



## ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD

<b>051668</b> <b>1. vydání</b> <b>Změna 2</b>	<b>INSTRUKCE PRO PROVOZNÍ SPOLEHLIVOST</b>
---	--

ZAVÁDÍ	ADMP-02, Ed. B GUIDANCE FOR DEPENDABILITY MANAGEMENT Pokyny pro řízení spolehlivosti
NAHRAZUJE	ČOS 051668, 1. vydání, Změna 1 INSTRUKCE PRO PROVOZNÍ SPOLEHLIVOST

ČOS 051668  
1. vydání  
Změna 2

(VOLNÁ STRANA)

**ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD**  
**INSTRUKCE PRO PROVOZNÍ SPOLEHLIVOST**

**Základem pro tvorbu tohoto standardu byly originály následujících dokumentů:**

ADMP-02, Ed. B	GUIDANCE FOR DEPENDABILITY IN-SERVICE Pokyny pro řízení spolehlivosti
STANREC 4174, Ed. 5	GUIDANCE FOR DEPENDABILITY MANAGEMENT Pokyny pro řízení spolehlivosti

© Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti

Praha 2022

OBSAH

Table of Contents

Předmět standardu .....	5		
Nahrazení standardů (norem).....	5		
Související dokumenty.....	5		
Zpracovatel ČOS .....	6		
Použité zkratky, značky a definice.....	6		
1 Úvod .....	10	1 INTRODUCTION.....	10
1.1 Všeobecně.....	10	1.1 General .....	10
1.2 Účel .....	11	1.2 Purpose.....	11
1.3 Použití.....	11	1.3 Applicability .....	11
1.4 Související dokumenty.....	11	1.4 Related documents .....	11
2 KONCEPCE A FAKTORY .....	12	2 CONCEPTS AND FACTORS.....	12
2.1 Rozvíjející se koncepce údržby a zabezpečení .....	12	2.1 Evolving Maintenance and Support Concepts .....	12
2.2 Faktory ovlivňující provozní spolehlivost.....	12	2.2 Factors Affecting In-Service Dependability .....	12
2.3 Další faktory, které je třeba uvažovat pro provozní spolehlivost.....	14	2.3 Other Factors to be Considered for In-Service Dependability .....	14
3 PROVOZNÍ SPOLEHLIVOST.....	16	3 IN-SERVICE DEPENDABILITY .....	16
3.1 Všeobecně.....	16	3.1 General .....	16
3.2 Monitorování provozní spolehlivosti .....	17	3.2 Monitoring In-Service Dependability .....	17
3.3 Sběr dat o spolehlivosti.....	20	3.3 Data Collection for Dependability .....	20
3.4 Analýza dat o spolehlivosti .....	26	3.4 Data Analysis for Dependability ...	26
3.5 Přijímání rozhodnutí.....	27	3.5 Making Decisions .....	27
4 ANALÝZA PORUCH.....	38	4 FAILURE ANALYSIS .....	38
4.1 Všeobecně.....	38	4.1. General .....	38
4.2 Systém analýzy záznamů o poruchách a nápravných opatření (FRACAS).....	38	4.2 Failure Reporting Analysis & Corrective Action System (FRACAS).... .....	38
4.3 Vyšetřování poruchy .....	40	4.3. Failure Investigation .....	40
4.4 Analýza kořenové příčiny.....	42	4.4. Root Cause Analysis .....	42

## Předmět standardu

ČOS 051668, 1. vydání, Změna 2, zavádí ADMP-02, Ed. B (GUIDANCE FOR DEPENDABILITY IN-SERVICE, česky Instrukce pro provozní spolehlivost) do prostředí České republiky.

Neustálé posuzování provedení provozní spolehlivosti je důležité pro provoz systémů a umožňuje nákladově efektivní řízení materiálu určeného pro obranu v jeho životním cyklu. Účelem tohoto standardu je poskytnout instrukce pro provozní spolehlivost. Aby se toho dosáhlo, mají být provedeny následující činnosti: monitorování provozní spolehlivosti, sběr dat, analýza dat a činnosti sloužící ke zjišťování a použití. ČOS je zapotřebí používat na činnosti související se spolehlivostí u všech vojenských položek v členských zemích NATO, pokud jsou tyto položky provozovány. Má být také užíván celým projektovým týmem a provozními organizacemi, včetně různých agentur NATO, které jsou odpovědné za spolehlivost.

Standard je vydán jako česko-anglická verze ADMP-02, Ed. B.

## Nahrazení standardů (norem)

Tento standard nahrazuje ČOS 051668, 1. vydání, Změna 1 (ČOS 051668, 1. vydání nahrazoval ČOS 051649, 1. vydání, Oprava 2).

## Související dokumenty

V tomto ČOS jsou normativní odkazy na následující citované dokumenty (celé nebo jejich části), které jsou nezbytné pro jeho použití. U odkazů na datované citované dokumenty platí tento dokument bez ohledu na to, zda existují novější vydání/edice tohoto dokumentu. U odkazů na nedatované dokumenty se používá pouze nejnovější vydání/edice dokumentu (včetně všech změn).

EN 13306	– Maintenance - Maintenance terminology
ČSN EN 13306	Údržba - Terminologie údržby
IEC 60300-1, Ed. 3	– Dependability Management – Part 1: Guidance for management and application
ČSN EN 60300-1	Management spolehlivosti – Část 1: Návod pro management a použití
IEC 60300-3-1, Ed. 2	– Dependability Management Part 3-1: Application Guide – Analysis Techniques for dependability – Guide on methodology
ČSN IEC 60300-3-1	Management spolehlivosti – Část 3-1: Pokyn k použití – Techniky analýzy spolehlivosti – Metodický pokyn
IEC 60300-3-2, Ed. 2	– Dependability Management Part 3-2: Application Guide – Collection of Dependability data from the field
ČSN EN 60300-3-2	Management spolehlivosti – Část 3-2: Pokyn k použití – Sběr dat o spolehlivosti z provozu
ČOS 051616, 3. vydání	– Terminologie NATO pro bezporuchovost a udržovatelnost

ČOS 051668

1. vydání

Změna 2

- ČOS 051655, 2. vydání, Změna 1 – Procesy životního cyklu systémů v NATO
- ČOS 051659, 2. vydání – Pokyny NATO pro analýzu nákladů životního cyklu
- ČOS 051662, 3. vydání, Změna 1 – Systém managementu programu NATO (NATO model životního cyklu)
- ČOS 051667, 1. vydání, Změna 2 – Instrukce pro vytváření požadavků na spolehlivost
- AAP-06 – NATO Glossary of Terms and Definitions  
Slovník NATO s termíny a definicemi
- ALP-10, Ed. C – NATO Guidance on Integrated Logistics Support for Multinational Armament Programmes  
Pokyny NATO pro integrované logistické zabezpečení (ILS) mnohonárodních programů vyzbrojování
- RTO TR-58/SAS-028 – Cost Structure and Life Cycle Costs for Military Systems

## Zpracovatel ČOS

Vojenský výzkumný ústav, s. p., RNDr. Milan Čepera, Ph.D. Změnu 1 a 2 zpracoval RNDr. Milan Čepera, Ph.D.

## Použité zkratky, značky a definice

### Zkratky

Zkratka	Český význam	Anglický význam
CBM	údržba podle (technického) stavu	Condition Based Maintenance
CM	údržba po poruše	Corrective Maintenance
COTS	komerčně dostupný	Commercial-off-the-shelf
ČOS	český obranný standard	---
FRACAS	systém analýzy záznamů o poruchách a opatření k nápravě	Failure Reporting and Corrective Action System
IEC	Mezinárodní elektrotechnická komise	International Electrotechnical Commission
LCC	náklady životního cyklu	Life Cycle Cost
PM	preventivní údržba	Preventive Maintenance
R&O	oprava a generální oprava	Repair and Overhaul
RCA	analýza kořenové příčiny	Root Cause Analysis
RCM	údržba zaměřená na bezporuchovost	Reliability Centred Maintenance

## Definice

### **Analýza poruch**

Logické a systematické zkoumání porouchané položky<sup>1</sup> s cílem identifikovat a analyzovat mechanismus, příčiny a následky poruchy.

(ČSN IEC 50(191))

### **Analýza kořenové příčiny (RCA)**

Strukturovaná metodika, která usiluje o identifikování zásadních problémů systematických poruch systému nebo procesu. Postup RCA je v protikladu k tomu, když se jenom určují ihned zřejmé příznaky, založen na názoru, že problémy se nejlépe vyřeší nápravou nebo odstraněním kořenové příčiny. Předpokládá se, že pravděpodobnost opakování problému se díky řízení nápravných opatření souvisejících s kořenovou příčinou minimalizuje. Je však třeba připustit, že úplné zabránění opakování jediným zásahem není vždy možné. Pak se bere v úvahu to, že RCA je opakující se proces a často se na tuto analýzu pohlíží jako na nástroj neustálého zlepšování.

(ČOS 051616, 3. vydání)

### **Bezporuchovost**

Schopnost položky vykonávat požadovanou funkci v daných podmínkách a v daném časovém intervalu.

(ČSN EN 13306)

### **Generální oprava**

Obsáhlý soubor zásahů preventivní údržby prováděný za účelem udržení požadované úrovně funkčnosti položky.

(ČSN EN 13306)

### **Failure Analysis**

The logical, systematic examination of a failed item<sup>1</sup> to identify and analyze the failure mechanism, the failure cause and the consequences of failure.

(IEC-50(191))

### **Root cause analysis (RCA)**

Root Cause Analysis is a structured methodology, which seeks to identify the underlying problem behind the systematic failure of a system or process. The practice of RCA is predicated on the belief that problems are best solved by attempting to correct or eliminate root causes, as opposed to merely addressing the immediately obvious symptoms. By directing corrective measures at root causes, it is hoped that the likelihood of problem recurrence will be minimized. However, it is recognized that complete prevention of recurrence by a single intervention is not always possible. Thus, RCA is often considered to be an iterative process, and is frequently viewed as a tool of continuous improvement.

(ČOS 051616, Ed. 2)

### **Reliability**

Ability of an item to perform a required function under given conditions for a given time interval.

(EN 13306)

### **Overhaul**

Comprehensive set of preventive maintenance actions carried out, in order to maintain the required level of performance of an item.

(EN 13306)

---

<sup>1</sup> Termín „item“ je v příslušných ČSN překládán jako „objekt“. V ČOS řady 0516 je překládán vždy jako „položka“. Oba termíny jsou v této souvislosti ekvivalentní.

### **Náklady životního cyklu (LCC)**

Náklady životního cyklu sestávají ze všech přímých nákladů a nepřímých variabilních nákladů spojených s etapami životního cyklu předmětného systému.

(adaptováno z RTO TR-58 / SAS-028)

*LCC zahrnují mezní náklady (jak přímé tak nepřímé) zavádění nového vybavení nebo schopnosti. LCC se užívají jako minimum pro analýzu alternativ; nezahrnují předpokládané přidělení nákladů, zatímco úplné náklady na vlastnění a úplné náklady životního cyklu jej mohou zahrnovat. LCC se užívá ke srovnání možností alternativ a často pro ekonomické analýzy*

### **Oprava**

Fyzický zásah prováděný za účelem obnovy požadované funkce položky, která je v poruchovém stavu.

(ČSN EN 13306)

### **Pohotovost**

Schopnost položky být ve stavu schopném fungovat tak, jak je požadováno, a tehdy, když je to požadováno, v daných podmínkách, za předpokladu, že jsou zajištěny nezbytné vnější zdroje.

(ČSN EN 13306)

### **Preventivní údržba**

Údržba prováděná v předem určených intervalech nebo podle předepsaných kritérií a zaměřená na snížení pravděpodobnosti poruchy nebo degradace fungování položky.

(ČOS 051616, 3. vydání)

### **Údržba**

Kombinace všech technických, administrativních a manažerských opatření během životního cyklu položky zaměřených na její udržení ve stavu nebo její navrácení do stavu, v němž může vykonávat požadovanou funkci.

(ČSN EN 13306)

### **Údržba po poruše**

Zásahy údržby, které jsou prováděny s cílem vrátit poškozenou položku do specifikovaného stavu.

(AAP-06)

### **Life Cycle Cost (LCC)**

LCC consists of all direct costs plus indirect variable costs associated with the Life Cycle stages of the System of Interest.

(adapted from RTO TR-058 / SAS-028)

*LCC comprises the marginal costs (both direct and indirect) of introducing a new equipment or capability. LCC is used as a minimum for the analysis of alternatives; it does not include notional allocation of costs, whereas TOC and WLC might do so. LCC is used to compare options of alternatives, and often for economic analyses.*

### **Repair**

Physical action taken to restore the required function of a faulty item.

(EN 13306)

### **Availability**

Ability to be in a state to perform as and when required, under given conditions, assuming that the necessary external resources are provided.

(EN 13306)

### **Preventive Maintenance**

The maintenance carried out at predetermined intervals or according to prescribed criteria and intended to reduce the probability of failure or the degradation of the functioning of an item.

(ČOS 051616, Ed. 2)

### **Maintenance**

Combination of all technical, administrative and managerial actions during the life cycle of an item intended to retain it in, or restore it to, a state in which it can perform the required function.

(EN 13306)

### **Corrective Maintenance**

Maintenance actions carried out to restore a defective item to a specified condition.

(AAP-06)



### **Údržba zaměřená na bezporuchovost (RCM)**

Metoda stanovení programu plánované (preventivní) údržby, jejíž pomocí se efektivně a účinně dosáhne vnitřní úrovně bezporuchovosti a bezpečnosti zařízení. Je to metodologie aplikovatelná na vývoj programu preventivní údržby, jejímž výsledkem je zlepšení bezporuchovosti komponent a minimalizace celkových nákladů programu. Předpokládaným výsledkem je zlepšení celkové bezpečnosti, pohotovosti a hospodárnosti provozu zařízení.

(ČOS 051616, 3. vydání)

### **Udržovatelnost**

Schopnost položky v daných podmínkách používání setrvat ve stavu nebo být uvedena do stavu, v němž může vykonávat požadovanou funkci, jestliže se údržba provádí v daných podmínkách a používají se stanovené postupy a zdroje.

(ČSN EN 13306)

### **Spolehlivost**

Schopnost fungovat tak, jak je požadováno, a tehdy, když je to požadováno.

**Poznámka 1:** Mezi charakteristiky spolehlivosti se zahrnují pohotovost a faktory, které ji ovlivňují (bezporuchovost, zotavitelnost, udržovatelnost, zajištěnost údržby), a v některých případech životnost, hospodárnost, integrita, bezpečnost, zabezpečení a podmínky používání.

**Poznámka 2:** Spolehlivost se používá popisně jako nadřazený termín pro charakteristiky kvality produktu nebo služby, které se vztahují k času.

(ČSN EN 13306)

### **Reliability Centred Maintenance (RCM)**

A method for establishing a scheduled (preventive) maintenance programme which will efficiently and effectively achieve the inherent reliability and safety levels of equipment. It is methodology which can be applied to the development of a preventive maintenance programme and results in improved component reliability and minimised overall programme costs. The intended end result is improved overall equipment safety, availability and economic operation.

(ČOS 051616, Ed. 2)

### **Maintainability**

Ability of an item under given conditions of use, to be retained in, or restored to, a state in which it can perform a required function, when maintenance is performed under given conditions and using stated procedures and resources.

(EN 13306)

### **Dependability**

Ability to perform as and when required.

**Note 1:** Dependability characteristics include availability and its influencing factors (reliability, recoverability, maintainability, maintenance support performance) and, in some cases, durability, economics, integrity, safety, security and conditions of use.

**Note 2:** Dependability is used descriptively as an umbrella term for the time-related quality characteristics of a product or services.

(EN 13306)

## 1 Úvod

### 1.1 Všeobecně

1. Spolehlivost je klíčovou charakteristikou všech položek<sup>2</sup>, majících přímý dopad na provedení úkolu a tím i na jeho úspěch. Charakteristiky spolehlivosti jakékoliv položky jsou spojeny s jejím návrhem, takto má být uvažována spolehlivost od úplného počátku předkoncepční etapy a má disciplinovaným způsobem pokračovat přes celý životní cyklus zavedením pravidel pro spolehlivost, jak je popsáno v sadě norem IEC 60300, které jsou odkazovány v kapitole 1.4 tohoto dokumentu.

2. Spolehlivost je souhrnný pojem, popisující nepřetržité a bezpečné provozování jakékoliv jednoduché nebo složité položky. Faktory, které ovlivňují provedení spolehlivosti kterékoliv položky jsou bezporuchovost, udržitelnost, pohotovost, testovatelnost, údržba a bezpečnost. U většiny položek jsou bezporuchovost a udržitelnost klíčovými charakteristikami provedení, neboť mají přímý dopad na úspěch úkolu a na náklady životního cyklu. Charakteristiky udržitelnosti položky jsou často externí, ale mohou mít významný dopad na provedení její pohotovosti, neboť zobrazují způsobilost poskytovat nezbytné zdroje pro zavedení optimalizovaných postupů údržby vytvořených a zlepšovaných v průběhu životního cyklu položky.

3. V provozních podmínkách je nezbytné zajistit, aby bylo během používání dosaženo vnitřních úrovní spolehlivosti, jak jsou popsány v požadavkovém dokumentu. To je nezbytné, stejně tak je nezbytné porozumět jakýmkoliv dopadům změn na náklady životního cyklu (LCC) při plnění provozních závazků v průběhu životnosti položky.

4. Primárními výzvami jsou:

- a. být schopen rychle identifikovat a napravit technické problémy, které jsou příčinou, že se úrovně provedení spolehlivosti zhoršují vzhledem

## 1 INTRODUCTION

### 1.1 General

1. Dependability is a key characteristic of all items<sup>2</sup>, having a direct impact on mission performance and thus mission success. The dependability characteristics of any item are inherent in its design, thus dependability should be considered from the very beginning of the pre-concept stage and be continued, in a disciplined manner, throughout the whole life cycle by the implementation of dependability disciplines as described in the IEC 60300 series standards referenced at Section 1.4 in this document.

2. Dependability is the collective term describing the continued and safe operation of any simple or complex item. The factors that influence the dependability performance of any item are reliability, maintainability, availability, testability, maintenance, and safety. In most items reliability and maintainability are the key performance characteristics of interest as they have a direct impact on mission success and life cycle cost. The maintenance characteristics of the item are often external, but can have significant impact on its availability performance, as it reflects the ability to provide the necessary resources to implement optimised maintenance procedures developed and refined through the life cycle of the item.

3. When in-service, it is necessary to assure that the inherent levels of dependability capability as described in the requirements documents are achieved while in use. It is necessary as well to understand any impact of changes on Life Cycle Cost (LCC) while meeting operational commitment over the life of the item.

4. The primary challenges are:

- a. to be able to quickly identify and correct technical problems that cause levels of dependability performance to deteriorate relative to requirements; and

<sup>2</sup> Položka zahrnuje systémy, vybavení, ať už hardwarové nebo softwarové, a služby.  
Item includes systems, equipment, be it hardware or software based, and services.

k požadavkům, a

- b. zajistit, že spolehlivost je náležitě zohledněna ve změnách návrhu, zabezpečení, provozním prostředí a postupech, které vzniknou v průběhu životního cyklu položky.

5. To vyžaduje nepřetržitý proces sběru dat z provozu a údržby, analyzování dat, aby se získaly informace o provedení spolehlivosti a pokud je to požadováno, aby se učinila rozhodnutí pro udržení provedení spolehlivosti a pro optimalizaci nákladů životního cyklu. V závislosti na opatřeních učiněných pro zabezpečení provozu mohou být odpovědnosti za provádění některých nebo všech těchto činností poskytnuty smluvně. V případě, kdy byla garantována určitá úroveň provedení spolehlivosti, je nezbytné zajistit, aby se zachovaly odpovídající znalosti a průhlednost činností zabezpečení, aby se minimalizovaly spory o spolehlivosti.

### 1.2 Účel

Neustálé posuzování provedení provozní spolehlivosti je důležité z komerčního a provozního hlediska a umožňuje nákladově efektivní řízení vojenského materiálu v jeho životním cyklu. Účelem tohoto dokumentu je poskytnout instrukce pro provozní spolehlivost. Aby bylo těchto instrukcí dosaženo, mají být provedeny následující činnosti:

- a. monitorování provozního provedení,
- b. sběr dat,
- c. analýza dat,
- d. zjištění a přijímání opatření.

### 1.3 Použití

Tento dokument se použije na činnosti související se spolehlivostí všech položek pořizovaných pro vojenské použití v členských státech NATO, pokud jsou tyto položky provozovány. Má být používán všemi členy projektu a provozními organizacemi, včetně různých agentur NATO, které jsou odpovědné za spolehlivost.

### 1.4 Související dokumenty

Viz kapitolu Související dokumenty.

- b. to ensure dependability is appropriately factored into changes in design, support, operating environment and procedures that will arise over an item's life cycle.

5. This requires a continuous process of collecting data from operations and maintenance, analysing the data to extract information about dependability performance, and when required, making decisions for sustaining dependability performance and optimising life cycle cost. Depending on the provisions made for the in-service support, responsibility for conducting some or all of these activities may be contracted out. In cases where a certain level of dependability performance has been guaranteed, it is necessary to ensure that adequate knowledge and visibility of support activities is retained so as to minimise disputes over responsibility.

### 1.2 Purpose

The continuing assessment of in-service dependability performance is commercially and operationally important, and enables the cost effective management of defence materiel throughout its life cycle. The purpose of this document is to provide guidance on in-service dependability. To achieve this, the following actions should be performed:

- a. monitoring in-service performance
- b. collecting data
- c. analysing data
- d. finding and taking action

### 1.3 Applicability

This document applies to dependability activities of all items procured for military use within NATO Nations when in-service. It should be used by all members of projects and in-service organizations, including the various NATO Agencies, who are responsible for dependability.

### 1.4 Related documents

See Chapter Související dokumenty.

## 2 KONCEPCE A FAKTORY

### 2.1 Rozvíjející se koncepce údržby a zabezpečení

1. Od počátku roku 2000 začal být průmysl ve zvýšené míře zapojen do poskytování služeb zabezpečení během života položky. Byly realizovány smlouvy založené na ukazatelích, v rámci kterých byly poskytnuty některé nebo všechny činnosti zabezpečení, včetně činností souvisejících se spolehlivostí.

2. Prvotním cílem těchto smluv založených na ukazatelích je stanovit minimální přijatelnou úroveň provedení a kritéria pro zabezpečení jednotlivé položky a konfigurovat její zabezpečení, aby se dosáhlo tohoto provedení za optimálních nákladů. Tyto smlouvy na zabezpečení často spojují smlouvy na akvizici se smlouvami na dlouhodobé zabezpečení a mohou zahrnovat stimuly svázané s provedením.

3. Provedení můžeme definovat pomocí vojenských cílů s využitím následujících kritérií:

- a. Pohotovost
- b. Bezporuchovost
- c. Náklady na užívání jednotky
- d. Otisk logistického zabezpečení
- e. Doba logistické odezvy

### 2.2 Faktory ovlivňující provozní spolehlivost

V provozních podmínkách může být spolehlivost ovlivněna množstvím faktorů.

- a. **Stáří.** Čas může mít na spolehlivost škodlivý vliv, neboť mnoho materiálů stárnutím degraduje. To zahrnuje jak elektroniku, tak mechanické systémy, ale netýká se softwaru. Ke zhoršení dojde, ať už je položka používána nebo ne.
- b. **Používání.** Život položky je velmi závislý na tom, jak je položka používána. To může být definováno v profilu užití nebo úkolu, který je v dokumentech NATO odkazován jako Profil prostředí životního cyklu (LCEP) a tento termín bude používán ve zbytku tohoto dokumentu. Jakékoliv změny v LCEP budou mít

## 2 CONCEPTS AND FACTORS

### 2.1 Evolving Maintenance and Support Concepts

1. Since the early 2000s, Industry has become increasingly involved in the provision of support services during the in-service life of an item. Performance-based contracts have been implemented in which some or all support activities, including dependability activities, have been contracted out.

2. The primary objective of these performance-based contracts is to establish a minimum acceptable level of performance and support criteria for a particular item, and configure the support of it to achieve this performance at an optimum cost. These support contracts often link the acquisition contract with the long term support contract and may include incentives tied to performance.

3. Performance can be defined in terms of military objectives using the following criteria:

- a. Availability;
- b. Reliability;
- c. Cost Per Unit Usage;
- d. Logistics Support Footprint;
- e. Logistics Response Time.

### 2.2 Factors Affecting In-Service Dependability

When in-service, a number of factors may affect dependability.

- a. **Age:** Time can have a detrimental effect on dependability, since many materials degrade as they get older. This includes electronic as well as mechanical systems, but does not apply to software. Deterioration will occur whether an item is in use or not.
- b. **Use:** The life of an item is very dependent on how it is used. This would have been defined in the usage or mission profile, which is referred to in NATO documents as the Life Cycle Environment Profile (LCEP) and is the term that will be used throughout the remainder of this document. Any

- dopad na spolehlivost. Dokonce i bez změn původního LCEP mají všechny položky konečný život a budou se postupně zhoršovat kvůli obvyklému procesu opotřebení, např. ujeté vzdálenosti, hodin provozu nebo počtu cyklů. Vliv opotřebení může být snižován preventivní údržbou.
- c. **Nesprávné použití.** Náhodné, nedbalé nebo i úmyslně nevhodné použití položky může mít významný vliv na její spolehlivost. Přílišná zatížení způsobená špatným servisem, používání mimo parametry dané při návrhu, provozní poškození a nevhodná přeprava nebo zacházení budou zhoršovány urychlovat a povedou k předčasné poruše. Ačkoliv se toho dá udělat jen málo, aby se zabránilo náhodnému nebo úmyslnému poškození, může být nedbalost minimalizována pomocí dobře řízeného servisování a skladování, aktuálností dokumentace a správným výcvikem.
- d. **Oprava.** Jak položka stárne, může být podrobována zvyšujícímu se počtu oprav. Každá oprava bude mít malý, ale hmatatelný vliv na její integritu a tudíž i její následnou spolehlivost. To je pravda zejména u desek s elektronickými obvody, které mohou být opraveny pouze konečným počtem oprav. Ve vhodných intervalech má být provedeno nahrazení položky.
- e. **Údržba.** Položka, u které jsou zásahy údržby prováděny příliš často nebo nedostatečně, může vyvolat negativní účinek na spolehlivost. Je proto nezbytné pravidelně přezkoumávat periodicitu a efektivitu údržby.
- f. **Zastarání.** Všechny položky postupně zastarávají tak, jak jsou díly a podsestavy nahrazovány nebo byla ukončena jejich výroba. Je to pravda zejména pro elektronické a komerčně nakupované položky.
- g. **Konfigurace.** Většina položek s dlouhým provozním životem bude podrobena programu postupného modifikování, aby se zlepšilo jejich provedení nebo se překonaly problémy s bezpečností a zastaráním. Nebude-li tato činnost přísně řízena, stav modifikace jednotlivých položek a náhradních dílů ve velkém strojovém
- changes to this LCEP will have an impact on dependability. Even without changing the original LCEP, all items have a finite life and will gradually deteriorate through the normal process of wear, for example, distance travelled, hours run or number of cycles. The effects of wear can be mitigated by preventive maintenance.
- c. **Abuse:** The accidental, negligent or deliberate abuse of an item can have a significant effect on its dependability. Undue stresses caused by poor servicing, use outside the design envelope, operational damage and inappropriate transportation or handling, will accelerate deterioration and lead to premature failure. Although little can be done to overcome accidental or deliberate damage, negligence can be minimised through well managed servicing and storage, up to date documentation and sound training.
- d. **Repair:** As an item gets older it may be subject to an increasing number of repairs. Every repair will have a small but tangible effect on its integrity, and hence its subsequent dependability. This is especially true of electronic circuit boards, which can only be repaired a finite number of times. At appropriate intervals, item replacement should be carried out.
- e. **Maintenance:** Items that are maintained too often or not enough can induce a negative impact on dependability. It is therefore imperative to review the periodicity and effectiveness of the maintenance on a regular basis.
- f. **Obsolescence:** All items become progressively obsolete as component parts and sub assemblies are superseded or discontinued. This is especially true for electronics and COTS items.
- g. **Configuration:** Most items with a long in-service life will be subject to successive modification programs, to improve performance or overcome safety and obsolescence issues. Unless this activity is strictly controlled, the modification state of individual items and spares within a large fleet will tend to

parku bude mít sklon se lišit. Poněvadž některé kombinace modifikací mohou ovlivnit spolehlivost, má být vždy prováděn management konfigurace.

- h. **Upgrady**<sup>3</sup>. Jakákoliv forma programu upgradu nebo zlepšování má být pečlivě řízena, neboť jak změny hardwaru, tak softwaru by mohly ovlivnit spolehlivost. Velmi důležité bude měření technických parametrů před a po upgradu, aby se ověřilo úspěšné zavedení. Tam, kde je to možné, mají být takové příležitosti využity ke zlepšení spolehlivosti.
- i. **Závažné poškození**. Závažné nehody a poškození v boji mohou ovlivnit následnou spolehlivost položky. Ačkoliv se může položka jevit jako vhodná pro obnovení do plné provozní způsobilosti, může se stát, že se přehlédne přetěžování, deformace a občasné poruchové stavy. Příklady by mohly zahrnovat tvrdá přistání pro letadla, poškození vozidel v boji a srážky u lodí. Jakákoliv položka, která utrpěla významné poškození, má být zřetelně identifikována a má s ní být zacházeno jako se speciálním případem při analýze dat o spolehlivosti.
- j. **Výcvik**. Výcvik uživatelů a údržbářů musí držet krok se změnami položky a postupů. Má být prováděna externí validace, že výcvik zůstal aktuální a efektivní.

### 2.3 Další faktory, které je třeba uvažovat pro provozní spolehlivost

Následující faktory musí být rovněž brány v úvahu:

- a. **Rozmezí**. Ať jsou podstata položky a rozsah smlouvy založené na ukazatelích jakékoliv, bude mezi uživatelem a dodavatelem existovat rozhraní. Podstata tohoto rozmezí může být navzájem odlišná při mírových činnostech, v operacích a ve válce. Musí se důkladně uvážit funkce vykonávané uživatelem a dodavatelem na každé straně rozhraní. Má-li být zabezpečení

differ. Since certain combinations of modifications could affect dependability, configuration management should always be performed.

- h. **Upgrades**: Any form of upgrade or improvement program should be managed with care, since both hardware and software changes could affect dependability. The measurement of performance parameters before and after upgrade will be very important to verify successful implementation. Such opportunities should always be used to improve dependability where possible.
- i. **Major Damage**: Major accidents and battle damage can affect the subsequent dependability of an item. Although an item may appear to be restored to full working order, over stresses, distortion and intermittent faults may well be overlooked. Examples might include heavy landings for aircraft, battle damages of vehicles and collisions for ships. Any item suffering significant damage should be clearly identified and treated as a special case when analysing dependability data.
- j. **Training**: Training for Users and Maintainers must keep pace with changes to item and procedures. External validation to ensure training remains up to date and effective should be carried out.

### 2.3 Other Factors to be Considered for In-Service Dependability

The following factors should be considered as well:

- a. **Boundaries**: Whatever the nature of an item and the extent of a performance-based contract, there will be an interface between the User and Supplier. The nature of this boundary may change between peacetime activities, operations and war. Serious consideration must be given to the functions carried out by the User and the Supplier on either side of the interface. If support is to be effective

<sup>3</sup> Upgrade = nová, vylepšená verze nebo nadstavba softwaru nebo hardwaru.

efektivní, je nezbytné, aby se tato rozmezí a odpovědnosti jasně definovaly ve smlouvě.

- b. **Řešení sporů.** Jestliže smlouva založená na ukazatelích nezahrnuje vše, může být nezbytné přezkoumat události za účelem určení, zda jejich nápravu postihuje smlouva. Většina z nich nebude pravděpodobně sporná, avšak určitá část bude vyžadovat formální vyřešení v rámci procesu řešení sporů.
- c. **Partnerství.** Jakkoliv dobře může být smlouva založená na ukazatelích napsána, budou vznikat nevyhnutelně problémy, které nebude možno předvídat. Proto, pokud je nutné vyvarovat se obtížím nebo je řešit ve vzájemné shodě, jsou nezbytné dobré pracovní vztahy založené na poctivosti a důvěře mezi uživatelem a dodavatelem.
- d. U jakékoliv položky zabezpečované pomocí smlouvy založené na provozních ukazatelích se má usilovat o udržení nebo o zvýšení úrovně spolehlivosti dosažených během vývoje. Smlouva má být flexibilní, s dobře definovaným rozmezím a má zahrnovat ujednání o přechodu pro případ ukončení nebo převodu.

it is essential that these boundaries and responsibilities are clearly defined in the contract.

- b. **Dispute Resolution:** If a performance-based contract is not fully inclusive, it may be necessary to review incidents, to determine whether rectification lies within the scope of the contract. Most are unlikely to be contentious; however, a proportion may need to be formally resolved under a dispute resolution process.
- c. **Partnership:** However well written a performance-based contract may be, issues will inevitably arise which have not been foreseen. Therefore, a good working relationship, based on honesty and trust between User and Supplier is essential if difficulties are to be avoided or resolved by mutual consent.
- d. Any item supported by an in-service performance-based contract should seek to sustain or enhance the levels of dependability achieved during development. Contracts should be flexible, with well-defined boundaries and include transition arrangements in case of termination or transfer.

### 3 PROVOZNÍ SPOLEHLIVOST

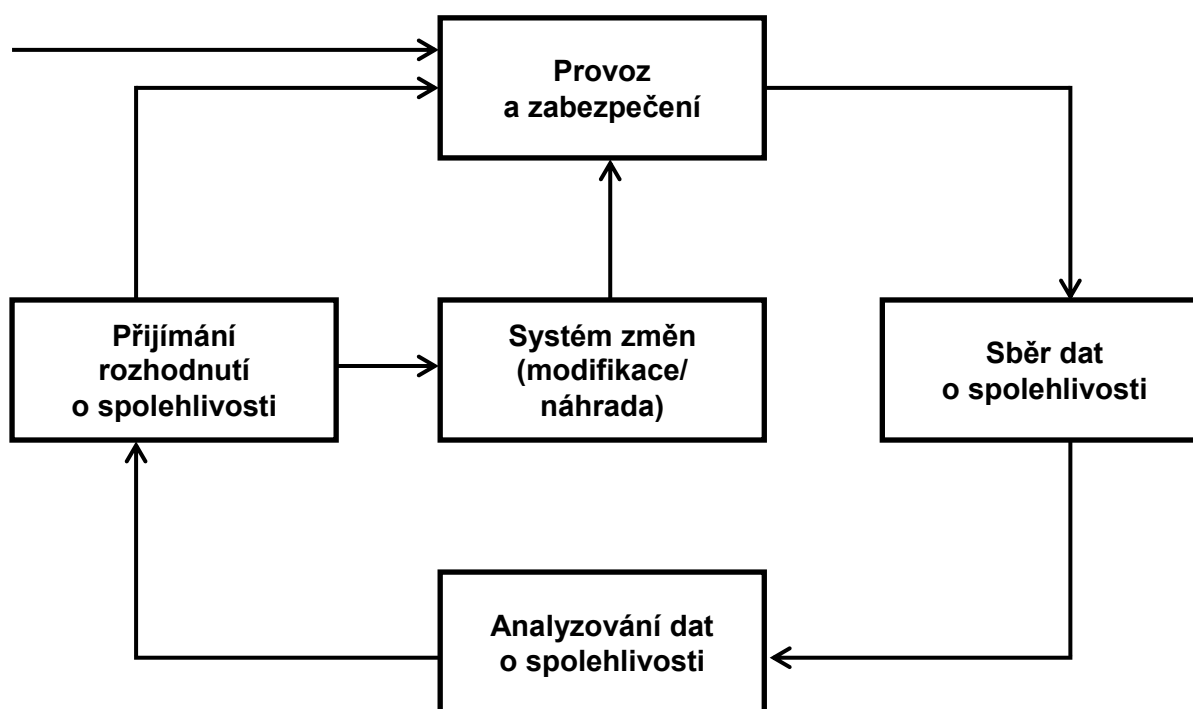
#### 3.1 Všeobecně

Řízení provozní spolehlivosti vyžaduje monitorování provedení prostřednictvím nepřetržitého procesu sběru dat z provozu a z údržby a analyzování dat, aby se získaly informace o významných událostech a trendech v provedení spolehlivosti. Zpracovaná data jsou používána při rozhodování o optimalizaci položky nebo jejího zabezpečení, přičemž je-li potřeba, jsou realizována opatření. Dosáhnout toho může být nákladné a časově náročné, avšak pokud se to neudělá, může to být mnohem nákladnější a může to vést ke snížení úspěchu úkolu a ke zvýšení nákladů na životní cyklus. Je proto nezbytné, aby byly předem dobře identifikovány cíle a procesy a byla přijata opatření pro jejich splnění efektivním způsobem. Tyto mají být uvedeny v plánu provozní spolehlivosti a zavedeny po celou dobu užitečného života položky. Proces řízení provozní spolehlivosti je znázorněn na obrázku 1.

### 3 IN-SERVICE DEPENDABILITY

#### 3.1 General

Managing in-service dependability requires the monitoring of performance through a continuous process of collecting data from operations and maintenance, analysing the data to extract information about significant events and trends in dependability performance. The processed data is used to make decisions on optimising the item or its support, taking action when required. It can be costly and time consuming to achieve this; however, failing to do so can be more costly and lead to a decrease in mission success and an increase in Life Cycle Cost. It is therefore essential that the objectives and processes are identified well in advance and arrangements made to meet them in an effective manner. These should be captured in an in-service dependability plan and implemented throughout the useful life of the item. The process for managing in-service dependability is shown in Figure 1.



Obrázek 1: Proces řízení provozní spolehlivosti



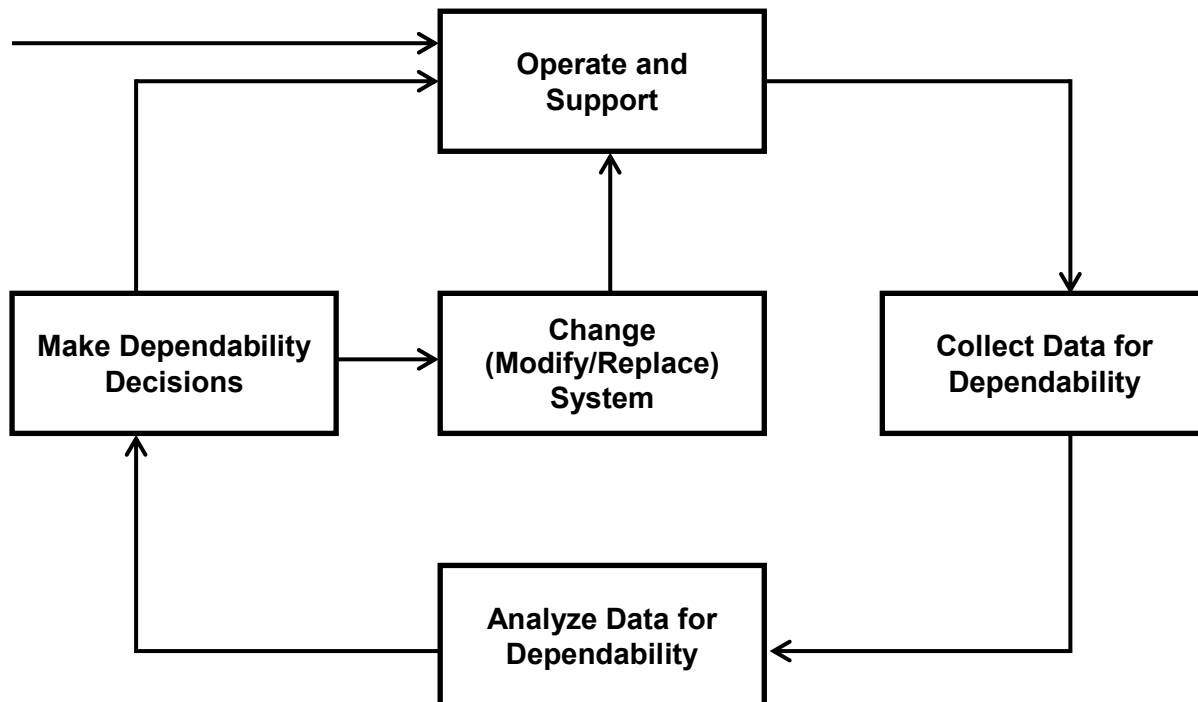


Figure 1: In-Service Dependability Management Process

### 3.2 Monitorování provozní spolehlivosti

1. Monitorování provozní spolehlivosti začíná zhodnocením rozsahu problémů s provedením spolehlivosti, které přísluší k řízení provozního materiálu. Je rozhodující, aby byl proces monitorování dat o spolehlivosti pro položku uvažován a navržen na počátku akvizice spíše, než zpětné inženýrství provozované položky.

2. Účelem monitorování provozní spolehlivosti je posoudit přiměřenost procesů zabezpečení na nepřetržitém základě tak, aby mohly být včas identifikovány oblasti zájmu nebo potenciálně škodlivé trendy. To umožní přijmout opatření dříve, než problémy začnou vážně ovlivňovat provoz a/nebo výdaje. Efektivní parametry, jako jsou výstup/ kapacita, pohotovost, bezporuchovost, náhradní díly a náklady na provoz a údržbu, jsou všechno adepti, pomocí kterých se monitoruje provedení.

3. Filosofie monitorování provedení používá standardní datové zdroje již dostupné pro jiné účely a využívá je pro účely monitorování provedení. Během monitorování provedení mají být vytvořeny zprávy o námitkách, které upozorní na výskyt jakýchkoliv anomálií nebo trendů, které se vyskytnou.

### 3.2 Monitoring In-Service Dependability

1. Monitoring in-service dependability begins with an appreciation of the range of dependability performance issues that are relevant to in-service materiel management. It is critical that the process for monitoring of dependability data is considered early during acquisition and designed into the item rather than reverse-engineering it when in-service.

2. The purpose of monitoring in-service dependability is to assess the adequacy of support processes on a continuous basis, so that areas of concern or potentially detrimental trends can be identified early. This permits action to be taken before problems begin to seriously impact operations and/or expenditures. Effective parameters such as output/capacity, availability, reliability, spares and operating & maintenance cost are all candidates for performance monitoring.

3. The performance monitoring philosophy makes use of standard data sources already available for other purposes and taps into them for performance monitoring purposes. The performance monitoring should generate exception reports, which highlight the occurrence of any anomalies or trends that occur.

### 3.2.1 Cíle

Cíle činnosti související s provozní spolehlivostí se mohou v závislosti na položkách a jejich různých rolích lišit, ale obecně budou zahrnovat jedno nebo více z následujících:

- a. kvantifikovat dosaženou spolehlivost,
- b. demonstrovat shodu se specifikovanými požadavky na spolehlivost,
- c. identifikovat faktory bránící položce v dosažení specifikované úrovně spolehlivosti,
- d. validovat předpoklady Profilu prostředí životního cyklu použité ve studiích předpovězené spolehlivosti,
- e. zlepšovat spolehlivost, což má zahrnout stimuly, pokuty nebo stanovení doplňkových cílů spolehlivosti cenově výhodným způsobem za použití specializovaných ujednání o záruce, je-li to vhodné,
- f. posoudit požadavky a schopnosti technologií, které jsou pro vojenskou službu nové a poskytnout informace pro uživatele a pro budoucí akvizici,
- g. posoudit efektivitu postupů údržby a zabudovaných zařízení, včetně výcviku personálu zabývajících se takovými úlohami při identifikování poruch,
- h. posoudit zbývajcí užitečný život položky,
- i. využít pozorovaných výsledků o spolehlivosti k tomu, aby poskytly vstupy pro ostatní funkce, jako je management zastarání, plánování obchodních aktivit a management konfigurace.

### 3.2.2 Záležitosti provozní spolehlivosti

1. Porozumět problémům řízení materiálů souvisejících s provedením provozní spolehlivosti je prvním zásadním krokem ve stanovení programu monitorování. Umožňuje zaměření na sběr dat o spolehlivosti a na program analýzy pomocí definování klíčových otázek, na něž se má odpovědět.

**2. Identifikace nedostatků v provedení spolehlivosti:** Uživatelé mají velký zájem na provedení spolehlivosti a iniciativní přístup k identifikování nedostatků bude

### 3.2.1 Objectives

The objectives of in-service dependability activity may vary between items and their different roles, but will generally include one or more of the following:

- a. To quantify the achieved dependability.
- b. To demonstrate compliance with specified dependability requirements.
- c. To identify the factors inhibiting an item from achieving the specified levels of dependability.
- d. To validate Life Cycle Environment Profile assumptions used in the predicted dependability studies.
- e. To improve dependability. This could include incentives, penalties, or the establishment of additional dependability goals in a cost effective manner with the use of specialised warranty arrangements if applicable.
- f. To assess the requirements and capabilities of technologies which are new to the military services and to provide information for the user and for future acquisitions.
- g. To assess the effectiveness of maintenance procedures and built-in equipment, including the training of personnel engaged in such tasks, in the identification of failures.
- h. To assess the remaining useful life of the item.
- i. To use the observed dependability results to provide inputs to other functions such as obsolescence management, business planning and configuration management.

### 3.2.2. In-Service Dependability Concerns

1. Understanding the materiel management issues related to in-service dependability performance is the vital first step in establishing a monitoring program. It provides the focus for the dependability data collection and analysis program by defining the key questions to be answered.

**2. The identification of deficiencies in dependability performance:** Dependability performance is of great concern to the users, and a proactive approach to identifying

neocenitelný pro udržení spokojenosti uživatele s položkami. Příklady nedostatků v provedení spolehlivosti zahrnují zhoršení spolehlivosti položky (vyšší intenzita poruch, neočekávané způsoby poruch, předčasné opotřebenění atd.), nadměrné náklady na údržbu (na součásti, lidskou sílu a další zdroje), vysoká intenzita falešných poplachů ze zařízení pro automatické testování a nízká pohotovost systému.

**3. Nepřetržitý tok dat o rutinním provedení:** Plánování zabezpečení vyžaduje aktualizaci, aby odrazilo aktuální realitu. Zabezpečení nové položky je zpočátku navrženo pomocí prognóz vytvořených v procesu návrhu a často založených na obecných datech. K včasnému provedení úprav v systému zabezpečení, aby se vyhnulo nedostatku zdrojů nebo přeinvestování do zásob, jsou nutné informace o aktuálním provedení z provozu. To pokračuje v průběhu života položky. Pro naplnění těchto potřeb jsou požadovány informace o věcech, jako jsou spotřeba součástí, využití vybavení a zařízení pro zabezpečení a projektovaný život položky.

**4. Plánování údržby:** Plány údržby vytvořené během akvizičního procesu musí být validovány z pohledu jejich využitelnosti a efektivnosti v reálném světě a podle potřeby racionalizovány, aby odrážely zkušenost získanou během doby provozování. To zahrnuje i takové problémy, jako je intenzita monitorování poruch způsobených údržbou, aby se získaly důkazy o nedostacích při výcviku nebo postupech, jako je přezkoumání limitů života komponent ve světle rostoucí zkušenosti a jako je hodnocení efektivity strategií údržby, včetně příležitostí těžit z nové prediktivní údržby a diagnostických technik.

**5. Data o provedení spolehlivosti:** Jsou vyžadována pro podporu rozhodnutí o tom, jak nejlépe vyřešit identifikované problémy. Proces vývoje systému obsahuje volby modifikace/upgrade, prodloužení života, a náhrad. Dobře zvolená historická data o spolehlivosti mohou být užitečná pro zajištění, že navrhovaná řešení pokrývají všechny opravdové problémy a pro hodnocení pravděpodobného dopadu rozhodnutí na provedení spolehlivosti a náklady životního cyklu.

deficiencies will be invaluable in keeping them satisfied with their items. Examples of dependability performance deficiencies include item reliability degradation (higher failure rates, unexpected failure modes, premature wearout and so on), excessive maintenance costs (for parts, manpower, and other resources), high false alarm rates from automated test equipment, and low system availability.

**3. Continuous flow of routine performance data:** Support planning needs to be updated to reflect current realities. The support for a new item is initially designed using predictions developed in the design process that are often based on generic data. Information on actual field performance is needed so that adjustment can be made to the support system in time to avoid resource shortages or over-investment in inventory. This continues through the life of the item. To meet these needs, information related to issues such as part consumption, support equipment and facility utilisation, and the projected service life of the item is required.

**4. Maintenance planning:** Maintenance plans developed during the acquisition process must be validated for their applicability and effectiveness in the real world, and rationalised where necessary to reflect experience gained during the in-service period. This will involve such issues as monitoring rates of maintenance-induced failures for evidence of shortfalls in training or procedures, reviewing component life limits in light of growing experience, and evaluating the effectiveness of maintenance strategies, including opportunities to benefit from new predictive maintenance and diagnostic techniques.

**5. Dependability performance data:** This is required to support decisions on how best to resolve the problems that have been identified. The system evolution process encompasses modification/upgrade, service life extension and replacement choices. A good foundation of historical dependability data can be useful to ensure that proposed solutions address all the right problems, and to evaluate the likely impact of decisions on dependability performance and life cycle cost.

6. Zatímco každodenní problémy managementu materiálu mají obvykle dominující zaměření, je také důležité připravit se na budoucnost. Data o provedení provozní spolehlivosti mohou hrát důležitou roli ve formování koncepce a akvizice budoucích akvizičních programů. Mohou poskytovat cíle provedení pro technické specifikace a identifikovat důležité získané zkušenosti.

### 3.3 Sběr dat o spolehlivosti

#### 3.3.1 Účel a cíle

1. Účelem sběru dat je vytvářet informace, které umožní kvalifikovaná rozhodnutí, která by mohla vést ke zlepšení položek a procesů v jakékoliv organizaci. Sebraná data, spolu s vhodnou analýzou, uzavírají znalostní zpětnou vazbu k návrhu, výrobě a provozu. Dílčími cíli mohou být minimalizace rizik, optimalizace nákladů nebo kontrola shody s danými požadavky. Data se mají sbírat za tímto účelem: umožnit analýzu, zaměřenou na zvyšování porozumění provozu a poruchám položky a využití těchto znalostí pro metu nebo cíl. Bez definování cíle budoucí analýzy dat a využití jejích nálezů, se sběr dat pravděpodobně stává bezúčelným a přehlédne důležitá data, připustí zkomolení dat nebo může vést k mrhání časem a zdroji tím, že zahrne data, která jsou málo přínosná.

2. Při plánování sběru dat během akviziční fáze je třeba vzít v úvahu několik otázek, aby se určily požadavky na spolehlivost. Je důležité mít na paměti, že základním důvodem pro provádění sběru dat, jako úlohy spolehlivosti, je zlepšit kvalitu produktu, monitorovat provedení, modifikovat zabezpečení, aby se stanovilo, zda je dosaženo požadované spolehlivosti, identifikovat nedokonalosti v analýze kořenové příčiny vedoucí ke zlepšení produktu pomocí modifikování, zlepšit provedení, a v dlouhodobějším měřítku zlepšit kvalitu služby.

3. Tento účel vede k potřebě porozumět všem nákladům spojeným s jednotlivým projektem. Tyto náklady jsou známy jako náklady životního cyklu a zahrnují veškeré náklady zahrnuté do návrhu, výroby, užívání a likvidace položky. Sběr dat hraje úlohu při identifikaci těchto nákladů, poněvadž

6. While the day-to-day issues of material management have a way of dominating the focus, it is also important to prepare for the future. Data on in-service dependability performance can play an important role in shaping the concept and acquisition of future acquisition programmes. It can provide performance targets for technical specifications and identify important "lessons learned".

### 3.3 Data Collection for Dependability

#### 3.3.1. Aim and Objectives

1. The aim of data collection is to generate information to make informed decisions which could lead to improvement of items and processes in any organisation. Collected data with appropriate analysis close the learning loop back to design, manufacturing and service. Sub-targets can be risk minimisation, cost optimisation or the check for conformity with given requirements. Data should be collected for a purpose: to enable analysis, focused on increasing understanding of item operation and failure, and application of this knowledge to a goal or objective. Without a definition of the objective for the future data analysis and the application of its findings, collection of data is likely to be aimless and will omit important data, allow corruption of data, or may waste time and resources by including data that offer little benefit.

2. While planning data collection during the acquisition phase, several questions have to be considered to determine dependability requirements. It is important to remember that the underlying reason for performing data collection as a dependability task is to improve product quality, monitor performance, modify support, to determine if required reliability is achieved, identify deficiencies for root cause analysis leading to product improvement by modification, to improve performance and, in the longer term, to improve quality of service.

3. This aim leads to the need to understand all the costs associated with a particular project. These costs are known as the life cycle costs and include all costs involved in the design, manufacture, use and disposal of an item. Data collection plays a part in the identification of these costs since it allows

umožňuje managementu provádět posouzení takových věcí, jako je poměr cena-výkon, efektivita nákladů a náklady životního cyklu.

### 3.3.2 Proces sběru dat

1. Úplný a přesný sběr dat o spolehlivosti je klíčem k řízení provedení provozní spolehlivosti. Data jsou surovým materiálem, který umožní přijímat kvalifikovaná rozhodnutí týkající se všech problémů spolehlivosti diskutovaných výše. Sběr správných dat a jejich důsledný sběr v průběhu doby je základem dobrého programu monitorování provedení spolehlivosti. Nekompletní, nepřesné nebo sporadicky sbírané informace vytváří více otázek než odpovědí a jsou pravděpodobně největším důvodem, proč je mnoho programů monitorování provozní spolehlivosti s pocitem marnosti opuštěno.

2. Aby byla umožněna analýza spolehlivosti, potřebujeme při sběru dat zaznamenávat tři základní druhy dat:

- a. **Data o užívání** popisují, jak moc je položka užívána a za jakých podmínek toto užívání probíhá. Poskytuje kontext pro data o poruchách a údržbě.
- b. **Data o poruchové události** zachycují podrobnosti každé poruchy – co se stalo, kdy a kde se to stalo, proč/jak se to stalo a jaký to mělo dopad.
- c. **Data o zásahu údržby** popisují veškeré provedené zásahy údržby po poruše a preventivní údržby – co se udělalo, jaké zdroje (časové a materiální) byly spotřebovány a jak uspokojivé byly výsledky.

3. Jestliže uživatel nebo dodavatel již má osvědčený systém sběru dat, pak není zapotřebí, aby měl (jedno)účelový systém pro sběr dat o spolehlivosti.

#### 3.3.2.1 Data o užívání

1. Vytvoření srozumitelného obrázku o provedení spolehlivosti je možné jedině tehdy, jsou-li dostupná úplná data o používání, která umožní dát události do souvislosti. Například je důležité vědět, zda jakékoliv speciální faktory (jako jsou neobvyklé provozní podmínky nebo změna úkolu/funkce) mohly mít vliv na provoz.

management to make assessments of such things as value-for-money, cost effectiveness, and life-cycle cost.

### 3.3.2. Data Collection Process

1. A comprehensive and accurate dependability data collection process is the key to managing in-service dependability performance. Data is the raw materials that allow informed decisions to be made regarding all of the dependability issues discussed above. Collecting the right data, and collecting it consistently over time, is the foundation of a good dependability performance monitoring program. Incomplete, inaccurate or sporadically-collected information generates more questions than answers, and is probably the biggest reason that many in-service dependability monitoring programs are abandoned in frustration.

2. Data collection to enable dependability analysis needs to record three basic types of data:

- a. **Usage data** describes how much the item has been used, and under what conditions the usage occurred. It provides a context for the failure and maintenance data.
- b. **Failure event data** captures the details of each failure - what happened, when and where it happened, why/how it happened and what impact it had.
- c. **Maintenance action data** describes all corrective (CM) and preventive (PM) maintenance actions performed - what was done, what resources (time and materiel) were consumed and how satisfactory were the results.

3. If the User or Supplier already has a proven data collection system, then there is no need for a dedicated system for collecting dependability data.

#### 3.3.2.1. Usage Data

1. Forming a coherent picture of dependability performance is only possible when comprehensive data on usage is available to put events in context. For example, it is important to see whether any special factors (such as unusual operating conditions or a change in mission/role) may have had an effect on operation. All usage

Mohou se zaznamenat všechna data o užívání. Zohlednění pouze porouchaných položek může výsledky přehnaně pesimisticky zkreslit.

2. Data o užívání jsou obvykle sbírána elektronicky pomocí transakcí<sup>4</sup> údržby. Z těchto transakcí údržby mohou zprávy poskytovat historický záznam o používání a o událostech, jak bylo definováno uživatelem. Některé z nejdůležitějších informací, které se mají sbírat, zahrnují:

- a. **Provozní doba/využití:** (ke stanovení schémat používání v čase a napříč strojovým parkem) má být v pravidelných intervalech zaznamenán kumulovaný provozní čas (nebo další míra využití). Má být zachycen jakýkoliv zásah, který pozměňuje záznamy o provozní době (např. nahrazení počítadla ujetých kilometrů).
- b. **Informace související s pohotovostí:** má být zaznamenán stav položky (použitelný, pohotovostní nebo nepoužitelný, s příčinou nepoužitelnosti), pro umožnění výpočtu doby, strávené v každé kategorii.
- c. **Události:** má být zaznamenán (s křížovými odkazy na související zprávy) výskyt všech událostí (např. poruch, zásahů údržby, generálních oprav a kontrol). Mají být také zaznamenány hlavní změny provozní role (např. převod z provozu na výcvik) nebo umístění (např. nasazení v Arktidě), aby poskytly historické informace o provozu, kterým v průběhu času prošla.
- d. **Data o prostředí:** mají být zaznamenána data o prostředí, jako jsou teplota, vlhkost a šoky, aby poskytly historickou informaci o prostředích, v nichž se v průběhu času osvědčila.
- e. **Konfigurace:** mají být zaznamenány změny ve stavu konfigurace (např. začlenění stálých nebo dočasných modifikací/upgradů), aby se identifikoval fyzický stav položky.
- f. **Jedinečná identifikace:** má-li položka jedinečné identifikační číslo, má být za-

data should be recorded. Considering only the items that have failed can skew the results in an unreasonably pessimistic way.

2. Usage data is usually collected electronically through the maintenance transactions. From these maintenance transactions, reports can provide historical record of the usage and events as defined by the user. Some of the most important information to be collected includes:

- a. **Operating Time/Usage:** the accumulated operating time (or other usage measure) should be recorded at regular intervals (this is used to establish usage patterns over time and across the fleet). Any actions, which alter operating time records (for example, odometer replacement), should be captured.
- b. **Availability Related Information:** item status (up, standby or downtime, with reasons for downtime) should be recorded to allow the time spent in each category to be computed.
- c. **Events:** the occurrence of all events (for example, failures, maintenance actions, overhauls and inspections) should be recorded (with a cross-reference to the associated reports). Major changes to the operating role (for example, transfer from operations to training) or location (for example, deployment to the Arctic) should also be recorded, to provide historical information about the operation experienced over time.
- d. **Environmental data:** Environmental data such as temperature, humidity and shocks should be recorded to provide historical information about the environments experienced over time.
- e. **Configuration:** changes in the configuration status (for example, incorporation of permanent or temporary modifications/upgrades) should be recorded to identify the physical status of the item.
- f. **Unique Identification:** If an item has a unique identification number, it should

<sup>4</sup> **Transakce** je činnost jedné položky dat zahrnující vstup položky dat do počítače, vlastní zpracování položky a výstup výsledku zpracování.

znamenáno. Tato data mohou být používána ke zjištění historie položek, když se analyzuje jejich použití.

### 3.3.2.2 Data o poruchové události

1. Smysluplná analýza poruchových událostí vyžaduje co nejvíce možných kvalitativních i kvantitativních informací o každé události, včetně okolností doprovázejících její výskyt, vlivů, které byly pozorovány a jakékoli příčiny, která byla případně stanovena. Informace budou zapotřebí, při jejich třídění za účelem analýzy, pro hledání speciálních faktorů, které k nim mohly přispět a pro posouzení efektivity strategie preventivní údržby. Je důležité zaznamenat data o všech událostech, včetně událostí, kde nebyla nalezena žádná porucha nebo kde byla údržba provedena rychle a bez spotřeby součástí. Takové události často poskytují důležitá vodítka týkající se následných poruch.

2. Data o poruchách jsou často sbírána (jedno)účelovou zprávou o poruše, ale data o poruše a údržbě mohou stejně tak dobře být kombinovány v jediné zprávě. Data o poruše je nejlépe sbírat někým, kdo zpozoroval nebo objevil poruchu, ale příčina poruchy má být verifikována personálem pro údržbu nebo jiným technickým personálem. Některé důležité informace, které jsou sbírány o každé poruchové události, zahrnují:

- a. **Popis:** má se podat krátký popis poruchy pro stručné vyjádření události (to bývá často první část informace zkoumaná někým, kdo hledá schémata, a tedy je třeba, aby byla jasná a stručná), spolu s křížovými odkazy na jakékoliv související poruchové události (jako je primární porucha, která způsobila tuto poruchovou událost nebo sekundární poruchy, které byly poruchovou událostí vyvolány).
- b. **Identifikace:** musí být zaznamenán název a identifikační/registrační číslo hlavního systému (např. vozidlo, letadlo, loď atd.), v němž došlo k poruše.
- c. **Čas výskytu:** musí být zaznamenány datum a čas (ukazující, zda to znamená čas, kdy se porucha vyskytla, nebo čas,

be recorded. This data can be used to establish the history of the items when analysing its usage.

### 3.3.2.2. Failure Event Data

1. Meaningful analysis of failure events demands as much qualitative and quantitative information as possible about each event, including the circumstances surrounding its occurrence, the effects that were observed and any cause that was eventually established. The information will be needed when grouping them for analysis, when looking for special factors that might have contributed to them, and when assessing the effectiveness of preventive maintenance strategies. It is important to record data on all events, including events where no fault was found, or where maintenance was performed quickly and without consuming parts. Such events often provide important clues about subsequent failures.

2. Failure data are often collected on a dedicated failure report, but failure and maintenance data may equally well be combined in a single report. Failure data are best captured by someone who observed or discovered the failure, but the cause of the failure should be verified by maintenance or other technical personnel. Some of the important information to be captured on each failure event includes:

- a. **Description:** a brief description of the failure should be provided to summarise the event (this will often be the first piece of information examined by anyone looking for failure patterns, so it needs to be clear and concise), along with a cross-reference to any related failure events (such as a primary failure that caused this failure event, or secondary failures that were triggered by the failure event).
- b. **Identification:** the name and identification/registration number of the major system (for example, vehicle, aircraft, ship, etc.) sustaining the failure must be recorded.
- c. **Time of Occurrence:** the date and time of the failure must be recorded (indicating whether this represents the time that the

kdy byla porucha odhalena), stejně tak kumulovanou dobu provozu systému (včetně veškerých hodin/metrů souvisejících s použitím porouchané položky). To je nezbytné k chronologickému seřídění poruch nebo seřídění podle stáří poruchy a jejich uvedení do historického kontextu s podmínkami používání systému.

- d. **Podmínky převládající v čase:** mají být zaznamenány hlavní provozní podmínky a podmínky prostředí v čase poruchy, se zdůrazněním čehokoliv, co mohlo způsobit významné/neobvyklé zatížení porouchané položky.
- e. **Metody zjišťování:** má být zachycen způsob, jakým byla zjištěna porucha, pro použití při validaci strategií preventivní údržby a při zlepšování diagnostických metod.
- f. **Vlivy výskytu:** mají být zaznamenány vlivy poruch na porouchanou položku a na provedení systému, aby se umožnilo posouzení vážnosti/kritičnosti poruchy a aby se validovala analýza údržby zaměřené na bezporuchovost.
- g. **Kořenová příčina:** má být zaznamenána příčina poruchy (včetně přičtení poruchy hardwaru, softwaru, chybě operátora, chybě údržby, nehodě atd.), včetně prvních dojmů nebo podezření uživatelů a osob z první linie údržby, stejně jako jakékoli potvrzení opatřené vyšetřováními poruchy nebo následné údržby (mají být zahrnuty nálezy jako „nelze zopakovat“, „poruchový stav nebyl nalezen“ nebo „retestování je OK“). To je rozhodující, když se sdružují poruchy pro analýzu.
- h. **Zotavení:** má být zachycen zásah provedený k nápravě poruchy, včetně jakýchkoli prvních kroků, které uživatel podnikl k obnovení schopnosti plnit úkol, jakož i údržba, provedená k navrácení položky do provozuschopného stavu.
- i. **Doplňková data:** některé druhy poruch, jako jsou softwarové poruchy, mohou vyžadovat zachycení doplňkových informací, možná vyžadující stažení těchto informací, aby pomohly při řešení a izolování problému.

### 3.3.2.3 Data o zásazích údržby

Data o zásazích údržby popisují všechny

failure occurred, or the time it was discovered), as well as the accumulated system operating time (including all clocks/meters related to usage of the failed item). This is necessary for ordering failures chronologically or by age at failure, and placing them in a historical context in terms of system usage.

- d. **Conditions Prevalent at the Time:** the major operating and environmental conditions at the time of failure should be recorded, emphasizing anything that might have put significant/unusual stress on the failed item.
- e. **Detection Methods:** the manner in which failure was detected should be captured for use in validating preventive maintenance strategies and refining diagnostic methods.
- f. **Effects of Occurrence:** the effects of failure on the failed item and on system performance should be recorded to permit assessment of failure severity/criticality and to validate RCM analysis.
- g. **Root Cause:** the cause of the failure (including attribution to hardware, software, operator error, maintainer error, accident, etc) should be recorded, including the initial impressions or suspicions of Users and first line maintenance personnel, as well as any confirmation provided by failure investigations or further maintenance (“cannot duplicate”, “no fault found” or “re-test ok” findings should be included). This is vital when grouping failures for analysis.
- h. **Recovery:** the action taken to remedy the failure should be captured, including any initial steps taken by Users to restore mission capability, as well as maintenance performed to return the item to a serviceable state.
- i. **Additional Data:** some types of failures, such as software failures, may require the capture of additional information, perhaps requiring downloading of this information to assist in troubleshooting and problem isolation.

### 3.3.2.3. Maintenance Action Data

Maintenance action data describes all



provedené zásahy údržby po poruše a preventivní údržby. Některé z důležitých informací, které jsou zachycovány při každém zásahu údržby, zahrnují:

- a. **Identifikace úlohy:** musí být krátce popsána úloha údržby spolu s důvodem jejího provedení (např. odkaz na zprávu o poruše – v případě zásahu údržby po poruše, nebo plán preventivní údržby – v případě preventivní údržby).
- b. **Doba trvání úlohy:** má být zaznamenáno trvání údržby, spolu s kalendářním datem a časem, kdy byla činnost zahájena a ukončena. Má být také identifikován zdroj a trvání jakýchkoliv zpoždění, ke kterým dojde před nebo během práce.
- c. **Spotřebovaná práce:** údržbářem mají být identifikovány lidské zdroje pro údržbu potřebné k provedení úlohy, včetně odbornosti a úrovně dovednosti, stejně tak i vynaložená práce.
- d. **Spotřebované součásti:** má být uveden seznam s uvedením identity a množství v úloze spotřebovaných součástí a má být zaznamenáno nakládání s opravitelnými položkami. Má-li náhradní díl nebo díl pro opravy jedinečnou identifikaci, má být zaznamenána identita odstraněných a nahrazených součástí.
- e. **Problémy:** mají být zaznamenány jakékoliv problémy se zdroji pro údržbu (např. nesprávná diagnostika nebo postupy údržby, nevhodné nástroje nebo zařízení pro testování, vadné náhradní díly nebo díly pro opravy nebo nedostatečný výcvik).

### 3.3.3 Problematika sběru dat

1. Existuje několik obecných principů, které mohou značně přispět k úspěchu systému sběru dat o spolehlivosti, všechny se zaměřují na kvalitu dat. Bez kvalitních dat budou analýzy provedení spolehlivosti produkovat nesprávné výsledky (pokud vůbec mohou něco poskytnout), které mohou vést k neoprávněnému uspokojení nebo bezdůvodným starostem. V obou případech bude navržen špatný postup.

2. Jednoduché transakce, které lze rychle dokončit, jsou důležitou cestou, jak zabezpečit včasný sběr dat. Každá otázka má být

corrective (CM) and preventive (PM) maintenance actions performed. Some of the important information to be captured on each maintenance action includes:

- a. **Task Identification:** the maintenance task must be described briefly, along with the reason for performing it (for example, a reference to a failure report for a corrective maintenance action, or to a preventive maintenance schedule for preventive maintenance).
- b. **Task Time:** the duration of the maintenance should be recorded, along with the calendar date and time that the action started and finished. The source and duration of any delays encountered before or during the work should also be identified.
- c. **Labour Consumed:** the maintenance manpower required to perform the task should be identified by maintainer, including trade and skill level as well as labours expended.
- d. **Parts Consumed:** the identity and quantity of parts consumed by the task should be listed, and the disposition of repairable items should be recorded. If a spare or repair part has a unique identification, the identity of the parts removed and replaced should be recorded.
- e. **Problems:** any problems with maintenance resources (for example, incorrect diagnostic or maintenance procedures, inadequate tools or test equipment, defective spare or repair parts, or insufficient training) should be recorded

### 3.3.3. Data Collection Issues

1. There are several general principles that can contribute greatly to the success of a dependability data collection system, all of them focusing on data quality. Without good data quality, dependability performance analyses will produce misleading results (if they can provide anything at all), which can lead to unjustified complacency or unwarranted concern. Either way, the wrong course of action will be suggested.

2. Simple transactions, quick to complete, are an important way to ensure the timely collection of data. Each question should be

i pro nového uživatele jasná. Kdekoliv je to možné, by k minimalizaci datových vstupů mohla být využívána předdefinovaná zaškrťovací okna a kódy. Zahlcení daty zatěžuje uživatele, vede ke špatné kvalitě dat, neboť uživatelé jsou frustrováni otázkami, které nejsou vhodné pro jejich situaci, nebo požadují více informací, než uživatelé mají. Kvalita dat je mnohem důležitější, než jejich množství.

3. Všechno úsilí se má věnovat vyhnutí duplikování datových vstupů. Například je-li zpráva o údržbě použita také pro autorizaci práce a pro objednání součástí, spíše to zefektivní pracovní zátěž, než aby jí to přidalo.

4. U elektronického sběru dat je nutno vzít v úvahu požadavky na šířku pásma, bezpečnostní problémy, problémy s uchováním atd.

5. Vždy bude existovat určitý stupeň odchylek v kvalitě sbíraných dat – mezi jednotkami, mezi uživateli a pro stejné uživatele v různých časech (v závislosti na pracovní zátěži, přístupu a výcviku). Proces sběru dat má být stále auditován, aby se posoudila kvalita dat a poukázalo se na oblasti, které vyžadují zlepšení nebo posílení, aby se s problémy šlo vypořádat dříve, než je systém nenapravitelně narušen nevěrohodnými daty.

### 3.4 Analýza dat o spolehlivosti

1. Ať jsou data používána pro běžné monitorování provedení nebo pro více zaměřené vyšetřování, je třeba je přezkoumat z hlediska kompletnosti a klasifikovat je ve shodě s logikou a strukturou procesu. Metoda pro provedení tohoto procesu je popsána v ADMP-03. Zavedením tohoto procesu se ze sebraných dat stávají informace, což se může stát inspirací pro proces rozhodování.

2. Existuje mnoho druhů informací, které mohou být získány z dat a také odpovídajících voleb analýzy a metod prezentace. Analýza dat může pomoci při identifikaci hlavních přispěvatelů k problému (např. co způsobuje většinu těchto poruch?). Může také odhalit, jaké faktory mají významný dopad na problém (například napomůže řízení nebo kompenzace tohoto faktoru k vyřešení problému?). Analýza dat v průběhu času pomáhá detekovat odchylky nebo

clear, even to a new user. Pre-defined check boxes and codes could be used to minimise data entry wherever is possible. Over-collecting data is a burden to the user, it leads to poor data quality as they become frustrated with questions that are not applicable to their situation, or require more information than they have. Data quality is more important than data quantity.

3. Every effort should be made to avoid the duplication of data entry. For example, if a maintenance report is also used for work authorisation and for ordering parts, it will streamline the workload rather than add to it.

4. Data collected electronically needs to consider bandwidth requirements, security issues, storage issues and so on.

5. There will always be some degree of variation in the quality of data collection -- between units, between users, and for the same user at different times (depending on workload, attitude and training). The data collection process should be routinely audited to assess data quality and point out areas that need improvement or reinforcement, so that problems can be addressed before the system is irretrievably corrupted with unreliable data.

### 3.4 Data Analysis for Dependability

1. Whether data is used for routine performance monitoring or for more focused investigations, it needs to be reviewed for completeness and classified according to a logical and structured process. A method for executing this process is described in ADMP-03. Implementing this process is how the “collected data” becomes “information” that can be used to inform the decision making process.

2. There are many types of information that can be extracted from data, and a corresponding selection of analysis and presentation methods. Data analysis can help to identify the major contributors to a problem (for example, what is causing most of these failures?). It can also reveal which factors have a significant impact on a problem (for example, will controlling or compensating for this factor help to fix the problem?). Data analysis over time helps to

anomálie, které mají být zkoumány (například je zapotřebí u něčeho, co se právě stalo, pozornosti/vysvětlení?). Také identifikuje trendy v průběhu času (například prochází tento proces neustálou změnou ze svého obvyklého stavu?). Relativně jednoduché analytické metody zahrnují Paretovu analýzu, stratifikaci, distribuční diagramy a regulační diagramy. Informace o dalších pokročilých technikách (jako je analýza rozptylu) lze najít v textech o statistice a prokazování kvality. Data o spolehlivosti mohou být používána s technikami jako je analýza kořenové příčiny (RCA), analýza údržby zaměřená na bezporuchovost (RCM) a údržba podle (technického) stavu (diagnostická údržba) (CBM). Pro zautomatizování těchto analýz jsou k dispozici rozmanité softwarové balíčky pro statistickou analýzu. Mezinárodní elektrotechnická komise (IEC) nabízí několik publikací (pomocí publikačních standardů technické komise TC-56 o managementu spolehlivosti), které přímo vysvětlují, jak tyto techniky používat.

3. Pro použití je k dispozici široký rozsah měření spolehlivosti, ale jejich výběry se mohou měnit od projektu k projektu, v závislosti na typu a funkci položky, potřebách uživatelů a dostupných zdrojích dat. Na nejvyšší úrovni mohou být tyto metriky seskupeny podle typických měř v managementu spolehlivosti, jako je bezporuchovost, udržovatelnost, pohotovost, testovatelnost, údržba a bezpečnost, a další podrobnosti lze nalézt v ČOS 051667.

### 3.5 Přijímání rozhodnutí

#### 3.5.1 Všeobecně

1. Jakmile byl při analýze identifikován problém týkající se spolehlivosti, následujícím krokem je stanovení, zda může být uděláno něco pro zlepšení situace. Rozhodnutí budou zaměřena na vyhovění požadavkům na provozní efektivnost a maximalizaci efektivnosti nákladů v průběhu zbývajících života.

2. Obrázek 2 níže ukazuje proces pro identifikaci zlepšení spolehlivosti, která se vyplatí zařadit do programu.

detect deviations or anomalies that should be investigated (for example, has something just happened that needs attention/explanation?). It also identifies trends over time (for example, is this process undergoing a permanent change from its usual state?). Relatively simple analysis methods include Pareto analysis, stratification, scatter diagrams, and control charting. Information on additional advanced techniques (such as Analysis of Variance) can be found in texts on statistics and quality assurance. Dependability data can be used with techniques such as Root Cause Analysis (RCA), Reliability Centred Maintenance Analysis (RCM), and Condition Based Maintenance (CBM). A variety of statistical analysis software packages are available to automate these analyses. The International Electrotechnical Commission (IEC) offers several publications (through the Technical Committee (TC-56) publications standards on Dependability Management) that directly explain how to use these techniques.

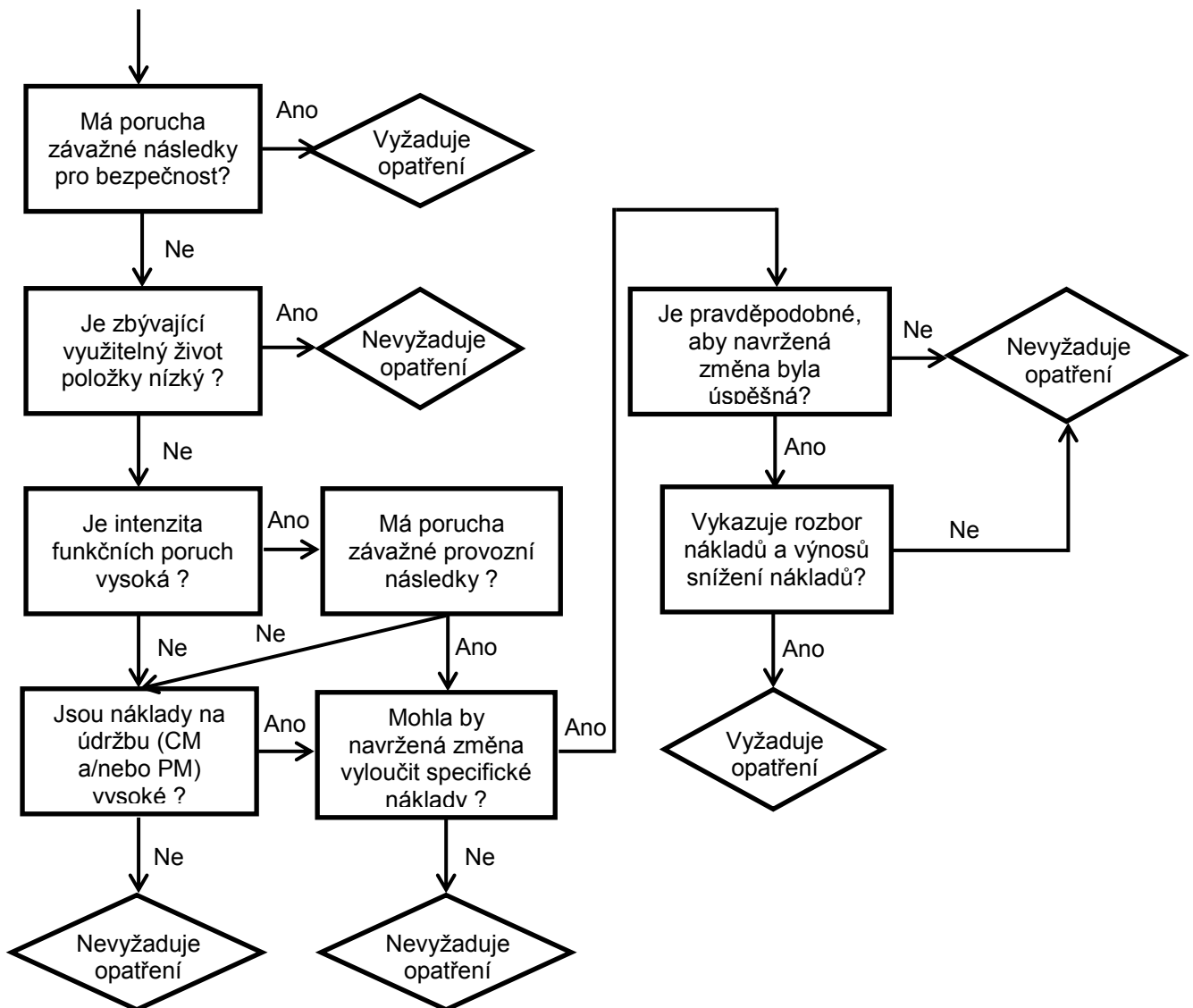
3. A wide range of dependability measures are available for application, but selections will vary from project to project, depending on the type and function of the item, the needs of the users and the available data sources. At the top level, these metrics can be grouped under the typical measures under dependability management such as reliability, maintainability, availability, testability, maintenance, and safety, and more details can be found in ADMP-01.

### 3.5 Making Decisions

#### 3.5.1. General

1. Once a dependability problem has been identified in analysis, the next step is determining if anything can be done to improve the situation. Decisions will seek to satisfy operational effectiveness requirements and maximise cost effectiveness over the remaining service life.

2. Figure 2 below shows a process for identifying which dependability improvements are worth including in a program.



Obrázek 2: Proces rozhodování o zlepšení spolehlivosti

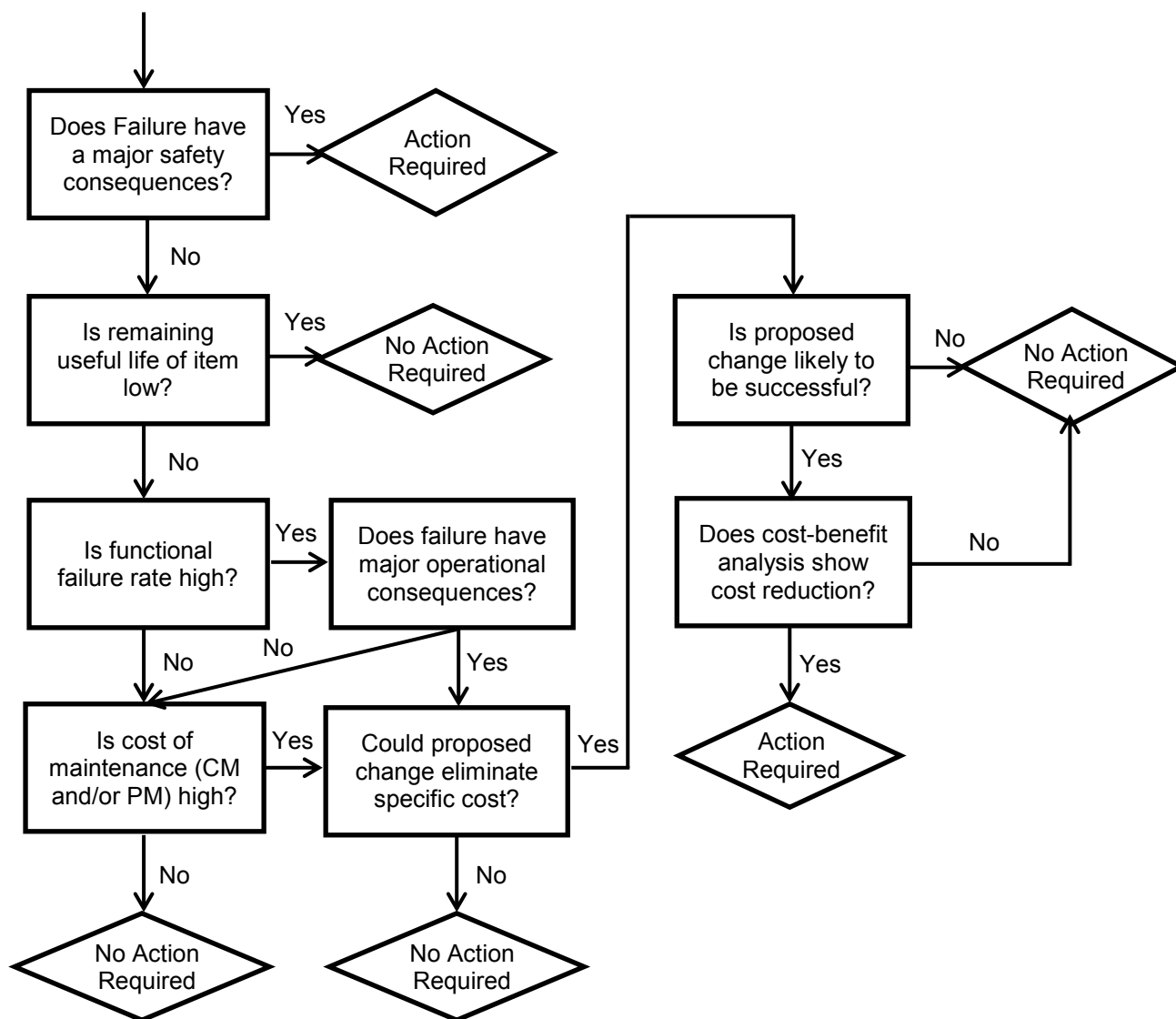


Figure 2: Dependability Improvement Decision Process

3. Každá změna dává šanci na zlepšení provedení, ale také představuje riziko jeho neúmyslného poškození. Pečlivé provádění managementu projektu je příznivé pro zlepšování a minimalizuje sankce. Veškeré úvahy, na něž se narazí během návrhu položky, mohou z hlediska spolehlivosti vstoupit znovu do hry. Každá změna musí být vyhodnocena s ohledem k jejímu dopadu na provedení spolehlivosti. Je však prospěšné pracovat na vyzrálém, zavedeném systému. Záznamy o monitorování provedení a další indikátory provedení spolehlivosti mohou poskytnout seznam největších nedostatků, kterým

3. Any change provides a chance to improve performance, and also a risk of inadvertently damaging it. Careful project management fosters the improvements and minimises the penalties. From a dependability perspective, all of the considerations encountered during the item design come into play again. Every change must be evaluated for its impact on dependability performance. However, there is a benefit to working on a mature, fielded system. Performance monitoring records and other dependability performance indicators can provide a list of the biggest shortcomings faced by users under actual field conditions.

uživatel čelí ve skutečných podmínkách provozu.

### 3.5.2 Možnosti zásahu údržby po poruše

1. Možnosti zásahu údržby po poruše, jako jsou lepší preventivní údržba, modifikace návrhu a procesu, generální oprava, prodloužení života nebo náhrada, budou závislé na tom, co je technologicky proveditelné nebo nákladově efektivní.

2. Zlepšování v programu údržby může vést ke snížení rizika vystavení se následkům poruchy položky nebo snížení nákladů na údržbu bez ohrožení spolehlivosti. Modifikace nebo upgrade položky může zlepšit provedení spolehlivosti vyřešením hlavních problémů. Program prodloužení života může obnovit položku tím, že se problémy opotřebením odsunou do nějakého okamžiku v budoucnosti. Náhrada položky by mohla eliminovat problémy se spolehlivostí spojené se starou technologií nebo nedostatečným návrhem a umožnila by začít znova. Není však vždy možné vyřešit problém a uživatel s tím musí jednoduše žít.

### 3.5.3 Život s problémy se spolehlivostí

1. V některých případech mohou být identifikovány problémy s provedením spolehlivosti, ale neexistují použitelné možnosti, jak je vyřešit. Může se to stát, když nelze identifikovat technické řešení, nebo když nutné řešení není nákladově efektivní. Nebo možná nejsou dostupné peníze na provedení opravy, bez ohledu na to, jak je to nákladově efektivní. Také se to může stát před koncem života položky, kdy již bylo přijato rozhodnutí o modifikaci nebo nahrazení.

2. Odpovědná osoba může přesto provést užitečné zásahy, aby zmírnila nesnáz při žití s problémem. Nejdůležitějším krokem je upozornit lidi na existenci problému, aby zdroje mohly být přizpůsobeny plnění každého zvýšeného požadavku v čase, což může být zapotřebí k vyhnutí se negativnímu dopadu na provoz. Může být požadováno rostoucí množství náhradních dílů a dílů pro opravy. Zařízení pro opravy a generální opravy (R&O) se mohou připravit na zvýšený výkon. Může se zkrátit doba pro pořizování náhradních dílů a doba

### 3.5.2. Corrective Maintenance Action Options

1. Corrective maintenance action options, such as better preventive maintenance, modification to design and process, overhaul, life extension or replacement will depend on what is technologically feasible or cost effective.

2. An improvement in the maintenance program may reduce exposure to the consequences of the item failure, or decrease maintenance costs without jeopardising dependability. A modification or upgrade to the item may improve dependability performance by fixing major problems. A life extension program may renew the item, postponing the problems of wearout until some point in the future. Replacement of the item might eliminate dependability problems associated with old technology and poor design, allowing a fresh start to be made. However, it is not always possible to fix the problem and the user must simply live with it.

### 3.5.3. Living with Dependability Problems

1. In some cases, a dependability performance problem may be identified but no viable options exist for fixing it. This may happen when a technical solution cannot be identified, or the necessary fix is not cost-effective. Or perhaps there is no money available to perform a fix, no matter how cost-effective it is. It may also happen towards the end of the item's life, when a decision on modification or replacement has already been taken.

2. The person responsible can still take useful actions to ease the pain of living with the problem. The most important step is to alert people to the existence of the problem, so that resources can be adjusted to meet any increased demand in time that may be required to avoid a negative impact on operations. Increased quantities of spare and repair parts may be required. Repair and Overhaul (R&O) facility may have to prepare for increased throughput. Turn-around time for spares procurement and R&O may have to be shortened. More

oprav (R&O). Ke zvládnutí zvýšené pracovní zátěže může být zapotřebí více zdrojů pro údržbu (personál nástroje, vybavení pro testování, zařízení). Školení o problému může uživatelům a údržbářům umožnit nalézt řešení (např. pozorné vyhýbání se hrubému zacházení nebo špatnému/náročnému použití, které by mohlo vyvolat problém). Zvýšená úsilí o rovnoměrné využití strojového parku, mohou odsunout počátek problémů, souvisejících se stárnutím.

3. Také může být možné minimalizovat dobu vystavení se problému se spolehlivostí pomocí formálního omezení provozního používání položky. Například je-li známo, že provozování ve zvláště studeném počasí způsobí problém, může být vhodné vyhnout se používání položky v takových situacích, pokud to není absolutně nezbytné.

4. Nakonec, shromažďování dat a dokumentování problému je proaktivním krokem k přípravě na dobu, kdy řešení může být dosažitelné. Jsou-li informace dostupné, je jednodušší ovlivnit specifikace pro program budoucích modifikací nebo náhrad pro zajištění, aby se problém neopakoval.

#### 3.5.4 Zlepšování údržby

1. Předpokládá se, že program údržby pro jakoukoliv položku v průběhu jejího života se bude rozvíjet, jak je získáváno více zkušeností s jejím provozem, bezporuchovostí a se způsoby poruch. Provozní události mohou urychlit změnu programu údržby, pokud se projeví, že příčiny a/nebo následky některých způsobů poruch nebyly pochopeny. Například má být provedeno přezkoumání údržby ihned po prvním výskytu poruchy ohrožující bezpečnost, aby se pochopilo, zda to byla jen „smůla“ (náhodná odchylka), nebo zda selhala strategie údržby ke snížení pravděpodobnosti poruchy na přijatelnou úroveň. Taktéž stálý výskyt jakéhokoliv způsobu poruchy, u kterého se předpokládá, že bude pokryt úlohami preventivní údržby, má vyvolat přezkoumání efektivity úloh (Poskytuje monitorování nebo kontrola podmínek dostatečnou výstrahu před poruchou? Je plánovaná generální oprava nebo interval náhrady příliš dlouhý?). Odhalení, že funkční poruchy jsou pro uživatele skutečně skryté, má také zavdat příčinu pro přezkoumání analýzy údržby zaměřené

maintenance resources (personnel, tools, test equipment, facilities) may be needed to cope with increased workloads. Educating users and maintainers about the problem may allow them to identify work-arounds (for example, conscientiously avoiding “rough treatment” or heavy use that might trigger the problem). Increased efforts to balance usage rates across the fleet may postpone the onset of age-related problems.

3. It may also be possible to minimise exposure to a dependability problem by formally restricting the operational use of the item. For example, if operating in particularly cold weather is known to cause the problem, it may be possible to avoid using the item in such situations unless it is absolutely necessary.

4. Finally, gathering data and documenting the problem is a proactive step to prepare for a day when a fix may be possible. Having the information available will make it easier to influence the specifications for a future modification or replacement program, to make sure that the problem does not recur.

#### 3.5.4. Maintenance Improvement

1. The maintenance program for any item should be expected to evolve during its life as more experience is gained with its operation, reliability and failure modes. In-service events may force a change in the maintenance program when it becomes evident that the causes and/or consequences of some failure mode have been misunderstood. For example, a maintenance review should be conducted immediately after the first occurrence of a safety failure, to see whether it was just “bad luck” (random variation), or whether the maintenance strategy failed to reduce the probability of failure to an acceptable level. Similarly, the persistent occurrence of any failure modes that were supposed to be covered by a preventive maintenance task should cause a review of the task’s effectiveness (Does condition monitoring or inspection provide adequate warning of failure? Is the scheduled overhaul or replacement interval too long?). The discovery that a functional failure is actually hidden from the users should also cause a review of the Reliability Centred Maintenance

na bezporuchovost (RCM) pro takový způsob poruchy.

2. Analýza efektivnosti úloh preventivní údržby může odhalit příležitost ke zlepšování. Jestliže najde naplánovaná kontrola jen zřídka něco špatného, může nastat čas prodloužit interval kontrol. Jestliže kompletní demontáž položek sejmutých za účelem plánovaného přepracování ukáže, že zbývá významná část života, může být nastaveno zvýšení života položky. Jestliže zpráva o poruše ukazuje na velký výskyt poruch způsobených údržbou u položek, které byly podrobeny preventivní údržbě, může být, že preventivní údržba způsobí více škod než užítku. To může vyžadovat odlišnou strategii (nebo snad lepší výcvik pracovníků údržby).

3. Analýza úloh preventivní údržby může ukázat, že náklady se mohou snížit změnou politiky, založené na aktuální zkušenosti s intenzitou poruch, náklady na údržbu a náklady na poruchu.

4. Technologické změny mohou být příčinou přezkoumání strategie preventivní údržby. Nové metody kontroly mohou být schopny detekovat potenciální poruchy mnohem dříve tím, že dovolí, aby mohla být četnost kontrol zvýšena. Monitorování podmínek se může stát nákladově efektivnější tím, že umožní, aby prediktivní údržba nahradila strategie kontrol založené na čase. Novější verze vzájemně zaměnitelných dílů pro náhradu mohou zajistit delší život. Modifikace nebo upgrady mohou též poskytnout cestu ke zlepšování metod preventivní údržby.

### 3.5.5 Modifikace a upgrady

1. Mnoho položek prodělá během svého života minimálně jednu významnou modifikaci nebo upgrade. Existuje mnoho důvodů ke zvážení takovýchto změn (například podpora provedení nebo udržení slučitelnosti s novější položkou) a ne všechny z nich souvisí s provedením spolehlivosti. Ať už je spolehlivost hnací silou při zahájení práce nebo ne, má být vždy hlavním faktorem při plánování, avšak občas mohou externí faktory znamenat, že hlavní hnací silou není spolehlivost (například národní/mezinárodní legislativa) a může klesnout.

nance Analysis (RCM) for that failure mode.

2. Analysing the effectiveness of preventive maintenance tasks may reveal an opportunity for improvement. If a scheduled inspection is rarely finding anything wrong, it may be time to increase the inspection interval. If teardown of items removed for scheduled rework shows significant life remaining, an increase in the life of the item may be justified. If failure reports indicate a high incidence of maintenance-induced failures on items that are being preventively-maintained, it may be that preventive maintenance is doing more harm than good. A different strategy (or perhaps better training of maintenance personnel) may be called for.

3. Analysis of preventive maintenance tasks may reveal that costs could be reduced by a change in policy, based on actual experience with failure rates, maintenance costs and failure costs.

4. Technological change can cause a review of preventive maintenance strategies. A new inspection method may be capable of detecting potential failures significantly sooner, permitting the inspection frequency to be increased. Condition monitoring may become more cost-effective, allowing predictive maintenance to replace time-based inspection strategies. Newer versions of interchangeable replacement parts may provide longer life. Modifications or upgrades may also provide an avenue to improve preventive maintenance methods.

### 3.5.5. Modifications and Upgrades

1. Many items go through at least one significant modification or upgrade during their service life. There are many reasons to contemplate such changes (for example, to boost performance, or to maintain compatibility with newer item), and not all of them relate to dependability performance. Whether or not dependability drives the initiation of the work, it should always be a major factor in the planning; however, at times external factors can mean that dependability is not the primary driver (for example, national/international legislations) and can decrease.



2. Důležitou myšlenkou při jakékoliv modifikaci je to, že reprezentuje „druhou šanci“, příležitost vyřešit problém s výhodou ohlednutí se zpět, když se pracuje právě na nových oblastech návrhu. Avšak při zlepšování dlouhotrvajících nedostatků existuje nebezpečí jednoduše proto, že se stalo možným. Namísto toho je pro nastavení zlepšení ve spolehlivosti na základě nákladů a výnosů vhodný disciplinovaný přístup. Jakékoliv úsilí o opakovaný návrh bude vyžadovat určitou úroveň výdajů a je důležité identifikovat návratnost, která bude kompenzovat náklady.

### 3.5.6 Prodloužení života

1. Prodloužení života zahrnuje generální opravu položky za účelem obnovy jejího života. Může to zahrnovat modifikace nebo upgrady, aby si položka uměla poradit s měnícími se provozními požadavky nebo aby se odsunulo zastarání. Program prodloužení života může být atraktivní alternativou vůči náhradě z důvodu nákladů, plánu a/nebo provedení.

2. Přichází-li konec života mnohem rychleji, než bylo očekáváno, může se prodloužení života stát jedinou volbou dostupnou v krátkém čase, než může být vyvinuta nebo pořízena vyměnitelná položka. Přestože jsou dostupné možnosti náhrad, může být užitečné povolit určitý čas pro posouzení výhod a rizik každé z nich nebo počkat, až se slibná nová alternativa osvědčí sama.

3. Prodloužení života může být nákladově nejefektivnějším způsobem obnovy položky. Je-li život z malé části omezen komponentami položky, může pak generální oprava obnovit život relativně levně. Podobně může být prodloužení života nejlepší volbou pro naplnění role, která bude rozfázována přes středně dlouhou dobu (spíše než pořízení nové položky, která bude používána pouze po určitý čas).

4. Je-li položka ještě docela schopná plnit všechny relevantní požadavky provedení, pak může být program prodloužení života nejlepší cestou, jak si udržet takovouto schopnost. Významná reжіe a přerušování, způsobené pořizováním a zavedením nové položky se obtížně odůvodňuje, zda může být pro výkon práce obnovena ta stará.

2. The important idea about any modification is that it represents a “second chance”, an opportunity to fix problems with the benefit of hindsight, while doing the job right on new areas of design. There is a danger, however, in making improvements to long-standing deficiencies simply because it has become possible. Instead, a disciplined approach for justifying dependability improvements on a cost-benefit basis is appropriate. Any redesign effort will involve some degree of expense, and it is important to identify a payoff that will offset the costs.

### 3.5.6. Life Extension

1. Life extension involves overhauling an item to renew its service life. It may also include modifications or upgrades to cope with changing operational requirements, or to postpone obsolescence. A life extension program may be an attractive alternative to replacement for reasons of cost, schedule and/or performance.

2. If service life comes to an end more quickly than expected, life extension may be the only choice available in the short term, until a replacement item can be developed or acquired. Even if replacement options are available, it may be useful to allow some time for assessing the merits and risks of each one, or to wait for a promising new alternative to prove itself.

3. Life extension may be the most cost-effective way to renew an item. If life is being limited by a small portion of an item's components, then an overhaul may restore service life relatively cheaply. Similarly, life extension may be the best option to fill a role that will be phased out over the medium term (rather than acquire a new item that will only be used for a time).

4. If an item is still quite capable of meeting all relevant performance requirements, then a life extension program may be the best way to retain that capability. The considerable overhead and disruption caused by acquiring and fielding a new item is difficult to justify if the old one can be renewed to do the job.

### 3.5.7 Náhrada

Každá položka dosahuje konce svého života v určitém bodě a stává se nepřijatelné (případně dokonce i nemožné) udržovat systém v provozu. Život může být ukončen, pokud nemůže položka nadále poskytovat požadovanou úroveň provedení, buď na základě nákladů, nebo výhod. Její provozní náklady a náklady na údržbu mohou růst k nepřijatelné úrovni. Kvalita a/nebo kvantita jejích výstupů může poklesnout až k bodu, kde nemůže dále splňovat provozní požadavek, k jehož plnění byla určena.

#### 3.5.7.1 Faktory limitující život

1. U většiny položek soupeří několik faktorů, které ji přivedou ke konci života, buď náhle, nebo postupně. Z hlediska spolehlivosti je opotřebením nejvýznamnějším faktorem omezujícím životnost.

2. **Opotřebením** je nevyhnutelný proces degradace v důsledku mechanických a elektrochemických procesů, který činí položku stále více nezpůsobilou vykonávat svou funkci. Údržba může do jistého stupně rušit počáteční vliv opotřebením, ale tento proces je nezastavitelný. Položka nakonec dosáhne konce své *životnosti*, v tomto bodě ji již žádný rozumný rozsah údržby nemůže znovu obnovit do provozuschopného stavu. Příklady takových podmínek zahrnují únavový lom hlavních konstrukčních komponentů nebo obecně rozšířené poškození svazku vodičů, které jsou zabudovány do systému, jako je loď nebo letadlo.

3. **Přetěžování** se projevuje tam, kde uživatel požaduje od položky větší výkonnost, než s jakou byla navržena pro dodání. Přetěžování není nevyhnutelné, ale u starších položek je jeho výskyt stále více pravděpodobný. Uživatelovy potřeby se často mění, jak čas ubíhá a výsledkem je požadavek, aby položka byla provozována při vyšších rychlostech nebo s vyšší zátěží. Porozumění dopadům přetěžování systému je prvořadé, neboť může významně snižovat život systému.

4. **Defekty** mohou také přivést položku ke konci jejího života. Pokud jsou hlavní vady návrhu nebo výroby odhaleny až poté, co je položka zavedena, může být zásadně

### 3.5.7. Replacement

Every item reaches the end of its service life at some point, and it becomes undesirable (perhaps even impossible) to keep the system operating. Service life may be ending when the item can no longer deliver the required level of performance, in terms of either cost or benefit. Its operating and maintenance costs may be rising to unacceptable levels. The quality and/or quantity of its output may have dropped to a point where it can no longer meet the operational requirement that it is supposed to fulfil.

#### 3.5.7.1. Life-Limiting Factors

1. For most items, several factors are competing to bring service life to a close, either sharply or gradually. From a dependability perspective, wearout is the life-limiting factor of most concern.

2. **Wearout** is an inevitable process of degradation, due to mechanical and electrochemical processes, that renders an item increasingly incapable of performing its function. Maintenance can counteract the initial effects of wearout to some degree, but the process is relentless. The item will finally reach the end of its *durable life*, at which point no reasonable amount of maintenance can restore it to a serviceable state. Examples of such conditions include fatigue cracking of major structural components, or widespread deterioration of wiring harnesses that are "built into" a system such as a ship or aircraft.

3. **Overstress** occurs when the user demands more performance from an item than it was designed to deliver. Overstress is not inevitable, but it is an increasingly likely occurrence for older items. The user's needs often change as time goes on resulting in a demand for the item to operate at higher speeds or handle heavier loads. Understanding the impact of the overstress of the system is paramount as it can significantly reduce the life of the system.

4. **Defects** can also bring an item to the end of its life. When major design or manufacturing flaws are discovered after an item has been fielded, it may be

neschopna provádět funkci, pro kterou byla navržena. Žádný rozsah údržby nemůže znovu obnovit schopnost, která nikdy neexistovala a začít znovu od začátku se může pouze s variantami, které jsou k dispozici. Například měla-li ocel použitá ke tvorbě položky nedostatečnou mez pevnosti, může být položka zcela neschopna pracovat s pro ni plánovanou provozní zátěží. Chybný návrh provozních teplot by mohl způsobit náchylnost elektronických obvodů položky ke zhoubnému přehřátí za jistých provozních podmínek.

**5. Zastarání** ukončí život položky, pokud nemůže dále fungovat v současném technologickém a podpůrném prostředí. Pokud položka nemůže spolupracovat nebo komunikovat s novějším systémem, s nímž je to zapotřebí, pak dosáhla bodu technologického zastarání. Například počítač, který se nemůže připojit na novou síť nebo na něm nemůže běžet nejposlednější software, nemůže být používán, v závislosti na uživatelských potřebách. Pokud nemůže být položka dále zabezpečována, neboť náhradní díly a díly pro opravy nebo spotřební materiál jsou nedostupné, nebo nezbytnou způsobilost při údržbě nelze dále snadno dodat, pak je její život stejně u konce. Zastarání je stejně tak problém pro software, jako pro hardware.

6. Je důležité dopředu porozumět, které faktory budou účinně omezovat život položky a stanovit, kdy bude těchto limitů dosaženo. To je nezbytné, aby mohla být před ukončením životnosti předložena vhodná strategie pro obnovu nebo náhradu. Je příliš pozdě začít s opatřováním nové složité položky v době, kdy stará položka je nenapravitelně poškozena.

#### 3.5.7.2 Vytváření strategie konce života

Plánování konce života musí být iniciativní. Obrázek 3 níže ilustruje obecný proces identifikace, jak a kdy bude ukončen život a pak hodnocení všech možností náhrady nebo obnovy pro stanovení nejlepší volby. Ať už je dosaženo jakéhokoliv rozhodnutí, zbylý život položky může být nyní náležitě řízen. Například se můžeme vyhnout drahým opravám nebo modifikacím, pokud neposkytnou odpovídající výnos před ukončením života.

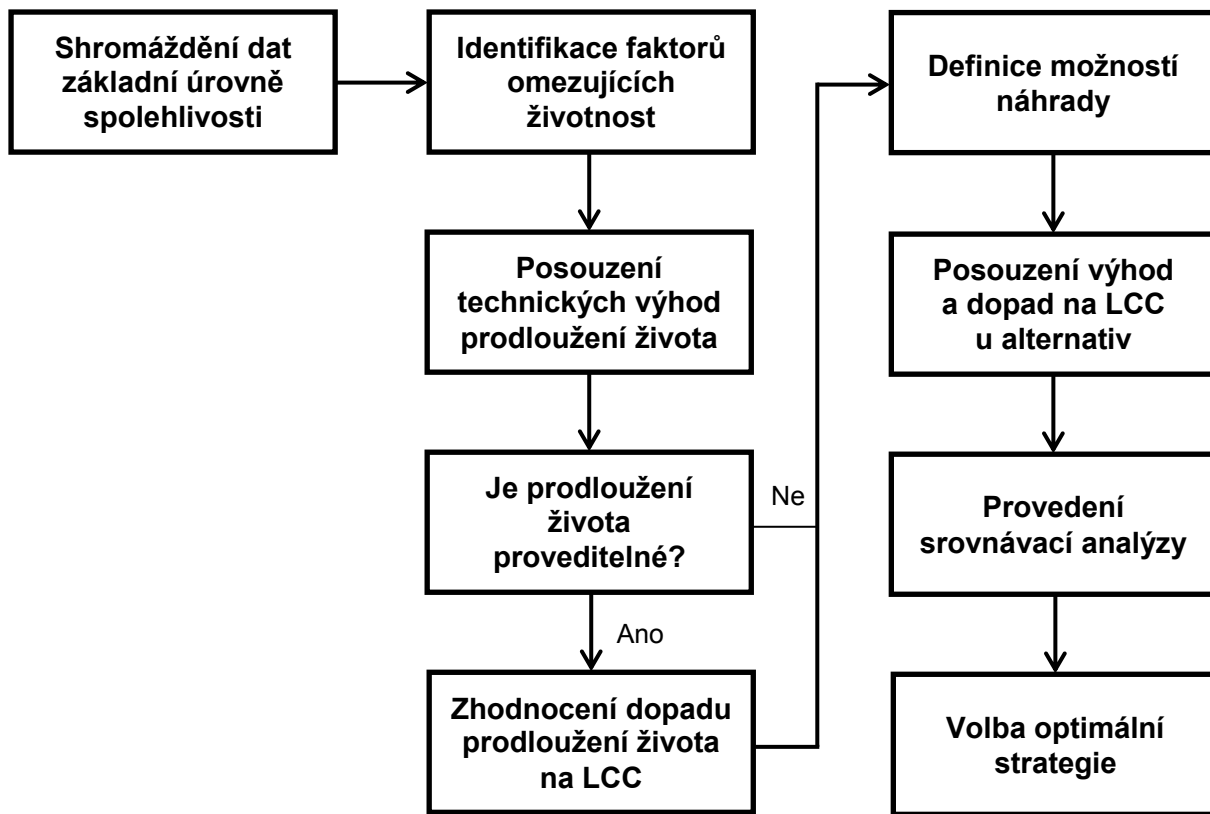
fundamentally unable to perform the function that it was designed for. No amount of maintenance will help to restore a capability that never existed, and the only available option may be to start again almost from scratch. For example, if the steel used to build an item was of insufficient strength, the item may be completely unable to handle its planned operating loads. A faulty thermal design might make an item's electronic circuits prone to fatal overheating under some operating conditions.

**5. Obsolescence** ends an item's service life when it can no longer function in the current technological and support environment. If an item cannot interface or communicate with newer systems that it needs to work with, then it has reached a point of technological obsolescence. For example, a computer that cannot connect to the new network or run the latest software may no longer be of use, depending on the user's needs. When an item can no longer be supported because spare and repair parts or consumables are unobtainable, or because the necessary maintenance skills are no longer in ready supply, then its service life is over just as effectively. Obsolescence is as much of a problem for software as for hardware.

6. It is important to understand in advance which factors will effectively limit the life of an item, and to determine when that limit will be reached. This is necessary so that a strategy for item renewal or replacement can be put in place before the end of service life arrives. It is too late to begin procuring a complex new item on the day that the old item crashes irretrievably.

#### 3.5.7.2. Developing an End-of-Life Strategy

Planning for the end of service life must be proactive. Figure 3 below illustrates the general process of identifying how and when service life will end, then evaluating replacement or renewal all options to determine the best choice. Whatever decision is reached, the remaining life of the item can now be managed appropriately. For example, expensive repairs or modifications can be avoided if they will not provide an adequate pay-off before the end of service life.



Obrázek 3: Vytváření strategie konce života

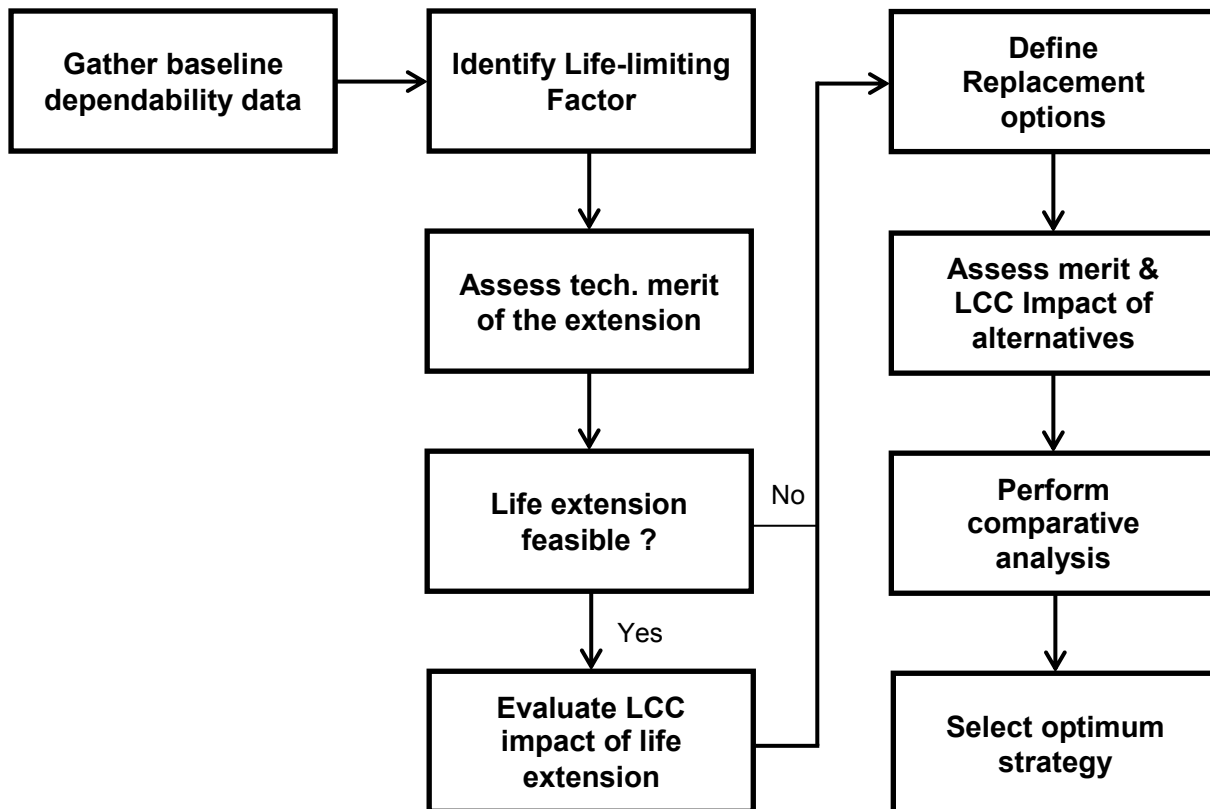


Figure 3: Developing an End-of-Life Strategy

### 3.5.7.3 Kriteria pro rozhodování o náhradě

1. Přestože je tu možnost prodloužení životnosti, bude muset být většina položek nakonec nahrazena. Rozhodnutí, kdy přesně nahradit položku, je často stimulováno úvahami o spolehlivosti, jako jsou zvyšující se náklady na údržbu, pokles úrovně efektivity položky a rostoucí riziko nepřijatelných následků poruchy. Společným faktorem všech těchto kritérií je, že jsou nepřetržitě měřena. Například neexistuje jednoznačný moment, kdy je položka „příliš drahá, aby byla udržována“, pouze je stanovena volnější hranice jako návod pro rozhodování, nebo moment, kdy jsou některé alternativy vnímány jako nákladově efektivnější. Role dat o spolehlivosti v rozhodování o náhradě je ta, že definují aktuální a očekávané úrovně bezporuchovosti, udržovatelnosti a pohotovosti existující položky a její možnou náhradu, takže může být provedena kvalifikovaná volba.

2. Na základě prognóz o provedení spolehlivosti mohou být učiněna lépe kvalifikovaná rozhodnutí o náhradě, u kterých je více informací. Existují tři hlavní druhy kritérií obecně používaných k takovému rozhodování. Optimalizační kritéria hledají řešení, které bude minimalizovat náklady nebo maximalizovat výhody. Kriteria přijatelnosti definují hranice provedení, které nesmí být překročeny, mají-li být naplněny provozní požadavky. Kriteria zastarání zajišťují, že jsou brány v úvahu nové požadavky na provedení a technologické změny. Je vhodné kombinovat tato kritéria pomocí vyhledání optimálních zásad pro náhradu, které splní veškeré relevantní kritéria přijatelnosti a zastarání.

3. Kriteria přijatelnosti jsou často používána jako spouštěč rozhodování o náhradě, definují nejhorší úroveň provedení, která je pro položku ještě přijatelná. Pokud položka nemůže podávat minimální úroveň nebo kvalitu provedení, může být požadována náhrada položky, když je příliš často nepoužitelná, když jsou náklady na provoz a údržbu příliš vysoké nebo když nízká úroveň bezpečnosti nebo spolehlivosti představuje nepřijatelné riziko.

### 3.5.7.3. Replacement Decision Criteria

1. Notwithstanding the possibility of life extension, most items will eventually have to be replaced. The decision on exactly when to replace an item is often driven by dependability considerations, such as increasing maintenance costs, falling levels of item effectiveness and growing risk of unacceptable failure consequences. The common factor in all of these criteria is that they are continuous measures. For example, there is no definitive point at which an item is “too expensive to maintain”, only an arbitrary threshold established to guide decision-making, or a point at which alternatives are perceived to be more cost-effective. The role of dependability data in replacement decisions is to define current and expected levels of reliability, maintainability and availability for an existing item and its potential replacements, so that an informed choice can be made.

2. With dependability performance predictions available, better informed replacement decisions can be made. There are three main types of criteria generally used to make such decisions. Optimisation criteria seek the solution that will minimise costs or maximise benefits. Acceptability criteria define performance thresholds that must not be crossed if operational requirements are to be met. Obsolescence criteria ensure that new performance requirements and technological change are taken into account. It is appropriate to blend these criteria by seeking the optimal replacement policy which meets all relevant acceptability and obsolescence criteria.

3. Acceptability criteria are often used as the trigger for a replacement decision, defining the worst level of performance that is tolerable from an item. Replacement may be required when an item cannot deliver a minimum level or quality of performance, when it is down too often, when it costs too much to operate and maintain, or when a low level of safety or dependability presents an unacceptable risk.

4. Informace o spolehlivosti mohou pomoci předpovědět, kdy položka pravděpodobně překročí práh přijatelnosti (jako je maximální doba nepoužitelného stavu nebo požadavek minimální spolehlivosti). Přesná předpověď poskytne čas naplánovat zásah náhrady spíše, než čekání, dokud provedení opravdu nedosáhne nepřijatelnou úroveň a provoz (nebo rozpočet nebo bezpečnost) tím začne trpět.

5. Nejlepším rozhodnutím o náhradě, kromě splnění kritérií přijatelnosti, bude optimalizace nákladů (nebo nákladů na jednotku) během vhodného plánovacího horizontu.

## 4 ANALÝZA PORUCH

### 4.1 Všeobecně

Poruchy jsou samozřejmě nežádoucí události, ale jsou i užitečné. Poskytují důležité informace o slabých stránkách položky, takže každá porucha se stává příležitostí pro zlepšování. Využití těchto příležitostí vyžaduje precizní přístup k procesu analýzy poruchy tak, aby žádný z možných pohledů poskytnutých díky poruše nebyl promarněn.

### 4.2 Systém analýzy záznamů o poruchách a nápravných opatření (FRACAS)

1. Zpětnovazební systém analýzy záznamů o poruchách a nápravných opatřeních (FRACAS) podporuje pečlivý přístup k analýze poruchy. Zajišťuje, že hodnověrné informace poskytované díky poruchám jsou sbírány jako vstup do jakéhokoliv následného vyšetřování poruch. Vyšetřování poruchy je nepřetržitý systematický proces fyzické analýzy poruchy, přezkoumání dat o poruše a analýzy kořenové příčiny, aby se porozumělo tomu, proč se porucha vyskytla. Výsledky vyšetřování poskytují základ pro přijímání patřičných nápravných opatření (viz obr. 4).

2. Normálně má být během fáze návrhu a vývoje v programu zaveden FRACAS, pro zabezpečení procesu „testování, analýzy a řešení/opravy“. Dále je prováděn během výroby, aby se vypořádal s poruchami identifikovanými v továrně a během instalace. Do konce této etapy může FRACAS obsahovat velký objem dat o poruchách,

4. Dependability information can help to forecast when an item is likely to breach an acceptability threshold (such as a maximum downtime or minimum dependability requirement). An accurate forecast will allow time to plan for replacement action, rather than waiting until performance has actually reached unacceptable levels and operations (or budgets, or safety) begin to suffer.

5. In addition to meeting acceptability criteria, the best replacement decision will optimise cost (or cost per unit of benefit) over an appropriate planning horizon.

## 4 FAILURE ANALYSIS

### 4.1. General

Failures are obviously undesirable events, but they are also useful. They provide important information about an item's weaknesses, so every failure becomes an opportunity for improvement. Taking advantage of these opportunities requires a rigorous approach to the failure analysis process, so that none of the potential insights provided by a failure are wasted.

### 4.2 Failure Reporting Analysis & Corrective Action System (FRACAS)

1. A closed-loop Failure Reporting and Corrective Action System (FRACAS) promotes a thorough approach to failure analysis. It ensures that the valuable information provided by failures is captured for input into any subsequent failure investigations. Failure investigation is a continuous systematic process of physical failure analysis, failure data review and root cause analysis to understand why a failure occurred. The investigation results provide the foundation for taking appropriate corrective action. (See Figure 4).

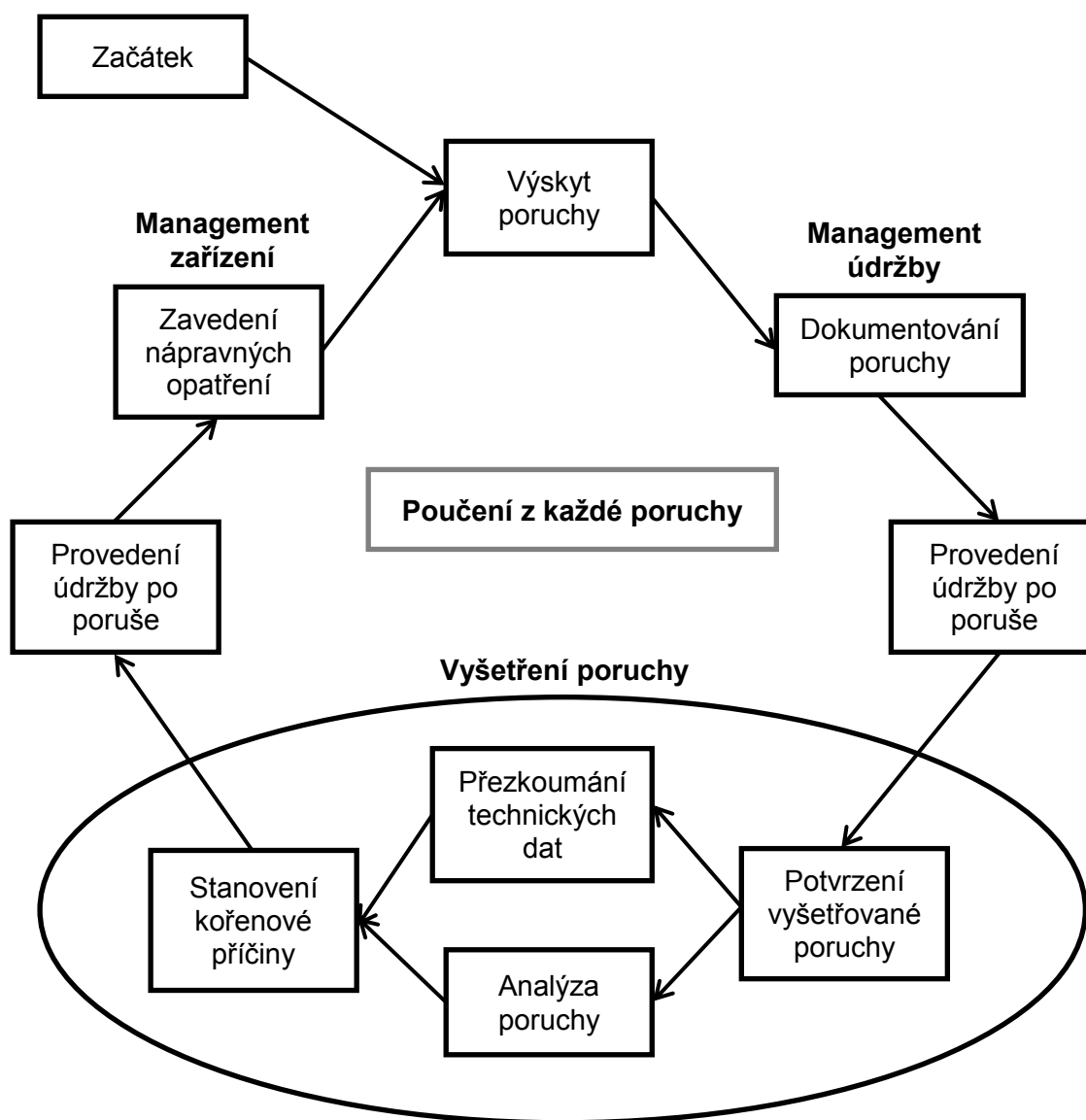
2. A FRACAS should normally be set up during the design and development phase of a program, to support the “test, analyse and fix” process. It continues to operate during production, to deal with failures identified in the factory and during installation. By the end of this period, the FRACAS may contain a large volume of failure data, failure

zpráv z analýzy poruchy a informací o schématech poruchy.

3. Ačkoliv je zaměření FRACAS poměrně odlišné, může pokračovat i v provozu. Změny vůči návrhu produktu a výrobním procesům jsou možné s menší pravděpodobností, takže nápravná opatření nabерou jinou podobu. Pro funkci podávání zpráv o poruchách může být použit existující informační systém o managementu údržby.

analysis reports and information about failure patterns.

3. Although its focus is rather different, FRACAS should continue in-service. Changes to product designs and manufacturing processes are less likely to be possible, so corrective actions will take other forms. The existing maintenance management information system can be used for the failure reporting function.



Obrázek 4: Analýza záznamů o poruchách a opatření k nápravě (FRACAS)

### 4.3 Vyšetřování poruchy

1. Proces vyšetřování poruchy začíná identifikací problému ve formě poruchy (nebo poruch). Jeho cílem je stanovit kořenovou příčinu problému tak, aby se mohly identifikovat příslušná nápravná opatření. Je důležité nepřeskočit na závěry o kořenové příčině. Označení a vyřešení něčeho nesprávného pouze vytvoří falešné vědomí důvěry.

### 4.3. Failure Investigation

1. The failure investigation process begins with the identification of a problem, in the form of a failure (or failures). Its objective is to determine the root cause of the problem, so that appropriate corrective actions can be identified. It is important not to jump to conclusions about the root cause. Labelling and fixing the wrong thing will only create a false sense of confidence.

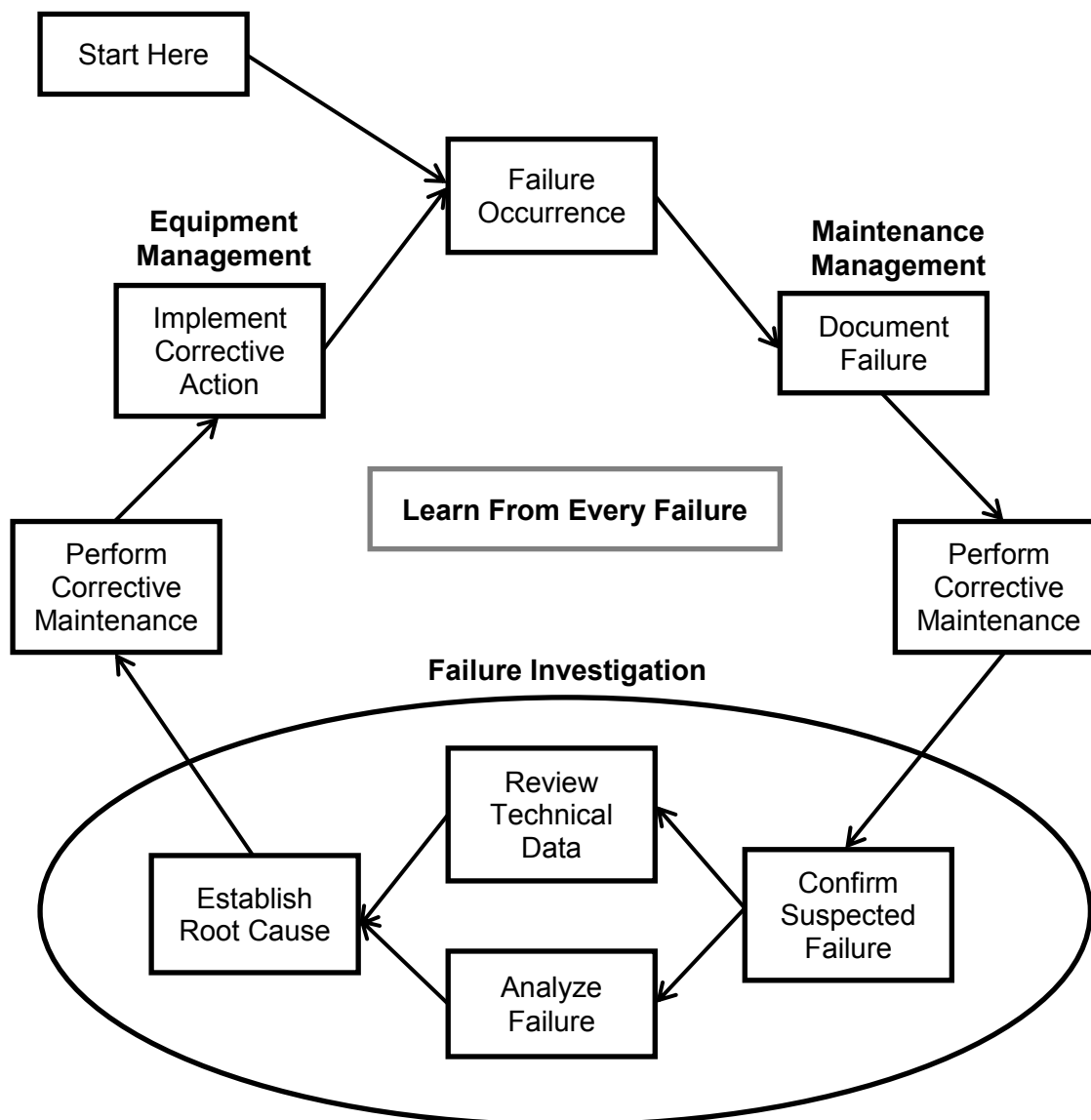


Figure 4: Failure Reporting Analysis & Corrective Action System (FRACAS)

2. Nejvyšší úroveň procesu vyšetřování poruchy je zřejmá. Za prvé – zkoumá se, zda porouchaná položka byla skutečně porouchána a zda vůbec problém stojí za vyšetřování (to umožní vyhnout se plýtvání časem

2. The top level of the failure investigation process is straightforward. First, the failed item is examined to confirm that it has truly failed, and that there is a problem worth investigating (this avoids wasting time on



při analýze poruchy, kdy problém spočívá ve špatných diagnózách údržby). Za další – fyzická analýza poruchy je prováděna pro to, aby se přesně stanovilo, jak se položka porouchala. Ve stejném čase se provede přezkoumání technických údajů, za účelem obstarání dalších informací o poruše a jejích možných příčinách. A konečně výsledky fyzické analýzy poruchy a přezkoumání dat jsou použity jako vstup k analýze kořenové příčiny, kdy se určí, proč se porucha vyskytla a jak daleko se může rozšířit její dopad. Tato znalost vytváří základ pro navrhování nápravných opatření a ukončí proces vyšetřování poruchy.

#### 4.3.1 Analýza poruchy

Analýza poruchy zkoumá porouchanou položku, aby se stanovil způsob, mechanismus a bezprostřední (okamžitá) příčina poruchy. Analýza může využívat jakékoliv množství technik v závislosti na technologii a materiálu použitém v položce, na podstatě poruchy a na dostupných zdrojích.

#### 4.3.2 Přezkoumání technických údajů

1. Zkoumání dat, které probíhá současně s analýzou poruchy, má dva důvody. První je, že se očekávají informace, které mohou pomoci směřovat analýzu poruchy. To zahrnuje technické údaje, které definují zamýšlené provedení porouchané položky a popisují součásti, materiály a výrobní procesy použité pro její vytváření. Také zahrnují zprávy o poruše, provozní varování nebo další technickou literaturu, související s podobnými poruchami, které mohou signalizovat, že by mohly být užitečné konkrétní kontroly a testování.

2. Druhý je ten, že se při vyhledávání údajů očekávají informace, které by mohly pomoci identifikovat kořenovou příčinu poruchy. To zahrnuje zkoumání zpráv o poruše, za účelem identifikace jakýchkoliv schémat podobných poruch. Také to zahrnuje přezkoumání historických dat souvisejících s porouchanou položkou (jako jsou výrobní záznamy, záznamy o kvalitě, zprávy ze zkoušek přijatelnosti, přihlášení se v průběhu provozu a zprávy o údržbě). Mohou také obsahovat přezkoumání technických manuálů, které popisují zamýšlené postupy pro provoz a údržbu u porouchané položky.

failure analysis when the problem lies with a faulty maintenance diagnosis). Next a physical failure analysis is performed to establish exactly how the item failed. At the same time, a review of technical data is conducted to provide further information about the failure and its possible causes. Finally, the results of the physical failure analysis and the data review are used as inputs to a root cause analysis, which determines why the failure occurred and how far its impact might extend. This knowledge forms the basis for proposing corrective actions, and ends the failure investigation process.

#### 4.3.1. Failure Analysis

The failure analysis examines the failed item to establish the mode, mechanism and proximate (immediate) cause of its failure. The analysis may use any of a number of techniques, depending on the technology and materials used in the item, the nature of the failure, and the resources available.

#### 4.3.2. Technical Data Review

1. The data search, which proceeds concurrently with the failure analysis, has two purposes. First, it looks for information that may help to direct the failure analysis. This includes technical data which define the intended performance of the failed item, and describe the parts, materials and manufacturing processes used in its construction. It also includes failure reports, operational alerts or other technical literature relating to similar failures, which may indicate that particular inspections and tests would be useful.

2. Second, the data search looks for information that could help to identify the root cause of the failure. This involves an examination of failure reports to identify any patterns of similar failures. It also includes a review of historical data related to the failed item (such as manufacturing records, quality records, acceptance test reports, in-service operating logs and maintenance reports). It may also include a review of technical manuals that describe the intended operation and maintenance procedures for the failed item.

#### 4.4 Analýza kořenové příčiny

1. Když byla zjištěna bezprostřední příčina poruchy položky, může být nutné další vyšetřování ke zjištění kořenové příčiny a zjištění, zda by kvůli stejné kořenové příčině mohly být zranitelné i nějaké další položky. Kořenové příčiny lze najít na mnoha místech a mohou mít mnoho podob. Obvyklé zdroje kořenových příčin, které se mají při každé analýze uvažovat, jsou uvedeny níže:

- a. návrh,
- b. komponenty a materiál,
- c. výroba,
- d. přetěžování,
- e. údržba,
- f. opotřebení.

2. V některých případech bude kořenová příčina celkem zřejmá a nápravná opatření očividná. V jiných případech bude těžší určit kořenovou příčinu. Mohou být zapotřebí další analýzy a bude se muset vyskytnout více poruch, než jich bude dost na to, aby vyšlo najevo schéma pro vyvození závěru.

#### 4.4. Root Cause Analysis

1. Once the proximate cause of the item's failure has been established, further investigation may be needed to determine the root cause, and to determine whether any other items might be vulnerable to the same root cause. Root causes can be found in many places and take many forms. Typical sources of root causes which should be considered in any analysis are shown below:

- a. Design
- b. Components & Material
- c. Manufacturing
- d. Overstress
- e. Maintenance
- f. Wearout

2. In some cases, the root cause will be quite apparent and the corrective action obvious. In other cases, the root cause will be more difficult to pinpoint. Additional analyses may be required, and more failures may have to occur before enough of a pattern emerges to justify a conclusion.

(VOLNÁ STRANA)

Účinnost českého obranného standardu od: **1. června 2016**

Změny:

Změna číslo	Účinnost od	Změnu zpracoval	Datum zpracování	Poznámka
1	25. 7. 2019	Úř OSK SOJ / odbor obranné standardizace	29. 7. 2019	
2	21. 12. 2022	Úř OSK SOJ / odbor obranné standardizace	21. 12. 2022	

Upozornění: Oznámení o českých obranných standardech jsou uveřejňována měsíčně ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví v oddíle „Ostatní oznámení“ a Věstníku MO.

V případě zjištění nesrovnalostí v textu tohoto ČOS zasílejte připomínky na adresu distributora.

---

Rok vydání: 2022, obsahuje 22 listů  
Distribuce: Odbor obranné standardizace Úř OSK SOJ, nám. Svobody 471/4, 160 01 Praha 6  
Vydal: Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti  
oos.army.cz

NEPRODEJNÉ

---