arbeit zu bewältigen - Die Gestaltung der Instandhaltungsmanagement-Methodik in Bezug auf die Sparsamkeit. Die Methodik basiert auf den Prinzipien von Kaizen und enthält zwei Hauptkomponenten (analytisch und implementierend). Beide Teile können periodisch durchgeführt und verbessert werden, um den optimalen Zustand der Teilbereiche des Wartungsmanagements zu erreichen. Die Arbeit beendet die Verifizierung der vorgeschlagenen Methodik der Bewertung der Zustand des Unternehmens und die Vorteile, die These in der Theorie und in der praktischen Anwendung der Methodik in der Industrie als auch bietet.</p>
KEY WÖRTER	Instandhaltung, Industrial Engineering, Produkt lebenszyklus, Normen, TPM, Methodiken, multi-Kriterien analyse, Analyse ABCXYZ, Just in time

OBSAH

OBSAH	7
SEZNAM OBRÁZKŮ	10
SEZNAM TABULEK.....	13
SEZNAM ZKRATEK.....	14
ÚVOD	17
1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU PROBLEMATIKY	18
1.1 Produkt a jeho životní cyklus	18
1.1.1 Produkt	18
1.1.2 Product Life Cycle Management.....	20
1.1.3 Pohled z hlediska životnosti produktu	21
1.1.4 Povýrobní fáze životního cyklu produktu a servisní logistika	22
1.1.5 Digitalizace životního cyklu produktu	23
1.1.6 Trendy vývoje řízení životního cyklu produktu v Evropě	24
1.2 Systémy řízení nákladů produktu	27
1.2.1 Charakteristika systémů řízení nákladů produktu	28
1.2.2 Metody tradičního účetnictví	29
1.2.3 Metody procesního účetnictví	29
1.2.4 Metody na bázi cílových nákladů.....	30
1.2.5 Metody pro řízení nákladů dle Life cycle costing.....	31
1.3 Údržba strojů a zařízení.....	32
1.3.1 Údržba dle ČSN EN 13306	33
1.3.2 Údržba a Facility Management	33
1.3.3 Total Productive Maintenance	34
1.4 Metody řízení servisní logistiky	36
1.4.1 Řízení zásob náhradních dílů	37
1.4.2 Teorie zásob	37
1.4.3 Analýza ABC	40
1.4.4 Analýza XYZ	41

1.4.5	Analýza ABCXYZ	42
1.5	Matematické metody zabývající se údržbou	43
1.5.1	Teorie obnovy	43
1.5.2	Teorie spolehlivosti	46
1.6	Shrnutí poznatků a teoretických východisek práce	48
2	CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE	51
3	POUŽITÉ VĚDECKÉ METODY	53
3.1	Obecné vědecké metody	53
3.2	Specifické vědecké metody	54
3.2.1	Obecné metody měření postojů	54
3.2.2	Metody párového srovnávání	55
3.2.3	Multi Criteria Analysis	56
3.2.4	Metody generování náhodných čísel	57
4	METODIKA HODNOCENÍ ÚROVNĚ SYSTÉMU ŘÍZENÍ ÚDRŽBY	59
4.1	Vymezení a struktura navrhované metodiky	59
4.1.1	Požadavky integrovaného systému řízení údržby	59
4.1.2	Vymezení navrhovaného integrovaného systému řízení údržby	61
4.2	Analytická část	65
4.2.1	Průběh analytické části	65
4.2.2	Analytická část – fáze 1	67
4.2.3	Analytická část – fáze 2	74
4.2.4	Analytická část – fáze 3	75
4.3	Prováděcí část	79
4.3.1	Průběh prováděcí části	80
4.3.2	Prováděcí část – fáze 1	81
4.3.3	Prováděcí část - fáze 2	116
4.3.4	Prováděcí část – fáze 3	128
5	OVĚŘENÍ NAVRŽENÉ METODIKY	131
5.1	Ověření funkčnosti a chování kritériální funkce	132
5.2	Ověření analytické části a stanovených hypotéz	135

5.2.1	Souhrnné výsledky v závislosti na velikosti podniku	138
5.2.2	Souhrnné výsledky v závislosti na oboru podnikání	141
5.2.3	Závislost používání metod průmyslového inženýrství	143
5.2.4	Závislost využívání metrik	146
5.3	Ověření prováděcí části	149
5.3.1	Výsledky analýzy podniku E	150
5.3.2	Návrh opatření pro podnik E	153
5.4	Zhodnocení ověření navržené metodiky	155
6	PŘÍNOSY DISERTAČNÍ PRÁCE	158
6.1	Přínosy pro teorii	158
6.2	Přínosy pro podnikovou praxi	159
7	DOPORUČENÍ PRO DALŠÍ VÝZKUM V DANÉ PROBLEMATICE	161
	ZÁVĚR	163
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	164
	SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA	171
	SEZNAM PŘÍLOH	175

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1-1:	Rozdělení produktu, upraveno dle [1]	18
Obrázek 1-2:	Aspekty udržitelného produktu [2].....	19
Obrázek 1-3:	PLM dle ČSN 60300, upraveno dle [7]	22
Obrázek 1-4:	Přístup k řešení problematiky [zdroj autor]	23
Obrázek 1-5:	Odpovědnost výrobce, [zdroj autor].....	26
Obrázek 1-6:	Pohled výrobce a zákazníka na fáze PLC, upraveno dle [15]	27
Obrázek 1-7:	Deterministický modely řízení zásob upraveno dle [60].....	38
Obrázek 1-8:	Stochastický model řízení zásob, upraveno dle [60]	39
Obrázek 1-9:	ABCXYZ metody řízení hladiny zásob, upraveno dle [61], [62], [64].....	43
Obrázek 1-10:	Všeobecný průběh intenzity poruch [42]	47
Obrázek 4-1:	Metodika hodnocení SŘÚ - struktura, [zdroj autor].....	64
Obrázek 4-2:	Analytická část, [zdroj autor]	66
Obrázek 4-3:	Oblasti systému řízení údržby, [zdroj autor]	67
Obrázek 4-4:	Klíčové oblasti řízení údržby, [zdroj autor].....	70
Obrázek 4-5:	Podklad pro strukturovaný rozhovor – U1, [zdroj autor]	74
Obrázek 4-6:	Podklad pro strukturovaný rozhovor – U6, [zdroj autor]	75
Obrázek 4-7:	Hodnocení strukturovaného rozhovoru – U1, [zdroj autor]	76
Obrázek 4-8:	Hodnocení strukturovaného rozhovoru – U6, [zdroj autor]	77
Obrázek 4-9:	Kriteriální funkce, [zdroj autor].....	79
Obrázek 4-10:	Zpracování hodnotících ukazatelů v aplikaci MS Excel, [zdroj autor]	79
Obrázek 4-11:	Prováděcí část, [zdroj autor]	81
Obrázek 4-12:	Principy potřebných opatření vzhledem k Fkrit, [zdroj autor]	82
Obrázek 4-13:	Příklad celkového hodnocení stavu údržby v MS Excel, [zdroj autor]	83
Obrázek 4-14:	Příklad vyhodnocení oblastí, [zdroj autor].....	84
Obrázek 4-15:	Příklad vyhodnocení ukazatelů, [zdroj autor].....	85
Obrázek 4-16:	Zastupitelnost a univerzálnost stroje, [zdroj autor].....	87
Obrázek 4-17:	Klasifikace strojů, [zdroj autor]	87
Obrázek 4-18:	Hierarchické členění strojů a zařízení, [zdroj autor].....	88
Obrázek 4-19:	Značení strojů a zařízení, [zdroj autor]	88

Obrázek 4-20:	Postup revize v oblasti 1, [zdroj autor]	89
Obrázek 4-21:	Volba přístupu k řízení údržby, [zdroj autor]	92
Obrázek 4-22:	Využití zařízení a priorit plánu, [zdroj autor]	94
Obrázek 4-23:	Počet činností autonomní údržby, [zdroj autor].....	95
Obrázek 4-24:	Kategorizace činností, [zdroj autor].....	96
Obrázek 4-25:	Soulad plánů výroby s plány údržby, [zdroj autor].....	97
Obrázek 4-26:	Datová struktura tvorby plánu, [zdroj autor]	98
Obrázek 4-27:	Plán údržby, [zdroj autor]	98
Obrázek 4-28:	Priorita provedení údržbářského zákroku, [zdroj autor]	99
Obrázek 4-29:	Postup analýzy ABCXYZ, [zdroj autor].....	102
Obrázek 4-30:	ABCXYZ analýza, [zdroj autor].....	102
Obrázek 4-31:	Princip OEE, upraveno dle [72].....	105
Obrázek 4-32:	Četnost poruch na výrobní lince, [zdroj autor]	106
Obrázek 4-33:	Pareto poruch a Lorentzova křivka, [zdroj autor].....	107
Obrázek 4-34	Časová řada OHEE, [zdroj autor].....	109
Obrázek 4-35:	Kvalifikace pracovníka, [zdroj autor]	109
Obrázek 4-36:	Potřebná kvalifikace údržbáře, [zdroj autor]	110
Obrázek 4-37:	Kvalifikační matice pracovníka, [zdroj autor].....	112
Obrázek 4-38:	Pyramida integrace, [zdroj autor]	115
Obrázek 4-39:	Zisk, [zdroj autor]	117
Obrázek 4-40:	SMED princip metody [82]	126
Obrázek 4-41:	Vztah TPM a navrhované metodiky, [zdroj autor]	129
Obrázek 4-42:	Srovnání oblastí obou metodik, [zdroj autor]	130
Obrázek 5-1:	Normální rozdělení, [zdroj autor].....	132
Obrázek 5-2:	Vyhodnocení četností F_{krit} simulačního modelu, [zdroj autor].....	133
Obrázek 5-3:	Vyhodnocení četností F_{krit} reálných dat, [zdroj autor].....	134
Obrázek 5-4:	Srovnání četností F_{krit} modelu a reálných dat, [zdroj autor].....	134
Obrázek 5-5:	Celkové průměrné skóre, [zdroj autor].....	135
Obrázek 5-6:	Průměrné skóre oblastí systému řízení údržby, [zdroj autor].....	136
Obrázek 5-7:	Průměrné skóre ukazatelů, [zdroj autor].....	137

Obrázek 5-8:	Průměrné skóre oblastí u podniků do 200 zaměstnanců, [zdroj autor]	138
Obrázek 5-9:	Průměrné skóre oblastí u středních podniků, [zdroj autor]	139
Obrázek 5-10:	Průměrné skóre oblastí u velkých podniků, [zdroj autor]	140
Obrázek 5-11:	Závislost velikosti podniku a celkové úrovně SŘÚ, [zdroj autor]	140
Obrázek 5-12:	Průměrné skóre oblastí v podnicích automotive, [zdroj autor]	141
Obrázek 5-13:	Průměrné skóre oblastí ve strojírenských podnicích, [zdroj autor]	142
Obrázek 5-14:	Závislost typu podniku na celkové úrovni SŘÚ, [zdroj autor]	143
Obrázek 5-15:	Závislost používání metod PI a celkové úrovně SŘÚ, [zdroj autor]	144
Obrázek 5-16:	Závislost velikosti podniku na používání metod, [zdroj autor]	145
Obrázek 5-17:	Závislost typu podniku a používání metod ŘÚ a PI, [zdroj autor]	145
Obrázek 5-18:	Závislost vyhodnocování evidence dat a úrovni SŘÚ, [zdroj autor]	147
Obrázek 5-19:	Závislost velikosti podniku na hodnocení produktivity, [zdroj autor]	148
Obrázek 5-20:	Závislost typu podniku na vyhodnocování produktivity, [zdroj autor] ...	148
Obrázek 5-21:	Skóre oblastí systému řízení údržby podniku E, [zdroj autor]	151
Obrázek 5-22:	Ukazatele systému řízení údržby podniku E, [zdroj autor]	152

SEZNAM TABULEK

Tabulka 4-1:	Souhrn požadavků a omezení metodiky, [zdroj autor].....	64
Tabulka 4-2:	Saatyho porovnání klíčových oblastí, [zdroj autor].....	69
Tabulka 4-3:	Ukazatele oblastí, [zdroj autor]	73
Tabulka 4-4:	Odlišnosti výrob s nízkou a vysokou opakovatelností, upraveno dle [83].....	86
Tabulka 4-5:	Volba přístupu k řízení údržby, [zdroj autor]	93
Tabulka 4-6:	Skladování náhradních dílů, [zdroj autor]	101
Tabulka 4-7:	Metriky pro vyhodnocování stavu údržby, [zdroj autor].....	104
Tabulka 4-8:	Způsob školení pracovníků, [zdroj autor].....	112
Tabulka 5-1:	Porovnání simulačního modelu a výsledků analýzy, [zdroj autor]	135
Tabulka 5-2:	Charakteristiky podniku E, [zdroj autor]	150

SEZNAM ZKRATEK

ABC	Activity Based Costing
AC	Allowable Cost
AMC	Annual Maintenance Contract
AÚ	Autonomní Údržba
B2C	Business to Customer
BM	Brakedown Maintenance
CAE	Computer Aided Engineering
CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing
CAQ	Computer Aided Quality
CAPP	Computer Aided Process Planning
CEZ	Celková Efektivnost Zařízení
CMMS	Computerized Maintenance Management System
CPI	Continual Process Improvement
CRM	Customer Relationship Management
CLM	Council of logistics Management
DC	Drifting Cost
DFMA	Design for Manufacturing and Assembly
DMAIC	Define Measure Analyze Improve Control
DtC	Design to Cost
DfX	Design for X
EDI	Electronic Data Interchange
EFFRA	European Factories of the Future Research
ERP	Enterprise Resource Planning
FIFO	First In First Out
FM	Facility Management
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
FMECA	Failure Mode and Effects Computerized Analysis
FTA	Failure Tree Analysis

IEC	International Electro-technical Commission
IFMA	International Facility Management Assotiation
IS	Informační Systém
JIT	Just In Time
KPV	Konstrukční Příprava Výroby
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
LC	Life Cycle
LCA	Life Cycle Analysis
LCC	Life Cycle Costing
LIFO	Last In First Out
LRU	Line Replaceable Unit
LSA	Logistic Support Analysis
MCA	Multi Criteria Analysis
MgS	Manažerský Systém
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
MSP	Malá a Střední Podniky
MTG	Marketing
MTM	Methods Time Measurement
ND	Náhradní díl
NOK	Not OK (part)
N-VA	Non Value Added Activity
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OPF	One Piece Flow
PDCA	Plan Do Check Act
PERT	Program Evaluation and Review Technique
PI	Průmyslové Inženýrství
PLC	Product Life Cycle
PLCC	Product Life Cycle Costing
PLM	Product Life Cycle Management
PKR	ProzessKostenRechnung

PRIO	Priority selection
QR	Quick Response
RCM	Reliability Centered Maintenance
RFID	Radio Frequency Identification
REFA	Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung
RL	Reverse Logistics
ŘÚ	Řízení Údržby
SIRO	Select In Random Order
SME	Small and Middle Enterprises
SMED	Single Minute Exchange of Die
SPC	Statistical Process Control
SŘÚ	Systém Řízení Údržby
SWOT	Strengths Weaknesses Opportunities Threats (Analysis)
TgPV	Technologická Příprava Výroby
TOC	Theory of Constraints
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
TPV	Technická Příprava Výroby
TQM	Total Quality Management
TS	Technický Systém
VA	Value Added
VaVaI	Výzkum a Vývoj a Inovace
VSM	Value Stream Mapping
WMS	Warehouse Management System

ÚVOD

Někteří výrobci výrobních zařízení si již uvědomují fakt, že vyrábět produkty, které vydrží po celý předem definovaný životní cyklus, neznamená pouze větší investice do technického rozvoje, ale i konkurenční výhodu při prodeji svých produktů. Jinými slovy o tom, že potenciální zákazník si nakonec produkt koupí rozhodují nejen technické parametry produktu a pořizovací náklady, ale i servisovatelnost, dostupnost náhradních dílů, spotřebu provozních kapalin, servisní pohotovost výrobce, apod., tedy povýrobní fáze životního cyklu tohoto produktu. Důležitost povýrobních fází umocňuje i fakt, že návrh produktu trvá řádově od měsíců po roky, výroba součástí a komponent trvá sekundy až minuty. Na druhé straně užívání produktu roky až desítky let. Činnosti povýrobních fází tvoří náklady (provozní náklady), které často převyšují počáteční investici. Do provozních nákladů spadají náklady na instalaci, energie a pomocný materiál, údržbu, recyklaci, celé logistické zajištění, apod.

Bylo dokázáno, že údržba zařízení je kritická pro mnoho výrobních operací a to nejenom z hlediska vyráběné kvality, ale i provozních nákladů. Efektivní údržba prodlouží životnost zařízení, zvýší jeho dostupnost a v neposlední řadě jej udržuje v dobrém stavu. Naopak špatně udržované zařízení vest ke stále častějším chybám ve výrobě, vedoucím ke vzniku zmetků nebo výroby nízké kvality a zkracuje životnost zařízení, což v důsledku znamená častější výměny strojních částí i celých zařízení. Všechny tyto nežádoucí dopady špatné údržby se pak odráží ve zpoždění výrobních plánů a ve všech případech v nárůstu nákladů.

Ačkoli výhody dobře udržovaného a následky špatně udržovaného zařízení jsou evidentní, průzkumy bylo dokázáno, že průmyslové podniky se nevěnují údržbě dostatečně a přes nežádoucí efekty vznikající ze špatně udržovaného zařízení, přicházejí o nezanedbatelnou část svého zisku. Ačkoli v posledních letech si podniky světové úrovně začínají uvědomovat nutnost údržby a začínají měnit své reaktivní systémy řízení údržby za proaktivní strategie, které se zaměřují na prevenci, predikci nebo eliminaci možnosti vzniku chyby. V běžné průmyslové praxi je údržba chápána pouze jako hmatatelná realizace údržbářské činnosti.

Metodika byla mj. vytvořena na základě existence dvou extrémních situací. Na jedné straně existují průmyslové podniky, které často vynakládají vysoké náklady na řízení údržby a přitom nedosahují chtěných výsledků (tj. efektivní údržby). Na druhé straně jsou podniky, které nevykládají na preventivní údržbu téměř nic, ale o to mají vyšší více náklady vznikající kvůli výrobě nekvality nebo výpadkům zařízení. Oba případy jsou z ekonomického hlediska nehospodárné. Metodika má za cíl vytvořit hospodárný systém řízení údržby, který vyvolá takové náklady, které jsou úměrné vynaloženému úsilí a úsporám při používání systému řízení údržby (tj. hospodárnosti)

1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU PROBLEMATIKY

Kapitola přehled současného stavu problematiky sumarizuje poznatky o řízení údržby a souvisejících oblastí. Začleňuje údržbu do životního cyklu produktu, respektive do jeho povýrobních etap.

V kapitole je údržba definována z hlediska základních pojmů, které se v údržbě používají. Je zde vydefinováno, k čemu vede nedostatečná údržba strojního zařízení. V závěru jsou uvedeny metody a nástroje, které mají za cíl zlepšení stavu údržby podniku a souvisejících oblastí

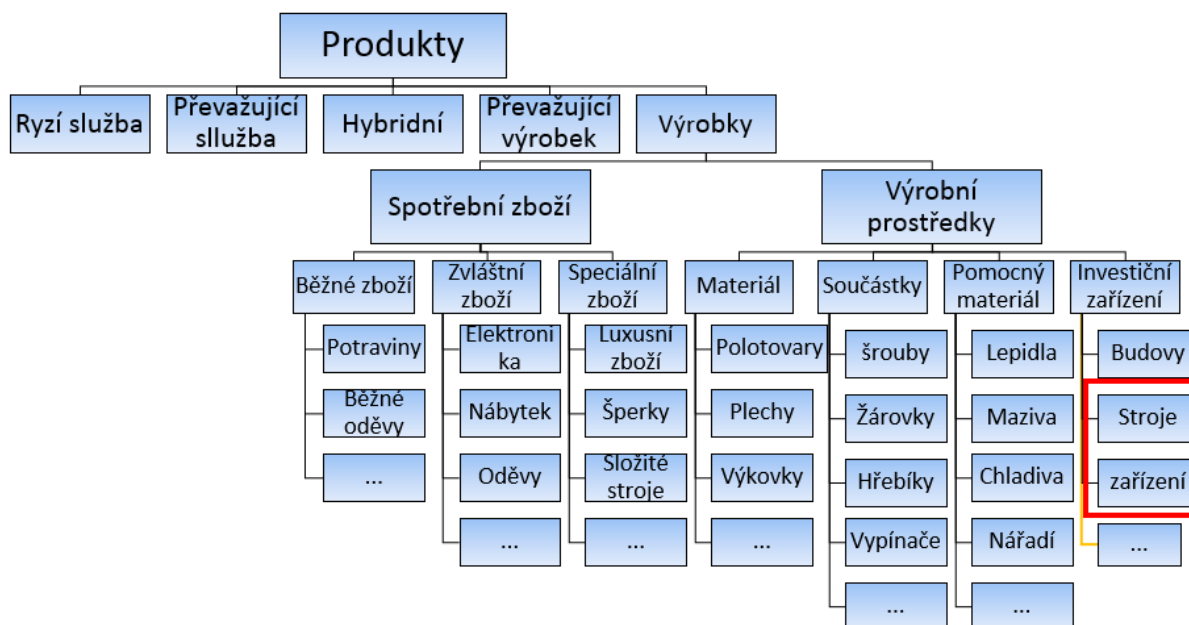
1.1 Produkt a jeho životní cyklus

Návrh metodiky se týká pouze skupiny produktů – investičního zařízení. Proto je nutné si začlenit tyto produkty a určit jejich životní cykly. O problematice životních cyklů produktu a trendů jejich vývoje pojednává tato podkapitola.

1.1.1 Produkt

Pod pojmem produkt rozumíme vše, co tvoří nabídku na trhu. Jedná se o veškeré hmotné i nehmotné statky, které mohou být nakupovány, používány a potřebovávány a které mohou uspokojovat potřeby a přání.

Pro potřeby této práce se přidržíme definice Petera Kotlera [1], který definuje produkt, jako jakýkoli hmotný statek, službu, nebo myšlenku, který se stává předmětem směny na trhu a je určena k uspokojení lidské potřeby a přání. Kotlerova definice zahrnuje všechny druhy produktu, které se dále dělí do skupin uvedených v Obrázek 1-1.

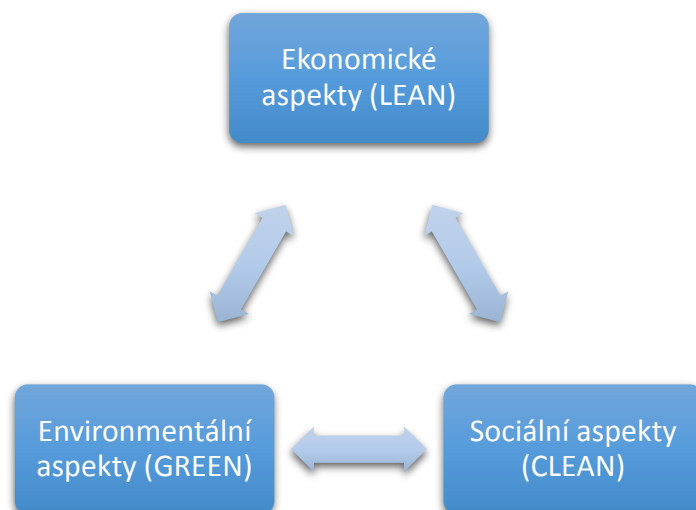


Obrázek 1-1: Rozdělení produktu, upraveno dle [1]

Rozdělení zohledňuje produkt z hlediska jeho materiální podstaty (zda se jedná o službu nebo materiální produkt). Produkty lze rozdělit do dvou hlavních kategorií, které můžeme vidět na Obrázek 1-1 v závislosti na tom, zda si zákazník produkt kupuje pro vlastní spotřebu nebo ne. Pokud si zákazník produkt kupuje pro vlastní užívání, mluvíme o spotřebním zboží. Pokud si zákazník produktu kupuje pro účely dalšího zpracování, mluvíme o výrobních prostředcích (kapitálové statky). Pro potřeby práce se omezíme na produkt jako hmotné zboží – výrobek – výrobní prostředky – investiční zařízení – stroje a zařízení.

Udržitelnost produktu

Pokud mluvíme o udržitelnosti produktu nebo procesu vždy musíme uvažovat tyto tři aspekty udržitelnosti. Teprve po naplnění všech tří aspektů (ekonomických, environmentálních, sociálních), lze hovořit o udržitelném produktu.



Obrázek 1-2: Aspekty udržitelného produktu [2]

Ekonomicke aspekty

Generování zisku je hlavním účelem podnikání, výroby produktu, i tvorby jiné přidané hodnoty. Ekonomická udržitelnost produktu se opírá o tyto aspekty:

- aspekty přidávající hodnotu zákazníkovi, tj. povýrobní servis, znovu použití, recyklování,
- časové a nákladové aspekty, tj. využití, výkon produktu, efektivita / produktivita.
- flexibilitu, tj. přizpůsobení požadavkům zákazníka, volnost změny,
- kvalitu.

Sociální aspekty

Klíčem k ekonomické úspěšnosti i kvalitě produktu jsou lidé. Člověk je největším zdrojem chyb v procesu. Tvorbou dobrých pracovních podmínek a motivací pracovníka lze zvýšit

jak kvalitu, tak efektivitu. Práce s lidskými zdroji je definována v normě ISO 26000:2010 Guidance on social responsibility.

Environmentální aspekty

Green pohled na výrobu se stává v Evropských podmínkách nutností. Tento fakt dokazují komise a výbory EU v této oblasti např. Evropské komise pro životní prostředí (ŽP), změnu klimatu, výbor pro ŽP v evropském parlamentu, rada EU pro ŽP. Společnosti zavedením systému řízení v souladu s normou ISO 14001 : 2008 získávají i konkurenční výhodu na trhu. Do oblasti environmentální udržitelnosti spadá dle [2]:

- recyklovatelnost produktu / materiálu,
- redukce odpadů, možnost přepracování,
- použití výrobních technologií na bázi vzduchu, vody, chemikálie, biologické látky,
- energetické hledisko, tj. redukce spotřeby energie.

Pro potřeby další práce se zaměříme na část investičního zařízení, přesněji na výrobní stroje a zařízení. Důvodem pro toto zaměření je zejména délka jejich životního cyklu a náklady spojené se servisem.

1.1.2 Product Life Cycle Management

Pojem Product Life Cycle Management (PLM) je relativně mladý poprvé byl použit v roce 1985 ve společnosti AMC (American Motors Corporation) s cílem urychlení vývojových fází produktu. [3] PLM neboli řízení životního cyklu produktu neexistuje žádná ustálená definice. PLM lze chápat mnoha způsoby, jako [4]:

- Filosofii řízení produktu.
- Filosofii nebo strategii společnosti, jak řídit život produktu od návrhu přes výrobu až po jeho likvidaci či recyklaci.
- Jeden z pohledů na životní cyklus produktu.
- Soubor softwarových aplikací pro řízení PLC.
- Souhrnný název pro celou síť digitálních metod integrující prvky výrobního systému (pracovníky, data, informace, systém řízení, technologie, postupy, metody i nástroje průmyslového podniku apod.).
- Integrující prvek zdrojů podniku.

Všechny pohledy a definice mají společné tyto atributy: zahrnují integraci prvků v logicky spojené moduly např. pomocí digitálního síťování. Pro potřeby práce se přidržíme obecné definice, kde PLM je proces řízení celého životního cyklu produktu od jeho návrhu po servis a likvidaci. Stávající pohled na PLM dělí fáze PLC na:

- předvýrobní fáze (návrh, technickou přípravu výroby (TPV)),
- výrobní fázi (výrobu, sestavení produktu),
- povýrobní fáze (užívání, servis, demontáž, likvidace).

Těžištěm klasického pohledu na PLM jsou předvýrobní a výrobní etapy a snaha o jejich zkrácení. Nové trendy nabízejí rozšíření a zdůraznění povýrobních fází PLM, tj. fáze užívání, údržby, servisu, znovu použití, rekonfigurace, recyklace produktu. Proto je důležité stanovit vždy takový model, který zohlední náklady spojené s:

- předvýrobní fázi (náklady na výzkum a vývoj, konstrukční a technologická přípravu výroby, apod.).
- výrobní fázi (výrobu a sestavení produktu, zlepšování procesu výroby, apod.).
- povýrobní fázi (náklady na servis a údržbu produktu a náklady spojené s likvidací jak výroby, tak produktu, apod.).

Rozdělení na tyto tři fáze je velmi hrubé, pro potřeby praxe naprosto nedostačující. Proto byla definována podrobnější rozdělení. Mezi základní pohledy na životní cyklus definované v prostudované literatuře patří:

- marketingový pohled, definovaný v literatuře [5], [6],
- pohled z hlediska životnosti produktu [7], [8],
- životní cyklus z hlediska vyhodnocování dopadů na životní prostředí (LCA), [9], [10],
- pohled z hlediska transformačních procesů [11],
- ekonomický pohled [12].

Každý z těchto pohledů představuje je specifický náhled na produkt a jeho životní cyklus. Proto je nutné všechny tyto pohledy analyzovat a posoudit z hlediska vhodnosti pro stanovování nákladů povýrobním etapám. Práce je zaměřena na pouze konkrétní část životního cyklu produktu (investičního zařízení) a to na povýrobní etapy, konkrétně na údržbu.

Z důvodu zaměření práce na údržbu, se budeme dále podrobněji zabývat životním cyklem z hlediska životnosti produktu.

1.1.3 Pohled z hlediska životnosti produktu

Životnostní pohled je definován normou IEC 60300-3-3 Management spolehlivosti - Část 3.3: Pokyn k použití – Analýza nákladů životního cyklu z roku 2005. (Dependability management – part 3.3: Application guide – Life Cycle costing). Tato norma nahlíží na životní cyklus produktu z pohledu životnosti produktu. Předpokládá tak, že v současné době nerozhodují o koupi pouze pořizovací charakteristiky (cena, nabízené funkce apod.), ale je nutné, aby produkty byly bezporuchové, plnily svou funkci s ohledem na životní prostředí a byly snadno udržovatelné. Norma tím zohledňuje celý životní cyklus produktu, který člení na tyto fáze, viz Obrázek 1-3, [7]:

- koncepce a stanovení požadavků,
- návrh a vývoj,
- výroba,
- instalace,
- provoz a údržba,
- vypořádání.

Norma definuje životní cyklus jako časový interval od stanovení koncepce produktu do jeho vypořádání (likvidaci). Optimálně tedy proces řízení nákladů produktu začíná v samotném vzniku produktu a rozvíjet se po celou dobu života produktu. Norma též navrhuje rámcové skupiny nákladů, které je vhodné uvažovat při návrhu i v ostatních fázích životního cyklu jakéhokoli produktu [7]



Obrázek 1-3: PLM dle ČSN 60300, upraveno dle [7]

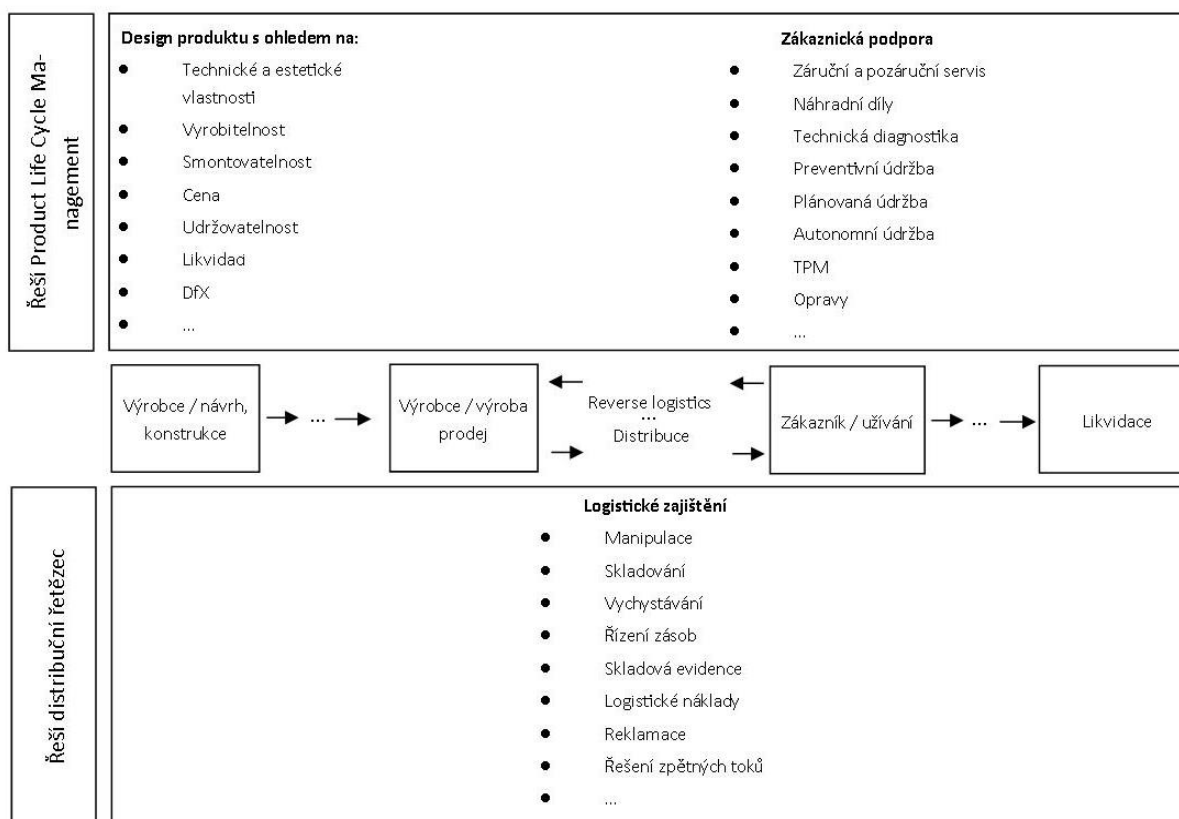
Je možné definovat i další fáze produktu v závislosti na přesné struktuře výroby a produktu. Jejich společným prvkem je splnění požadavků zákazníka nebo trhu. K novým pohledům patří také zohlednit možnost recyklace produktu před jeho úplnou likvidací.

1.1.4 Povýrobní fáze životního cyklu produktu a servisní logistika

Podle prostudované literatury ovlivňují povýrobní fáze jak výrobní činnosti (s přidanou hodnotou), tak činnosti podpůrné (bez přidané hodnoty). Je proto potřeba údržbu začlenit z obou těchto rozdílných pohledů:

- vzhledem k životnímu cyklu produktu,
- vzhledem k logistickému, distribučnímu řetězci.

Oba pohledy mají v popředí jiné zájmy a každý staví na jiném přístupu k produktu.



Obrázek 1-4: Přístup k řešení problematiky [zdroj autor]

Z hlediska životního cyklu produktu si všímáme návrhu, konstrukce, výroby, servisu, likvidace atd. Jinými slovy procesy, které mají přidanou hodnotu. Ve všech těchto procesech musíme zohlednit náklady a to budoucí i současné. V tomto přístupu je nutné nejprve si definovat konkrétní skupinu produktů s podobným životním cyklem (PLC), který řídíme konkrétními nástroji (PLM). Údržba produktu je pak jednou z fází tohoto životního cyklu.

Z hlediska distribučního řetězce si všímáme dopravy, manipulace a všech činností, které s pohybem zásob souvisí. Jinými slovy procesy, které nemají přidanou hodnotu. Jednou z částí logistického zajištění z hlediska distribučního řetězce je servisní logistika a všechny činnosti, které do servisu produktu spadají. V tomto pojetí se tedy údržba stává jednou z těchto činností a podléhá i pravidlům. Důležitost tohoto pohledu podtrhuje i fakt, že největší samostatné náklady jsou náklady na logistické zajištění náhradních dílů. V práci je proto nutné oba přístupy zmapovat a zohlednit jejich požadavky.

1.1.5 Digitalizace životního cyklu produktu

Rozhodující je pro výrobce přání zákazníků, resp. Jejich požadavky na produktu. Proto je nutné rychle reagovat na požadavky zákazníka, inovovat portfolia produktů apod. – být flexibilní. Jediným způsobem docílení vysoké flexibility je zavedení digitalizace přes celý životní cyklus produktu tj. digitální (softwarové) podpora oblastí, jako jsou plánování (CAPP), Obchodu a marketingu, konstrukce (CAE, CAD), technologického návrhu, výroby (CAM, CAQ), montáže (DMFA), prodeje a distribuce (CRM), servisu, likvidace, apod. [13].

Ve standardním způsobu výroby se zakázka předávala mezi jednotlivými odděleními postupně. Digitalizace těchto předvýrobních fází umožní nový pohled na tuto problematiku, umožní paralelizaci prací prostřednictvím softwarových balíčků. Digitální podnik, digitální podoba PLM umožní zrychlení všech fází života produktu, kdy doslova v reálném čase lze ovlivňovat výrobní procesy vzdálené i stovky kilometrů. Správně navržená PLM strategie umožní [13]:

- Využití stavebnicové konstrukce (normalizace, unifikace, modularity, parametrizace).
- Konfiguraci vlastního 3D produktu online.
- Centrální uložení dat a paralelní práci s nimi.
- Stavebnicovost konstrukce při modelování (vkládání část z knihoven).
- Bez-výkresovou výrobu, tj. postupné zbavování papírové formy výkresů.
- Širším zavedení digitalizace (CAX data) a digitálního podniku.

Není nutné hodiny studovat na řadě složitě vytvářených řezů. CAD systémy dovolují upravit definovaný produkt tak, aby i poměrně složitá funkce byla patrna na první pohled.

1.1.6 Trendy vývoje řízení životního cyklu produktu v Evropě

Dle teorie marketingu a managementu [1] existují pouze tři možné strategie konkurenceschopnosti podniku:

1. minimalizace nákladů (konkurovat minimální cenou díky minimálním nákladům),
2. orientace na vybrané trhy (orientace pouze na segment trhu dle geografických / demografických hledisek),
3. diferenciací (snaha o dosažení dokonalého produktu v oblasti inovací a vývoje nových produktů).

Dle [14] Evropský průmysl a výroba již není schopna konkurovat na světovém trhu na základě prvních dvou strategií. Tedy nižší ceny na základě nižších výrobních nákladů nebo dopravní vzdálenosti k finálnímu zákazníkovi apod. Zbývající cestou ke zvýšení konkurenceschopnosti je diferenciací, např. novými službami (servisem) nebo vývojem a výzkumem nových produktů.

Trendy vývoje v oblasti PLM a celé konkurenceschopnosti Evropy jsou definovány společností EFFRA (European Factories of the Future Research). EFFRA je evropská nezisková průmyslově řízená organizace, která má za cíl podporu inovací produktů a produkčních technologií. Jejím hlavním cílem je podpora vývoje a výzkumu v předvýrobních etapách v Evropské unii. EFFRA svým působením udává směr výzkumu a vývoje na evropském trhu [14]. Dle EFFRy, konkurenceschopnost Evropy výhledově do roku 2030 spočívá pouze v intenzivních výzkumných, vývojových a inovačních aktivitách, neboť je již jisté, že Evropa nemůže konkurovat světu na základě kvalitnější, levnější výroby ani levné pracovní síly. EFFRA definovala rámcové oblasti konkurenceschopnosti. Cíle lze rozdělit do tří klíčových oblastí:

- Ekonomické cíle:
 - tvorba a udržování pracovních míst,
 - zvýšení přidané hodnoty výrobních procesů,
 - 3% hrubého domácího produktu by měly směřovat do VaVaI aktivit.
- Environmentální cíle:
 - snížení emisí skleníkových plynů – o 30% méně než v roce 1990,
 - 20% energetické spotřeby má pocházet z obnovitelných zdrojů,
 - redukce plýtvání a tvorby odpadu – důraz na recyklaci,
 - redukce spotřeby surového materiálu,
 - umožnění výroby ekologických produktů a technologií,
 - 20% navýšení energetické účinnosti.
- Sociální cíle:
 - zvýšení atraktivity pracovních pozic z hlediska bezpečnosti, osobní motivace,
 - podpora studia na technických vysokých školách a zvýšení počtu absolventů „master“ a „doctoral“ studijních programů,
 - zvýšení průmyslových podniků klíčově zapojených do VaVaI,
 - snížení počtu sociálně slabých a nezaměstnaných lidí na hranici chudoby nejméně o 20 mil..

Při podrobném prozkoumání jednotlivých cílů zjistíme, že cíle ve všech uvedených oblastech úzce souvisí s povýrobními fázemi produktu a jeho udržitelnosti. Zda-li jsou cíle správně nadefinované a opravdu splnitelné ukáže až čas. Jistý je směr, kterým se průmyslové podniky v Evropě chtějí ubírat.

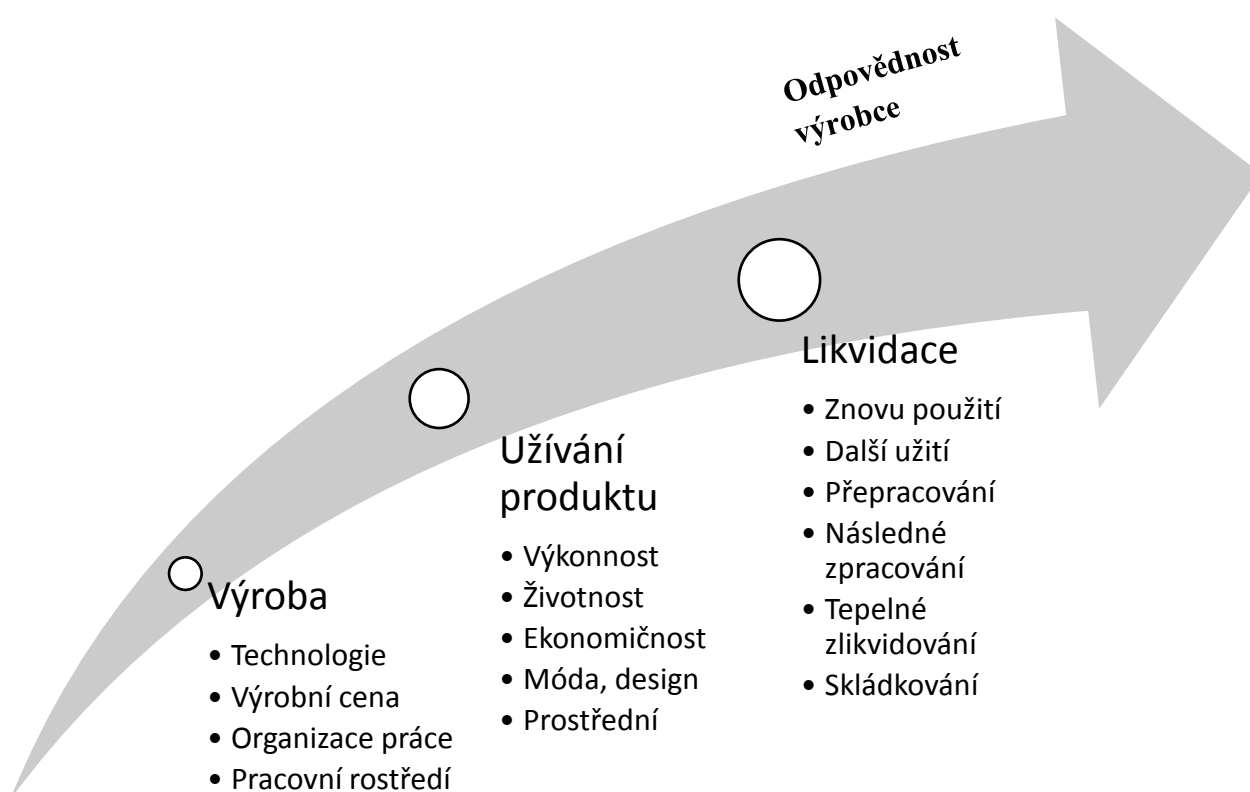
Pokud se podíváme na délky trvání jednotlivých fází životního cyklu, zjistíme, že každá z těchto fází je pod tlakem z různých stran. Následkem toho se tyto fáze často zkracují (např. trh chce novinky na trhu, což v přeneseném významu klade nároky na návrh a vývoj nových produktů). Zkracováním etap životního cyklu produktu zkracujeme i celkový životní cyklus.

Trend odpovědnosti výrobce za produkt

V dřívějším pojetí PLM a zejména jeho části – v návrhu produktu, konstruktér zohledňoval pouze aspekty spojené s výrobou např. cenu výroby, dostupné technologie, smontovatelnost produktu, kapacitu výrobního závodu, organizační možnosti apod. Podle [14], tento model může dlouhodobě fungovat pouze na trzích, kde poptávka převyšuje nabídku.

Dnes, ve vyspělých zemích, kde nabídka převyšuje poptávku, musí konstruktér zohledňovat další požadavky např. výkonnost, životnost, ergonomičnost, vzhled, ekologičnost produktu. V poslední době k těmto požadavkům přibývají další požadavky vázající se k recyklaci

a likvidaci produktu např. znovu použití, následné užití, přepracování produktu, ekologickou tepelnou likvidaci či skládkování. Na výrobek je nutné nahlížet jako na technický produkt, zohledňovat a řídit jej po jeho celý životní cyklus (PLM) [15]. Těžiště odpovědnosti konstruktéra se tedy přesouvá z odpovědnosti za vyrobitelnost, smontovatelnost a rozšiřuje se o odpovědnost za servisovatelnost, náhradní díly až k ekologické likvidaci produktu, viz Obrázek 1-5.



Obrázek 1-5: Odpovědnost výrobce, [zdroj autor]

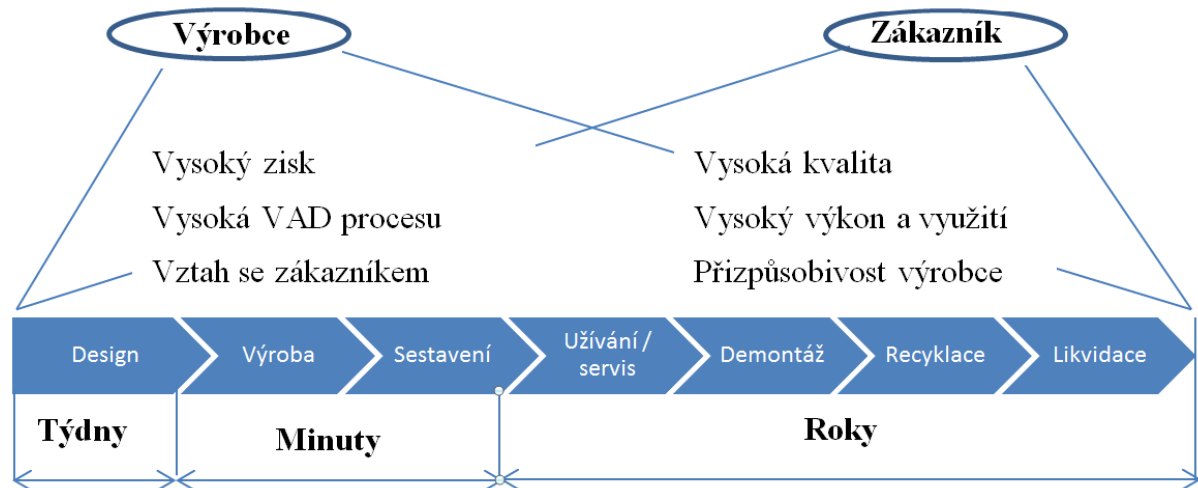
Tímto rozšířením odpovědnosti se zisk se začíná stávat výsledkem nejen obchodních operací, ale i návrhu produktu, jeho výroby, sestavení, a povýrobních charakteristik (spotřeb energií, údržby, recyklovatelnosti použitých materiálů a v neposlední řadě způsobu likvidace.)

Trend pozice zákazníka

V dnešní době opět začíná platit slogan Tomáše Bati: „Náš zákazník náš pán.“ Proto návrh produktu není pouze odrazem současných technických možností, ale stále více se zaměřuje na poznání potřeb zákazníků. Výrobce i zákazník mají mnoho rozdílných cílů, viz Obrázek 1-6, Výrobci z pravidla chtějí docílit vysokého zisku, kvality a přidané hodnoty procesu výroby. Jejich hlavním cílem je uspokojit přání zákazníka a zajistit efektivní spotřebu surovin, neplýtvat. Zákazníci chtějí zejména vysokou kvalitu, výkon, využití produktu a jeho koupi u co nejflexibilnějšího výrobce za co nejmenší pořizovací cenu a provozní náklady. Oba ale především chtějí uzavřít obchod a mít z něj nějaký užitek tzv. přidanou hodnotu. Proto spolu

musí najít společnou řeč, domluvit se. V ideálním případě k oboustrannému prospěchu tzv. win - win.

Při výběru a koupi výrobních prostředků, které svou délkou užívání vysoce převyšují čas výroby daného zařízení, mají často rozhodující roli provozní náklady. Při návrhu produktu je tedy nutno uvažovat chování v jeho povýrobních etapách.



Obrázek 1-6: Pohled výrobce a zákazníka na fáze PLC, upraveno dle [15]

Specifickou oblastí povýrobních fází produktu se zabývají také řízení vztahu se zákazníky (CRM) [16], [17].

1.2 Systémy řízení nákladů produktu

Náklady podniku jsou peněžní částky, které podnik účelně vynakládá na získání výnosů. Náklady nejsou peněžní výdaje, mezi oběma pojmy existuje zásadní rozdíl. Peněžní výdaje představují úbytek peněžních fondů podniku, tzn. stavu hotovosti, peněz na účtech v bankách apod. Dle [18], ekonomická teorie definuje náklady jako peněžně oceněnou spotřebu výrobních faktorů včetně veřejných výdajů, která je vyvolána tvorbou podnikových výnosů.

Systémy řízení nákladů produktu jsou interními informacemi podniku, slouží tak pouze pro účely vnitropodnikového hospodářství. Vlastní kalkulace nákladů je písemný výpis o položek nákladů vztažený ke kalkulační jednotce. Kalkulační technikou rozumíme způsob rozpočtu režijních nákladů na určitou jednotku. Složky nákladů se vyčísľují v kalkulačních položkách. Druhy kalkulací z hlediska doby sestavování dělíme na kalkulace předběžné a výsledné

Předběžné kalkulace jsou sestavovány před samotným zahájením výroby produktu. Předběžné kalkulace svým charakterem připomínají spíše plány, které se mají plnit. Do předběžných kalkulací patří tyto kalkulace [18]:

- Kalkulace operativní

Operativní kalkulace jsou sestavovány na základě operativních norem, např. norem spotřeby času, materiálu apod. Vyjadřují konkrétní technické, technologické, organizační

podmínky. Operativní kalkulace mohou být dvojího druhu. Výchozí operativní kalkulace určuje počáteční náklady. Běžná operativní kalkulace zaznamená skutečné náklady na produkt. Rozdíl mezi oběma kalkulacemi tvoří odchylky od norem [18].

- Kalkulace plánové

Plánové kalkulace jsou sestavované na základě plánových norem, přihlíží k plánovaným racionalizačním úpravám týkajících se procesu výroby produktu. Plánové kalkulace lze opět rozlišit z hlediska jejich přesnosti na kalkulaci čtvrtletní a roční. Roční kalkulace představuje základ pro přesnější čtvrtletní kalkulaci. Nejběžnějším typem těchto kalkulací je úhrnná kalkulace nebo rozdílová [18].

- Kalkulace propočtové

Propočtové kalkulace se obvykle sestavují pro nové neopakovatelné produkty zakázkové výroby. Tyto kalkulace mají nejčastěji dlouhodobý charakter, své uplatnění mají ve strategickém plánování [18].

Výsledné kalkulace jsou sestavovány po výrobě produktu. Výsledné kalkulace kontrolují hospodárnost jednotlivých výrobních i nevýrobních operací výroby. Výsledné a předběžné kalkulace musí být metodicky shodné, aby poskytovaly podklad pro porovnání. Pro jejich tvorbu vhodné použít rozdílové metody např. normovou metodu nebo metodu standardních nákladů. Obě metody budou popsány v následující kapitole [18].

1.2.1 Charakteristika systémů řízení nákladů produktu

V podnikové praxi se používá několik následujících systémů řízení nákladů produktu (kalkulací). Tyto kalkulace je pak možné stanovovat na určité období nebo produktu. Nejčastější způsoby řízení nákladů produktu, dle literatury [19] jsou následující systémy.

- Tradiční způsoby řízení nákladů.
 - Systémy propočtu nákladů na bázi úplných nákladů (např. Kalkulace dělením, přírážkové, rozdílové)
 - Systémy propočtu nákladů na bázi neúplných nákladů (např. Direct costing)
- Systémy propočtu nákladů na bázi procesních nákladů (např. Mission costing, ABC, Prozesskostenrechnung).
- Systémy propočtu nákladů na bázi cílových nákladů (např. Target costing, Kaizen costing, Design to Cost).
- Řízení nákladů v rámci celého životního cyklu - Product Life Cycle Costing (PLCC).
- Ostatní způsoby řízení nákladů (intuice, expertní a statistické odhady).

Dhillon ve své publikaci [20] shledává ekonomické aspekty životního cyklu produktu klíčovým prvkem. Pro všechny náklady životním cyklu musíme uvažovat časovou hodnotu peněz. V moderní společnosti úrok, míra inflace jsou rozhodující v posuzování současné i budoucí hodnoty peněz. Při tvorbě nákladů životního cyklu produktu lze rozdělit náklady na dvě části podle míry ovlivnění právě úroky a mírou inflace.

- Současné náklady - neovlivněné mírou inflace ani úroky (náklady v prvních částech životního cyklu, od stanovení koncepce a požadavků do instalace produktu).
- Budoucí náklady – ovlivněné mírou inflace případně úroky (náklady na provoz, servis, údržbu, vypořádání). Budoucí náklady je třeba ponížít na současnou hodnotu peněz, na jejich pořizovací nebo reprodukční cenu. K ohodnocení budoucí hodnoty peněz používá přepočtené hodnoty peněz pomocí jednoduchého úroku, složitého úroku, vzorce budoucí i současné hodnoty peněz.

1.2.2 Metody tradičního účetnictví

Kalkulace na bázi úplných nákladů se snaží kalkulovat veškeré náklady na kalkulační jednici – mají tzv. absorbční charakter. Doporučené položky uvádí všeobecný kalkulační vzorec. Tento vzorec není závazný v hospodářské praxi. Vzorec je kalkulací ceny produktu, kde se cena stanoví jako, náklady + požadovaný zisk = prodejní cena – jde o tzv. Nákladovou cenu [18], [21], [22].

Kalkulace na bázi neúplných nákladů vznikly z důvodu kritiky kalkulací na bázi úplných nákladů. [18] Kalkulace na bázi úplných nákladů nevyhovují pro řadu výrob, protože často nevyjadřuje souvislost mezi náklady a činnostmi, které je vyvolaly. Tyto kalkule vykazují neabsorbční charakter a jsou založeny na zjišťování pouze variabilních nákladů [18], [19]. Nejznámější zástupce z řad kalkulací na bázi neúplných nákladů je Direct costing.

Direct costing

Direct costing představuje zástupce metod, založených na bázi neúplných nákladů. Jde o jednostupňový výpočet příspěvku na úhradu, který se skládá dle ze tří fází, které člení náklady nejprve dle nákladových druhů, dále dle nákladových míst a poté se náklady přiřazují nositelům na určité období. Problematice Direct costing se věnuje literatura [23].

Využitelnost obou skupin metod řízení nákladů v povýrobních etapách není veliká. Tyto kalkule neříkají nic o tom, co se má kalkulovat, jaké nákladové položky se mohou vyskytnout po výrobě produktu. Oběma systémy řízení nákladů se dále již nebudeme zabývat.

1.2.3 Metody procesního účetnictví

Procesní způsob kalkulace nákladů na produkt představují účetnictví založené na dílčích činnostech - aktivitách (procesech). Využívá kauzality mezi nákladovými objekty, procesy a zdroji. Hlavním cílem procesně založených kalkulací je zachytit náklady v co největším vztahu ke skutečným místům jejich vzniku. Jinými slovy přiřazujeme jak přímé, tak režijní náklady přímo konkrétním aktivitám (procesům), které je vyvolaly. Existují tři hlavní metody procesních kalkulací, Mission costing, ABC costing a německá Prozesskostenrechnung [19], [24].

Mission costing

Mission costing představuje analytický rámec fyzické distribuce produktu. Základní myšlenkou je, že proces fyzické distribuce produktu se skládá ze sub procesů, které spolu navzájem souvisí

a poskytují různé výstupy v podobě fyzických produktů i služeb a tím přispívají k celkovým příjmům. Hlavní procesy si můžeme představit jako soubor na sebe navazujících sub procesů manipulace, balení, skladování apod. každý z těchto sub procesů má i své nákladové centrum. Výstupy jsou generovány na základě požadavků zákazníka. Tyto požadavky představují tzv. „mise“, proto Mission costing. Problematice Mission costing se věnují literatury [25], [26], [27], [28].

ABC costing

Anglicky „Activity - Based costing“ (metoda ABC) nebo, „Cost - Driver Accounting“ Nákladové objekty spotřebovávají aktivity a aktivity spotřebovávají zdroje. Zdroje jsou přiřazeny aktivitám podle toho, kde se spotřebují. Takto vzniklé náklady aktivit jsou následně přiřazeny nákladovým objektům (výstupům) na základě proporcionálního užití těchto aktivit nákladovými objekty. ABC využívá kauzální vztahy mezi nákladovými objekty a aktivitami a mezi aktivitami a zdroji. Kalkulace tedy předpokládá, že procesy spotřebovávají zdroje a výkony spotřebovávají procesy. Ze své podstaty vychází ABC z činností a procesů vykonávaných v podniku. Jeho použití v praxi je omezené, protože pro jeho účely nelze využít všechny podnikové aktivity, pouze ty, které splňují určité požadavky. Problematice ABC costing se věnuje literatura [18], [29], [30].

Prozesskostenrechnung

Prozesskostenrechnung, zkráceně PKR je kalkulační technika založena na procesním účetnictví, od metody ABC se liší tím, že nemusí členit proces výroby až do homogenních skupin, jako metoda ABC. Jako základ bere heterogenní soubor aktivit/ činností = proces. Oproti metodě ABC mu tak postačí pouze dvoustupňová hierarchie hlavní proces – subproces. PKR se používá se např., jako předkalkulace systémy na bázi cílových nákladů. Systému kalkulační PKR jsou věnovány literatury [31] [32].

Využitelnost systémů na bázi procesního účetnictví v rámci životního cyklu závisí na tom, jak daleko jsme ochotni procesně uvažovat, neboť životní cyklus produktu dle [33] je definován jako časový interval od stanovení koncepce produktu do jeho vypořádání (likvidaci). Je to tedy soubor vzájemně na sebe navazujících fází / procesů. Pokud se podrobněji zaměříme na jednotlivé povýrobní etapy, např. údržbu, zjistíme, že ta je také definována v normě [33] jako proces, přesněji je to soubor činností, který by měl zachovávat u výrobních zařízení provozuschopný stav, anebo při poruše tento stav rychle navrátit [34].

Přestože tyto metody kalkulační nákladů původně nebyly určitény pro řízení nákladů v povýrobních fázích, z výše uvedených důvodů se tyto metody jeví jako vhodný nástroj na řízení nákladů v povýrobních fázích životního cyklu produktu, včetně údržby, která je též dle ČSN EN 13306, definována procesně.

1.2.4 Metody na bázi cílových nákladů

Společným prvkem kalkulací na bázi cílových nákladů je cílová cena, resp. cílové náklady. To jsou takové náklady, které nesmíme překročit, abychom zajistili požadovanou ziskovost

produktu. Mezi systémy na bázi cílových nákladů, řadíme Target costing, Kaizen costing, Design to Cost (DtC).

Target costing

Target costing neboli cílové řízení nákladů je jedním z modernějších přístupů v oblasti vývoje nového produktu. Společným prvkem je orientace na tržní ceny a zajištění ziskovosti pomocí redukce nákladů produktu. Target costing vychází z předpokladu, že jediné akceptovatelné náklady při vývoji produktu jsou náklady, které jsou akceptovány trhem. Prvotní otázkou při Target costingu je, jaké smí být nejvyšší náklady nového produktu, aby prodaný finální produkt přinesl výrobcí předem definovaný a požadovaný zisk. Target costingu a všem jeho etapám jsou věnované literatury [21], [35], [36], [37].

Kaizen costing

Slovo Kaizen pochází z čínštiny, kde znamená neustálou potřebu vylepšování. Podobný význam má Kaizen i v Japonštině. Dva znaky Kai – Zen lze volně přeložit do anglického jazyka „to change“ a „for the better“. Kaizen tedy představuje změnu k lepšímu. Počátky Kaizenu, jak jej známe dnes, se váží ke společnosti Toyota motor, která jej začlenila, jako jeden z pilířů, svého Toyota Production Systému (TPS).

Kaizen reflektuje filosofii neustálého zlepšování po malých krocích (kontinuálního zlepšování), než k ustáleným metodám. Tím nepředstavuje účetní rutinu jako Target costing ve fázích návrhu a vývoje produktu. Yashihuro Moden definuje Kaizen costing jako udržení současné výše nákladů vyráběného produktu systematickým úsilím za cílem dosažení požadované výše nákladů. Problematice kontinuálního zlepšování a zejména Kaizen costingu se věnují literatury [19], [38], [39].

Design to Cost

Je obecně známo, že většinu faktorů ovlivňující cenu je možno nejvíce ovlivnit ve fázi vývoje a návrhu produktu. Podle [40] 70 – 80% prodejní ceny produktu je stanoveno ve fázi vývoje. Jakmile je stanoven koncept produktu existuje jen malá možnost ovlivnit jeho cenu.

Design to Cost (DtC) je nástroj, který pomáhá určovat a sledovat náklady ve fázi vývoje produktu s ohledem na jeho celý život. DtC tedy začíná v etapách návrhu produktu, zahrnuje jeho výrobu, distribuci, včetně záručního a pozáručního servisu a končí likvidací produktu. V anglické literatuře je působnost DtC označována „from cradle to grave“. Metodice DtC jsou věnovány literatury [40].

DtC je metodika, která navrhuje náklady v předvýrobních etapách. Neklade vůbec důraz na řízení již vzniklých nákladů. Z tohoto důvodu ji nelze použít při minimalizaci již vzniklých nákladů.

1.2.5 Metody pro řízení nákladů dle Life cycle costing

Z hlediska řízení údržby nás nejvíce zajímá část provozu a údržby, kde náklady připadající na tuto životní etapu produktu norma člení na náklady spojené s provozem, se všemi aktivitami,

spojenými s preventivní údržbou a údržbou po poruše. Tyto kategorie jsou dále podrobněji rozpracovány vždy na jednorázové a opakovaná náklady. V případě údržby po poruše ještě na náklady způsobené výpadkem výroby, viz Příloha E.

Náklady životního cyklu jak je hodnotí a člení ČSN EN 60300-3-3 , [33]. jsou uvedeny v tabulce, viz Příloha E. Norma uvádí doporučené kategorie nákladů, které spadají do všech částí životního cyklu produktu od stanovení koncepce a požadavků, přes návrh a vývoj, výrobu, instalaci produktu, provoz a jeho údržbu až po vypořádání se s produktem. Základem pro stanovení nákladů je model životního cyklu produktu, na kterém se vypracuje analýza předpokládaných nákladů. Podle [20] je možné v podstatě použít jakýkoli model životního cyklu produktu. Následná analýza nákladů pak závisí na daném modelu a jeho kvalitě.

1.3 Údržba strojů a zařízení

Procesem údržby rozumíme realizaci plánovaných a neplánovaných úkonů, které souvisejí s udržováním, kontrolou a opravami strojů, tedy výrobních zařízení po dobu jejich provozu. Údržba je soubor činností, který by měl zachovávat u výrobních zařízení provozuschopný stav, anebo při poruše tento stav rychle navrátit [34].

Údržba je definována normou ČSN EN 13306, „Údržba – terminologie údržby“, která říká, že údržba je kombinace všech technických, administrativních a manažerských opatření během životního cyklu objektu zaměřených na jeho udržení ve stavu nebo jeho navrácení do stavu, v němž může vykonávat požadovanou funkci [41].

Pravděpodobně nejsilnější současný trend vývoje péče o výrobní stroje a zařízení je TPM (Total Productive Maintenance), původem z Japonska, kde se posunuje podíl odpovědnosti za údržbu a opravy z údržbářského subjektu na subjekt výrobní a klade důraz na správné propojení. Další nastupující trend je vyšší stupeň vyčleňování vlastních údržbářských a opravárenských subjektů mimo podnik – tzv. outsourcing.

Zavedením vhodného systému údržby se zvýší výkonnost provozu a kvalita. Během systému údržby jsou sledované a analyzované poruchy, opotřebení důležitých součástí a návrh logistického nákupu náhradních dílů.

Hlavní úlohy systému údržby jsou [42]:

- Určit hlavní druhy opravárenských prací podle charakteru používaného zařízení a podmínek provozu.
- Stanovit potřebnou periodu opravárenských prací.
- Stanovit nezbytný objem prací na základě norem pracnosti údržbových výkonů, objemu materiálových nákladů, minimalizace prostojů výrobních zařízení.
- Používat moderní metody organizace oprav.
- Vytvořit vhodný systém stimulace na výsledcích údržby.
- Zabezpečit vhodnou organizaci materiálového zabezpečení údržby.

- Zabezpečit vhodnou kvalitu vykonaných údržbových prací.
- Vytvořit systém plánování údržbových prací s možností integrace do navazujících podnikových činností.

V podnikové praxi i na půdě teorie, bylo vyvinuto několik konceptů řízení údržby, jako jsou reaktivní, proaktivní nebo agresivní systémy řízení údržby. Nicméně ukázalo se, že téměř všechny tyto koncepty jsou buď náročné na zdroje, nebo jsou platné pouze pro konkrétní zařízení. Tyto koncepty i funkční ověřené systémy jsou uvedeny ve zdrojích [43], [44], [45], [46], [47], [48], [42], [34], [49], [50].

1.3.1 Údržba dle ČSN EN 13306

Dle normy ČSN EN 13306, je strategie údržby metoda managementu používaná k dosažení cílů údržby. Základní druhy strategie údržby jsou [41] [42]:

- Preventive Maintenance je preventivní údržba v předem stanovených intervalech, anebo v souladu s předepsaným kritériem.
- Scheduled Maintenance je plánovaná preventivní údržba vykonávaná v souladu se stanoveným časovým plánem.
- Predetermined Maintenance je preventivní předem stanovená údržba vykonávaná v souladu se stanoveným časovým plánem, ale bez předcházející kontroly stavu položky.
- Condition based Maintenance je preventivní údržba založená na základě stavu zařízení a na monitorování parametrů a aspektů a následujících činnostech údržby.
- Predictive maintenance je předpokládaná preventivní údržba vykonávaná na základě stavu položky po předcházejícím odhadu vycházející z analýzy a vyhodnocení důležitých parametrů, které charakterizují postupné zhoršování stavu položky.
- Corrective Maintenance je korekční údržba, která se vykonává po odhalení chyby a je určena pro uvedení zařízení do stavu, ve kterém může vykonávat požadovanou funkci.

Problematické různých druhů údržby je věnována celá řada publikací a vědeckých článků, např. v literatuře [34], [51], [47], [42].

1.3.2 Údržba a Facility Management

Pojem Facility Management (FM) se začal používat v 70. letech v USA, kde jej definovala organizace IFMA (International Facility Management Association), jako metodu, jak v organizacích sladit pracovní prostředí, pracovníky a pracovní činnosti. Zahrnuje v sobě principy obchodní administrativy, architektury, humanitních věd a technických věd [52].

Facility Management se snaží účelně propojit pracovníky, prostory a procesy s nimi spojené. Přesněji cílem je posílit procesy v organizaci, pomocí nichž pracoviště a pracovníci podají nejlepší výkony a v konečném výsledku pozitivně přispějí k ekonomickému růstu a celkovému úspěchu

Facility management (FM) se zabývá údržbou specifické části investičního zařízení a to budovám. Ačkoli v popředí zájmu FM jsou budovy, všechny technické procesy a služby s provozem budov a řízení údržby budov není předmětem práce. Lze definovat analogii mezi budovou a strojem. Mnoho poznatků spojených s řízením údržby strojů je velmi úzce spojeno s FM, ve kterém tyto poznatky jsou již zpracovány.

1.3.3 Total Productive Maintenance

Totální produktivní údržba, zkráceně TPM, je jedním z mladších systémů řízení údržby. TPM je označováno jako proaktivní přístup k řízení údržby, díky tomu, že se snaží popsat všechny typy poruch a klade veliký důraz na eliminaci ztrát vznikajících při provozu strojů a zařízení. TPM je řízena lidmi z výroby a je podporovaná partnery z výrobního procesu a z úseku údržby tak, aby pracovali společně a byli rovnocennými partnery. Základ filozofie této metody je na jedné straně zvyšování spolehlivosti zařízení, snižování nákladů na údržbu a ztráty v důsledku prostojů na straně druhé [34].

Někteří autoři [42] udávají, že v TPM překonáváme tradiční dělení lidí na operátory u stroje a opraváře strojů. Vychází se z předpokladu, že právě pracovník, který obsluhuje stroj, má šanci nejdříve zjistit jakékoliv nesrovnalosti během pracovního výkonu a identifikovat potenciální zdroje budoucích poruch výrobního zařízení. V TPM se malé údržbářské činnosti přenáší z klasických oddělení údržby přímo na výrobní pracovníky a výrobní úseky. Mottem TPM je: „Chraň si svůj stroj a starej se o něj vlastníma rukama“. Obsluha se učí porozumět svému stroji [51], [53].

TPM svým charakterem zahrnuje nejen vlastní údržbu výrobního zařízení, ale i její celkovou strategii. Lze říci, že TPM představuje komplexního systému řízení údržby, který se má v popředí standardizaci činností a úzce souvisí se ztrátami vzniklými v průběhu provozu stroje a zařízení. Ztráty jsou modifikované na základě daného způsobu výroby, provozu a údržby daného zařízení a na základě lidských chyb. Při provozu strojů a zařízení musíme počítat s těmito ztrátami [54]:

1. prostoje vyplývající z poruch strojů,
2. čas na seřízení a nastavení parametrů,
3. ztráty způsobené přestávkami ve výkonu zařízení, poruchami ,
4. ztráty rychlosti průběhů výrobních procesů,
5. kvalitativní důsledky procesních chyb,
6. snížení výkonu v etapě náběhu výrobních procesů.

Pilíře TPM

Filosofie TPM spočívá nejenom v předcházení poruchám, ale také v redukci chyb, krátkodobých prostojů, ve zkracování doby změn sortimentu apod. TPM je proaktivní přístup organizace údržby, který objektivně vyžaduje stále složitější výrobní zařízení, náradí a přístroje. [51]. TPM koncept je tvořen 5 základními pilíři. Každý pilíř sleduje částečný svůj cíl a je složen

z definovaných kroků programu. Hlavní pilíře TPM jsou OEE, program autonomní údržby, program plánované údržby, trénink pracovníků a program preventivní údržby.

Měření celkové efektivity zařízení (OEE)

Pro posouzení efektivity zařízení s ohledem na šest velkých ztrát, které jsme zmiňovali, je výhodné aplikovat index OEE – Overall Equipment Effectiveness (CEZ .- celkovou Efektivnost Zařízení). Maximalizaci efektivity zařízení a snížení nákladů v průběhu životního cyklu je možné v TPM zajistit eliminací 6 hlavních ztrát zmíněných výše. Tento ukazatel měří globální účinnost zařízení a je výsledkem násobku třech parametrů. Je dán vztahem (1), [42]:

$$OEE = Dostupnost \times Výkon \times Kvalita = A \times P \times Q \quad (1)$$

kde A je ukazatel dostupnosti (pohotovosti) zařízení, P je ukazatel výkonnosti (míra výkonnosti) a Q je míra kvality, tzn. podíl shodných produktů na celkové produkci.

Autonomní údržba

Pracovníci výrobních zařízení při autonomní údržbě vykonávají některé údržbářské zásahy, neboť se zařízením jsou během procesu dobře seznámeni a využívají zkušenosti z výroby, dokážou rozpoznat možnou poruchu. Implementace autonomní údržby se z pravidla provádí v sedmi krocích. Pro úspěšné zavedení je možno použít i metody 5S. Zavedení autonomní údržby je vysvětleno v literatuře [42].

Plánovaná údržba

Nedílnou součástí TPM je plánovaná údržba. Plánovaná údržba se opírá o činnosti jako jsou určení údržbových priorit, odstranění slabých míst na strojích, vybudování informačního systému plánované údržby, kontrola a zvyšování výkonnosti údržby, pravidelně revidovaný plán údržbářských činností.

Trénink pracovníků

V podnikové praxi existuje 5 hlavních důvodů pro vznik problémů na strojích, které se musí pracovníci naučit identifikovat, analyzovat a navrhnout nápravná opatření [55].

- Neschopnost plnit základní požadavky údržby strojů.
- Nedodržování pracovních podmínek (teplota, rychlost, tlak apod.).
- Chybějící kvalifikace (chyby kontroly, chyby obsluhy, apod.).
- Opatřebení (ložiska, ozubená kola, středící prvky apod.).
- Konstrukční chyby (materiál, dimenzování apod.).

Trénink pracovníků je základním předpokladem pro vyvarování se těmto chybám

Preventivní údržba

Tento systém údržby má za úkol účinným způsobem zabezpečit předcházení náhlých poruch a havárií. Jsou prováděny časové průběhy spolehlivosti významných částí strojů a zařízení. Jde o prohlídky, revize, kontroly, plánované obnovy a výměny, diagnostiku. Literatura [56] definuje tyto systémy řízení preventivní údržby.

- systémy údržby podle časových plánů,
- systém údržby po prohlídce,
- systém údržby standardních periodických oprav,
- systém preventivních periodických oprav.

Výhodou preventivní údržby je, že se v naprosté většině předejde poruše. Pokud by však došlo k poruše, její dopady a náklady na opravu jsou mnohokrát nižší, než v předchozí variantě údržby po poruše [42].

Přínosy z implementace TPM

TPM se zabývá celou řadou požadavků z výrobní oblasti, které pomohou podniku zvyšovat jeho konkurenční schopnost. Patří k nim především: Literatury [42] a [55] udávají minimální dosažené přínosy z realizace TPM v průběhu jednoho roku:

- snížení poruchovosti o 20 až 35 % za rok,
- zvýšení pohotovosti o 2 až 3 % za rok,
- zlepšení technického využití o 3 až 5 % za rok,
- zvýšení OEE min. o 6 % za rok,
- prodloužení střední doby do poruchy,
- zkrácení střední doby údržby,
- zlepšení poměru plánované údržby k údržbě po poruše,
- dosažení požadované úrovně C_p , C_{pk} – indexy způsobilosti procesu, C_m C_{mk} – indexy způsobilosti stroje,
- snížení celkových nákladů na údržbu.

TPM jako filosofie, nová organizace práce a směr technologie údržby, odolala čas a je stále připravena a schopna řešit požadavky, které se od ní očekávají. Je připravena i nadále rozšiřovat svoje pole působnosti v rámci celopodnikových aktivit. Je stále komplexnější a dokáže splňovat i ty nejnáročnější požadavky na redukci ztrát a nákladů.

1.4 Metody řízení servisní logistiky

Logisticky orientovaná údržba je údržba minimalizující rizika, která by mohla vzniknout z logistických důvodů. Zabývá se proto zejména náhradními díly, jejich dopravou, reakčními

časy, apod. Proto tato metoda pracuje s analýzami, mající za cíl stratifikace jak strojů, poruch, tak náhradních dílů. Tyto údaje jsou analyzovány a promítány do tvorby odpovídajícího systému řízení údržby, konstrukce výrobních strojů, apod.

1.4.1 Řízení zásob náhradních dílů

S některými náhradními díly lze s mírnými úpravami pracovat jako s běžným výrobním materiálem. Hlavním rozdílem, který je nutné mít na zřeteli, je spotřeba konkrétního náhradního dílu. Zatímco při výrobě je tato spotřeba pevně daná zákaznickými požadavky a taktem našich výrobních linek, předpověď spotřeby náhradních dílů stanovit tak jednoduše nelze.

Na volbu systému řízení zásob má zásadní vliv charakter poptávky po zásobách. V praxi to znamená, že potřebujeme stanovit, jak zásoba vznikla (závislá či nezávislá) a zda se jedná o stálou či nárazovou poptávku, systém toků materiálu v logistickém řetězci (tj. princip tahu či tlaku, řízení zásob).

Mezi klasické modely řízení zásob patří deterministické a stochastické modely. Deterministické modely pracují s pevným časovým intervalem, za který se objednává předem stanovené množství materiálu. Signálem pro další objednání je pokles hladiny zásob na určitou mez (tzv. objednávací množství). Stochastické modely řízení zásob se používají se v situacích, v nichž budoucí potřeba nebo délka pořizovací lhůty mají charakter náhodně proměnných veličin. Mají proto neurčitou poptávku a úkolem těchto modelů je minimalizovat celkové náklady (skladovací, pořizovací, distribuční, popř. i náklady vznikající z nedostatku surovin). Deterministické a stochastické modely řízení zásob jsou předmětem tzv. Teorie zásob [57], [58].

1.4.2 Teorie zásob

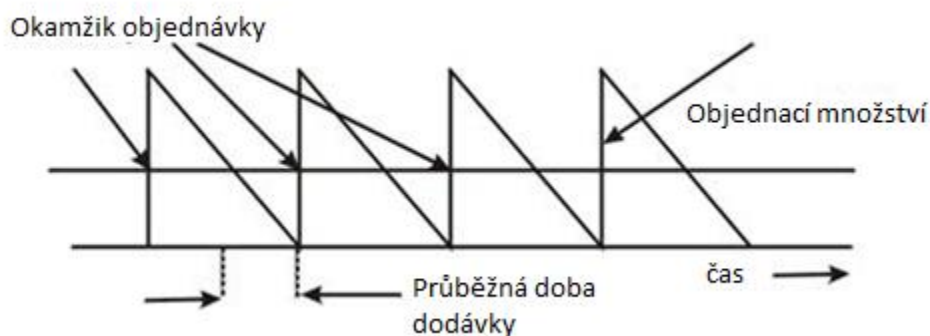
Teorie zásob je souhrn matematických metod používaných k modelování a optimalizaci procesu hromadění různých položek zásob k zabezpečení plynulého chodu podniku. Zásoby zajišťují plynulý výrobní proces a vyrovnávají časoprostorový nesoulad mezi výrobou a spotřebou.

Modely řízení zásob řeší kdy objednat novou dodávku dílů a jak by tato dodávka měla být velká. Při špatném plánování dodávek se vystavujeme riziku příliš nízké hladině zásob (zastavení výroby) nebo příliš velké hladině zásob (velké množství vázaného kapitálu v zásobách). Oba tyto stavy jsou naprosto nežádoucí z hlediska zisku podniku.

Teorie řízení zásob zná dva základní modely řízení zásob, deterministické a stochastické modely [59].

Deterministické modely

Jsou nejznámější modely, kde se spojitá poptávka a v čase nemění. V literatuře můžeme najít i označení Harrisův-Wilsonův model. Zjednodušeně je můžeme znázornit, viz Obrázek 1-7



Obrázek 1-7: Deterministický modely řízení zásob upraveno dle [60]

Tyto modely řízení zásob vycházejí z nákladové funkce, viz vzorec (2).

$$N(Q) = N_S(Q) + N_P(Q) = n_s \frac{Q}{2} \times T + n_p \frac{D}{Q} \quad (2)$$

Kde:

- D je spotřeba produktů za jednotku času,
- d spotřeba na časovou jednotku,
- Q velikost dodávky na sklad,
- $N(Q)$ nákladová funkce,
- $N_p(Q)$ náklady na pořízení dodávky,
- $N_s(Q)$ náklady na skladování dodávky,
- n_s náklady na skladování 1 produktu za jednotku času,
- n_p náklady na pořízení 1 dodávky,
- T délka období,

Pro nalezení extrému funkce stačí uvedenou nákladovou funkci derivovat podle změny objemu Q a najít její minimum, tedy položit tuto funkci nule. Po vyjádření dostáváme tzv. Harris-Wilsonův vzorec pro stanovení optimální velikosti dodávky, viz vzorec (3).

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2n_p * D}{n_s}} \quad (3)$$

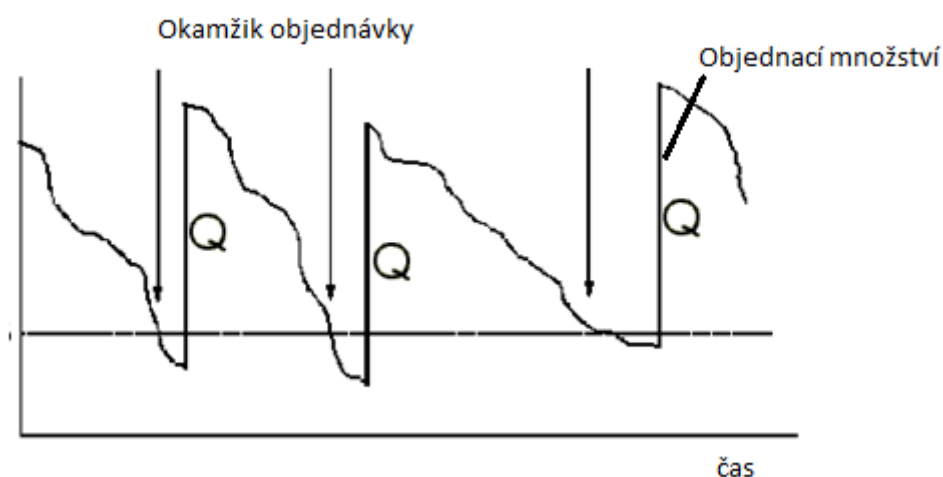
Optimální délku dodávkového cyklu zjistíme podělením optimální velikosti dodávky spotřebou daného druhu materiálu za jednotku času, viz vzorec (4).

$$T_{opt} = \frac{Q_{opt}}{D} = \sqrt{\frac{2n_p}{Dn_s}} \quad (4)$$

Optimální počet dodávek pak zjistíme vydělením celkového počtu potřebných výrobních kusů optimální velikostí dodávky.

Stochastické modely řízení zásob

Stochastický model má poptávku vyjádřenou jako náhodnou veličinu, která je kumulovaná za celé uvažované období. Poptávka je dána pravděpodobností, dochází zde tedy k náhodným odchylkám od střední hodnoty skutečné spotřeby. Existují dva způsoby, jak toto kolísání poptávky (spotřeby) vyrovnávat. V prvním případě můžeme měnit frekvenci dodávek při jejich konstantní velikosti, ve druhém můžeme měnit velikost dodávek při jejich konstantní frekvenci. Podle toho rozlišujeme dva systémy řízení skladu – model s fixním objednávacím množstvím, nebo fixní časovou periodou objednávek, viz Obrázek 1-8.



Obrázek 1-8: Stochastický model řízení zásob, upraveno dle [60]

Modely řízení zásob jsou velmi účinný a užitečný nástroj, jak řídit množství zásob na skladě. Jejich nasazení lze na skladě jednoduše vizualizovat, např. pomocí centralizace materiálu a současného označení paletových pozic. Modely řízení zásob teoreticky lze nasadit i na stanovování optimální hladiny zásob náhradních dílů. Jejich nasazení v praxi je však omezeno kvůli odhadu spotřeby náhradních dílů. Zatímco spotřebu vstupního materiálu nebo odbytu námi vyrobených produktů lze do jisté míry odhadovat. Spotřebu náhradních dílů nelze s požadovanou přesností stanovit. Tento fakt je dán tím, že snahou podniků není vyvolávat spotřebu náhradních dílů, ale tuto spotřebu minimalizovat opatřeními proti nadměrnému opotřebení, vzniku poruch, apod.

Vzhledem k menší spotřebě náhradních dílů než výrobního materiálu, tyto modely nelze efektivně používat při řízení skladu s náhradními díly. Větší flexibilitu nežli používání

deterministických a stochastických modelů zásob představuje analýza konkrétních materiálových položek podle důležitosti jednotlivých zásob pro podnik – ABC analýza.

1.4.3 Analýza ABC

ABC analýza je založená na Paterově pravidlu. Toto pravidlo říká, že 80% veškerých důsledků způsobuje pouze asi 20% příčin. Užití tohoto principu je z pravidla tam, kde jednotlivé položky ovlivňují určitý problém a nemají na výsledný efekt rovnoměrný vliv. Jinými slovy některé položky ovlivňují problém více a některé méně, např.

- 80% zisku vytváří 20% produktů,
- 20% činnosti přináší 80 % zisku,
- 20% vašich přátel stojí za 80% vašeho zájmu,
- 80% zmetků ve výrobě způsobuje 20% příčin,
- 80% odpočinku vám přinese prvních 20% dovolené,
- 80% znalostí jsme získali za prvních 20% vynaloženého času,
- 20% úsilí přináší 80% zisku.

Paterovým pravidlem lze dosáhnout značných úspor, neboť pomocí něj zjistíme, jaké položky jsou pro daný stav důležité. V podnikové praxi se metoda používá hlavně k řízení stavu zásob jak materiálu a hotových produktů, tak náhradních dílů [61], [62], [63].

Popis principu a fungování metody.

Nejprve je nutné zvolit parametr, který nejlépe vystihuje podstatu sledovaného problému. V oblasti řízení náhradních dílů to může být např. četnost spotřeby konkrétního náhradního dílu. Poté se spočítá procentuální podíl každého náhradního dílu na celkové hodnotě. Po stanovení procentuálního podílu se položky seřadí podle jejich velikosti a sestrojí se jejich kumulativní podíl, tzv. Lorentzova křivka. Položky se rozdělí do skupin A, B, C dle následujících pravidel.

- **Položky A**
zaujmají cca 80% podílu na celkové hodnotě parametru a 10 - 15% na celkovém počtu náhradních dílů. Ve skupině A se budou vyskytovat významné zásoby zabírající přibližně 10 – 15% z celkového počtu a zároveň tvoří 70 – 80% celkové hodnoty. Proto je nutné těmto náhradním dílům věnovat největší pozornost.
- **Položky B**
zaujmají cca 15 – 20% podílu na celkové hodnotě parametru a asi 15 – 20% podíl na celkovém počtu náhradních dílů. Jsou to položky se střední výškou obratu, proto již jde o méně významné náhradní díly. Velikost zásoby těchto náhradních dílů již není nutné řešit analyticky, zpravidla stačí statistický odhad. Při analýze skladových zásob se jedná o komponenty, u nichž je možné vytvářet zásoby v návaznosti na výrobní plán (předpoklad výskytu poruchy nebo pravidelné údržby).
- **Položky C:**

zabírají cca 5 – 10% podíl na celkové hodnotě parametru, což představuje 60 – 80% z celkového počtu náhradních dílů. V průmyslovém podniku se jedná o nevýznamné zásoby, zpravidla se jedná o velmi levné části, např. spojovací materiál.

Princip a dělení položek podle analýzy ABC je uveden v příloze, viz Příloha C. ABC analýza se využívá při rozboru zásob, kdy se sleduje průměrná výše zásob jednotlivých položek v hodnotovém vyjádření. Zásoby se rozdělí dle toho, jaké položky mají největší podíl na celkové zásobě a mají tak největší potenciál možného snižování. Na tyto zásoby se při redukci zaměříme [61] [62].

Přínosy a cíle za zavedení metod

ABC analýza je velice efektivním a jednoduchým nástrojem, který umožňuje přesně určit cíl zaměření úsilí. Výhodou je, že jakmile se podaří stanovit závislost příčiny a důsledku, zjistíme i představu o tom co se bude dít, pokud v kategorii B a C snížíme nebo ztratíme její podíl.

Pomocí této metody lze získat časové, prostorové, peněžní úspory. Protože se nebude již věnovat čas nepodstatným věcem. V případě výrobního podniku je možné se zaměřit detailněji na zásoby, které mají pro podnik strategický význam. Protože se nebude čas ztrácet s okrajovou částí výroby, lze lépe naplánovat technologický proces strategicky významných zásob, což by mělo přinést jejich vyšší kvalitu a zároveň úspory plynoucí s detailně propracovaného výrobního postupu [61] [62].

1.4.4 Analýza XYZ

XYZ analýza slouží k ohodnocení zásob z hlediska jejich spotřeby v závislosti na čase. Různé zásoby mají časové průběhy značně rozdílné – některé se spotřebovávají rovnoměrně jiné nahodile, tj. bez možnosti předpovědi jejich spotřeby. Toto je důvodem, proč není možné stavy zásob řídit jednotnou logistickou technologií (metodou), ale na určení jejich optimální výše a řízení je třeba nasadit na různé metody. Analýza XYZ slouží je jednou z metod, která poskytne tento podklad [61], [62].

Popis principu a fungování metody

XYZ rozděluje zásoby (včetně náhradních dílů) v podniku do tří kategorií podle časového průběhu, spolehlivosti a předvídatelnosti jejich spotřeby [61], [62]:

- X – jsou položky, jejichž spotřeba je plynulá (konstantní) a předvídatelná.
- Y – jsou položky, jejichž spotřeba vykazuje slabší či silnější výkyvy, ale stále je předvídatelná, např. sezónní kolísání.
- Z – jsou položky, jejichž spotřeba je zcela nepravidelná a nepředvídatelná.

Z hlediska řízení zásob nepředstavují položky X velký problém. Jejich spotřeba je spolehlivá, takřka konstantní a plánuje se nejsnáze. Tyto položky jsou vhodné k zavedení technologie Just In Time s termínovaným přesným plánem. Položky Y již vykazují v průběhu času výkyvy, ale jejich spotřebu můžeme ještě stále předpokládat s určitou přesností. Položky Z však

předpokládat prakticky nemůžeme a musíme počítat s nižší flexibilitou, držet zásoby bez jistoty jejich spotřeby nebo si zajistit jejich rychlé dodání.

Samotná XYZ analýza však nedává úplné výsledky (nepracuje s důležitostí jednotlivých kategorií zásob). Proto je vhodné ji kombinovat s ABC analýzou, která rovněž rozděljuje položky do tří kategorií, avšak dle jejich podílu na obratu. Praxe ukazuje, že 15% z celkového počtu položek se podílí na spotřebě až 80% a mají tak dominantní podíl a patří do kategorie A. Na druhé straně, v kategorii C se cca 35% položek se podílí na spotřebě pouhými 5%. Zbývajících 40% položek kategorie B se na obratu podílí 15%. Kombinací obou těchto analýz vzniká matice rozdělující položky do 9 skupin [61], [62].

1.4.5 Analýza ABCXYZ

Pokud přidáme klasifikaci položek podle analýzy ABC analýzy, dostaneme matici 3×3 . Vzniká tak ABCXYZ analýza, která přidává další pohled na to, jak se zásobami pracovat, viz Příloha D. Pokud se tedy rozhodujeme o tom, jaké logistické technologie budeme pro danou kategorii zásob používat, řešení může být následující [61], [62].

- AX, AY, AZ – Tyto položky tvoří stěžejní část obratu podniku a proto se u nich předpokládají i vysoké stavy zásob. U položek AX je možné a vhodné zavést metodu Just in Time pro řízení stavu zásob. Naproti tomu u položek AZ, tedy těch s vysokou a nepředpověditelnou spotřebou, je nutné být připraven na nárazovou spotřebu a to se možná projeví na nutnosti držet velké zásoby. Vysoké náklady na zásoby v celé kategorii je možné snížit užitím konsignačních skladů.
- BX a CX – Tyto položky vykazují pravidelnou spotřebu, ale vzhledem k menšímu podílu na obratu není jejich výroba pro podnik tak stěžejní. Takovéto položky je vhodné řídit například pomocí kanbanu.
- BY, BZ, CY – Tyto položky vykazují nepravidelnou spotřebu a není tedy vhodné použít metodu kanban. Zásobování může probíhat například na základě výrobního plánu i přes to, že prognózování je obtížnější. V případě BZ by bylo možné držet hladinu zásob, vzhledem k objemu těchto položek by však zásob bylo příliš mnoho.
- CZ – Tyto položky se plánují velice obtížně a v případě, že není možnost rychlých dodávek materiálu, je potřeba držet hladinu zásob dostatečnou na pokrytí potřeb výroby než je dodavatel stihne dodat. Toto je úskalí automotive odvětví, kdy jsou dodavatelé zpravidla zavázáni k dodání dle Just in Time systému zákazníka. V případě méně důležitých dodávek je vhodnější užít již zmíněné MTO i s nákupem materiálu až v případě vzniku poptávky po těchto položkách [61], [62], [64].

Obrázek 1-9 zobrazuje doporučené způsoby řízení zásob pro jednotlivé skupiny materiálů, kategorizovaných dle analýz ABC a XYZ.

	X	Y	Z
A	Pravidelné dodávky v přesný čas	Pravidelné dodávky v přesný čas	Řídit dle spotřeby
B	Pravidelné dodávky v přesný čas	Řídit dle spotřeby	Vyrovňovat pojistné hladiny
C	Řídit dle spotřeby	Vyrovňovat pojistné hladiny	Vyrovňovat pojistné hladiny

Obrázek 1-9: ABCXYZ metody řízení hladiny zásob, upraveno dle [61], [62], [64]

Pro řízení zásob náhradních dílů jsou použitelné metody, kdy objednáváme jednotlivé náhradní díly, vyrovňujeme pojistné hladiny náhradního dílů, řídíme zásoby dle jejich aktuální spotřeby i pravidelně dodáváme dodávky v předem stanovený čas. Způsob doplňování náhradních dílů se z pravidla nevyplatí stanovovat dle deterministických nebo stochastických modelů řízení zásob. Pro určení způsobu lze použít upravenou ABCXYZ analýzu.

1.5 Matematické metody zabývající se údržbou

V souvislosti s řízením údržby se v odborné literatuře vyskytují dva termíny – teorie obnovy a teorie spolehlivosti. Obě metody vychází z tzv. operační analýzy. Operační analýza (operační výzkum) je název pro postupy aplikující matematické metody na řešení rozhodovacích problémů v různých oborech (ekonomika, logistika, plánování výroby, organizační úlohy, apod.).

V operačním výzkumu nachází své uplatnění zejména principy diskrétní matematiky teorie pravděpodobnosti, statistika, matematická analýza, algebra, apod. Cílem operačního výzkumu je vytvořit formální popis (model) dané situace a následně provést jeho optimalizaci, tedy nalezení hodnot parametrů modelu, pro které dosahuje sledovaný výstup modelu extrému [65].

1.5.1 Teorie obnovy

Teorie obnovy je metoda operačního výzkumu, která za pomoci matematických modelů řeší problémy hospodárnosti, výměny a provozuschopnosti zařízení. Obnovou se v souvislosti s technickými zařízeními myslí, částečná, nebo úplná výměna strojní části po uplynutí určitého času, po který je zařízení v provozu. Za tento časový interval se strojní část opotřebí nebo úplně zničí [66], [67].

Zjednodušeně lze definovat teorii obnovy jako technickoekonomický pohled na možnosti obnovy strojů a zařízení a jejich optimalizace pomocí matematických vztahů, tj. vyhovět technickým požadavkům, za současné minimalizace nákladů.

Teorie obnovy pracuje s dvěma typy úloh

- A. Strojní zařízení, jehož užitečnost se pro výrobní systém v průběhu času snižuje. Důvodem pro náhradu zde mohou být tyto skutečnosti:
- Zařízení již nestačí svým výkonem, i když je ve výborném stavu (je zastaralé).
 - Zařízení morálně zastaralo.
 - Zařízení vykazuje nadměrné náklady na údržbu a opravy.
 - Výkon současného zařízení klesá, s čímž rostou výrobní náklady.
- B. Strojní zařízení, jehož části v určitém okamžiku selžou. Zde se nabízí několik variant jak těmto problémům předcházet nebo je řešit.
- Systém se opravuje, pouze pokud strojní část selže (údržba po poruše).
 - Zařízení se prohlíží v pravidelných intervalech a prvky se vyměňují podle jejich opotřebení, které se projevuje např. vibracemi, hlukem, netěsnostmi, apod. (preventivní údržba).
 - Výměna součástí v pravidelných intervalech (preventivní údržba).

Teorie obnovy vychází z pravděpodobnosti a statistiky a definuje několik základních charakteristiky, které popisují stav strojní části. Pro úplné pochopení uvedených vztahů je nutné doplnit význam jednotlivých proměnných.

- $p(t)$ pravděpodobnost selhání prvku v čase t ,
- $p(T>t)$ pravděpodobnost přežití věku t ,
- $p(T<t)$ pravděpodobnost vzniku poruchy do času t ,
- $p_0(t)$ podmíněná pravděpodobnost selhání,
- t věk prvku,
- T doba fungování prvku,
- $N(t)$ počet prvků, které fungují v čase t ,
- H plánovací horizont.

Základní vybrané základní charakteristiky jsou uvedeny v textu. Charakteristiky pracují z pravidla s pravděpodobnostmi výskytu daných jevů, které ve složitějších rovnicích transformují až do rovnice procesu obnovy, která udává, kolik prvků je nutné v časovém úseku obnovit a stanovuje tzv. limitní hodnotu obnovy a optimální cyklus obnovy zařízení z hlediska nákladů na jeho selhání [66], [67].

Pravděpodobnost selhání části v čase t

Udává pravděpodobnost, že náhodně vybraná část stroje selže v čase t , tedy před dosažení času $t+1$, viz vzorec (5).

$$p(t) = \frac{N(t) - N(t+1)}{N(0)} \quad (5)$$

Pravděpodobnost přežití věku t

Udává pravděpodobnost, že náhodně vybraná součást přežije čas t , viz vzorec (6).

$$p(T > t) = \frac{N(t)}{N(0)} \quad (6)$$

Podmíněná pravděpodobnost selhání

Udává pravděpodobnost, že náhodně vybraná část stroje, která přežila čas t , selže v následujícím časovém období, tedy v časovém intervalu $(t, t+1)$, viz vzorec (7).

$$p_c(t) = \frac{N(t) - N(t+1)}{N(t)} \quad (7)$$

Střední doba životnosti prvku

Střední doba životnosti prvku v souboru je doba, která uplyne od počátku fungování části až po její selhání, za předpokladu, že k selhání dochází vždy na konci uvažovaného období, viz vzorec (8).

$$\bar{t} = \sum_{t=0}^{\infty} (t+1)p(t) \quad (8)$$

Optimální cyklus obnovy z hlediska nákladů na jeho selhání

Zde je úkolem stanovit takový plánovací cyklus obnovy D tak, aby celkové náklady na plánované obnovy (C_1) a náklady na poruchové obnovy (C_2) za dostatečně dlouhou dobu H byly co nejnižší. Počet obnov zařízení za tuto dobu je definován poměrem, viz vzorec (9).

$$\frac{H}{t_D} \quad (9)$$

Proto počet plánovaných obnov za cyklus musí být, viz vzorec (10).

$$\frac{H}{t_D} p(T > D)$$

(10)

Kde $p(T > D)$ je pravděpodobnost, že se zařízení dožije alespoň věku D , viz vzorec (11).

$$\frac{H}{t_D} p(T \leq D) = \frac{H}{t_D} [1 - p(T > D)]$$

(11)

Pokud náklady na plánované obnovy jsou C_1 a náklady na neplánované obnovy jsou C_2 , potom lze jednoduše stanovit i celkové (úhrnné) náklady na obnovy N_c , viz vzorec (12). Celkové náklady N_c pak představují minimalizační ukazatel.

$$N_c = c_1 \frac{H}{t_D} p(T > D) + c_2 \frac{H}{t_D} [1 - p(T > D)]$$

(12)

Teorie obnovy poskytuje velmi silný prediktivní nástroj, který poskytuje jak informace o tom, kdy pravděpodobně porucha nastane, jaké je střední doba životnosti součásti, jaké náklady pravděpodobně vzniknou i jaké je jejich optimum (tedy kombinace mezi náklady na plánovanou a neplánovanou obnovu). Tento nástroj je však velmi silně závislý na přesnosti stanovení všech konstant, které do výpočtu vstupují (C_1 a C_2), zamýšleném časovém intervalu a zejména na stanovení jednotlivých pravděpodobností vzniku poruchy do času t .

Vzhledem k povaze celé Teorie obnovy a její matematické i časové náročnosti je tento nástroj vhodný pro téměř laboratorní použití. Své uplatnění nachází u výrobců výrobních strojů (frézek, soustruhů, automotive, apod.) např. v testovacích centrech. V praxi výrobních průmyslových podniků je teorie obnovy, díky její matematické a časové náročnosti pro řízení údržby, naprosto nepoužitelná.

1.5.2 Teorie spolehlivosti

Velmi podobnou disciplínou, která se zabývá vznikem poruch, je teorie spolehlivosti. Spolehlivost je souhrnný termín pro popis pohotovosti faktorů, které ovlivňují bezporuchovost, udržovatelnost a zajištěnost údržby. Jinými slovy zabývá se změnami jakosti v čase provozu. Teorie spolehlivosti pracuje s pojmem intenzita poruch, která je dána vztahem [42], viz vzorec (13).

$$\lambda = \frac{f(t)}{1 - F(t)} = \frac{f(t)}{R(t)},$$

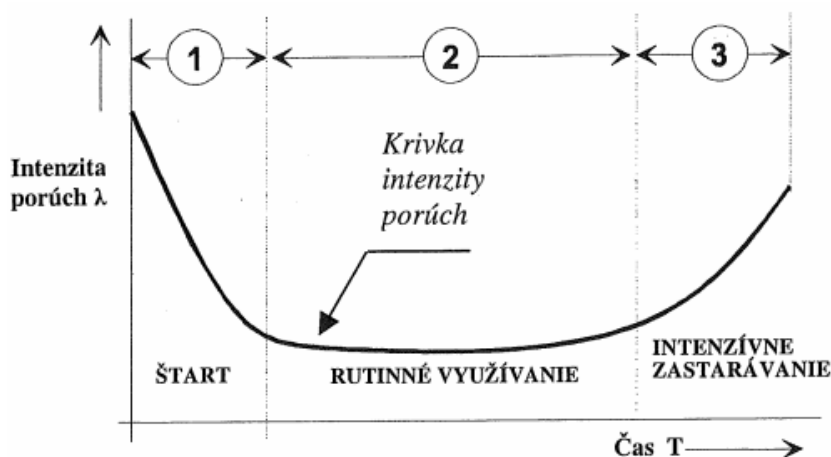
(13)

Kde $F(t)$ je rozdělení pravděpodobnosti doby do poruchy a $f(t)$ je hustota pravděpodobnosti doby do poruchy. Matematicky se jedná o diferenciál pravděpodobnosti doby do poruchy podle času [42], viz vzorec (14).

$$f(t) = \frac{dF(t)}{d(t)}$$

(14)

Na základě těchto vztahů byla empiricky stanovena tzv. vanová křivka, která určuje všeobecný průběh intenzity poruch strojního zařízení, viz Obrázek 1-10. Empiricky bylo dokázáno, že intenzita poruch se mění s časem. Tato křivka je vždy unikátní pro konkrétní zařízení. Znalost křivky intenzity poruch u klíčových zařízení umožní zařadit v průběhu životnosti údržbářskou, či opravárenskou činnost [42].



Obrázek 1-10: Všeobecný průběh intenzity poruch [42]

Na základě intenzity poruch, jednou ze základních veličin, se kterými teorie spolehlivosti pracuje je střední doba mezi poruchami (MTBF – Mean Time Between Failures). V praxi se často pracuje s převrácenou hodnotou této veličiny, frekvencí poruch.. MTBF slouží k hodnocení spolehlivosti výrobního zařízení. Další odvozenou veličinou je střední doba do poruchy (MTTF – Mean Time To Failure), která je hodnocena u zařízení, která se nevyplátí opravovat. Obě tyto veličiny nabývají časových hodnot, tedy čím větší hodnotu dostanu, tím lépe.

Ačkoli teorie spolehlivosti je v praxi více používaná, nežli teorie obnovy, její užití není veliké. Používaná je např. u podniků, které vyrábějí vysoce přesné součásti, nebo součástí které mají dopad na kritické znaky, např. na bezpečnost.

Všechny metody a postupy operačního výzkumu poskytují užitečné informace o stavu systému nebo o jeho pravděpodobném stavu v blízké budoucnosti. Jejich síla spočívá v možnosti předpovědět určitý jev. Touto předpovědí však celá funkce těchto metod končí. Žádná z těchto metod totiž neposkytne návod ani metodu nebo ověřený postup, jak očekávaný jev změnit, ani jaká nápravná opatření je třeba vytvořit, pokud tento jev již nastane. Z tohoto důvodu většina podniků tyto metody nepoužívá. Pokud tyto informace podnik má (jsou např. součástí technické dokumentace stroje), z pravidla s nimi nepracuje. Mnohem častější je však situace, kdy výrobce strojního zařízení tyto informace má zpracované a na základě nich poté do technické

dokumentace navrhne intervaly generálních seřízení a oprav stroje. Tyto informace jsou pak podnikovým tajemstvím výrobce a koncový zákazník (v našem případě výrobní podnik) o nich absolutně neví.

1.6 Shrnutí poznatků a teoretických východisek práce

První část práce se zabývá důkladnou rešerší dostupné literatury v oblasti řízení životního cyklu produktu, stanovování a řízení nákladů životního cyklu produktu s důrazem na povýrobní fáze, zejména údržbu. Dále se rešerše věnují vlastnímu řízení údržby, servisní logistice a matematickým metodám. Jsou identifikovány dva rozdílné přístupy k definování údržby strojů a zařízení a to z hlediska životního cyklu produktu (procesní přístup – údržba jako soubor činností) a servisní logistiky (logistický přístup – údržba v distribučním řetězci).

Na základě provedených rešerší lze provést následující shrnutí poznatků:

- Zkracování délky životního cyklu produktů, výrobní fáze není ta, která rozhodující měrou ovlivňuje celkové náklady životního cyklu. [13], [15], [2], [68].
- O koupi produktu nerozhoduje pouze pořizovací cena a technické parametry produktu, ale i servis a další služby, které výrobce poskytuje zákazníkovi [20].
- Nedostatečné zaměření výrobců strojů a výrobních zařízení na požadavky zákazníka v oblasti servisu produktu.
- Opakovanost výroby zásadně ovlivňuje návrh i způsob řízení údržby. S vzrůstající opakovaností je potřeba vyšší standardizace procesů a vzrůstá prioritita plánu výroby. Naopak se vzrůstající opakovaností klesá potřebná kvalifikace pracovníků, univerzálnost a zastupitelnost strojů i možnost převedení autonomních údržbářských aktivit na stroj, apod..
- Metodika řízení nákladů v celém životním cyklu produktu vychází z ČSN EN 60300-3-3, [33]. Základem pro stanovení nákladů je model životního cyklu produktu, na kterém se vypracuje analýza předpokládaných nákladů. Podle [20] je možné v podstatě použít jakýkoli model životního cyklu produktu. Následná analýza nákladů pak závisí na daném modelu a jeho kvalitě.
- Metody řízení nákladů nepředpokládají speciální způsob kalkulace nákladů údržby. Není proto třeba volit speciální metodu řízení nákladů údržby. Nicméně podnik by měl zahrnovat tyto náklady do své kalkulace a použít metodu, kterou [28], [20], [31].

- Chybí systematické provázání mezi údržbou produktu a jeho udržovatelností, definovanou v návrhu produktu. Analýzy FMEA, FTA, Ishikawa nejsou primárně zaměřeny na udržovatelnost [69].
- Metody ABC a XYZ představují efektivní způsob jak třídit skladovaný materiál v podniku a jsou použitelné i pro náhradní díly [61], [62], [64].
- Údržba po poruše vykazuje zpravidla daleko vyšší náklady než údržba před poruchou [42], [70].
- Riziko výroby nekvality nebo výpadkům strojů představuje vysoké ztráty disponibilních kapacit. Údržba je proto jednou z aktivit s velkým potenciálem pro zvýšení produktivity [42].
- Spolu se snahou podniků zeštíhlit své vnitropodnikové procesy, důležitost systému řízení údržby vzrůstá. Každý potenciální výpadek zařízení, může znamenat vyšší ztráty.
- Matematické metody týkající se údržby (teorie obnovy a teorie spolehlivosti) jsou pro vnitropodnikové řízení údržby v průmyslovém podniku, kvůli jejich časové náročnosti a matematické složitosti, nepoužitelné [66], [67].
- Metoda SWOT, která může být použita pro identifikaci stavu údržby podniku, nepracuje systematicky s oblastmi související s údržbou. Proto chybí ucelený způsob jak systematicky určit stav údržby podniku [71].
- Pro určení hlavního objektu a cíle racionalizace je nutné stanovit komplexní metriky, které zahrnují finanční, kvalitativní i časové ukazatele.
- Celková efektivnost zařízení (OEE) a její dílčí komponenty jsou nejčastější a nejkompexnější nástroj na vyhodnocování celkové efektivity výrobního zařízení [42], [72].
- Úspěšná implementace systému řízení údržby je dlouhodobá záležitost. Proto účinnost nastavených metod a opatření ve výrobních i údržbářských procesech je závislá zejména na jejich udržitelnosti a tudíž je ji možné ověřit pouze dlouhodobým sledováním a periodickým vyhodnocováním [71], [45], [51], [42].

Kapitola přehled současného stavu problematiky začleňuje údržbu do širších souvislostí v průmyslovém podniku. Na základě prostudované literatury a výše uvedených závěrů z rešerší, byly definovány dílčí teze práce charakterizující zkoumanou problematiku:

- Existují dva rozdílné nepropojené přístupy k řízení povýrobních fází produktu, procesní přístup dle Product Life Cycle Managementu a logistický přístup dle servisní logistiky.
- Většina systémů řízení životního cyklu produktu, včetně nákladů je orientována na předvýrobní nebo výrobní fázi nikoli na povýrobní. Life Cycle Costing (LCC) představuje systematický přístup k řízení nákladů životního cyklu, neposkytuje však použitelný návod řízení nákladů v oblasti údržby.
- Před každou racionalizací procesu je tento proces nutné nejprve standardizovat. Nedostatečná standardizace procesu údržby ztěžuje zavádění metod PI i znemožňuje kalkulace nákladů. Metoda 5S může být použita jako základ standardizace procesů v údržbě.
- Norma ČSN EN 13306 definuje základní pojmy v oblasti řízení údržby. Nestanovuje však způsoby ani postupy, jak docílit efektivní údržby strojů a zařízení. Metody Total Productive Maintenance (TPM) a Integrated Logistics Support (ILS) standardizují údržbu a logistické zajištění a tím i spojené procesy.
- Údržba je definována jako průřezová aktivita napříč podnikem, není však stanoveno, které vnitropodnikové útvary s ní přímo souvisí. Při optimalizaci procesů údržby je nutné racionalizovat všechny související procesy
- Ačkoli důsledky výpadků strojů jsou všeobecně známé, podle průzkumu v současných průmyslových podnicích 60% všech činností spojených s údržbou představuje údržba po poruše, 30% údržba na konci směny, zbylá část lze označit jako údržba s cílem předcházet poruchám. Existuje mnoho metod průmyslového inženýrství použitelných při řízení údržby (5S, SMED, vizuální management, kaizen, apod.) Metody nejsou systematicky používány v souvislosti s řízením údržby.

2 CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Z uvedených východisek a dílčích tezí disertační práce plyne, že pro zvýšení zákaznické spokojenosti, snížení nákladů v údržbě a tím i udržení konkurenceschopnosti podniku je nutné, aby podniky chápaly význam řízení údržby a jejího logistického zajištění, neboť náklady na logistické zajištění představují významnou část ve výsledných nákladech na servis produktu. Na základě výše definovaných teoretických závěrů a dílčích tezí je stanoven hlavní cíl disertační práce.

Cílem práce je vytvořit metodiku hodnocení a zvyšování úrovně systému řízení údržby v průmyslovém podniku

Východiskem pro návrh byly řešerše odborné literatury v oblastech řízením životního cyklu produktu, řízení údržby, servisní logistice, nákladů, metod štíhlé výroby. Pro úspěšné splnění cíle disertační práce je nutné splnit řadu dílčích cílů. Jejich níže uvedená posloupnost tvoří nutné kroky pro dosažení hlavního cíle.

- Definovat produkt, pro který je metodika určena.
- Vymezit řízení životního cyklu produktu a definovat povýrobní etapy.
- Vymezit řízení údržby v povýrobních etapách a definovat procesy v údržbě.
- Vybrat efektivní přístupy a metody pro systém řízení údržby.
- Definovat metody pro zefektivnění procesů souvisejících s řízením údržby.
- Vytvořit metodiku pro diagnostiku úrovně systému řízení údržby.
- Vybrat metody pro jednotlivé části metodiky.
- Stanovit způsoby dosažení hospodárnějšího řízení údržby.
- Validovat metodiku hodnocení úrovně systému řízení údržby.

Vytvoření systému řízení údržby s ohledem na hospodárnost a udržovatelnost přinese podnikům následující benefity:

- zvýšení transparentnosti v procesech řízení údržby,
- standardizaci procesu údržby,
- zvýšení dostupnosti a pohotovosti zařízení,
- transparentní podklad pro systém stanovení nákladů údržby,
- snížení nákladů na údržbu (práce, materiál i energie),
- snížení počtu poruch a doby trvání prostojů při poruše,

- zvýšení kvality výroby a snížení počtu reklamací,
- poskytnutí informace o udržovatelnosti strojního zařízení.

Z hlavního cíle a dílčích podcílů práce byly stanoveny čtyři hypotézy, které jsou v rámci této disertační práce ověřovány.

Hypotéza H1:

„Metodiku pro hodnocení úrovně systému řízení údržby lze použít v jakémkoli průmyslovém podniku, metodika poskytne reálný obraz stavu řízení údržby a souvisejících oblastí.“

Hypotéza H2

„Úroveň systému řízení údržby je závislá na obecných charakteristikách podniku jako jsou velikost podniku, typ podniku a výroby, hlavním předmětu podnikání, používání metod průmyslového inženýrství, úrovni řízení výroby, apod., tyto charakteristiky ovlivňují i potřebnou úroveň systému řízení údržby a s ní spojená opatření.“

Hypotéza H3

„Analytickou část navržené metodiky lze využívat pro periodické hodnocení úrovně systému řízení údržby.“

Hypotéza H4

„Změny systému řízení údržby, které povedou ke zvýšení jeho úrovně a snížení nákladů spojených s údržbou, vycházejí z výsledků analytické části.“

3 POUŽITÉ VĚDECKÉ METODY

Kapitola použité vědecké metody v krátkosti uvádí základní vědecké přístupy a metody, které jsou v práci obsaženy. Aplikace těchto metod vedla i ke vzniku nově navrhované metodiky hodnocení úrovně systému řízení údržby s ohledy na hospodárnost. Tato metodika je vytvořena s pomocí nejen obecných vědeckých metod, ale i několika specifických. Pro popis použitých metod v disertační práci je použito především literatur [73], [74].

3.1 Obecné vědecké metody

Mezi obecné vědecké metody členíme empirické a logické metody. Metody empirické jsou založeny na obrazu reality. Do těchto metod patří takové metody, v nichž se odraz jevů zprostředkuje smyslovými vjemy. Jedná se o metody, kterými je možno zjistit konkrétní vlastnosti objektu nebo procesu v realitě. Tyto metody členíme do podskupin podle způsobu jejich realizace na [74]:

- Pozorování – je cílevědomé a plánované sledování určitých procesů či skutečností. Pozorování poskytne informace o jevu či objektu. Pozorování je často základem výzkumu.
- Měření – je podkladem pro srovnávání vlastností procesů či objektů. Pro vlastnosti musí platit, že jsou stejné třídy a jsou vzájemně srovnatelné.
- Experimentování – je pokus, kdy jsou podmínky a vlastnosti tohoto pokusu záměrně nasimulovány tak, aby bylo docíleno navození chtěného stavu.

Metody logické, které zahrnují množinu metod využívajících principy logiky a logického myšlení. Patří k nim trojice „párových metod“:

- Abstrakce – (odhlížení) je vědecká metoda, při níž se oddělují nepodstatné, nahodilé vlastnosti zkoumaného jevu či objektu od vlastností obecných a podstatných. Myšlenkové odhlížení umožňuje zjistit obecné vlastnosti a vztahy, což vede k objasnění podstaty jevu.
- Generalizace - (metoda zobecnění) je vědeckou metodou, kdy je informace o jednotlivém jevu či objektu vztažena na celou třídu (skupinu) jevů či objektů. Podstatou je přisouzení vlastnosti zjištěné u užší skupiny skupině širší.
- Analýza - je myšlenkové rozložení zkoumaného jevu na dílčí složky, které se stávají předmětem dalšího bádání
- Syntéza - je myšlenkové spojení jednotlivých částí v celek. Při syntéze sledujeme vzájemné souvislosti, které pomáhají k odhalení vnitřních zákonitostí celku.
- Indukce – (postup od zvláštního k obecnému) je zkoumání jednotlivé události (jevu, faktu), na základě něhož je potom vyvozován obecný závěr. Indukce znamená odvozování všeobecných tvrzení z empirického materiálu na základě mnoha poznatků o jednotlivostech

- Dedukce - (postup od obecného ke zvláštnímu) je metoda, kdy je vyvozováno z obecného jednotlivé. Jedná se o myšlenkový proces, kdy se z premis použitím určitých pravidel a postupů dospěje k novému tvrzení.
- Komparace - (srovnání) je jednou z nejpoužívanějších vědeckých metod práce. Umožňuje stanovit shody a rozdíly jevů či objektů.
- Analogie - (obdoba) spočívá v hledání či nalezení totožného vztahu mezi zkoumanými jevy či objekty. Jedná se o myšlenkový proces, při kterém na základě znalostí vztahů či procesů jevu lze usuzovat o vlastnostech podobného jevu, který je zkoumán.

Každé fázi vědecké práce či výzkumu zpravidla odpovídají určité metody, které v konkrétní fázi práce převažují. Je však zřejmé, že realizovaného výstupu odborné aktivity je vždy dosaženo za použití kombinace několika metod.

3.2 Specifické vědecké metody

Kromě obecných vědeckých metod byly v práci použity i specifické metody. Specifické metody sloužily v různých částech metodiky, jak pro její sestavení, získávání dat a tvorbu diagramů tak i pro ověření.

3.2.1 Obecné metody měření postojů

Postoje jedince k dané situaci nelze zjistit přímo. Proto se nejčastěji pro měření postojů používají různé stupnice. Podle [75] při zjišťování postoje zjišťují tyto atributy:

- škály a škálování – ve smyslu nástroje nebo stupnice pro měření postoje,
- typologie škál – zdroj [75], rozlišuje škály na nominální, intervalové, poměrové a ordinální,
- reliabilita a validita škál – je dána opakovanou shodou při měření stejného vzorku populace k určité problematice. Validita škály je dána správností zadání otázky. Škála je validní, pokud je i otázka validní.

Každý jedinec si k dané problematice i otázce tvoří vlastní postoj. U postojů mohou dle [75] nastat dva extrémní případy a to naprostý souhlas (pozitivní vztah) a naprostý nesouhlas (negativní vztah). Oba extrémní postoje zaujímá naprostá minorita podniků, nejčastějším jevem je, že lidé rozeznávají situace méně extrémně. Měření nejčastěji reflektuje sedmistupňovou škálu, ale lze použít jakoukoli licho-stupňovou škálu.

Obecné metody měření postupů jsou použity při vyhodnocování dat sesbíraných pomocí strukturovaného rozhovoru a standardizovaných podkladů.

Sémantický diferenciál

Metoda sémantické diference - Touto metodou se měří význam slov a postojů k danému pojmu. Jádrem metody je hodnocení pochopení dané situace pomocí ohodnocení situace mírou souhlasu s dvěma extrémními adjektivy.

V podstatě existují dva přístupy k práci se sémantickým diferencíálem. Jedna z nich umožňuje výzkumníkovi spolehnout se na ověřené dimenze a k nim příslušné škály (dvojice bipolárních adjektiv ve druhém přístupu pak výzkumník ladí na základě dat podobu sémantického diferencíálu obměnou škál a specifikací pojmů, relevantních pro dané škály.

Nejčastější provedení sémantického diferencíálu je pomocí strukturovaného rozhovoru a dotazníku [75], [76].

Likertova škála

Neboli metoda sumovaných odhadů, jejímž autorem je R. Likert, který klasifikoval zkoumané verbální projevy. Metoda konstatuje a definuje už vzniklý stav. Svým charakterem je vhodná pro analytické části racionalizačních postupů. Likertova škála je metoda měření postoje na základě vnímání dané situace. Oproti sémantickému diferencíálu používá pouze jeden rozměr postoje a to souhlas a nesouhlas.

Při porovnání se sémantickým diferencíálem zjistím, že Likertova stupnice používá pouze krajní body hodný/ zlý, hezký/ ošklivý. Je tedy založena na výrocích, které jsou formulovány jako jednoznačná tvrzení a jsou doplněny o stupnici souhlasu 1-2-3-4-5 (od "Zcela nesouhlasím" ke "Zcela souhlasím") [75], [76].

Metoda škálogramové analýzy

V roce 1944 přišel L. Guttman s modelem škálovací techniky, která předpokládá, že pokud dotazovaný souhlasí s extrémním výrokiem na škále, bude souhlasit i se všemi méně extrémními výroky, které tomuto extrémnímu výroku předcházely. Jedná se o jednodimenzionální škálu, ve které se položky vztahují pouze k jedné dimenzi. Škálogramová analýza se v praxi velmi podobá metodě stejně se jevících intervalů. Často může poskytovat zavádějící výsledky, protože při hlubším posouzení nemusí znamenat to, co naznačují. Z tohoto hlediska není příliš vhodná pro manažerské rozhodování, kde je důležitým faktorem čas a tato metoda je poněkud zdouhavá. Tato metody nejlépe funguje, pokud jsou konstrukce hierarchické a vysoce strukturované. Metoda je při zpracování škály náročná a dosti často i kritizovaná, jelikož při daném počtu položek (10 - 12) je náročné vytvořit škálu [76].

Vzhledem k tomu, že je hodnoceno celkem 20 rozdílných ukazatelů, je nutné dodržet rozsah stupnice. V případě představované metodiky se jedná o licho-stupňovou škálu 0-10 bodů. Vlastní rozdělení bodů v jednotlivých škálách se může lehce odlišovat. Sémantický diferencíál spolu s Likertovou škálou a škálogramovou analýzou byly použity jako základ hodnotící tabulky pro hodnocené ukazatele metodiky.

3.2.2 Metody párového srovnávání

Metody komplexního hodnocení (např. použitá MCA) vyžadují i stanovit váhy jednotlivých kritérií/ skupin kritérií hodnocení, které vyjadřují číselně důležitost kritérií z hlediska hodnocení. Čím je kritérium významnější, tím je jeho váha větší. Pro dosažení srovnatelnosti vah souboru kritérií stanovených různými metodami se tyto váhy zpravidla normalizují tak, aby jejich součet byl roven jedné [65]. Mezi metody párového srovnávání kritérií patří:

- Metoda párového srovnávání,
- Metoda alokace 100 bodů,
- Metoda stanovení preferenčního pořadí kritérií,
- Saatyho metoda,
- Metoda postupného rozvrhu vah.

V práci je použito Saatyho stanovení vah kritérií, které lze rozdělit do dvou kroků. První krok je analogický metodě párového porovnání, kdy se v matici opět zjišťují preferenční vztahy dvojic kritérií, v jejichž řádcích i sloupcích jsou zapsána kritéria. Na rozdíl od metody párového porovnání se však kromě směru preference dvojic kritérií určuje také velikost této preference, která se vyjadřuje určitým počtem bodů ze zvolené bodové stupnice. Při tvorbě metodiky je použito Saatyho metody, neboť právě tato metoda umožňuje určení velikosti preference daného kritéria.

3.2.3 Multi Criteria Analysis

Multikriteriální (vícekriteriální) hodnocení (MCA) je hodnocení prováděné podle většího počtu různorodých kritérií. Na rozdíl od mono-kriteriálního hodnocení, je při multikriteriálním hodnocení použito porovnání z nejrůznějších hledisek. Multikriteriální hodnocení umožňuje vzájemně srovnávat jak kvalitativní, tak kvantitativní ukazatele. Multikriteriální hodnocení se skládá z několika komponent, které je nutné si ujednotit [65].

Ukazatele

Na rozdíl od cílů, které mohou být obecné, ukazatele musí být nadefinovány kvantifikovatelně, bez ohledu na to, že při neodborné definici hodnotící škály, může dojít k subjektivnímu zkreslení hodnocení.

Váhy

Váhy kritérií jsou z pravidla subjektivně ovlivňovány a to jak volbou metody, tak hodnotitelem, který váhy kritérií stanovuje. Zvýšení spolehlivosti a objektivity stanovených vah dosáhneme uplatněním většího počtu metod a využitím většího počtu hodnotitelů, např. týmem expertů složeného z 10 členů, za současného uplatnění různých týmových metod např. Brainstormingu.

Výběr varianty

Zkušenosti z užití multikriteriálního hodnocení ukazují, že pro stanovení preferenčního pořadí variant je vhodné použít většího počtu metod. To proto, že každá metoda vychází z určitých předpokladů, které nemusí být v praxi zcela přesně splněny, a proto získané výsledky nemusí být zcela spolehlivé. Větší počet použitých metod tak zaručuje zvýšení objektivity stanovení preferenčních pořadí variant.

Multikriteriální rozhodovací proces je založen zejména na hodnocení parametrů, které slouží pro hodnocení kvality variant nebo stavu objektu. Parametry P_i mají stejný význam pro posuzovaný problém, jejichž relativní význam se označuje jako váha ukazatele – w_i . Většinou

postup řešení porovnávání variant anebo alternativ multikriteriálním hodnocením spočívá v těchto krocích:

1. Vypracování n variant návrhů projektů pro $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$,
2. Zvolení souboru kritérií $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$,
3. Sestrojení transformační funkce – funkce užitku $U_i = f_i(P_j)$, kde $0 \leq U_i \leq 1$,
4. Určení vah parametrů w_i ,
5. Stanovení číselných ukazatelů pro všechny alternativy V_i, P_i, U_j ,
6. Zjištění celkové funkce užitku (U) pomocí částkových funkcí užitku U_i .

Multikriteriální hodnocení variant tvoří poměrně široké spektrum metod, ze kterých v jsou praxi nejvíce používané jednoduché, ale často sofistikované nástroje.

V návrhové metodice je použita variace multikriteriálního hodnocení, kdy místo varianty se hodnotí stavy podniku v různých fázích implementace stavu údržby $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$. Místo kritérií $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ jsou použity ukazatele $U_1, U_2, U_3, \dots, U_n$. Transformační funkce $U_j = f_j(P_i)$, kde $0 \leq U_i \leq 1$, je nahrazena kritériální rovnicí $F_{Krit} = f_i(U_j)$, kde $0 \leq U_i \leq 1$. Tím, že se hodnotí vždy aktuální stav, ukazatele a váhy jednotlivých oblastí musí být stanoveny již před samotným hodnocením [65]. Výsledný postup kritériální rovnice je následující:

1. Stanovení oblast O_i a jejich vah w_j ,
2. Stanovení souboru ukazatelů $U_1, U_2, U_3, \dots, U_n$,
3. Hodnocení stavu podniku $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$,
4. Sestrojení Kritériální funkce užitku $F_{Krit} = f_i(U_j)$, kde $0 \leq f_j \leq 1$,
5. Vyčíslení ukazatelů ve všech oblastech U_j ,
6. Stanovení celkové kritériální funkce (F_{Krit}) pomocí dílčích funkcí užitku U_j .

Multikriteriální hodnocení je jádrem pro hodnocení úrovně stavu systému řízení údržby a sestavení kritériální funkce. Jednotlivé oblasti systému řízení údržby jsou v rámci metodiky vzájemně porovnávány Saatyho metodou a ukazatele pomocí škál. Takto ohodnocené ukazatele a oblasti jsou následně podle upraveného vzorce multikriteriálního hodnocení sečteny do hodnoty kritériální funkce.

3.2.4 Metody generování náhodných čísel

Jedním z nejznámějších způsobů generování náhodných čísel je metoda Monte Carlo. Monte Carlo je skupina algoritmů pro simulaci chování systémů. Jde o stochastické metody používající pseudonáhodná čísla, tedy čísla, která se zdají býti náhodná, nicméně jsou generovány čistě deterministickým hardwarovým algoritmem.

Tato čísla lze v našem případě uvažované metodiky považovat za náhodná, neboť jejich perioda opakování je vzhledem k počtu potřebného statistického vzorku více nežli dostačující. Metoda Monte Carlo má široké využití od simulace experimentů přes počítání určitých integrálů až

třeba řešení diferenciálních rovnic. Základní myšlenka této metody je velice jednoduchá. Cílem je určení střední hodnoty veličiny, která je výsledkem náhodného děje. Vytvoří se počítačový model toho děje a po proběhnutí dostatečného množství simulací se mohou data zpracovat klasickými statistickými metodami, třeba určit průměr a směrodatnou odchylku.

Příloha A schematicky zobrazuje použití náhodně generovaných čísel pomocí metody Monte Carlo při ověřování analytické části metodiky. V levé části obrázku je zobrazena použitá metoda (Monte, MCA – Multikriteriální analýza, statistické vyhodnocení). Pro úplnost je potřeba uvést, že Monte Carlo bylo použito při ověření hranic v navrhované metodice. Aby bylo docíleno odpovídajícího statistického vzorku, tento experimentální simulační cyklus byl opakován 8192 krát a pseudonáhodná čísla byla generována v každém z dvaceti ukazatelů. Na takto generované náhodná čísla byla následně nasazena metoda MCA. Statistické metody byly použity při následné vizualizaci výsledku.

4 METODIKA HODNOCENÍ ÚROVNĚ SYSTÉMU ŘÍZENÍ ÚDRŽBY

Kapitola se věnuje vlastnímu návrhu metodiky hodnocení úrovně systému řízení údržby s ohledem na hospodárnost. Navrhovaná metodika má za cíl poukázat na problematickou oblast ovlivňující úroveň systému řízení údržby a nastítnit rámcové řešení, které povede ke zvýšení jeho úrovně. Metodika je členěna na dvě základní části, analytickou a prováděcí. Řízení údržby je velmi komplexní oblast, kde jednotlivé způsoby a přístupy závisí především na charakteristikách podniku, ve kterém se pohybujeme a cílů, kterých chceme dosáhnout. Proto i navrhovaná metodika může efektivně fungovat pouze v určité oblasti, která je v úvodu této kapitoly vymezena.

4.1 Vymezení a struktura navrhované metodiky

Metodika je navrhována speciálně s ohledem na požadavky průmyslových podniků. Pokud se zabýváme systémy řízení výroby nebo logistiky, musíme zohlednit specifika podniku i její situaci, stejně je tomu tak i u systémů řízení údržby. V této kapitole je metodika zařazena a jsou vymezeny požadavky na integraci z hlediska typu výroby, vytižení výrobních zařízení, kvalifikace pracovníků, způsobu plánování jak údržby, tak výroby, zastupitelnosti strojů a v neposlední řadě i kvalifikace jak výrobních, tak režijních pracovníků v podniku.

Kapitola „vymezení navrhované metodiky“ zdůvodňuje zaměření metodiky, její hlavní cíle, srovnání se stávajícími komplexními systémy řízení údržby a definuje požadavky na integrovaný systém řízení údržby podniku.

4.1.1 Požadavky integrovaného systému řízení údržby

Správně navržený systém řízení údržby musí pozitivně přispívat k celkové výkonnosti podniku, redukovat požadavky na oddělení údržby vinou chyb ve výrobním procesu. Pro správné nastavení údržbářských procesů je nutné nejprve stanovit požadavky. Na základě rešerší dostupné literatury a praxe v průmyslových podnicích byly definovány požadavky na systém řízení údržby v průmyslovém podniku, [77], [44].

Požadavky na systém řízení údržby byly zpracovány a shrnuty v publikaci [78].

Holistický přístup

Při vývoji systému řízení údržby, musí být údržba posuzována holisticky. Údržba produktu musí být začleněna jako nedílná součást životního cyklu produktu. To znamená, že na údržbu se nedíváme pouze jako na separátní aktivitu, která má za cíl prodloužit životnost zařízení, ale udržitelnost produktu musíme uvažovat již při návrhu produktu v jeho předvýrobní fázi (DfX) a to včetně požadavků na autonomní údržbu. Celistvostí systému chápeme, schopnost systému kombinovat jak velké, tak malé zásahy (vylepšení) stroje.

Integrace více přístupů

Integrace více přístupů k řízení údržby zajistí efektivní vyřešení každého problému, který se může v podnikové praxi objevit. V základu máme dvě hlavní intervence korektivní údržbu a preventivní údržbu. Na základě těchto intervencí můžeme rozeznat dalších pět strategií: Údržba po poruše, údržba dle návrhu produktu, údržba na základě používání, údržba na základě stavu zařízení, údržba na základě diagnózy. Konečný systém řízení údržby zařízení bude efektivní kombinací těchto intervencí.

Zohlednění dlouhodobého horizontu

Většina podniků se zaměřuje pouze na redukci viditelných nákladů v krátkodobém horizontu. To může mít závažné důsledky v dlouhodobém ohledu, viz důsledky špatné údržby zařízení. Správně navržený systém řízení údržby není zaměřen pouze na špičku nákladového ledovce, ale musí i odhalit a odstranit skryté příčiny problémů.

Orientace na zákazníka

Systém řízení údržby musí zvýšit nebo alespoň zajistit spokojenost zákazníka. Zákazník je ten, který vám platí za produkt (servis). V praxi tento jednoduchý požadavek není vůbec lehké naplnit. I z tohoto důvodu existuje několik podniků, které nabízejí externí řešení na klíč, jedná se zejména o konzultantské společnosti.

Přínos pro podnik

Správně navržený systém řízení údržby musí mít v popředí dostupnost, spolehlivost a bezpečnost výrobního zařízení. Implementace požadovaného systému řízení údržby musí mít pozitivní dopad na znatelném zvýšení hmatatelných i nehmataelných benefitů pro podnik.

Kvalifikace pracovníků

Pro získání vysoce kvalifikovaného pracovníka je nutné vyvinout značné úsilí v podobě zajištění kontinuálních školení zahrnujících motivaci zaměstnanců, bezpečnost práce, pracovní prostředí apod. Lidé jsou klíčovým faktorem úspěchu nejenom v oblasti údržby, ale celého podniku. Fakt nedostatku kvalifikovaných pracovníků výzkum. Kde bylo identifikováno, že pouze 4% dotázaných podniků věnovali nějaký čas školení pracovníků v oblasti údržby.

Systematický přístup

Podle [70] 81% dotázaných podniků nepoužívá žádnou specifickou metodu pro řízení údržby. Místo toho svůj systém staví pouze na základě zkušenosti z předchozího provozu nebo zkušenosti stávajících (znalostních) pracovníků. Nicméně co se stane, až tito pracovníci odejdou? Vývoj a implementace systému řízení údržby je náročný proces, při kterém se objevují různé překážky. Nedostatek systematické konzistentní metodologie, jinými slovy nedostatek rámce pro řízení údržby může být fatální pro něj. Systematický přístup lze zajistit různými manažerskými metodami a plánovacími cykly jako jsou PDCA, DMAIC.

Flexibilita

Flexibilita systému řízení údržby má dva významy. Prvním z nich je možnost nasazení a přizpůsobení konkrétním podmínkám a podniku. Druhým významem je možnost periodické revize systému s cílem jeho přizpůsobení měnícím se podmínkám v podniku i mimo něj.

Soustava metrik

Metriky slouží jako hodnotící nástroj. Periodicky zaznamenávané metriky poskytují manažerům společnosti zpětnou vazbu o stavu jejich výrobního systému. Mezi základní metriky, které by v žádném systému neměly chybět, patří OEE (Overall Equipment Effectiveness), MTBF (Mean Time Between Failures), MTTF (Mean Time To Failure), náklady apod.

IT podpora

Vhodná počítačová podpora se již stala nepostradatelným aspektem při řízení všech podnikových procesů (nevyjímaje skladování, plánování, sledování výrobních zakázek, zpracování dat, správy dokumentů apod.). Údržba se stala nedílnou součástí každého produktu, jak je uvedeno v [15]. Počítačová podpora je nutnou, ale nepostačující podmínkou. Pro zajištění efektivní podpory je vhodné např. použít nástroje CMMS (Computer Maintenance Management Software), CM (Computer management) technologie, metody doporučené RCM (FMECA (Failure Mode and Effects Computer Analysis), statistické modelování).

Úplnou implementaci systému řízení údržby není možné provést v krátkodobém horizontu. Nicméně plánování a dostatečná manažerská podpora jsou nutnými prerekvizity úspěchu. Proto, abychom se dokázali správně rozhodnout ohledně údržby zařízení, musíme mít jasnou představu o tom, jaké jsou požadavky a možnosti systémů řízení údržby. Teprve po tomto kroku lze stanovit směr, kterým se podnik bude ubírat.

4.1.2 Vymezení navrhovaného integrovaného systému řízení údržby

Ke každému podniku se pojí určité rysy, charakteristiky, které je nutné při jakémkoli zásahu do vnitropodnikových procesů zohledňovat. Proto i při návrhu systému řízení údržby je nutné brát ohled na tyto požadavky:

Typ výroby

Výrobu z hlediska vyráběných objemů lze rozdělit na dvě hlavní skupiny:

- výroba s nízkou opakovatelností (rozumíme kusovou, malosériovou výrobu),
- výroba s vysokou opakovatelností (rozumíme velkosériovou a hromadnou výrobu).

Hromadná výroba vykazuje nižší výrobní náklady na jednotku než výroba nízkých objemů. Tento fakt je dán zejména tím, že čím vyšší objemy produktu vyrábíme, tím dosáhneme nižších výrobních nákladů (rozpuštění režijních nákladů do více produktů). Výrobní operace jsou rychlejší, pokud se rozdělí do více jednoduchých kroků, které si pracovník dokáže

zautomatizovat. Pro vysoce opakovanou výrobu s vyšší fluktuací pracovníků je nutné vnitropodnikové procesy více standardizovat.

Představovaná metodika čerpá z principů pro hromadnou výrobu, které upravuje pro konkrétní potřeby malosériové až sériové výroby. Z tohoto důvodu lze metodiku použít jak při údržbě strojního zařízení ve vysoce opakované výrobě, tak nízko opakované výrobě. Nicméně z hlediska nákladovosti a hospodárnosti předpokládáme, že největší uplatnění metodika dosahuje u výroby s nižší opakovatelností. V podnicích velkosériové a hromadné výroby lze metodiku také použít, ale její opodstatnění je logické až při výrobě s nižší opakovatelností. Důvodem je skutečnost, že podniky vyrábějící ve vysokých objemech disponují i větším kapitálem a je pro ně z pravidla jednodušší zavést komplexní balíčky řízení údržby (např. TPM, RCM), včetně softwarového zajištění.

Velikost podniku

Pro výroby s nízkou opakovatelností jsou charakteristické malé a střední podniky. Tato vazba je zcela logická – výroba vysokých objemů vyžaduje produkci s nízkou průběžnou dobou, z pravidla jednoúčelové stroje, ke kterým se pojí i vyšší investice.

Přednosti podniků středních velikostí pramení z jejich charakteristiky. Z pravidla dokáží pružněji a rychleji reagovat na podněty, nežli rigidní struktury velkých podniků, jsou schopni vyplnit mezeru ve struktuře obchodních vztahů mezi velkými podniky (role subdodavatele), jsou tahouny inovací v průmyslu, často jsou i odolnější oproti hospodářské recesi, apod.

Na druhou stranu často se obtížněji dostávají ke kapitálu, informacím a znalostem, mají též menší schopnost eliminovat důsledky výkyvů trhu. Často též dochází k potlačení marketingových aktivit ve prospěch čistého obchodu, apod.

Z výše uvedených charakteristik, vyplývá, že pro malé a střední podniky se nevyplatí zavádět žádné robustní systémy řízení údržby (např. TPM) z důvodu jejich relativně vysokých investičních nákladů, vyšší kvalifikace zaměstnanců, vyšší flexibilitě, atd. Zde vzniká mezera pro optimalizace oblastí, týkajících se řízení údržbě postupně. Metodika hodnocení úrovně systému řízení údržby je navrhována pro oblast středních podniků.

Stav údržby v podniku

Metodika hodnocení úrovně systému řízení údržby s ohledy na hospodárnost nachází své největší uplatnění v podnicích, které mají již určitý způsob řízení údržby, kterým řídí údržbářské aktivity a zároveň s tímto systémem nejsou plně spokojeni. Často jde o situace, kdy i přes zaběhlý způsob řízení údržby dochází stále k výpadkům zařízení, opakovaným výměnám konkrétních strojních částí, situacím, kdy pracovník neví, co v dané situaci dělat, apod. Zde je vhodné využít navrhovanou metodiku, neboť nám umožní diagnostikovat úroveň údržby, nalézt nedostatky a případně využít možnosti racionalizace.

Užití metod štíhlé výroby

Dle [79] hromadnou výrobou se zabývají převážně velké průmyslové podniky. Tuto skutečnost potvrzuje i nutnost vyšších investičních nákladů pro pořízení jednoúčelových strojů. Oproti

hromadné výrobě, málo opakovaná výroba těží ze svojí flexibility, možnosti výroby na univerzálních strojích, nižších investičních nákladů, apod.

Proto lze stanovit, že pro oba typy výroby bude vhodný i jiný přístup k údržbě zařízení. Pokud se podíváme do historie štíhlé výroby, kam i např. TPM patří, zjistíme, že téměř všechny tyto metody byly vyvinuty jako alternativa k řízení hromadné výroby v USA v poválečném období. Prostředí TPS v této době vyžadovalo vyšší úroveň flexibility a postrádalo finanční kapitál. Proto vznikaly metody jako JIT, Jidoka, Poka-Yoke, kanban, 5S, TPM, apod.

U všech těchto metod si lze povšimnout společné charakteristiky. Všechny předpokládají a následně pracují s výrobními dávkami, kontinuálním tokem produktů nebo radikálně snižují možnost vzniku chyby, zejména z důvodu, aby se vadný produkt nedostal dále ve výrobním řetězci. Tyto charakteristiky jsou typické pro vysoce opakovanou až hromadnou výrobu. Větší podniky se v oblasti řízení údržby se potřebují opřít o robustní komplexní systém cílící na efektivitu a úspory. Takový systém již existuje, je jím TPM.

Pokud bychom chtěli bez patřičné modifikace zavádět tyto metody, dostali bychom se do „slepé uličky“, kde bychom je museli beztak upravovat do našich podmínek. Mezera, kterou metodika vyplňuje, se nachází v oblasti středně velikých podniků.

Hospodárnost

Návrh metodiky hodnocení úrovně systému řízení údržby, který je jádrem disertační práce, je koncipován s ohledem na hospodárnost. Hospodárnost je zde myšlena jak ve fázi implementace systému, tak ve fázi provozu funkčního systému. Princip hospodárnosti je definován jako poměr oceněných výstupů vůči vstupům, viz vzorec (15). Pokud se nejedná o speciální případy, jde podniku o maximalizaci tohoto poměru. Z matematické teorie víme, že čím vyšší hodnoty čitatele a nižší hodnoty jmenovatele dosahujeme, tím je výsledný poměr, hospodárnost, vyšší.

Metodika cílí na maximalizaci výstupů za minimálních vstupů. Zjednodušeně řečeno metodika nehledá nejlepší řešení, ale poskytuje nejefektivnější řešení za minimálních vstupů.

$$\frac{\text{Výstupy [peněžní jednotky]}}{\text{Vstupy [peněžní jednotky]}} \rightarrow \text{MAX} \quad (15)$$

Výstupem z metodiky je funkční systém řízení údržby. Tento nadřazený cíl je možno dělit do sub cílů, které lze hledat v každé z definovaných oblastí. Například oblast „standardizace“, zde můžeme měřit stupeň standardizace, počet standardizovaných procesů (údržby), apod. Finanční přínos lze vyjádřit v klesající chybovosti procesů, produktivitě, apod. Vstupem, který proto musíme splnit je pracovní síla a kvalifikace, ty jsou např. definovány hodinovou sazbou.

Souhrn požadavků a omezení

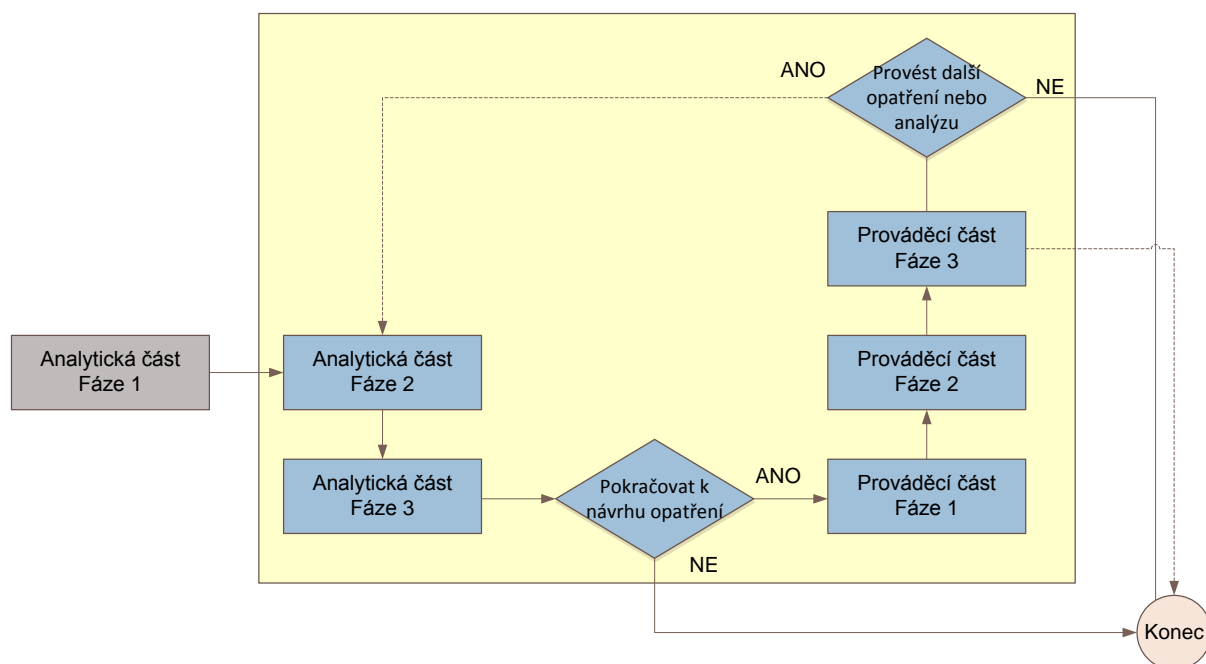
Uvedená metodika dále staví na několika předpokladech, které přímo ovlivňují jednoduchost jejího zavedení i její funkčnost v průběhu používání v podniku. Dále lze tvrdit, že metodika svou strukturou staví na silných stránkách podniku a zaměřuje se na slabé stránky podniku,

které primárně zlepšuje. Tabulka 4-1 přehledně uvádí souhrn předpokladů a omezení navrhované metodiky.

Atribut	Předpoklad a omezení
Velikost podniku	Středně velké podniky
Obor podnikání	Výrobní průmyslové podniky
Opakovatelnost výroby	Výroba s nižší opakovatelností
Složitost výrobních operací	Nerozhoduje, není omezením
Výrobní technologie	Výrobní stroje a zařízení
Počet zakázek/ vyráběných typů	Nerozhoduje, není omezením
Dostupnost dat	Dostupná data z informačních systémů, sledování, řídicích panelů, apod.
Primární zaměření	Funkční a hospodárné řízení údržby

Tabulka 4-1: Souhrn požadavků a omezení metodiky, [zdroj autor]

Navrhovaná metodika je členěna do dvou základních fází. Analytická fáze (dělena na dvě etapy – sběr dat a vyhodnocení) a prováděcí fáze, viz Obrázek 4-1. Fáze jsou voleny dle logické posloupnosti. Cílem první fáze je sběr dat, vyhodnocení a identifikace problémových míst v oblasti údržby. Součástí první fáze jsou i ukazatele podmiňující efektivitu navrhované metodiky. Druhá fáze je zaměřena na vlastní návrh systému řízení údržby, cílem je tedy stanovení návrhů na nápravné opatření. Zde jsou uvedeny nutné podmínky pro návrh – standardy evidence strojů, činností, plánu, a v poslední řadě metrik.



Obrázek 4-1: Metodika hodnocení SRÚ - struktura, [zdroj autor]

Metodika předpokládá dostupnost všech zdrojů potřebných v jednotlivých fázích postupu. Celkový diagram a rozpracování kroků v jednotlivých fázích je uvedeno v příloze, viz Příloha N

4.2 Analytická část

Jak již bylo uvedeno, navrhovaná metodika má sloužit jednak jako diagnostická metoda k určení úrovně systému řízení údržby a jednak k nalezení problematických míst v údržbě a navržení opatření, která povedou ke zlepšení úrovně systému řízení údržby a zvýšení jeho hospodárnosti.

Před samotným zaváděním opatření je nutné poznat současný stav podniku nejen v oblasti řízení údržby, ale i oblasti řízení výroby, sběru dat, organizační struktury podniku apod. Pro identifikaci stavu podniku v oblasti řízení údržby je tedy nutné provést analýzu podniku jako celku. Analytická část má dva hlavní cíle. Prvotním cílem je definování vstupů pro prováděcí část, druhotným cílem je zjištění stávajícího stavu a stanovení ukazatelů navrhované metodiky.

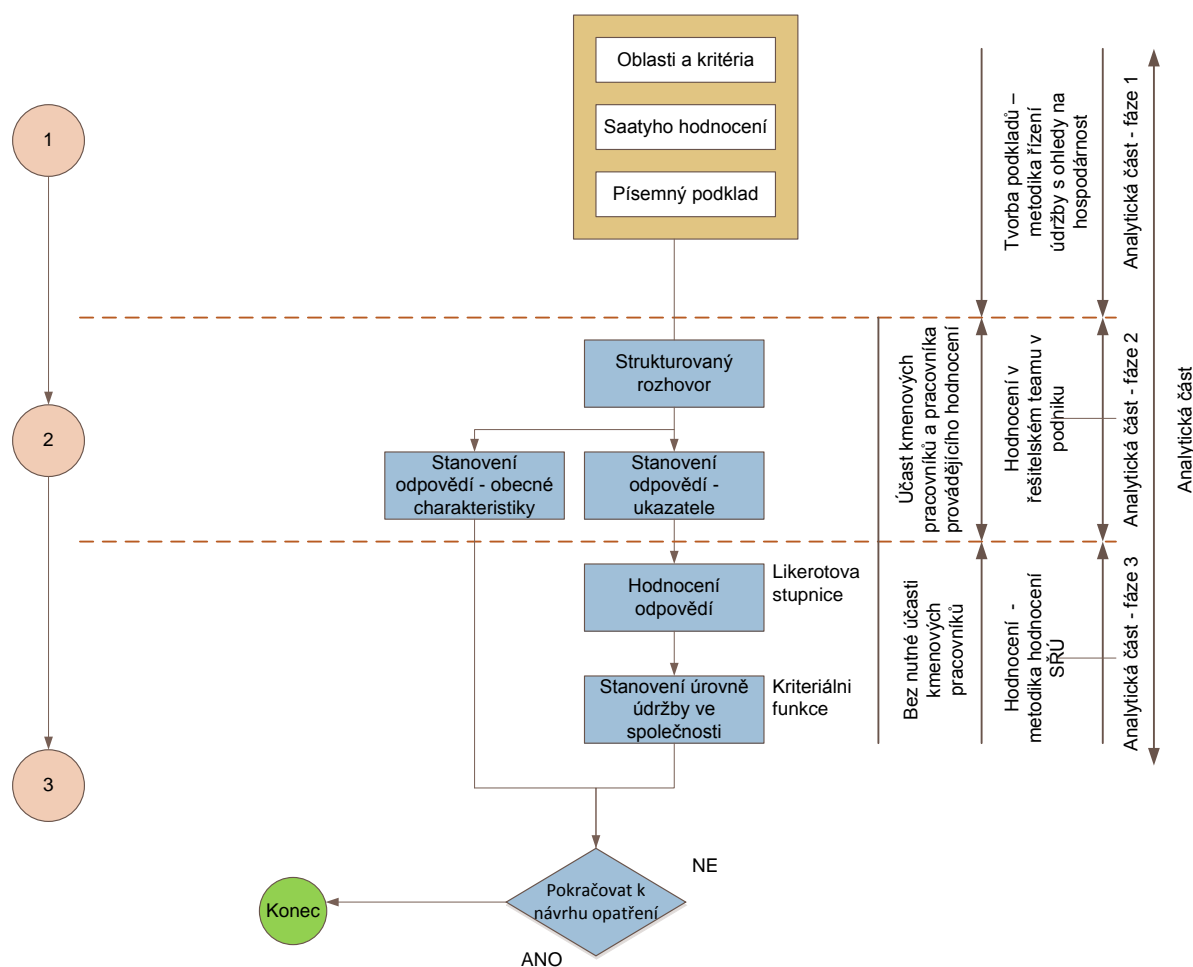
4.2.1 Průběh analytické části

Průběh analýzy podniku je nutné strukturovat, tak abychom docílili optimálního ho využití času a zároveň se dozvěděli co nejvíce informací. Průběh analytické části metodiky je navržen tak, aby splňoval oba požadavky na ní kladené, a to zajišťování výstupů pro prováděcí část nebo jako samotná diagnostická metoda, viz Obrázek 4-2.

Vlastní analytická část probíhá ve třech základních fázích. Fáze 1 se zabývá tvorbou podkladů, nutných pro hodnocení a fázi 2. Ve fázi 1 jsme se zaměřili na vytvoření podkladů pro strukturovaný rozhovor. Námi vytvořený podklad se skládá ze dvou částí. První část je obecná a charakterizuje podnik.

Obsahem fáze 2 je vyplnění podkladů z fáze 1 formou strukturovaného rozhovoru s kvalifikovaným pracovníkem. Tuto část může podnik vyplnit samostatně, viz Příloha F a Příloha G. Tímto krokem spoluúčast kmenových pracovníků na hodnocení stavu údržby dočasně končí.

Vyplněné podklady jsou ve fázi 3 ohodnoceny pomocí Likterovy stupnice a je stanovena hodnota dílčích oblastí i celkové kritériální funkce F_{krit} . Tabulka hodnocení je uvedena v příloze, viz Příloha H. Tato část je zpracována hodnotitelem. Hodnotící část je rozdělena podle navržených oblastí systému údržby, které jsou podrobně popsány v následující podkapitole.



Obrázek 4-2: Analytická část, [zdroj autor]

Pro stanovení celkové úrovně systému řízení údržby byla odvozena a vytvořena kriteriální funkce, jejímž výpočtem končí analytická část navržené metodiky. Výstupy z analytické části metodiky jsou:

- hodnota celkové úrovně systému řízení údržby v podniku,
- hodnota skóre jednotlivých oblastí,
- hodnota skóre jednotlivých ukazatelů,
- sumarizované obecné charakteristiky konkrétní společnosti.

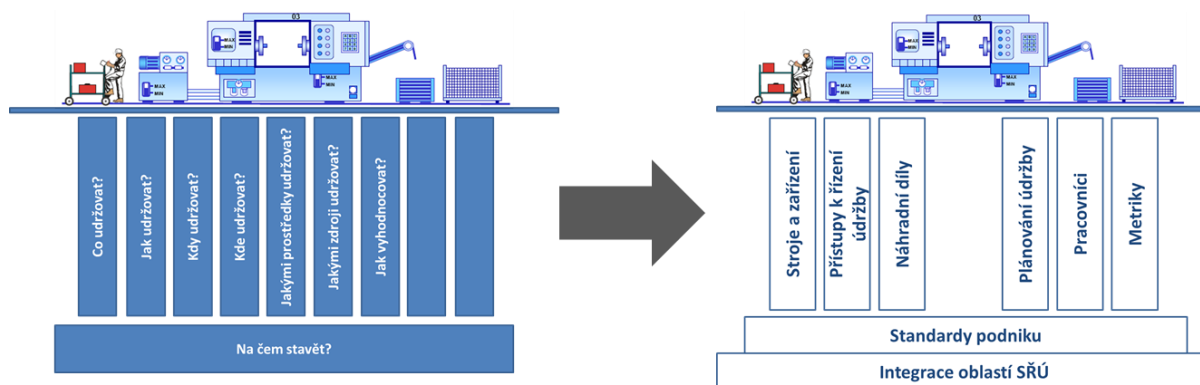
Tyto výstupy jsou dostatečné pro stanovení úrovně systému řízení údržby v podniku, pro určení oblastí, které potřebují vylepšit a definování rámcových opatření. Výstupy z analytické části jsou zároveň vstupy do prováděcí části. Protože analytická část nestanovuje žádné následné akce ani nedoporučuje další postup, jsou konkrétní výstupy z analytické části rozebrány na začátku prováděcí části v následující kapitole.

4.2.2 Analytická část – fáze 1

Fáze 1 je klíčovou fází celé analytické části. Fáze 1 má za úkol připravit všechny potřebné dokumenty pro zbytek analytické části. Fáze 1 obsahuje definování klíčových oblastí systému řízení údržby (včetně stanovení jejich důležitosti), stanovení obecných charakteristik a hodnocených ukazatelů SRÚ podniku.

4.2.2.1 Stanovení oblastí systému řízení údržby

Východiskem pro stanovení oblastí byly odpovědi na logické atributy každého systému. V prvním kroku je potřeba si vydefinovat, co udržovat. Následně jakým způsobem lze přikročit k údržbě, s jakými zdroji a na jakém základě lze stavět. Další skupinou těchto logických otázek je, kdy a kde údržbu provádět a jak ji vyhodnocovat. Vyhodnocovat tak, abychom docílili efektivního využití časového fondu i zdrojů. Finální podoba oblastí byla stanovena na základě rešerší dostupné odborné literatury a diskuzí s vedoucími pracovníky oddělení údržby, výroby, logistiky a v neposlední řadě i industrializace v českých průmyslových podnicích. Byly tedy stanoveny faktory a nástroje řízení údržby, viz Obrázek 4-3 které tvoří strukturu systému řízení údržby podniku.



Obrázek 4-3: Oblasti systému řízení údržby, [zdroj autor]

Stroje a zařízení

Klasifikace strojů je jednou z oblastí nutných pro řízení údržby. Pokud chceme cokoli udržovat, musíme nejprve vždy vědět co to je. Oblast klasifikace a evidence strojů a zařízení hodnotíme ze dvou základních hledisek a to podle toho jaká část strojních zařízení podniku je evidována v informačním systému a podle toho zdali jsou daná zařízení také klasifikována pro potřeby údržby.

Pracovníci

Neboli oblast řízení lidských zdrojů je jedním ze základních pilířů každého systému, řízení údržby nevyjímaje. Zde je hodnocen stupeň kvalifikace pracovníků údržby, výrobních pracovníků v oblasti základní péče o stroje a v neposlední řadě způsob získávání jejich kvalifikace.

Náhradní díly

Nedílnou součástí každého systému řízení údržby je logistika náhradních dílů a jejich skladování. Této části jsou hodnoceny procesy spojené s náhradními díly.

V oblasti náhradních dílů je hodnocen způsob jejich zajištění. Kdy je kladena preference na jejich interní zajištění a skladování ideálně na skladu náhradních dílů spadajícího pod oddělení údržby. Druhou částí této oblasti je jejich řízení ve smyslu jejich množství (objednacích množství, pojistných zásob, vedení jejich databáze, evidence o spotřebě, apod.)

Plán a plánování údržby

Plánování patří mezi klíčové manažerské funkce, proto se týká všech oddělení, údržbu nevyjímaje. Často se setkáváme se situacemi, kdy management podniku řeší otázku: Vyrábět v nejistotě, zdali se stroj neporouchá? Nebo provést údržbu zařízení a způsobit tím skluz výrobních plánů. Z teorie vyplývá, že tyto situace je potřeba řešit samostatně na základě priorit stanovených managementem podniku. V praxi je však situace často jiná

V hodnocené části je z hlediska teorie plánování myšlen střednědobý až krátkodobý charakter. Při hodnocení bylo hodnoceno, zdali se údržba plánuje, jak je zajištěn soulad plánů údržby a výroby a jaký je stupeň zajištění údržby externě.

Přístupy k řízení údržby

Přístupy k řízení údržby je myšleno konkrétní způsob zajištění údržbářských činností. V této oblasti se hodnotí 2 ukazatele. Prvním z nich je užití speciálních metod využitelných pro řízení údržby (např. TPM, RCM, BM, PM2, Diagnostických metod, metod PI, apod.). V druhém ukazatelů se hodnotí, do jaké míry jsou podle respondenta tyto metody účinné, efektivní.

Metriky efektivity řízení údržby

Procesy údržby, jako každé jiné podnikové procesy je nutné řídit. Proto, abychom mohli proces řídit, je potřeba řada kvantitativních ukazatelů. Tato oblast hodnotí pouze základní předpoklady – to zdali podnik nějaké metriky na konkrétní ukazatele používá. Již neřeší, zdali jimi používané metriky jsou správné. To je předmětem až prováděcí fáze.

Část metrik je klíčovou sekcí poskytující zpětnou vazbu o vývoji a přínosech racionalizačního úsilí. Hodnotí se zde používání specifických nástrojů pro vyhodnocování kvality, produktivity a nákladovosti řízení údržby.

Standardizace

Standardizace je zjednodušeně řečeno sjednocení pomocí zavádění jednotných vzorů. Vede ke koordinaci, kompatibilitě a opakovatelnosti v kvalitě nejen výroby, ale i ostatních podnikových procesů. V této oblasti je hodnocen stupeň standardizace (jaká část podniku je standardizována), kvalita standardů a jejich aktuálnost.

Podnikové standardy jsou základním pilířem každého výrobního systému. Bez řádných standardů v oblastech jak výroby, tak údržby nebo logistiky nelze zavádět žádný ucelený systém řízení. V této sekci hodnotíme jednak stupeň standardizace a evidenci dokumentů v podniku, tak standardizovaný systém kontinuálního zlepšování, který může sloužit jako základ produktivní údržby zařízení.

Integrace oblastí

Propojitelnost jednotlivých oblastí je myšlen soulad datové struktury napříč oblastmi. Propojitelnost oblastí se velice blízce dotýká i standardizace podniku. Nicméně některé věci se standardizují obtížněji. Příkladem mohou být např. data o evidenci strojů a zařízení. Kdy všechny stroje, které podnik vlastní musí být evidován v účetnictví podniku, nicméně zde budou stroje řazeny podle jejich odpisových skupin, pořizovacích nákladů, kalendářního data apod. Pro potřeby řízení údržby je nutné je klasifikovat a třídít z úplně jiných hledisek, např. poruchovost, stáří, typ technologie apod.

Takto vymezené oblasti představují nejen strukturu systému řízení údržby, ale též jednotlivé oblasti hodnocení v rámci strukturovaného rozhovoru.

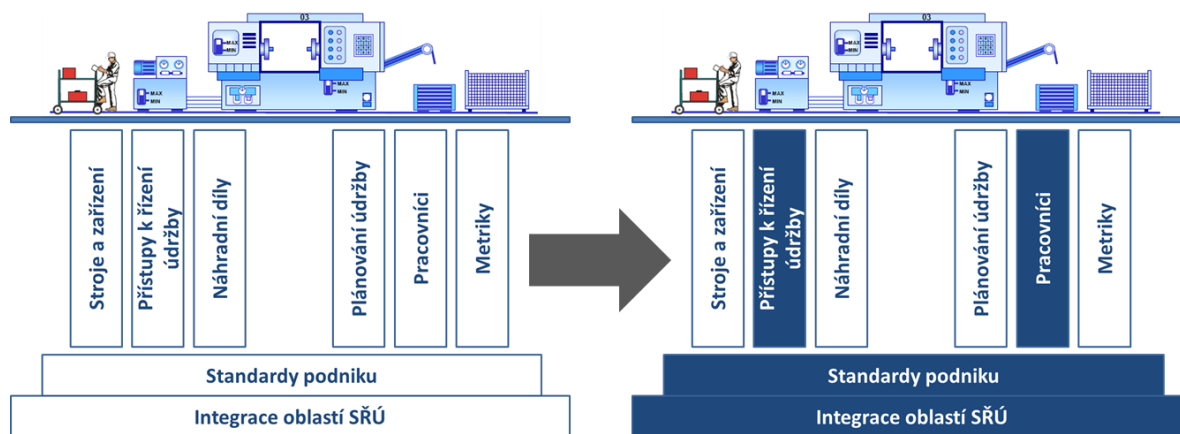
4.2.2.2 Stanovení důležitosti oblastí systému řízení údržby

Pro následné hodnocení úrovně systému řízení údržby je třeba definované oblasti porovnat z hlediska jejich důležitosti ve vztahu k celému systému řízení údržby, neboť ne každá oblast je kritická pro vlastní systém. Pro hodnocení důležitosti oblastí, tím i dopadu na celkovou úroveň, byla použita Saatyho metoda, viz Tabulka 4-2

	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	Geometrický průměr	Normalizovaná Váha
	Stroje a zařízení	Přístupy k řízení údržby	Plánování údržby	Náhradní díly a pomůcky	Kvalifikace pracovníků	Metriky měření	Standardizace	Integrace oblastí		
O1 Stroje a zařízení	1	1/5	1/5	7	3	3	1/5	1/5	0,75	8%
O2 Přístupy k řízení údržby	5	1	5	5	1/3	7	1/3	1	1,77	19%
O3 Plánování údržby	5	1/5	1	5	1	3	1/5	1/7	0,90	10%
O4 Náhradní díly	1/7	1/5	1/5	1	1/5	1/7	1/7	1/7	0,20	2%
O5 Pracovníků	1/3	3	1	5	1	1	5	1	1,49	16%
O6 Metriky	1/3	1/7	1/3	7	1	1	1/5	1/5	0,50	5%
O7 Standardizace	5	3	5	7	1/5	5	1	1	2,18	23%
O8 Integrace oblastí	1/5	1	7	7	1	5	1	1	1,62	17%
Suma									9,44	100%

Tabulka 4-2: Saatyho porovnání klíčových oblastí, [zdroj autor]

Na základě porovnání Saatyho metodou byly identifikovány oblasti, které mají nejvyšší vliv na celkový výsledek hodnocení – pilíře metodiky, viz Obrázek 4-4.



Obrázek 4-4: Klíčové oblasti řízení údržby, [zdroj autor]

Tento výsledek podtrhuje principy štíhlé výroby. Kdy základním požadavkem každé metody štíhlé výroby je základ (standard) na kterém lze uvedenou metodiku stavět. Proto zde klademe největší důraz na oblast standardů podniku, cca 23%. Principy každého systému koření z metod řízení, pokud nastavujeme systém řízení údržby, musíme vycházet z metod, zabývajících se řízením údržby. Na oblast metod řízení údržby spadá 19-ti procentní důležitost. Další, v pořadí „nejdůležitějších“ aspektů, je integrace jednotlivých oblastí. Toto hledisko odkazuje na koherenci v podniku, zabývá se proto tím, do jaké míry lze použít data napříč podnikem, či jaká je spolupráce mezi jeho útvary. Pokud je tato kooperace na nízké úrovni, v podniku se provádí redundantní činnosti na více odděleních zároveň, tím dochází k čistému plýtvání. Kvalifikace pracovníků byla ohodnocena 16% významností. Kvalifikace pracovníků je úměrná zavedeným standardům podniku. Pokud přehlédneme poměrně vysokou fluktuaci zaměstnanců v českých průmyslových podnicích, dá se tvrdit, že čím vyšší standardizací podnik disponuje, tím si může dovolit zaměstnávat méně kvalifikované pracovní síly. Vysoká fluktuace a jednodušší operace v oblasti automotive je i důvodem vyššího ohodnocení oblasti podnikových standardů nežli oblasti kvalifikace pracovníků. Po stanovení normalizovaných vah vidíme, že uvedené čtyři základní pilíře mají 75% váhu na celkové hodnocení.

4.2.2.3 Stanovení obecných charakteristik podniku

Hodnotící částí strukturovaného rozhovoru předchází jeho obecná část obsahující charakteristiky podniku vyjádřené prostřednictvím obecných ukazatelů.

Obecné ukazatele jsou ukazatele převážně kvalitativní povahy a slouží i pro pozdější návrh opatření v prováděcí části. Úkolem obecných charakteristik je zjistit detailněji typ a stav podniku. Tato část je pouze doplňující pro vyhodnocení a slouží zejména ke klasifikaci podniku a bližšímu poznání potřeb. Jsou stanoveny tyto obecné ukazatele.

1. Obor podnikání

Oborem podnikání je myšleno zaměření podniku, tj. zdali se jedná o výrobní podnik zabývající se obráběním, tvářením, zpracováním surovin, nebo zdali jde o montážní společnost, automotive, apod.

2. Počet zaměstnanců celkem?

Počet zaměstnanců je myšlen počet interních i externích pracovníků podílejících se na chodu podniku, včetně agenturních pracovníků či OSVČ.

3. Počet výrobních pracovníků?

Počtem výrobních pracovníků je myšlen počet dělníků, kteří se fyzicky podílejí na výrobě produktů podniku (opět interních i externích osob).

4. Počet nevýrobních pracovníků?

Počtem nevýrobních pracovníků, je myšlen počet pracovníků, podílejících se na výrobě produktu nepřímo, tj. fyzicky nepůsobí na jeho tvar, fyzikální vlastnosti. (THP pracovníci, pracovníci logistiky, TPV, údržby, apod.)

5. Forma odměňování výrobních pracovníků? (čas, úkol, apod.)

Formou odměňování výrobních pracovníků je myšlen způsob stanovení jejich mzdy. Zdali se jedná o mzdu úkolovou, časovou, jejich kombinaci, pohyblivé složky mzdy, apod.

6. Organigram podniku

Organigramem je myšleno organizační členění podniku, kde je přehledně uvedena struktura společnosti na jednotlivá oddělení.

7. Typ výroby (hromadná, sériová, kusová)

Typ výroby je rozhodující pro pozdější detailní návrh. Typem výroby je zde myšlena hromadnost výroby. Zdali se podnik zabývá výrobou velkých sérií nebo produkuje své produkty v řádech jednotek kusů.

Nejdůležitějším kritériem v této části je typ výroby z hlediska vyráběných objemů. Neboť typ výroby je často podmiňujícím kritériem jak pro typ strojů, tak jejich uspořádání i způsob údržby.

8. Jaká je průběžná doba výroby 1ks? Jaký je nejčastější takt výrobních linek?

Taktem výrobních linek je myšlen čas, za jaký se vyrobí jedna celá dílčí činnosti. Např. doba výroby 1 ks na výrobní lince. Průběžnou dobou výroby je myšlena doba, za kterou je podnik schopen vyrobit a expedovat hotový produkt zákazníkovi. Průběžná doba výroby je součet všech výrobních a nevýrobních operací (i ztrátových), které jsou potřeba pro zhotovení 1 ks.

9. Jaké jsou vytížení vašich výrobních zařízení

Vytížení m výrobních zařízení je myšleno procentuální využití jejich pracovního fondu v rámci pracovního roku/ měsíce/ dne. Např. pokud stroj pracuje „jen“ 6 z 8-mi hodinové pracovní směny je v rámci směny vytížen z 75%.

10. Charakter výroby? (montáž, strojní, obrábění, lisy, atd.)

Charakterem výroby je myšlen převažující způsob výroby produktu. Zdali se jedná nejvíce o montážní podnik, obráběcí, tvářecí apod.

11. V kolika směnném provozu vyrábíte? Pracujete o svátcích/ víkendech? Jak dlouho trvá směna?

Směnností provozu je myšleno kolik směn v rámci pracovního dne v podniku pracuje (např. 1 směnný, dvou směnný, tři směnný). Délkou trvání směny se myslí doba trvání jedné směny včetně přestávek.

12. Jsou zpracovány a dodržovány kvalitní pracovní postupy v oblasti výroby?

Výrobními postupy jsou myšleny návody na jednotné provádění konkrétního výrobního úkolu. Uveďte prosím, zdali se jedná o obrázkové pracovní postupy a zdali jsou periodicky revidovány a zdali je jejich detailnost postačující.

13. Způsobují problémy ve výrobě podpůrné procesy? (údržba, logistika, apod.)

Problémy ve výrobě jsou myšleny všechny negativní vlivy na produkt před při i po jeho fyzickém vyrobení. Uveďte pouze zásadní problémy, které mají dopad na délku průběžné doby výroby.

14. Jakým způsobem řídíte tok materiálů a hotových produktů v podniku

Způsobem řízení hmotného toku je myšlen způsob dopravy materiálu na linku, zajištění jeho transportu mezi pracovišti i do místa jeho expedice. Např. FIFO, LIFO, SIRO, kanban, push, pull, apod.

15. Jsou zpracovávány záznamy o produktivitě, chybách, prostojích? A Vyplyvají z těchto záznamů nápravná opatření?

Těmito i, jejich zmetkovitost (opravitelné i neopravitelné chyby), údaje o využití pracovní doby – prostoje z důvodu nedostatku materiálu, poruchy stroje, chyby pracovníka, apod.

16. Používáte nějaké metody štíhlé výroby, průmyslového inženýrství?

Těmito metodami jsou myšleny jakékoli ověřené postupy cílené na racionalizaci výrobního systému, např. kanban, lean layout, 5S, JIT, Poka-yoke, SMED, TPM, Kaizen, Teamwork, MTM metody, MOST, REFA analýzu, vizuální management, OPF, simulace, apod.

17. Jsou identifikovaná úzká místa ve výrobním procesu?

Úzkými místy v procesu výroby jsou myšlena místa, která zásadně ovlivňují efektivitu celého systému. Racionalizací těchto míst dosáhneme vyšší produktivity systému. Např. prostor příjmu materiálu, pokud je zaplněn a kamiony čekají na vykládku materiálu, nejdéle trvající operace na výrobní lince, apod.

18. Je zaveden systém kontinuálního zlepšování?

Systémem kontinuálního zlepšování je myšlen jakýkoli nástroj, mající za cíl racionalizaci výrobního systému. Ať už podnět o racionalizaci jde od výrobních pracovníků nebo od

vrcholného managementu. Tento nástroj musí být schopný sbírat podněty a poskytovat podklady pro další vyhodnocení potenciálů.

Celý podklad pro vyhodnocení obecných charakteristik průmyslových podniků je uveden v příloze, viz Příloha F a Příloha G. Obecnými charakteristikami podniku je nutné se zabývat, protože zásadně ovlivňují návrh a požadovanou úroveň systému řízení údržby [43].

4.2.2.4 Stanovení hodnocených ukazatelů pro hodnocení SŘÚ

Jak již bylo výše uvedeno, vymezené oblasti SŘÚ slouží též pro hodnocení jeho úrovně. Hodnotící ukazatele jsou ukazatele kvantifikovatelné povahy a jsou jádrem stanovení úrovně řízení údržby v podniku.

Podklad pro strukturovaný rozhovor je koncipován tak, že v každé z osmi definovaných oblastí jsou obsaženy 2-3 kvantifikovatelné ukazatele, které svou povahou poskytnou kompletní obraz o dané oblasti. Celkem se hodnotí 20 komplexních ukazatelů, které poskytují reálný obraz o stavu řízení údržby, viz Tabulka 4-3.

Oblast	číslo ukazatele	Popis ukazatele
O1 Stroje a zařízení	U1	Stupeň evidence strojového parku
	U2	Stupeň klasifikace strojového parku
O2 Přístupy k řízení údržby	U3	Využití specifických metod řízení údržby
	U4	Efektivita metod řízení údržby
O3 Plánování údržby	U5	Plánování údržbářských zákroků
	U6	Soulad jednotlivých plánů výroby s plány údržby
	U7	Stupeň externího zajištění údržby
O4 Náhradní díly	U8	Zajištění náhradních dílů
	U9	Skladování náhradních dílů
O5 Pracovníci	U10	Kvalifikace pracovníků údržby
	U11	Kvalifikace výrobních pracovníků v oblasti autonomní údržby
	U12	Školení pro pracovníky údržby
O6 Metriky	U13	Měření efektivity výrobního zařízení
	U14	Vyhodnocování efektivity výrobního zařízení
O7 Standardizace	U15	Míra standardizace v oblasti údržby
	U16	Kvalita standardů podniku
	U17	Aktuálnost standardů podniku
O8 Integrace oblastí	U18	Spolupráce s oddělením logistiky
	U19	Použitelnost dat z řízení výroby
	U20	Míra spolupráce a úroveň komunikace v podniku

Tabulka 4-3: Ukazatele oblastí, [zdroj autor]

Podklad pro strukturovaný rozhovor, včetně formulace otázek, možné volby odpovědí je uveden v příloze, viz Příloha H

4.2.3 Analytická část – fáze 2

Fáze 2 analytické části metodiky je zaměřena na provedení strukturovaného rozhovoru s pracovníky daného podniku. Ve fázi 2 jsou potřeba podklady vytvořené ve fázi 1 stejné části metodiky. Toto je velmi důležitá část navrhované metodiky, neboť výsledky hodnocení v nemalé míře závisí právě na kvalitě provedení strukturovaného rozhovoru.

Níže je uveden příklad podkladu pro strukturovaný rozhovor, konkrétně jeho dvou ukazatelů. hodnocených ukazatelů – U1 - stupně evidence strojového parku a U6 - souladu plánů výroby s plány údržby. U obou ukazatelů je uvedena otázka a pole pro odpověď a níže je stanoven princip hodnocení tohoto ukazatele. Ukázka celého provedeného a ohodnoceného strukturovaného rozhovoru je uvedena v příloze, viz Příloha V.

U1 - Stupeň evidence strojového parku

Klasifikace strojů je jednou z oblastí nutných pro řízení údržby. Pokud chceme cokoli udržovat, musíme vždy vědět, co udržujeme.

Míru evidence strojů, tj. kolik procent klíčových strojů a zařízení máme skutečně evidováno a podchyceno v našem informačním systému. Obrázek 4-5 ukazuje tabulku hodnocení stupně evidence strojů a zařízení podniku.

U1	Stupeň evidence strojového parku
	Kolik procent z Vašeho strojního parku máte evidováno pro potřeby řízení údržby?

např. evidujeme 55%

Obrázek 4-5: Podklad pro strukturovaný rozhovor – U1, [zdroj autor]

U6 - Soulad plánů výroby s plány údržby

Souladem výrobních plánů s plány údržby zohledňuje, zdali při plánování výroby je zohledněn plán údržby (pokud nějaký je), popř. zdali při plánování údržby zařízení je zohledněno vytížení výrobních zařízení. Hodnotící stupnice je uvedena na obrázku, viz Obrázek 4-6.

Soulad plánů výroby s plány údržby	
U6	Vyjádříte míru Vašeho souhlasu s uvedenou větou: Do jaké míry ověřujete soulad plánů údržby s plány výroby?
	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	

Neověřujeme, zpravidla se jakákoli údržba musí podřídit plánům výroby.

Neověřujeme, ale výroba se musí podřídit externím servisním zákrokům.

Ano ověřujeme, ale stroj zpravidla vždy stojí - nevyrábí.

Ověřujeme, výroba se musí zpravidla podřídit všem větším servisním zákrokům

Ano, ověřujeme vždy při sestavování nového plánu výroby. Zohledňujeme i při jaké práci lze mít stroj spuštěný a kdy ne.

Obrázek 4-6: Podklad pro strukturovaný rozhovor – U6, [zdroj autor]

4.2.4 Analytická část – fáze 3

Fáze 3 má za cíl spočítat dílčí hodnoty oblastí systému řízení údržby a celkovou úroveň kritériální funkce. Ve 3. fázi jsou hodnoceny odpovědi z druhé fáze pomocí speciálně vytvořených škál ke každému ukazateli.

Podstatou určení úrovně SRÚ je multikritériální hodnocení, tj. ohodnocení stavu údržby pomocí kritériální funkce. V analytické části je multikritériální hodnocení varianty použito pro hodnocení pouze jedné varianty (stavu podniku). Postup a způsob hodnocení SRÚ je metodicky stejný při použití multikritériální analýzy pro hodnocení variant.

4.2.4.1 Hodnocení ukazatelů - škály

Tvorba posuzovacích škál podléhá určitým pravidlům, tak aby bylo docíleno relevantního a odpovídajícího hodnocení prostřednictvím stanovených ukazatelů. Hlavními požadavky, které musí být dodrženo, jsou.

- Posuzovací škála je tvořena s lichým počtem stupňů.
- Posuzovací škála jednoznačně přiřazuje body jednotlivým odpovědím ve všech ukazatelích.
- V rámci posuzovací škály všech ukazatelů je zajištěna kontrárnost obou extrémních případů a zároveň výběr těchto vzájemných opaků splňuje požadavek relevantnosti a reprezentativnosti.

Odpovědný pracovník hodnoceného podniku je dotazován na otázky vztahující se vždy ke konkrétnímu ukazateli v dané oblasti, viz Příloha H. Každý ukazatel je hodnocen vždy jedenácti-stupňovou škálou (0 – 10). Pro ukazatele byla použita kombinace metod sémantického diferenciálu a Likertovy škály. Pracovník pak vybírá z uvedených možností, aniž by věděl, kolik bodů dostane za konkrétní odpověď. Tato skutečnost je velmi důležitá, neboť kritériální funkce je v našem případě maximalizační a pracovník tak může být nepřímou ovlivněn při stanovování odpovědí.

Jakmile pracovník odpoví na všechny otázky obsažené v hodnotící části podkladu pro strukturovaný rozhovor, jsou jeho odpovědi hodnoceny podle stupnice, která jednoznačně přiřadí počet bodů konkrétní odpovědi, viz Příloha I.

4.2.4.2 Ukázka hodnotící stupnice vybraných ukazatelů

Každý ukazatel má přiřazenou hodnotící škálu, která obsahuje princip ohodnocení, včetně minimální a maximální hodnoty. Celý podklad pro hodnocení strukturovaného rozhovoru je uveden v příloze, viz Příloha H. Níže na obrázcích, viz Obrázek 4-7 a viz Obrázek 4-8, jsou uvedeny hodnotící škály pro ukazatele U1 a U6.

U1 - Stupeň evidence strojového parku

Z obrázku, viz Obrázek 4-7, je patrné, že minimálního hodnocení dosáhne podnik tehdy, pokud stroje nejsou evidovány vůbec, nebo žádný ze způsobů, jak jsou evidovány v podniku nelze použít pro potřeby řízení údržby. Body jsou následně rovnoměrně rozděleny od nuly do deseti podle procentuální evidence strojového parku. Maximálního hodnocení dosáhne podnik tehdy, má-li evidováno 100% svých strojů, viz Obrázek 4-7.

Klasifikace strojů a zařízení										
U1	Stupeň evidence strojového parku									
	Evidujete strojový park?									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nevedeme žádnou evidenci strojového parku	Evidence strojového parku do 10%	Evidence strojového parku 10 - 20%	Evidence strojového parku 20 - 30%	Evidence strojového parku 30 - 40%	Evidence strojového parku 40 - 50%	Evidence strojového parku 50 - 60%	Evidence strojového parku 60 - 70%	Evidence strojového parku 70 - 80%	Evidence strojového parku 80 - 90%	Evidence strojového parku 90 - 100%

Obrázek 4-7: Hodnocení strukturovaného rozhovoru – U1, [zdroj autor]

U6 - Soulad plánů výroby s plány údržby

Podniky musí být schopny vyčlenit patřičný čas pro údržbářské zákroky, aniž by zásadně narušily plány výroby. Pokud podniky nejsou schopny vyčlenit tento čas vůbec, dosahují nulového skóre. Pokud naopak podniky vždy bez problému vyčlení v běžném provozu dostatečný časový úsek pro údržbářské aktivity (jak pro běžné preventivní inspekce, tak pro generální opravy) obdrží v tomto ukazateli skóre 10. Od maximálního skóre body rovnoměrně klesají až po nulu. Aspekty, které snižují skóre, jsou například posuny výrobních plánů, údržba o víkendech a svátcích, nadměrné náklady, přerušované údržbářské práce, apod. viz Obrázek 4-8.

U6	Soulad plánů výroby s plány údržby									
	Do jaké míry ověřujete soulad plánů údržby s plány výroby?									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Neověřujeme, zpravidla se jakákoli údržba musí podřít plánům výroby.										
		Neověřujeme, ale výroba se musí podřít externím servisním zákrokům.								
					Ano ověřujeme, ale stroj zpravidla vždy stojí - nevyrábí.					
							Ověřujeme, výroba se musí zpravidla podřít všem větším servisním zákrokům			
										Ano, ověřujeme vždy při sestavování nového plánu výroby. Zohledňujeme i při jaké práci lze mít stroj spuštěný a kdy ne.

Obrázek 4-8: Hodnocení strukturovaného rozhovoru – U6, [zdroj autor]

4.2.4.3 Stanovení úrovně systému řízení údržby

Pro hodnocení současného stavu určitého jevu či procesu existuje celá řada metod. Jejich použití závisí nejen na množství a kvalitě potřebných informací, ale též na účelu vlastního hodnocení. V praxi se často rozhoduje za požadavku co nejlepšího a zároveň co nejrychlejšího rozhodnutí. Jinými slovy bez kvalitních informací. Rozhodnutí je pak závislé ve značné míře na znalostech a zkušenostech vybraných odborníků (expertů).

Pro posouzení současného stavu úrovně systému řízení údržby jsme se rozhodli využít multikriteriální hodnocení s využitím maximalizační kritériální funkce. Tento přístup byl zvolen právě proto, že ve fázi 2 provádíme na základě strukturovaného rozhovoru hodnocení heterogenních oblastí, které v největší míře ovlivňují celkovou úroveň systému řízení údržby podniku.

Odvozená vztah je funkcí hodnot jednotlivých oblastí a jejich vah, viz vzorec (16). Hodnota kritériální funkce umožňuje tvorbu časových řad i porovnání více podobných podniků. Výsledné skóre multikriteriálního hodnocení je proto možné provést vícekrát, kde výchozí hodnotou je vždy skóre z analytické části.

$$F_{Krit} = f(b, v) \quad (16)$$

Kde index i označuje každou z 8 hodnocených oblastí, proměnná b_i označuje bodové hodnocení podniku v dané oblasti a v_i normalizovanou váhu oblasti. Indexu „ i “ odpovídají tyto oblasti: O1 - Stroje a zařízení, O2 - Přístupy k řízení údržby, O3 - Plánování údržby, O4 - Náhradní díly a pomůcky, O5 - Kvalifikace pracovníků, O6 - Metriky efektivity, O7 – Standardizace, O8 - Integrace oblastí. Součet teoretického maxima všech oblastí je uveden v rovnici, viz vzorec (17).

$$\sum_{i=1}^n b_i = 80 \text{ bodů} \quad (17)$$

Přičemž bodové hodnocení podniku v dané oblasti se skládá z ukazatelů dané oblasti u_j . Tyto ukazatele jsou uvedeny v tabulce, viz Tabulka 4-3. Jak již bylo uvedeno, každá z oblastí má 2-3 hodnotící ukazatele, skóre je tvořeno aritmetickým průměrem právě těchto ukazatelů, viz vzorec (18). Index m značí počet ukazatelů v dané oblasti.

$$b_i = avg(u_j) = \frac{\sum_{j=1}^m u_j}{m} \quad (18)$$

Váhy v_i byly stanoveny pomocí Saatyho metody, v kapitole 4.2.2.2. Saatyho metoda pracuje s geometrickým průměrem a přepočtem na jednici. Součet normalizovaných vah je vždy roven jedné, viz vzorec (19).

$$\sum_{i=1}^8 v_i = 1 \quad (19)$$

Odvozená kriteriální funkce je maximalizační kriteriální funkce F_{Krit} a charakterizuje úroveň systému řízení údržby, viz vzorec (20) a (21).

$$F_{Krit} = \sum_{i=1}^n b_i * v_i \rightarrow MAX \quad (20)$$

Po rozepsání vypadá vytvořená maximalizační kriteriální funkce, viz vzorec (21).

$$F_{Krit} = (b_{01} * v_{01}) + (b_{02} * v_{02}) + (b_{03} * v_{03}) + (b_{04} * v_{04}) + (b_{05} * v_{05}) + (b_{06} * v_{06}) + (b_{07} * v_{07}) + (b_{08} * v_{08}) \rightarrow MAX \quad (21)$$

Teoretickým minimem 0 bodů a teoretickým maximem po zohlednění normalizovaných vah oblasti je 10 bodů. Funkce je osově symetrická, tudíž logickou polovinou funkce je 5 bodů. Uvedené limitní hodnoty jsou znázorněny v rovnicích, viz vzorec (22), (23), (24).

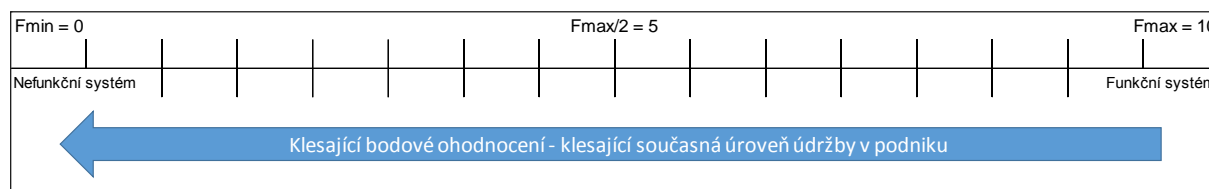
$$F_{max} = 10 \text{ points} = 100\% \quad (22)$$

$$F_{min} = 0 \text{ point} = 0\% \quad (23)$$

$$\frac{F_{max}}{2} = 5 \text{ points} = 50\% \quad (24)$$

Podle hodnoty velikosti kriteriální funkce lze usuzovat o funkčnosti systému řízení údržby společnosti, viz Obrázek 4-9. O zařazení systému řízení údržby a principech, které se vztahují

ke vlastnostem kritériální funkce, pojednává následující podkapitola (konkrétně první fáze prováděcí části)



Obrázek 4-9: Kritériální funkce, [zdroj autor]

Výstup z prováděcí části je vyhodnocený strukturovaný rozhovor s jasně zřejmým skórem v každém ukazateli. Obrázek 4-10 ukazuje způsob vyhodnocování první oblasti (Oblasti strojů a zařízení) ve vytvořeném programu aplikace MS Excel. Modrá pole značí pozice, kam se uvádí skóre podniku v daném ukazateli. Zbylé sloupce jsou víceméně pro hodnotitele informativní. V pravé části vyhodnocovacího nástroje je čarový graf, který nabývá hodnot podle zadaného skóre v oblasti.

Oblast	číslo ukazatele	Popis kritéria	Hodnocení ukazatele	UKA max	Váha ukazatele		
O1 Stroje a zařízení	U1	Stupeň evidence strojového parku	8	10	50%	80%	
	U2	Stupeň klasifikace strojového parku	6	10	50%	60%	
O1Stroje a zařízení						Hodnocení oblasti - stroje a zařízení	70%

Obrázek 4-10: Zpracování hodnotících ukazatelů v aplikaci MS Excel, [zdroj autor]

Program aplikace MS Excel vzniknul jako pomocný nástroj pro výpočet kritériální funkce. Jeho uplatnění se však rozšířilo i na poskytování výsledku hodnocení a generování grafů uvedených v prováděcí části a ověření chování kritériální funkce v kapitole ověření navrhované metodiky.

Pro úplné začlenění hodnocení stavu podniku, je nutné uvést, že se jedná o úlohu umožňující skalarizaci řešení.

4.3 Prováděcí část

V případě, že se podnik rozhodne pokračovat v metodice a využít i její prováděcí část, výsledek fáze 3 analytické části je zároveň vstupem do části prováděcí. Na samém začátku prováděcí fáze jsou tyto výstupy dále rozpracovány v hodnoty úrovně jednotlivých oblastí, popř. ukazatelů.

Prováděcí fáze se zabývá návrhem nápravných opatření, které mají za cíl zlepšení stavu ve stanovených oblastech. Na začátku jsou v krátkosti uvedeny metody související s řízením údržby. Tento výčet byl stanoven na základě strukturovaných rozhovorů a rešerší odborné literatury. Pro úplnost je zde uvedeno nejčastější členění podle literatury [80], [81], [2], [13], [82].

4.3.1 Průběh prováděcí části

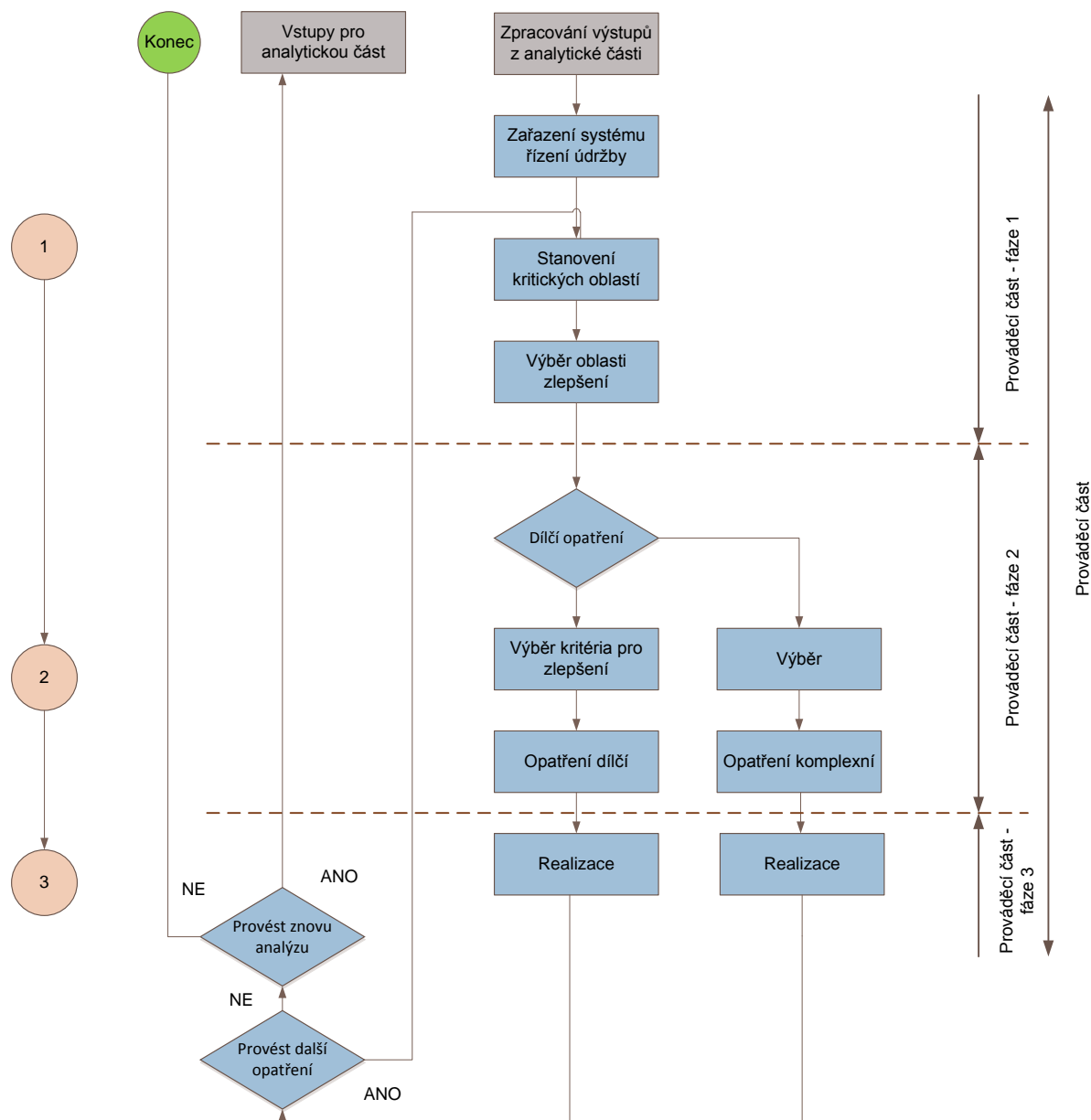
Jak je z vývojového diagramu (na rámcovém schématu metodiky, viz Obrázek 4-1 nebo úplného diagramu metodiky, viz Příloha N) celé metodiky patrné, s navrženou metodikou lze pracovat jako s diagnostickým nástrojem (používání pouze analytické části), nebo komplexní metodikou umožňující i návrh opatření (používání analytický i prováděcí části).

Průběh prováděcí části je uveden na obrázku, viz Obrázek 4-11. Prováděcí část je strukturována do tří základních fází.

První fáze je zaměřena na zpracování výstupů z analytické části, ohodnocení a zařazení systému řízení údržby a stanovení nejkritičtějších oblastí SŘÚ. První fáze také popisuje hlavní vlastnosti kriteriální funkce. Jsou zde proto rozepsány všechny dílčí vstupy z analytické fáze (hodnota celkové kriteriální funkce, hodnota dílčích oblastí a ukazatelů). V první fázi prováděcí části jsou také detailně zpracovány jednotlivé oblasti a je definován jejich cílový stav.

Druhá fáze začíná rozhodnutím, zdali je potřeba optimalizovat celou oblast nebo pouze dílčí ukazatel, který se poté vybere a stanoví se pro něj dílčí opatření. Součástí druhé fáze je definování postupů jak dosáhnout zlepšení v každé z klíčových oblastí. Postupy jsou zpracovány včetně stanovení potřebných metod a nástrojů.

Třetí fáze je věnována realizaci opatření vybraného v druhé fázi. Je zde uveden vztah, jaký má navrhovaná metodika k robustním zaběhlým systémům řízení údržby, např. TPM, RCM.



Obrázek 4-11: Prováděcí část, [zdroj autor]

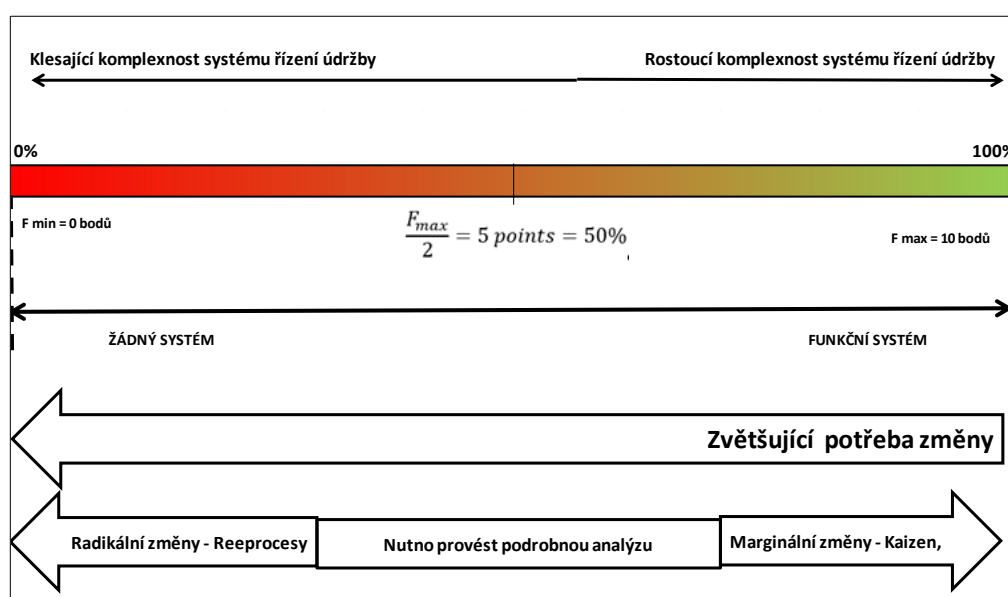
Východiskem pro návrh nápravných opatření v prováděcí části je stanovená hodnota kriteriální funkce charakterizující úroveň systému řízení údržby podniku.

4.3.2 Prováděcí část – fáze 1

První fáze prováděcí části shrnuje způsob zařazení systému řízení podniku a navrhuje rámcová opatření, která se k dosažené úrovni vztahují. Tyto opatření jsou dále členěny podle oblastí, do kterých spadají.

4.3.2.1 Zařazení systému řízení údržby

Vrcholovou charakteristikou, která vstupuje do prováděcí části, je celková hodnota kritériální funkce, stanovená podle vzorce v třetí fázi analytické části. Je patrné, že se vzrůstající hodnotou funkce klesá potřebná velikost změny. Jinými slovy, pokud podnik má již zaveden určitý způsob řízení údržby, jeho pozice je z pravidla v pravé části sloupcového grafu, viz Obrázek 4-12 a na jeho zavedených standardech je již možnost zlepšení výrazně nižší než na podnicích s nízkou hodnotou kritériální funkce. V těchto případech hovoříme pouze o tzv. Kaizen přístupech optimalizace problémů, v německy mluvících zemích KVP (Kontinuierlicher Verbesserungsprozess) a v podnicích s anglickými vazbami o CPI (Continuous Process Improvement). Obrázek 4-12 uvádí hlavní principy, které se vztahují k výši kritériální funkce a ukazuje všechny důležité charakteristiky (F_{\min} , F_{\max} , $F_{\max}/2$, apod.).



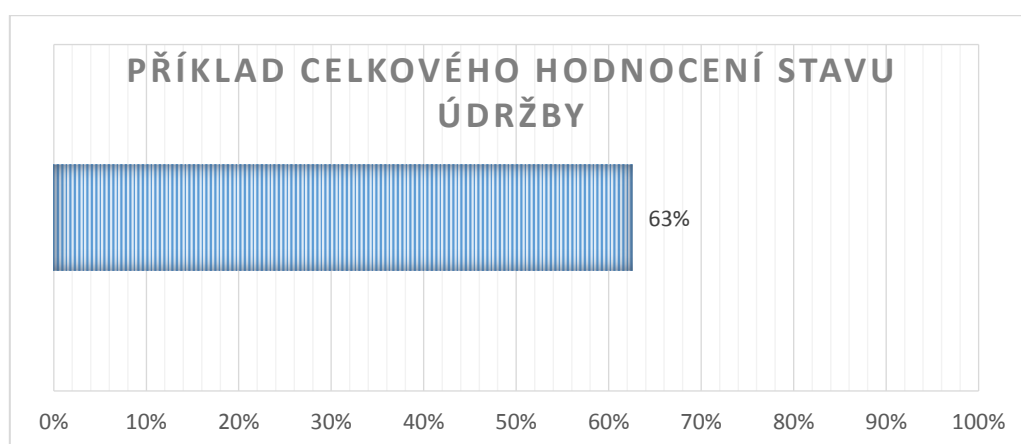
Obrázek 4-12: Principy potřebných opatření vzhledem k Fkrit, [zdroj autor]

Pokud podnik dosahuje nízké hodnoty kritériální funkce, pohybuje se v levé části grafu. Hodnota celkové kritériální funkce je vždy razantně snížena nízkou hodnotou některé z klíčových oblastí (viz kapitola 4.2.2.2). Tato oblast pak vykazuje potřebu po dramatickém zlepšení.

Dalším případem může být extrémně nízká hodnota kritériální funkce, kdy tento stav je způsoben nízkou hodnotou více klíčových oblastí. V tomto případě je nutné zvážit redesign více oblastí. Pokud se dostáváme do stavu, kdy zásadně měníme vícero oblastí jedné podniku, je nutné zkoumat, jaké jsou vazby mezi jednotlivými oblastmi a optimalizovat je za současného zohlednění jejich specifik. Velmi vhodným řešením je implementace hotového systému, např. TPM, RCM. Takovéto systémy již samy doporučují, jaké komponenty mají být zavedeny a jakou strukturu mají mít.

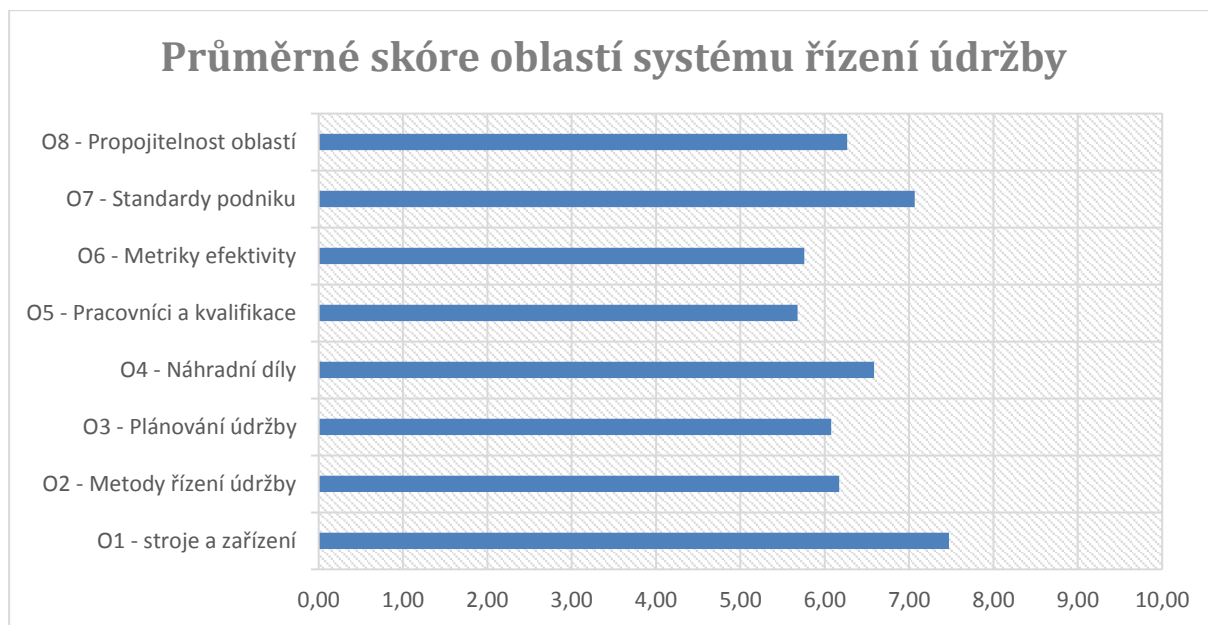
Druhým způsobem řešení je optimalizovat každou z kriticky nízko hodnocených oblastí podle postupu a jejich chtěného cílového stavu. Tento způsob sebou nese větší pracnost, ale za současného lepšího očekávaného výsledku a detailnějšího odladění dílčích komponent.

Jelikož hodnota kriteriální funkce, díky normalizovaným vahám, se pohybuje v rozsahu 0 – 10 bodů. Její grafická interpretace je poměrně jednoduše znázornitelná, viz Obrázek 4-13. Graf je současně vytvořený aplikace v MS Excel. Z pohledu podrobnosti tohoto ukazatele se jedná o nejméně podrobný ukazatel vypovídající o úrovni údržby podniku. Jeho úroveň je však vhodná jako ukazatel pro nejvyšší management podniku, který může na základě její velikosti rozhodnout o směru vývoje celopodnikové údržby.



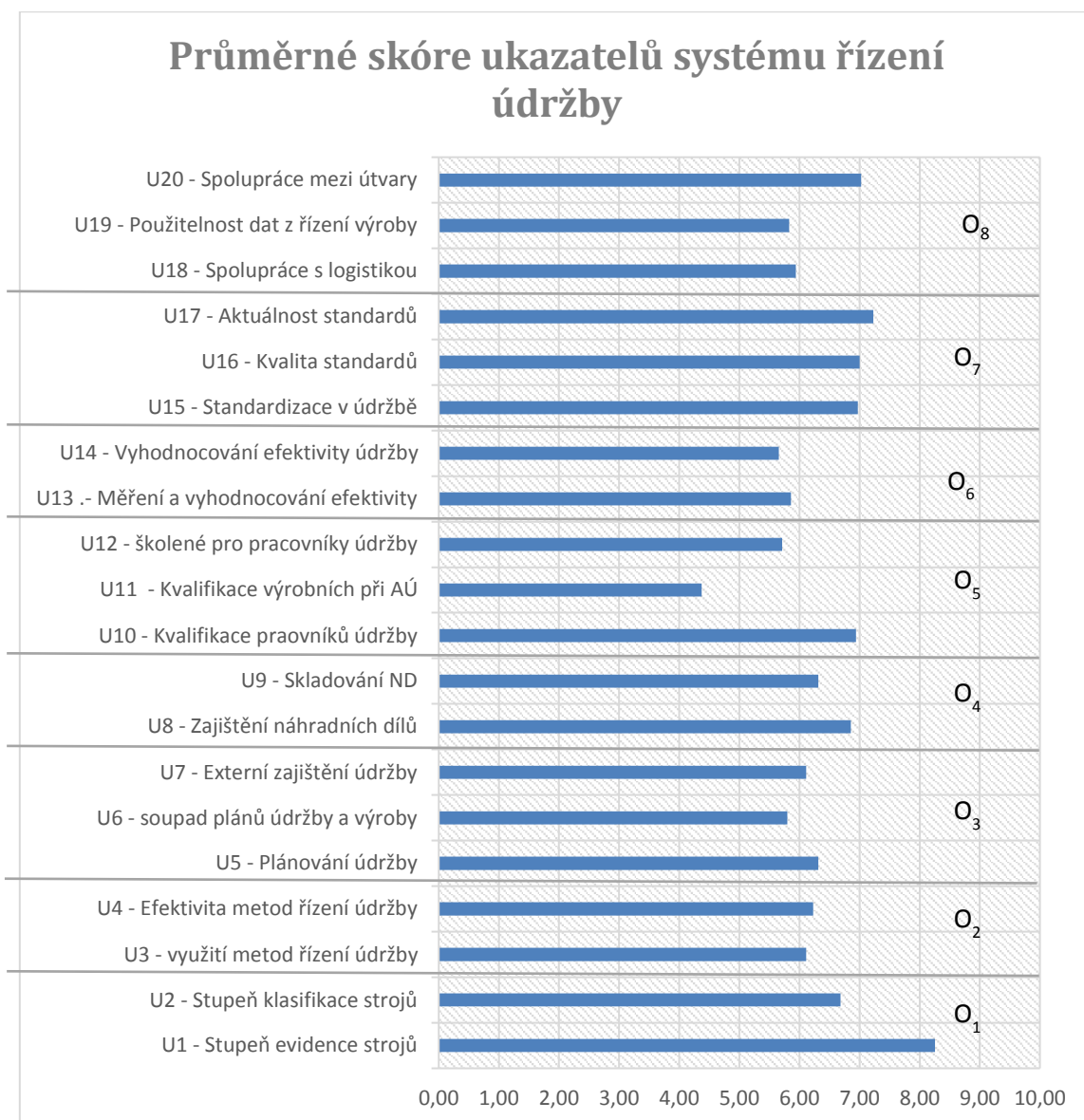
Obrázek 4-13: Příklad celkového hodnocení stavu údržby v MS Excel, [zdroj autor]

Celková hodnota kriteriální funkce vypovídá o stavu údržby. Podrobnějším výstupem z analytické části je sloupcový graf skóre jednotlivých oblastí, které je uveden na obrázku, viz Obrázek 4-14. Graf je opět součástí vytvořené aplikace v MS Excel. Tento sloupcový graf je stanoven aritmetickým průměrem hodnoty ukazatelů v každé oblasti (jak bylo vysvětleno v analytické části). Jinými slovy na jednotlivé ukazatele každé oblasti padá stejná váha. Pokud daná oblast obsahuje dva ukazatele, váha každého ukazatele je 50%, pokud obsahuje 3 ukazatele, váha každého z nich je 33%, atd. Každá z osmi oblastí je opět maximalizační, pokud hodnota v dané oblasti dosahuje nízkých hodnot (nižší než 4 body) je vhodné se danou oblastí zabývat.



Obrázek 4-14: Příklad vyhodnocení oblastí, [zdroj autor]

Nejpodrobnějším výstupem z analytické části je hodnota jednotlivých ukazatelů, viz Obrázek 4-15. Tento obrázek uvádí příklad sloupcového grafu stanovující hodnotu jednotlivých ukazatelů. Ze sloupcového grafu lze jednoduše zjistit, jaké ukazatele představují slabá místa systému řízení údržby (ukazatele dosahující nízké hodnoty, tj. hodnoty nižší než 4 body) Na tyto ukazatele je potřebné se zaměřit. Tento graf, který je součástí vytvoření aplikace v MS Excel, představuje nejpodrobnější náhled na analyzované oblasti.



Obrázek 4-15: Příklad vyhodnocení ukazatelů, [zdroj autor]

Vhodnost konkrétního opatření je dána obecnými charakteristikami podniku. Obecné charakteristiky podniku jsou zohledněny pomocí obecných ukazatelů v podkladu pro strukturovaný rozhovor. Před samotnou realizací opatření, je nutné zohlednit i tyto obecné ukazatele. Principy, které se vztahují k jednotlivým charakteristikám, jsou uvedeny níže.

Doplňující kvalitativní data ovlivňující návrh

Kromě výstupu ze strukturovaného rozhovoru, je třeba mít k dispozici doplňující data, která charakterizují typ výroby, neboť je zřejmé, že oba typy výroby se od sebe diametrálně liší. V tabulce (viz Tabulka 4-4) je uvedeno srovnání hlavních charakteristik obou typů vzhledem k údržbě výrobního zařízení.

	Výroba s nízkou opakovatelností	Výroba s vysokou opakovatelností
Samostatný útvar údržby	Ne	Ano
Typ strojů	Univerzální	Jednúčelové
Počet druhů produktů	Vyšší	Nižší
Počet výměn	Vyšší	Nižší
Kvalifikace pracovníků	Vyšší	Nižší
Uspořádání dílen	Technologické	Předmětné
Průběžná doba výroby	Měsíce	Dny
Využití výrobního zařízení	Nižší	Vyšší
Plánování	Priorita plán údržby?	Priorita plán výroby?
Úzká místa	Pohyblivá	Fixní
Zastupitelnost strojů	Zastupitelné	Nezastupitelné
Tok materiálu	Křížený, mezisklady v procesu	Jednosměrný, linková výroba, OPF
Výpadek zařízení	Z pravidla neovlivní ostatní zařízení	Z pravidla znamená výpadek celého systému
Počet pracovníků/ fluktuace na zařízení	Nízká (3-4 pracovníci na stroj)	Vysoká fluktuace (10 a více pracovníků)

Tabulka 4-4: Odlišnosti výrob s nízkou a vysokou opakovatelností, upraveno dle [83]

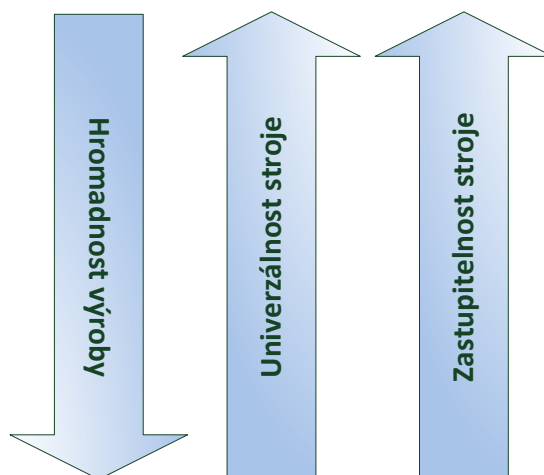
Oba typy se podle teorie řízení výroby od sebe diametrálně liší. Z hlediska řízení údržby však v prostudované literatuře nebylo nalezeno univerzální vodítko, které by jednoznačně doporučovalo konkrétní přístup k řízení údržby pro konkrétní typ výroby.

4.3.2.2 Oblast 1 – Stroje a zařízení

Výrobní stroje rozdělit do dvou základních kategorií dle jejich univerzálnosti. Obě kategorie vykazují z hlediska zajištění údržby odlišný přístup.

- Jednúčelové stroje jsou navrhovány pro konkrétní výrobní úkon specializovanou společností, z tohoto důvodu je i každý zásadní údržbářský zásah z pravidla nutné provádět buď vysoce specializovanými pracovníky, nebo specializovanou společností – externí zajištění.
- Univerzální stroje jsou vyráběny za účelem produkce širšího výrobního sortimentu. Jedná se z pravidla o různé frézky, vrtačky, soustruhy, lisy, poloautomatické montážní přípravky apod.. Tyto skupiny strojů vyrábí více společností, jsou v průmyslové praxi rozšířenější. Tudiž i zajistit interní kvalifikovanou sílu je z pravidla jednodušší.

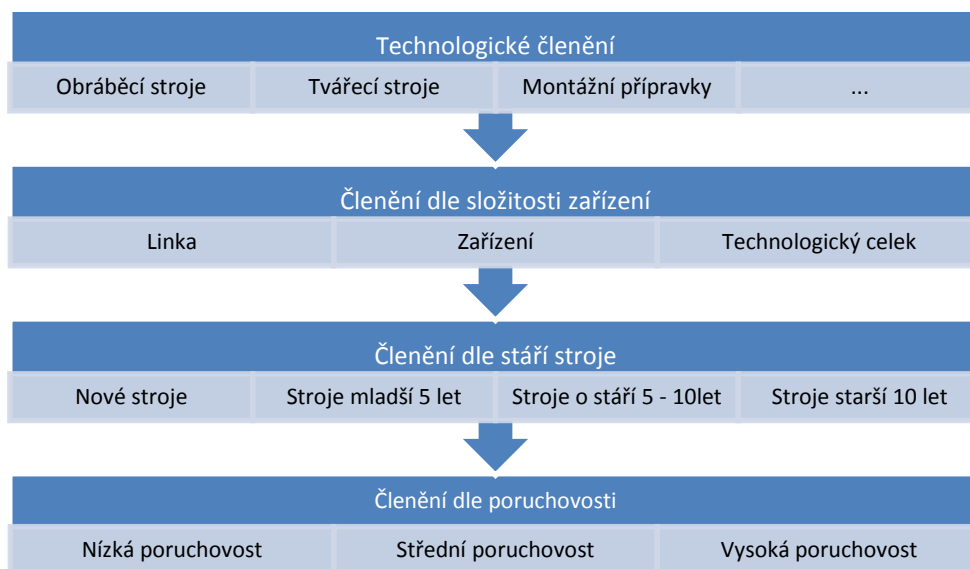
Pro univerzálnost a zastupitelnost strojů platí přímá úměra - se vrůstající univerzálností stroje vzrůstá i jeho zastupitelnost a naopak, viz Obrázek 4-16.



Obrázek 4-16: Zastupitelnost a univerzálnost stroje, [zdroj autor]

Cílový stav oblasti evidence strojů a zařízení

V následujícím textu je uveden cílový stav zlepšení oblasti strojů a zařízení. Hierarchické členění strojového parku uvažuje čtyřvrstvou hierarchii, kde na nejvyšší úrovni je linka a na nejnižší součást. V každé vrstvě platí, že v rámci vyšší vrstvy může být obsaženo více nižších vrstev, viz Obrázek 4-17. Jinými slovy, každá linka může obsahovat více zařízení. Konkrétní zařízení může obsahovat technologických celků. Každý technologický celek se může skládat z více samostatných součástí.



Obrázek 4-17: Klasifikace strojů, [zdroj autor]

Dále zde platí, že není nutné naplnit celou čtyřvrstvou architekturu. Tj., v extrémním případě pokud v podniku nejsou žádné výrobní linky, začínáme v úrovni zařízení a zároveň pokud není z hlediska údržby nutné členit technologické celky na součásti, končíme úroveň „technologický celek“, viz Obrázek 4-18.



Obrázek 4-18: Hierarchické členění strojů a zařízení, [zdroj autor]

Velmi vhodné je každou úroveň si očíslovat, aby bylo docíleno jasného značení a zařízení, součásti nebo linky nemohly být vzájemně zaměněny. Příklad takového značení je uveden na obrázku, viz Obrázek 4-19. Na obrázku je označena první součást z druhého technologického celku, třetího zařízení a čtvrté linky, dle zvoleného číslování. Značení je uvedeno pro názornost, není nutné držet se číselného označení. Podnik se může rozhodnout i např. pro písmenné označení např. technologických celků (A – pneumatika, B – hydraulika, C – elektronika, apod.)



Obrázek 4-19: Značení strojů a zařízení, [zdroj autor]

Každá linka, její zařízení, technologický celek, popř. i součást musí být popsána a evidována v podnikové dokumentaci. Bez řádného označení nelze evidovat náklady na dané zařízení ani přesně stanovit spotřebu náhradních dílů, práce, apod..

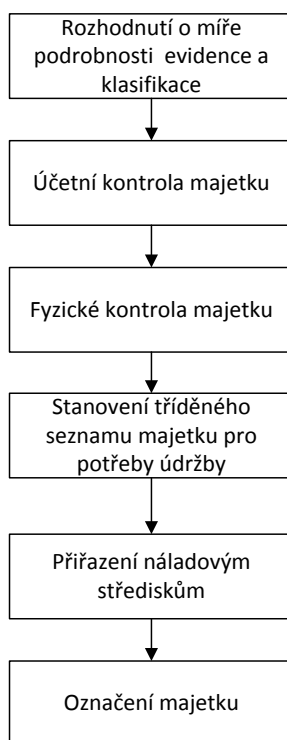
Doporučení pro oblast strojů a zařízení

Oblast evidence strojů a zařízení je jedním ze základních stavebních kamenů systému řízení údržby. Pokud nevíme, čím vším v podniku disponujeme, i sebelepší systém nemůže efektivně fungovat. Zařízení je třeba též klasifikovat do takové míry podrobnosti, která je potřebná z hlediska efektivního chodu strojů.

Cílem všech doporučovaných zlepšení je zavedení pořádku v evidenci všech strojních zařízení, kterými podnik disponuje. Stroje by měly být evidovány v databázi, která je schopna nejen stroje evidovat z hlediska jejich stáří a odpisových tříd, ale i být schopna třídít stroje z hlediska jejich složitosti na strojové celky, popř. až součásti (pokud je potřeba), spotřeby náhradních dílů, použitých technologií apod.

Tuto celou oblast jsou schopny zaštitit specializované softwary CMMS. Na trhu existuje celá řada CMMS softwarů, které se navzájem liší svou komplexností, se kterou je zpravidla spojená i cena. Čím vyšší komplexnost tím vyšší cena. Pro malé a střední podniky však z pravidla stačí mnohem levnější řešení a to jednoduchá databáze, nebo složitější tabulka, ve které lze evidovat jak stroje, tak jejich strojní části, spotřeby i pareta náhradních dílů.

V případě, že podnik dosahuje nízkého skóre v oblasti strojů a zařízení, je potřeba zrevidovat evidenci zařízení. Rámcový postup revize evidence a klasifikace všech strojních zařízení a celků je uveden na obrázku, viz Obrázek 4-20.



Obrázek 4-20: Postup revize v oblasti 1, [zdroj autor]

4.3.2.3 Oblast 2 – Přístupy k řízení údržby

Přístupy k řízení údržby jsou jedním ze základních pilířů řízení údržby. Přístupy k systému řízení údržby stanovují, jakým způsobem se staráme o naše stroje a zařízení. Přístupy k systému řízení údržby představují kostru celého řízení údržby. Každý přístup musí jednoznačně stanovit charakteristiky, ze kterých se poté skládá systém řízení údržby. Musí jednoznačně stanovit hlavní druhy opravárenských prací, jejich frekvence a nutný objem, vhodné metody a nástroje, potřebné zdroje, atd..

Cílový stav oblasti přístupů k řízení údržby

Optimální stav oblasti přístupu k řízení údržby je dán kombinací více způsobů jak udržovat strojní zařízení. Mezi nejčastější požadavky patří [42]:

- Určit druhy opravárenských prací a stanovit jejich frekvence a nutný objem.

- Stanovit způsob jejich zajištění (interní, externí činnosti).
- Používat manažerské metody řízení údržby.
- Účelně kombinovat různé přístupy k řízení údržby (systémy údržby po poruše, systémy preventivní údržby, systémy podle časových intervalů, podle prohlídek, podle standardu periodických/ preventivních oprav, systém diferencované údržby, systém údržby podle technického stavu).
- Tvořit stimulační systém, založený na výsledcích oddělení údržby.
- Systém materiálového zabezpečení údržby (oblast náhradní díly a nástroje).
- Zabezpečit dostatečnou kvalitu opravárenských prací.
- Stanovit údržbářské práce za provozu stroje.

Přístupy k řízení údržby musí principiálně postihnout všechny údržbářské úkony, tj. od autonomní údržby až po údržbu zajištěnou externí zajištění specializovanou společností. Proto optimální stav není možné definovat celkově, ale je jej nutné definovat pro jednotlivé části.

Doporučení pro oblast přístupů k řízení údržby

Doporučení jsou dělena na logické skupiny podle toho, kdo údržbářský zákrok provádí na doporučení v oblasti autonomní údržby a údržby, která je interně nebo externě zajištěna.

Autonomní údržba

Jedním z pilířů štihlé výroby je zapojení všech, tj. i výrobních zaměstnanců. Zapojení všech zaměstnanců je kritické z mnoha důvodů. Lidé, kteří se účastní plánování a implementace změn jsou přirozeně více motivováni tyto změny přijmout a podpořit. Navíc je důležité si uvědomit, že největším odborníkem na každou činnost je většinou ten, kdo ji vykonává nejčastěji. Hlavním cílem program autonomní údržby (AÚ) je právě zapojení pracovníků do údržby stroje nebo zařízení. Jeho cílem je přenést co nejvíce činností a kompetencí z oddělení údržby na výrobu. Zavedení autonomní údržby je vysvětleno např. v literatuře [46], skládá se ze sedmi logicky na sebe navazujících kroků. Pro úspěšné zavedení je možno použít metody 5S, která uvažuje tyto činnosti:

- Vytřídění nepotřebných věcí na pracovišti a jeho úklid.
- Uspořádání věcí na pracovišti a eliminace zdrojů znečištění.
- Zavedení denních úklidů na pracovišti (např. po ukončení směny) a stanovení norem pro čištění a mazání.
- Standardizování způsobu uklízení pracoviště, včetně mazání a čištění.
- Udržení tohoto způsobu uklízení, mazání a čištění, včetně zavedení kontrolních opatření.

Teprve až po těchto pěti krocích lze zavádět další body AÚ a rozvíjet autonomní údržbu na celém pracovišti. Zbylé dva body jsou:

- Rozšíření organizace a pořádku na celém pracovišti.
- Rozvoj autonomní údržby.

Detailní postup a cíle každého kroku zavádění autonomní údržby jsou uvedeny v tabulce v příloze, viz Příloha M.

Autonomní údržba musí zároveň posilovat a vyvíjet znalosti operátorů zařízení a vytvořit dílnu, ve které jsou operátoři schopni identifikovat odchylky ve výkonu zařízení sami. Tím, že jsou operátoři schopni identifikovat odchylky ve výkonosti zařízení sami, šetří čas pracovníků údržby, kteří se místo běžné diagnostiky mohou zabývat závažnějšími činnostmi. Diagnostikou však autonomní údržba nekončí, operátor by měl být také schopný napravit abnormality ve výkonu, měl by být schopný nastavit a udržovat optimální stav zařízení.

Z výše uvedeného je zřejmé, že se zaváděním údržby souvisí také kvalifikace výrobních operátorů. Zde platí opět jednoduchá úměra, že čím více zákroků autonomní údržby, čím je složitost jednotlivých zákroků větší, tím by měl mít pracovník vyšší kvalifikaci. Tato úměra je popsána v samostatné kapitole 4.3.2.7.

Interní a externí plánovaná údržba

Pokud je možná zákrok provést jak interně tak externě, je vhodné provést detailní analýzu, jak se má dané zařízení udržovat, protože správný způsob údržby může podniku uspořit nemalé finanční částky.

Interní nebo externí zajištění údržby se vždy volí z pravidla tam, kde daný typ údržby představuje nižší náklady na provedení údržbářského úkonu, nebo tam, kde je to nutné, např. z hlediska legislativy nebo situace podniku. Hlavní charakteristiky, které je nutné zvážit při volbě zajištění údržby, jsou:

- Náklady a možnosti výcviku údržbářů.
- Logistické náklady servisního zásahu (zejména obstarání náhradních dílů).
- Náklady na provedení údržbářského zákroku (jednorázový interní údržbářský zákrok je z pravidla levnější nežli externí).
- Potenciální náklady z delší doby zastavení stroje.
- Požadovaná sledovatelnost a vyřizování reklamací (odezva na případnou reklamaci údržby je vždy lepší při interním zákroku)
- Počet servisních zásahů (s menším počtem interních servisních zásahů rostou režijní náklady na vykonání jednoho servisního zásahu).
- Disponibilní kapacity pro údržbu.

Podnik si při konkrétní volbě musí odpovědět minimálně na níže uvedené otázky a tak zohlednit její charakteristiky:

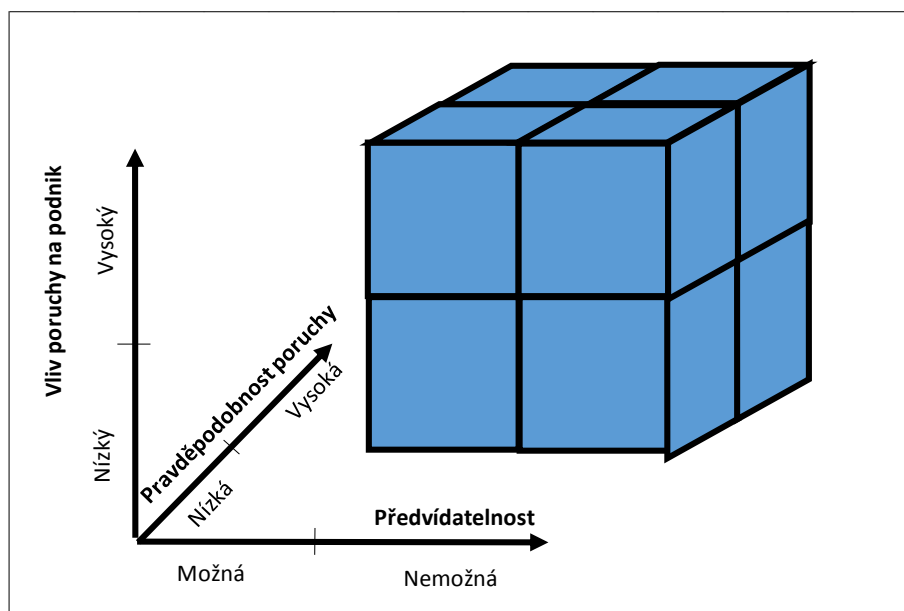
- Jak rychle jsme schopni reagovat na poruchu?
- Je možné provádět preventivní údržbu během provozních přestávek?
- Jak pružné jsme schopni plánovat údržbu?
- Je možné průběžně kontrolovat chod výrobního zařízení?

- Je možné takto pečovat o celý výrobní systém?

Stanovení způsobu zajištění údržby je velmi komplexní otázka a její odpověď vždy plně závisí na konkrétní situaci podniku. Oba způsoby zajištění mají své klady a zápory, uvedení v teoretické části práce.

Určení přístupu k údržbě strojního zařízení

Pro určení způsobu řízení údržby lze použít různých přístupů. Velmi komplexní způsob jak stanovit vhodný přístup k řízení údržby zařízení je pomocí matice na obrázku, viz Obrázek 4-21. Obrázek znázorňuje princip členění dle tří hlavních hledisek (předvídatelnost poruchy, pravděpodobnost vzniku poruchy a vlivu poruchy na podnik). Když si tyto hlediska vyneseme do trojrozměrného grafu a každé z uvedených hledisek rozdělíme pro jednoduchost do dvou intervalů, zjistíme, že vytvoříme krychli, skládající se z osmi dalších krychlí. Každá z krychlí představuje oblast s rozdílným přístupem k řízení údržby.



Obrázek 4-21: Volba přístupu k řízení údržby, [zdroj autor]

Tabulka 4-5 sumarizuje krychli na obrázku výše. V prvním sloupci jsou uvedeny strategie řízení údržby konkrétního stroje/ strojní části. V dalších sloupcích jsou tři faktory, ovlivňující tuto volbu. Návrh uvažuje tyto faktory:

- vliv poruchy na podnik,
- pravděpodobnost vzniku poruchy,
- předvídatelnost poruchy.

Každý z faktorů je rozdělen na dvě skupiny dle jeho naplnění. Vidíme zde přehledně např. skutečnosti, že pokud máme poměrně malý vliv poruchy na podnik, její předvídatelnost je nemožná a pravděpodobnost vzniku poruchy je poměrně nízká, nezbyvá nám nic ekonomicky

výhodnějšího, nežli potenciální poruchu řešit reaktivní údržbou, tj. údržbou po poruše (BM - Brakedown Maintenance).

Strategie	Vliv na podnik		Předvídatelnost		Pravděpodobnost Vzniku	
	Malý	Velký	Možná	Nemožná	Nízká	Vysoká
Údržba po poruše	X		X		X	
Údržba po poruše + kaizen	X		X			X
Údržba po poruše/ Preventivní dle času	X			X	X	
Údržba po poruše + kaizen	X			X		X
Preventivní údržba dle stavu + produktivní údržba		X	X		X	
Preventivní + kaizen		X	X			X
Údržba dle pevných plánů		X		X	X	
Údržba dle detailních plánů		X		X		X

Tabulka 4-5: Volba přístupu k řízení údržby, [zdroj autor]

Samotný postup výběru v tabulce probíhá ve třech krocích, které mohou probíhat i paralelně. Potenciální porucha se kategorizuje podle uvedených faktorů.

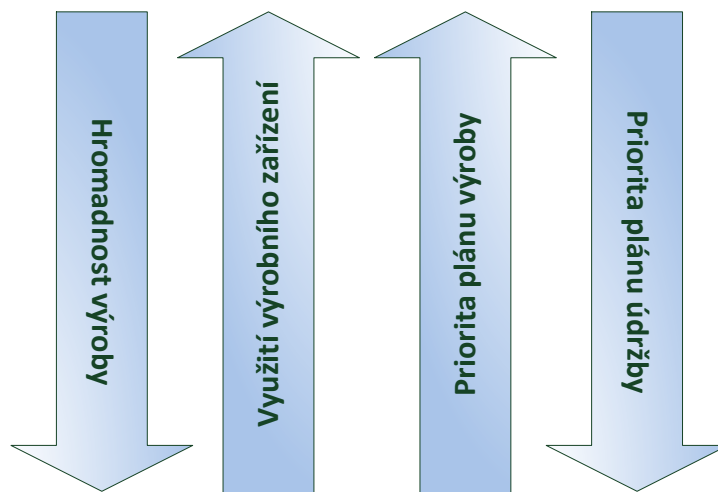
4.3.2.4 Oblast 3 – Plánování údržby

V podkapitole je uveden cíl zlepšení oblasti plánování údržby, způsob jak jej dosáhnout a benefity, kterých po úspěšné implementaci lze očekávat.

Výhodou plánované a preventivní údržby je, že se v naprosté většině předejde poruše. Pokud by však došlo k poruše, její dopady a náklady na opravu jsou mnohokrát nižší, než v předchozí variantě údržby po poruše [46]. Tento systém údržby má za úkol účinným způsobem zabezpečit předcházení náhlých poruch a havárií. Jsou prováděny časové průběhy spolehlivosti významných částí strojů a zařízení. Jde o prohlídky, revize, kontroly, plánované obnovy a výměny, diagnostiku. Literatura [53] definuje tyto systémy řízení plánované preventivní údržby:

- systémy údržby podle časových plánů,
- systém údržby po prohlídce,
- systém údržby standardních periodických oprav,
- systém preventivních periodických oprav,

Obecně dle [84] lze tvrdit, že s rostoucí opakovaností výroby dosahujeme vyššího vytížení výrobního zařízení. Jinými slovy „mezera“ v efektivním časovém fondu stroje pro provedení údržby je stále vzácnější a proto ji je třeba vždy využít i za cenu posunutí termín začátku následující zakázky. Čím vytíženější zařízení, tím má plán výroby vyšší přednost před plánem údržby, viz Obrázek 4-22



Obrázek 4-22: Využití zařízení a priorita plánu, [zdroj autor]

Pro navrženou metodiku uvažujeme výrobu s nízkou opakovatelností, proto zde priorita plánu údržby vzrůstá.

Cílový stav oblasti plánování údržby

Cílový stav v oblasti plánování údržbářských úkonů, se skládá z několika doporučení, které musí zajistit. Mezi nejdůležitější doporučení patří: [42]

- Včasné provádění plánovaných údržbářských úkonů.
- Efektivní provádění plánovaných údržbářských úkonů.
- Soulad provádění údržbářských úkonů s výrobními plány.
- Vytvořit stabilní plán údržbářských úkonů.

S těmito požadavky naprosto neoddělitelně souvisí časové využití výrobního zařízení, které sebou nese určitá specifika jak při plánování výrobních zakázek, tak při plánování výrobních úkonů. Z pravidla platí, že čím více máme pracoviště vytíženější, tím obtížněji se hledá prostor pro další činnosti na pracovišti (bez ohledu na typ činnosti). Proto při plánování výroby na stroji musíme sledovat i tyto skutečnosti:

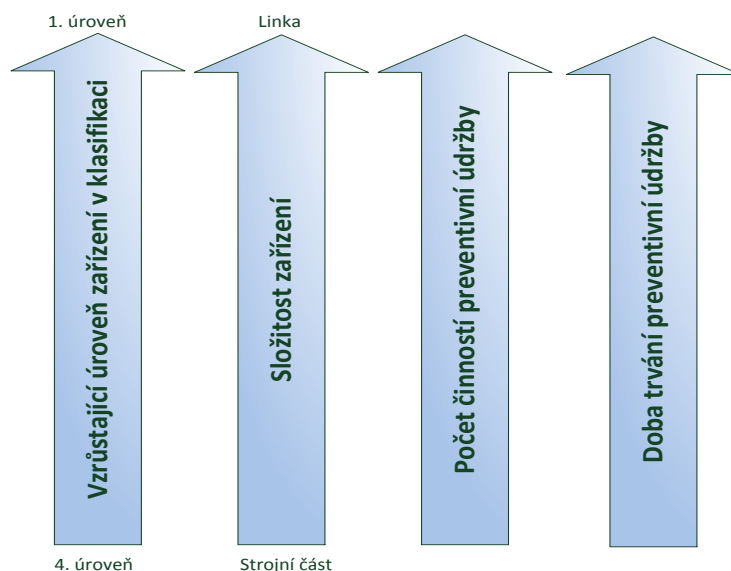
- Stabilitu termínů splnění a průběžnou dobu zakázek.
- Rovnoměrné využití kapacit.
- Stav zásob jak na centrálním skladě, tak na pracovišti.
- Míru flexibility a vhodnosti daných technologií pro konkrétní produkt.

Doporučení pro oblast plánování údržby

V rámci metodiky stanovujeme úplný seznam činností, které následně kategorizujeme a přiřazujeme konkrétním součástem, popř. celkům, nebo zařízením. Pro přehlednost přiřazování činností nositelům probíhá ve třech následujících fázích, viz Obrázek 4-24:

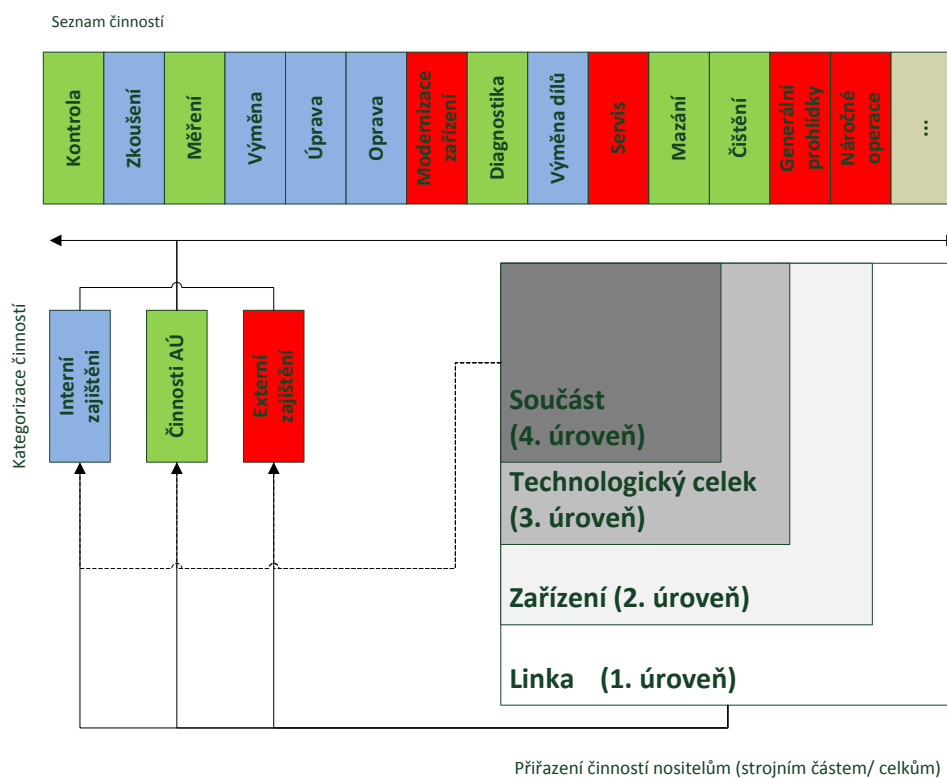
1. Úplný seznam činností příslušející konkrétnímu zařízení, popř. Strojnímu celku.
2. Kategorizace činností dle způsobu jejich zajištění.
3. Přiřazení činností nositelům (útvaram, které danou činnost zajistí).

Rozsah seznamu činností pro přiřazení nositelům závisí na úrovni konkrétní opravy. Pokud se jedná o 1. úroveň, úroveň celé výrobní linky, rozsah činností bude jednoznačně větší, nežli rozsah činností pro 4. úroveň, tedy úroveň konkrétní strojní části. Proto lze tvrdit, že se vzrůstající úrovní zařízení v klasifikaci, roste i seznam činností údržby, viz Obrázek 4-23.



Obrázek 4-23: Počet činností autonomní údržby, [zdroj autor]

Pro plánování údržby je potřeba všechny činnosti kategorizovat a přiřadit jejich nositelům. Obrázek 4-24 znázorňuje princip kategorizace i přiřazení činností jednotlivým úrovním v hierarchii zařízení. Speciálním případem jsou činnosti autonomní údržby, které vykonává výrobní dělník. Tyto činnosti mohou být předepsány jak technickou dokumentací stroje, tak na základě vnitropodnikových analýz, sledování spotřeby náhradních dílů, poruchovosti apod.

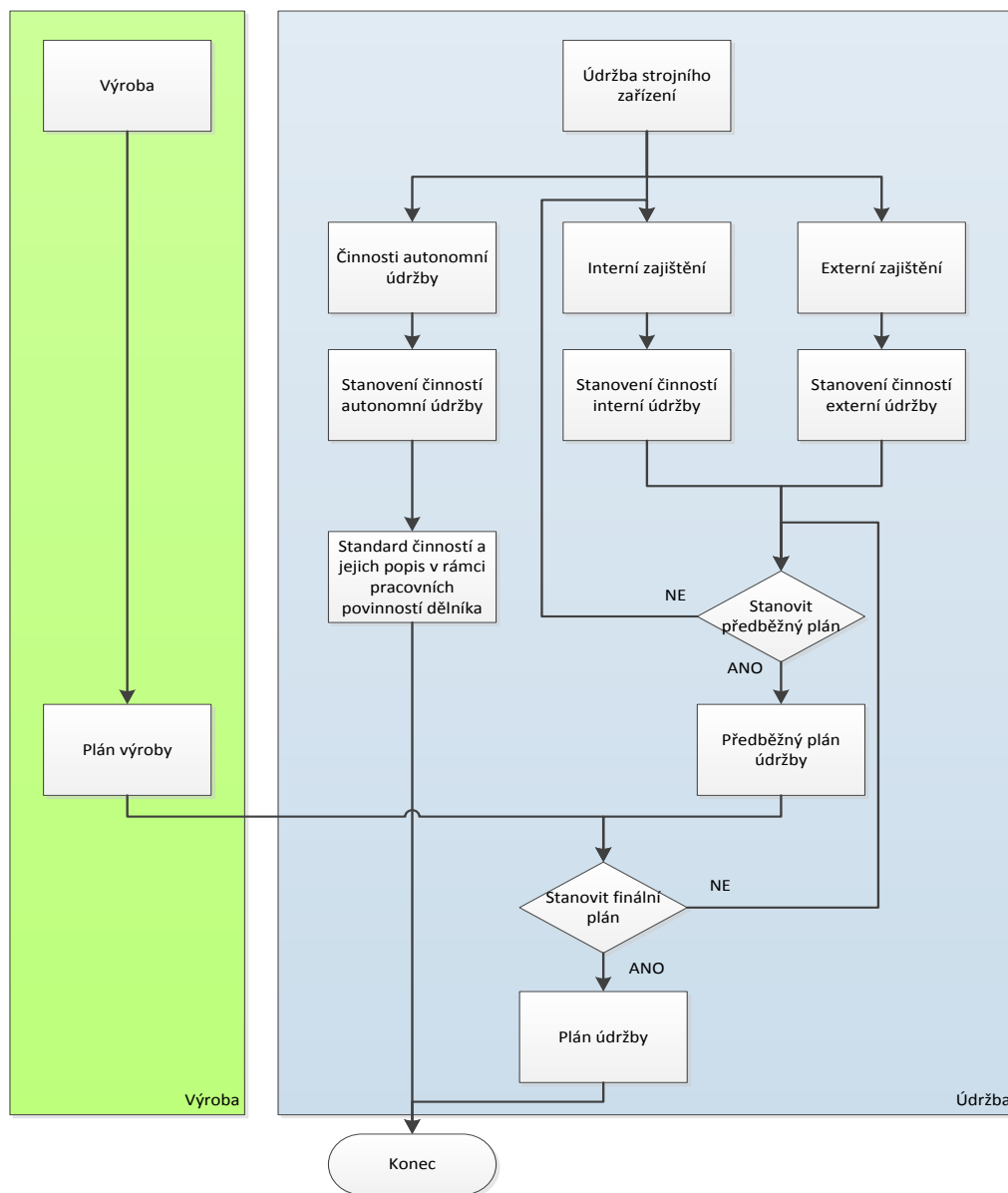


Obrázek 4-24: Kategorizace činností, [zdroj autor]

Zcela možné a naprosto legitimní je napojení na vyšší hierarchický stupeň zařízení nežli na součást. Jinými slovy v případě, že není nutné sledovat každou část, schéma může i vypadat takto, viz Obrázek 4-24 – napojení přerušovanou čarou.

Postup tvorby plánu údržby

Samotná konkrétní implementace je závislá na strategickém rozhodnutí managementu, nicméně při plánování údržby je vždy nutné zohledňovat soulad s plány výroby. Obrázek 4-25, schematicky znázorňuje postup plánování konkrétních úkonů. Schéma pracuje s třemi základními způsoby zajištění údržby z pohledu podniku, způsobem interním, externím a provedení výrobním dělníkem (autonomní údržba). Toto dělení je zvoleno z jednoho důležitého faktu a to, že společnosti nemají důvod rozdělovat údržbářské úkony z hlediska doby jejich trvání, potřebných zdrojů nebo místa provádění úkonu, apod. Pro funkční systém postačí toto rozdělení. Toto členění je zároveň nejběžnějším a zároveň nejjednodušším členěním, které se v průmyslové praxi používá. Po kategorizování činností je tvořen předběžný plán údržby zařízení. Ten uvažuje činnosti, zajišťované pouze externě a interně, protože aktivity autonomní údržby jsou prováděny výrobním pracovníkem, který spadá pod řízení výroby, nikoli údržby. Naplánování okamžiků zásahů autonomní údržby je proto předmětem pracovníků řízení výroby. Dále je nutné předběžný plán údržby propojit s plánem výroby na daném zařízení. Teprve po odsouhlasení s plánováním výroby je možná uvést plán údržbářských činností v život.

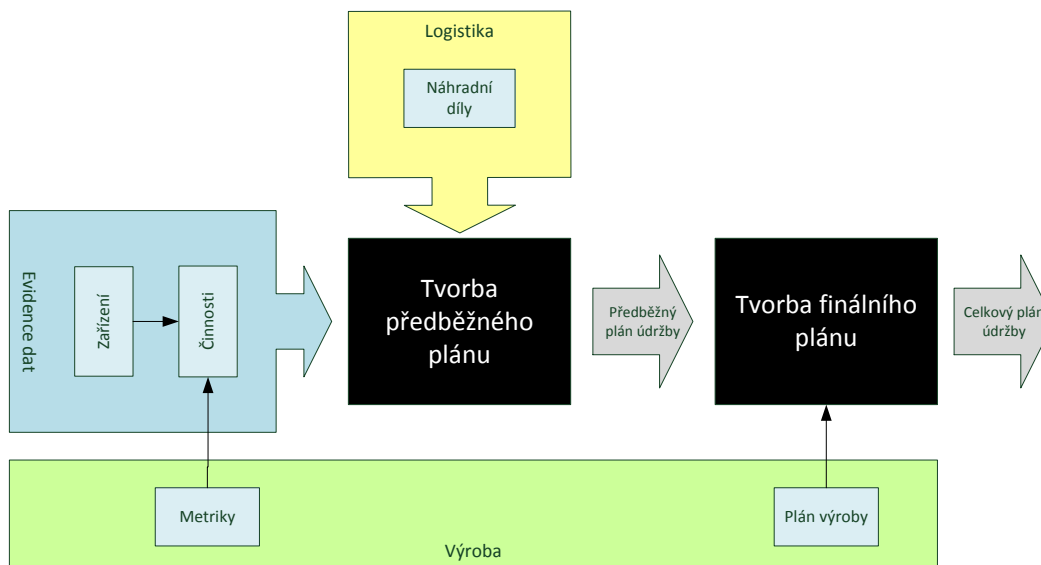


Obrázek 4-25: Soulad plánů výroby s plány údržby, [zdroj autor]

Datová struktura tvorby plánu

Pokud se podíváme detailněji na jednotlivé plánovací činnosti a jejich návaznosti, zjistíme, že naplánovat finální údržbářský plán ve středně velkém podniku je velmi obtížný úkol. Proto je nutné při této tvorbě postupovat přes tvorbu předběžného plánu, který může být uvolněn teprve poté, známe-li tyto vstupy, viz Obrázek 4-26:

- zařízení s přiřazenými údržbářskými činnostmi (včetně činností, které jsou dány technickou dokumentací stroje nebo výrobcem),
- okamžik, že je potřeba údržby (dán metrikami),
- náhradní díly, jako vstupy pro údržbářský úkon.



Obrázek 4-26: Datová struktura tvorby plánu, [zdroj autor]

Míra detailu plánu

Podrobnost plánu údržby musí odpovídat požadavkům jednotlivých strojů na údržbu a časovému horizontu, na který se plán údržby provádí. Z pravidla je doporučeno tvořit tyto tři kategorie dle detailnosti a časového horizontu plánu:

- hrubý plán,
- jemný plán,
- denní rozvrhování.

Přičemž jako hrubý plán může posloužit výstup z rozpracování jemného (finálního) plánu.

Způsob plánování údržbářských úkonů

Z hlediska práce stroje, údržbářské úkony je možné provádět za běhu stroje nebo při odstávce (bez ohledu na to zdali stroj běží, hlavní je to, že stroj neprodukuje standardní produkci). V této části se dostáváme k samotnému způsobu plánování údržby za odstavení stroje.

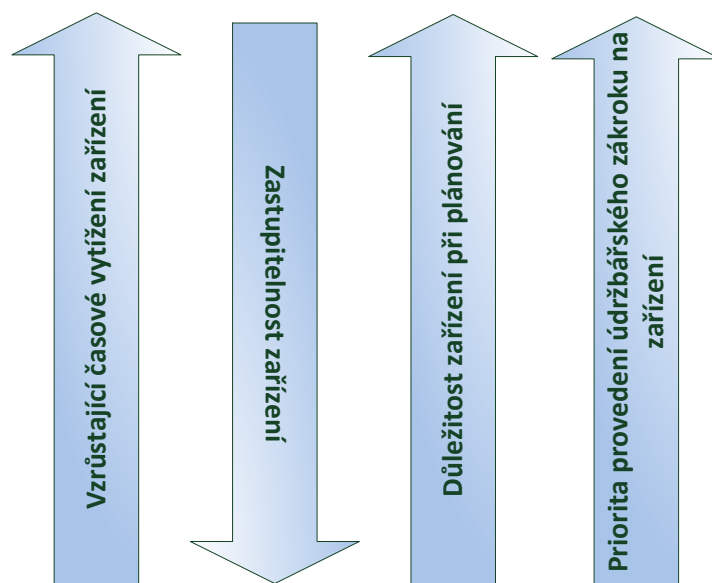
Z hlediska vizualizace a náročnosti sestavování dílenského plánu údržby je možné údržby poskládat do listu souboru Excel, kdy každá buňka odpovídá typu úkonu na stroji v konkrétním časovém úseku, viz Obrázek 4-27

týden		1.	2.	3.	4.
stroj		leden			
Stroj		A3P4	A3P1	A3P1	A3P1
č. střediska					

Obrázek 4-27: Plán údržby, [zdroj autor]

Způsobem, který může pomoci k dosažení optimálního vyvážení mezi výrobními a údržbářskými požadavky na stroj je plánování všech činností dle teorií front, např. způsoby FIFO, LIFO, PRIO, SIRO, apod. Neboť obecně, pokud si představíme všechny činnosti na stroj jako interní zakázky s určitou dobou trvání, lze je řadit na časovou osu stejně jako při problematice řízení zakázek na stroji.

V souvislosti plánováním údržbářských zákonů je nutné zohlednit i potenciální zastupitelnost strojů a to tím více, čím více jsou výrobní zařízení časově využita. Zde platí jednoduchá úměra, se vzrůstajícím časovým vytižením zařízení, vzrůstá i jeho důležitost při plánování jak údržby, tak výroby na něm, viz Obrázek 4-28.



Obrázek 4-28: Priorita provedení údržbářského zákroku, [zdroj autor]

4.3.2.5 Oblast 4 – Náhradní díly

Dostupnost náhradních dílů je jedním z klíčových prvků každého systému řízení údržby. Systém řízení zásob náhradních dílů musí podobně jako systém řízení běžných zásob, zajišťovat komplexní analýzu zásob, elektronické vyhledávání i objednávání.

Cílový stav oblasti náhradních dílů

Velkou pozornost je nutné věnovat pozici skladování náhradních dílů v údržbě. Skladování náhradních dílů, stejně jako u ostatních oběžných aktiv, představuje pro podnik náklady. Nutnost skladovat je ovlivněna zejména typem údržbářského úkonu. Cílový stav logistiky náhradních dílů musí:

- Zajistit pořízení náhradního dílu a jeho skladování.
- Zajistit plynulé zásobování náhradními díly a to jak nakupovanými, tak vyráběnými, pomocnými, provozními látkami a energetickými materiály a zajištění plynulého odsunu nefunkčních strojních částí.
- Uspořádat a řídit údržbářské procesy tak, aby probíhaly plynule, s časově a prostorově vyhovujícími manipulacemi, tj. zajistit plynulou spotřebu náhradních dílů.
- Zajistit plynulost výrobního procesu dodávky produktů, který uspokojí požadavky zákazníků.

Každá z uvedených funkcí představuje relativně samostatnou oblast. Všechny oblasti však musí být schopny spolu spolupracovat a změna v jedné z nich musí znamenat změnu i v ostatních oblastech, pokud dojde k překročení stanovených hranic (např. pokles minimálního množství daného náhradního dílu).

Doporučení pro oblast náhradních dílů

Tyto základní funkce kladené na management náhradních dílů jsou kladené i na běžný (výrobní) materiál v podniku. Pokud se jedná o zaběhlejší podnik, z pravidla pořízení náhradního dílu zajišťuje nákupní oddělení, skladování náhradního dílu oddělení logistiky (skladování) a spotřebu náhradního dílu oddělení výroby. Pokud mluvíme o náhradních dílech, všechny tyto funkce musí být pevně provázány s oddělením údržby. To však neznamená, že je nelze zajišťovat pomocí metod, které běžně používají oddělení nákupu, logistiky, popř. výroby.

Pokud se dostaneme k první funkci pořízení náhradního dílu, tak impulsem pro jeho pořízení je buď jeho spotřeba na základě plánovaného údržbářského úkonu, nebo nečekaná porucha. Pro to, abychom docílili efektivního naplnění této funkce, je z pravidla potřeba zavést třízení náhradních dílů dle kritérií, která charakterizují požadavky podniku. Náhradní díly je třeba třídit podle těchto různorodých kritérií.

- obrátkovosti (ks/ časové období),
- nákladovosti (spotřeba vyjádřena ve finančních jednotkách),
- pravidelnosti spotřeby (třízení na díly spotřebované pravidelně/ nepravidelně).

Existuje několik možností jak tohoto dosáhnout, např.:

- Zahrnout management náhradních dílů do plánování materiálu a dále jej řídit stejným způsobem jako ostatní materiál v podniku. Je nutné mít však na paměti, že spotřeba konkrétního náhradního dílu je řádově nižší nežli spotřeba druhu materiálu v podniku.

- Řídit náhradní díly odděleně od ostatního materiálu je potřeba stanovit jistá pravidla jejich pořizování a třídít je např. pomocí zavedení množstevních hladin, např. maximální, minimální, objednacích, pojistných, apod. [62].

Pokud se dostaneme k internímu skladování náhradních dílů, existují dvě základní možnosti jejich skladování a to na skladě spadajícím pod oddělení logistiky (spolu s ostatním materiálem) nebo na speciálně odděleném skladě náhradních dílů spadajícím pod oddělení údržby. O způsobu skladování musí rozhodnout podnik na základě podrobné analýzy a spotřeb náhradních dílů. Oba způsoby sebou nesou klady i zápory [62].

Potřeba náhradních dílů pro údržbářské úkony

Pro počáteční analýzu je možné se orientovat podle typu údržbářské činnosti, viz Tabulka 4-6. Např. pro činnosti autonomní údržby není třeba držet sklady náhradních dílů. Již z povahy činností autonomní údržby se jedná o jednoduché zásahy, které vyžadují pouze spotřební materiál. Stejně tak pro činnosti externí údržby není nutné držet na skladě náhradní díly. Tyto činnosti jsou vždy předem domluveny s dostatečným předstihem, tudíž i na objednání příslušných dílů je z pravidla dostatek času. Zároveň tyto činnosti jsou zajištěny externě, tudíž společnost nebo osoba, která činnosti provádí je z pravidla zodpovědná za kvalitu provedení činnosti i opatření požadovaného náhradního dílu.

Typ údržby	Sklad Náhradních dílů?
Autonomní	NE
Interní zajištění	ANO
Externí zajištění	NE

Tabulka 4-6: Skladování náhradních dílů, [zdroj autor]

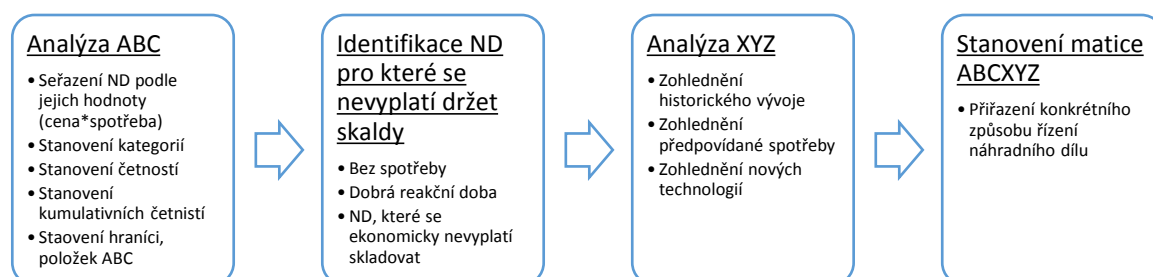
V druhém kroku je možné optimalizovat oblast skladování náhradních dílů podle konkrétních údržbářských činností v případě spadajících do příslušného typu údržby. Existuje více způsobů optimalizace zásob, jedním z nejuniverzálnějších přístupů k této optimalizaci je analýza ABCXYZ. Které zohledňuje i požadavky literatur [61] [62] (

Příklad použití analýzy ABCXYZ

V praxi se pro tuto problematiku používají zejména dvě metody třídění materiálu a jejich účelná kombinace ABC analýza, XYZ analýza, resp. Jejich kombinace ABCXYZ analýza. Analýza ABCXYZ je popsána v kapitole 1.4.

Celý postup analýzy ABCXYZ lze shrnout v několika krocích. V prvním kroku je vhodné provést analýzu ABC a stanovit, které položky náhradních dílů jsou opravdu důležité. V druhém kroku se hledá odpověď na otázku, zdali je potřeba skladovat opravdu všechny položky. Poté, položky, které jsou bez spotřeby nebo se ekonomicky nevyplatí držet skladem, se vyřadí z výčtu. Třetím krokem je analýza XYZ, která odpoví na otázku, jak pravidelná je

spotřeba součástí. Posledním krokem je stanovení matice ABCXYZ a přiřazení nejvhodnějšího způsobu pořizování dílu, viz Obrázek 4-29.



Obrázek 4-29: Postup analýzy ABCXYZ, [zdroj autor]

Kombinací obou analýz získáme ucelený pohled na problematiku spotřeby náhradních dílů. Obrázek 4-30 zobrazuje kombinace ABC a XYZ analýzy, kde každý ze sektorů matice je charakterizován podílem konkrétního náhradního dílu na spotřebě a její pravidelností. Obrázek je více doplněn o pomocné charakteristiky, které zohledňují specifika náhradních dílů.

	A	B	C
X	Velký podíl na spotřebě ND	Střední podíl na spotřebě ND	Malý podíl na spotřebě ND
	Pravidelná spotřeba	Pravidelná spotřeba	Pravidelná spotřeba
	<ul style="list-style-type: none"> Vysoká pravděpodobnost poruchy Vysoký vliv poruchy na podnik 	<ul style="list-style-type: none"> Střední pravděpodobnost poruchy Střední vliv poruchy na podnik 	<ul style="list-style-type: none"> Nízká pravděpodobnost poruchy Nízký vliv poruchy na podnik
Y	Velký podíl na spotřebě ND	Střední podíl na spotřebě ND	Malý podíl na spotřebě ND
	Výkyvy ve spotřebě	Výkyvy ve spotřebě	Výkyvy ve spotřebě
	<ul style="list-style-type: none"> Vysoká pravděpodobnost poruchy Vysoký vliv poruchy na podnik 	<ul style="list-style-type: none"> Střední pravděpodobnost poruchy Střední pravděpodobnost poruchy 	<ul style="list-style-type: none"> Nízký vliv poruchy na podnik Nízký vliv poruchy na podnik
Z	Velký podíl na spotřebě ND	Střední podíl na spotřebě ND	Malý podíl na spotřebě ND
	Nepravidelná spotřeba	Nepravidelná spotřeba	Nepravidelná spotřeba
	<ul style="list-style-type: none"> Vysoká pravděpodobnost poruchy Vysoký vliv poruchy na podnik 	<ul style="list-style-type: none"> Střední pravděpodobnost poruchy Střední pravděpodobnost poruchy 	<ul style="list-style-type: none"> Nízká pravděpodobnost poruchy Nízký vliv poruchy na podnik

Obrázek 4-30: ABCXYZ analýza, [zdroj autor]

Jakmile je konkrétní druh náhradního dílu takto charakterizován, lze k němu přiřadit konkrétní způsob řízení jeho množství v podniku. Popišme si dva extrémní případy. V sektoru AX jsou pravidelně spotřebovány velké množství materiálu, tento sektor je vhodné řídit pravidelnými dávkami v přesný čas. Naopak sektor ZC zahrnuje relativně málo položek navíc s nepravidelnou spotřebou. Tento sektor je nejvhodnější řídit pomocí dorovnávání pojistných hladin náhradních dílů.

4.3.2.6 Oblast 5 - Metriky

Důležitou podmínkou pro smysluplnost indikátorů výkonnosti je jejich návaznost na cíle, které chce podnik v údržbě dosáhnout. Může to být například sledování nákladů na údržbu skupiny zařízení a porovnání s plánovanými náklady. Možný cíl sledování pak je rozhodnutí, zdali provozovat zařízení dále, udělat generální opravu nebo případně investovat do nového zařízení. Může to být i požadavek na snížení stavu zásob náhradních dílů pro údržbu o stanovené procento v určeném časovém období a podobně.

Těmto požadavkům vyhovují jednoduché indikátory výkonnosti, které naměřenou hodnotu porovnávají s definovanými hranicemi. Stanovením kritických hranic hodnoty indikátoru a přiřazením vhodné grafické interpretace je možné dosáhnout jasného pohledu na to, co se stalo. S využitím historických dat hodnot indikátoru se dá sledovat trend vývoje poskytující cenné informace.

Cílový stav oblasti metrik

Cílového stavu v oblasti metrik dosáhneme, používáme-li metriky vztahující se k podnikovému cíli a postihujeme tak všechny klíčové oblasti. Každý podnik má svou sadu metrik lehce odlišnou v návaznosti právě na jeho interní cíle. Mezi nejčastější metriky/ indikátory, které se v praxi sledují, patří:

- záznamy o poruchách,
- celková efektivita zařízení – OEE (CEZ),
- náklady na náhradní díly,
- četnost poruch,
- spotřeba náhradních dílů,
- doba trvání opravy a údržby.

Metriky jsou často minimalizační nebo maximalizační a cílové (tj. metriky, které se mají přibližovat určité hodnotě, danou buď standardní (doporučenou hodnotou) nebo trendem vývoje).

Na základě prostudované literatury a bylo vybráno pět základních metrik, které charakterizují úroveň systému řízení údržby. Počet metrik byl stanoven na základě požadavků průmyslových podniků, kde administrativa představuje často nejsložitější část celé údržby. Vybrané metriky jsou uvedeny v tabulce, viz Tabulka 4-7.

Název KPI	Zdroj	Jednotky	Kritérium
Efektivita zařízení	Výpočet OEE, OHEE	Procenta	Maximalizační
Skladování náhradních dílů	Skladové hospodářství	Peněžní jednotky / období	Minimalizační
Náklady na náhradní díly	Z evidence dat/ informačního systému	Peněžní jednotky / období	Minimalizační
Četnost konkrétní poruchy - pareto	Z evidence dat/ informačního systému	Počet opakování / období	Minimalizační
Časové charakteristiky údržby	Z informačního systému/ údajů oddělení údržby	Časové jednotky (trendový ukazatel) nebo průměrná doba trvání opravy	Maximalizační i/ minimalizační

Tabulka 4-7: Metriky pro vyhodnocování stavu údržby, [zdroj autor]

Vybrané metriky jsou maximalizační nebo minimalizační. Přibližování se extrémům vede ke zvyšování úrovně systému řízení údržby i zvyšování hospodárnosti podnikových procesů.

Náklady na pořízení náhradního dílu (dány účetním pořízením náhradního dílu) a spotřeba náhradních dílů (dány reálnou spotřebou náhradního dílu), jsou základní ukazatele každého oddělení údržby. Tyto, na první pohled podobné ukazatele, je vhodné oba vést a periodicky revidovat, neboť často se stává, že vznikají účetní diference mezi tím, co se opravdu spotřebovalo a to co se skutečně nakoupilo. Výsledkem těchto stavů jsou nadměrné nebo naopak nedostačující stavy zásob. Zároveň bez toho aniž bychom měli evidenci, které náhradní díly a jak často vyměňujeme nelze plánovat jejich spotřebu. Nákladová část tohoto ukazatele slouží dále k třídění náhradních dílů vzhledem k způsobu jejich zajištění.

Četnost poruch a doba jejich trvání jsou naprosto základní ukazatel, který jak střednímu managementu údržby, tak technikům údržby odpoví na otázku, kolik času potřebujeme vyhradit na konkrétní údržbářský zákrok (ať už preventivní, plánovaný nebo po poruše).

Doporučení pro oblast metrik

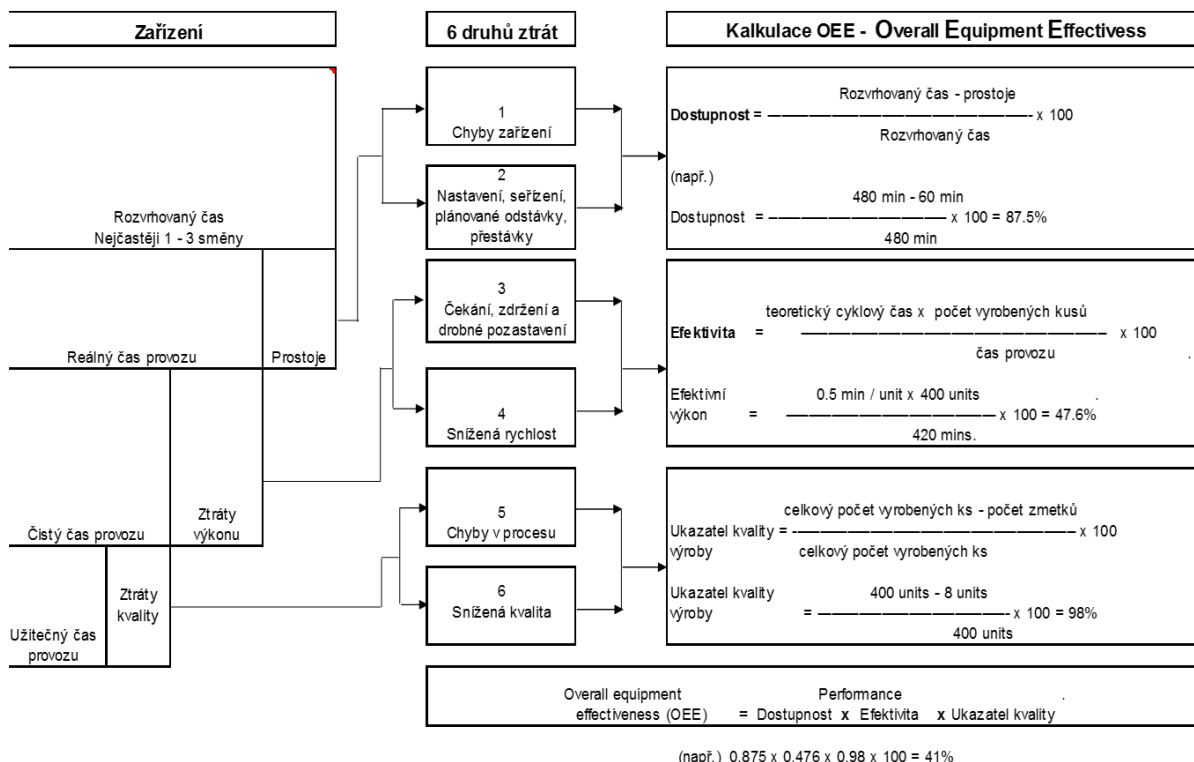
Plynulost výrobních procesů a snižování ztrát závisí jak na technologických, tak na logistických činnostech. Z toho plyne, že při posuzování efektivnosti těchto procesů je potřeba se zaměřit nejen na efektivitu výrobního zařízení, ale i na efektivitu logistických zařízení (manipulátory, pásy, zdvižné vozíky, tažné zásobovací soupravy, apod.) V následujícím textu je uveden cíl zlepšení oblasti metrik efektivnosti, způsob jak jej dosáhnout a benefity, kterých po úspěšné implementaci lze očekávat.

Efektivita zařízení

Základní skupinou ukazatelů, které dovedou stanovit, zdali zařízení pracuje optimálně a, jsou ukazatele efektivity zařízení. Nejznámějším a nejpoužívanějším je ukazatel OEE (Overall Equipment Effectiveness). Tento ukazatel je vhodný zejména pro jeho komplexnost a možnost

dekompozice na jednotlivé složky Q – T – N (kvalitu, čas, náklady) a jednoduchost implementace, kde často už je v podniku zaveden. Ukazatel OEE) se skládá ze tří samostatně měřitelných komponent, dostupnosti, výkonnosti výrobního zařízení a ukazatele vyráběné kvality. OEE je popsáno v různých publikacích, např. [42], [72].

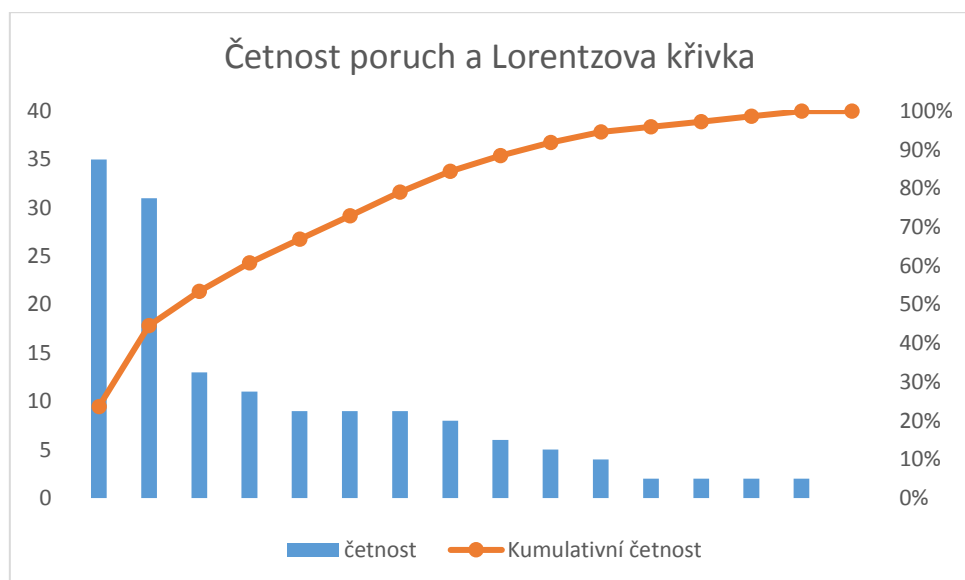
Princip OEE ukazuje Obrázek 4-31. Na obrázku je jasně definován princip výpočtu, včetně číselně vyjádřeného příkladu.



Obrázek 4-31: Princip OEE, upraveno dle [72]

Při vyhodnocování efektivity je nutné brát ohled na výrobní i podpůrné procesy podniku. OEE se z pravidla nepoužívá pro vyhodnocování efektivity manipulačního zařízení, což logicky plyne z povahy tradičních přístupů k zásobování, které často znemožňují standardizaci procesu zásobování. Manipulační prostředky totiž vykazují oproti výrobním zařízením určitá specifika, která jsou popsána v [55], [60]. Kvůli těmto specifikům nelze plně využít OEE pro vyhodnocování efektivity manipulačních zařízení. Nicméně lze převzít jeho hlavní principy a spolu s novými přístupy k zásobování (kanban, milk run, apod.) se otevírá nový prostor pro vyhodnocování efektivity zásobovacích prostředků. Úpravou ukazatele OEE můžeme vyhodnocovat i efektivitu zásobovacích procesů a získat tím ukazatel Overall Handling Equipment Effectiveness (OHEE).

Prvním krokem je identifikace nesouladů, které snižují efektivitu zásobování (např. čekání, špatná metoda zásobování, nečekávané zastávky, chyby, špatné dopravní dávky apod. [72]). Dále je nutné všechny tyto ztráty popsat a kvantifikovat. Pro popis se můžeme inspirovat



Obrázek 4-33: Pareto poruch a Lorentzova křivka, [zdroj autor]

Časová charakteristika vztahující se k údržbě je doba trvání konkrétní údržbářské činnosti. Ta je závislá na konkrétních operacích, které jsou nutné provést pro úspěšné splnění činnosti. Proto nelze obecně stanovit, jak dlouho se má daná operace provádět. Samostatné vyhodnocování může sloužit jako zpětná vazba zaučení pracovníků údržby.

Náklady na náhradní díly

Ohledně nákladů je doporučeno sledovat dvě charakteristiky hodnotící náhradní díly. První z nich je skladování náhradních dílů, které slouží jako podklad pro jejich plánování.

Metrika skladování a logistika náhradních dílů stanovuje náklady na manipulaci a skladování náhradních dílů. Tento ukazatel je vhodné uvádět ke každé strojní části, tak poskytneme cené informace pro plánování náhradních dílů (viz oblast O4 – Náhradní díly) Celkové náklady za určité období se pak rovnají nákladu na logistiku jednoho náhradního dílu za určité období vynásobených jejich cenou, viz rovnice (25).

$$N_{SND} = \sum_{i=1}^n Q_{NDi} * n \quad (25)$$

Celková náklady na náhradní díly N_{SND} se skládají z nákladů na skladování i -tého náhradního dílu Q_{SND} krát počet náhradních dílů n , za sledované období.

Druhou metrikou jsou celkové náklady na náhradní díly. Celkové náklady na náhradní díly jsou metrikou, která v sobě zahrnuje náklady na pořízení dílu, tj. pořizovací cenu náhradního dílu, jeho dopravu, množstevní slevy, pojistné náklady, montáž dílu, atd. Jedná se o náklady na všechny ostatní činnosti, kromě skladování.

$$N_{ND} = \sum_{i=1}^n Q_{NDi} * n \quad (26)$$

Celkové náklady na náhradní díly N_{ND} se skládají z pořizovacích nákladů i -tého náhradního dílu Q_{ND} krát počet náhradních dílů n , za sledované období.

Součet N_{ND} a N_{SND} udá celkové náklady na náhradní díly. Obě metriky jsou odděleny kvůli ohledu na plánování náhradních dílů.

Stejně tak jako lze sestavit pareto poruch (viz Obrázek 4-32), jde sestavit i četnosti spotřeby náhradních dílů a k nim připadající náklady. V tomto případě je postačující stanovit pouze sumární částku ke spotřebovaným dílům. Detailnější rozdělení není z pravidla v průmyslové praxi potřebné.

Časové charakteristiky údržby

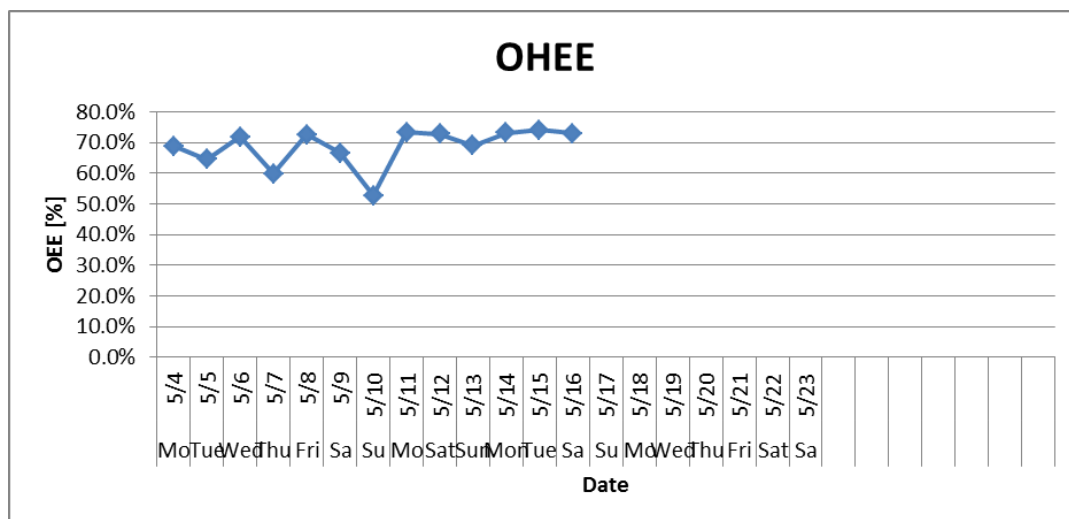
Existuje vícero možností jak hodnotit časové charakteristiky vztahující se k údržbě strojního zařízení. Nejčastější charakteristiky jsou tyto [42]:

- doba trvání poruchy (čas trvání konkrétní poruchy),
- intenzita poruch (počet poruch za sledované období),
- střední doba do poruchy (na konkrétním zařízení, úseku, apod),
- střední doba mezi poruchami (na konkrétním zařízení, úseku, apod),
- střední doba trvání poruchy (na konkrétním zařízení, úseku, apod).

O tom, zdali je vhodné a potřebné používat všechny uvedené časové metriky, rozhoduje vrcholové vedení útvaru údržby podniku. Potřebnost je dána zejména typem podniku.

Metriky je důležité pravidelně vyhodnocovat a vytvářet např. jejich časové řady. Vybrané metriky lze všechny takto vyhodnocovat. Klíčové je jejich vztažení ke správné jednotce a časovému intervalu. Zároveň metriky mohou sloužit jako srovnávací (benchmarkový) ukazatel.

Příklad stanovení časové řady u ukazatele OHEE je uveden na obrázku, viz Obrázek 4-34. Z takto stanovené časové řady je vhodné zkoumat jak trendy vývoje ukazatele, tak odlehle hodnoty, nebo vzájemné návaznosti vyhodnocovaných metrik.



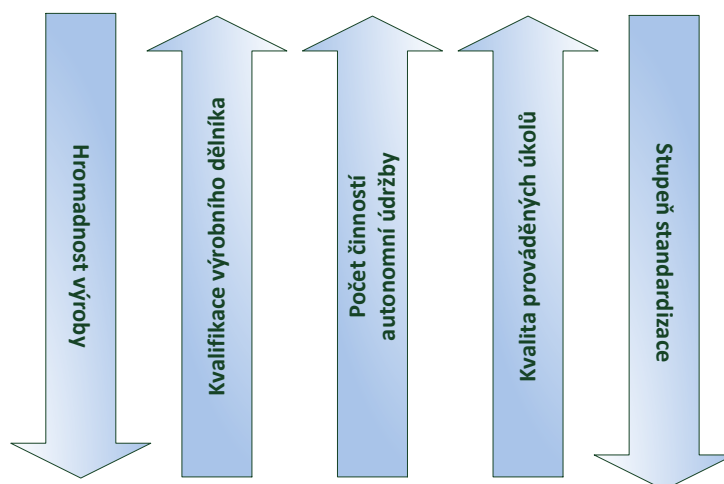
Obrázek 4-34 Časová řada OHEE, [zdroj autor]

4.3.2.7 Oblast 6 – Pracovníci

Kvalifikace pracovníků vstupuje do navrhované metodiky zásadním způsobem. A to již na samém začátku při definování a právě kategorizaci všech údržbářských činností (interní, externí a autonomní údržba). Kvalifikace pracovníka zásadně ovlivní tuto kategorizaci a naopak. Externí zajištění údržby nepředstavuje pro podnik žádné požadavky vzhledem ke kvalifikaci pracovníka, proto se kvalifikaci pracovníka při údržbářských zákrocích, prováděných externí společností nebudeme dále zabývat. Zbývají tedy dva způsoby péče o stroj, tj. provádění určitých zákroků výrobním dělníkem (autonomní údržba) a provádění interními pracovníky údržby.

Autonomní údržba výrobním pracovníkem

Lze tvrdit, že čím kvalifikovanější, zaškolený pracovník, tím více údržbářských činností lze přenést do skupiny „autonomní údržby“ a tím dosáhneme vyšší kvality provádění údržbářských prací, viz Obrázek 4-35. Kvalifikace výrobního pracovníka je tedy velmi důležitá při autonomní údržbě.

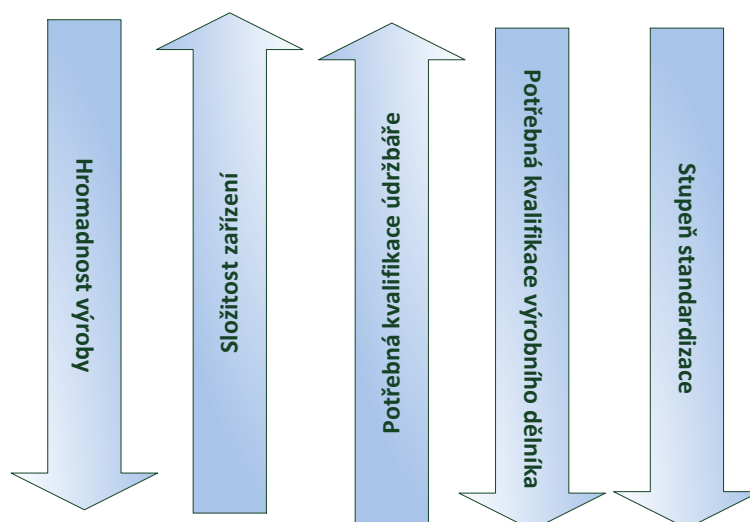


Obrázek 4-35: Kvalifikace pracovníka, [zdroj autor]

Obecně se musíme věnovat kvalifikaci výrobního pracovníka tím více, čím se povaha naší výroby více podobá kusové výrobě (důvodem jsou zejména složité operace, vyšší takt, univerzální stroje, apod.) a je méně standardizováno (pracovník si neautomatizuje činnosti, nenalezne návod jak operace provádět). Také v kusové výrobě se setkáváme se situacemi, kdy výrobní operátor je zkušenější a šikovnější nežli technik, proto s vzrůstající kvalifikací výrobního dělníka v oblasti údržby stroje, potřeba specializovaného útvaru řízení údržby klesá.

Údržba interním pracovníkem údržby

Při interním zajištění údržby strojů je kvalifikace údržbářských techniků jedním ze základních bodů úspěchu. Potřebná kvalifikace údržbářského technika je opět ovlivněna různými faktory. Nejdůležitějším faktorem je opět typ výroby. Čím je opakovanost výroby nižší, tím předpokládáme univerzálnější a složitější strojové vybavení, proto nároky na kvalifikaci údržbáře vzrůstají. Mezi další faktory spadá i stupeň standardizace, tedy čím méně standardů (např. provádění výměn apod.) existuje, tím více musí být údržbář kvalifikovaný a schopný reakce. Tyto a další souvislosti jsou uvedeny na obrázku, viz Obrázek 4-36.



Obrázek 4-36: Potřebná kvalifikace údržbáře, [zdroj autor]

Obecně nelze říci, do jaké hloubky musí být pracovníci v jednotlivých oblastech kvalifikováni, neboť míra znalosti v konkrétních oblastech je závislá na typu výroby a použitých technologiích. Pokud se dostaneme k nastavování standardů potřebné kvalifikace pracovníků, je nutné vždy zohlednit obecná data z analytické části a obecným kritériím.

Cílový stav oblasti pracovníků a jejich kvalifikace

Optimální stav v oblasti kvalifikace pracovníků nelze stanovit obecnými požadavky a předpoklady právě proto, že je ovlivněn mnoha faktory, viz Obrázek 4-35 a Obrázek 4-36. Lze však stanovit způsoby a nástroje, kterými lze vyhovujícího stavu docílit. Jedním ze intra podnikových způsobů docílení patřičné kvalifikace pracovníka patří trénink pracovníků (platí jak pro výrobní dělníky, tak pro pracovníky údržby).

Autonomní údržba výrobním pracovníkem

Autonomní údržba ze své podstaty nemůže představovat žádné složité údržbářské úkony. Primární pracovní náplní výrobního dělníka není udržovat stroj, ale vyrábět v požadované kvalitě, k čemuž potřebuje funkční stroj, který je schopen vyrábět dle specifikace zákazníka. Často pro dodržení těchto požadavků je nutné provádět na stroji jednoduché úkony (např. mazání a čištění), které zároveň nevyžadují přítomnost kvalifikovaného údržbáře. Tyto úkony je vhodné přenést na obsluhu. Pro provádění těchto úkonů, také není potřeba speciálních školení, postačí pro ně pouze návod nebo postup provádění činnosti. Jakýkoli postup provádění operace/ činnosti je předmětem standardizace procesů podniku.

Údržba interním pracovníkem údržby

V podnikové praxi musí školení naučit identifikovat, analyzovat a navrhnout nápravná opatření zejména pro tyto nežádoucí situace:

- Neschopnost plnění základních požadavků údržby strojů.
- Nedodržování pracovních podmínek (teplota, rychlost, tlak apod.).
- Chybějící kvalifikace pracovníků (chyby kontroly, chyby obsluhy, apod.).
- Opatření strojních součástí (ložiska, ozubená kola, středící prvky apod.).
- Náprava konstrukčních chyby (materiál, dimenzování apod.).

Trénink pracovníků je zároveň základní prevencí pro vyvarování se těmto chybám, které po nesprávném úsudku těchto činností mohou nastat. Při zajišťování potřebné kvalifikace nesmíme zapomenout na speciální a expertní případy údržby, které se týkají zejména pneumatiky, elektrotechniky, hydrauliky, tribotechniky, tlakových nádob a jiných vysoce odborných oblastí. Tyto školení je vhodné zajistit externě, specializovanými společnostmi nebo výrobci konkrétních zařízení, pokud je potřeba.

Do oblasti kvalifikace pracovníků také spadá definování potřebné kvalifikace pro pracovní pozice v rámci údržby. Ta je pro oblast interní údržby v České republice doporučena normou ČSN EN 15268. Norma stanovuje požadavky a znalosti pracovníků v údržbě. Tím tak poskytuje i návod pro personální útvary výrobních podniků, které by podle těchto požadavků měly postupovat, jak při výběru nových pracovníků, tak i při hodnocení stávajících pracovníků údržby. Norma člení pracovníky na tři kategorie mechanik údržby, mistr údržby a inženýr (technik) údržby, manažer údržby (odpovědný za funkci nebo službu údržby). A k těmto třem kategoriím přiřazuje i rámcové kompetence.

Doporučení pro oblast kvalifikace pracovníků

Školení lze z hlediska jeho zajištění provést buď interně pracovníky podniku, nebo externě. Možné zajištění školení v oblasti provádění údržbářských úkonů je uvedeno v tabulce, viz Tabulka 4-8. Činnosti autonomní údržby je vhodné zpravidla školit nadřízeným pracovníkem (pracovníkem výroby). Činnosti interní údržby, které provádí údržbář, je vhodné školit pracovníkem, který dané zařízení navrhoval nebo externím technikem, popř. nebo výrobcem

zařízení. Pro úplnost je zde ještě uveden poslední způsob údržby strojního zařízení (externí údržba). Tento způsob údržby při zajištění školení neuvažujeme.

Typ údržby		Způsob školení	Předák/ mistr	Pracovník kvality	Interní pracovník poptávající zařízení	Externí technik
Autonomní údržba	prováděná výrobním dělníkem		X			
	prováděná pomocným dělníkem		X			
	prováděná mistrem			X	X	X
Interní údržba	prováděná seřizovačem/ údržbou				X	
	Prováděná interním technik				X	X
Externí údržba	Externím specialistou		N/A	N/A	N/A	N/A

Tabulka 4-8: Způsob školení pracovníků, [zdroj autor]

Dále je důležité záznamy o dosažené kvalifikace evidovat a pro potřeby managementu tvořit kvalifikační (znalostní) matice. Neboť dosažená kvalifikace je jedním ze základních předpokladů funkčního jak údržbového, tak výrobního systému. V čím větším podniku se pohybujeme, tím vzrůstá potřeba řídit kvalifikaci, již pro podnik střední velikosti je téměř nutností vytvořit kvalifikační matice, příklad kvalifikační matice je uveden, viz Obrázek 4-37.

	Oblast 1							Oblast 2							...	Oblast n									
	Metoda 1	Metoda 2	...	Metoda n	Nástroj 1	Nástroj 2	...	Nástroj n	Metoda 1	Metoda 2	...	Metoda n	Nástroj 1	Nástroj 2		...	Nástroj n	Metoda 1	Metoda 2	...	Metoda n	Nástroj 1	Nástroj 2	...	Nástroj n
Pracovník 1																									
Pracovník 2																									
...																									
Pracovník n																									

Obrázek 4-37: Kvalifikační matice pracovníka, [zdroj autor]

V kvalifikační matici lze také rozeznávat stupeň každé znalosti daného nástroje nebo oblasti. Z pravidla rozeznáváme aktivní znalost (značení např. A) a pasivní znalost (značení např. P). Pokud pracovník danou problematiku neovládá, neznačíme do kvalifikační matice nic.

4.3.2.8 Standardizace a Integrace

Jakmile zavádíme jakoukoli metodu štíhlé výroby, nebo cokoli zlepšujeme, musíme mít pevné základy (standarty), na kterých lze teprve stavět zamýšlené inovace. Standardizace je zároveň i nutnou, nikoli postačující podmínkou pro vyhodnocování efektivity procesů, neboť pro její vyhodnocování je nutné stanovit stále stejný způsob provádění operací.

Oblast 7 - Standardizace

Cílem a účelem je standardizace, kompatibilita a interoperabilita podnikových podnikových procesů, včetně údržby. Standard v podstatě představuje písemný předpis provádění činnosti. Všechny standardy by zároveň měly usilovat o optimální provádění standardizovaných úkonů, tj. snažit se o co nejefektivnější provedení.

Existují různé způsoby jak standardizovat procesy. Samostatným komplexním přístupem, jak standardizovat je metodika 5S nebo různé formy předpisu – Jednobodové lekce. Standardy představují nutný základ, kterého musíme docílit, abychom mohli plně vyhodnocovat celé řízení údržby a následně integrovat jednotlivé oblasti do sebe. Níže je uveden minimální stav úplné standardizace oblastí systému řízení údržby. Znamená to, že pro úplnou standardizaci systému řízení údržby je potřebné alespoň částečně standardizovat provádění těchto úkonů.

Stroje a zařízení

- sStandard značení, evidence a popisu strojních částí/ zařízení,
- standardy pro nastavení strojů,
- checklisty pro kontrolu záznamů o nastavení strojů.
- standardy celků a pracovišť.

Přístupy k řízení údržby

- standardní formuláře pro provádění autonomní údržby,
- standardy mazání,
- standardy čištění a úklidu pracoviště,
- standard provádění výměn nástrojů,
- standard přetypování výroby.

Plánování údržby

- standardy provádění operací na stroji - Jednobodové lekce,
- checklisty provádění úkonů,
- standardy pro preventivní údržbu,
- standardy pro plánovanou údržbu.

Náhradní díly a pomůcky

- standard v oblasti náhradních dílů, jeho pořízení a distribuce v podniku,
- standard pořízení náhradního dílu a jeho interního značení,
- standard skladování náhradních dílů – umístění dílů v rámci skladu,
- standard vydávání náhradního dílu,

- standard skladovacích hladin náhradních dílů,
- standardy pro provozní a jiné pomocné kapaliny a jejich skladování.

Kvalifikace pracovníků

- kvalifikační matice pracovníků,
- kvalifikační standard pozice pracovníka (minimální požadovaná kvalifikace pracovníka na příslušné pracovní pozici),
- standardy odborného kvalifikačního rozvoje pracovníka.

Metriky měření

- standardy pro výkonové normy a vymezení času pro údržbu,
- standard měření efektivity zařízení,
- standard měření efektivity provádění údržbářských úkonů,
- standard pro vyhodnocování poruchovosti strojních částí.

100% naplnění uvedených standardů představuje doporučený stav v této oblasti standardů. Je možné vytvořit daleko více standardů pro jakékoli úkony, nicméně každý standard musí mít své opodstatnění.

Pro dosažení alespoň částečně integrovaného systému je možné standardizovat tyto oblasti. Tento částečně integrovaný systém je charakterizován minimálním těchto nastavením standardů pro základní integraci oblastí systému řízení údržby:

- standardy evidence a nastavení strojů,
- standardy provádění činností údržby,
- standardy pro plánovanou a preventivní údržbu,
- standardy pro vyhodnocování efektivity zařízení.

Pro úplnou integraci je nutné začlenit do výše standardizovaných oblastí i minimálně tyto standardy ze zbývajících oblastí:

- kvalifikační standard pozice pracovníka a jeho rozvoj,
- standard pořízení, skladování a distribuce náhradních dílů.

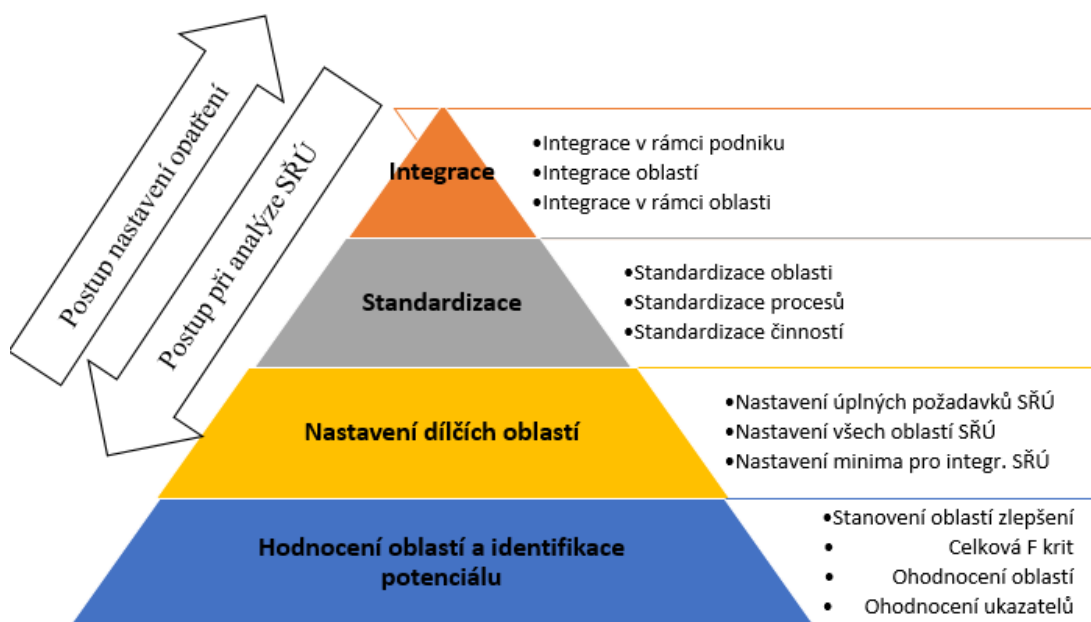
Pořadí, ve kterém podnik má začít standardizovat jednotlivé oblasti řízení údržby, je dáno analytickou částí, přesněji bodovým hodnocením, kterého podnik dosáhl. Priorita je kladena na oblasti s nejnižším dosaženým skórem. Jinými slovy, pokud podnik dosáhne nejnižšího skóre např. v oblasti evidence strojů a zařízení, standardizovat by se mělo začít od této oblasti.

Oblast 8 – Integrace

Integrací je myšlena provázanost jednotlivých oblastí spadajících do systému řízení údržby. Tato systémová integrace musí zajistit, že změna v jedné z oblastí, může (musí) znamenat

změnu i v jiné oblasti a zároveň zapříčiní změnu celého systému. V praxi to znamená soulad struktury dat v jednotlivých oblastech, soulad druhů plánů, spolupráci mezi útvary, zajištění školení na základě požadavků specialistů jednotlivých útvarů, koherence různých přístupů k řízení údržby, soulad standardů s podnikovou politikou, zde též musíme ověřit, zdali databáze evidence strojů jsou kompatibilní s databázemi náhradních dílů.

Integrace je nejvyšším stupněm rozvoje nejen systému řízení údržby, ale podnikového systému obecně. V představené metodice je základem analýza oblastí řízení údržby identifikující slabé a silné stránky. Na analýzu navazuje prováděcí část, která se zabývá optimálním nastavením dílčích oblastí. Posledními stupni jsou standardizace procesů nastavených v jednotlivých oblastech a nejvyšším stupněm je integrace jednotlivých oblastí navzájem do sebe, viz Obrázek 4-38. Obrázek ukazuje i schématický postup při analýze a nastavování opatření pro dosažení vyšší úrovně SRÚ.



Obrázek 4-38: Pyramida integrace, [zdroj autor]

Pro započítání integrace konkrétních oblastí je nutné tyto oblasti standardizovat. Pořadí integrace oblastí nelze přesně stanovit. Neboť jak již bylo výše uvedeno, pro započítání integrace dvou a více oblastí je nutné tyto oblasti nejprve standardizovat. Pořadí integrace oblastí se vždy provádí v postupných krocích a odvíjí se od hodnot celkového skóre jednotlivých oblastí stanoveného v analytické části a pořadí v jakém podnik docílí standardizace svých oblastí. Úplná integrace všech oblastí je spíše vizí podniku, k jejímuž docílení je vždy potřeba velkého úsilí napříč celým podnikem.

Pyramida integrace je hierarchicky uspořádaný soupis činností, který je potřeba provést pro vytvoření alespoň částečně integrovaného systému řízení údržby. Hierarchické uspořádání činností znamená, že před počátkem provádění činností ve vyšším stupni pyramidy, musí být provedeny činnosti nižšího patra pyramidy. Činnosti nižšího stupně tedy představují pevné základy pro vyšší stupeň.

Hodnocení oblastí a identifikace potenciálu

Hodnocení oblastí a identifikace potenciálu je část, kterou je potřeba začít. Z pravidla v tomto stavu víme, že v podniku něco nefunguje, ale nevíme co to je. Hodnocení stavu slouží k identifikaci toho, co to je a jaký potenciál se v problematické oblasti skrývá. Uveďme si příklad, víme, že pracoviště vyrábí s 60% OEE. Proto, abychom identifikovaly, co snižuje OEE, musíme provést tento krok. Vzhledem k metodice tj. provedení strukturovaného rozhovoru, jeho vyhodnocení a následného zařazení podniku.

Teprve jakmile identifikujeme problematickou oblast a její potenciál, můžeme vybrat nápravné opatření/ nástroj, který docílí lepšího stavu.

Nastavení dílčích oblastí

Nastavením dílčích oblastí je myšlen výběr konkrétního opatření na základě výsledků předchozího kroku. Když se vrátíme k výše uvedenému příkladu, může toto znamenat nastavení opatření pro zvýšení vyráběné kvality (např. na základě analýzy SPC), zvýšení rychlosti výrobního procesu nebo zvýšení dostupnosti (např. na základě snímků operace, odstranění plýtvání). Každé opatření je tak efektivní, jak jej dokážeme uvést v život a hlavně udržet. Oba požadavky jsou předmětem následujícího kroku.

Standardizace oblastí

Jakmile dojde k nastavení určitých opatření, je nutné tyto opatření standardizovat v rámci dané oblasti. Pokud nebudou opatření zaběhlá a jednoznačně definována v rámci jedné oblasti, nemůže dojít k úspěšnému propojení více oblastí.

Integrace v systém řízení údržby

Integrací oblastí v systém řízení údržby, je myšleno propojení dílčích oblastí tak, aby při provádění činností v oblastech nedocházelo k nedorozuměním a chybám, data z jedné oblasti mohla být použita v oblasti druhé, opatření jedné oblasti mohla stavět na standardech v oblasti předchozí (např. plánování na klasifikaci strojů), apod.

4.3.3 Prováděcí část - fáze 2

Každá z oblastí, jak bylo výše uvedeno, může být hodnocena od 0 do 10 bodů, tj. teoretického minima k maximu. Toto maximum odpovídá určitému stavu v dané oblasti. Na základě prostudované literatury, výsledků ze strukturovaného rozhovoru a konzultací průmyslových podniků byly stanoveny metody průmyslového inženýrství, které mají za cíl zlepšit celkovou úroveň systému řízení údržby.

4.3.3.1 Metody průmyslového inženýrství vhodné pro aplikaci v údržbě

Průmyslové inženýrství je multidisciplinární obor, kde hlavními činnostmi jsou projektování, implementace, plánování, řízení výrobních systémů a zajištění jejich efektivního chodu (včetně zajištění jejich spolehlivosti, plnění termínů a řízení nákladů v nich, apod.). Všechny tyto systémy integrují lidi, informace, technologická zařízení a procesy, materiály a energie v celém životním cyklu daného produktu. Hlavním důvodem pro jakoukoli racionalizaci procesů a aplikace metod průmyslového inženýrství, je zvýšení produktivity a posléze i zisku.

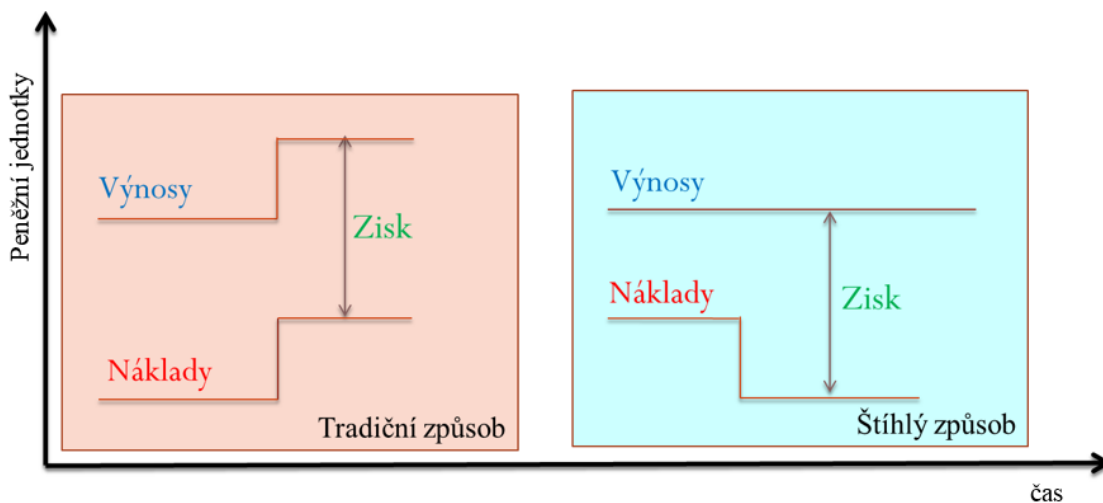
Produktivita je vždy definována jako poměr neoceněných výstupu a vstupů. Při její maximalizaci se vždy v podstatě snažíme o maximalizaci výstupů za minimalizace vstupů. Výstupy z výrobního procesu jsou z pravidla reprezentovány hotovými produkty a vstupy jsou myšleny materiální, lidské, energetické zdroje apod. Obecný vzorec výpočtu produktivity je uveden ve vzorci, viz vzorec (27).

$$\text{Produktivita} = \frac{\text{Výstupy [ks]}}{\text{Vstupy [ks]}} \quad (27)$$

Zisk je dle ekonomické teorie závislý na výnosech, daných zejména prodejní cenou jednotlivých produktů a jejich prodejním množstvím a úrovní nákladovosti konkrétních produktu, viz vzorec (28).

$$\text{Zisk} = \text{Výnosy} - \text{Náklady} \quad (28)$$

Pro dosažení požadované úrovně ziskovosti můžeme buď zvyšovat prodeje a tím i výnosů, nebo snižovat úrovně nákladů. V současné době zpravidla nabídka převyšuje poptávku a výrobci produktů musejí hledat způsoby, jak uspět na trhu. Existuje vícero tržních strategií jak tomu dosáhnout, tyto strategie jsou předmětem teorie marketingu. Jedním z těchto způsobů je i minimalizace nákladů, která je hlavní myšlenkou lean manufacturing. Oba způsoby jsou uvedeny na obrázku, viz Obrázek 4-39.



Obrázek 4-39: Zisk, [zdroj autor]

Navýšení výnosů je závislé zejména na trhu a koupěschopnosti potenciálních zákazníků, z hlediska vnitropodnikových procesů je nejsme schopni ovlivnit. Co ale jsme schopni ovlivnit je nákladovost našich procesů. Úroveň nákladovosti, respektive její snížením se zabývá štíhlá výroba, které se budeme dále věnovat.

Hlavní důraz štíhlé výroby je kladen na to, aby procesy přinesly nějakou hodnotu finálnímu produktu. Je tedy snahou eliminovat ztráty a minimalizovat všechny podpůrné procesy (včetně údržby i logistiky). Přidanou hodnotou procesů se zabývají např. literatury [38], [86], [87], [88].

K řízení takto komplexních činností slouží celé řada metod, které pokrývají všechny podnikové procesy, včetně řízení údržby. Odborná literatura [80], [81], [2], [13], [82] se shoduje zejména na těchto hlavních odborných nástrojích a metodách, které do průmyslového inženýrství spadají:

- analýza a měření práce – MOST, MTM, UAS,
- zlepšování procesů – CPI, KVP, Kaizen,
- optimalizace layoutu – Spine, Modlay, Clustre, segmentace,
- optimalizace linek – balancování linek,
- analýza procesů - Value Stream Mapping (VSM),
- řízení logistiky – TOC, modely řízení a optimalizace zásob,
- racionalizace pracovišť – SMED, 5S, jidoka, poka-yoke,
- teorie motivace a hodnocení pracovníků – Teorie X-Y, Maslowova pyramida,
- měření a zvyšování produktivity (OEE, zmetkovitost, produktivita, apod.),
- nástroje řízení kvality - TQM, SPC, vývojové diagramy, pareto,
- analytické metody mající za cíl zamezení vzniku chyb – FMEA, FTA, Ishikawa.

Rozdělení metod průmyslového inženýrství podle Gideona Haleviho je uvedeno v příloze, viz Příloha L [80], podle Gregora a Košturiaka, viz Příloha K [81], podle M. Edla, viz Příloha J [2], [13], [82].

Všechny uvedené metody a nástroje jsou spojeny i s řízením a projektování nového systému řízení údržby. Nicméně všechny tyto nástroje nejsou pro systém řízení údržby klíčové a všechny nebyly použity při jeho návrhu. V kapitole jsou popsány vybrané metody průmyslového inženýrství, které byly přímo použity v návrhu, nebo jejich princip sloužil jako inspirace. Metody jsou souhrnně pospány i v literaturách [88], [87].

4.3.3.2 Metody zlepšování procesů/ systému

Existují různorodé metody mající za cíl optimalizaci procesů. V podkapitole jsou uvedeny tyto vybrané metody Kaizen, VSM, TOC a TQM.

Kaizen

Kaizen a ostatní způsoby postupného zlepšování (Continuous Process Improvement - CPI, Kontinuierlicher Verbesserungsprozess – KVP) odkazují na filozofii či postupy neustálého zlepšování podnikových procesů. Vždy se zde zlepšení realizuje po malých krocích a výsledky těchto opatření jsou vidět téměř okamžitě, což má často i pozitivní motivační účinek na zaměstnance.

Zpravidla všechny tyto techniky neustálého zlepšování mají v popředí principy eliminace veškerého plýtvání (definované např. v literatuře [89], [86]):

- nadprodukce (výroba více než zákazník očekává, zboží pak v lepším případě putuje na sklad),
- nadbytečných zásob,
- čekání, např. prostoje, na materiál, na technika, na kanban karty, apod.,
- zbytečné přepravy (jak materiálu, tak hotových produktů),
- nevhodného zpracování (např. při sníženém výkonu stroje, vychozené lisovací formě, po které musíme produkt dodatečně opracovávat, apod.),
- zbytečných pohybů (nadbytečné pohyby, pohyby na větší než nutnou vzdálenost apod.),
- chyb v procesu (fyzických zmetků),
- nevyužití lidského potenciálu.

Proces zlepšení je řízen zpravidla pomocí řešitelských týmů, které řídí celou změnu od definování problému přes nastínění řešení, seznámení pracovníků se zamýšlenou změnou, dopracování konkrétního návrhu, provedení změny, řízení a vyhodnocování změny, standardizace změny až po vykazování uspořené kapitálu. V průmyslovém podniku zpravidla existují tři druhy tzv. „hard“ úspor, které lze finančně vyjádřit.

- **úspory pracovního času**

Jsou úspory jakéhokoli času pracovníka, který se projeví v úpravě normy, tj. času vymezeného na provedení výrobní operace. Souhrnně pak lze vykazovat úsporu jak v peněžních, tak v časových jednotkách. Často se pak uspořené normominyuty ještě přepočítávají na počet „uspořených“ výrobních dělníků.

- **úspory plochy (např. výrobní místo)**

Úspory plochy jsou jakékoli uvolnění výrobní plochy v podniku pro jinou výrobní technologii. Důvody pro toto uvolnění mohou být např. zmenšení výrobní technologie, zmenšení potřebného prostoru pro ukládání materiálu u stroje, přestěhování výrobní technologie jinam, apod..

- **materiálové úspory**

Materiálové úspory jsou úspory, které podnik dosahuje na jakémkoli materiálu vstupujícím do produktu. Příkladem materiálových úspor mohou být situace, kdy se podniku podaří pořídit materiál levněji, např. zaměnit dražší dodávanou komponentu za

levnější variantu, vyrábět produkty za potřebí menšího množství pomocných kapalin, než bylo plánováno, apod..

Při jakékoli menší změně je nutné mít na paměti, čeho touto změnou dosáhneme a zdali např. snížení času práce (normominut), neznamená zároveň zvětšení potřebné plochy pro montáž produktu. Nebo zdali levnější používaný materiál (i když je uvolněný od našeho zákazníka) nepředstavuje prodloužení montážního času kvůli např. tuhnutí, horšího řezání závitů, nebo nebude mít dokonce vliv na vyráběnou kvalitu. Problematice kontinuálního zlepšování je věnována literatura [86].

Metody postupného zlepšování jsou základní myšlenkou celé metodiky. Analytická část slouží k identifikaci slabých míst systému řízení údržby a souvisejících oblastí. Na základě výsledku této analytické části jsou stanoveny dílčí kroky, jak tento stav zlepšit. Většina průmyslových podniků již má zkušenosti v oblasti údržby a také má zavedený určitý způsob jak ji zajistit. Proto, ve většině případů, není ekonomicky vhodné nastavovat celý systém od základů.

Value Stream Mapping

Mapování hodnotového toku (VSM) je velmi účinný nástroj pro identifikaci plýtvání napříč podnikovými procesy. Často se VSM používá jako základní technika při přecházení podniku na štíhlou výrobu. VSM se zaměřuje na efektivnost procesů, přičemž procesy hodnotí z hlediska poměru mezi jejich přidanou a nepřidanou hodnotou. Pro správné pochopení je nutné si definovat, co při VSM považujeme za přidanou hodnotu a co již ne.

- Aktivita s přidanou hodnotou je činnost mění tvar, povrch, vnitřní vlastnosti, apod. Je to ta činnost, kterou je zákazník ochoten platit.
- Aktivita s nepřidanou hodnotou jsou všechny ztrátové činnosti a nezáleží na tom, zdali se jedná o čisté plýtvání (čekání, zmetky, apod.) nebo zdali jde o tzv. skryté ztráty, tedy činnosti, které jsou nutné provést k finalizaci produktu (manipulace, transport, zavírání formy lisu, neergonomické uspořádání pracoviště, apod.)

VSM slouží buď jako popisný nástroj, kde pracuje jak s celkovou časovou sumou činností, které přidávají a nepřidávají hodnotu, nebo jako i jako zlepšující nástroj, kdy navrhujeme nový postup provádění činností. Použití VSM je při řízení údržby okrajové, nicméně lze jím popsat např. procesy údržby a na tomto základě i popsat (standardizovat) chtěný stav. Problematice VSM je věnována literatura [86].

Theory of Constrains

Theory of Constrains – TOC se primárně zaměřuje na existenci úzkých míst v systému a způsobu jak je odstranit. Představíme-li si hodnototvorný proces jako řetěz, kde články jsou jednotlivé procesy. Nejslabší článek určuje pevnost celého řetězu. V případě výrobních procesů představují jednotlivé články např. stanoviště výrobní linky. Stanoviště s nejdélším procesním časem představuje onen nejslabší článek, neboli bottleneck, úzké místo. Toto pracoviště potom určuje produktivitu celé výrobní linky. Teorie omezení nám v tomto případě říká, že jakékoli racionalizační aktivity na jiných stanovištích, nežli je bottleneck jsou zbytečné a nezvyší

produktivitu této výrobní linky. Celé provádění TOC lze shrnout v těchto základních krocích [90]:

- nalezení úzkého místa,
- maximalizace využití úzkého místa,
- podřízení všeho v podniku tomuto omezení nebo odstranění slabého místa.

Po odstranění úzkého místa se v systému projeví nové úzké místo a uvedenou sekvenci kroků můžeme opakovat.

Teorie omezení není striktně omezena na výrobní linky a jejich balancování. Hlavní myšlenku lze aplikovat na téměř všechny vnitropodnikové procesy, kde každá aplikace sebou nese svá specifika. Nejznámější aplikace TOC a k nim přiřazené metody jsou [90]:

- Drum Buffer Rope - Řízení výroby
- Optimized Production Technology - Řízení výroby
- Critical Chain - Řízení projektů
- Buffer Management - Řízení výroby a projektů
- Thinking Process - Řízení změn

Metody pro řízení projektů a změn (Critical Chain, Buffer Management a Thinking Process) lze použít při řízení projektů a změn spojených i s údržbou.

Total Quality Management

Komplexní řízení jakosti je jedním z nejvíce používaných systémů řízení jakosti v podnicích. Hlavní myšlenkou Total Quality Managementu (TQM) je dodání produktu (výrobku i služby) v kvalitě uspokojující zákazníka ve správném čase a za správnou cenu. Hlavní principy TQM lze odvodit z názvu tohoto přístupu [86]:

- komplexní (Total) – všichni zaměstnanci jsou zapojeni do procesu zlepšování, bez ohledu na jaké pozici či oddělení pracují.
- jakost (Quality) – kvalita je chápána nejen ve vztahu k finálnímu produktu, ale i činnostem a procesům v podniku.
- řízení (Management) – zahrnutí všech stupňů řízení (od strategického, přes taktické i operativní) Každý stupeň řízení dokáže správně zpracovat pouze určitou část požadavku. Strategický management je schopný udat směr, kam se procesy mají ubírat. Taktické vedení je schopno požadavky transformovat do vyráběného produktu. Operativní vedení spolu s operátory teprve požadavky fyzicky zpracují.

Existuje více podobných metodik, jako je TQM, které mají podobné cíle i filozofii, ale rozdílnou strukturu (např. Six Sigma). Zatímco TQM zajišťuje shodu s požadavky kvality, six sigma cílí na snížení výskytu vad (NOK dílů).

TQM je jednou z filozofií, která v sobě zahrnuje další nástroje, např. procesní mapy, POKA-YOKE, statistické nástroje jako SPC, Pareto analýzu, histogramy, FTA, 5WHYS, ISHIKAWA, PDCA, Brainstorming, Gant a PERT, apod.. Tyto mají různé cíle, od prostého popisu procesu, přes zamezení vzniku chyb nebo identifikaci vzniku potenciální chyby. Právě pro skutečnost, že pracují s odhalováním poruch, je možno nástroje TQM použít i při řízení údržby. Problematice TQM je věnována literatura [86].

Metody zlepšování procesů jsou zaměřeny na všechny podnikové procesy a ovlivňují všechny navrhované oblasti metodiky. Největšího vlivu dosahují v oblastech standardizace, strojů a zařízení, náhradních dílů, plánování a metrik.

4.3.3.3 Přístupy a metody zaměřené na logistiku

Podkapitola je věnována přístupům a metodám zaměřeným na optimalizaci podpůrných logistických procesů. Byly vybrány následující přístupy a nástroje, které spolu navzájem souvisí – JIT, Kanban, shopstocky a Milk run

Just in time

Just in time (JIT) je koncept řízení výroby, který minimalizuje stav zásob. Jak anglický název vypovídá, surový materiál, nakupovaný díly, polotovary, náhradní díly a ostatní materiály potřebné k výrobě jsou na místo určení dodány přesně v daný čas a v přesném množství (bez ohledu zdali se jedná o výrobní pracoviště nebo zákaznický sklad). Základní charakteristiky metody Just in time je [21], [86]:

- plánování a výroba produktů na zakázku, realizovaná v malých dávkách – pull princip,
- snaha o plynulé toky ve výrobě a odstranění všech ztrát,
- zajištění vyráběné kvality,
- respektování zaměstnanců,
- odstranění zásob a nadbytečných zaměstnanců,
- zajištění a realizace jasné a dlouhodobé strategie.

Jednou z metod, která v oblasti logistiky transformuje požadavky just in time do konkrétních činností a opatření v podniku je metoda kanban. Prakticky to znamená, že systémy JIT minimalizují skladované zásoby za současného zvyšování frekvence objednávek. Při řízení zásob s přihlédnutím k požadavkům JIT se starý bod optima objednávkové dávky posouvá směrem doleva [87]. Tento posun zajistí menší celkové náklady za cenu vyššího rizika výpadku výroby, viz Příloha B.

Systémy JIT se mohou uplatnit při řízení náhradních dílů. Konkrétně kdy se jedná o náhradní díly, které mají pevně daný okamžik výměny. Systémy JIT mají v navrhované metodice dopad do oblasti náhradních dílů a plánování

Kanban

Slovo kanban v překladu z japonštiny znamená oznamovací kartu nebo štítek. Kanbanem však může být přepravní bedna, identifikační místo na podlaze, v boxu, regálu, nejčastěji to je však karta. V systému kanban je možné pracoviště/ mezisklad ve výrobě rozdělit na prodavače a kupující. Každý prodavač je zároveň kupujícím. Jsou přesně definovány okruhy, které si navzájem dodávají a odebírají materiál a rozpracované produkty. Kupující pošle prodavači objednávku (kartu kanban). Prodavač, který je zároveň výrobcem požadovaných komponentů, je v požadovaném termínu a množství dodá s dodacím listem (karta kanban). Ani prodavač ani kupující nemají dovoleno dělat si nadzásoby. Požadavky aplikace tohoto systému byly zpracovány v publikaci [91]:

- rovnoměrný a jednosměrný materiálový tok,
- synchronizaci jednotlivých operací,
- zajištění pravidelného odběru,
- vyvážení kapacit.

Výchozím principem kanbanu je zavádění hladin materiálu nebo náhradních dílů ve výrobě. V souvislosti s údržbou lze kanban využít v kombinaci se supermarketky (tj. mezisklady ve výrobě). "tahání" součástek výrobním procesem tak, jak požaduje montáž, bez zbytečné rozpracovanosti a zbytečných meziskladů. Systém kanban je možné zavádět pro náhradní díly, které mají vysokou spotřebu, pomocný materiál, spojovací materiál, oleje a jiné kapaliny. Systém kanban často potřebuje výrobní mezisklady – shopstocky.

Shopstocks neboli supermarketky představují nový pohled na skladování materiálu přímo u strojních zařízení nebo v těsné blízkosti. Jsou to v podstatě regály, kde je definované přesné množství materiálu nebo zásob. Při použití v údržbě může mít doplňování na starosti pracovník interní logistiky nebo údržby. Doplňování regálů může být zprostředkováno i interním milk runem, tedy metodou rozvozu materiálu po firmě pomocí tažných souprav. Požadavky na systém milk run byly publikovány v [91]. Specifikům milkrunu je věnována např. literatura [92]. Supermarketky přispívají jednoznačně k větší transparentnosti doplňování materiálu i náhradních dílů. Lze je použít i pro nářadí, popř. pomůcky pro autonomní údržbu (např. hadry, čističe, apod.).

4.3.3.4 Metody zlepšení systému člověk – stroj

V této kapitole jsou uvedeny vybrané metody zaměřené na standardizaci a na způsob jejího dodržení. Byly vybrány tyto metody – 5S, vizuální management, Poka – yoke, SMED a jidoka. Všechny metody mají za cíl zlepšení systému člověk – stroj. Proto jejich hlavní dopad je v oblasti pracovníků

5S

Metoda 5S vznikla v Japonsku jako součást TPS. 5S je prvním krokem při zavádění jakékoli metody mající za cíl racionalizace procesu. 5S slouží jako základ, standard na kterém později metody štíhlé výroby staví. Její podstatou je odstranění všeho nepotřebného z pracoviště a

uspořádání zbylých nutných věcí tak, aby práce s nimi byla efektivní a bez zbytečných prostojů. Zásady 5S jsou formulovány pěti japonskými slovy [18]:

- Seiry (to Sort), tj. vytřídění všech předmětů na pracovišti na potřebné a nepotřebné.
- Seiton (Set in order), tj. systematizace a přiřazení jednotlivých nástrojů k daným činnostem tak, aby byly připraveny k okamžitému použití.
- Seiso (to Shine), tj. udržení pořádku, a vracení všech nástrojů po použití na svá místa, vyhrazená v předchozím kroku.
- Seiketsu (to Standardize), tj. standardizace a proškolení pracovníků ve všech předchozích krocích. Pracovník musí přesně vědět jak pracoviště udržovat, čistit a kontrolovat.
- Shitsuke (to Sustain), tj. udržení nastoleného standardu a jeho neustálého zlepšování.

Cílem 5S je zjednodušení a zpřehlednění pracoviště. Běžným přínosem 5S aktivit je zvýšení bezpečnosti, vyráběné kvality i pracovního výkonu. Problematice 5S je věnována literatura [86].

Metoda 5S velmi úzce souvisí s řízením údržby, neboť standardizuje jak pracoviště, tak procesy, na něm probíhající. Standardizace je jedním ze základních kroků všech metod průmyslového inženýrství. V případě údržby se metody 5S často využívá pro standardizaci činností na pracovišti při zavádění autonomní údržby.

Vizuální management

Vizuální management je založen na faktu, že pracovník cca 80% všech informací vnímá zrakem. Vizuální management pomáhá odstraňovat chyby a nedorozumění, které vznikají na základě nedostatečné informovanosti a komunikace. Cílem vizuálního managementu je srozumitelně zprostředkovat pracovníkům správné a aktuální informace přesně tam, kde a kdy je potřebují. Důležitost jednotlivých dat může být umocněna barevným rozlišením.

To že vizuální management je neoddělitelně spjat nejenom s řízením údržby dokládají příklady správného vizuálního managementu, jako jsou tabule na výrobních linkách, obrazovky s výrobními daty (OEE, produktivita, poruchovost, apod.), postupové diagramy, shopfloor koutky, nástěnky, tabule, signalizační světla, apod. Uplatnění dosahuje např. i jako signalizace blížící se potřebné výměny náhradního dílu, nebo provedení konkrétního údržbářského zákroku. Problematice vizuálního managementu je věnována literatura [86].

Poka - Yoke

Poka - yoke neboli „chybo-vzdorný“ je idea spočívající v předcházení chyb, dříve nežli nastanou. Předcházení vzniku chyb je preventivní opatření, které často i umožní vynechat následné kontroly ve výrobních procesech.

V životním cyklu produktu se s poka – yoke řešeními setkáváme v samotném zrodu a to při konstrukci, kdy konstruktér má za úkol konstruovat produkt a jeho součásti tak, aby znemožnil jejich nesprávnou montáž nebo disfunkci. Stejně tak tomu je i při používání výrobního stroje,

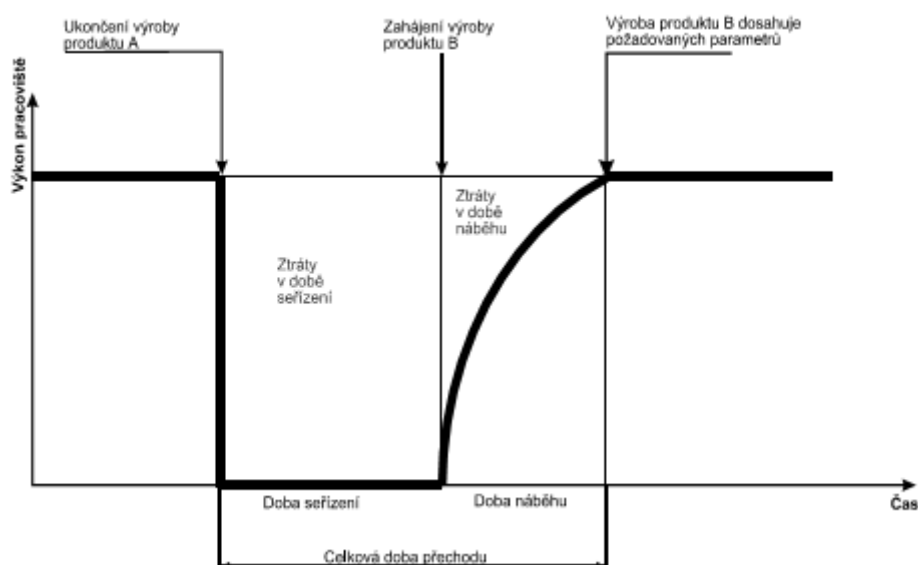
jehož součásti by měly být konstruovány tak, aby např. nedocházelo k zapadání dílů do jeho útroh, bylo zamezeno spuštění špatných výrobních sekvencí, apod. Dalším příkladem poka – yoke mohou být montážní přípravky, které zamezí špatnému smontování součástí nebo konektory, které zajistí pouze jeden způsob spojení. Poka – yoke může být realizována i pomocí barevného značení, např. barevně rozlišené KLT obaly. Opatření poka – yoke lze využít např. už v konstrukci stroje, značení přívodů, tvarů nádob, apod.. Při práci na stroji by každý technik měl problematice poka - yoke rozumět a snažit se o úpravy, které respektují právě tuto metodu. Poka-Yoke je věnována literatura [93].

Single Minute Exchange of Die

Metoda SMED (Single Minute Exchange of Die) je metoda standardizující výměnu nástroje nebo změnu typu na výrobních linkách. Jejím cílem je maximálně zkrátit dobu přestavby a tam využít zařízení na maximum. Využívá pro to skutečnosti, že některé činnosti lze provádět před samotným zastavením stroje nebo až po spuštění stroje vyrábějícího „nový“ typ. Metoda vznikla při přestavování velkých lisů. Metoda mapuje všechny činnosti, které jsou prováděny při přestavbě zařízení a jeho přípravě na výrobu jiného typu. Tyto činnosti dále třídí z hlediska nutnosti jejich provádění v daném čase na:

- Externí činnosti „před“, tj. činnosti, které lze vždy provést před samotným vypnutím/ odstavením stroje, např. dopravě ze skladu, příprava pomůcek, najetí jeřábu k místu výměny, připravení potřebné administrativy, apod.
- Interní činnosti, tj. činnosti, které je nutné provést vždy při odstavení stroje, např. seřizování matrice, zápusky, zapojení přívodů provozních kapalin, apod.
- Externí činnosti „po“, tj. činnosti, které lze provádět až po uvedení zařízení opět do chodu, např. doprava na sklad, odvoz vozíku s nářadím, vyplnění administrativy, podpisy, apod.
- Paralelní činnosti, tj. činnosti, které lze provádět paralelně s některým s výše uvedeným typem činnosti, např. automatické čištění formy, přívodních hadic, apod.
- Ztrátové činnosti, tj. všechny činnosti, které není potřeba dělat vůbec. Jde nejčastěji o zřetelné plýtvání, např. čekání, rozhovory, apod.

Po úvodním zmapování a roztřídění činností je sestaven nový způsob provádění přestavby stroje a zaveden standard této přestavby. Princip SMEDu je přehledně uveden na obrázku, viz Obrázek 4-40.



Obrázek 4-40: SMED princip metody [82]

SMED je nástrojem efektivním výměn. Při každém přetypování výroby na stroji, jsou nutní technici, kteří tyto úkony z pravidla provádějí. Tyto techniky ve většině případů představují seřizovači, kteří spadají pod oddělení údržby, proto je metoda uvedena. Technici by měli tuto metodu znát a snažit se o minimalizaci časů přerušení výroby. Problematice SMED je věnována literatura [82] [86].

Jidoka

Metoda Jidoka je další ze skupiny metod Toyota Production System. Lze tvrdit, že jidoka svým zaměřením se snaží optimalizovat systém člověk – stroj – pracovní prostředí. Hlavním principem této metody je detekce závad a zmetků ihned po jejich vzniku. Po jejich vzniku systémy jidoka okamžitě zastavují stroj a zamezují postupu zmetku dále výrobním procesem.

Systémy jidoka jsou tak efektivním kontrolním mechanismem, neboť výrobní zmetky představují jeden z nejhorších druhů plýtvání (zmetek je nutné zlikvidovat nebo opravit a navíc místo něj vyrobít další shodný kus). Jidoku představují všechny systémy včasného varování, jako jsou kontroly funkce, optické kontroly povrchu nebo barvy, přítomnosti dílů, siloměry, apod. Zavádění systémů včasného varování do stroje je jednou z činností techniků, včetně techniků údržby. Problematice Jidoka je věnována literatura [94].

4.3.3.5 Analytické metody mající za cíl zamezení vzniku chyb

Existuje několik analytických metod, které jsou určeny pro analýzu vzniku potenciální chyby nebo odhalení kořenové příčiny již vzniklého problému. Chybou myslíme i poruchu stroje (a to jak náhlé zastavení stroje, tak výrobu NOK dílů). Nejznámější z těchto analytických metod jsou FMEA, FTA, Ishikawa diagram nebo 5x proč.

FMEA

FMEA je analytická metoda, jejímž cílem je identifikovat místa možného vzniku vad ve výrobě. Tato metoda je často používaná při výrobě díky jejímu možnému převedení jako standardu pro ostatní podobné produkty i stroje. Principem metody je odhalení rizika již v rané fázi plánování, což přináší značné úspory času.

Pro správné provádění a používání FMEA analýzy je zapotřebí víceoborový tým lidí, protože pro každého člena týmu je důležité jiné hledisko. Pokud je FMEA analyzovaná pouze jedním člověkem, není zaručené, že byly vzaty v úvahu všechny možné druhy vady a jejich příčiny. Problematice analýzy FMEA je věnována např. literatura [69].

FTA

Neboli Failure Tree Analysis je analytická technika, která se používá pro vyhodnocení pravděpodobnosti selhání, respektive spolehlivosti složitých systémů. Hlavním principem je hledání kořenové příčiny problému, jako analytická metoda pracuje s pravděpodobnostmi a ohodnocuje jednotlivé uzly pravděpodobnostmi vzniku jevu. Problematice FTA je věnována [95].

Ishikawa diagram

Neboli diagram rybí kosti (diagram příčin a následků, 7M, apod.) je technika mající za cíl identifikaci potenciálního zdroje problému a kořenových příčin selhání procesu (např. příčiny nízké produktivity, příčiny poruchovosti zařízení, příčiny nadměrných nákladů na ...). Původní Ishikawa diagram pracoval ze sedmi klíčovými oblastmi vzniku chyby a to:

- machine (výrobní technologie),
- method (procesy, způsoby provádění),
- material (zahrnuje surový i spotřební materiál, informace),
- man power (ve smyslu jak fyzické, tak psychické práce),
- measurement (měření, inspekce),
- milieu/ mother nature (prostředí),
- management/ money power (způsob řízení a financování),
- Maintenance (údržba).

Tyto páteční kořenové příčiny představují pouze pomůcku při sestavování celé Ishikawa, neboť se často stává, že bez tohoto systematického pojetí bývá zapomenuto na některou kořenovou příčinu. Problematice Ishikawa diagramu je věnována [96].

5x proč

Nástroj 5x proč je poslední dobou stále více používán v automobilovém průmyslu. Dodavatelé automobilek jej však již také postupně začínají používat. Důvod používání je nasnadě - je to nástroj velmi jednoduchý, vede rychle k cíli - určení pravděpodobné kořenové příčiny. Jádrem

celého nástroje je opakované pokládání otázky proč. V názvu metody je uvedena číslovka pět, která odkazuje k počtu otázek, které z pravidla stačí k nalezení kořenové příčiny. V praxi je ovšem časté, že k nalezení příčiny stačí i méně otázek, např.

1. Proč nebyla závada detekována?
 - Protože ji stroj detekovat neumí.
2. Proč ji stroj detekovat neumí?
 - Protože mu nefunguje příslušné čidlo.
3. Proč nefunguje příslušné čidlo?
 - Protože je vadné.
4. Proč je čidlo vadné?
 - Protože jej technik při pravidelné údržbě nevyměnil.

Analytické metody mající za cíl zamezení vzniku chyb nacházejí své největší uplatnění v prevenci, tedy i při plánování údržby na strojích. Tím, že zasahují i do práce člověka (jak technika údržby, tak výrobního pracovníka), mají svůj pozitivní dopad i v oblasti pracovníků

Navrhovaná metodika si neklade za cíl dosáhnout zlepšení jednorázovým skokem. Naopak metodika dosahuje zlepšení pomocí dílčích racionalizačních opatření v navrhovaných oblastech. V druhé fázi prováděcí části byl uveden výčet hlavních metod průmyslového inženýrství, které mají za cíl zlepšit celkovou úroveň systému řízení údržby pomocí zlepšení, které mají dopad v dílčích oblastech systému řízení údržby.

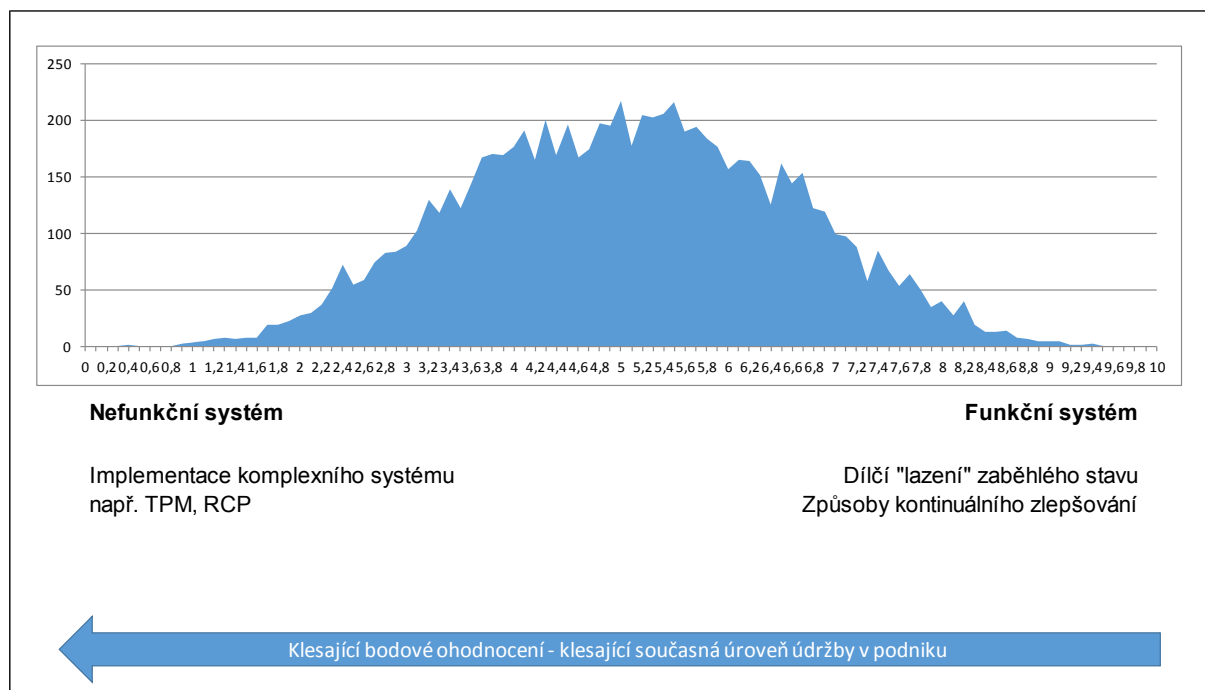
4.3.4 Prováděcí část – fáze 3

Třetí fáze se zabývá implementací navrhovaných opatření. Každá z uvedených metod má zpravidla odlišný způsob zavádění. Detailní zavedení konkrétní metody není předmětem této práce a je uvedena např. v odborné literatuře [97].

Navrhovaná metodika, resp. její analytická část, se zabývá především hodnocením úrovně již vytvořeného systému řízení údržby podniku. Součástí komplexních systémů z pravidla nejsou diagnostické části, které by zhodnotili stávající stav a teprve podle výsledků tohoto hodnocení by dále navrhovaly opatření.

Důležité je zdůraznit, že navrhovaná metodika nepopírá výhody systémů, jako jsou: TPM, RCM apod., nýbrž jejich předností využívá. Komplexní metodiky jsou vhodné pro implementace zejména na zelené louce nebo jako náhrada nefunkčních systémů řízení údržby je obsažena v představované metodice.

Představovaná metodika doporučuje úplnou nebo částečnou implementaci TPM v jedné ze svých komponent. Konkrétně v případě dosažení velmi nízkého celkového skóre, tj. skóre, blížího se k oblasti nefunkčního systému u velkých podniků, viz Obrázek 4-41.



Obrázek 4-41: Vztah TPM a navrhované metodiky, [zdroj autor]

V případě zjištění, že podnik nedisponuje žádným nebo nefunkčním systémem řízení údržby, ne potřeba zavést ucelený systém, který TPM poskytuje. Dále lze najít několik dalších komplexních přístupů (např. RCM). Tyto systémy mají vždy konkrétní cíl, ke kterému jsou též přizpůsobeny i jejich komponenty. Rozhodnutí o volbě konkrétního přístupu závisí na strategickém rozhodnutí podniku. Např. pokud chceme zavádět komplexní systém pro větší podniky vyrábějící v sériovém typu výroby s velkým důrazem na provozní náklady, zvolíme systém TPM. Pokud klademe největší důraz na spolehlivost strojů, každý výpadek zařízení představuje velké ztráty, volíme systém RCM.

Srovnání oblastí TPM a představované metodiky

Pokud půjdeme hlouběji do jednotlivých komponent obou systémů, dostáváme se do oblastí, které obě metodiky obsahují. Představovaná metodika představuje komplexnější přístup k řízení údržby nežli TPM. Je členěna do více samostatných oblastí, které lze samostatně optimalizovat. Obrázek 4-42 ukazuje zaměření a prolnutí oblastí TPM a navrhované metodiky.

Navrhovaná metodika		Oblasti TPM (Total Productive Maintenance)	
Oblasti zaměření	1	Klasifikace strojů a zařízení	
	2	Autonomní údržba	Preventivní údržba
	3	Plán řízení údržby	
	4	Náhradní díla a nářadí	
	5	Pracovníci a jejich kvalifikace	
	6	Metriky efektivity řízení údržby	
	7	Propojenost oblastí	
	8	Standardizace podniku	

Obrázek 4-42: Srovnání oblastí obou metodik, [zdroj autor]

Z obrázku je patrné, že navrhovaná metodika podrobněji člení vnitropodnikové procesy spojené s údržbou. Tím je docíleno lepší možnosti poznání současného stavu a zároveň tak i oblasti, která představuje slabé místo celého systému. Následující subkapitoly krátce představují oblasti jak navrhované metodiky, tak systému TPM.

Výstup z 3. fáze prováděcí části představuje vstup pro analytickou část, neboť při opakovaném provedení analytické části bychom měli dostat jinou hodnotu kritériální funkce.

5 OVĚŘENÍ NAVRŽENÉ METODIKY

Obsahem této kapitoly je ověření navržené metodiky hodnocení systému řízení údržby na reálných datech získaných v průmyslových podnicích a porovnání těchto dat s předpoklady, stanovenými simulačním modelem. Ověření navržené metodiky koresponduje se stanovenými hypotézami, je zaměřeno obě části metodiky (tj. analytickou i prováděcí) a slouží k potvrzení nebo vyvrácení stanovených hypotéz.

Potřebná data pro ověření byla získávána při strukturovaném rozhovoru s pracovníky údržby, řízení výroby, středního a vyššího managementu podniku. Celkem bylo osloveno více nežli 50 průmyslových podniků, přičemž analytická část byla zpracována celkem 34 krát při vzorku různých mezinárodních průmyslových podnicích napříč Českou republikou. Pro zajištění objektivitu celého ověření bylo cíleno na všechny podniky bez ohledu na jejich velikost nebo předmět podnikání. Ve zkoumaném vzorku proto nechybělo zastoupení nejsilnějších odvětví, např. automotive a to jak výroba malých součástek (konektory, zámky, interiér), tak velkých celků (karoserie, potahy). Různorodost výběru podtrhují i ostatní charakteristiky, jako:

- typ výroby (od kusové a zakázkové výroby až po velkosériovou až hromadnou výrobu),
- velikosti podniků, kde nejmenší podnik čítala cca 35 a největší přes 1800 zaměstnanců. Analytická část byla tedy prováděna zejména ve středně velkých až velkých podnicích.
- průběžné doby výrob produktů (od cca 5 sec do řádu dnů),
- směnnost (od 1 do 3 směnného, popř. 4 směnného provozu),
- různé vytižení výrobních pracovišť (od cca 40 do 95%),
- různé způsoby vyhodnocování efektivity výroby,
- různý stupeň používání metod průmyslového inženýrství (od podniků „nepolíbených“ metodami průmyslového inženýrství po podniky, které metody používají denně).

Pro dosažení relevantního ověření navržené metodiky, bylo ověření prováděno třemi způsoby, každý měl svůj konkrétní cíl.

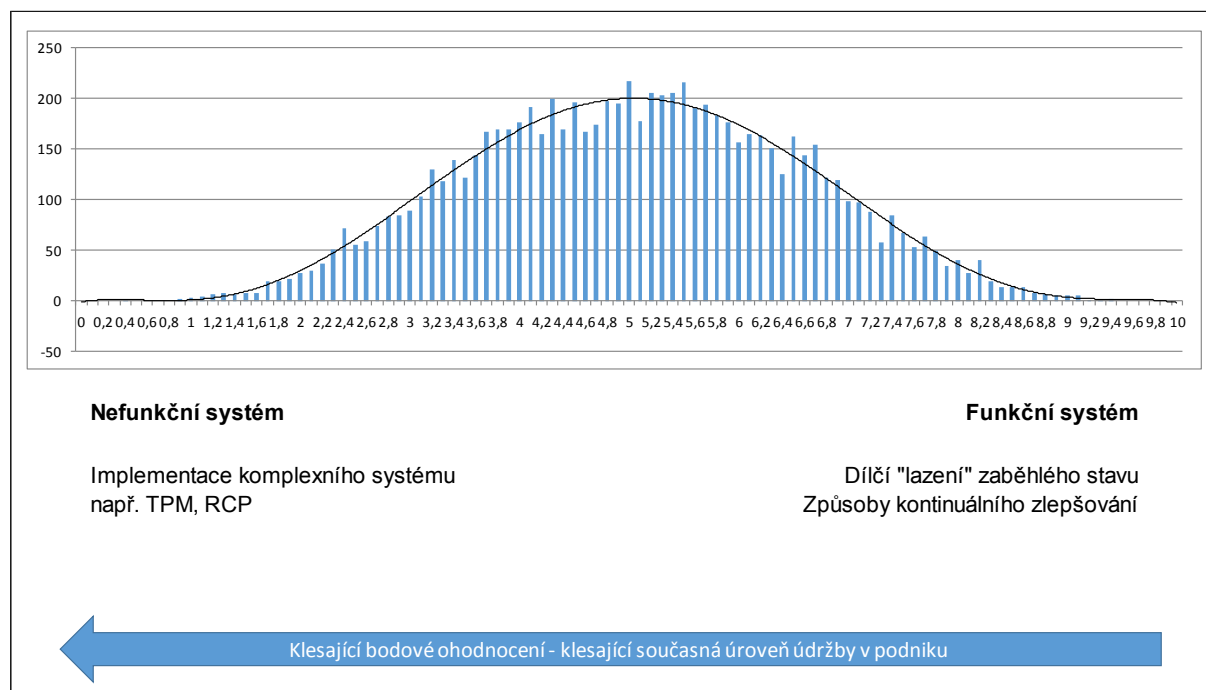
1. První způsob je zaměřen na ověření funkčnosti a chování kritériální funkce pomocí simulačního modelu.
2. Druhý způsob je zaměřen na ověření analytické části a stanovených hypotéz, viz kapitola 2. Zabývá se analýzou výsledků analytické části (zejména hodnotami celkové kritériální funkce, dílčích oblastí a kritérií), které srovnává s obecnými charakteristikami podniku.
3. Třetí způsob se zabývá ověřením prováděcí části metodiky. Pro tyto potřeby byl vybrán podnik, na kterém byly demonstrovány vstupy do prováděcí části, její doporučení pro zlepšení stavu a případný další postup.

5.1 Ověření funkčnosti a chování kritériální funkce

Modely, které používají pro svoje hodnocení škálogramové analýzy, vychází z pravidla ze zpracování velkého souboru dat a empiricky získaných koeficientů, např. (Altmanův model (Z-skóre), Index důvěryhodnosti českého podniku (IN), Kralickův quick test, Tamariho model, Index bonity, Beermanova diskriminační funkce, Taflerův bankrotní model, ekonomická přidaná hodnota, A-skóre, apod. [18]) Všechny tyto modely dělí opatření do zón, podle výsledku své kritériální rovnice. Koeficienty, které ovlivňují hranice zón, jsou nejčastěji stanoveny pomocí diskriminační analýzy, ke které je potřeba velký statistický soubor.

Pro stanovení hranic jednotlivých zón a ověření funkčnosti a chování kritériální, byl definován a vytvořen simulační model v MS Excel. Při hodnocení jednotlivých ukazatelů byla generována pseudonáhodná čísla s pravděpodobností 9,09% do každého z ukazatelů (ze kterých se skládají jednotlivé oblasti). Následně byla vypočtena hodnota celkové kritériální funkce a tak stanovena celková úroveň systému řízení údržby. Tento experiment byl opakován více nežli osm tisíckrát a na základě takto stanovených hodnot kritériální funkce byl vytvořen histogram, viz Obrázek 5-1.

Ze statistické teorie víme, že křivka normálního rozdělení je charakterizována velikostí své směrodatné odchylky (míra variability křivky) a její střední hodnotou. Čím je křivka širší, soubor dat vykazuje vyšší variabilitu, naopak, čím je křivka užší, tím soubor dat vykazuje nižší variabilitu. Z teorie normálního rozdělení plyne, že výsledků odchylky dvou 2σ od střední hodnoty ($+1\sigma$ a -1σ) dosahuje cca 68% procent všech hodnot výsledků.

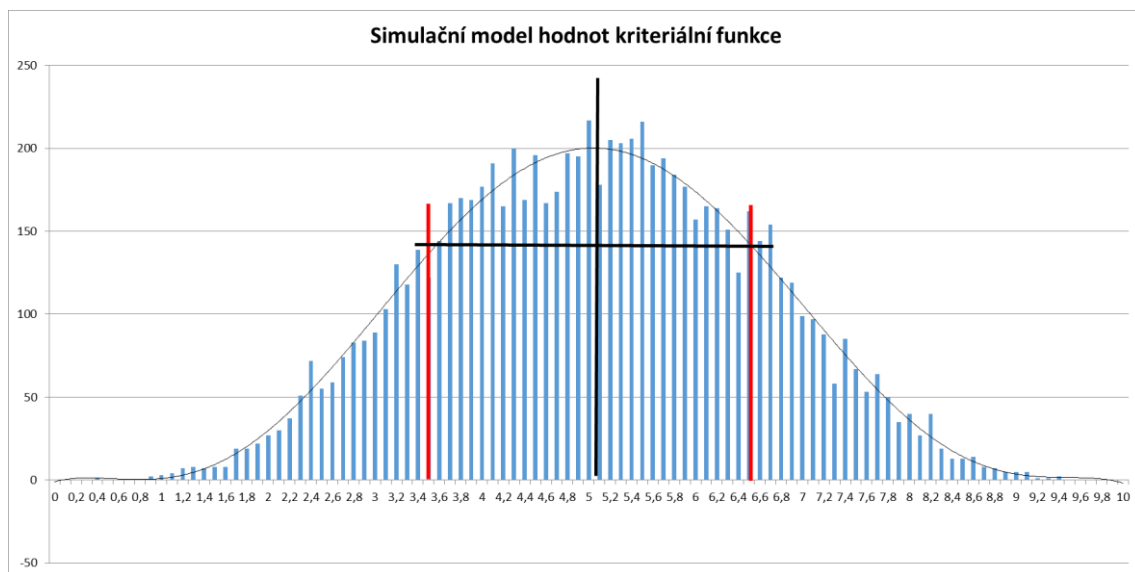


Obrázek 5-1: Normální rozdělení, [zdroj autor]

Aritmetický průměr takto generovaných čísel pak stanoví celkové skóre každé oblasti. Výsledné skóre každé oblasti se pak pohybuje od teoretického minima, kterým je hodnota 0 až

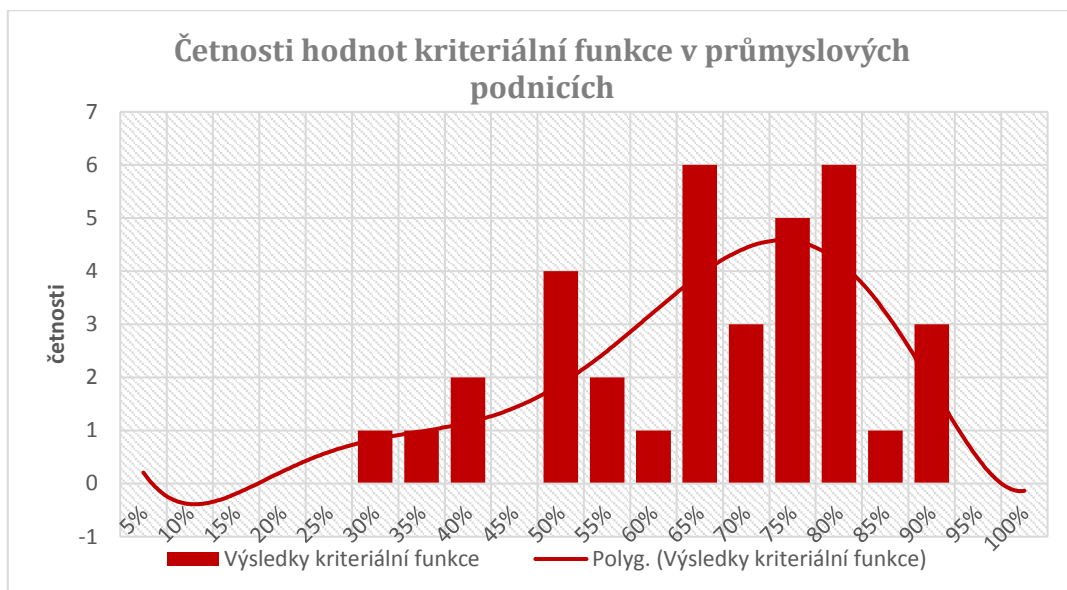
po teoretické maximum 10. Teoretický součet všech oblastí se pak může pohybovat od 0 do 80 bodů. Při uvažování normalizovaných vah všech oblastí se dostaneme k rozmezí 0 – 10 bodů.

Pro zajištění relevantnosti modelu, byl simulační model opakován 8192 krát. Grafické znázornění simulačního modelu je uvedeno na obrázku, viz Obrázek 5-2. Z grafu je patrné, že podle modelu většina podniků spadá do středu (tzv. šedé zóny) a dosahuje průměrných hodnot v rozmezí $+1\sigma$ až -1σ od střední hodnoty. Po vyznačení hranic, $+1\sigma$ až -1σ od střední hodnoty (konkrétně, pro dolní hranici $5,01 - 1,499 = 3,511$ bodů a pro horní hranici $5,01 + 1,499 = 6,509$ bodů), zjistíme, že graf je téměř dokonale symetrický. Odchylku, kterou lze pozorovat při protnutí vodorovné přímkou aproximovanou křivkou normálního rozdělení, je možné přičíst generování hodnot dotazníku simulačním modelem.



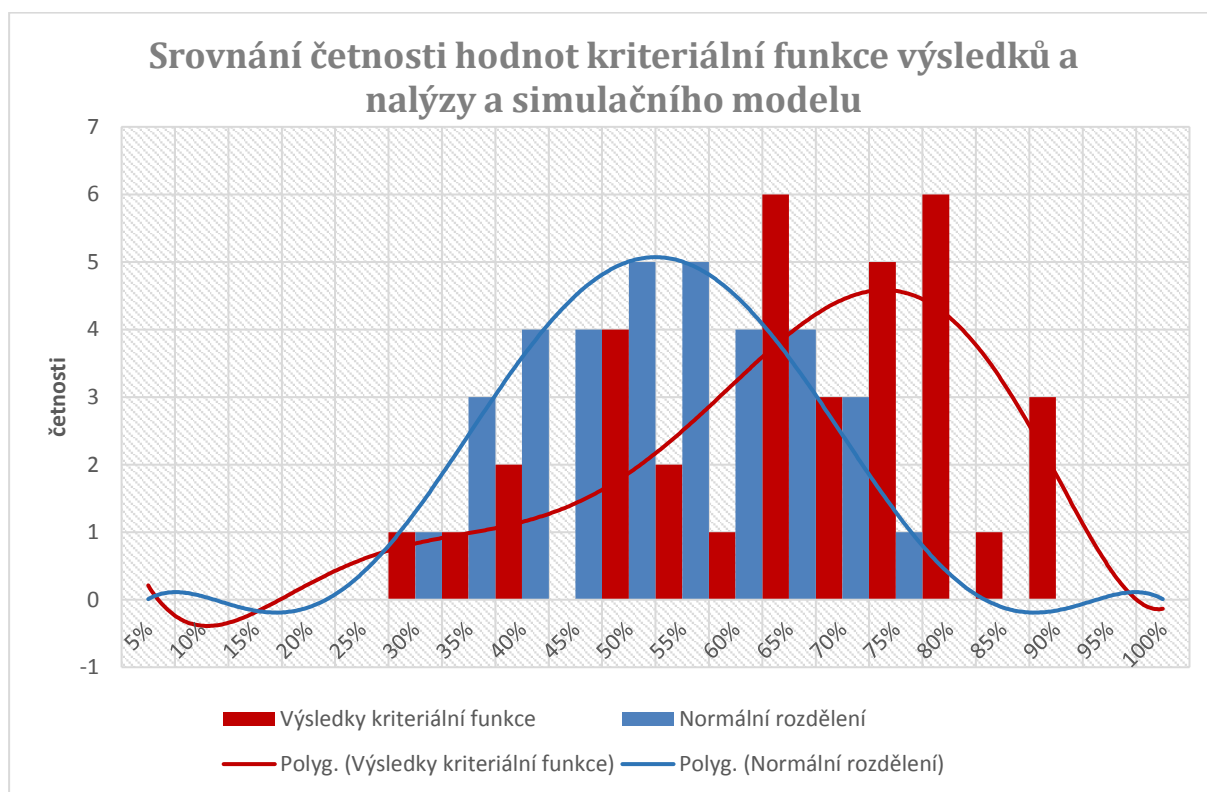
Obrázek 5-2: Vyhodnocení četností F_{krit} simulačního modelu, [zdroj autor]

Na základě výsledku analytické části metodiky údržby, která byla provedena ve 34 podnicích lišících se od sebe svou velikostí i oborem podnikání, byl vytvořen graf četností úrovně systémů řízení údržby, viz Obrázek 5-3.



Obrázek 5-3: Vyhodnocení četností F_{krit} reálných dat, [zdroj autor]

Porovnejme nyní výsledky četností kritériální funkce simulačního modelu s výsledky kritériální funkce stanovené na základě reálných dat. Porovnání je uvedeno na obrázku, viz Obrázek 5-4. Pro porovnání byl vytvořen nový simulační model, který byl opakován 34 krát, tedy stejně jako počet analyzovaných podniků.



Obrázek 5-4: Srovnání četností F_{krit} modelu a reálných dat, [zdroj autor]

Z grafu je patrné, že oproti předpokladům, se střední hodnota přesunula více doprava. Většina analyzovaných podniků má tedy lepší systém řízení údržby oproti vygenerovaným hodnotám kritériální funkce. Číselné výsledky jsou uvedeny v tabulce, kde je jasně zřejmý posun středních hodnot (aritmetického průměru a mediánu) a mírně vyšší směrodatné odchylky, viz Tabulka 5-1

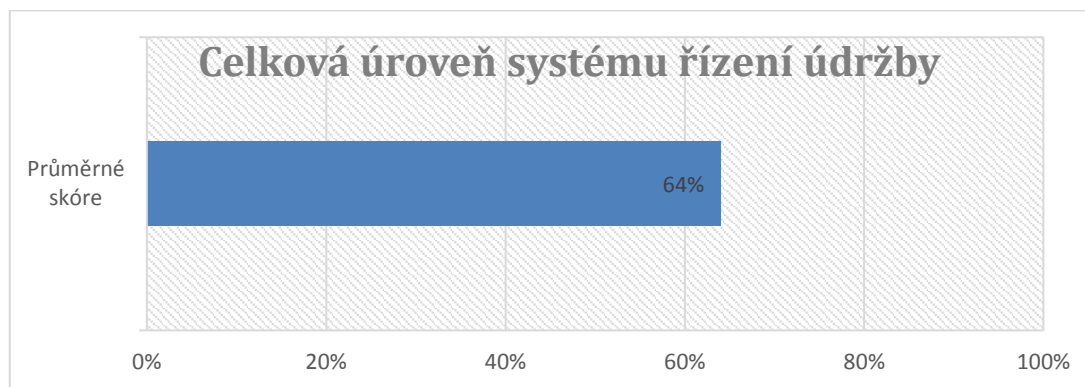
	Dílčí oblasti		Celková F_{krit}	
	Podniky	Model	Podniky	Model
Směrodatná odchylka [bodů]	13,52	8,81	1,59	1,49
16% percentil [bodů]	38,06	31	4,90	3,44
Aritmetický průměr [bodů]	51,1	39,99	6,4	5,01
Medián [bodů]	52,8	40	6,5	5,01
84% percentil [bodů]	65,16	49	7,81	6,58

Tabulka 5-1: Porovnání simulačního modelu a výsledků analýzy, [zdroj autor]

Ověření funkčnosti a chování kritériální funkce legalizovalo vytvořený způsob hodnocení. Vytvořené hodnocení je zcela funkční a to i při použití velkého počtu dat. Velikost je omezena pouze maximálním počtem sloupců/ řádků v sešitu MS Excel. Předpokládané hodnoty hranic se tedy nepotvrdily. Nicméně se potvrdil princip přiřazení opatření a to, že s klesající hodnotou kritériální funkce je potřeba komplexnějších opatření, a naopak, že s rostoucí hodnotou kritériální funkce se jde o stále marginálnější opatření. Zároveň bylo zjištěno, že úroveň systémů řízení údržby v průmyslových podnicích, působících v České republice nepodléhá normálnímu rozdělení a většina analyzovaných podniků má lepší úroveň systému řízení údržby, nežli bylo předpokládáno. V následujících podkapitolách jsou detailně rozebrány výsledky z dotazníků vzhledem k stanoveným hypotézám.

5.2 Ověření analytické části a stanovených hypotéz

Celkové průměrné skóre (aritmetický průměr z hodnot celkové kritériální funkce), tedy průměrná úroveň systémů řízení údržby v analyzovaných podnicích, je uvedena na obrázku, viz Obrázek 5-5. Tato hodnota ukazuje, že všechny analyzované podniky v Čechách se v podstatě zabývají údržbou a mají nastavená určitá opatření.

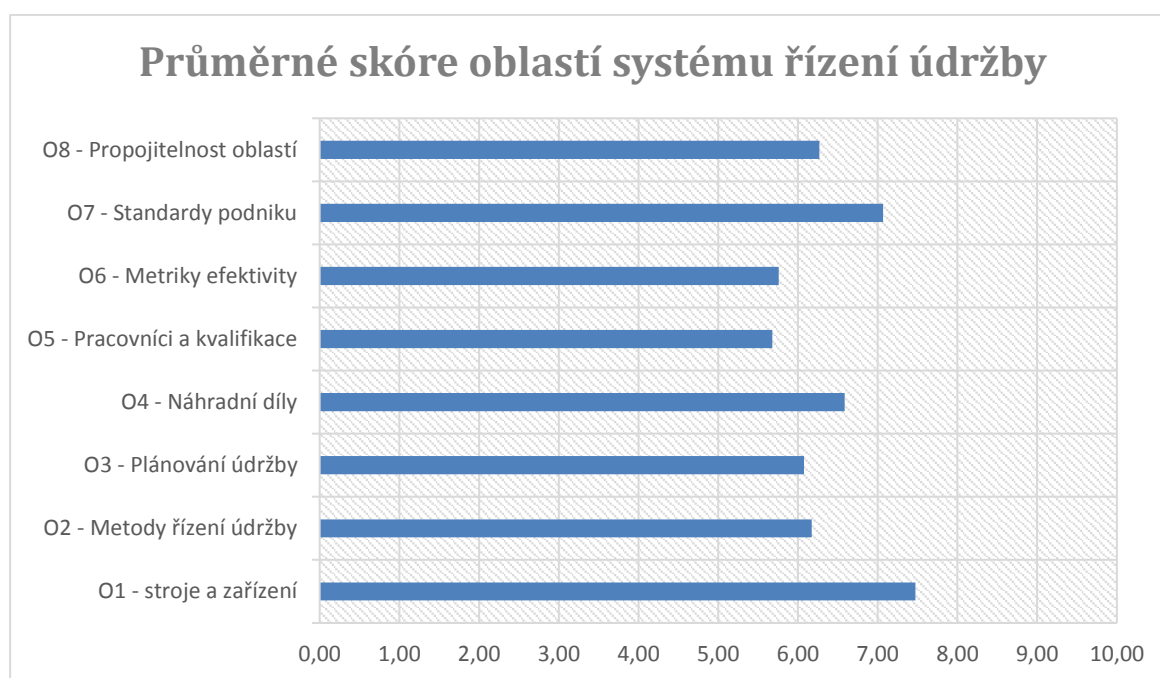


Obrázek 5-5: Celkové průměrné skóre, [zdroj autor]

Celková úroveň systémů řízení údržby (64%) v sobě zahrnuje úrovně všech oblastí, souvisejících s řízením údržby. Při analýze podniku, např. před samotným zaváděním systému řízení údržby, tato hodnota poskytne reálný obraz připravenosti podniku pro zavedení systému a poukáže na slabé oblasti. Úrovně systémů řízení údržby analyzovaných podniků a kategorizované podle hlavního oboru podnikání jsou uvedeny na obrázku, viz Příloha T.

Podle očekávání nejvyšší úrovně dosáhli podniky působící v oblasti automotive. Tato skutečnost je i dána tím, že výhradními zákazníky jsou automobilky, které mají nastaveny velmi přísné požadavky na všechny jejich dodavatele. Drtivá většina dodavatelů do automotive, pokud chtějí uspět na trhu, musí mít zavedeny nejen základní standardy řad ISO 9000 a 14000, ale i ISO/TS 16949 a VDA 6.1. Tyto normy uvádí konkrétní požadavky jak na výrobu, tak na podpůrné procesy jako údržbu nebo logistiku. Opačný konec reprezentuje kusová výroba vratových systémů na míru. Tato výroba není v porovnání s oblastí automotive tak náročná a nižší úroveň systému řízení údržby a s ní spojené ztráty jsou pravděpodobně kompenzovány vyšší ziskových marží na produktech.

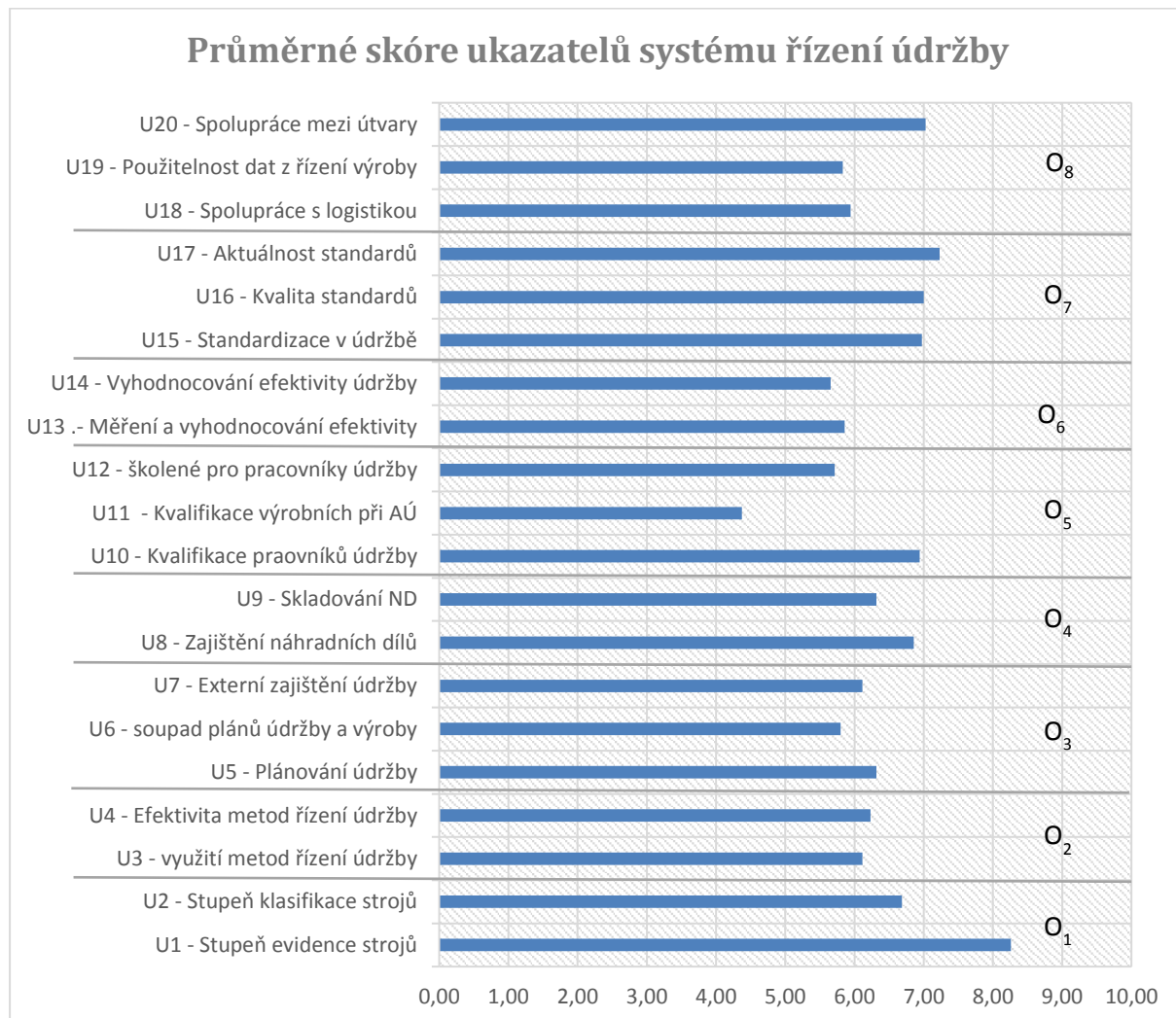
Hodnota celkové kritériální funkce sama o sobě o ničem dalším nevypovídá, proto je nutné jít hlouběji do výstupů a analyzovat výsledky dílčích oblastí. Zobrazení úrovně jednotlivých oblastí systému řízení údržby je uvedeno na obrázku, viz Obrázek 5-6.



Obrázek 5-6: Průměrné skóre oblastí systému řízení údržby, [zdroj autor]

V celkovém shrnutí jasně vyplývá, že analyzované podniky v Čechách mají největší problém s nalezením kvalifikované pracovní síly a to jak pro dělnické profese, tak pro režijní pracovníky. Další slabinou analyzovaných podniků jsou metriky vyhodnocování efektivity jak výroby, tak údržby. Nejčastěji tyto záznamy jsou vedeny, ale nikoli vyhodnocovány. Další dvě oblasti, které mají největší potenciál pro zlepšení, jsou oblasti týkající se plánování údržby a využívání specifických metod pro řízení údržby a průmyslového inženýrství.

Jak již bylo uvedeno, každá oblast se skládá ze 2 – 3 hodnocených ukazatelů. Nejdetailnějším výstupem z celkového hodnocení je průměrná hodnota těchto ukazatelů. Tato hodnota je stanovena podle konkrétních odpovědí ve strukturovaném rozhovoru a ohodnocena pomocí Likertovy škály, viz Obrázek 5-7.



Obrázek 5-7: Průměrné skóre ukazatelů, [zdroj autor]

Kde z výstupů jasně vyplývá, že největší potenciál pro zlepšení je v oblastech autonomní údržby, měření a vyhodnocování efektivity údržby a plánování údržbářských zákroků.

Souhrnné výstupy z metodiky představují agregovaná data, která vypovídají pouze o průměrném stavu řízení údržby v analyzovaných podnicích. Nasbíraná data lze vyhodnotit z celé řady hledisek, avšak pro potvrzení nebo vyvrácení stanovených hypotéz je nutné nasbíraná data hodnotit podle kritérií, která se vztahují právě k stanoveným hypotézám. Pro tyto účely byla zvolena následující kritéria:

- velikost podniku,
- obor podnikání,

- využívání metod průmyslového inženýrství,
- využívání metrik.

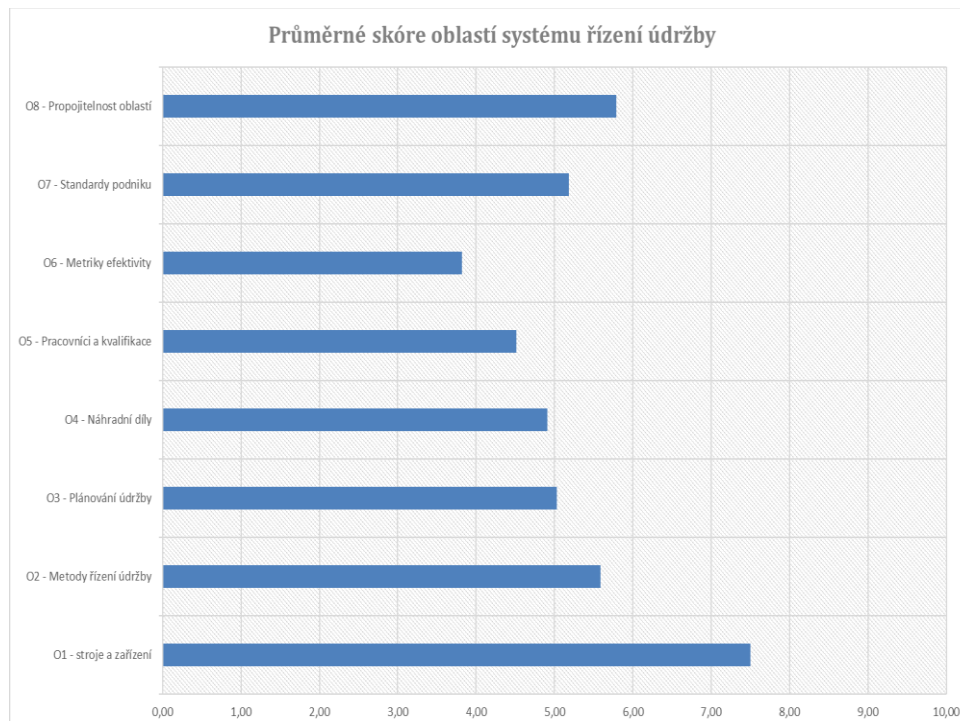
5.2.1 Souhrnné výsledky v závislosti na velikosti podniku

Celková úroveň systému řízení údržby je do jisté míry závislá na velikosti podniku. Velké podniky se z pravidla zabývají výrobou s vyšší opakovaností, mají více zaměstnanců a i proto by měly mít i více standardizované procesy. Potvrzovaná dílčí hypotéza tedy je, že velké podniky zabývající se velkosériovou a hromadnou výrobou mají vyšší úroveň systému řízení. Na základě analýzy, byly stanoveny skupiny dle velikosti podniku, podniky do 200 zaměstnanců, podniky od 200 do 600 zaměstnanců a podniky nad 600 zaměstnanců.

Podniky do 200 zaměstnanců

Do skupiny nejmenších podniků ve výběru, byly vybrány podniky do 200 zaměstnanců (podniky B, C, D, E, F, J, K, O, P, V, X). Úplný výčet podniků s přiřazeným předmětem a typem výroby, kterým podnik disponuje a skórem jak celkovým, tak v jednotlivých oblastech, je uveden v tabulce, viz Příloha P.

Celková úroveň systému řízení údržby ve středních podnicích vychází na 53%. Pokud se podíváme hlouběji do jednotlivých oblastí, zjistíme, že největší slabinou skupiny malých podniků, jsou metriky efektivity a jejich vyhodnocování, pracovníci a jejich kvalifikace, dále oblast náhradních dílů.

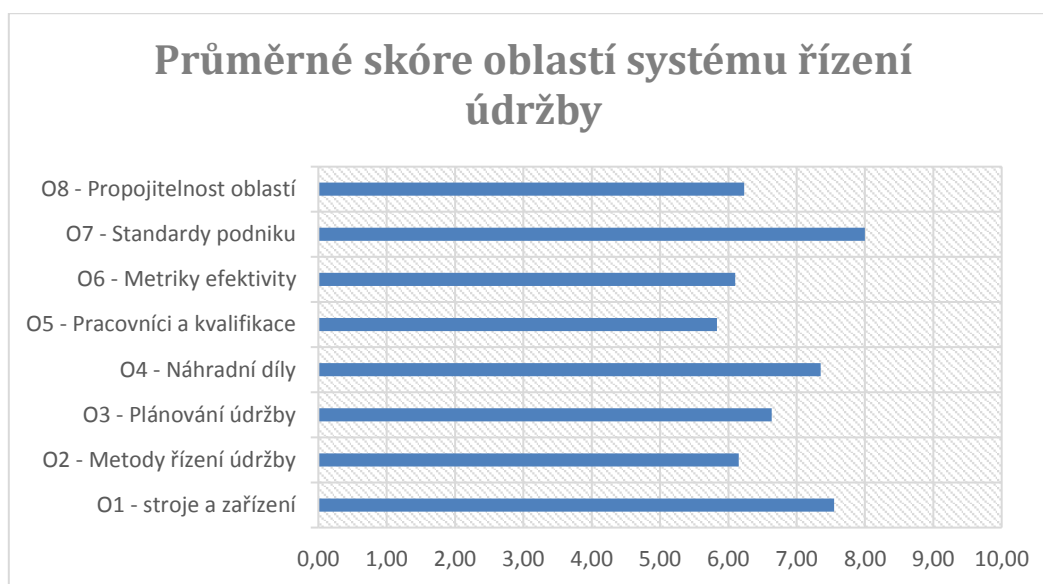


Obrázek 5-8: Průměrné skóre oblastí u podniků do 200 zaměstnanců, [zdroj autor]

Podniky od 200 do 660 zaměstnanců

Jako střední podniky byly vybrány podniky od 200 do 600 zaměstnanců (podniky A, G, H, Q, S, Y, AB, AE, AG, AH). Úplný výčet s přiřazeným předmětem a typem výroby, kterým podnik disponuje a skórem jak celkovým, tak v jednotlivých oblastech, je uveden v tabulce, viz Příloha P.

Celková úroveň systému řízení údržby v podnicích této velikosti vychází na 67%. Pokud se podíváme hlouběji do jednotlivých oblastí, zjistíme, že největší slabinou skupiny středních podniků je kvalifikace pracovníků, používání metod řízení údržby a PI a vyhodnocování metrik jak pro řízení výroby tak údržby.

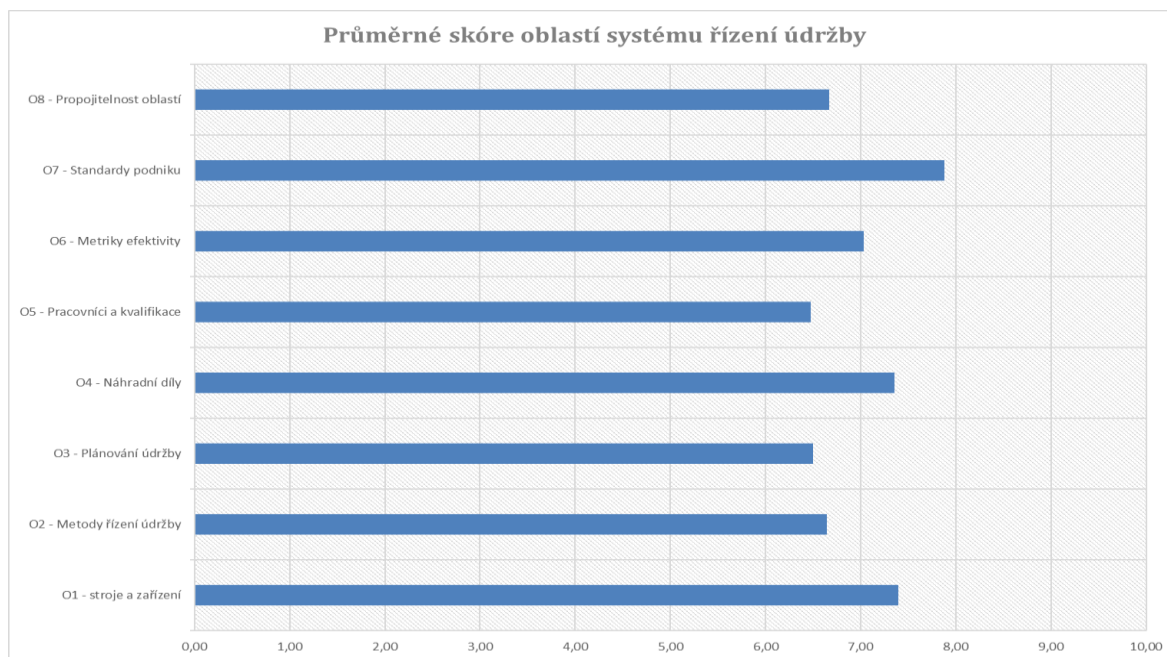


Obrázek 5-9: Průměrné skóre oblastí u středních podniků, [zdroj autor]

Podniky nad 600 zaměstnanců

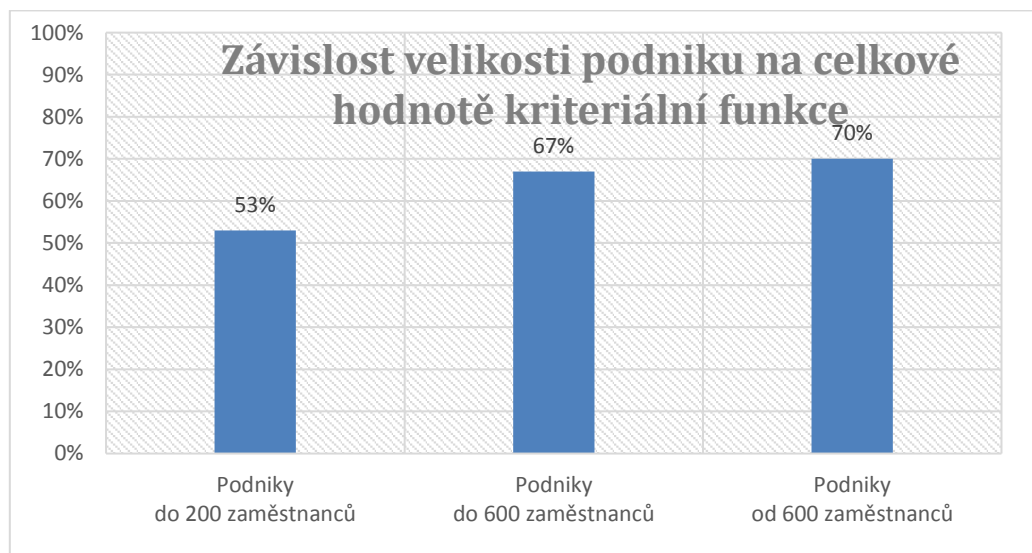
Jako velké podniky byly vybrány podniky nad 600 zaměstnanců (podniky I, L, M, N, R, T,U, W, Z, AA, AC, AD, AF). Úplný výčet s přiřazeným předmětem a typem výroby, kterým podnik disponuje a skórem jak celkovým, tak v jednotlivých oblastech, je uveden v tabulce, viz Příloha P.

Celková úroveň systému řízení údržby ve velkých podnicích je 70%. Pokud se podíváme hlouběji do jednotlivých oblastí, zjistíme, že největší slabinou skupiny velkých podniků, jsou pracovníci a jejich kvalifikace, dále plánování údržby spolu s používáním metod souvisejících s řízením údržby. Oproti středním podnikům mají velmi silně nastaveny standardy v oblasti měření a vyhodnocování efektivity. Průměrné skóre v jednotlivých oblastech systému řízení údržby ve velkých podnicích je uvedeno na obrázku, viz Obrázek 5-10.



Obrázek 5-10: Průměrné skóre oblastí u velkých podniků, [zdroj autor]

Porovnání celkové úrovně systému řízení podniku a jeho velikosti je uvedeno na obrázku, viz Obrázek 5-11. Z porovnání jasně vyplývá, že úroveň systému řízení údržby v podniku stoupá s velikostí podniku. Zatímco u podniků do 200 zaměstnanců, byla celková hodnota kritériální funkce 53%, u podniků do 600 zaměstnanců byla již 67%. Podniky kolem 600 zaměstnanců patří již mezi poměrně velké podniky, proto není divu, že u další stanovené skupiny (nad 600 zaměstnanců se hodnota celkové úrovně systému řízení údržby již dramaticky neměnila (70%).



Obrázek 5-11: Závislost velikosti podniku a celkové úrovně SŘÚ, [zdroj autor]

Celková úroveň systému řízení údržby je tedy závislá na velikosti podniku. Velké podniky pro udržení funkčního systému řízení údržby musí vynaložit vyšší úsilí, nežli menší podniky. Výsledkem tohoto úsilí jsou opatření v oblastech standardizace (oblast O7 – Standardy

podniku), evidence a klasifikace strojů a zařízení (oblast O1 – stroje a zařízení), managementu náhradních dílů (oblast O4 – náhradní díly), viz Příloha Q.

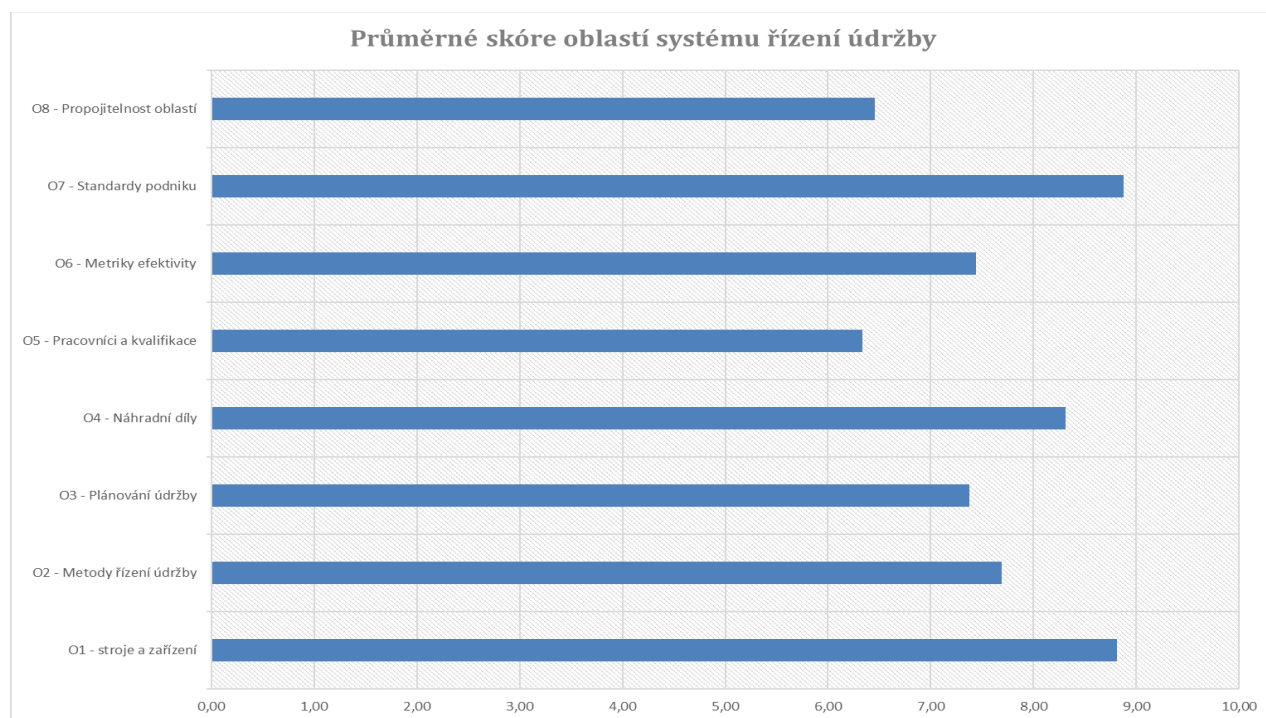
5.2.2 Souhrnné výsledky v závislosti na oboru podnikání

Celková úroveň systému řízení údržby je závislá na oboru podnikání. Podniky, mající velkou ziskovou marži na svých produktech nemají tak silný důvod své procesy optimalizovat, jako například podniky dodávající do automotive s ziskovou marží v řádu jednotek procent. Potvrzovaná dílčí hypotéza je, že úroveň systému řízení údržby je do jisté míry závislá na typu podniku. Podniky byly rozděleny do těchto skupin na podniky automotive, strojírenské a ostatní.

Podniky automotive

Jako podniky automotive byly vybrány podniky (podniky L, M, S, V, AE, AF, AG, AH), které přímo vyrábějí automobily, nebo které mají automobilky jako své hlavní odběratele. Úplný výčet podniků s přiřazeným předmětem a typem výroby, kterým disponují a skórem jak celkovým, tak v jednotlivých oblastech, je uveden v tabulce, viz Příloha P.

Celková úroveň systému řízení údržby podniků automotive je 76%. Pokud se podíváme hlouběji do jednotlivých oblastí, zjistíme, že největší slabinou podniků automotive, jsou zejména pracovníci a jejich kvalifikace a propojenost jednotlivých oblastí dána zejména spoluprací mezi odděleními. Tento fakt je dán i tím, že většina podniků ve skupině automotive již patří mezi velké společnosti, kde je obtížnější komunikace a vyšší fluktuace zaměstnanců. Žádnou další výraznější slabinou již tyto podniky nedisponují, viz Obrázek 5-12.

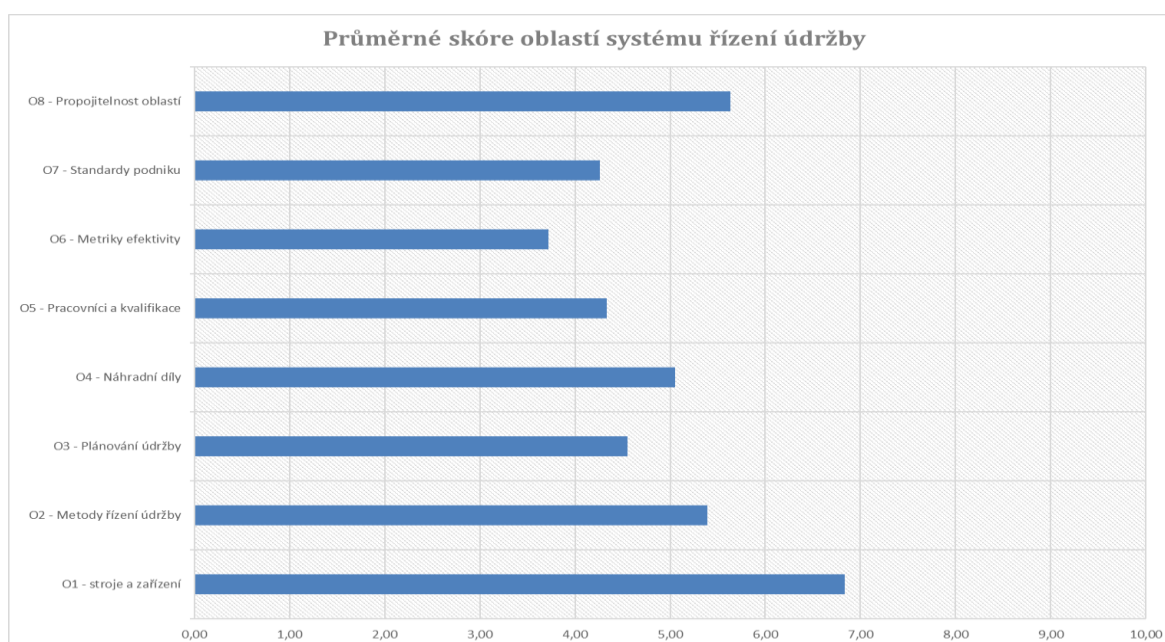


Obrázek 5-12: Průměrné skóre oblastí v podnicích automotive, [zdroj autor]

Strojírenské podniky

Jako strojírenské podniky byly vybrány podniky zabývající se převážně strojírenskou výrobou a nedávající do automotive (podniky B, C, D, E, F, G, J, P, Z). Tyto podniky se zabývají jak lehkým, tak těžkým strojírenstvím. Jejich výrobní park tak obsahuje z pravidla, různé frézky, soustruhy, ohýbačky, protahovačky, ale i svářečky, nebo slévárenská zařízení. Úplný výčet s přiřazeným předmětem, kterým podnik disponuje a skórem jak celkovým, tak v jednotlivých oblastech, je uveden v tabulce, viz (Příloha P)

Celková úroveň systému řízení údržby strojírenských podniků je 49%. Tato skupina podniků vykazuje dle porovnání nejnižší celkové skóre. Největší problémy byly identifikovány v oblastech standardů podniku, metrik efektivity, plánování údržby a pracovníků a jejich kvalifikace, viz Obrázek 5-13.



Obrázek 5-13: Průměrné skóre oblastí ve strojírenských podnicích, [zdroj autor]

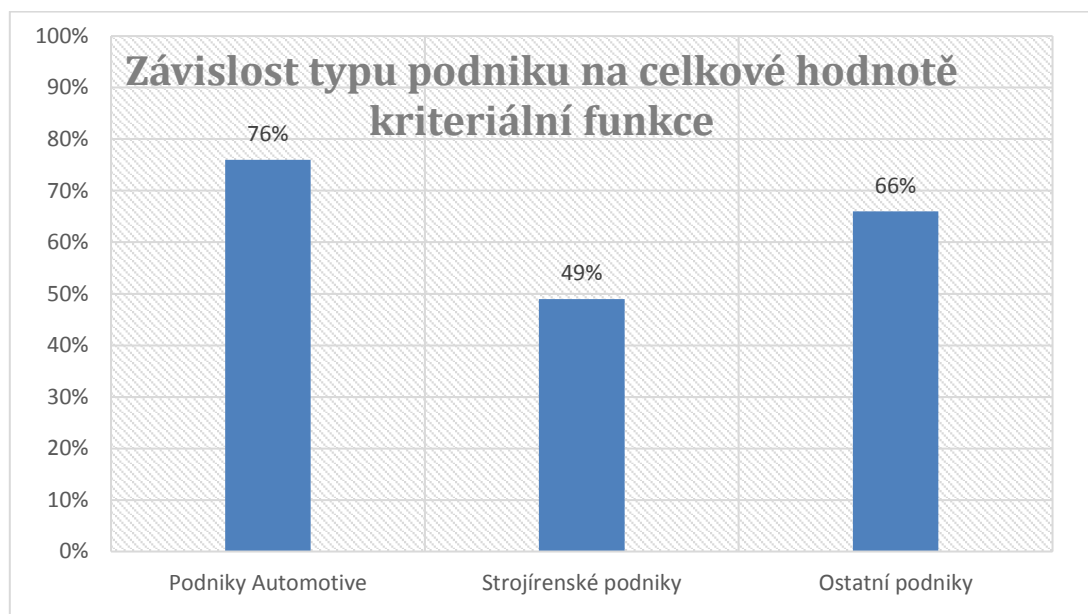
Ostatní podniky

Ostatní podniky jsou podniky zabývající se zbylými průmyslovými odvětvími (podniky A, H, I, K, M, N, O, Q, R, T, U, W, X, Y, AA, AB, AC, AD). Je to poměrně různorodá skupina, ve které jsou zastoupeny podniky dodávající elektrotechniku, telekomunikační systémy, hudební nástroje, vratové systémy, obaly, sportovní potřeby, apod. Úplný výčet podniků s přiřazeným předmětem, kterým disponují a skórem jak celkovým, tak v jednotlivých oblastech, je uveden v tabulce, viz Příloha P.

Průměrná hodnota celkové úrovně systému řízení údržby těchto podniků je 66%. Tato hodnota pouze podtrhuje různorodost celé skupiny a fakt, že úroveň systému řízení údržby je silně závislá na oboru podnikání. Na obrázku (viz Příloha U), jsou uvedeny hodnoty celkové úrovně systémů řízení údržby podniku zařazených do této skupiny. V příloze je jasně patrné, že velikost

kritériální funkce je závislá na typu podniku i v ohledu na to, zdali podnik vyrábí a dodává do průmyslu, nebo např. do sportovního odvětví.

Porovnání celkové úrovně systému řízení údržby a typu podniku je uvedeno na obrázku, viz Obrázek 5-14.



Obrázek 5-14: Závislost typu podniku na celkové úrovni SŘÚ, [zdroj autor]

Z porovnání jasně vyplývá, že úroveň systému řízení údržby v podniku je silně závislá na typu podniku a oblasti, ve které společnost podniká. Podniky s velkou ziskovou marží na svých produktech nemají potřebu se zabývat úsporami, ani detailnějším řízením údržby, i proto že potenciální výpadky zařízení neovlivní existenci podniku.

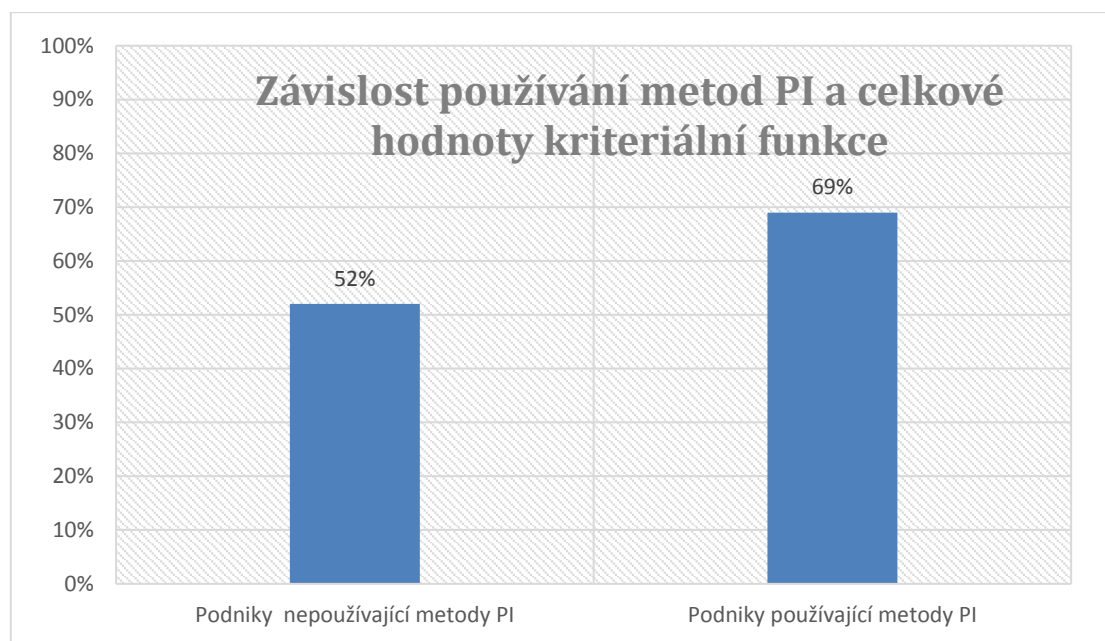
5.2.3 Závislost používání metod průmyslového inženýrství

Závislost používání metod průmyslového inženýrství (PI) byla vyhodnocována v závislosti na celkové úrovni systému řízení údržby, velikosti podniku a oboru, ve kterém společnost podniká.

Závislost používání metod PI na celkové úrovni systému řízení údržby

Používání metod průmyslového inženýrství obecně neznamena vyšší úroveň řízení údržby, ani jiných oddělení podniku. Hlavním kritériem v tomto porovnání je skutečnost, zdali podniky používají (podniky D, F, G, K, L, M, N, O, P, Q, R, T, U, V, W, Y, Z, AA, AB, AC, AD, AF, AG, AH) nebo nepoužívají (podniky A, B, C, E, H, I, J, S, X, AE) metody průmyslového inženýrství. Porovnání je prováděno na základě velikosti celkové kritériální funkce (tedy zahrnuje výsledky všech oblastí spadajících do systému řízení údržby).

Úplný výčet podniků s přiřazeným faktem zdali podnik používá, nebo nepoužívá metody PI, je uveden v tabulce, viz (Příloha P). Celková úroveň řízení údržby obou skupin je uvedena na grafu, viz Obrázek 5-15.



Obrázek 5-15: Závislost používání metod PI a celkové úrovně SŘÚ, [zdroj autor]

Ačkoli metody PI nejsou primárně určeny pro údržbu a jejich používání není spojováno s řízením údržby, lze jednoznačně z grafu vidět, že podniky používající metody průmyslového inženýrství, dosahují vyšší úrovně svých systémů řízení údržby. Metody průmyslového inženýrství tedy značně přispívají k celkové úrovni systému řízení údržby.

V uvedeném porovnání lze jít hlouběji do detailu a porovnat dílčí hodnotu kritériální funkce v oblasti používání metod řízení údržby a PI s velikostí a typem podniku.

Závislost používání metod PI a řízení údržby na velikosti podniku

Dílčí analýza, která spojuje metody PI a velikost podniku je závislost používání metod řízení údržby a PI na velikosti podniku, viz Obrázek 5-16.

Nejmenší z analyzovaných podniků (podniky do 200 zaměstnanců) vykazovali, nejnižší hodnotu v oblasti metod řízení údržby a PI (56%). Tato hodnota se zvětšuje v závislosti na velikosti podniku. Tato skutečnost může být dána tím, že malé podniky nemají kapacitu na zavádění těchto metod a nepřikládají jim patřičnou důležitost. Když se podíváme na celkovou úroveň systému řízení údržby, tak právě malé podniky jsou na tom „nejhůře“.

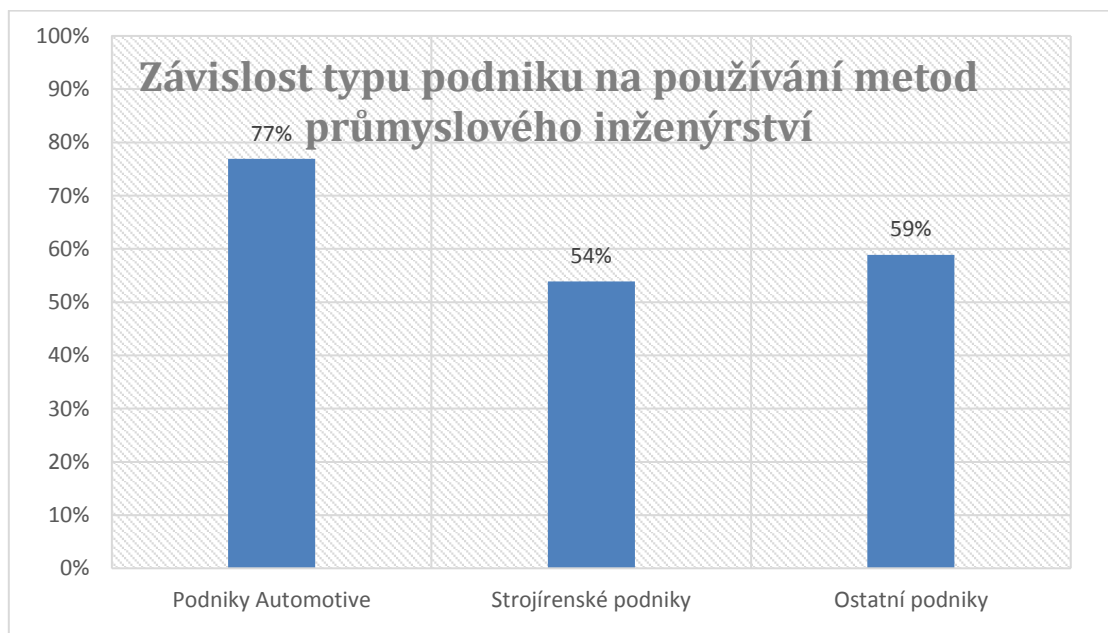


Obrázek 5-16: Závislost velikosti podniku na používání metod, [zdroj autor]

Z tohoto porovnání lze vyvodit jednoznačný závěr, že pro zlepšení celkové úrovně systému řízení údržby v menších podnicích mohou sloužit metody průmyslového inženýrství. Největší potenciál pro zlepšení v oblasti řízení údržby je u menších podniků.

Závislost používání metod PI a řízení údržby na oboru podnikání

Dílní charakteristika, která spojuje metody PI a typ podniku je závislost používání metod řízení údržby a PI na typu podniku. Z grafu, viz Obrázek 5-17, je patrná úroveň v oblasti používání metod řízení údržby a PI u jednotlivých typů podniků.



Obrázek 5-17: Závislost typu podniku a používání metod ŘÚ a PI, [zdroj autor]

Strojírenské podniky vykazují nejnižší hodnotu v oblasti metod řízení údržby a PI (54%). Tato skutečnost je dána zejména tím, že většina strojírenských podniků se věnuje malosériové popř. kusové výrobě (viz Příloha P). Opakem případu strojírenských podniků jsou podniky automotive s hodnotou oblasti 77%. Obor automotive, je charakterizován velkosériovou výrobou s přesně stanovenými taktů a relativně nízkou ziskovou marží na svých produktech. Podniky tak hledají cestu jak snížit své náklady, k čemuž používají i různé metody řízení údržby a PI.

Poslední z uvedených skupin, jsou podniky nezabývající se ani automotive ani strojírenstvím (59%). Jde o různorodě podniky s předmětem podnikání od elektrotechniky, přes sportovní potřeby, hudební průmysl, vratové systémy, apod.

Zde lze jednoznačně vyvodit závěr, že úroveň používání metod řízení údržby a průmyslového inženýrství je závislá na předmětu podnikání. Strojírenské podniky vykazují největší potenciál implementace metod řízení údržby a PI a zlepšování tak celkové úrovně systému řízení údržby v podniku. Srovnání všech typů oborů a úrovně používání metod řízení údržby a PI je uveden v příloze, viz Příloha R.

5.2.4 Závislost využívání metrik

Závislost využívání metrik byla vyhodnocována v závislosti na celkové úrovni systému řízení údržby, velikosti podniku a oboru, ve kterém analyzovaná společnost podniká.

Závislost využívání metrik na úrovni kritériální funkce

Hlavním kritériem zde je skutečnost, zdali podniky vedou a pravidelně vyhodnocují záznamy o výrobě (např. produktivitě). Na základě tohoto kritéria byly stanoveny tři skupiny podniků a to podniky, které:

- Záznamy vedou, pravidelně vyhodnocují a na základě tohoto vyhodnocení stanovují i nápravná opatření (podniky J, M, N, R, U, V, X, Y, Z, AD, AE, AF, AG, AH).
- Záznamy pouze vedou a vyhodnocují, ale nápravné opatření již nefungují správně (podniky D, F, G, I, K, L, M, O, Q, T, W, AA, AC).
- Záznamy nevedou ani nevyhodnocují (podniky A, B, C, E, H, P, S, AB).

Vyhodnocováním dat a zaváděním opatření, je zde myšlena práce s informacemi (např. formou Kaizen bardů, Pulsů, 2DO listů, apod.). Úplný výčet podniků s přiřazeným předmětem a typem výroby, kterým podnik disponuje a skórem jak celkovým, tak v jednotlivých oblastech, je uveden v tabulce, viz Příloha P.

Závislost mezi mírou evidence a vyhodnocování záznamů a celkovou hodnotou úrovně systému řízení údržby je uvedena v grafu, viz Obrázek 5-18.



Obrázek 5-18: Závislost vyhodnocování evidence dat a úrovni SŘÚ, [zdroj autor]

Z obrázku je patrná závislost celkové úrovně systému řízení údržby podniku a tím, zdali podnik vyhodnocuje data získaná při výrobě. Podniky, co data vůbec nevedou, nebo jejich evidence není efektivní, dosahují průměrné velikosti celkové kritériální funkce 45%. Podniky co data pouze evidují, dosahují 61%. A podniky, co mají nastavené pravidelné meetingy nebo shopfloory, kde stanovují termínovaná nápravná opatření, dosahují v průměru 74%.

Potvrzená dílčí hypotéza tedy je, že podniky vyhodnocující své záznamy o produktivitě a na základě nich stanovující nápravná opatření, mají vyšší úroveň systému řízení údržby. Tato vyšší úroveň je dána nápravnými opatřeními, která jsou stanovována na základě výsledků záznamů.

V uvedeném porovnání lze jít hlouběji do detailu a porovnat dílčí hodnotu kritériální funkce v oblasti vyhodnocování metrik produktivity s velikostí a typem podniku.

Závislost využívání metrik na velikosti podniku

Dílčí charakteristika, která spojuje využívání metrik a velikost podniku je závislost vyhodnocování metrik produktivity na velikosti podniku. Z grafu, viz Obrázek 5-19, je patrná úroveň oblasti vyhodnocování metrik produktivity u jednotlivých velikostí podniků.

Nejmenší z analyzovaných podniků (podniky do 200 zaměstnanců) vykazovali, nejnižší hodnotu v oblasti metod řízení údržby a PI (38%). Tato hodnota se zvětšuje v závislosti na velikosti podniku. Tato skutečnost může být dána tím, že malé podniky nemají kapacitu na vyhodnocování těchto metrik a nepřikládají jim patřičnou důležitost.

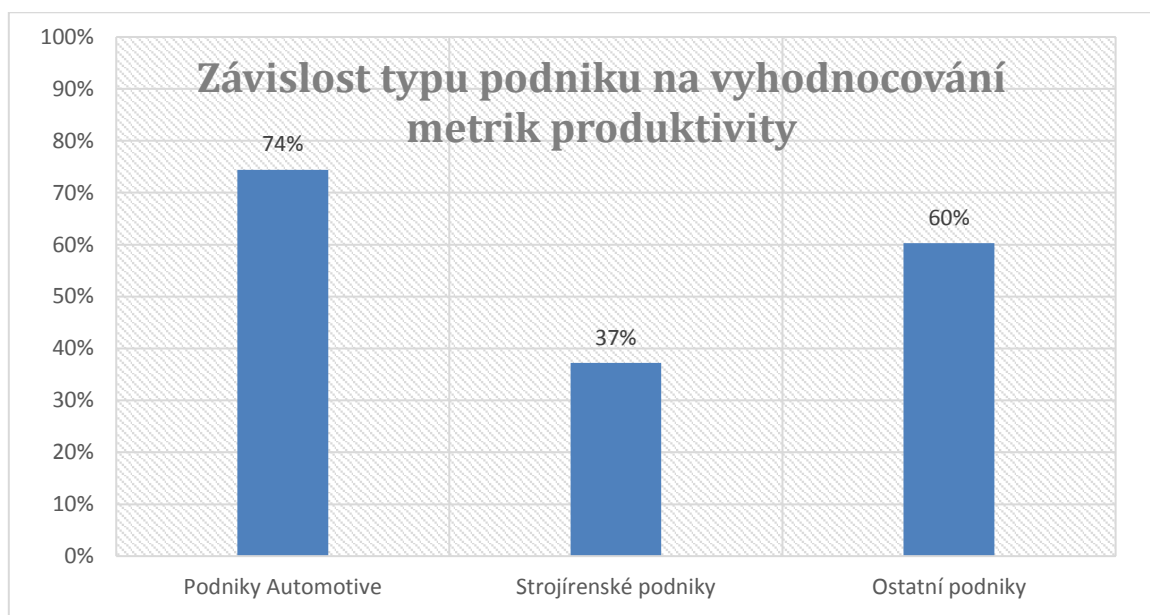


Obrázek 5-19: Závislost velikosti podniku na hodnocení produktivity, [zdroj autor]

Z tohoto porovnání lze vyvodit jednoznačný závěr, že největší potenciál pro zlepšení úrovně řízení údržby zavedením standardizovaných metrik produktivity je u menších podniků.

Závislost využívání metrik na oboru podnikání

Díličí charakteristika, která spojuje využívání metrik produktivity a typ podniku je závislost vyhodnocování metrik produktivity na typu podniku. Z grafu, viz Obrázek 5-20, je patrná úroveň v oblasti využívání metrik produktivity u jednotlivých typů podniků.



Obrázek 5-20: Závislost typu podniku na vyhodnocování produktivity, [zdroj autor]

V porovnání dopadly nejhůře strojírenské podniky, které vykazují nejnižší hodnotu v oblasti vyhodnocování metrik (37%). Tato skutečnost může být opět dána zejména tím, že většina

strojírenských podniků se věnuje malosériové, popř. kusové výrobě (viz Příloha P). Opakem případu strojírenských podniků jsou podniky automotive s hodnotou oblasti 74%. Obor automotive, je charakterizován velkosériovou výrobou s přesně stanovenými takty a relativně nízkou ziskovou marží na svých produktech. Podniky potřebují znát přesné informace o produktivitě jejich výroby a o všech negativních vlivech, které ji mohou ovlivnit. Zde každá časová ztráta má zásadní vliv na celkovou efektivnost.

Poslední z uvedených skupin, jsou podniky nespádající ani do automotive, ani do strojírenství, s celkovou úrovní oblasti (60%). Jde o různorodě podniky s předmětem podnikání od elektrotechniky, přes sportovní potřeby, obalové systémy, hudební průmysl, vratové systémy, apod..

Z ověření analytické části a stanovených hypotéz lze jednoznačně vyvodit závěr, že úroveň vyhodnocování metrik produktivity je závislá na předmětu podnikání. Strojírenské podniky vykazují největší potenciál implementace metrik vyhodnocování produktivity a zlepšení tak celkové úrovně systému řízení údržby v podniku. Srovnání všech typů oborů a úrovní používání metod řízení údržby a PI je uveden v příloze, viz Příloha S.

Výsledky jen potvrzují údaje uvedené v tabulce, viz Tabulka 4-4, kde jsou uvedeny hlavní rozdíly vztahující se k řízení údržby mezi výrobou s nízkou a vysokou opakovaností. Největší důsledek je připisován pohyblivým úzkým místům a nižšímu vytížení pracovišť.

5.3 Ověření prováděcí části

Metodika hodnocení systému řízení údržby se skládá ze dvou částí, z analytické fáze a z prováděcí fáze. Prováděcí fáze má za cíl navrhnout opatření mající za úkol zvýšit celkovou úroveň systému řízení údržby. Pro ověření prováděcí fáze byl vybrán jeden podnik, na základě stanovených kritérií – velikosti podniku, používání metod PI a řízení údržby, a typu výroby. Na základě těchto kritérií zůstaly v porovnání dva podniky (podniky B a E). Byl vybrán podnik E.

- Velikosti podniku – skupina nejmenších podniků, tj. do 200 zaměstnanců. Tato skupina byla vybrána, protože skupina nejmenších podniků v hodnocení dosahovala nejnižšího celkového skóre.
- Používání metod PI – částečné nebo žádné používání metod průmyslového inženýrství. Toto kritérium bylo zvoleno z několika důvodů, hlavní důvod byl ten, že podniky v této skupině dosahovaly opět nejnižšího skóre.
- Typu výroby - sériová až malosériová výroba. Tento typ výroby je vybrán z toho důvodu, že metodika je stavěna pro všechny typy výroby. Malosériová výroba sebou nese specifika všech typů od zakázkové nebo kusové výroby až po hromadnou výrobu.

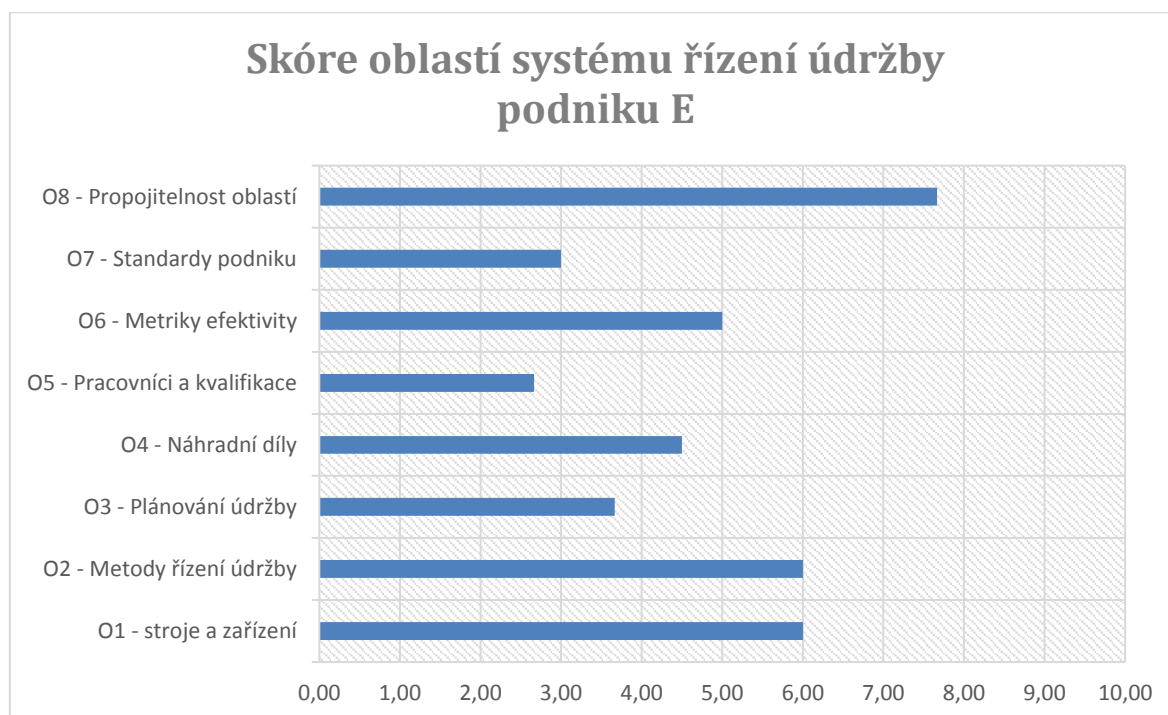
Všechny důležité charakteristiky podniku jsou uvedeny v tabulce, viz Tabulka 5-2.

Charakteristika	Hodnota/ odpověď
Předmět výroby	Strojírenství - výtahy
Počet zaměstnanců	200
Počet výrobních dělníků	170
Ostatní zaměstnanci	30
Forma odměňování	čas
Typ výroby	malosériová
Průběžný čas výroby	minuty až týdny
Vytížení pracovišť	30%
Charakter výroby	lisy, ohýbačky, obrobny, výtahy
Počet směn	2 směny
Zpracování pracovních postupů	NE
Dodržování pracovních postupů	NE
Jsou problémy způsobeny podpůrnými procesy?	NE
Existence záznamů o produktivitě	NE
Jsou záznamy vyhodnocovány a nastavovány opatření?	NE
Používání metod PI	NE
Jsou stanoveny bottlenecky?	NE
Zlepšujete kontinuálně?	NE

Tabulka 5-2: Charakteristiky podniku E, [zdroj autor]

5.3.1 Výsledky analýzy podniku E

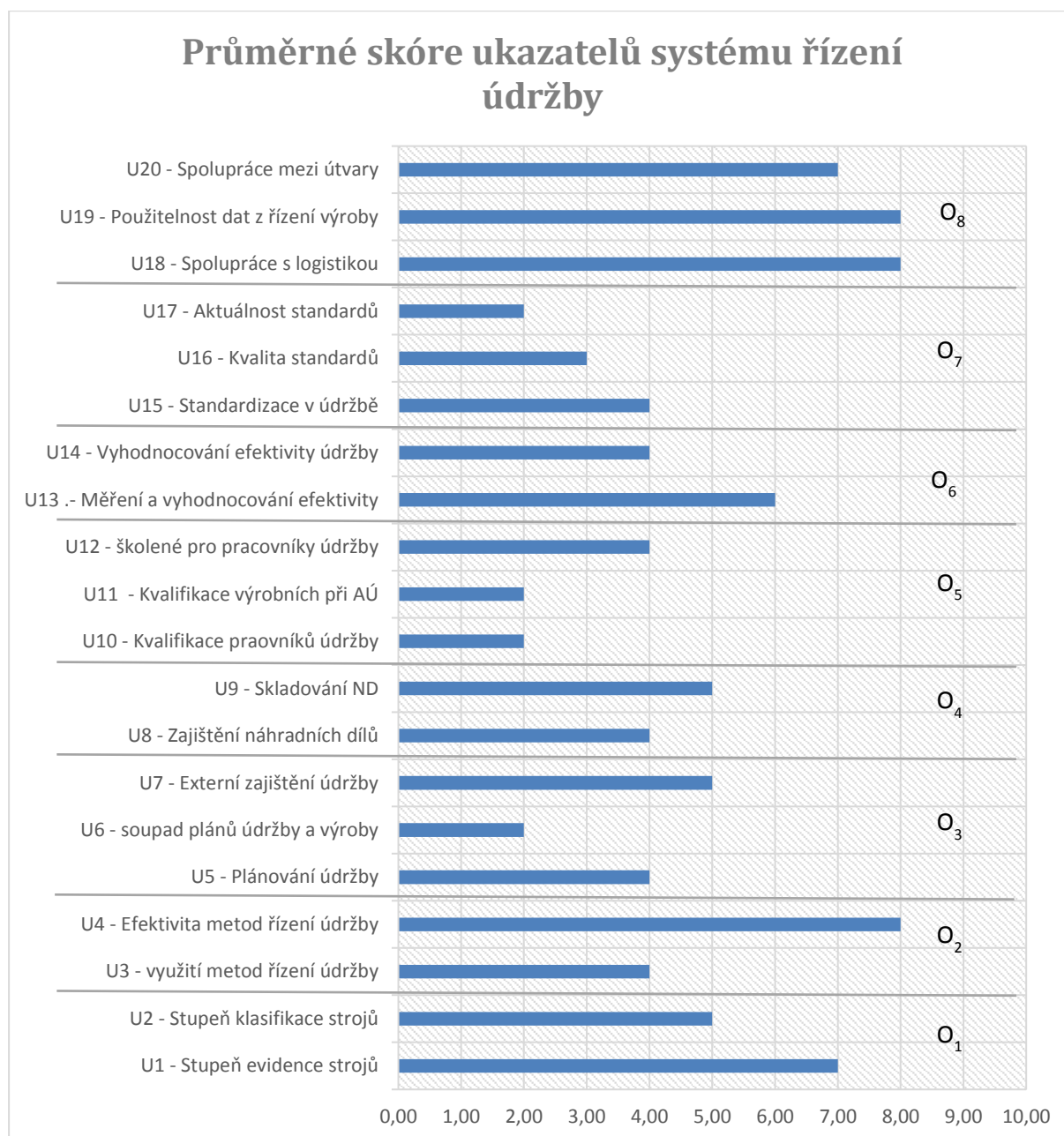
Celková úroveň systému řízení údržby podniku je 48%. Tato hodnota znamená, že systém řízení údržby je částečně nastavený, nicméně existuje relativně velký prostor pro zlepšení. Pro stanovení konkrétních oblastí, které je potřeba vylepšit, je potřeba detailně analyzovat oblasti systému řízení údržby. Úroveň jednotlivých oblastí je uvedena na obrázku, viz Obrázek 5-21.



Obrázek 5-21: Skóre oblastí systému řízení údržby podniku E, [zdroj autor]

Jako nejslabší oblasti vychází: oblast kvalifikace pracovníků, oblast standardů a oblast plánování údržby. Zlepšením v těchto klíčových oblastech dosáhneme i celkového zlepšení celkové úrovně systému řízení údržby tohoto podniku.

Podívejme se ještě hlouběji v analýze do jednotlivých ukazatelů systému řízení údržby. Pokud by se v nějaké oblasti vyskytl jeden ukazatel na velmi nízké úrovni a ostatní ukazatele by byly vysoké, mohlo by se stát, že oblast bude vykazovat relativně vysoké skóre, ale nízko hodnocený ukazatel by mohl ztížit implementaci plánovaného opatření. Úroveň jednotlivých ukazatelů je uvedena na obrázku, viz Obrázek 5-22.



Obrázek 5-22: Ukazatele systému řízení údržby podniku E, [zdroj autor]

Z jednotlivých ukazatelů je jasné, že největším problémem v oblasti standardizace je aktuálnost a kvalita standardů, co se týče standardizace procesů v údržbě, ta je na lepší úrovni, ale hodnota 40% není stále dostačující.

V oblasti kvalifikace pracovníků je patrná nízká kvalifikace jak výrobních pracovníků při provádění autonomní údržby, tak pracovníků údržby. V poslední uvedené oblasti, plánování údržby je vidět, že velkým problémem je slazení plánů údržby a výroby. Často se stávalo, že plánované opravy byly odsouvány kvůli výrobě a naopak.

5.3.2 Návrh opatření pro podnik E

Pořadí, ve kterém má podnik začít standardizovat jednotlivé oblasti řízení údržby, je dáno analytickou částí, přesněji bodovým hodnocením, kterého podnik dosáhla. Priorita je kladena na oblasti s nejnižším dosaženým skórem. Jinými slovy, pokud podnik dosáhne nejnižšího skóre např. v oblasti evidence strojů a zařízení, standardizovat by se mělo začít od této oblasti.

Na základě výsledků z analýzy byly identifikovány tyto oblasti, oblast standardů podniku, dále kvalifikace pracovníků a plánování údržby. Oblast standardů je průřezovou oblastí, která má za cíl jednak nastavit výchozí stav pro implementaci opatření, tak tyto opatření udržet. Začneme proto s kvalifikací pracovníků a plánováním údržby.

Kvalifikace pracovníků

Kvalifikace pracovníků je jedním z největších problémů téměř všech analyzovaných společností. V podniku E bylo identifikováno, že nepoužívá, žádné nástroje pro třídění svých pracovníků podle znalostí, proto jedním z prvních standardů, který pomůže zlepšení tě právě kvalifikační matice. Kvalifikační matice by měla sloužit jako podklad pro výběr a klasifikaci zaměstnanců pro konkrétní pracovní pozici. Výběr správného zaměstnance na pracovní pozici je prvním krokem k úspěchu. Kvalifikaci rozdělme dále na dvě skupiny na kvalifikaci při provádění činností autonomní údržby a kvalifikaci pracovníků údržby.

- Kvalifikace při provádění autonomní údržby

V oblasti kvalifikace byly identifikovány největší nedostatky při autonomní údržbě. Autonomní údržba je záležitost dokumentů, které jsou dostupné na pracovišti, např. vedoucího pracovníka (mistra/ předáka), který musí požadavky na obsluhu přenést a zároveň ohlídat jejich správné provádění.

Z výsledků analýzy víme, že se jedná o podnik, která vyrábí spíše s menší opakovaností, proto na základě souvislosti definovaných v kapitole 4.4, zde vzrůstá důležitost kvalifikace pracovníků. Pro dosažení vyšší úrovně v této oblasti existují dva způsoby, jedním je zaměstnání výše kvalifikovaných pracovníků, druhým je zajištění školení pro své zaměstnance.

Pro určení konkrétních případů a činností, které je nutné znalostně posílit, je nutné provést další analýzu a zvážit, zdali není ekonomicky výhodnější zajistit správné provádění úkonů jiným způsobem, např. standardem.

- Údržbářem

Údržba kvalifikovaným údržbářem, je záležitost konkrétního pracovníka údržby, jeho pomůcek a dostupných dokumentů. Potřebná kvalifikace údržbáře je stanovena v České republice doporučena normou ČSN EN 15628 [7]. Norma stanovuje požadavky a znalosti pracovníků v údržbě. Tím tak poskytuje i návod pro personální útvary výrobních podniků, které by podle těchto požadavků měly postupovat, jak při výběru nových pracovníků, tak i při hodnocení stávajících pracovníků údržby. Podnik E se tedy musí buď zajistit takového

pracovníka, který těmto požadavkům vyhovuje, nebo předepsat stávajícímu pracovníkovi taková školení, která mu kvalifikace zvýší.

Pro zjištění, které konkrétní oblasti způsobují údržbářům největší problémy a kde je nutné posílit jejich znalosti např. odborným školením, je nutné jít dále do detailu problému.

Plánování údržby

Podnik E uvedl, že má problémy s kolizí plány údržby a výroby, což znamená, že již mají určitý způsob, jak plánovat. Dále ve spojení s údajem vytížení pracovišť cca 60% to znamená, že prostor pro vykonání údržby zde jednoznačně je.

V tomto případě plánovací algoritmus není až tak důležitý i z hlediska průměrného vytížení výrobních pracovišť. Podle uvedených údajů, zde musí existovat dostatek prostoru pro provedení činností údržby. Pokud podnik E opravdu vyžaduje mít jistotu, že nebude docházet ke kolizím mezi plány, je možné oba plány vizualizovat na časové ose. Pro tyto účely v podniku E opět stačí aplikace MS Excel.

Dalším krokem je zjištění, proč se tyto plány dostávají do kolize. V tom to případě následuje prověření správnosti provádění činností údržby z hlediska jejich správnosti i nutnosti. Často se totiž stává, že při údržbářských činnostech dochází k různým druhům plýtvání, např. čekání, zbytečným transportům, popř. vad ve smyslu špatného provedení údržbářských úkonů.

Jedním z neefektivnějších způsobů jak zjistit, zdali nedochází k plýtvání při podnikových procesech, jsou pozorování. Pozorování ve smyslu metod průmyslového inženýrství, tj. Snímky operace, snímky pracovního dne, momentová pozorování, chronometráže, apod. O tom jaký způsob pozorování je vhodné použít je potřeba rozhodnout v širších souvislostech, na základě detailnější analýzy.

Standardy podniku

Oblast standardů je průřezová oblast, což znamená, že se týká všech uvedených oblastí. Nastavením opatření v oblasti standardizace se tedy zlepší i ostatní nízko hodnocené oblasti. Oblast standardizace má zároveň za úkol udržet nastavená opatření v ostatních oblastech, v případě podniku E, to jsou opatření v oblasti plánování a kvalifikace.

Při bližší analýze výsledků je patrné, že oblasti strojů a zařízení, metrik měření efektivity, metod řízení údržby a náhradních dílů jsou poměrně vysoko hodnocené a podnik E zde již má do jisté míry nastavené standardy. Pozornost by měla být zaměřena na níže hodnocené oblasti. Prostor pro vyšší standardizaci, jako podklad pro nastavování vyšší úrovně provádění procesů, je jednoznačně v oblasti autonomní údržby, plánování údržby, popř. vydávání náhradních dílů.

- Oblast autonomní údržby

První z uvedených oblastí je autonomní údržba. Pro zavedení autonomní údržby je vhodné nejprve prověřit pracoviště z hlediska dostupnosti potřebných věcí a pracovních úkonů. Pokud budou identifikovány nedostatky, je vhodné pro nastavení chtěného stavu použít metodu 5S. Primární určení 5S je pro standardizace výrobních úkonů na pracovišti, nicméně až poté co stanovíme všechny výrobní činnosti na pracovišti, tak pak můžeme zjistit, zdali pracovníkovi

zbývá kapacita na provádění autonomní údržby. Pokud pracovník tuto kapacitu má, nejjednodušším způsobem je do popisu pracovní pozice zahrnout i autonomní údržbu a vytvořit pro ni popis (např. formou pracovní návodky nebo jednobodové lekce).

Další z oblastí je plánování údržby. V oblasti plánování údržby je potřebné nastavit tyto standardy.

- standardy provádění operací na stroji – např. jednobodové lekce,
- checklisty provádění úkonů,
- standardy pro preventivní a plánovanou údržbu.

Nastavením standardů pro plánování a provádění údržbářských úkonů, zajistíme stejné provádění činností. Pro tyto potřeby lze využít různých opatření od specializovaných softwarů, (ERP/ CMMS softwarů), nebo jednodušších opatření (např. interních kalendářů, databázový systémů i Excel sešitů). Každý z těchto způsobů je vhodné pro jiný podnik. Např. pro velké podniky s vyšším stupněm automatizace a s větším strojovým parkem jsou vhodné specializované softwary. Pro malé společnosti se tyto softwary nevyplatí pořizovat a proto i pro podnik E postačí sofistikovanější Excel.

O rozhodnutí, jaký způsob podnik zvolí, musí rozhodnout management podniku na základě další analýzy, zhodnocení stávajícího stavu i strategického záměru.

Uvedená doporučení ukazují jednu z možných cest zlepšení. K dosažení chtěného stavu může sloužit vícero způsobů, které se od sebe liší jak časově, tak finančně. Pro vybrání optimálního rozhodnutí je potřeba vždy pečlivé analýzy. Metodika hodnocení úrovně systému řízení údržby má za cíl poukázat problematickou oblast a nastínit rámcové řešení. Pro úplné zavedení a zhodnocení opatření je z pravidla potřeba rozebrat problematickou oblast do většího detailu.

5.4 Zhodnocení ověření navržené metodiky

Na základě výstupů z ověřování navržené metodiky se následně zkoumala platnost stanovených hypotéz. V rámci cílů disertační práce byly specifikovány následující hlavní hypotézy.

Potvrzovaná hypotéza H1

(„Metodiku pro hodnocení úrovně systému řízení údržby lze použít v jakémkoli průmyslovém podniku, metodika poskytne reálný obraz stavu řízení údržby a souvisejících oblastí.“)

Metodika byla použita v různorodých podnicích, kde nechyběly průmyslové podniky v oborech vratových systémů, strojírenství, elektrotechniky, zbrojního průmyslu, hudebního průmyslu, automotive, logistických systémů, zdravotnické techniky, měřicí techniky, sportovních potřeb, telekomunikací a v neposlední řadě i topných systémů. Ve všech těchto podnicích byla získána relevantní data pro jejich zařazení z hlediska úrovně systému řízení údržby.

Na základě uvedeného použití metodiky byla hypotéza H2 potvrzena.

Potvrzovaná hypotéza H2

(„Úroveň systému řízení údržby je závislá na obecných charakteristikách podniku, jako jsou velikost podniku, typ podniku a výroby, hlavním předmětu podnikání, používání metod průmyslového inženýrství, úrovni řízení výroby, apod., tyto charakteristiky ovlivňují i potřebnou úroveň systému řízení údržby a s ní spojená opatření.“)

Na základě výsledků z obecné i hodnotící části strukturovaného rozhovoru bylo zjištěno, že jak celková úroveň systému řízení údržby, tak dílčí oblasti jsou silně závislé na velikosti i typu podniku. Nejvyšší úrovně systémů řízení údržby dosahovaly menší podniky, se vzrůstajícím podnikem se úroveň systémů řízení údržby zvyšovala.

Pokud se dostaneme k typu podniku (v závislosti na jeho hlavním oboru podnikání), zjistíme, že nejvyšší úrovně dosahovaly podniky automotive a nejnižší strojírenské podniky. V příloze, viz Příloha S, je jasně patrná závislost hlavního oboru podnikání a velikosti kritériální funkce.

Dále bylo zkoumáno, zdali používání řízení údržby a metod průmyslového inženýrství přispívá k celkové úrovni systému řízení podniku. Zde bylo zjištěno, že jednoznačně ano. Podniky, které používají metody řízení údržby a průmyslového inženýrství dosahovaly v průměru o 17% vyššího skóre, nežli podniky, které tyto metody nepoužívají. Opět tyto metody byly používány více u větších podniků.

Další z potvrzovaných dílčích hypotéz se týkala metrik vyhodnocování. Zde bylo analyzováno, zdali pravidelné používání, těchto metrik má vliv na celkovou úroveň systému řízení údržby. Výsledkem byl fakt, že podniky, které tyto metriky vyhodnocují, měly o 16% nižší celkové skóre, nežli podniky, které tyto metriky nepoužívají. Zároveň podniky, které pravidelně minimálně na denní bázi, stanovují nápravná opatření (na základě těchto metrik), mají o 29% vyšší průměrnou celkovou úroveň jejich řízení údržby nežli podniky, které s metrikami vůbec nepracují.

Na základě dílčích výsledků byla hypotéza H2 potvrzena

Potvrzovaná hypotéza H3

(„Analytickou část navržené metodiky lze využívat pro periodické hodnocení úrovně systému údržby.“)

Analytická část slouží ke stanovení úrovně systému řízení údržby v podniku. Tím, že se jedná o strukturovaný rozhovor s vyhodnocením pomocí Likertovy škály a multikritériálního hodnocení, jednotlivá hodnocení nejsou vzájemně ovlivněna. Hodnocení lze provádět v jakémkoli čase a je jej možné kdykoli opakovat.

Protože se jedná o standardizovaný způsob, poskytující výsledky vždy na škále 0 – 10 v případě oblastí a ukazatelů a 0 – 100% v případě celkové hodnoty úrovně systému řízení údržby, lze z výsledků sestavovat časové řady. Takto sestavená časová řada poskytne zpětnou vazbu o vývoji systému řízení údržby podniku. V případě hodnocení dvou a více podnik, podobných svou velikostí a předmětem výroby, hodnocení umožňuje porovnání v klíčových oblastech souvisejících s řízením údržby.

Neboť u každého nápravného opatření je klíčová jeho udržitelnost a jeho přínosy se projeví až v delším časovém horizontu, periodické hodnocení úrovně systému řízení údržby jednoho podniku nebylo provedeno. Z tohoto důvodu nelze stanovenou hypotézu nelze jednoznačně potvrdit.

Nicméně z povahy hodnocení je jasné, že metodiku lze používat opakovaně. Metodiku lze použít v podstatě kdykoli, pokud máme dostupné odpovědné osoby za podnik, které dokáží formulovat odpovědi na otázky v podkladu pro strukturovaný rozhovor, viz Příloha F, Příloha G a Příloha H.

Potvrzovaná hypotéza H4

(„Změny systému řízení údržby, které povedou ke zvýšení jeho úrovně a snížení nákladů spojených s údržbou, vycházejí z výsledků analytické části.“)

Zvýšení úrovně systému řízení údržby vychází ze zvýšení úrovně dílčích oblastí tohoto systému. Každou z oblastí je možno zlepšit pomocí nástrojů a metod, jak přímo pro řízení údržby, tak pro řízení výroby obecně. Nastavení a udržení každého z těchto nástrojů přispívá k vyšší úrovni a snížení nákladů v dané oblasti systému řízení údržby. Rámcově budou ovlivněny tyto skupiny nákladů: na náhradní díly, nekvalitu, ztráty ze snížené dostupnosti strojů, údržby po poruše, apod.

Projevení přínosů navržených opatření je relativně dlouhodobá záležitost. Prostudovaná literatura udává, že nastavení úplného systému TPM ve středně velkém podniku je záležitost zpravidla 3 let. Kdy pouze první rok, zabere analýza slabých míst a kampaň TPM napříč podnikem. Druhý rok je zpravidla věnován pilotnímu projektu, kde jsou odladěny postupně vznikající problémy a následující roky jsou určeny pro plošné zavádění principů TPM napříč podnikem. Nastavení a udržení úplného systému řízení údržby a je tedy dlouhodobá záležitost, kde výsledky se dostavují postupně v průběhu zavádění.

Z uvedených důvodů je stanovená hypotéza H4 potvrzena pouze částečně. Protože změny vycházející z prováděcí části stanoví směry a oblasti, kde se snížení nákladů projeví. Snížení nákladů ale nemohlo být z uvedených důvodů vyčísleno.

6 PŘÍNOSY DISERTAČNÍ PRÁCE

Jedním z kritických prvků každého průmyslového podniku jsou zařízení a jejich stav. Systém řízení údržby by měl přispívat ke zvyšování dostupnosti výrobního zařízení i zvyšování výrobní kapacity. V této práci byla podrobně analyzována problematika řízení údržby a souvisejících oblastí. V prostudované literatuře bylo zjištěno, že údržba je definována jako průřezová aktivita napříč podnikem, není však stanoveno, které vnitropodnikové útvary s ní přímo souvisí. Při optimalizaci procesů údržby je také nutné racionalizovat všechny související procesy. Ačkoli důsledky výpadků strojů jsou všeobecně známé, podle průzkumu v současných průmyslových podnicích, 60% všech činností spojených s údržbou představuje údržba po poruše, 30% údržba na konci směny. Zbylou část lze označit jako údržba s cílem předcházet poruchám [70]. Existuje mnoho metod průmyslového inženýrství použitelných při řízení údržby (5S, SMED, vizuální management, kaizen, apod.). Řada těchto metod má za cíl standardizaci procesů, ve kterých jsou implementovány. Standardizace představuje základní krok ke generování jakýchkoli zlepšení. Metody nejsou však systematicky používány v souvislosti s řízením údržby. Disertační práce tak poskytuje inovativní pohled na řízení údržby, který spojuje klasické metody řízení údržby s přístupem štíhlého managementu a metod průmyslového inženýrství.

Na základě všech získaných poznatků lze provést shrnutí přínosů disertační práce nejprve do přínosů pro vědní obor a následně do přínosů pro podnikovou praxi.

6.1 Přínosy pro teorii

V rámci této práce vznikla metodika, která se zabývá hodnocením stavu údržby podniku a možnosti racionalizace. Obě tyto části jsou rozebrány jak v teoretické, tak v praktické rovině. Hlavní teoretický přínos vychází z důkladného prostudování dostupné odborné literatury a spočívá ve vytvoření teoretického základu pro systém řízení údržby, který je jádrem navržené metodiky.

Teoretické přínosy disertační práce lze shrnout v několika základních bodech:

- Vydefinování oblastí ovlivňujících celkovou úroveň systému řízení údržby a stanovení vazeb mezi nimi:
 - Charakteristika požadavků na systém řízení údržby.
 - Stanovení oblastí systému řízení údržby a vazeb mezi nimi.
 - Určení klíčových ukazatelů a jejich vlivu na systému řízení údržby.
- Vznik metodiky vycházející z definovaného teoretického základu, vzájemných vazeb mezi jednotlivými oblastmi:
 - Vytvoření standardizovaných podkladů pro strukturovaný rozhovor.
 - Vytvoření inovativního způsobu hodnocení úrovně systému řízení údržby s využitím nástrojů Saatyho metoda, multikriteriální analýzy, Likertovy stupnice.

- Vytvoření komplexní kritériální funkce hodnotící úroveň systému řízení údržby.
- Vytvoření návrhu opatření pro dosažení zlepšení v dané oblasti a tím i celé úrovně systému řízení údržby.
- Zpracování studie, která poskytuje pohled na úroveň systému řízení údržby analyzovaných společností. Studie je podpořena hodnotící aplikací, která vizualizuje dosažené výsledky.

6.2 Přínosy pro podnikovou praxi

Z praktického hlediska přináší tato navržená metodika inovativní pohled na problematiku řízení údržby. Často se stává, že průmyslové podniky buď opomíjejí oblast řízení údržby úplně, nebo se v lepším případě snaží optimalizovat pouze určitou konkrétní část systému řízení údržby a nehledí na širší souvislosti. Častým jevem je také nevyužití metod průmyslového inženýrství v jejich plné míře, např. rozšířením nástroje 5S můžeme standardizovat činnosti autonomní údržby, apod.

Řízení údržby je nedílnou součástí života výrobních systémů. Z toho důvodu je nutné, aby podnik, chce-li snižovat výrobní náklady, byl schopen samostatně definovat a zavést opatření zvyšující dostupnost jejich strojních zařízení, vyráběnou kvalitu i výrobní rychlost. K tomu je potřeba znát souvislosti mezi všemi podnikovými oblastmi, které s tím úzce souvisí a činit v nich opatření, vytvářející podmínky pro efektivní řízení údržby.

Velkým přínosem pro podnikovou praxi je vytvoření uceleného hodnotícího nástroje, který je možné a vhodné používat opakovaně pro hodnocení stejného systému řízení údržby. Provedená hodnocení pak poskytnou podklad pro tvoření časových řad nebo porovnání.

Dále by měla tato metodika pomoci průmyslovým podnikům uvědomit si vzájemné souvislosti mezi řízením údržby a jeho souvisejícími oblastmi (evidencí a klasifikací strojů a zařízení, náhradními díly, plánováním operací na stroji, metrik měření efektivity, pracovníků a zaměstnanců, atd.)

Používání navržené metodiky poskytuje podnikům následující přínosy:

- Umožní průběžně hodnotit systém řízení údržby, včetně souvisejících oblastí a stanovovat časové řady vývoje nebo porovnávat výsledky s podobnými podniky.
- Při použití analytické části v podobných podnicích (např. dceřiné podniky), nabízí možnost porovnání.
- Určit slabé a silné stránky (oblasti) systému řízení údržby podniku.
- Stanovit rámcová opatření pro zvýšení celkové úrovně systému řízení údržby.
- Zvýšení standardizace a transparentnosti procesů údržby.

Po provedení hodnocení s cílem identifikace slabých stránek (oblastí) a provedení rámcových opatření v dílčích oblastech, metodika poskytuje tyto rámcové přínosy spojené jak s řízením údržby, tak výroby.

- **Přínosy spojené výrobou a jejím řízením**

- Zvýšení celkové standardizace podnikových procesů (např. díky opatření v oblasti standardizace, evidence strojů a zařízení, plánování, metrik i náhradních dílů).
- Vyšší zainteresovanost zaměstnanců (např. díky školení, týmové práci).
- Nárůst dovedností a znalostí zaměstnanců (např. díky opatřením v oblasti pracovníků a jejich kvalifikace).
- Zvýšení plynulosti výroby (např. díky nižšímu počtu výpadku strojních zařízení i použití SMED).
- Zvýšení kritických měřítek kvality, dostupnosti (např. díky zvýšené rychlosti výrobního procesu, vyšší vyráběné kvalitě výroby).
- Zvýšení transparentnosti podnikových procesů (např. díky opatřením ve všech dílčích oblastech).

- **Přínosy spojené s údržbou a jejím řízením**

- Zamezení pravděpodobnosti vzniku poruch a jejich včasné odhalení (např. díky používání FMEA). Snížení poruchovosti zařízení (např. díky plánovaným, preventivním zákrokům údržby). Zkrácení doby trvání poruchy (např. díky standardizovaným postupům oprav).
- Prodloužení doby života strojních částí a zařízení, při použití metod uvedených v prováděcí části.
- Zvýšení připravenosti zařízení plnit požadovanou funkci.
- Vytvoření hodnotící aplikace, vizualizující dosažené výsledky.
- Poskytne informace o udržitelnosti strojního zařízení.
- Díky standardizaci procesů údržby, poskytne podklad pro stanovení nákladů na řízení údržby.

Všechny tyto dílčí přínosy mají svou interpretaci jak v nejvyšších podnikových ukazatelích, tak v dílčích metrikách a přispívají ke snižování ztrát a tím i celkových nákladů a tím potenciálně i zvýšení ziskovosti.

7 DOPORUČENÍ PRO DALŠÍ VÝZKUM V DANÉ PROBLEMATICE

Disertační práce představuje metodiku hodnocení úrovně systému řízení údržby. Metodika zahrnuje definování klíčových oblastí a ukazatelů systému řízení údržby, jejich hodnocení, stanovení slabých míst systému řízení údržby a návrh zlepšení těchto slabých míst.

Doporučení pro další výzkum a práci v dané problematice se mimo jiné odvíjí od míry zpracování jednotlivých částí. Analytická část je hlavním předmětem práce a je na ni kladen velký důraz. Je proto poměrně detailně zpracována. Prováděcí část, ve které jsou navrhována rámcová opatření, je zpracována spíše v obecné rovině. Námětem pro další pokračování v této problematice je detailní rozpracování oblastí řízení údržby spolu s návrhem a ověřením přínosů použitých metod.

Řízení údržby je velmi rozsáhlá oblast prolínající se s procesy napříč podnikem, je zde proto velmi mnoho prostoru pro další práci. Řízení údržby je zároveň jednou z oblastí, která vykazuje velký potenciál pro úsporu nákladů. Doporučení pro další výzkum v dané problematice jsou shrnuta v následujících bodech.

Pokračování s hlavními přínosy pro vědní obor a teorii

- Analyzovat větší množství podniků.

Do současné doby bylo zpracováno cca 35 analýz systémů řízení údržby průmyslových podniků působících v České republice. Námětem pro další výzkum je tedy získání většího vzorku podniků.

- Analyzovat více oborů podnikání.

Do současné doby byly analyzovány podniky automotive, elektrotechnické, podniky vyrábějící do sportovních odvětví, hudebního průmyslu, apod. Dalším námětem může být oslovení podniků v odvětvích jako těžební průmysl, doprava, hutnictví, farmaceutický průmysl, chemický průmysl, stavební průmysl, obuvnický a textilní průmysl, apod.

- Vyhodnocení výsledků analýz z hlediska dalších kritérií.

Pro potvrzení nebo vyvrácení stanovených hypotéz stanovených v práci, bylo pracováno zejména s kritérii velikosti podniku, oboru podnikání, používání metod řízení údržby a PI a vyhodnocování dat z výroby. Přínosem pro vědní obor by jistě bylo vyhodnocení nasbíraných dat v závislosti na dalších kritériích, např. směnnosti, formě odměňování, průběžných časech výroby, vytížení pracovišť, míry zpracování a dodržování pracovních postupů, apod.

- Periodické sledování a hodnocení úrovně jednoho podniku.

V současné době byla každý podnik analyzována a hodnocena jedenkrát. Při periodickém hodnocení, např. 2x ročně, bychom mohli sledovat vývoj dílčích opatření a tak sledovat i dopad implementace jednotlivých nástrojů.

Pokračování s hlavními přínosy pro podnikovou praxi

- Podrobnější rozpracování prováděcí části.

Důraz byl v práci zaměřen na analytickou část. Prováděcí část ukazuje směr vývoje podniku a definuje rámcová opatření. Doporučením pro další práci s přínosem pro podnikovou praxi je detailní rozpracování navrhovaných metod do každé oblasti.

- Variantní rozpracování opatření.

V současné době je v každé oblasti navržen jeden postup zlepšení. K dosažení chtěného stavu však existuje více cest. Zároveň variantní rozpracování navrhovaných opatření je v průmyslových podnicích téměř samozřejmostí a v oblasti automotive dokonce již zaběhám standardem. Stanovit více variant, jaké opatření zavádět a to v každé oblasti.

- Návrh opatření s ohledem na více kritérií.

Práce je zaměřena na hospodárnost, proto většina opatření je charakteru postupného zlepšování. Návrhem pro další pokračování v této části je rozpracovat navrhovaná opatření s ohledy na např. spolehlivost, dostupnost, kvalitu, apod.

Oblast softwarové podpory

- Automatizace sběru dat a vyhodnocení.

Pro práci byl vytvořen polo-automatizovaný Excel program pro zpracování nasbíraných dat. Tento Excel nemá odděleny obrazovky pro zadávání dat a jejich zpracování. Pokud by byl tento program obsluhován nezaškoleným pracovníkem, může dojít k jeho narušení. Návrhem pro další pokračování je zpracování tohoto programu v prostřední databázi nebo jiné samostatné aplikaci.

- Oblast nasazení v rámci databázových systémů nebo ERP.

Námětem pro další zpracování je napojit vytvořený Excel program s podnikovými informačními systémy, např. SAP.

ZÁVĚR

Metodika stanovená v rámci této práce se zabývá hodnocením úrovně řízení údržby a stanovením opatření, které zlepší provoz zařízení. V práci jsou uvedena teoretická východiska, na základě kterých je navržena komplexní metodika hodnocení úrovně systému řízení údržby v průmyslovém podniku. Metodika umožní průběžně hodnotit úroveň systému řízení údržby a související oblasti a stanovovat např. časové řady vývoje nebo porovnávat podobné podniky. Při využití i prováděcí části metodiky podnik získá i návod (rámcová opatření) pro zvýšení celkové úrovně jejich systému řízení údržby. Většina opatření zvyšuje celkovou standardizaci podnikových procesů a tím tak snižuje provozní náklady přímo (např. správným prováděním činností), snižuje možnost vzniku potenciálních chyb (např. výroby NOK kusů), zvyšuje dostupnost zařízení (díky snížení výpadků, zkrácení doby oprav, prodloužení intervalu mezi opravami, apod.).

Hlavním cílem metodiky je hospodárné vynakládání nákladů při řízení údržby. Hospodárnost je zde myšlena ve dvou rovinách. Metodika umožní identifikovat slabé stránky podniku při řízení údržby, na které následně navrhuje zlepšující opatření. Hospodárný přístup zde představuje výběr oblastí (podnik neplýtvá zdroji na zlepšování oblastí, které nejsou kritické) a vlastní doporučené opatření (z metod, které cílí na standardizaci a racionalizaci procesů).

Pomocí modelu byla ověřena funkčnost kritériální funkce a bylo zjištěno její chování. Při generování pseudonáhodných čísel zjistíme, že graf je téměř dokonale symetrický. Odchytku, kterou lze pozorovat při protnutí vodorovné přímky aproximovanou křivkou normálního rozdělení, je možné přičíst generování hodnot dotazníku simulačním modelem.

Při nasazení metodiky v průmyslových podnicích byla potvrzena významnost systémů řízení údržby a bylo zjištěno, že úroveň systémů řízení údržby v analyzovaných podnicích, působících v České republice nepodléhá normálnímu rozdělení a většina těchto podniků má vyšší úroveň systému řízení údržby, nežli bylo očekáváno. Pokud se podíváme na stanovené hypotézy, podle výsledků zjistíme, že:

- Úroveň systémů řízení údržby je závislá na velikosti podniku (nelineární závislost – čím větší podnik, tím vyšší úroveň systému řízení údržby).
- Úroveň systému řízení údržby je závislá na oboru podnikání (podniky automotive mají z pravidla vyšší úroveň řízení údržby než ostatní obory).
- Vyšší úroveň systému řízení údržby dosahují podniky používající metody průmyslového inženýrství, větší podniky a podniky zabývající se hromadnou výrobou, vedoucí a vyhodnocující záznamy o výrobě.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KOTLER, P., *Marketing management*. New Jersey: Prentice Hall,. 2005, ISBN 978-01-30336-29-3.
- [2] EDL, M., *Řízení životního cyklu produktu (PLM)*. Plzeň : Smartmotion, 2012. ISBN 978-80-87539-04-0.
- [3] SAAKSUVUORI, A., IMMONEN, A., *Product Life Cycle Management*, Berlin Heidelberg, Springer Verlag, 2008, ISBN 978-3-540-78172-1
- [4] ZČU, FST, KPV. Digitální podnik. In: *Digipod.zcu.cz*. [Online], 2011. [Citace: 07. 10 2012.], Dostupné z: <http://digipod.zcu.cz/>.
- [5] Články. Managementmania.cz, Životní cyklus výrobku a služby, In: *managementmania.cz*, [Online], [Citace: 22. 12 2012.], Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/zivotni-cyklus-vyrobku-sluzby>.
- [6] VASHISHT, K., *A practical approach to Marketing management*. New Delhi : Atlantic publishers and distribution, 2005, ISBN 81-269-0473-9.
- [7] ČSN EN 15628:2015 *Údržba – Kvalifikace pracovníků údržby. IEC 60300-3-3 Management spolehlivosti - Část 3.3: Pokyn k použití – Analýza nákladů životního cyklu*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [8] MURTHY, D., RAUSAND, M., ØSTERÅS, T., *Product reliability: specification and performance*, London: Springer, 2008. ISBN 978-184-8002-715.
- [9] Databáze vysokoškolských kvalifikačních prací zaměřených na LCA, *Life-cycle assesment (LCA)* [Online], Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. [Citace: 28. 12 2012.], Dostupné z: <http://vskp.vsb.cz/oblast-lca/#zdroj4>.
- [10] EN ISO 14040:2006 E - *Environmentální management – Posuzování životního cyklu - Zásady a osnova*, Praha: Český normalizační institut,. 2006
- [11] HOSNEDL, S., *„Systémové navrhování technických produktů, texty přednášek*. Plzeň: KKS / ZKM, 2011.
- [12] ŠOLJAKOVÁ, L., *Strategicky zaměřené manažerské účetnictví*. Praha : Management Press, 2009, ISBN 978-80-7261-199-7.
- [13] ZČU, FST, KPV, Product Life Cycle Management (PLM). In: *Digipod.zcu.cz*. [Online], 2011. [Citace: 16. 11 2012.], Dostupné z: <http://digipod.zcu.cz/index.php/cs/oblasti-nasazeni>.
- [14] *European Factories of the Future Research Association (EFFRA)*. [online] Regulation (EU) No 1290/2013 of the European Parliament and of the council, 20.12.2013, [Citace: 17. 1 2015.] Dostupné z: http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/legal_basis/rules_participation/h2020-rules-participation_en.pdf
- [15] WESKAMPER, E., NIEMAN, J., TICHKIEWITCH, S., *Design of Sustainable Product Life Cycles*. Berlin: Springer, 2009. 978-3-540-79081-5.
- [16] BUTTLE, F., *Customer relationship management - Concept and technologies*. místo Oxon: Elsevier Ltd., 2009. ISBN: 978-1-85617-522-7

- [17] M. KOVÁŘ, *Optimalizace procesů řízení vztahů se zákazníky*, Brno, 2009. Diplomová práce, Vysoká učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, ústav informatiky
- [18] SYNEK, M. *Manažerská ekonomika, 4. aktualizované a rozšířené vydání*, Praha: Grada Publishing a.s. p. 452., 2007, ISBN 978-80-247-1992-4
- [19] DVOŘÁKOVÁ, L., KLEINOVÁ, J., *Hodnocení výkonnosti podniku a digitálního podniku*. Plzeň : SmartMotion, 2012. ISBN 978-80-87539-08-8.
- [20] DHILLON, B., S., *Life costing for engineers*. Boca Raton: CRC Press, 2010. ISBN 978-1-4398-1688-2.
- [21] KLEINOVÁ, J., *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2005. ISBN 80-7043-364-7.
- [22] KABEŠ, K. Růst zájmu o bezdrátovou techniku k řízení nespojitě výroby. In: *odbornecasopisy.cz*, [Online] 13.1.2009, [Citace: 17. 1 2015.] Praha: FCC Public, 2009., Dostupné z: http://automa.cz/Aton/FileRepository/pdf_articles/38590.pdf, ISSN 1210-9592.
- [23] ČECHURA, T., *Řízení nákladů ve skladovém hospodářství*. Plzeň, 2012, Disertační práce, Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra Průmyslového inženýrství a managementu
- [24] HITHA, K., *Přístupy ke kvantifikaci nákladové a časové náročnosti logistických operací ve strojírenském podniku*. Plzeň, 2003, Rigorózní práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra Průmyslového inženýrství a managementu
- [25] VANGKILDE, M. *Cost Accounting in Logistics and Supply Chain Management*. [online], Frederiksberg: Department of marketing, Copenhagen business school, 2004., Dostupné z: <http://openarchive.cbs.dk/bitstream/handle/10398/6654/logistics%20cost%20accounting%20vangkilde.pdf?sequence=1>
- [26] CHRISTOPHER, M., *Total Distribution: A Framework for Analysis, Costing and Control*. London: Gower press, 1971. ISBN 978-0-716-10068-3.
- [27] VANĚK, J. *Nákladové účetnictví a jeho implementace v podniku*. Brno, 2008, Diplomová práce. Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta, Podnikové hospodářství
- [28] BARRETT, T., Mission Costing: A New Approach to Logistics Analysis. *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*. 1982, Sv. 12, 7., ISSN: 0269-8218
- [29] POPESKO, B., Co se skrývá pod pojmem procesní řízení nákladů? *Časopis Controller News*, 1/2005. 2005, Sv. XI., s. 13-15., ISBN 9771214514003
- [30] INNES, J., FALCONER, M., *A Practical Guide to Activity-Based Costing*. London : Kogan Page Ltd, 1998. str. 160., ISBN 978-0749426200.
- [31] KLEINOVÁ, J. *Nákladový pohled na problematiku výroby*. Plzeň 2003, Habilitační práce, Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra Průmyslového inženýrství a managementu

- [32] OLFERT, K. *Kostenrechnung*. 12. Auflage. Ludwigshafen : Friedrich Kiehl Verlag GmbH, 2001. str. 558. ISBN 978-3470511023.
- [33] ČSN EN 60300-3-3. *Management spolehlivosti - část 3-3: Pokyn k Použití - Analýza nákladů životního cyklu*. Praha: Český normalizační institut, 2005
- [34] VALENČÍK, Š., *Údržba a obnova strojov*. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2010, ISBN 978-80-553-0514-1.
- [35] COOPER, R., SLAGMULDER, R., *Target costing and Value Engineering*. New York: Productivity press, 1997. ISBN: 978-1-56327-172-4.
- [36] CHOW, C. W., BOER, G., Target costing: An integrative management process. In: *Journal of cost management*. New York 1997. ISSN 1092-8057.
- [37] BROUM, T. Řízení nákladů produktu v předvýrobních etapách, Plzeň 2010, Písemná práce ke státní doktorské zkoušce, Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra Průmyslového inženýrství a managementu
- [38] KATO, I., *Toyota Kaizen methods: Six Steps to Improvement*. New York: CRC Press, 2011, ISBN 978-1-4398-3854-9.
- [39] ALIREZA AZIMI, S., ALLAHVERDIZADEH, M., Target and Kaizen Costing. In: World Academy of Science, Engineering and Technology, [Online] 2 2012. [Citace: 5. 2 2013.] Dostupné z: <http://www.waset.org/journals/waset/v62/v62-10.pdf>.
- [40] CROW, KENNETH, A., Achieving Target cost/ Design to Cost Objectives. In: *npd-solutions.com, Palos Verdes: DRM Associates*, [Citace: 21. 2 2013.], Dostupné z: <http://npd-solutions.com/dtc.html>
- [41] ČSN EN 13306 - *terminologie údržby*. ČSN EN 13306: *Terminologie údržby*. Praha: Český normalizační institut, 2002
- [42] RAKYTA, M., , *Údržba ako zdroj produktivity*. Žilina : Slovenské centrum produktivity, 2002, ISBN 80-968324-3-3.
- [43] BATEMAN, J., Preventive maintenance: Stand alone manufacturing compared with cellular manufacturing., In: *Industrial Management*, 1995 stránky 19-21., ISSN: 0019-8501
- [44] GALLIMORE, K., PENLESKY, R. A framework for developing maintenance strategies. In: *Production and Inventory Management Journal*, 1988, stránky 16-22., ISSN 0897-8336
- [45] GITS, C., Design of maintenance concepts.. 1992, In: *International Journal of Production Economics*, stránky 217-226. ISSN: 0925-5273
- [46] KELLY, A. *Maintenance Organizations & Systems: Business-Centred Maintenance*. Oxford : Butterworth - Heinemann, 1997., ISBN 0-7506-36033
- [47] PAZ, N., LEIGH, W., Maintenance scheduling: Issues results and research needs. In: *International Journal of Operations and Production Management*. 1994, 14/8., ISSN: 0144-3577
- [48] PINTELON, L., WAEYEBBERGH, G. A practical approach to maintenance modelling., In: *International Journal of Production Economics*, 11 June 2002, volume 77, Issue 3, , stranky 299–313.

- [49] WAEYENBERGH, G., PINTELON, L. CIBOCOF: A framework for industrial maintenance concept development. *International Journal of Production Economics*. Volume 121, 2009, Sv. Issue 2, stránky 633–640.
- [50] PINTELON, L., WAEYEBBERGH, G.. Maintenance concept development: A case study. *International Journal of Production Economics*. 2004, Volume 89, Issue 3, stránky 395–405.
- [51] Nakajima, S., *Total Productive Maintenance Development Program: Implementing Total Productive Maintenance*. Cambridge, MA : Productivity Press, 1989. ISBN 9780915299379
- [52] VYSKOČIL, V., K., ŠTRUP, P. *Podpůrné procesy a snižování režijních nákladů (Facility Management)*. Praha : Professional Publishing, 2003. ISBN: 80-86419-45-2.
- [53] LEGÁT, V. *Management a inženýrství údržby. 1. vyd.* Praha : Professional Publishing, 2013. ISBN 978-80-7431-119-2.
- [54] LEHDER, G. *Teória údržby a opráv. Projekt Tempus-PHARE IB_JEP-13406-98*. Košice : TU Košice, 2000. ISBN 80-7099-554-8.
- [55] LEGÁT, V. *Servisní logistika - texty přednášek*. Praha 2010, Technická fakulta ČZU v Praze, katedra jakosti a spolehlivosti, 2010.
- [56] VDOLEČEK, F. Technická diagnostika v systémech [online]. In: *odbornecasopisy.cz* FCC Public. <http://www.odbornecasopisy.cz>. 2014. [Citace: 10. 6 2014.] Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/37313.pdf>.
- [57] DANĚK, J. *Logistika*. Ostrava : VŠB TU Ostrava, 2004. ISBN 80-248-0705-X.
- [58] MIKOVÁ, J. *Logistická podpora údržby kolejových vozidel*, disertační práce. Ostrava, 2006, VŠB TU Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy
- [59] BLANCHARD, B., S. *Logistics Engineering and Management*. New Jersey, Engelwood cliffs: Pearson Prentice-Hall, 2004, ISBN 9780131429154.
- [60] LAMBERT, D. M. a kol.. *Logistika*. Praha: Computer press, 2000. ISBN 80-7226-221-1.
- [61] SIXTA, J., MAČÁT, V. *Logistika: teorie a praxe*. Brno : Computer press, 2005. ISBN 80-251-0573-3.
- [62] PERNICA, P. *Logistika pro 21. Století. 1. vydání*. Praha: Radix s r.o., 2005. ISBN 80-86031-59-4 .
- [63] *Eulog.cz, informační logistický portál*. [Online] In: Eulog.cz, 22.7. 2009. [Citace: 5. 10 2016.] Dostupné z: <http://www.eulog.cz/?m=z01&id=1620&>.
- [64] STEHLÍK, A., KAPOUN, J. *Logistika pro managery*. Praha: Ekopress, 2008. ISBN 978-80-86929-37-8.
- [65] JABLONSKÝ, J. *Operační výzkum - kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. Praha : Professional publishing, 2002. ISBN: 80-86419-23-1.
- [66] ZIZKA, M., Jakos, Spolehlivost a teorie obnovy, In: *Multiedu, depozitář studijních materiálů*. [Online] Technická univerzita Liberec, 2014. [Citace: 2016. 12 8.], Dostupné z: http://tf.czu.cz/~pexa/Predmety/PUS/Prednasky/1_Obnova_CB.pdf.

- [67] KRAUSOVÁ, N., Teorie obnovy, Obnova, In: Docplayer.cz. [Online], [Citace: 2. 11 2016.] <http://docplayer.cz/16637237-Teorie-obnovy-obnova.html>.
- [68] MULLER, E. *Sylabus předmětu: Fabrikplanung und Digitale Fabrik*. Fabriksysteme. Chemnitz: TU Chemnitz, Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb, 2012. "
- [69] STAMATIS, D., H. *Failure Mode and Effects Analysis, from theory to execution*. Milwaukee : Quality press, 2003. ISBN 0-87389-598-3.
- [70] ALYSOUF, I., Maintenance practices in Swedish industries: Survey results..., In: *International Journal of Production Economics*, 2009, stránky 212-223., ISSN: 0925-5273
- [71] BANERJI, A., Maintenance and spare parts magement, Delhi: PHI Learning Private Limited, 2013, ISBN 978-81-203-4739-7
- [72] Consultants, JMA., TPM Fundamentals -The 16 Big (Major) Losses and OEE. [Online] In: <http://tpm.jipms.jp/>, 22. 1 2014. [Citace: 21. 12 2016.] Dstupné z: <http://tpm.jipms.jp/news/2013/01/testtpm-fundamentals--the-16-big-major-losses-and-oe.html>.
- [73] LORENC, M., Závěrečné práce – metodika, In: *Lorenc.info*. [Online] katedra managementu, fakulta podnikohospodářská, VŠE v Praze, 2013. [Citace: 2016. 12 8.], Dostupné z: <http://lorenc.info/zaverecne-prace/metodika.htm>.
- [74] MOLNÁR, Z. Úvod do základů vědecké práce, sylabus pro potřeby semináře doktorandů. Praha, 2005, Vysoká škola ekonomická v Praze, v Fakulta podnikohospodářská, katedra managementu
- [75] HAYES, N. *Základy sociální psychologie. 1. vydání*. Praha : Portál, 1998. ISBN 80-7178-198-3.
- [76] HEWSTONE, M. STROEBE, W. *Sociální psychologie-moderní učebnice sociální psychologie*. Praha : Portál, 2006. ISBN 8073670925.
- [77] SWANSON, L. Linking maintenance strategies to performance. In: *International Journal Production Economics.*, 2001, Volume 70, Sv. Issue 3, ISSN 0925-527, stránky 237 – 244.
- [78] KAMARYT, T. KLEINOVÁ, J., *Approaches to the Maintenance Management in Industrial Companies: Requirements and Assumptions...*, *Proceedings of International Business Information Management Association Conference.*, Valencia 2014., ISBN 978-0-9860419-2-1.
- [79] BESANKO D., spol. *Economics of strategy, Fifth edition*. New York : John Wiley & Sons, Inc., 2010. ISBN 978-0-478-37360-6.
- [80] HALEVI, G. *Handbook of Production Management Methods*. London : Reed Educational and Professional Publishing Ltd, 2001. ISBN 0 7506 5088 5.
- [81] GREGOR, M. KOŠTURIK, J. *Just in time - výrobná fylozofia pre dobrý management*. Bratislava : Elita, 1994. ISBN 8085323648.
- [82] KUDRNA, J.. *Využití metod průmyslového inženýrství pro zvýšení znalostního potenciálu lidských zdrojů v prostředí průmyslových podniků*. Plzeň 2014, Disertační

práce, Západočeská Univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra průmyslového inženýrství a managementu.

- [83] VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. Praha: Grada Publishing, 2000. ISBN 9788071699552.
- [84] LEITNER, M. *Economies of Scale*. Norderstedt : GRIN Verlag, 2013. 978-3-656-04082-8.
- [85] KAMARYT, T., KLEINOVÁ, J., *Overall Handling Equipment Efficiency and Maintenance Systems. In: IEEE International Conference on Industrial Engineering and Management, Proceedings of the 2015 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Management*. Singapore, 2015, ISBN: 978-1-4673-8065-2.
- [86] LIKER, J., K. *Tak to dělá Toyota*. Praha : Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [87] GOLDSBY T., MARTICHENKO, R. *Lean six sigma logistics*. Florida : Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 2005. ISBN 1-932159-36-3.
- [88] MCBRIDE, D. The 7 wastes in manufacturing, [Online] In: emsstrategies.com/, [Online] 29.3. 2003. [Citace: 16. 6 2013.] Dostupné z: <http://www.emsstrategies.com/dm090203article2.html>.
- [89] BAUER, M., aspol. *Kaizen, cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0029-2.
- [90] BASL, J., MAJER, P a ŠMÍRA, M. *Teorie omezení v podnikové praxi*. Praha : Grada Publishing a. s, 2003. ISBN 80-247-0613-X .
- [91] KAMARYT, T. *Návrh logistického systému*. Plzeň 2012, Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra průmyslového inženýrství a managementu.
- [92] BAUDIN, M. *Lean logistics: Nuts and Bolts of Delivering Materials and Goods*. New York : Productivity press, 2004. ISBN 1-56327-296-2.
- [93] SHINGO, S. *Zero quality control: Source inspection and the poka-yoke system*. Portland : Productivity press, 1990. ISBN 0-915299-07-0.
- [94] BAUDIN, M. *Working with machines: The nuts and bolts of lean operations with jidoka*. New York : Productivity press, 2007. ISBN 978-1-56327-329-2.
- [95] VINNEM, J., E. *Offshore Risk Assessment*. Stavanger : Springer, 2007. ISBN 9781846287169.
- [96] SAEGER, A. *Ishikawa diagram*. Namur: 50 minutes, Lemaiter publishing, 2015. ISBN 978-2-8062-6842-6.
- [97] ACHANGA, P., SHEHAB, E., ROY, R., NELDER, G. Critical success factors for lean implementation within SMEs. In: *Journal of Manufacturing Technology Management*. 17. 4 2006, stránky 460-471. ISSN: 1741-038X
- [98] WIKIPEDIA, Metoda Monte Carlo, In: en.wikipedia.org, [Online], 4. 6 2016. [Citace: 12. 8. 2016.], Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Metoda_Monte_Carlo.
- [99] DOUGLAS, M. LAMBERT, STOCK, J., R. *Strategic logistics management*. Burr Bridge: McGraw-hill Companies, 1993. ISBN 978-0256136876

- [100] HAVLÍČEK, K., KAŠÍK, M. *Marketingové řízení malých a středních podniků*. Praha: Management press, 2005. ISBN 807261-120-8.
- [101] MOUBRAY, J. *Reliability Centered Maintenance*. Oxford : Butterworth-Heineman, 1997. ISBN 978-0831131463
- [102] NOVOTNÝ, Jiří a Petr SUCHÁNEK. *Nauka o podniku I. 1. vyd.* Brno: MU ESF Brno, 2004. 164 s. 1. ISBN 80-210-3333-9
- [103] OSGOOD, C.E., SUCI, G., J., TANNENBAUM, P.H. *The measurement of meaning*. Illinois: university of Illinois press, 1975. ISBN 0-252-74539-6.
- [104] ŠKAPA, R. *Reverzní logistika*. Brno : Masarykova Univerzita v Brně, 2005. ISBN 80-210-3848-9.
- [105] GOLDSBY, T., J., MARTICHENKO, R. *Lean Six Sigma Logistics: Strategic Development to Operational Success*. Boca Raton : J. Ross Publishing, 2005. ISBN 1-932159-36-3.
- [106] VEBER, J. SRPOVÁ, J. *Podnikání pro malé a střední firmy*. Praha : Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-1069-2.
- [107] VINEYARD, M., a kol. An evaluation of maintenance policies for flexible manufacturing systems: a case study. In: *International Journal of Operations & Production Management*. 20, 2000, Sv. 4, stránky 409-426. ISSN: 0144-3577.
- [108] WIKIPEDIA, ABC Analysis, In: en.wikipedia.org, [Online], 7. 10. 2016. [Citace: 12. 12. 2016.], Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/ABC_analysis

SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA

Publikované práce

- [1] KAMARYT, T. Safety belt marking – Six Sigma project. In *Soutěžní přehlídka studentských a doktorských prací 2014*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2014. s. 1-8. ISBN: 978-80-261-0359-2
- [2] KAMARYT, T., VYSKOČILOVÁ, T., BÁRDY, M. Total Workplace rationalization. In *Elektronický sborník příspěvků SVOČ 2015*. Plzeň: Fakulta Strojní Plzeň, 2015. s. 0-9. ISBN: 978-80-261-0509-1
- [3] KAMARYT, T., VYSKOČILOVÁ, T., BÁRDY, M. An interactive game for applying the principles of lean production in automotive. In *Proceedings of the 27th international business information Management association conference*. Milan: (international business information Management association (IBIMA), 2016. s. 2962-2967. ISBN: 978-0-9860419-6-9
- [4] KAMARYT, T. Celková efektivita manipulačního prostředku. In *Průmyslové inženýrství sborník příspěvků z konference*. Plzeň: Západočeská Univerzita v Plzni, 2015. s. 85-92. ISBN: 978-80-261-0525-1
- [5] KAMARYT, T., VYSKOČILOVÁ, T., KOBULNICKÝ, J. Ergonomická racionalizace v průmyslovém podniku. *Transfer inovaci*, 2015, roč. 32/2015, č. 32/2015, s. 173-177. ISSN: 1337-7094
- [6] KAMARYT, T., KLEINOVÁ, J. The diagnose of the maintenance management in industrial companies. In *Proceedings of the 27th international business information Management association conference*. Milan: International business information Management association (IBIMA), 2016. s. 3147-3153. ISBN: 978-0-9860419-6-9
- [7] KAMARYT, T., KLEINOVÁ, J. Approaches to the Maintenance Management in Industrial Companies: Requirements and Assumptions. In *Vision 2020: Sustainable Growth, Economic Development, and Global Competitiveness*. Neuv eden: International Business Information Management Association, 2014. s. 1191-1196. ISBN: 978-0-9860419-2-1
- [8] KAMARYT, T., KOSTELNÝ, V., HURZIG, A., MÜLLER, E. Using Innovative Transportation Technologies and Automation Concepts to Improve Key Criteria of Lean Logistics. In *Proceedings of 24th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*. Lancaster: DEStech Publications, Inc, 2014. s. 377-384. ISBN: 978-1-60595-173-7
- [9] BEHÚN, M., KAMARYT, T., KLEINOVÁ, J. Risk Assessment of Non-repetitive Production Processes. In *Procedia Engineering*. Zadar: Elsevier, Ltd., 2013. s. 1281-1285. ISBN: 3-901509-58-5 , ISSN: 1877-7058
- [10] KAMARYT, T. Determination of optimal count of machine operators. In *Trends and innovative approaches in business processes*. Košice: Technical University of Koššice, Faculty of Mechanical Engineering, 2014. s. 249-254. ISBN: 978-80-553-1864-6
- [11] KAMARYT, T., VYSKOČILOVÁ, T., KOBULNICKÝ, J. Racionalizace ergonomických podmínek s ohledem na pohlaví pracovníka. *Transfěr inovací*, 2016, roč. 32/2015, č. 12/2015, s. 1-6. ISSN: 1337-7094

- [12] KAMARYT, T., VYSKOČILOVÁ, T., KOBULNICKÝ, J. Servisní logistika a implementace nástrojů štíhlé výroby. In *Trendy a inovatívne pristupy v podnikových procesoch, /zborník príspevkov/*. Košice: Technická univerzita Košice, 2015. s. 1-9. ISBN: 978-80-553-2255-1
- [13] KAMARYT, T., VYSKOČILOVÁ, T., KLEINOVÁ, J., KOBULNICKÝ, J. The Ergonomic Rationalization in Automotive. *International journal of interdisciplinarity in theory and practice*, 2016, roč. 2016, č. 9, s. 104-109. ISSN: 2344-2409
- [14] KAMARYT, T., KLEINOVÁ, J. Úzká místa v procesu příjmu materiálu. In *Recenzovaný sborník příspěvků*. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2016. s. 89-95. ISBN: 978-80-01-05951-7
- [15] KAMARYT, T. Integrovaný systém řízení údržby s ohledy na hospodárnost. In *Průmyslové inženýrství 2016*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2016. s. 102-111. ISBN: 978-80-261-0629-6
- [16] KAMARYT, T., KLEINOVÁ, J., MILLER, A., VYSKOČILOVÁ, T., BÁRDY, M. The Use of Methods ABC and XYZ for Effective Inventory Management in the Enterprise. In *Proceedings of the 27th international business information Management association conference*. Milan: (international business information Management association (IBIMA), 2016. s. 2968-2974. ISBN: 978-0-9860419-6-9
- [17] KAMARYT, T., KOSTELNÝ, V. Případová studie - Skladovací hala ve Witte Automotive. In *Průmyslové inženýrství 2013*. Plzeň: Vydavatelství SmartMotion, 2013. s. 72 - 80. ISBN: 978-80-87539-54-5
- [18] KAMARYT, T., VYSKOČILOVÁ, T. The Rationalization of Logistic processes. In *Elektronický sborník příspěvků SVOČ 2016*. Plzeň: Západočeská Univerzita, 2016. s. 1-7. ISBN: 978-80-261-0619-7
- [19] KAMARYT, T., KLEINOVÁ, J., ČECHURA, T., Inovativní přístup k vyskladňování materiálu s ohledem na související náklady. In *Trendy a inovatívne pristupy v podnikových procesoch, /zborník príspevkov/*. Košice: Technická univerzita Košice, 2015. s. 1-8. ISBN: 978-80-553-2255-1
- [20] KAMARYT, T., KOSTELNÝ, V. The usage of the Six Sigma methods and tools for sustainable production. In *Trends und Strategien für die Produktion von morgen*. Chemnitz: Technische Universität Chemnitz, 2013. s. 375-384. ISBN: neuvedeno , ISSN: 0947-2495
- [21] KAMARYT, T. Towards to the lean assembly workplace. In *ISeC 2015 Proceedings*. Bratislava: NEXSYS, ltd, 2015. s. 136-147. ISBN: 978-80-972051-0-2
- [22] VYSKOČILOVÁ, T., KAMARYT, T., KLEINOVÁ, J. Požadavky na systém řízení údržby v průmyslovém podniku. In *Proceedings of the 17th International Scientific Conference*. Košice: TU Košice, 2014. s. 0-6. ISBN: 978-80-553-1864-6
- [23] KAMARYT, T., KLEINOVÁ, J. Optimal Count of Machine Operators – it's Determination and Possibility of Usage SMART Technology. In *Produktion und Arbeitswelt 4.0 Aktuelle Konzepte für die Praxis?*. Chemnitz: Technische Universität Chemnitz Institut für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme, 2014. s. 493-500. ISBN: neuvedeno , ISSN: 0947-2495

- [24] KAMARYT, T. Řízení údržby v průmyslových podnicích. In *Sborník studentské vědecké konference*. Plzeň: SmartMotion, 2014. s. 87-93. ISBN: 978-80-87539-55-2
- [25] KAMARYT, T., KLEINOVÁ, J. Handling equipment - The Overall Efficiency of Supply Process. In *Proceedings of The 26th International Business Information Management Association Center*. Madrid: International Business Information Management Association, 2015. s. 2507-2515. ISBN: 978-0-9860419-5-2
- [26] KAMARYT, T., VYSKOČILOVÁ, T., BÁRDY, M. Bottleneck in The Process of Material Income. In *Proceedings of the 27th international business information Management association conference*. Milan: (international business information Management association (IBIMA), 2016. s. 2975-2980. ISBN: 978-0-9860419-6-9
- [27] KAMARYT, T. Použití metodologie Six Sigma v průmyslové praxi. In *Průmyslové inženýrství 2013*. Plzeň: Vydavatelství SmartMotion, 2013. s. 60-71. ISBN: 978-80-87539-54-5
- [28] BEHÚN, M., KLEINOVÁ, J., KAMARYT, T. Scheduling of MTO production: FIFO, Priority and Group Scheduling Policy Comparison. In *International Business Information Management Association (IBIMA)*. Roma: International Business Information Management Association, 2013. s. 1081-1089. ISBN: 978-0-9860419-1-4
- [29] ČECHURA, T., KAMARYT, T., KLEINOVÁ, J. Innovative Approach to Supplying Production. In *Innovation Vision 2020: from Regional Development Sustainability to Global Economic Growth*. Amsterdam: International Business Information Management Association, 2015. s. 495-504. ISBN: 978-0-9860419-4-5
- [30] KAMARYT, T., KLEINOVÁ, J. Overall Handling Equipment Efficiency and Maintenance Systems. In *Proceedings of the 2015 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. Singapore: IEEE, 2015. s. 0-5. ISBN: 978-1-4673-8065-2
- [31] KAMARYT, T., KLEINOVÁ, J., Porovnání úrovně systému řízení údržby (společnosti působící v České republice). In *Časopis systémová integrace, 1/2017*, roč. 2017, č. 1, ISSN 1804-2716

Výzkumné zprávy

- [32] ŠIMON, M., KAMARYT, T. *Implementace nových technologií II. - WITTE Nejdek, spol. s r.o.*. CEIT CZ, s.r.o., 2014.
- [33] ŠIMON, M., KAMARYT, T. *Implementace nových technologií - WITTE Nejdek, spol. s r.o.*. CEIT CZ, s.r.o., 2014.

Nepublikované práce

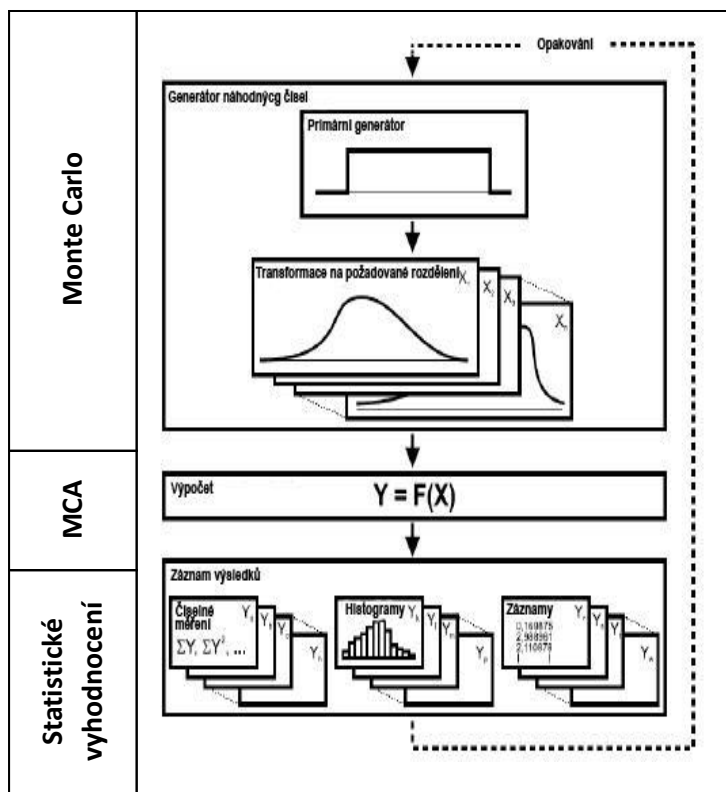
- [34] MILLER, A., KLEINOVÁ, J., ČECHURA, T., KOSTELNÝ, V., KAMARYT, T. *Integrovaný návrh výrobního systému jako meta produktu s multidisciplinárním přístupem a využitím prvku virtuální reality – Systém inteligentního řízení logistiky – Řízení externí logistiky*, výzkumná zpráva IG – SGS-2012-063, ZČU, Plzeň, 2014
- [35] KAMARYT, T., KLEINOVÁ, J., VYSKOČILOVÁ, J., *Rozvoj parametřů udržitelného výrobního systému. Dílčí úkol: vytvoření metrik pro hodnocení efektivnosti procesů ve fázi provozu výrobních zařízení*. Dílčí výzkumná zpráva IG – SGS-2015-065, ZČU, Plzeň, 2015

- [36] KAMARYT, T., KLEINOVÁ, J., VYSKOČILOVÁ, J., *Rozvoj parametřů udržitelného výrobního systému. Dílčí úkol: vytvoření metrik pro hodnocení efektivnosti procesů ve fázi provozu výrobních zařízení*. Dílčí výzkumná zpráva IG – SGS-2015-065, ZČU, Plzeň, 2016
- [37] KAMARYT, T. *Řízení údržby s ohledem na hospodárnost*, Plzeň 2014, Práce ke státní doktorské zkoušce, Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra průmyslového inženýrství a managementu.
- [38] KAMARYT, T. *Rešerše: Systémové pojetí povýrobních fází PLM*, Práce ke zkoušce z předmětu Řízení výrobních a výrobových nákladů, Plzeň 2013, Západočeská Univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra průmyslového inženýrství a managementu.
- [39] KAMARYT, T. *Rešerše: Logistika povýrobních fází PLM*, Práce ke zkoušce z předmětu, Podniková logistika, Plzeň 2013, Západočeská Univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra průmyslového inženýrství a managementu.
- [40] KAMARYT, T. *Rešerše: Systémy řízení nákladů produktu s možností využití v povýrobních fázích PLM*, Práce ke zkoušce z předmětu Aplikace logistiky ve výrobním podniku, Plzeň 2013, Západočeská Univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra průmyslového inženýrství a managementu.
- [41] KAMARYT, T., BÁRDY, M., POLÁŠEK, P., KURKIN, O., KOSTELNÝ, V., KUDRNA, J., *Six Sigma – Efektivní řízení projektů*, In IT Systems – nepublikovaný článek, ISSN 1802-615X
- [42] KAMARYT, T., *Údržba zařízení jako nutná podmínka implementace nástrojů štíhlé výroby*, In IT systems – nepublikovaný článek, ISSN 1802-615X
- [43] POÓR, P., KAMARYT, T., *Improving the current state of maintenance, reducing costs and increasing production efficiency in manufacturing enterprise through introduction of a pilot project TPM*, nepublikovaný článek

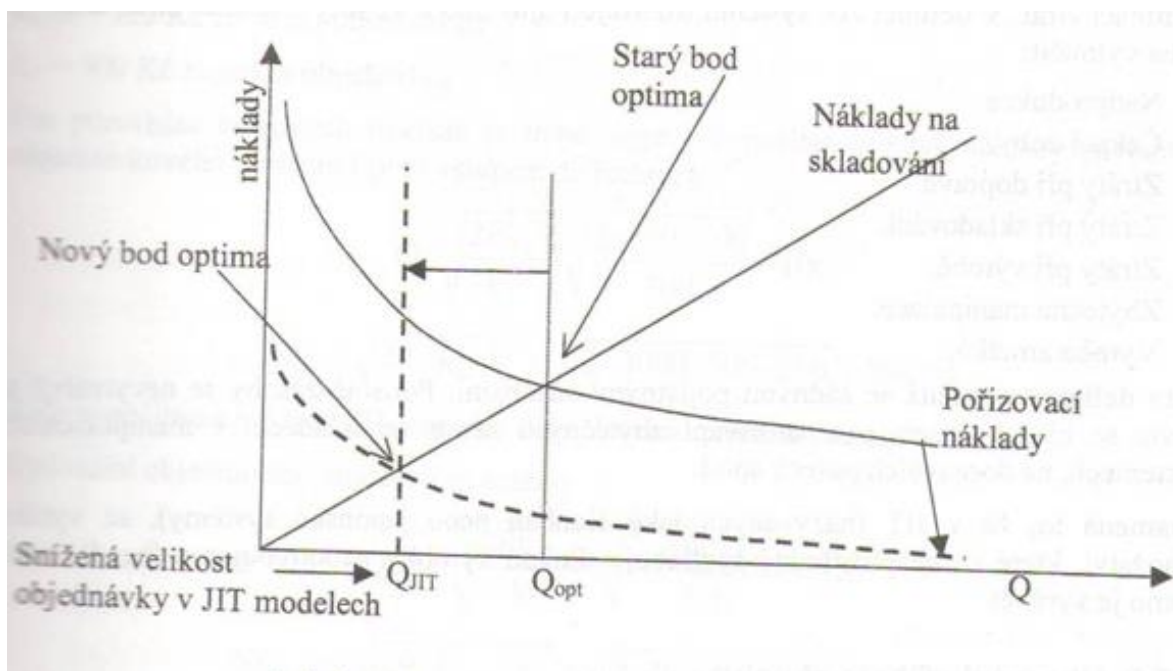
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A:	Ověření hranic kritériální funkce, upraveno dle [98].....	176
Příloha B:	Posun optima v systémech JIT [62]	176
Příloha C:	ABC analýza [108].....	177
Příloha D:	ABCXYZ v logistice.....	177
Příloha E:	Náklady v PLC dle ČSN EN 60300-3-3, upraveno dle [33].....	177
Příloha F:	Podklad pro strukturovaný rozhovor – obecná část, část 1/2.....	179
Příloha G:	Podklad pro strukturovaný rozhovor – obecná část, část 2/2.....	180
Příloha H:	Podklad pro strukturovaný rozhovor – hodnotící část	181
Příloha I:	Tabulka bodového hodnocení dotazníku.....	186
Příloha J:	Klasifikace metod průmyslového inženýrství podle Edla [2]	191
Příloha K:	Rozdělení metod podle Gregora a Košturiaka [81].....	193
Příloha L:	Rozdělení metod PI podle Gideona Haleviho [80]	194
Příloha M:	Kroky zavádění autonomní údržby	197
Příloha N:	Průběh metodiky – celkový vývojový diagram.....	198
Příloha O:	Bodové ohodnocení všech podniků.....	199
Příloha P:	Hodnocení obecné části strukturovaného rozhovoru	200
Příloha Q:	Průměrné skóre oblastí velkých podniků	201
Příloha R:	Úrovně používání metod řízení údržby a PI a typu podniku.....	202
Příloha S:	Závislost typu podniku a vyhodnocování metrik produktivity	203
Příloha T:	Průměrná celková úroveň systémů řízení údržby podniků podle jejich oborů	204
Příloha U:	Velikost kritériální funkce ostatních podniků	205
Příloha V:	Vyplněný a hodnocený podklad pro strukturovaný rozhovor	206

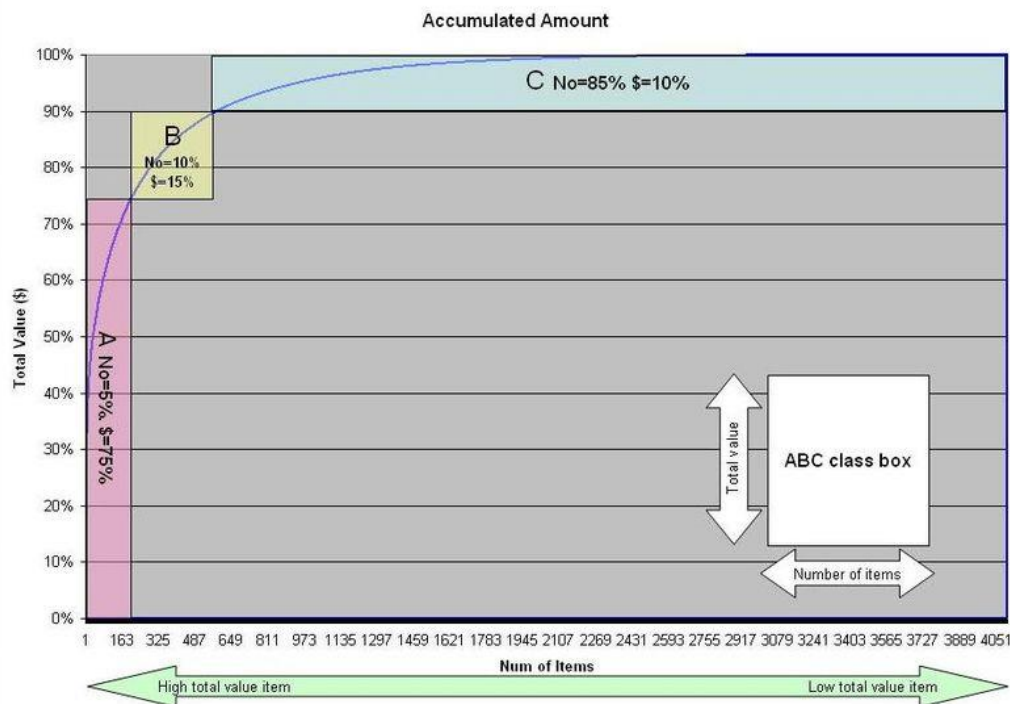
Příloha A: Ověření hranic kriteriální funkce, upraveno dle [98]



Příloha B: Posun optima v systémech JIT [62]



Příloha C: ABC analýza [108]



Příloha D: ABCXYZ v logistice

	A	B	C
X	velký podíl na obratu pravidelná spotřeba	střední podíl na obratu pravidelná spotřeba	malý podíl na obratu pravidelná spotřeba
Y	velký podíl na obratu spotřeba s výkyvy	střední podíl na obratu spotřeba s výkyvy	malý podíl na obratu spotřeba s výkyvy
Z	velký podíl na obratu nepravidelná spotřeba	střední podíl na obratu nepravidelná spotřeba	malý podíl na obratu nepravidelná spotřeba

Příloha E: Náklady v PLC dle ČSN EN 60300-3-3, upraveno dle [33]

<i>Koncepce stanovení požadavků</i>	a	Náklady na průzkum trhu Náklady na management projektu Náklady na analýzu koncepce a návrh produktu Náklady na přípravu specifikace požadavků na produkt
-------------------------------------	---	---

<i>Návrh a vývoj</i>	Náklady na zhotovení prototypu Náklady na vývoj SW Náklady na zkoušení, vyhodnocení, validace Náklady na management jakosti
<i>Výroba</i>	Jednorázové náklady: <ul style="list-style-type: none"> • PI a analýza provozních operací • Vybavení výrobními a zkušebními stroji a nástroji • Zácvik obsluhy • Dokumentace • Software • Schvalovací zkoušky
<i>Instalace</i>	Opakované náklady: <ul style="list-style-type: none"> • Management výroby • Údržba vybavení • Náklady na zhotovení (materiál, pracovníci) • Řízení a kontrola jakosti • Montáž a instalace • Balení skladování expedice • Průběžné školení a výcvik
<i>Provoz a údržba</i>	Náklady spojené s provozem <ul style="list-style-type: none"> • Jednorázové náklady (počáteční zácvik pracovníků, dokumentace, počáteční náhradní díly, stroje, nástroje...) • Opakované náklady (náklady na pracovní síly, spotřební materiál, energie, průběžné školení) Náklady spojené s preventivní údržbou <ul style="list-style-type: none"> • Jednorázové náklady (pořízení zkušebního zařízení, nástrojů, náhradních dílů, počáteční zácvik a dokumentace) • Opakované náklady (pracovní síla, náhradní díly, spotřební materiál, průběžné školení a výcvik) Náklady na výměnu dílů s omezenou životností (opakované i jednorázové) Náklady spojené s údržbou po poruše <ul style="list-style-type: none"> • Jednorázové náklady (zkušebního zařízení, nástroje, náhradní díly, počáteční vybavení a dokumentace) • Opakované náklady (pracovní síla, náhradní díly, spotřební materiál, průběžné školení a výcvik) Náklady způsobené ztrátou výroby nebo způsobilosti, včetně nákladů na odškodnění apod.
<i>Vypořádání</i>	Náklady na odstavení systému Náklady na oficiální ukončení provozu Náklady na rozebrání a odklizení Náklady na recyklování nebo bezpečnou likvidaci

Příloha F: Podklad pro strukturovaný rozhovor – obecná část, část 1/2

Úroveň systému řízení údržby
ing. Tomáš Kamaryt
část 1/2

Podklad pro strukturovaný rozhovor - obecná část

1 Jaký je váš hlavní předmět výroby/ obor podnikání.

2 Počet zaměstnanců celkem?

3 Počet výrobních pracovníků?

4 Počet nevýrobních pracovníků?

5 Forma odměňování výrobních pracovníků? (čas, úkol, apod.)

6 Typ výroby (hromadná, sériová, kusová)

7 Jaká je průběžná doba výroby 1ks? Jaký je nejčastější takt výrobních linek?

8 Jaké jsou vytížení vašich výrobních zařízení

9 Charakter výroby? (montáž, strojní, obrábění, lisy, atd.)

Příloha G: Podklad pro strukturovaný rozhovor – obecná část, část 2/2

Úroveň systému řízení údržby

ing. Tomáš Kamaryt

část 2/2

Podklad pro strukturovaný rozhovor – obecná část**10 Kolika směnný provoz? - Výroba****11 Jsou zpracovány a dodržovány kvalitní pracovní postupy v oblasti výroby?****12 Způsobují problémy ve výrobě podpůrné procesy? (údržba, logistika, apod.)****13 Jakým způsobem řídíte tok materiálů a hotových výrobků ve firmě****14 Jsou zpracovávány záznamy o chybách a produktivitě a vyplývají z těchto záznamů nápravná opatření?****15 Používáte nějaké metody štihlé výroby, průmyslového inženýrství?****16 Jsou identifikována úzká místa ve výrobních procesech?****17 Máte zaveden systém kontinuálního zlepšování?**

Společnost:

.....

Datum:

Příloha H: Podklad pro strukturovaný rozhovor – hodnotící část

Podklad pro strukturovaný rozhovor - hodnotící část															
1 Klasifikace strojů a zařízení															
U1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left;">Stupeň evidence strojového parku</th> </tr> <tr> <td>Kolik procent z Vašeho strojního parku máte evidováno pro potřeby řízení údržby? např. evidujeme 55%</td> </tr> <tr> <td style="height: 50px;"></td> </tr> </table>	Stupeň evidence strojového parku	Kolik procent z Vašeho strojního parku máte evidováno pro potřeby řízení údržby? např. evidujeme 55%												
Stupeň evidence strojového parku															
Kolik procent z Vašeho strojního parku máte evidováno pro potřeby řízení údržby? např. evidujeme 55%															
Pozn.															
U2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left;">Stupeň klasifikace strojového parku</th> </tr> <tr> <td>Do jaké míry klasifikujete váš strojový park pro potřeby údržby?</td> </tr> </table> <p>Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Neklasifikujeme náš strojový park. Včetně odpovědi, kdy jej neevidujeme</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Klasifikujeme náš strojní park podle stáří strojů</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Klasifikujeme náš strojní park dle technologií</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Klasifikujeme dle technologie a dále třídíme dle složitosti</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Ano cíleně klasifikujeme jej s ohledy na údržbu (dle technologií, dílčích strojních částí, poruchovosti...)</td> </tr> </table>	Stupeň klasifikace strojového parku	Do jaké míry klasifikujete váš strojový park pro potřeby údržby?	<input type="checkbox"/>	Neklasifikujeme náš strojový park. Včetně odpovědi, kdy jej neevidujeme	<input type="checkbox"/>	Klasifikujeme náš strojní park podle stáří strojů	<input type="checkbox"/>	Klasifikujeme náš strojní park dle technologií	<input type="checkbox"/>	Klasifikujeme dle technologie a dále třídíme dle složitosti	<input type="checkbox"/>	Ano cíleně klasifikujeme jej s ohledy na údržbu (dle technologií, dílčích strojních částí, poruchovosti...)		
Stupeň klasifikace strojového parku															
Do jaké míry klasifikujete váš strojový park pro potřeby údržby?															
<input type="checkbox"/>	Neklasifikujeme náš strojový park. Včetně odpovědi, kdy jej neevidujeme														
<input type="checkbox"/>	Klasifikujeme náš strojní park podle stáří strojů														
<input type="checkbox"/>	Klasifikujeme náš strojní park dle technologií														
<input type="checkbox"/>	Klasifikujeme dle technologie a dále třídíme dle složitosti														
<input type="checkbox"/>	Ano cíleně klasifikujeme jej s ohledy na údržbu (dle technologií, dílčích strojních částí, poruchovosti...)														
Pozn.															
2 Metody řízení údržby a PI (Průmyslového inženýrství)															
U3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left;">Využití specifických metod řízení údržby</th> </tr> <tr> <td>Využíváte specifických metod řízení údržby a průmyslového inženýrství?</td> </tr> </table> <p>Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Nepoužíváme žádnou z metod řízení údržby a PI</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Údržba jako následek poruchy</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>plánování drobných zákroků</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Údržba s ohledy na Q - T - N (Kvalitu, čas, náklady)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Diferencované způsoby údržby včetně autonomní (udržují vždy optimálním způsobem dané zařízení)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Používáme systematicky metod ŘÚ a jejich účelné kombinace (např. TPM, RCM)</td> </tr> </table>	Využití specifických metod řízení údržby	Využíváte specifických metod řízení údržby a průmyslového inženýrství?	<input type="checkbox"/>	Nepoužíváme žádnou z metod řízení údržby a PI	<input type="checkbox"/>	Údržba jako následek poruchy	<input type="checkbox"/>	plánování drobných zákroků	<input type="checkbox"/>	Údržba s ohledy na Q - T - N (Kvalitu, čas, náklady)	<input type="checkbox"/>	Diferencované způsoby údržby včetně autonomní (udržují vždy optimálním způsobem dané zařízení)	<input type="checkbox"/>	Používáme systematicky metod ŘÚ a jejich účelné kombinace (např. TPM, RCM)
Využití specifických metod řízení údržby															
Využíváte specifických metod řízení údržby a průmyslového inženýrství?															
<input type="checkbox"/>	Nepoužíváme žádnou z metod řízení údržby a PI														
<input type="checkbox"/>	Údržba jako následek poruchy														
<input type="checkbox"/>	plánování drobných zákroků														
<input type="checkbox"/>	Údržba s ohledy na Q - T - N (Kvalitu, čas, náklady)														
<input type="checkbox"/>	Diferencované způsoby údržby včetně autonomní (udržují vždy optimálním způsobem dané zařízení)														
<input type="checkbox"/>	Používáme systematicky metod ŘÚ a jejich účelné kombinace (např. TPM, RCM)														
Pozn.															
U4	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left;">Efektivita metod řízení údržby a průmyslového inženýrství</th> </tr> <tr> <td>Do jaké míry souhlasíte s výrokem: Náš systém řízení údržby je vždy funkční a efektivní, pokud se vyskytne problém, jedná se spíše o výjimku.</td> </tr> </table> <p>Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Určitě NE</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Spíše NE</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Neutrální postoj</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Spíše ANO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Určitě ANO</td> </tr> </table>	Efektivita metod řízení údržby a průmyslového inženýrství	Do jaké míry souhlasíte s výrokem: Náš systém řízení údržby je vždy funkční a efektivní, pokud se vyskytne problém, jedná se spíše o výjimku.	<input type="checkbox"/>	Určitě NE	<input type="checkbox"/>	Spíše NE	<input type="checkbox"/>	Neutrální postoj	<input type="checkbox"/>	Spíše ANO	<input type="checkbox"/>	Určitě ANO		
Efektivita metod řízení údržby a průmyslového inženýrství															
Do jaké míry souhlasíte s výrokem: Náš systém řízení údržby je vždy funkční a efektivní, pokud se vyskytne problém, jedná se spíše o výjimku.															
<input type="checkbox"/>	Určitě NE														
<input type="checkbox"/>	Spíše NE														
<input type="checkbox"/>	Neutrální postoj														
<input type="checkbox"/>	Spíše ANO														
<input type="checkbox"/>	Určitě ANO														
Pozn.															

3 Plánování údržby

U5	Plánování údržbářských zákroků
	Do jaké míry plánujete údržbářské činnosti?

Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.

<input type="checkbox"/>	Absolutně neplánujeme žádné údržbářské činnosti
<input type="checkbox"/>	Údržba pouze servisními zákroky - externě
<input type="checkbox"/>	Plánujeme činnosti v krátkodobém horizontu - týdnů
<input type="checkbox"/>	Plánování v krátkodobém - dlouhodobém horizontu (funkční
<input type="checkbox"/>	Samostatné oddělení se zabývá plánování, plán je vždy funkční, komplexní, efektivní

Pozn.

U6	Soulad plánů výroby s plány údržby
	Vyjádřete míru Vašeho souhlasu s uvedenou větou: Do jaké míry ověřujete soulad plánů údržby s plány výroby?

Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.

<input type="checkbox"/>	Neověřujeme, zpravidla se jakákoli údržba musí podřídit plánům výroby.
<input type="checkbox"/>	Neověřujeme, ale výroba se musí podřídit externím servisním zákrokům.
<input type="checkbox"/>	Ano ověřujeme, ale stroj zpravidla vždy stojí - nevyrabí.
<input type="checkbox"/>	Ověřujeme, výroba se musí zpravidla podřídit všem větším servisním zákrokům
<input type="checkbox"/>	Ano, ověřujeme vždy při sestavování nového plánu výroby. Zohledňujeme i při jaké práci lze mít stroj spuštěný a kdy ne.

Pozn.

U7	Stupeň externího zajištění údržby
	Hlavní činnosti naší údržby (nad rámec záruky, vyjma případů, kdy firma neumožní zásah do stroje) jsou zajišťovány interně

Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.

<input type="checkbox"/>	Určitě ne - Kompletní údržba strojních zařízení je řešena externí firmou bez ohledu na náklady a kvalitu
<input type="checkbox"/>	Interně zajišťujeme pouze mazání, čištění apod.
<input type="checkbox"/>	Neutrální postoj - Kombinace obojího - podle historických vztahů
<input type="checkbox"/>	Spiše ANO
<input type="checkbox"/>	Určitě ANO - Údržba je zajištěna interně. Externí zásahy se vztahují pouze k záručním zákrokům, popř. Generálním opravám strojů

Pozn.

4 Náhradní díly a nářadí

U8	Míra a způsob zajištění náhradních dílů
	Vyjádřete míru vašeho souhlasu s uvedenými formulacemi: Skladujeme potřebné náhradní díly

Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.

<input type="checkbox"/>	Určitě NE
<input type="checkbox"/>	Spiše NE
<input type="checkbox"/>	Neumím posoudit
<input type="checkbox"/>	Spiše ANO
<input type="checkbox"/>	Určitě ANO

Pozn.

U9	Skladování náhradních dílů a pomůcek
	Vyjádřete míru vašeho souhlasu s uvedenými formulacemi: Systematicky se věnujeme zajišťování náhradních dílů?
Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.	
<input type="checkbox"/>	Nevěnujeme se náhradním dílům, řešíme vše až po nastání poruchy
<input type="checkbox"/>	Ano skladujeme vše potřebné
<input type="checkbox"/>	Ano na základě zkušenosti máme zajištěny základní náhradní díly.
<input type="checkbox"/>	Ano na základě spotřeby skladujeme náhradní díly
<input type="checkbox"/>	Ano systematicky věnujeme náhradním dílům, včetně hladin zásob a jejich zajištění. Zkoumáme i ekonomickou výhodnost jejich zajištění.
Pozn.	
5 Pracovníci a jejich kvalifikace	
U10	Kvalifikace pracovníků řízení údržby
	Vyjádřete míru vašeho souhlasu s výrokem: Pracovníci údržby jsou dostatečně kvalifikováni?
Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.	
<input type="checkbox"/>	Určitě NE
<input type="checkbox"/>	Spíše NE
<input type="checkbox"/>	Ano, někteří
<input type="checkbox"/>	Spíše ANO
<input type="checkbox"/>	Určitě ANO
Pozn.	
U11	Kvalifikace výrobních pracovníků v oblasti autonomní údržby
	Vyjádřete míru vašeho souhlasu s uvedenou formulací: Výrobní pracovníci jsou v oblasti základní péče o stroje dostatečně kvalifikováni.
Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.	
<input type="checkbox"/>	Určitě NE
<input type="checkbox"/>	Spíše NE
<input type="checkbox"/>	Ano, někteří
<input type="checkbox"/>	Spíše ANO
<input type="checkbox"/>	Určitě ANO
Pozn.	
U12	Zajištěnost odpovídajících školení pro pracovníky údržby
	Vyjádřete míru vašeho souhlasu s uvedenou formulací: Souhlasíte s tím, že jsou zajištěny odpovídající školení v oblasti řízení údržby pro pracovníky
Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.	
<input type="checkbox"/>	Určitě NE
<input type="checkbox"/>	Spíše NE
<input type="checkbox"/>	Ano, pro některé
<input type="checkbox"/>	Spíše ANO
<input type="checkbox"/>	Určitě ANO
Pozn.	

6 Metriky efektivity řízení údržby

U13	Měření a vyhodnocování efektivity výrobního zařízení
Evidujete tyto ukazatele u výrobních zařízení	

Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.

Q - kvalitativní ukazatele T - časové ukazatele N - nákladové ukazatele

<input type="checkbox"/>	Nevidujeme žádné ukazatele
<input type="checkbox"/>	Evidujeme pouze jeden typ základního ukazatele Q - N - T
<input type="checkbox"/>	Evidujeme dva typy základních ukazatelů Q+N, Q+T, T+N
<input type="checkbox"/>	Evidujeme všechny základní typy ukazatelů Q + T + N
<input type="checkbox"/>	Evidujeme a pravidelně vyhodnocujeme jeden typ ukazatelů Q - N - T
<input type="checkbox"/>	Evidujeme a pravidelně vyhodnocujeme dva typy základních ukazatelů Q+N, Q+T, T+N
<input type="checkbox"/>	Evidujeme a pravidelně vyhodnocujeme všechny základní typy ukazatelů Q + T + N

Pozn.

U14	Vyhodnocování efektivity údržby
U kolika procent strojů vyhodnocujete efektivitu jejich výroby.	

např. vyhodnocujeme efektivitu u cca u 55%

Pozn.

7 Standardy podniku

U15	Míra standardizace v oblasti údržby
Do jaké míry máte zpracovány standardy v oblasti údržby (Plány údržby, postupy údržbářských zákroků, Standardy mazání, čištění, tj. Autonomní údržby, apod.)	

Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.

<input type="checkbox"/>	Standardy v oblasti údržby nejsou zpracovány vůbec
<input type="checkbox"/>	Standardů není třeba, stroje fungují víceméně bez problémů
<input type="checkbox"/>	Standardy nejsou zpracované pro důležité pracovní stanoviště
<input type="checkbox"/>	Standardy jsou plně zavedeny na všech důležitých stanovištích
<input type="checkbox"/>	Standardy jsou plně zavedeny na všech důležitých stanovištích a jsou dodržovány

Pozn.

U16	Kvalita standardů společnosti
Ohodnoťte vaše standardy z hlediska jejich kvality. Používáte speciální metody pro tvorbu standardů (standardizované dokumenty, jednobodové lekce, formuláře, strukturované postupy (5S))	

Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.

<input type="checkbox"/>	Nepoužíváme a zároveň podstatná většina procesů neběží, tak jak jsou navrženy
<input type="checkbox"/>	Určitě NE
<input type="checkbox"/>	Spiše NE
<input type="checkbox"/>	Neumím posoudit
<input type="checkbox"/>	Spiše ANO
<input type="checkbox"/>	Určitě ANO

Pozn.

U17	Aktuálnost standardů společnosti
	Jsou standardy v podniku (pracovní postupy, standardy čištění, mazání, apod.) aktuální
Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.	
<input type="checkbox"/>	Určitě NE
<input type="checkbox"/>	Spíše NE
<input type="checkbox"/>	Neumím posoudit
<input type="checkbox"/>	Spíše ANO
<input type="checkbox"/>	Určitě ANO
Pozn.	
8 Propojitelnost oblastí	
U18	Spolupráce s oddělením logistiky
	Do jaké míry lze použít standardní logistické procesy (transport, skladování, manipulaci, apod.) při údržbářských činnostech.
Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.	
<input type="checkbox"/>	Žádná spolupráce prakticky nefunguje
<input type="checkbox"/>	Ano používáme - ústní domluva, není standardizováno.
<input type="checkbox"/>	Ano používáme, dle potřeb - spolupráce je obtížná
<input type="checkbox"/>	Ano používáme, dle potřeb - spolupráce probíhá bez větších problémů
<input type="checkbox"/>	Využíváme dopravní prostředky, skladovací místa, pracovníky, apod. (spadající pod logistiku) při údržbářských činnostech
Pozn.	
U19	Použitelnost dat z řízení výroby
	Do jaké míry lze použít data z vyhodnocování efektivity výroby pro potřeby řízení údržby (produktivita, kvalita, náklady, prostoje, apod.)
Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.	
<input type="checkbox"/>	Data nejsou k dispozici
<input type="checkbox"/>	Data existují, lze je použít v omezeném rozsahu. Často jsou zkreslená.
<input type="checkbox"/>	ANO data lze použít, ale jsou zkreslená - nelze identifikovat důvody výkyvů.
<input type="checkbox"/>	ANO data lze použít, většina poskytuje reálný použitelný obraz stav.
<input type="checkbox"/>	Data lze 100% použít bez náročnějších úprav
Pozn.	
U20	Míra mezi-útvárové spolupráce
	Ohodnoťte míru spolupráce a vztahy mezi odděleními (výroba, příprava výroby, údržba, logistika)
Zaškrtněte pouze jednu z uvedených možností.	
<input type="checkbox"/>	Spolupráce není prakticky žádná
<input type="checkbox"/>	Spolupráce je velmi obtížná. Existují jak komunikační, tak organizační bariéry.
<input type="checkbox"/>	Spolupráce probíhá, vždy se domluvíme. Pokud něco chci musím urgovat.
<input type="checkbox"/>	Spolupráce je bezproblémová, vždy dostanu o co žádám tak jak si představuji.
Pozn.	

Příloha I: Tabulka bodového hodnocení dotazníku

Bodové hodnocení dotazníku										
1 1. Klasifikace strojů a zařízení										
U1	Stupeň evidence strojového parku									
	Evidujete strojový park?									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nevedeme žádnou evidenci strojového parku	Evidence strojového parku do 10%	Evidence strojového parku 10 - 20%	Evidence strojového parku 20 - 30%	Evidence strojového parku 30 - 40%	Evidence strojového parku 40 - 50%	Evidence strojového parku 50 - 60%	Evidence strojového parku 60 - 70%	Evidence strojového parku 70 - 80%	Evidence strojového parku 80 - 90%	Evidence strojového parku 90 - 100%
U2	Stupeň klasifikace strojového parku									
	Do jaké míry klasifikujete váš strojový park pro potřeby údržby?									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Neklasifikujeme náš strojový park. Včetně odpovědi, kdy jej neevidujeme		Klasifikujeme náš strojní park podle stáří strojů			Klasifikujeme náš strojní park dle technologií		Klasifikujeme dle technologie a dále třídíme dle složitosti			Ano cíleně klasifikujeme její s ohledy na údržbu (dle technologií, dílčích strojních částí, poruchovosti...)
2 2. Metody řízení údržby										
U3	Využití specifických metod řízení údržby									
	Využíváte specifických metod řízení údržby?									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nepoužíváme žádnou z metod řízení údržby		Údržba jako následek poruchy		plánování drobných zákroků		Údržba s ohledy na Q - T - N (kvalitu, čas, náklady)		diferencované způsoby údržby včetně autonomní (udržují vždy optimálním způsobem dané zařízení)		Používáme systematicky metod ŘÚ a jejich účelné kombinace (např. TPM, RCM)
U4	Efektivita metod řízení údržby									
	Do jaké míry souhlasíte s otázkou: Náš systém řízení údržby je vždy funkční a efektivní, pokud se vyskytne problém, jedná se spíše o výjimku.									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Určitě ne			Spíše NE			Neutrální postoj		Spíše ANO		Určitě ANO

U9 Skladování náhradních dílů a pomůcek										
Vyjádřete míru vašeho souhlasu s uvedenými formulacemi: Systematicky se věnujeme zajišťování náhradních dílů?										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nevěnujeme se náhradním dílům, řešíme vše až po nastání poruchy										
		Ano skladujeme vše potřebné								
					Ano na základě zkušenosti máme zajištěny základní náhradní díly.					
							Ano na základě spotřeby skladujeme náhradní díly			
										Ano systematicky věnujeme náhradním dílům, včetně hledin zásob a jejich zajištění. Zkoumáme i ekonomickou

5. Pracovníci a jejich kvalifikace

U10 Kvalifikace pracovníků řízení údržby										
Vyjádřete míru vašeho souhlasu s uvedenými formulacemi: Pracovníci údržby jsou dostatečně kvalifikováni?										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Určitě NE										
		Spíše NE								
				ANO někteří						
								Spíše ANO		
										Určitě ANO

U11 Kvalifikace výrobních pracovníků v oblasti autonomní údržby										
Vyjádřete míru vašeho souhlasu s uvedenými formulacemi: Výrobní pracovníci jsou v oblasti základní péče o stroje dostatečně kvalifikováni.										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Určitě NE										
		Spíše NE								
				ANO někteří						
								Spíše ANO		
										Určitě ANO

U12 Zajištěnost odpovídajících školení pro pracovníky údržby										
Vyjádřete míru vašeho souhlasu s uvedenými formulacemi: Jsou zajištěny odpovídající školení v oblasti řízení údržby pro pracovníky údržby.										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Určitě NE										
		Spíše NE								
				ANO, pro některé						
								Spíše ANO		
										Určitě ANO

6. Metriky efektivity řízení údržby																				
U13 Měření a vyhodnocování efektivity výrobního zařízení																				
Evidujete tyto ukazatele u výrobních zařízení																				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Nevedeme	X	vedeme Q	X	X	X	vedeme QTN	X	vedeme a vyhodnocujeme e QT	X	vedeme a vyhodnocujeme QNT										
		vedeme T																		
		vedeme N																		
		vedeme a vyhodnocujeme QN																		
vedeme a vyhodnocujeme me N	vedeme a vyhodnocujeme me Q	vedeme a vyhodnocujeme me T	vedeme a vyhodnocujeme me NT																	
vedeme TN	vedeme ON	vedeme QT	vedeme a vyhodnocujeme QNT																	
U14 Vyhodnocování efektivity údržby																				
Do jaké míry máte uvedené hodnocení platné? Na jakou část strojového parku platí?																				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Nevyhodnocujeme efektivitu strojů	Vyhodnocujeme efektivitu u 0 - 10% strojů	Vyhodnocujeme efektivitu u 10 - 20% strojů	Vyhodnocujeme efektivitu u 20 - 30% strojů	Vyhodnocujeme efektivitu u 30 - 40% strojů	Vyhodnocujeme efektivitu u 40 - 50% strojů	Vyhodnocujeme efektivitu u 50 - 60% strojů	Vyhodnocujeme efektivitu u 60 - 70% strojů	Vyhodnocujeme efektivitu u 70 - 80% strojů	Vyhodnocujeme efektivitu u 80 - 90% strojů	Vyhodnocujeme efektivitu u 90 - 100% strojů										
	X																			
	X																			
	X																			
	X																			
	X																			
	X																			
	X																			
	X																			
	X																			
X																				
7. Standardy podniku																				
U15 Míra standardizace v oblasti údržby																				
Do jaké míry máte zpracovány standardy v oblasti údržby (Plány údržby, postupy údržbářských zákroků, Standardy mazání, čištění, tj. Autonomní údržby, apod.)																				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Standardy v oblasti údržby nejsou zpracovány vůbec	X	X	Standard není třeba, stroje fungují víceméně bez problémů	X	X	Standardy nejsou zpracovány pro důležité pracovní stanoviště	X	X	Standardy jsou plně zavedeny na všech důležitých stanovištích	X										
											Standardy jsou plně zavedeny na všech důležitých stanovištích a jsou dodržovány									
											X									
											X									
											X									
											X									
											X									
											X									
											X									
											X									
U16 Kvalita standardů společnosti																				
Umísťte vaše standardy z hlediska jejich kvality. Do jaké míry používáte speciální metody pro tvorbu standardů (standardizované dokumenty, jednobodové lekce, formální strukturované postupy (FCI))																				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Nepoužíváme a zároveň podstatná většina procesů neběží, tak jak jsou navrženy	Určité NE	X	X	X	X	Neumím posoudit	X	X	Spíše ANO	X										
	Určité ANO																			
	X																			
	X																			
	X																			
	X																			
	X																			
	X																			
	X																			
	X																			

Aktuálnost standardů společnosti										
U17	Jsou standardy v podniku (pracovní postupy, standardy čištění, mazání, apod.) aktuální									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Určité NE										
		Spíše NE			ANO, pro některé					
								Spíše ANO		
										Určité ANO

8. Propojitelnost oblastí										
Spolupráce s oddělením logistiky										
U18	Do jaké míry lze použít standardní logistické procesy (transport, skladování, manipulaci, apod.) při údržbářských činnostech.									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Žádná spolupráce prakticky nefunguje										
			ANO používáme - ústní domluva, není standardizováno.							
					ANO používáme, ale potřeb - spolupráce je obtížná					
								ANO používáme, ale potřeb - spolupráce probíhá bez větších problémů		
										Využíváme dopravní prostředky, skladovací místa, pracovníky apod. (spadající pod logistiku) při údržbářských činnostech

Použitelnost dat z řízení výroby										
U19	Do jaké míry lze použít data z vyhodnocování efektivity výroby pro potřeby řízení údržby (produktivita, kvalita, náklady, prostoje, apod.)									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Data nejsou k dispozici										
		Data existují, lze je použít v omezeném rozsahu. Často jsou zkrácená.								
					ANO data lze použít, ale jsou zkrácená - nelze identifikovat důvody výkyvů.					
								ANO data lze použít, většina poskytuje reálný použitelný obraz stav.		
										Data lze 100% použít bez nejrůznějších úprav

Míra mezi útvarové spolupráce										
U20	Ohodnoťte míru spolupráce a vztahy mezi odděleními (výroba, příprava výroby, údržba, logistika)									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Spolupráce není prakticky žádána										
			Spolupráce je velmi obtížná. Existují jak komunikační, tak organizační bariéry.							
							Spolupráce probíhá, vždy se domluvíme. Pokud něco chci musím urgovat.			
										Spolupráce je bezproblémová, vždy dostanu o co žádám tak jak si představuji

Příloha J: Klasifikace metod průmyslového inženýrství podle Edla [2]

Metoda	Analýza za potřeb	Koncept a prototyping	Vývoj produktu	Příprava výroby	Výroba	Prodej a distribuce	Údržba a opravy	Likvidace a recyklace
5 Whys	x	x	x	x	x	x	x	x
ABC		x	x	x	x	x	x	x
Agile manufacturing					x			
Analýza časových řad	x	x	x	x	x	x	x	x
Analýza rozptylu	x	x	x	x	x	x	x	x
Bodové a intervalové odhady	x	x	x	x	x	x	x	x
Business Process Reengineering	x	x	x	x	x	x	x	x
Cellular Manufacturing					x			
Common-sense Manufacturing				x	x			
CAD		x	x	x	x			
CAM				x	x			
CAPP				x	x	x		
Computer integrated Manufacturing			x	x	x	x		
Časová analýza projektu (CPM, PERT)			x	x	x	x	x	
DfX	x	x	x	x	x	x	x	x
Digital Factory	x	x	x	x	x	x	x	x
E-Manufacturing			x	x	x	x	x	
ERP				x	x	x		
Expertní systémy	x	x	x	x	x	x	x	x
FMEA		x	x	x	x			
Fuzzy logic	x	x	x	x	x	x	x	x
Group Technology				x	x			
JIT Manufacturing					x			
Kaizen	x	x	x	x	x	x	x	x
Kanban					x			
Kauzální analýza	x	x	x	x	x	x	x	x
Korelační analýza	x	x	x	x	x	x	x	x
Lean Manufacturing				x	x	x	x	x
Lineární programování				x	x	x		
LCA					x			x
Master Production Scheduling				x	x			
MRP I					x			

MRP II					X			
Modely hromadné obsluhy					X			
Modely obnovy					X		X	
Nákladová analýza projektu			X	X	X	X	X	
Nástroje popisné statistiky	X	X	X	X	X	X	X	X
Všeobecné optimalizační metody		X	X	X	X	X	X	X
Optimized Production Technology					X			
Pareto Analysis	X	X	X	X	X	X	X	X
Plánování experimentů		X	X	X	X	X	X	X
Poka-Yoke					X			
Procesní mapa	X	X	X	X	X	X	X	X
Product Data Management	X	X	X	X	X	X	X	X
PLC Management	X	X	X	X	X	X	X	X
QFD				X	X			
Random Manufacturing System					X			
Regresní analýza	X	X	X	X	X	X	X	X
Rozhodovací analýza	X	X	X	X	X	X	X	X
Rozhodovací stromy	X	X	X	X	X	X	X	X
Simulační nástroje		X	X	X	X	X	X	X
SMED					X			
Six Sigma				X	X	X		
Statistická probírka					X			
Statistická regulace					X			
Taguchi Method					X			
Teorie omezení				X	X			
Teorie zásob					X			
Testování hypotéz	X	X	X	X	X	X	X	X
TQM	X	X	X	X	X	X	X	X
Zdrojová analýza projektu			X	X	X	X	X	
Způsobilost procesu					X			

Příloha K: Rozdělení metod podle Gregora a Košturiaka [81]

Gregora a Košturiak v publikaci [81], člení metody průmyslového inženýrství takto:

1. Racionalizace a empirické metody vyvinuté v průmyslových podnicích - metody pro efektivnější využívání materiálu, prostoru, strojů i pracovníků, metody zaměřené na měření práce (REFA analýza, MTM, MOST), 5S, Jidoka, SMED, TPM, Poka-Yoke, VSM, apod.
2. Informatika a softwarové inženýrství - informační technologie pro nedokumentovanou výměnu informací, simulace a pod.
3. Motivace, nové organizační formy, týmy, vedení lidí (budování týmů) - moderování, Kaizen (soutěže ve zlepšování), důraz na týmovou práci.
4. Systémové inženýrství, projektování, operační výzkum - TOC, projektový management, optimalizace práce a layoutu.
5. Technologie, výrobní a automatizační technika - robotika, stroje, centralizace skladů, dopravní systém.

Příloha L: Rozdělení metod PI podle Gideona Haleviho [80]

Metody jsou klasifikované podle typu jedno-písmenového kódu

- T Technologické řešení vyžadující HW zdroje
- S SW řešení vyžadující PC
- M Management - metodické pokyny pro organizaci a řízení
- P Filozofické metody řízení
- X Pomocné programy k metodám, které pomáhají dosažení cíle

	kód
Metody: Technologické řešení vyžadující HW zdroje	
CAD / CAM, CNC, ROBOTS	T
Spolupráce při výrobě ve virtuálních podnicích	T
FMS - Pružný výrobní systém	T
MES - Výrobní informační systém	T
2. Zaměřené na SW podporu	
Umělá inteligence	X
Klient / server architektura	X
Vzájemná výměna elektronických dat	X
Elektronická správa dokumentů	X
Expertní systémy	X
Fuzzy logika	X
Globální výrobní síť	X
Znalostní management	X
Mobile Agent systém	X
SMED	X
3. Zaměřené na plánování a kontrolu výroby	
Štíhlá výroba	M
TOC - Theory of CONSTRAINT	P
Business intelligence a datové sklady	S
Digitální fabrika	S
DBR - Drum buffer rope	S
MRP - Material requirements planning	S
MRP II. - Material resource planning	S
OPT - Optimized production technology	S
PICS - Production information and control system	S
4. Zaměřené na další generaci výrobního managementu	
Bionický výrobní systém	P
Kooperativní výroba	P
E - výroba - F2B2C	P
Fraktální výrobní systém	P

Genetický výrobní systém	P
HMS - Holonic manufacturing system	P
Matice dílenského řízení	P
Náhodný výrobní systém	P
Reaktivní plánování	P
Vlastní organizaci výrobních metod	P
5. Zaměřené na spravování výroby	
Autonomní výrobní buňky	M
Buňková výroba	M
Skupinová technologie	M
JIT - Just in time	M
Kaizen	M
Kanban	M
OKM - One-of-a-kind manufacturing	M
CSM - Common-sense-manufacturing	P
CONWIP - Constant work in process	P
6. Zaměřené na obchodné hradisko	
Borderless corporation	M
CI - Competitive intelligence	M
Outsourcing	M
Řízení dodavatelského řetězce	M
Konkurenční výhoda	P
Základné kompetence	P
Udržení zákazníků	P
CTM - Cycle time management	P
Partnerství	P
Analýza hodnotového řetězce	P
CRM - Customer relationship management	S
Poptávkový řetězec	S
E-obchod	S
Elektronický obchod	S
7. Zaměřené na organizaci	
BRP - Business process re-engineering	M
IMS - Integrated manufacturing system	M
TQM - Total quality management	M
IMS - Intelligent manufacturing system	P
CIM - Computer integrated manufacturing	S
PICS-COPICS - Computer-oriented	S
ERP - Enterprise resource planning	S
PDM; PDM II. - Product data management	S
8. Zaměřené na pokročilou organizaci	
Agentem řízený přístup	M

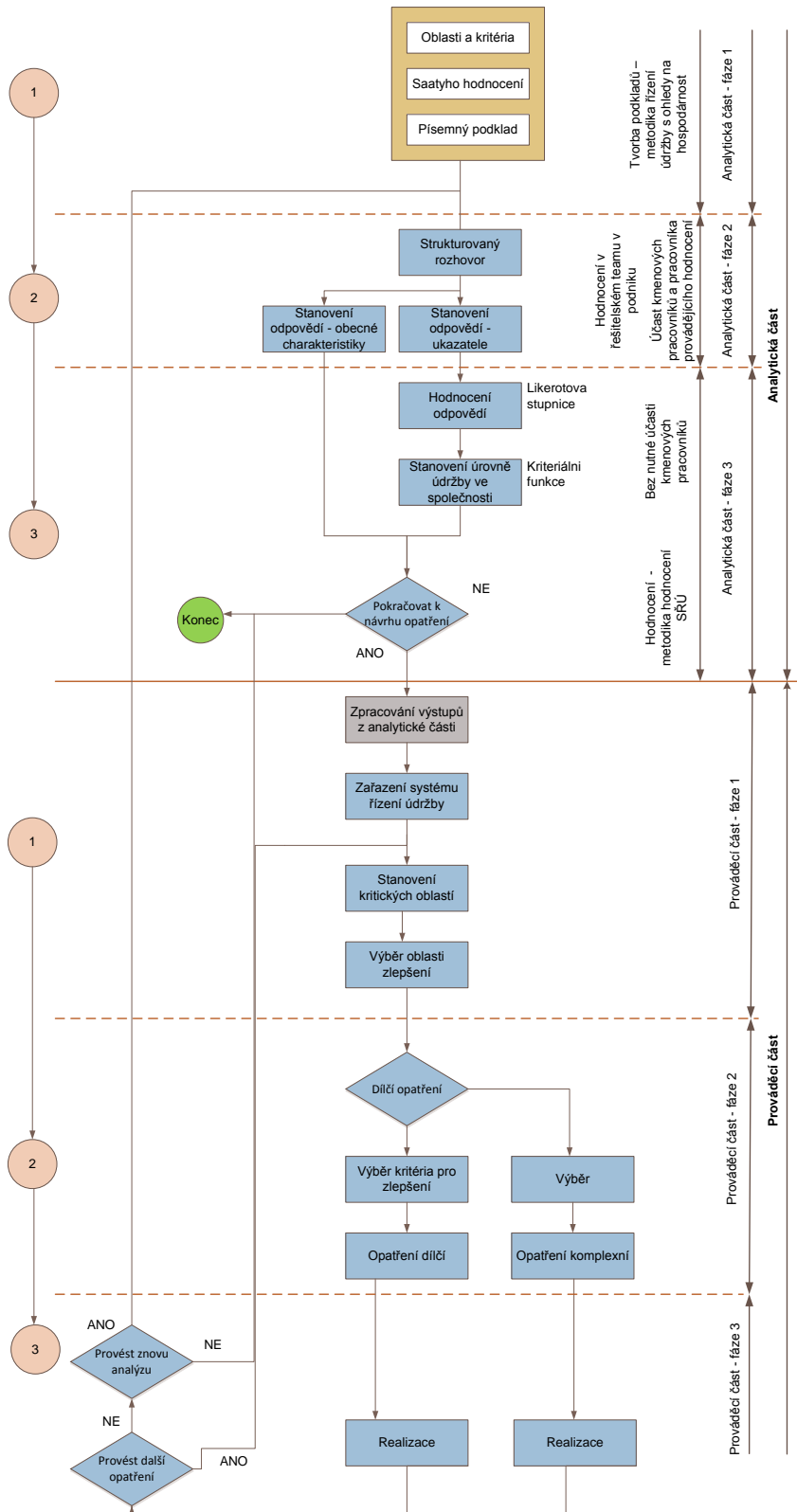
Agilní výroba	M
Rozvrhování výroby mistrem	M
Měření výkonnosti systému	M
Sedem cest k rasti	M
Virtuální podnik	M
Workflow management	M
Nezávislé podniky	P
Ploché organizace	P
Globální výrobní systém	P
Horizontální organizace	P
Konfigurace výrobního podniku	P
Světové klasifikace výroby	P
9. Zaměřené na produkt	
Rozšířené podniky	M
Dům kvality	M
Master design product	M
Strategické získávání	M
Hodnotové strojírenství	M
QFD - Quality function deployment	P
VPDM - Virtual product development management	P
Virtuální realita	P
Benchmarking	S
CE - Concurrent engineering	S
SE - Simultaneous engineering	S
Virtuální podnik	S
Virtuální výroba	S
Virtuální realita pro návrh a výrobu	T
10. Zaměřené na lidský faktor ve výrobě	
Řízení lidských zdrojů	M
Měření výkonnosti a řízení	M
TBC - Time Base Competition	M
Funkční vedení	P
Výkonná excelentnosti výroby	P
Vyhlášení o poslání	P
Multi-agentní výrobní systém	P
11. Zaměřené na životný cyklus	
Životní cyklus produktu	M
Management plýtvání a recyklaci	M
ECM - Environment Conscious manufacturing	P
Hodnocení životního cyklu	P
Řízení životního cyklu	P
Životní cyklus produktu	P

12. Zaměřené na náklady a kvalitu	
Odhady nákladů	M
ABC - Activity-based costing	S
Cappy - Computer-aided process planning	S
Statistické řízení procesů	S
Taguchiho metoda	S

Příloha M: Kroky zavádění autonomní údržby

	Krok	Cíl
1	Počáteční čištění	Umožnit operátorům vyhledat nedostatky na zařízení, tzv. abnormality (poškozené části, průsaky oleje, uvolněné části) a ověřit si v praxi, že čištění je pod kontrolou. Dále pak definovat opatření na odstranění abnormalit, čímž se zabrání zrychlenému opotřebenění zařízení, v neposlední řadě pak také vtáhnout operátora do TPM.
2	Eliminace zdrojů znečištění	Zredukovat čas čištění zařízení na minimální možnou míru prostřednictvím odstranění zdrojů znečištění.
3	Normy čištění a mazání	doplnit do standardů pracoviště standardy mazání. Mezi standardy mazání patří veškeré činnosti související s doplňováním provozních kapalin a spotřebního materiálu do stroje. Součástí tohoto kroku bývá optimalizace systému olejového hospodářství v podniku, kdy dochází ke sjednocení a minimalizaci počtu používaných maziv. Dále vizualizace a standardizace skladových míst a jednotlivých položek olejů a maziv
4	Kontrola	naučit operátora znát své zařízení, tím zvýšit jeho kvalifikaci a rozumět i technickým pojmům a názvům jednotlivých částí zařízení, připravit operátora na samostatné údržbářské zákroky, které budou odpovídat jeho znalostem a kompetenci
5	Autonomní kontrola	definovat standardy autonomní údržby stroje. Základem je jasně rozdělit kompetenci a odpovědnost za zařízení mezi údržbu a výrobu.
6	Organizace a pořádek	maximálně rozšířit autonomnost a nezávislost výroby v otázkách údržby.
7	Rozvoj autonomní údržby (AÚ)	soustavné zlepšování stavu AÚ. Vrcholem AÚ je kompletní předání stroje v otázkách údržby do rukou výroby, tj. operátorů.

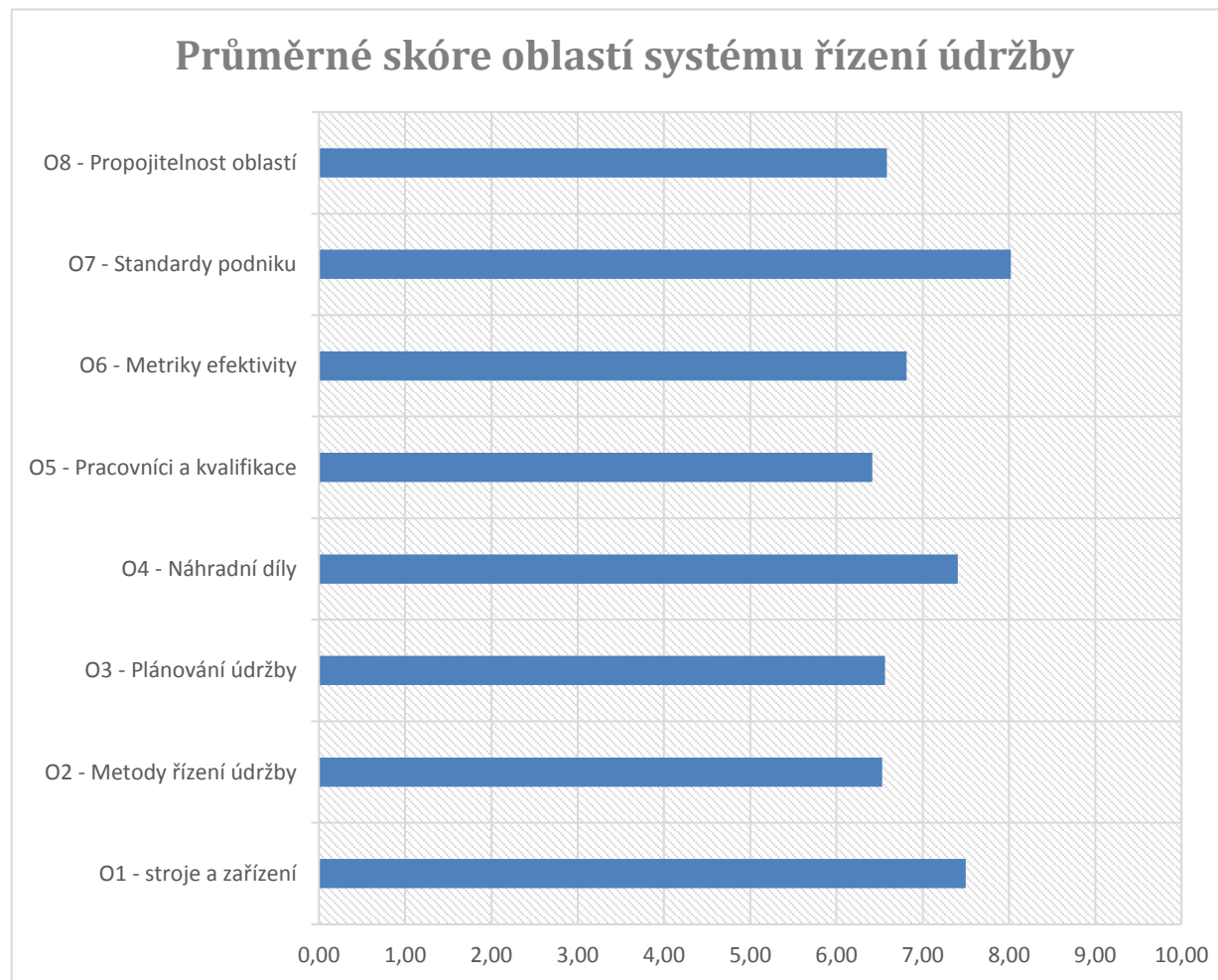
Příloha N: Průběh metodiky – celkový vývojový diagram



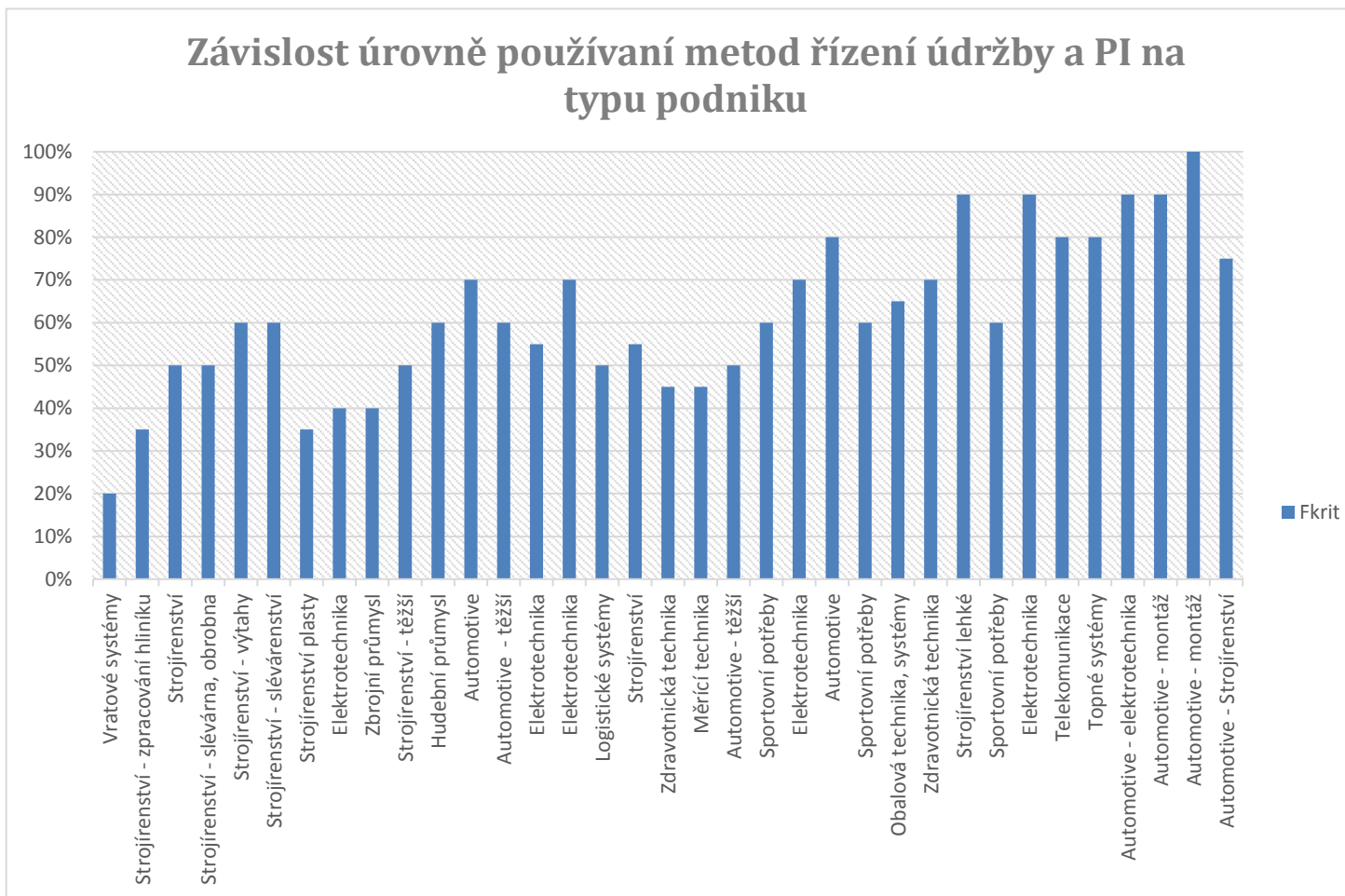
Příloha O: Bodové ohodnocení všech podniků

Označení pro Disertační práci	Ukazatele																	Oblasti										
	U11 - Stupeň evidence strojů	U12 - Stupeň klasifikace strojů	U13 - využití metod řízení údržby	U14 - Efektivita metod řízení údržby	U15 - Plánování údržby	U16 - soupad plánů údržby a výroby	U17 - Externí zajištění údržby	U18 - Zajištění náhradních dílů	U19 - Skladování ND	U110 - Kvalifikace pracovníků údržby	U111 - Kvalifikace výrobních při AÚ	U112 - školené pro pracovníky údržby	U113 - Měření a vyhodnocování efektivity	U114 - Vyhodnocování efektivity údržby	U115 - Standardizace v údržbě	U116 - Kvalita standardů	U117 - Aktuálnost standardů	U118 - Spolupráce s logistikou	U119 - Použitelnost dat z řízení výroby	U120 - Spolupráce mezi útvary	O1 - stroje a zařízení	O2 - Metody řízení údržby	O3 - plánování údržby	O4 - Náhradní díly	O5 - Pracovníci a kvalifikace	O6 - Metriky efektivity	O7 - Standardy podniku	O8 - Propojitelnost oblastí
Společnost A	5	2	4	0	4	0	5	2	2	2	2	2	5	4	3	4	0	0	7	3,5	2,0	3,0	2,0	2,0	3,5	3,7	2,3	
Společnost B	10	10	4	3	4	8	5	4	5	5	0	2	0	0	0	0	2	5	0	7	10,0	3,5	5,7	4,5	2,3	0,0	0,7	4,0
Společnost C	5	7	4	6	7	0	5	2	0	4	4	0	0	0	4	1	2	3	3	7	6,0	5,0	4,0	1,0	2,7	0,0	2,3	4,3
Společnost D	5	7	4	6	7	0	5	2	0	4	4	0	0	0	4	1	2	3	3	7	6,0	5,0	4,0	1,0	2,7	0,0	2,3	4,3
Společnost E	7	5	4	8	4	2	5	4	5	2	2	4	6	4	4	3	2	8	8	7	6,0	6,0	3,7	4,5	2,7	5,0	3,0	7,7
Společnost F	8	5	6	6	7	2	5	2	5	8	4	2	0	2	4	3	4	8	5	7	6,5	6,0	4,7	3,5	4,7	1,0	3,7	6,7
Společnost G	10	5	4	3	4	0	5	8	5	4	2	8	4	6	7	8	2	5	5	7	7,5	3,5	3,0	6,5	4,7	5,0	5,7	5,7
Společnost H	8	10	2	6	2	7	5	8	5	4	2	0	0	1	10	8	8	3	0	7	9,0	4,0	4,7	6,5	2,0	0,5	8,7	3,3
Společnost I	6	5	2	6	4	2	8	4	5	8	8	8	2	5	4	5	4	8	5	7	5,5	4,0	4,7	4,5	8,0	3,5	4,3	6,7
Společnost J	8	5	4	6	7	5	3	8	5	10	2	8	8	8	4	3	8	3	2	7	6,5	5,0	5,0	6,5	6,7	8,0	5,0	4,0
Společnost K	9	5	6	6	7	7	5	2	5	8	2	2	0	6	4	8	7	8	8	7	7,0	6,0	6,3	3,5	4,0	3,0	6,3	7,7
Společnost L	8	7	6	8	4	0	2	8	5	8	4	8	4	6	8	3	8	5	5	7	7,5	7,0	2,0	6,5	6,7	5,0	6,3	5,7
Společnost M	6	10	4	8	7	2	8	4	5	4	2	4	10	5	8	8	8	5	8	3	8,0	6,0	5,7	4,5	3,3	7,5	8,0	5,3
Společnost N	9	5	8	3	7	7	5	2	5	8	8	4	2	2	2	8	10	8	5	7	7,0	5,5	6,3	3,5	6,7	2,0	6,7	6,7
Společnost O	8	0	8	6	7	5	5	8	5	8	4	4	4	2	8	8	8	8	2	7	4,0	7,0	5,7	6,5	5,3	3,0	8,0	5,7
Společnost P	8	7	4	6	4	5	7	8	5	8	4	8	6	0	8	8	8	8	2	7	7,5	5,0	5,3	6,5	6,7	3,0	8,0	5,7
Společnost Q	10	5	8	3	4	0	10	8	10	8	2	8	10	0	7	8	8	8	3	7,5	5,5	4,7	9,0	6,0	5,0	7,7	6,3	
Společnost R	9	5	3	6	7	7	0	8	5	8	3	4	7	10	8	8	6	10	8	10	7,0	4,5	4,7	6,5	5,0	8,5	7,3	9,3
Společnost S	9	7	6	3	4	10	5	8	7	4	8	4	2	8	8	8	8	10	5	10	8,0	4,5	6,3	7,5	5,3	5,0	8,0	8,3
Společnost T	9	10	2	8	7	10	10	10	10	4	4	8	2	2	10	8	8	8	2	7	9,5	5,0	9,0	10,0	5,3	2,0	8,7	5,7
Společnost U	9	7	6	6	7	10	10	10	10	8	4	10	10	4	10	8	0	8	7	8,0	6,0	9,0	10,0	7,3	10,0	7,3	5,0	
Společnost V	9	7	8	6	7	7	10	4	5	8	8	4	4	2	10	10	8	8	5	7	8,0	7,0	8,0	4,5	6,7	3,0	9,3	6,7
Společnost W	10	10	8	8	8	7	0	8	7	8	4	2	10	9	10	10	10	4	8	3	10,0	8,0	5,0	7,5	4,7	9,5	10,0	5,0
Společnost X	9	7	6	3	4	10	10	10	10	8	4	10	10	10	8	10	8	0	8	7	8,0	6,0	9,0	10,0	7,3	10,0	8,7	5,0
Společnost Y	9	10	5	8	8	10	3	8	5	8	4	8	10	5	8	8	8	8	8	9,5	6,5	7,0	6,5	6,7	7,5	8,0	8,0	
Společnost Z	0	10	4	10	4	10	0	8	5	10	8	8	10	10	10	8	10	3	8	10	5,0	7,0	4,7	6,5	8,7	10,0	9,3	7,0
Společnost AA	9	2	10	8	4	10	5	8	10	8	4	8	10	9	8	8	8	8	7	5,5	9,0	6,3	9,0	6,7	9,5	8,0	7,7	
Společnost AB	9	7	6	6	7	10	10	10	10	8	4	10	10	10	8	10	8	5	8	7	8,0	6,0	9,0	10,0	7,3	10,0	8,7	6,7
Společnost AC	9	5	10	8	10	7	10	8	5	8	8	4	8	4	10	8	8	5	7	7,0	9,0	9,0	6,5	6,7	6,0	8,7	6,7	
Společnost AD	10	5	8	8	7	5	5	8	7	10	8	8	10	10	8	5	10	8	7	7,5	8,0	5,7	7,5	8,7	10,0	7,7	7,7	
Společnost AE	10	10	10	6	7	3	3	10	10	8	4	2	10	10	10	8	10	8	8	10,0	8,0	4,3	10,0	4,7	10,0	9,3	8,7	
Společnost AF	9	10	10	8	7	10	10	10	10	4	2	10	4	7	8	10	10	8	10	7	9,5	9,0	9,0	10,0	5,3	5,5	9,3	8,3
Společnost AG	10	7	10	8	10	7	10	8	10	10	8	4	8	10	10	10	10	8	7	8,5	9,0	9,0	9,0	6,7	10,0	10,0	7,7	
Společnost AH	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	10	10	10	8	10	10	0	8	8	10,0	10,0	10,0	10,0	8,7	10,0	9,3	5,3
Společnost AH	10	5	10	5	10	8	10	10	8	10	10	10	10	10	8	10	10	8	8	7,5	7,5	9,3	9,0	10,0	10,0	9,3	8,7	

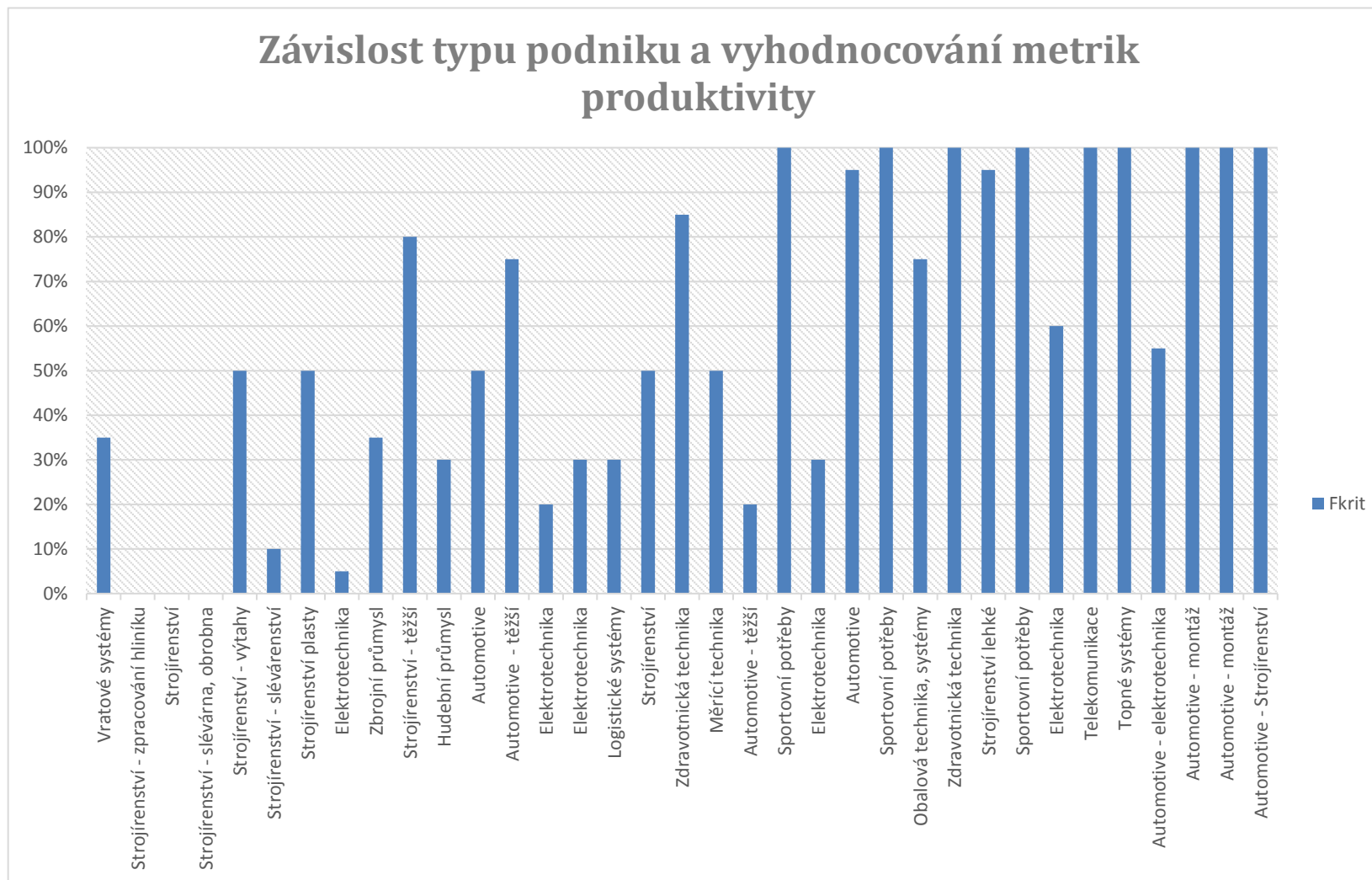
Příloha Q: Průměrné skóre oblastí velkých podniků

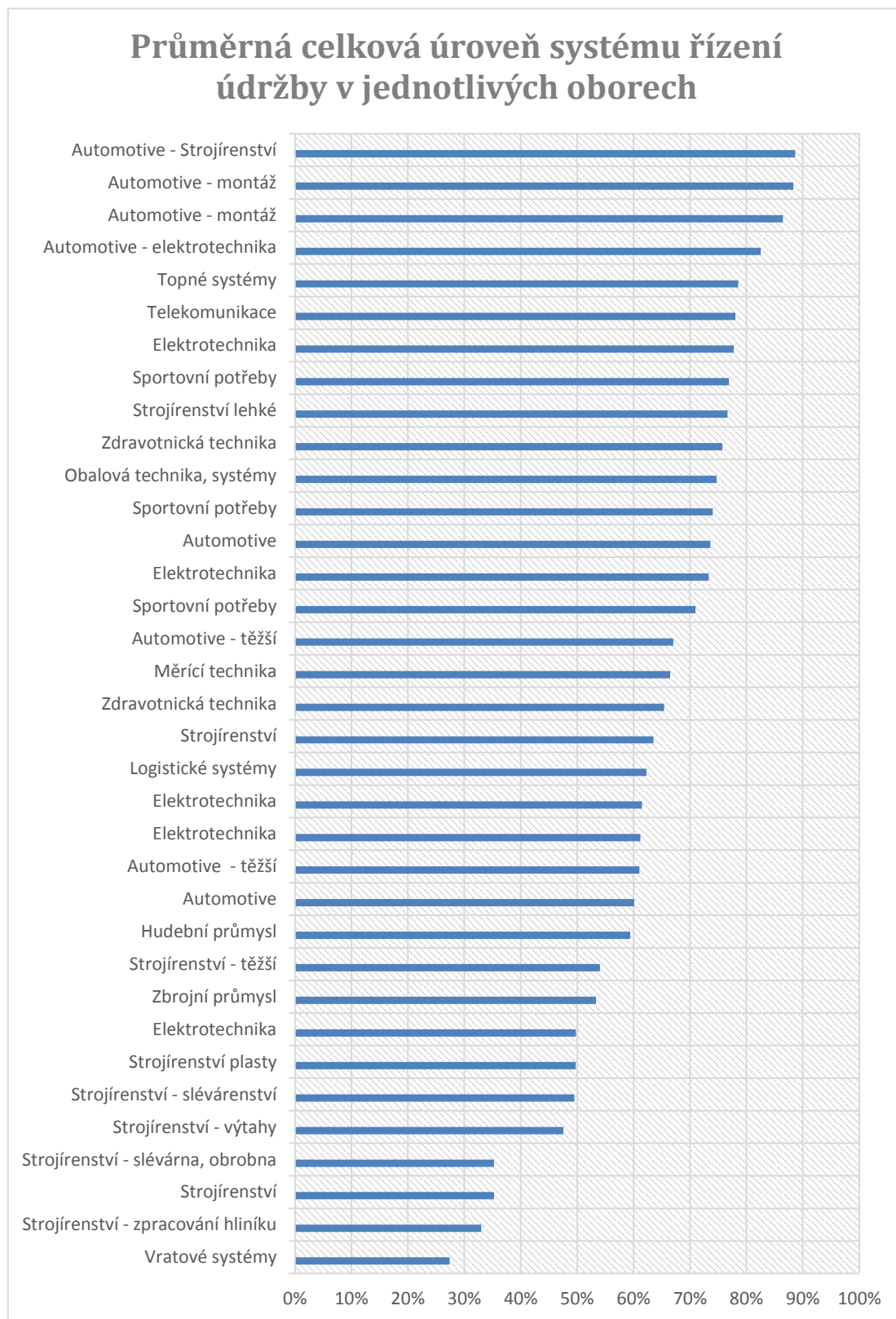


Příloha R: Úrovně používání metod řízení údržby a PI a typu podniku

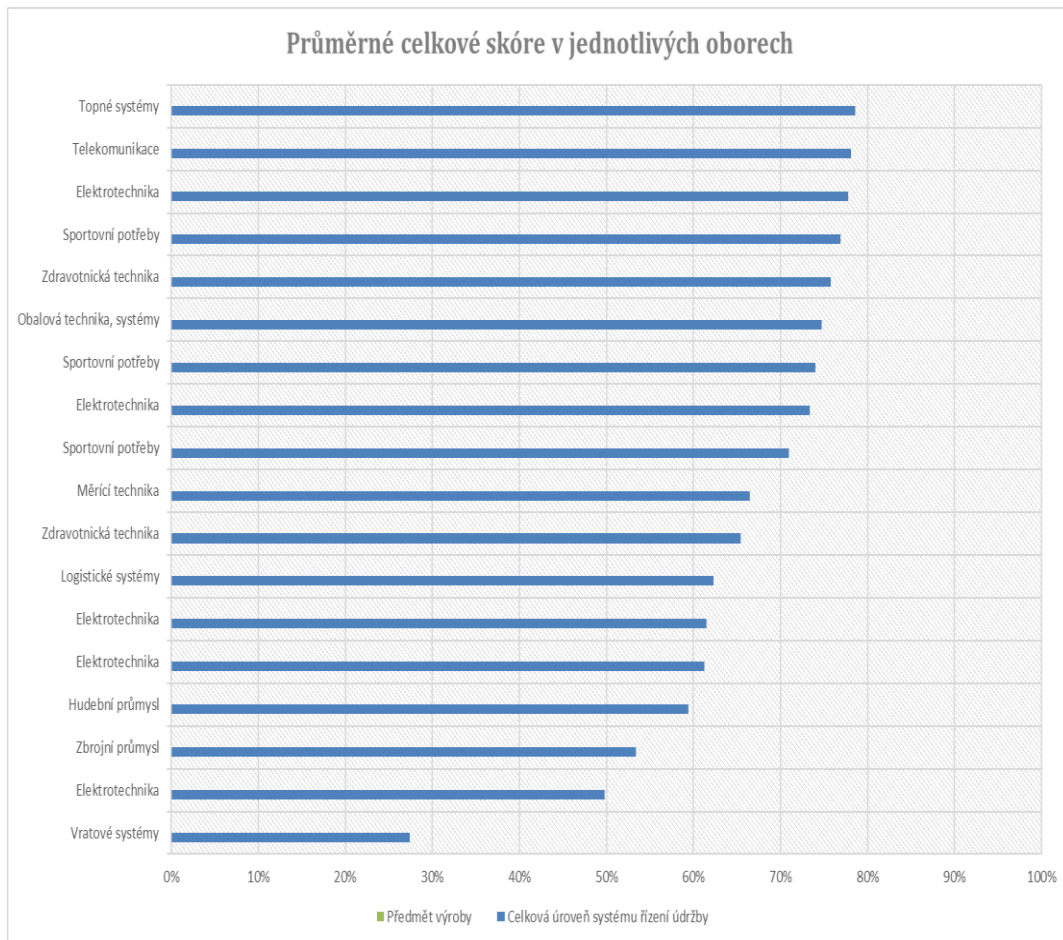


Příloha S: Závislost typu podniku a vyhodnocování metrik produktivity



Příloha T: Průměrná celková úroveň systémů řízení údržby podniků podle jejich oborů

Příloha U: Velikost kritériální funkce ostatních podniků



Příloha V: Vyplněný a hodnocený podklad pro strukturovaný rozhovor

Obecná část dotazníku

1 Jaký je váš hlavní předmět výroby/ obor podnikání.

svařování kovových dílů kováren

2 Počet zaměstnanců celkem?

75

3 Počet výrobních pracovníků?

61	- operátoři + mistrů	38
	- údržbaři	9
	- logičtí (VZV)	11
	- výrobce kvalita	3

4 Počet nevýrobních pracovníků?

14

5 Forma odměňování výrobních pracovníků? (čas, úkol, apod.)

čas + kvalita + nemocnost + výkonnost

6 Typ výroby (hromadná, sériová, kusová)

sériová

7 Jaká je průběžná doba výroby 1ks? Jaký je nejčastější takt výrobních linek?

53 sec.

8 Jaké jsou vytížení vašich výrobních zařízení

15 směn dělníků

9	Charakter výroby? (montáž, strojní, obrábění, lisy, atd.)	Souřez + montáž
10	Kolika směnný provoz? - Výroba	3
11	Jsou zpracovány a dodržovány kvalitní pracovní postupy v oblasti výroby?	ANO
12	Způsobují problémy ve výrobě podpůrné procesy? (údržba, logistika, apod.)	ANO
13	Jakým způsobem řídíte tok materiálů a hotových výrobků ve firmě	přes logistiku, ta určuje dle objemu výroby
14	Jsou zpracovávány záznamy o chybách a produktivitě - Vyplynají z těchto záznamů nápravná opatření?	ANO
15	Používáte nějaké metody štihlé výroby, průmyslového inženýrství?	CI, one piece flow
16	Jsou identifikovaná úzká místa ve výrobním procesu?	časově
17	Je zaveden systém kontinuálního zlepšování?	ANO

Datum:

Vypracoval:

Úroveň údržby podniku

1 Klasifikace strojů a zařízení

U1	Stupeň evidence strojového parku
	Kolik procent z Vašeho strojního parku máte evidováno pro potřeby řízení údržby?

např. evidujeme 55%

85% 8
--

Σ 13
Ø 6,5

U2	Stupeň klasifikace strojového parku
	Do jaké míry klasifikujete váš strojový park pro potřeby údržby?

X

- Neklasifikujeme náš strojový park. Včetně odpovědi, kdy jej neevidujeme
- Klasifikujeme náš strojní park podle stáří strojů
- 5 Klasifikujeme náš strojní park dle technologií
- Klasifikujeme dle technologie a dále třídíme dle složitosti
- Ano cíleně klasifikujeme jej s ohledy na údržbu (dle technologií, dílčích strojních částí, poruchovosti...)

2 Metody řízení údržby

U3	Využití specifických metod řízení údržby
	Využíváte specifických metod řízení údržby?

X
X
X

- Nepoužíváme žádnou z metod řízení údržby
- Údržba jako následek poruchy
- 4 plánování drobných zákroků
- Údržba s ohledy na Q - T - N (Kvalitu, čas, náklady)
- Diferencované způsoby údržby včetně autonomní (ucířují vždy optimálním způsobem dané zařízení)
- Používáme systematicky metod RÚ a jejich účelné kombinace (např. TPM, RCM)

Σ 10
Ø 5

U4	Efektivita metod řízení údržby
	Do jaké míry souhlasíte s výrokem: Náš systém řízení údržby je vždy funkční a efektivní, pokud se vyskytne problém, jedná se spíše o

X

- Určitě NE
- Spíše NE
- 6 Neutrální postoj
- Spíše ANO
- Určitě ANO

Plánování údržby

J5 Plánování údržbářských zákroků
Do jaké míry plánujete údržbářské činnosti?

Absolutně neplánujeme žádné údržbářské činnosti

Údržba pouze servisními zákroky - externě

Plánujeme činnosti v krátkodobém horizontu - týdnů

7 Plánování v krátkodobém - dlouhodobém horizontu (funkční)

Samostatné oddělení se zabývá plánování, plán je vždy funkční, komplexní, efektivní

Σ 15
0 5

J6 Soulad plánů výroby s plány údržby
Vyjádřete míru Vašeho souhlasu s uvedenou větou:
Do jaké míry ověřujete soulad plánů údržby s plány výroby?

Neověřujeme, zpravidla se jakákoliv údržba musí podřídit plánům výroby.

Neověřujeme, ale výroba se musí podřídit externím servisním zákrokům.

5 Ano ověřujeme, ale stroj zpravidla vždy stojí - nevyrábí.

Ověřujeme, výroba se musí zpravidla podřídit všem větším servisním zákrokům

Ano, ověřujeme vždy při sestavování nového plánu výroby. Zohledňujeme i při jaké práci lze mít stroj spuštěný a kdy ne.

J7 Stupeň externího zajištění údržby
Hlavní činnosti naší údržby jsou zajišťovány pouze externě.

Určitě NE

3 Spíše NE

Neutrální postoj

Spíše ANO

Určitě ANO

Náhradní díly a nářadí

J8 Míra a způsob zajištění náhradních dílů
Vyjádřete míru vašeho souhlasu s uvedenými formulacemi:
Skladujeme potřebné náhradní díly

Určitě NE

8 Spíše NE

Neumím posoudit

Spíše ANO

Určitě ANO

U9	Skladování náhradních dílů a pomůcek
	Vyjádřete míru vašeho souhlasu s uvedenými formulacemi: Systematicky se věnujeme zajišťování náhradních dílů?

<input type="checkbox"/>	Určitě NE
<input type="checkbox"/>	Spíše NE
<input checked="" type="checkbox"/>	Ano, někteří
<input type="checkbox"/>	Spíše ANO
<input type="checkbox"/>	Určitě ANO

Nevěnujeme se náhradním dílům, řešíme vše až po nastání poruchy
 Ano skládáme vše potřebné
 Ano na základě zkušenosti máme zajištěny základní náhradní díly.
 Ano na základě spotřeby skládáme náhradní díly
 Ano systematicky věnujeme náhradním dílům, včetně hladin zásob a jejich zajištění.
 Zkoumáme i ekonomickou výhodnost jejich zajištění.

Σ 13
Ø 6,5

5 Pracovníci a jejich kvalifikace

U10	Kvalifikace pracovníků řízení údržby
	Vyjádřete míru vašeho souhlasu s výrokem: Pracovníci údržby jsou dostatečně kvalifikováni?

<input type="checkbox"/>	Určitě NE
<input type="checkbox"/>	Spíše NE
<input type="checkbox"/>	Ano, někteří
<input checked="" type="checkbox"/>	Spíše ANO
<input type="checkbox"/>	Určitě ANO

Σ 20
Ø 6,6

U11	Kvalifikace výrobních pracovníků v oblasti autonomní údržby
	Vyjádřete míru vašeho souhlasu s uvedenou formulací: Výrobní pracovníci jsou v oblasti základní péče o stroje dostatečně kvalifikováni.

<input type="checkbox"/>	Určitě NE
<input checked="" type="checkbox"/>	Spíše NE
<input type="checkbox"/>	Ano, někteří
<input type="checkbox"/>	Spíše ANO
<input type="checkbox"/>	Určitě ANO

U12	Zajištěnost odpovídajících školení pro pracovníky údržby
	Vyjádřete míru vašeho souhlasu s uvedenou formulací: Souhlasíte s tím, že jsou zajištěny odpovídající školení v oblasti řízení údržby pro pracovníky údržby.

<input type="checkbox"/>	Určitě NE
<input type="checkbox"/>	Spíše NE
<input type="checkbox"/>	Ano, pro některé
<input checked="" type="checkbox"/>	Spíše ANO
<input type="checkbox"/>	Určitě ANO

Metriky efektivity řízení údržby

Měření a vyhodnocování efektivity výrobního zařízení			
U13	Evidujete tyto ukazatele u výrobních zařízení		
	Q - kvalitativní ukazatele	T - časové ukazatele	N - nákladové ukazatele
	Nevidujeme žádné ukazatele		
	Evidujeme pouze jeden typ základního ukazatele Q - N - T		
	Evidujeme dva typy základních ukazatelů Q+N, Q+T, T+N		
	Evidujeme všechny základní typy ukazatelů Q + T + N		
	Evidujeme a pravidelně vyhodnocujeme jeden typ ukazatelů Q - N - T		
X	Evidujeme a pravidelně vyhodnocujeme dva typy základních ukazatelů Q+N, Q+T, T+N		
	Evidujeme a pravidelně vyhodnocujeme všechny základní typy ukazatelů Q + T + N		

Σ 16
8

Vyhodnocování efektivity údržby	
J14	U kolika procent strojů vyhodnocujete efektivitu jejich výroby.
ř. vyhodnocujeme efektivitu u cca u 55%	

80% - jen výrobní

Standardy podniku

Míra standardizace v oblasti údržby	
J15	Do jaké míry máte zpracovány standardy v oblasti údržby (Plány údržby, postupy údržbářských zákroků, Standardy mazání, čištění, tj. Autonomní údržby, apod.)

	Standardy v oblasti údržby nejsou zpracovány vůbec
	Standardů není třeba, stroje fungují víceméně bez problémů
X	Standardy nejsou zpracované pro důležité pracovní stanoviště
	Standardy jsou plně zavedeny na všech důležitých stanovištích
	Standardy jsou plně zavedeny na všech důležitých stanovištích a jsou dodržovány

Kvalita standardů společnosti	
J16	Ohodnoťte vaše standardy z hlediska jejich kvality. Používáte speciální metody pro tvorbu standardů (standardizované dokumenty, jednobodové lekce, formuláře, strukturované postupy (5S))

	Nepoužíváme a zároveň podstatná většina procesů neběží, tak jak jsou navrženy
	Určitě NE
X	Spiše NE
	Neumím posoudit

U17	Aktuálnost standardů společnosti
	Jsou standardy v podniku (pracovní postupy, standardy čištění, mazání, apod.) aktuální

- Určitě NE
- Spíše NE
- Neumím posoudit
- Spíše ANO
- Určitě ANO

8

Σ 15
05

8 Propojitelnost oblastí

U18	Spolupráce s oddělením logistiky
	Do jaké míry lze použít standardní logistické procesy (transport, skladování, manipulaci, apod.) při údržbářských činnostech.

- Žádná spolupráce prakticky nefunguje
- ANO používáme - ústní domluva, není standardizováno.
- ANO používáme, dle potřeb - spolupráce je obtížná
- ANO používáme, dle potřeb - spolupráce probíhá bez větších problémů
- Využíváme dopravní prostředky, skladovací místa, pracovníky, apod. (spadající pod logistiku) při údržbářských činnostech

3

Σ 12
04

U19	Použitelnost dat z řízení výroby
	Do jaké míry lze použít data z vyhodnocování efektivity výroby pro potřeby řízení údržby (produktivita, kvalita, náklady, prostoje, apod.)

- Data nejsou k dispozici
- Data existují, lze je použít v omezeném rozsahu. Často jsou zkreslená.
- ANO data lze použít, ale jsou zkreslená - nelze identifikovat důvody výkyvů.
- ANO data lze použít, většina poskytuje reálný použitelný obraz stav.
- Data lze 100% použít bez náročnějších úprav

2

U20	Míra meziútvárové spolupráce
	Ohodnotte míru spolupráce a vztahy mezi odděleními (výroba, příprava výroby, údržba, logistika)

- Spolupráce není prakticky žádná
- Spolupráce je velmi obtížná. Existují jak komunikační, tak organizační bariéry.
- Spolupráce probíhá, vždy se domluvíme. Pokud něco chci musím urgovat.
- Spolupráce je bezproblémová, vždy dostanu o co žádám tak jak si představuji.

7