

SLOVENSKÝ OBRANNÝ ŠTANDARD



Smernica na písanie dokumentov pre požiadavky NATO na spoľahlivosť a udržiavateľnosť (R&M)

**SOŠ
ARMP- 4**

JANUÁR 2005

Guidance for writing NATO R&M Requirements Documents

Edition 3

June 2003

Týmto slovenským obranným štandardom sa implementuje spojenecká publikácia NATO ARMP-4:2003.

Nahradenie predchádzajúcich štandardov

Nové vydanie

Schválený: 18. 11. 2004

pplk. Ing. Stanislav TŘETINA v. r.
riaditeľ, ÚOŠKŠOK

Národný predhovor

Zabezpečovanie kvality produktov dodávaných pre potreby ozbrojených síl Slovenskej republiky má v podmienkach Slovenskej republiky dlhoročnú tradíciu. Vstupom do severoatlantickej aliancie nabrala táto oblasť nový rozmer. Následná ratifikácia a prijatie štandardizačnej dohody NATO STANAG 4107 „Vzájomné uznávanie štátneho overovania kvality a použitie spojeneckých publikácií na kvalitu AQAP“ a potreba nového prístupu na overovanie kvality si vynútili prijatie zákona NR SR č. 11/2004 Z.z., O obrannej štandardizácii, kodifikácii a štátnom overovaní kvality a vydanie slovenských obranných štandardov (ďalej len „SOŠ“), ktoré zavádzajú spojenecké publikácie zmluvného typu AQAP.

Produkty určené na zaistenie obrany štátu sú svojím charakterom vysoko špecifické. Zabezpečovanie a overovanie kvality bolo preto týmto zákonom postavené na úroveň štátneho overovania kvality a dané do pôsobnosti štátneho orgánu, ktorým je Úrad pre obrannú štandardizáciu, kodifikáciu a štátne overovanie kvality Trenčín.

Citované štandardy a normy

Všetky použité štandardy a normy sú ako odkazy uvedené v texte pri príslušnej kapitole.

Vypracovanie štandardu

Spracovateľ slovenského prekladu:

Ing. Ján Kováč – Inžiniering a konzulting,
Nová Dubnica, IČO: 34 531 271

Odborný dohľad

Ing. Ján Mikurčík, Úrad pre obrannú štandardizáciu, kodifikáciu a štátne overovanie kvality

Text neprešiel jazykovou úpravou.

SMERNICA NA PÍSANIE DOKUMENTOV
PRE POŽIADAVKY NATO
NA SPOĽAHLIVOSŤ A UDRŽIAVATEĽNOSŤ (R&M)

ARMP-4
(3. Vydanie)

JÚN 2003

Originál

GUIDANCE FOR WRITING
NATO
R & M REQUIREMENTS DOCUMENTS

ARMP-4
(Edition 3)

JUNE 2003

Original

ŠTANDARDIZAČNÁ AGENTÚRA NATO (NSA)
VYHLASOVACÍ LIST NATO

Jún 2003

1. ARMP-4 (3. Vydanie) - Smernica na písanie dokumentov požiadaviek NATO (R&M) je neutajovaná publikácia. Dohoda o použití tejto publikácie je zaznamenaná v STANAG 4174.
2. ARMP-4 (3. Vydanie) je aktuálny po prijatí. Nahradzuje ARMP-4 (2. Vydanie), ktorý má byť skartovaný v súlade s postupom pre likvidáciu dokumentov.
3. Je dovoľené a podporované distribuovať kópie pre zmluvné strany – objednávateľia, dodávateľia.

Jan H ERIKSEN
Rear Admiral, NONA
Predseda NSA

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION
NATO STANDARDISATION AGENCY (NSA)
NATO LETTER OF PROMULGATION

June 2003

1. ARMP-4 (Edition 3) – GUIDANCE FOR WRITING NATO R&M REQUIREMENTS DOCUMENTS is a NATO/PFP UNCLASSIFIED publication. The agreement of interested nations to use this publication is recorded in STANAG 4174.
2. ARMP-4 (Edition 3) is effective on receipt. It supersedes ARMP-4 (Edition 2), which should be destroyed in accordance with the local procedure for the destruction of documents.
3. It is permissible to distribute copies of this publication to Contractors and Suppliers and such distribution is encouraged.

Jan H ERIKSEN
Rear Admiral, NONA
Chairman NSA

Záznam o zmenách

Dátum zmeny	Dátum zápisu	Dátum účinnosti	Podpis

Record of changes

Change Date	Date Entered	Effective Date	By Whom Entered

Obsah

	strana
Kapitola 1 - Predhovor	13
101. Všeobecne.....	13
102. Účel.....	13
103. Použitelnosť.....	13
104. Súvisiace dokumenty.....	14
Kapitola 2 - Koncepcie a faktory	15
201. Všeobecne.....	15
202. Dôležitosť používania kvantitatívnych požiadaviek R&M.....	16
203. Potreba sledovateľnosti.....	17
204. Stavby zhody.....	18
205. Výber parametrov R&M.....	18
A. Všeobecne.....	18
B. Parametre systému/zariadenia.....	21
B.1 Dostupnosť.....	21
B.2 Úspešnosť úlohy.....	29
B.3 Údržba.....	29
B.4 Náklady na logistickú podporu.....	29
C. Špecifikácia požiadaviek R&M.....	30
C.1 Spoľahlivosť.....	30
C.2 Udržiavateľnosť.....	31
C.3 Bojová odolnosť.....	32
C.4 Skúšateľnosť.....	34
206. Pracovné cykly a vonkajšie prostredie.....	36
A. Pracovné cykly.....	36
B. Vonkajšie prostredie.....	37
207. Koncepcia údržby.....	41
208. Definície chyby a zlyhania.....	45
209. Zdroje informácií.....	45
A. Operačná informácia.....	46
B. Informácia plánovania údržby.....	46
210. Bezpečnosť a s tým spojené analýzy rizika.....	47
211. R&M programy.....	47
Kapitola 3 - Vývoj charakteristík a medzníkov R&M fázovaného výzbrojného programu (PAPS)	48
301. Všeobecne.....	48
302. R&M obsah cieľa štábu NATO.....	51
A. Štúdie predbežnej prístupnosti.....	51
B. Formulácia obsahu R&M zámeru štábu.....	52
303. Obsah R&M požiadavky štábu NATO.....	52
A. Štúdie realizovateľnosti.....	52
B. Formulácia obsahu R&M požiadavky štábu NATO.....	53
304. Obsah R&M cieľa NATO, návrhu a vývoja a špecifikácia návrhu a vývoja.....	54
A. Fáza definovania projektu.....	54
B. Formulácia obsahu R&M cieľa NATO pre návrh a vývoj a špecifikáciu návrhu a vývoja.....	55

305.	Obsah R&M cieľa NATO pre výrobu a špecifikáciu výroby.....	57
A.	Fáza návrhu a vývoja.....	57
B.	Formulácia obsahu cieľa NATO pre výrobu a špecifikáciu výroby.....	57
306.	Obsah R&M cieľov NATO pre prevádzku.....	58
A.	Fáza výroby.....	58
B.	Formulácia obsahu R&M cieľov NATO pre prevádzku.....	58
C.	Fáza prevádzky.....	59
D.	Charakteristika R&M a dopad na plán údržby.....	59
Príloha A -	Príklady a kvantifikácia požiadaviek R&M.....	60
Príloha B -	Kvantifikácia požiadaviek udržateľnosti.....	75
Dodatok -	Matematická podpora normálneho logaritmického rozdelenia....	79

Table of contents

	page
Chapter 1 - Introduction.....	13
101. General.....	13
102. Purpose.....	13
103. Applicability.....	13
104. Related documents.....	14
Chapter 2 - Concepts and Factors.....	15
201. General.....	15
202. Importance of using quantitative R&M requirements.....	16
203. Need for traceability.....	17
204. Confidence statements.....	18
205. Selection of R&M parameters.....	18
A. General.....	18
B. System/equipment R&M parameters.....	21
B.1 Availability.....	21
B.2 Mission success.....	29
B.3 Maintenance manpower.....	29
B.4 Logistic support cost.....	29
C. Specifying R&M requirements.....	30
C.1 Reliability.....	30
C.2 Maintainability.....	31
C.3 Combat resilience.....	32
C.4 Testability.....	34
206. Duty cycles and environmental envelope.....	36
A. Duty cycles.....	36
B. The environmental envelope.....	37
207. Maintenance concept.....	41
208. Definitions of fault and failure.....	45
209. Sources of information.....	45
A. Operational information.....	46
B. Maintenance planning information.....	46
210. Safety and associated risk analysis.....	47
211. R&M programs.....	47
Chapter 3 - Development of the R&M characteristics of the phased armaments programming system (PAPS) milestones	48
301. General.....	48
302. The R&M content of the NATO staff target.....	51
A. Pre-feasibility studies.....	51
B. Formulation of the R&M content of the staff target.....	52
303. The R&M content of the NATO staff requirement.....	52
A. Feasibility studies.....	52
B. Formulation of the R&M content of the NATO staff requirement.....	53
304. The R&M content of the NATO design & development objective and the Design & Development specification.....	54
A. Project definition phase.....	54
B. Formulation of the R&M content of the NATO Design & Development objective and the Design & Development specification	55

305.	The R&M content of the NATO production objective and the production specification.....	57
A.	Design & Development phase.....	57
B.	Formulation of the R&M content of the NATO production objective and the production specification.....	57
306.	The R&M content of the NATO in-service goals.....	58
A.	Production phase.....	58
B.	Formulation of the R&M content of the NATO in-service goals.....	58
C.	In-service phase.....	59
D.	R&M characteristics and impact on the maintenance plan.....	59
ANNEX A	- Examples of quantitative R&M requirements.....	60
ANNEX B	-Quantifying maintainability requirements.....	75
APPENDIX	- Mathematical background to the log-normal distribution.....	79

KAPITOLA 1**CHAPTER 1****Úvod****Introduction****101. Všeobecne**

S cieľom dosiahnuť vysokú operačnú efektivitu a nízku nákladovosť musí byť venovaná vysoká pozornosť R&M vojenských materiálov na všetkých stupňoch obstarávacieho cyklu. Tento proces musí začať od začiatku koncepcie a pokračovať ako neoddeliteľná časť plánovania, vývoja, produkcie, testovacieho procesu až postupne k prevádzke.

Toto ARMP poskytuje návod k zostaveniu dokumentu R&M požiadaviek v priebehu trvania (životného cyklu) projektu s použitím NATO PAPS ako základu. Tento dokument tiež obsahuje nevyhnutné informácie, rady k zostaveniu R&M požiadaviek a požiadavky dostupnosti a rizika, ktoré sú z nich odvodené.

102. Účel

Reálne R&M požiadavky musia byť náležité a dôsledne stanovené v každom dôležitom bode v NATO PAPS.

Cieľom tohto dokumentu je:

- a. Opísať koncepty a faktory, týkajúce sa formulácie R&M požiadaviek. To má pomôcť (operačnému štábu) definovať základné R&M požiadavky a preniesť tieto požiadavky do zmluvne dohodnutých špecifikácií.
- b. Opísať systém pre vývoj (rozvíjanie) R&M náplne pre každý PAPS medzník

101. Aplikovateľnosť

Tento dokument sa týka všetkých materiálov vyvinutých pre NATO. To dopĺňa ARMP-1 poskytovaním návodu pre písanie dokumentov R&M požiadaviek. ARMP-4

101. General

In order to achieve high operational effectiveness with low life cycle cost the Reliability and Maintainability (R&M) of defence materiel should be given full consideration at all stages of the procurement cycle. This process should begin at the concept stage of the project and be continued, in a disciplined manner, as an integral part of the design, development, production and testing process and subsequently into service.

This ARMP provides guidance on writing R&M requirement documents during the life cycle of a project using the NATO PHASED ARMAMENTS PROGRAMMING SYSTEM (NATO PAPS) as a framework. This document also contains the necessary information and advice to write quantitative reliability and maintainability requirements, and availability and risk requirements which are derived therefrom.

102. Purpose

Realistic R&M requirements should be stated properly and consistently in each milestone of the NATO PAPS.

The purpose of this document is to:

- a. Describe the concepts and factors affecting the formulation of R&M requirements to assist operational requirements staff to define the basic R&M requirements, and the procurement agency to convert these requirements into contractually agreed specifications.
- b. Describe a framework for the development of the R&M content of each PAPS milestone.

103. Applicability

This document applies to all material developed for use by NATO. It complements ARMP-1 by providing guidance for writing R&M requirements documents. ARMP-4 deals

sa hlavne zaoberá kvantitatívnymi R&M požiadavkami, zatiaľ čo ARMP-1 sa zaoberá požiadavkami pre programy R&M .

mainly with quantitative R&M requirements, whereas ARMP-1 deals with the requirements for R&M programmes.

104. Súvisiace dokumenty

ARMP-1	Požiadavky NATO na R&M
ARMP-6	Používanie R&M
ARMP-7	Terminológia NATO o R&M aplikovaná na ARMP
STANAG 4174	Spojenecké R&M publikácie (ARMP)
AQAP- 150	Požiadavky NATO na záruky kvality pri vývoji softvéru
AQAP- 159	Sprievodca NATO pre AQAP-150
AAP-20	Postupný výzbrojný programovací systém NATO

104. Related documents

ARMP-1	NATO Requirements for Reliability & Maintainability
ARMP-6	In-Service Reliability & Maintainability
ARMP-7	NATO R&M Terminology Applicable to ARMPs
STANAG 4174	Allied Reliability and Maintainability Publications (ARMPs)
AQAP- 150	NATO Quality Assurance Requirements for Software Development
AQAP- 159	NATO Guide to AQAP-150
AAP-20	NATO Phased Armaments Programming Systems

KAPITOLA 2**CHAPTER 2****Koncepcie a faktory****Concepts and factors****201. Všeobecne****201. General**

Táto kapitola opisuje niektoré koncepty a faktory, ktoré ovplyvňujú R&M požiadavky. Štábne požiadavky pre R&M sú zvyčajne uvedené v operačných termínoch ako dosiahnuteľnosť, úspešnosť úlohy, údržba, a logistická podpora.

Keďže tieto požiadavky nemôžu byť priamo prenosné (transformovateľné) na dodávateľa v tom prípade je odporúčaná dvojkroková metóda:

1. R&M požiadavky musia byť operačne nastavené tak, aby následky akéhokoľvek deficitu mohli byť identifikované a technicky a ekonomicky realizovateľné v pojmoch životného cyklu;
2. Obstarávacia agentúra musí previesť tieto požiadavky do zmluvne názorových pojmov.

Za kvalitatívne požiadavky R&M môžu byť mimo toho považované nasledujúce:

- a. požiadavky pre použitie určitých materiálov a elektronických komponentov;
- b. požiadavky pre dodržiavanie špecifických vývojových a bezpečnostných smerníc;
- c. dopravné, manipulačné a skladovacie požiadavky;
- d. požiadavky vývoja, nastavovania a montáže jednotiek;
- e. požiadavky dotýkajúce sa na dostupnosti, zameniteľnosti.

Podrobné analýzy operačných, environmentálnych a logistických podmienok podpory, pre ktoré je očakávaná funkčnosť systému/vybavenia, musia byť zabezpečené požiadavkami operačného štábu.

Tieto analýzy, ktoré sú vyvíjané na systémovej úrovni, musia zabezpečiť využitie:

- a. operačného modelu, opisujúceho profil úlohy (misie), požadované funkcie, cyklus úlohy, podmienky prostredia, v

This chapter describes some concepts and factors which affect R&M requirements.

Staff requirements for R&M are usually written in operational terms such as availability, mission success, maintenance manpower and logistic support.

As these requirements may not be directly transferable to the Contractor, a two step approach is recommended:

1. First, the R&M requirements should be operationally justified such that the consequences of any shortfalls can be identified, and technically and economically feasible in life cycle cost terms;
2. Secondly, the procurement agency should translate these requirements into contractually demonstrable terms.

In addition, qualitative R&M requirements may be considered as follows:

- a. requirements for the employment of certain materials/electronic components;
- b. requirements for the observance of specific design and safety regulation;
- c. transportation, handling and storage requirement;
- d. requirements concerning set-up/ arrangement/assembly of the units;
- e. requirements concerning accessibility/exchangeability.

A detailed analysis of the operational, environmental and logistic support conditions, under which the system/ equipment is expected to operate, should be undertaken by the operational requirements staff.

This analysis, which is to be developed at system level, should make use of:

- a. the operational model describing the mission profile, the required functions, mission cycle and the environmental/ opera-

- ktorých existuje predpoklad využitia systému (viď para 206 a príklad v tab.2);
- b. opis prostredia používateľa, ktorému bude systém vystavený, presnejšie koncepcia údržby (spojenia a stupne údržby, údržbové zariadenia, stupeň kvalifikácie personálu, podporné vybavenie a logistika (viď para 207));
 - c. je nevyhnutné vyvinúť podrobný popis týchto podmienok, vrátane opisu ako musia byť merané R&M, verifikované a validované v priebehu vývoja požiadaviek systému.
- tional conditions under which the system is expected to be used (see para 206 and the example given in table 2);
- b. the description of the user environment to which the system is expected to be exposed, especially the maintenance concept (lines and levels of maintenance, maintenance facilities, personnel skill level, support equipment and logistics (see para 207));
 - c. It is necessary to develop a comprehensive description of these conditions and include a narrative on how the R&M parameters should be measured, verified and validated as the system level requirements are being developed.

Na úrovni vybavenia, t.j. v neskorších fázach PAPS, musí byť dodávateľ zúčastnený pri vymedzovaní požiadaviek R&M.

At equipment level, i.e. in later PAPS phases, the contractor should be involved in the allocation of the R&M requirements.

202. Dôležitosť používania kvantitatívnych požiadaviek R&M

202. Importance of using quantitative R&M requirements

Existujú všeobecné požiadavky R&M, ktoré sú aplikovateľné na stupni zbraňových systémov. Aj tie ktoré sú používané dodávateľom ako požiadavky na návrh sú odvodené z týchto všeobecných požiadaviek. Musia byť špecifikované v pojmoch spoľahlivosti, udržiavateľnosti, skúšateľnosti, skladovateľnosti alebo v bližšie špecifikovaných charakteristikách ako pravdepodobnosť úspechu splnenia úlohy, alebo uvažovaný čas medzi zlyhaniami (MTBF) pre spoľahlivosť, uvažovaný čas opravy (MTTR) pre udržiavateľnosť, detekciu zlyhania a dobu izolácie pre testovateľnosť.

There are general R&M requirements which are applicable at the weapon system level. However, those which are used as design requirements by the contractors are derived from these general requirements. They should be specified in terms of reliability, maintainability, testability, shelf life, or in more specific characteristics such as Probability of mission success, or Mean Time Between Failure (MTBF) for reliability, Mean Time To Repair (MTTR) for maintainability, failure detection and isolation rate for testability.

V skorších fázach životného cyklu systému/výstroja nie je možné určiť R&M požiadavky pokiaľ sa jedná o kvantitatívne požiadavky. Je dôležité, aby čím skôr, ale najneskôr na konci výskumu uskutočniteľnosti, boli požiadavky R&M určené v kvantitatívnych pojmoch a doplnené tam, kde je to nevyhnutné kvalitatívnymi špecifikáciami (pozri paragraf 201). Požiadavky R&M musia byť definované kvantitatívnymi pojmami vo všetkých súvisiacich

In the earlier phases of a system's/ equipment's life cycle it may not be possible to state the R&M requirements in quantitative terms. It is important, however, that as soon as possible and at the latest by the end of the feasibility study, the R&M requirements are stated in quantitative terms, supplemented where necessary by qualitative specifications (see para 201). The R&M requirements should be defined in quantitative terms in all related documents for the following reasons:

dokumentoch z nasledujúcich príčin:

- a. Definovanie úrovni R&M, ktoré je potrebné splniť (pozri paragraf 205) operačných väzieb, zhodných s plánmi rozmiestnenia, použitia ľudských zdrojov a prostredia. Po určení týchto kritérií môže tvorca rozhodnúť s ohľadom na úplné potreby či stupne R&M môžu byť dosiahnuté v spojení s ostatnými operačnými a podpornými požiadavkami, alebo je potrebný kompromis.
 - b. Od dodávateľa vykonávajúceho realizáciu sa nemôže očakávať splnenie požiadavky ak nie je špecifikovaná kvantitatívnym spôsobom.
 - c. Kvantitatívne požiadavky R&M môžu byť použité ako základ pre preukázanie R&M na konci vývoja/produkcie. Preto je dôležité pri špecifikácii požiadaviek R&M, zvážiť ako môžu byť preukázané zmluvné hodnoty R&M. Obstarávacia agentúra by mala v počiatočnej fáze rozhodnúť, nakoľko boli splnené (preukázané) požiadavky R&M a zvážiť ďalšiu činnosť vykonávanú dodávateľom, ak tieto požiadavky splnené neboli. To sa týka predovšetkým toho, ak je zamýšľané preukázanie R&M v prevádzke. Ak sú povolené určité úľavy, smernica pre preukazovanie musí jasne stanoviť najnižší stupeň akceptovateľného výkonu.
- a. To define the levels of R&M required to meet (see paragraph 205) operational commitments, consistent with the plans for deployment, use manpower resources and environment. Having stated these the designer can decide in considering the total requirement, whether these levels of R&M can be achieved in conjunction with all the other operational and support requirements, or whether some compromise is necessary.
 - b. The Contractor doing the feasibility cannot be expected to meet a requirement if it is not specified in a quantitative way.
 - c. Quantitative R&M requirements can also be used as a basis for R&M demonstrations at the end of development/production. It is therefore important, when specifying the R&M requirements, to consider how the contractual R&M values can be demonstrated. The purchaser's procurement agency should at an early stage decide how compliance with the R&M requirements is to be demonstrated and the action to be taken by the contractor if these requirements are not met. This applies especially when In-Service R&M demonstrations are intended. If graceful degradation is permissible, the demonstration directive should clearly state the lowest level of acceptable performance.

203. Potreba sledovateľnosti

Potreba pre sledovateľnosť znamená zaznamenávanie a udržiavanie údajov v databáze, ktoré musia byť použité ako základ pre hodnotenie postupu programu počas procesu obstarávania a životného cyklu. Pre zabezpečenie sledovateľnosti musí byť dokumentácia uchovávaná, a to v spojitosti so všetkými rozhodnutiami v programoch, ktoré majú dopad na požiadavky R&M s logickým odôvodnením každého rozhodnutia. Musí existovať logická spojitosť medzi R&M v dokumentácii (prevádzkových) požiadaviek a všetkými zmluvnými

203. Need for traceability

The need for traceability is to document and maintain all records in a database, which should be used as bases to assess the programme progress throughout the procurement and the life cycle.

To provide traceability, documentation should be maintained which relates all programme decisions which impact on R&M requirements with the basis of rationale for each decision. There should be a logical relationship between the R&M in the (operational) requirement documents and all programme and contractual documents.

dokumentmi .

Je obzvlášť dôležité zaznamenať prevádzkové odôvodnenie pôvodných požiadaviek, aby mohol byť odhadnutý dôsledok akýchkoľvek neskorších deficitov.

Je taktiež dôležité poznamenať, že údaje R&M môžu byť uložené (teda ľahko vyhľadateľné a sledovateľné!) v databáze ako napr. databáza podpory produktu, integrovaná databáza zbraňových systémov. Pretože pre R&M dáta je vyžadovaná presná kalkulácia podpory pre akýkoľvek zbraňový systém, sú dostupné špecifické časti dát pre zachovanie údajov R&M (napr. MTBF, MTTR, FMECA a RCM závery).

Z hľadiska podpory produktu sú R&M dáta používané prevažne na realizáciu stupňa opravy a analýzy úspornosti.

204. Stavby zhody

Vojenské požiadavky vyjadrujú aká výkonnosť je vyžadovaná od systému/vybavenia a nemajú obsahovať rozhodnutia, ako bude splňanie týchto požiadaviek overované. Metodológia preukazovania splňania zmluvných požiadaviek musí byť zahrnutá v špecifikácii obstarávania. Vyjadrenia štatistických zistení sú preto integrované v špecifikáciách systému/vybavenia, plánoch programu a plánoch testovania. Sú neoddeliteľnou súčasťou plánov pre testovanie kvalifikácie spoľahlivosti (RQT) a preukazovanie spoľahlivosti a udržiavateľnosti v praxi (ISRMD), ktorá môže byť založená na štúdiách obchodnej výmeny, ktoré tiež obsahujú rozhodovacie riziká ako spotrebiteľské riziko a riziko výrobcu.

205. Výber parametrov R&M

A. Všeobecne

R&M ovplyvňujú operačné a podporné aspekty ako dostupnosť, úspešnosť splnenia úlohy, údržba a logistická podpora. Preto musia požiadavky R&M obsahovať vyhlásenia, týkajúce sa týchto kategórií.

It is particularly important to record the operational justification for the original requirements so that the effect of any subsequent shortfalls can be assessed.

It is also important to note that R&M data can be stored (thus easy to find and traceable!) in a database such as a Product Support Database or Integrated Weapon System Database. Because R&M data are critical to calculate the support required for any given weapon system, specific data elements are available for R&M data storage (for example MTBF, MTTR, FMECA and RCM results).

From a Product Support perspective, R&M data are used mostly to carry out Level of Repair and Sparing Analysis.

204. Confidence statements

Military requirements state what performance is required of a system/equipment and should not include statements on how compliance with these Requirements is to be verified. The methodology for the demonstration of compliance with contractual requirements should be included in the procurement specification. Statistical confidence statements are therefore incorporated into the system/equipment specifications, programme plans and test plans. They are an integral part of the test plan for Reliability Qualification Testing (RQT) and In-Service Reliability and Maintainability Demonstrations (ISRMD) which may be based on trade-off studies which also involve decision risks such as Consumer's risk and Producer's risk.

205. Selection of R&M parameters

A. General

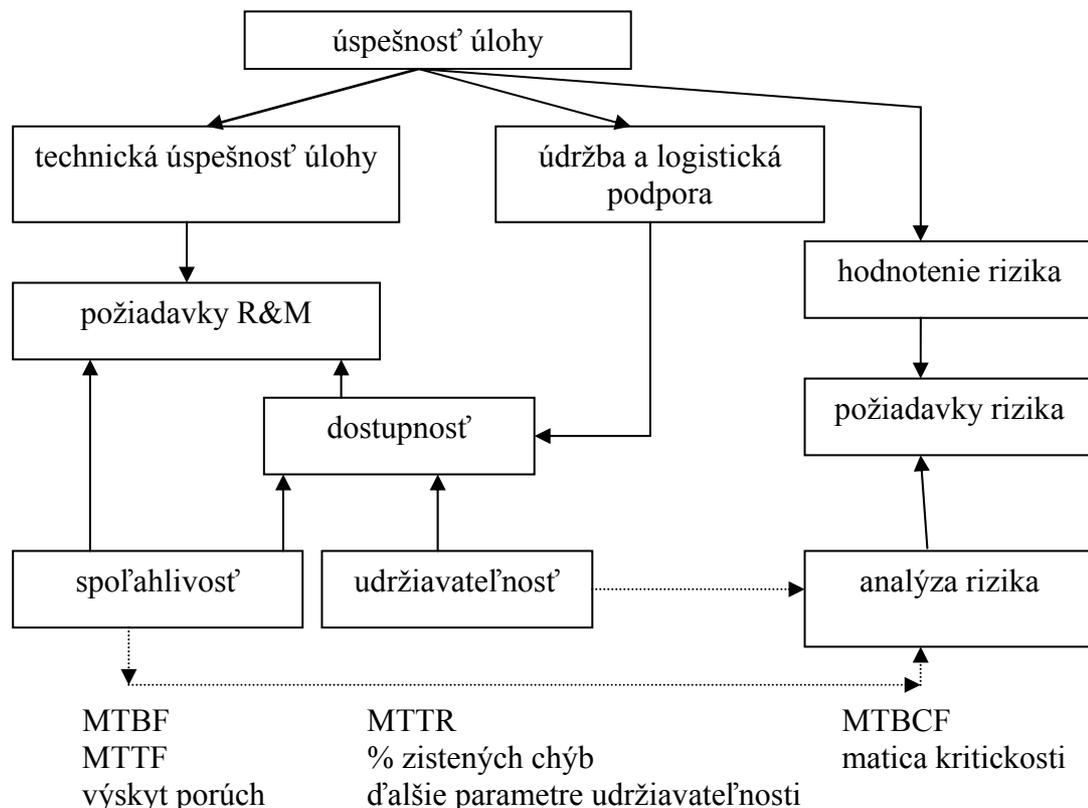
R&M affect operational and support aspects such as availability, mission success, maintenance and logistic support. Therefore, R&M requirement documents should contain statements which apply to these categories.

Tieto vyhlásenia sa musia súčasne týkať hardvéru, softvéru a ľudských elementov systému/vybavenia.

Výber parametrov R&M musí byť prispôbivý pre každý systém/vybavenie. S ohľadom na to, by mali byť brané do úvahy rozdielne prevádzkové a skladovacie režimy (módy) systému/vybavenia. (napr. bojové použitie, operácie v čase mieru, dlhodobé uskladnenie, preprava). Veľký dôraz musí byť kladený na to aby vybrané parametre, ktoré popisujú R&M správanie sa systému boli navzájom kompatibilné (a taktiež s kategóriami uvedenými vyššie). Z toho dôvodu musia byť uskutočňované priebežné analýzy všetkých parametrov z hľadiska zhodnosti skôr, ako sú predložené dodávateľovi.

The statements should address together the hardware, software and human elements of the system/equipment.

The selection of the R&M parameters should be tailored for each system/equipment. In this respect, the different operational and storage modes of the system/equipment (for instance: Battlefield-Day, peace time operations, long term storage, transportation) have to be considered. Great care should be taken that the selected parameters which describe the R&M behaviour of the system - and consequently the categories mentioned above - are compatible with each other. Therefore, a thorough analysis of all the specified parameters in terms of consistency should be carried out before the requirements are passed to the Contractor.



Obrázok 1: Vzťahy (spojitosť) medzi operáciami, logistikou a R&M

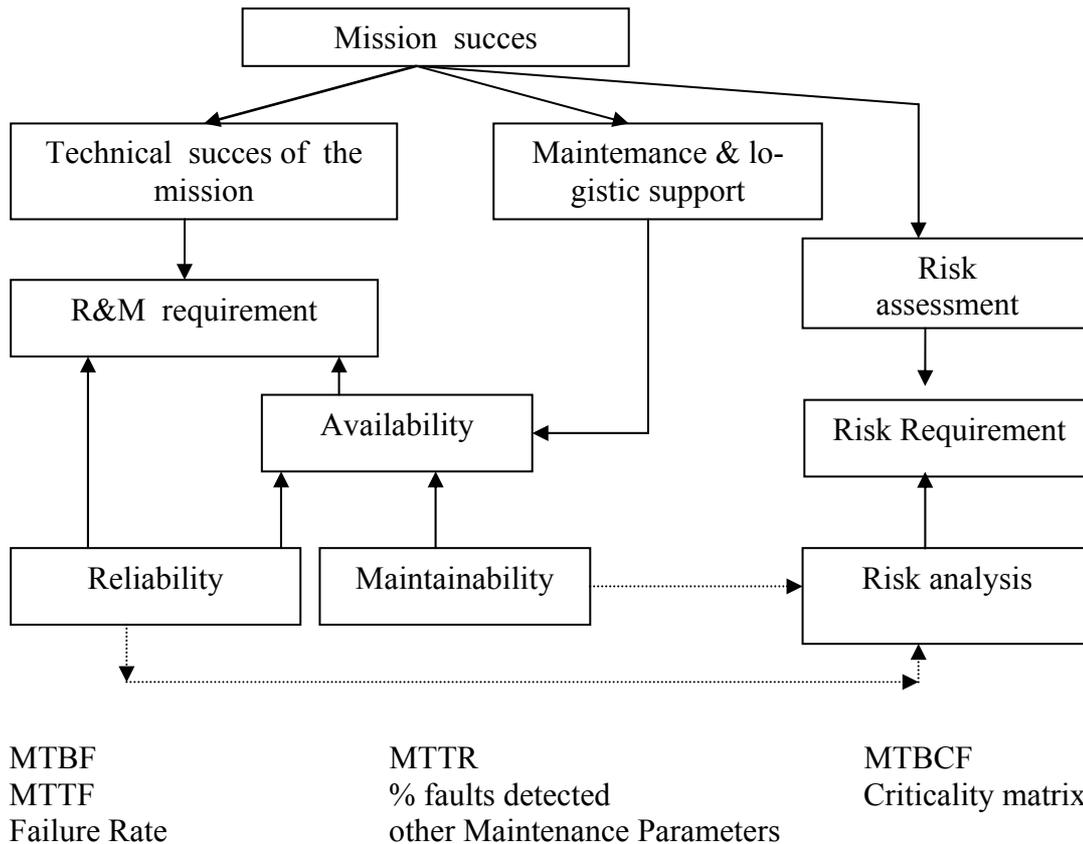


Figure 1: Relationship between operations, logistics and R&M

Obrázok 1:

Úspešnosť úlohy závisí od vlastníctva prvotriedneho vybavenia (PE), vhodného k splneniu úlohy bez vážnych zlyhaní (prerušenie úlohy) v priebehu úlohy. Požiadavka na technickú úspešnosť vedie požiadavky spoľahlivosti a špecifikácie spoľahlivosti pre PE. Dostupnosť PE pre úlohu (misiu) závisí od dostatočnej údržby a logistickej podpory (t.j. mať adekvátne a dostatočné zdroje ako: náhradné diely, dokumentácia, podpora a skúšobné vybavenie, príslušenstvo, kvalifikovaný personál) na rýchle uskutočnenie obnovovacích aktivít. Potreba rýchlosti týchto aktivít zavádza požiadavky udržiavateľnosti a špecifikácie udržiavateľnosti.

Možné príklady parametrov R&M sú na obrázku 1.

Figure 1:

Mission success depends upon having a Prime Equipment (PE) available to perform the mission, and no critical failure (i.e. mission abort) during the mission. The requirement for technical success drives the reliability requirements and the reliability specifications for the PE. The availability of a PE for a mission depends upon adequate maintenance and logistic support (i.e.: having adequate and sufficient resources such as: spare parts, documentation, support and test equipment, facilities, qualified personnel, etc) to quickly perform the restoration activities. How quickly these actions need to be performed drives the maintainability requirements and the maintainability specifications.

Examples of possible R&M parameters are listed in Figure 1.

B. Parametre systému/zariadenia

Pri použití parametrov R&M sa musí v požadovaných dokumentoch venovať vysoká pozornosť z nasledujúcich dôvodov:

- a. Vyššie spomenuté parametre R&M, sa nemusia nevyhnutne týkať všetkých typov systémov/zariadenia. Koncept operácie alebo podpory pre príslušný systém/zariadenie môže určiť, že jeden alebo viac parametrov R&M nie je aplikovateľných;
- b. Parametre R&M nie sú jedinými opatreniami k dostupnosti a úspechu splnenia úlohy (misie). Ďalšie faktory ako logistické straty v čase a výkonnosti tiež musia byť zahrnuté v akejkoľvek definícii stupňa prevádzkovej dostupnosti a úspešnosti splnenia úlohy systému/zariadenia;
- c. Parametre, ktoré opisujú prevádzkové a podporné aspekty navzájom súvisia. Napríklad úspešnosť splnenia úlohy môže byť zvýšená taktiež pomocou prebytkov, ktoré môžu mať za následok nárast ceny logistiky a ceny práce, alebo zmeny k vyššej spoľahlivosti a redukcii požiadaviek na materiál. Udržiavanie pracovnej sily a logistickej podpory taktiež priamo ovplyvňuje dostupnosť.

B.1 Dostupnosť

Dostupnosť môže byť vyjadrená ako pravdepodobnosť, že systém alebo zariadenie používané v stanovených podmienkach sú schopné použitia a vykonania v akomkoľvek určenom čase.

Dostupnosť môže závisieť na viac parametroch. Môže byť ovplyvnená R&M charakteristikami systému/zariadenia a taktiež závisieť na type dostupnosti, poskytovanej logistickej podpore a požadovanej pravdepodobnosti úspechu splnenia úlohy. Systém musí byť navrhnutý tak, že individuálne zlyhanie hardvéru alebo softvéru nespôsobí kritickú poru-

B. System/equipment R&M parameters

Great care should be taken when using R&M parameters in requirement documents for the following reasons:

- a. the R&M parameters referred to above do not necessarily apply to all types of system/equipment. The concept of operation or support for a particular system/equipment may dictate that one or more of the R&M parameters is not applicable;
- b. the R&M parameters are not the only measures of availability and mission success. Other factors such as Logistic Delay Times and Performance should also be included in any definition of the level of the operational availability and mission success of a system/equipment;
- c. the parameters which describe operational and support aspects are interrelated. For instance, mission success can be improved either through redundancy which should cause increased logistic and manpower costs, or changing to higher reliability and reduce materiel requirements. Also, maintenance manpower and logistic support directly affect availability.

B.1 Availability

Availability can be expressed as the probability that the system or equipment used under stated conditions is in an operable and committable state at any given time.

Availability can depend on several parameters. It can be influenced by the R&M characteristics of the system/equipment and, dependent on the type of availability, the logistic support provided, and the required probability of mission success. The system should be designed such that an individual hardware or software failure does not result in a critical failure while operating under pre-

chu, pokiaľ pracuje (pôsobí) v určených (skôr definovaných) podmienkach.

Faktory logistickej podpory zahŕňajú vojakov (osoby), výcvik (tréning), náhradné diely (zásobovanie) atď. Existuje niekoľko typov dostupnosti. Dva najčastejšie používané sú skutočná dostupnosť (Ai) a operačná dostupnosť (Ao).

Skutočná dostupnosť je pravdepodobnosť, že systém/zariadenie pracuje prijateľne v akomkoľvek časovom okamihu keď je používaný/é v stanovených podmienkach, kde uvažovaný čas je operačný čas a aktívny čas opravy. Tak skutočná dostupnosť vylučuje všetok voľný čas, preventívnu údržbu (prehliadky), čas uskladnenia, čas logistického oneskorenia. Pre sústavne pôsobiace zariadenie, to môže byť opísané nasledovne (pre prípad stavu ustálenosti):

$$D_i = \frac{MTBF}{MTBF + MART}$$

kde MART znamená uvažovaný čas aktívnej opravy.

Operačná dostupnosť je pravdepodobnosť, že systém/zariadenie kedykoľvek v požadovanom operačnom čase pracuje uspokojivo v stanovených podmienkach kde uvažovaný čas zahŕňa operačnú, nápravnú a preventívnu údržbu a logistický a administratívny čas oneskorenia.

defined conditions.

The logistics support factors include personnel, training, spares supplies etc. There are several types of Availability. The two most commonly used are Intrinsic Availability (Ai) and Operational Availability (Ao).

Intrinsic Availability is the probability that the system/equipment is operating satisfactorily at any point in time when used under stated conditions, where the time considered is operating time and active repair time. Thus, intrinsic availability excludes all free time, preventive maintenance, storage time, administrative and logistic delay times. For continuously operating equipment, it can be expressed as follows (for the steady state case):

where MART is Mean Active Repair Time.

Operational availability is the probability that a system/equipment at any instant in the required operating time operates satisfactorily under stated conditions where the time considered includes operating, corrective and preventive maintenance, administrative and logistic delay time.

Operačná dostupnosť môže byť definovaná v prípade stavu ustálenosti nasledovne:

Operational Availability may be defined, for the steady state case, as follows:

$$A_0 = \frac{OT + ST}{OT + TCM + TPM + ST + ALDT}$$

kde:

Where:

OT = Operačný čas
 ST = Čas kľudového režimu (čas, počas ktorého je zariadenie - zbraňový systém v kľudovom režime)
 TCM = Celkový čas údržby za špecifikovanú časovú periódu
 TPM = Celkový čas preventívnej údržby za špecifikovanú časovú periódu
 ALDT = Administratívne a logistické oneskorenie

OT = Operating Time
 ST = Standby Time (time during which an equipment is in a standby mode)
 TCM = Total Corrective Maintenance Time per specified time period
 TPM = Total Preventive Maintenance Time per specified time period
 ALDT = Administrative and Logistic Delay Time

Špecifikácia A_0 musí byť založená na identifikácii životného profilu systému/zariadenia, vrátane profilu(ov) úlohy a služieb.

The specification of A_0 should be based on the identification of the system/equipment life profile, including the mission and service profile(s).

Špecifikácia dostupnosti musí byť vnímaná ako doplňujúca špecifikáciu R&M, ale nie nahrádzajúca. Musí byť rozoznávaná ako charakteristika kombinácie požiadaviek R&M systému/zariadenia a údržbovej pracovnej sily a logistickej podpory, ktorá je poskytovaná.

The specification of Availability should normally be seen as complementing the specification of R&M, but not replacing it. It should be recognised as a characteristic of the combination of the system/equipment R&M and the Maintenance Manpower and Logistic Support that is provided.

Ak A_0 (alebo iný druh dostupnosti) je špecifikovaná, treba venovať veľkú pozornosť uisteniu sa o neexistencii konfliktu s požadovanými stupňami R&M.

If A_0 (or any other type of availability) is specified, great care should be taken to ensure that there is no conflict with the required levels of R&M.

Dodatočné príčiny pre nešpecifikovanie R&M výhradne pokiaľ pre A_0 sú:

Additional reasons for not specifying R&M solely in terms of A_0 are:

- je „necitlivé“, ako index, na zmeny v R&M parametroch;
- Existuje mnoho ďalších faktorov,

- It is insensitive, as an index, to changes in R&M parameters;
- There are many other factors which de-

ktoré vyjadrujú hodnotu A_0 ako vojaci, výcvik, zásoby. Tieto často viac ovplyvňujú A_0 viac, ako R&M, napr. dlhé časy logistického oneskorenia;

- c. je ťažké plánovať pre A_0 , kvôli mnohým faktorom (napr. zabezpečovanie náhradných dielcov), ktoré sú mimo kontroly „plánovača“;
- d. často to môže byť preukázané iba na bojisku.

Preto musí byť stanovená úroveň spoľahlivosti aj udržiavateľnosti. Ako je uvedené v predchádzajúcom, spoľahlivosť a udržiavateľnosť spoločne stanovujú A_i systému/zariadenia. Nie je vhodné stanoviť iba A_i , pretože A_i závisí iba od pomeru MART/MTBF. Samozrejme, nespočetné množstvo kombinácií MART a MTBF môže vytvoriť rovnaké A_i . Z tohto dôvodu špecifikácie dostupnosti by mali byť vždy sprevádzané prinajmenším požiadavkami spoľahlivosti.

Technické štúdie a štúdie nákladov životného cyklu musia byť vykonávané za účelom optimalizácie úspechu úlohy a operačnej dostupnosti vo vzťahu k nákladom životného cyklu. (pozri obr. 2 a 3)

Obrázok 2 ilustruje faktory, ktoré musia byť brané do úvahy a obrázok 3 ilustruje vzájomné vzťahy medzi rôznymi použitými modelmi.

Pre požiadavky námorníctva je často používaný termín „efektívna dostupnosť“. Tu sa berie do úvahy, že loď nesie vlastné základné opravárenské a údržbárske kapacity, ktoré môžu byť zamestnané v priebehu plnenia úlohy (často meranej v dňoch). Definícia Efektívnej dostupnosti tiež rozoznáva rozdiel medzi prvkami, ktoré sú opraviteľné na mori a ktoré nie.

Efektívna dostupnosť je definovaná ako pravdepodobnosť, že lodný systém je dostupný v akomkoľvek okamihu v priebehu maximálnej operačnej periódy, be-

termine the value of A_0 such as personnel, training and supplies. These frequently affect A_0 more than R&M, e.g. long logistic delay times;

- c. It is difficult to design for A_0 , because of the many factors (e.g. spares provisioning) which are beyond the control of the designer.
- d. It can usually be demonstrated only in the field.

Therefore the level of both Reliability and Maintainability should be specified. As stated earlier, Reliability and Maintainability jointly determine the A_i of a system/equipment. It is unwise to specify only A_i because A_i depends only on the ratio of MART/MTBF. Obviously, innumerable combinations of MART and MTBF can yield the same A_i . Therefore, availability specifications should always be accompanied by, at least, reliability requirement(s).

Technical and life cycle cost studies should be performed to optimise the mission success and the operational availability relative to life cycle costs (see figures 2 and 3).

Figure 2 illustrates the factors that should be taken into account and figure 3 illustrates the inter-relationship between the various model employed.

For naval requirements, the term Effective Availability is often used. This takes into account the fact that a ship carries its own organic repair and maintenance capability, which can be employed during a mission (often measured in days). The definition of Effective Availability also recognizes the difference between those items which are repairable at sea and those which are not.

Effective Availability is defined as the probability that the ship system is available at any instant during the maximum operational period, taking into account all critical failu-

rúv v úvahu všetky kritické poruchy, oboje opraviteľné i neopraviteľné na mori a preventívnu údržbu. Kritické zlyhanie lodného systému je definované pre každý systém alebo vybavenie, zvyčajne predpokladá stratu špecifikovanej funkcie.

res, both repairable and not repairable at sea, and preventive maintenance. A critical ship system failure is normally defined for each system or equipment, and usually implied the loss of a specified function.

Efektívna dostupnosť (A_E) môže byť vyjadrená nasledujúcim empirickým vzorcom:

Effective Availability (A_E) can be expressed as the following empirical formula:

$$A_E = 1 - \frac{MART}{MTBCF + MART} - \frac{PM \text{ čas}}{\text{čas misie}} - 0,5 \frac{\text{čas misie}}{MTTCFnr}$$

$$A_E = 1 - \frac{MART}{MTBCF + MART} - \frac{PM \text{ downtime}}{\text{mission time}} - 0,5 \frac{\text{mission time}}{MTTCFnr}$$

Kde:

Where:

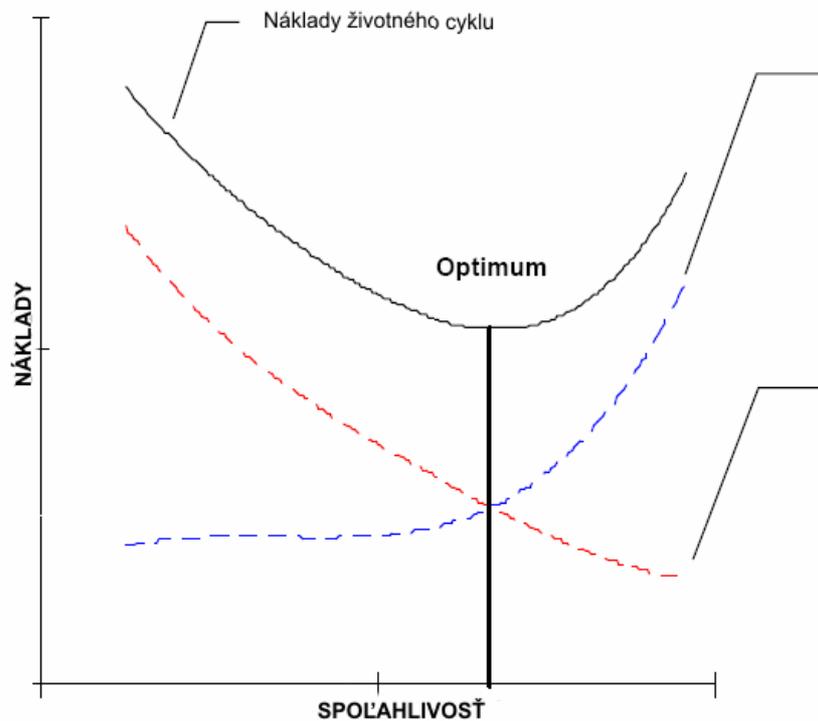
MTBCF = Priemerný čas medzi kritickými zlyhaniami (opraviteľné na mori)
 MART = Priemerný aktívny čas opravy
 MTTCFnr = Priemerný čas do kritického zlyhania (neopraviteľné na mori)
 PM čas = Celkový čas (časový prestoj) preventívnej údržby pre úlohu

MTBCF = Mean Time Between Critical Failures (Repairable at sea)
 MART = Mean Active Repair Time
 MTTCFnr = Mean Time To Critical Failures (Not Repairable at sea)
 PM downtime = Total preventive maintenance downtime for mission

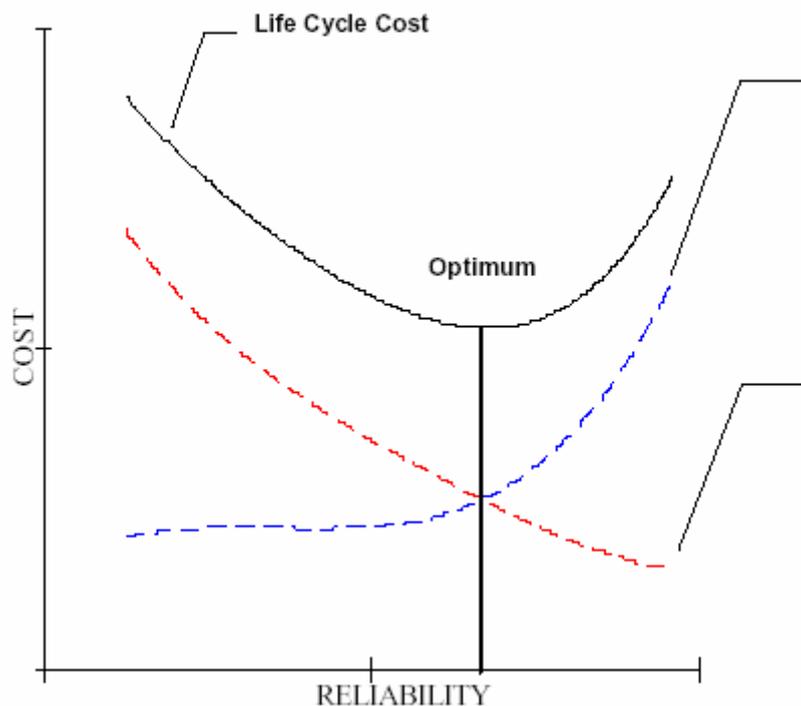
Príklad efektívnej dostupnosti je uvedený v prílohe A.

An example of Effective Availability is given at Annex A.

Obrázok 2: Náklady na životný cyklus rozdelené na obstarávacie a prevádzkové náklady vo vzťahu k spoľahlivosti



An example of Effective Availability is given at Annex A.



Prevádzkové náklady

- náhradné diely
- náklady na opravy
- riadenie a vstupy zásob
- podporné zariadenia
- technické údaje a dokumentácia
- výcvik a zariadenia výcviku
- riadenie logistiky
- obsluha
- zariadenia

Obstarávacie náklady

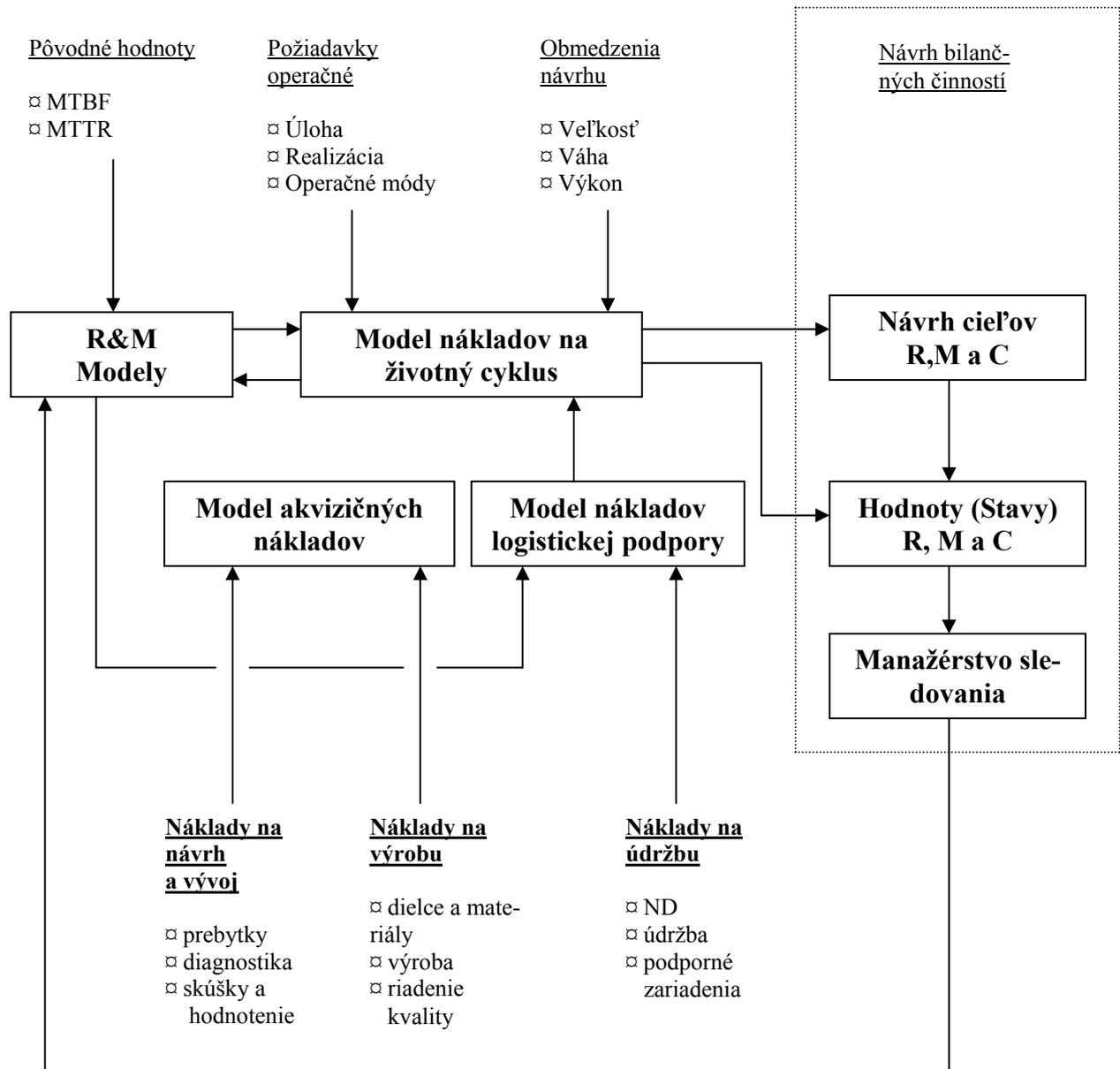
- základná údržba
- skúšanie a hodnotenie
- program manažérstva/riadenie
- riadenie výroby a kvality
- výrobné náklady
- skúšobné nástroje

Acquisition Cost

- Basic Engineering
- Test & Evaluation
- Programme Management/ Control
- Manufacturing & Quality Engineering
- Production Costs
- Experimental Tooling

Operational Support Cost

- Spares
- Repair Labour Costs
- Inventory Entry & Supply Management
- Support Equipment
- Technical Data & Documentation
- Training & Training Equipment
- Logistic Management
- Operators
- Utilities



Obrázok 3: Metódy R&M a nákladov

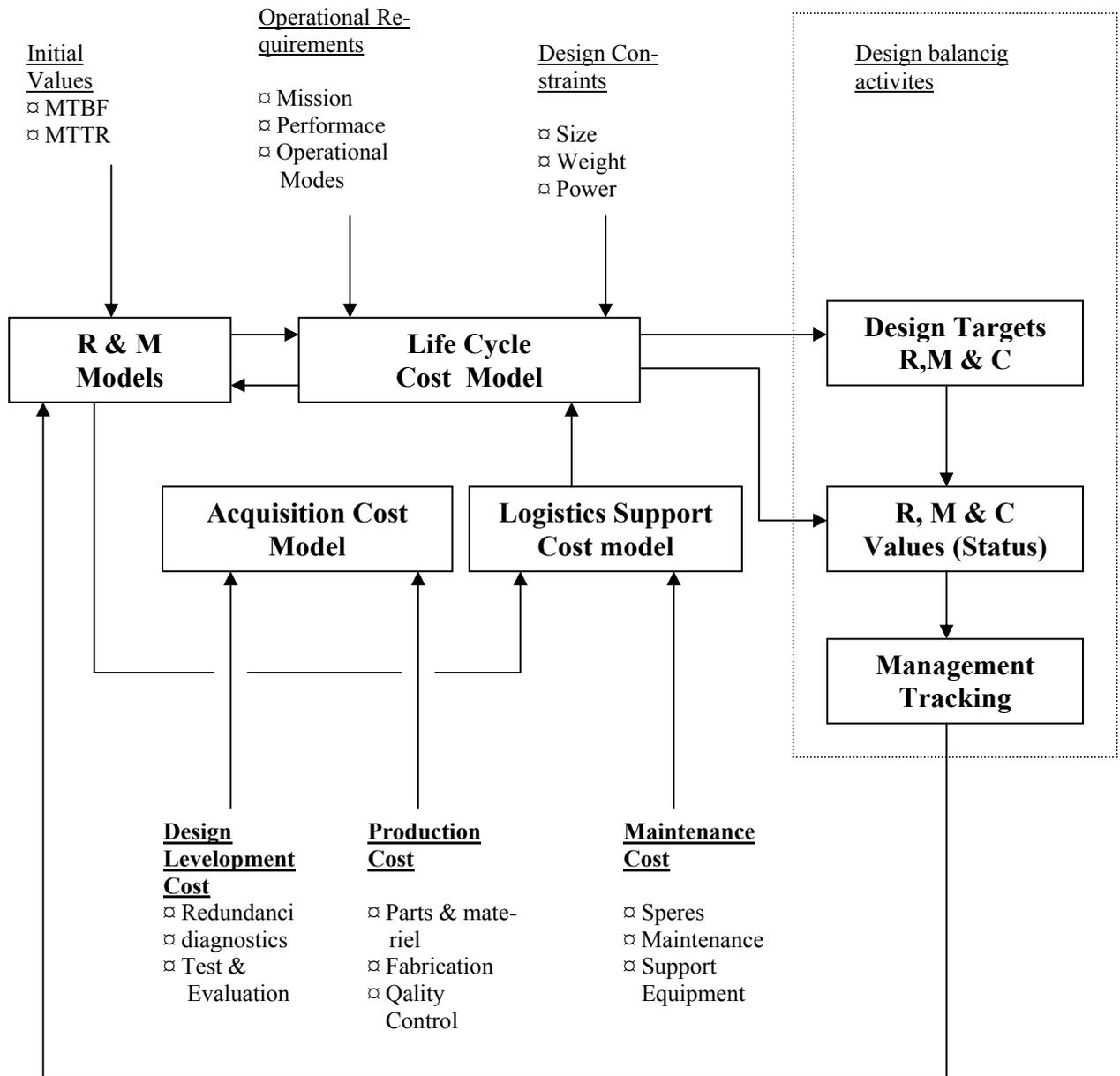


Figure 3 : R&M and cost methods

B.2 Úspešnosť úlohy

Parametre R&M úspešnosti úlohy sa vzťahujú k pravdepodobnosti výskytu porúch v priebehu úlohy, ktoré môžu spôsobiť prerušenie tejto úlohy a k pravdepodobnosti nápravy týchto porúch počas priebehu samotnej úlohy.

B.3 Údržba

Pri určení vhodných parametrov systému/zariadenia R&M, je nevyhnutné zvážiť plánovaný koncept prevádzky a údržby systému/zariadenia.

Typické použité parametre, sú priemerný čas medzi údržbovými činnosťami na zaistenie spoľahlivosti a normohodina pre personál operačnej údržby. Všetky úrovne údržby musia byť zvážené pri vývoji požiadaviek, ktoré ovplyvňujú náklady na normohodinu personálu pri údržbe.

Pri definovaní požiadaviek R&M je dôležité zvážiť obmedzenie nákladov na normohodinu personálu pri údržbe. Toto je zapríčinené tým, že cena práce a s tým spojených činností, požadovaných na údržbu systému/zariadenia sú riadené snahou o dosiahnutie požiadaviek R&M. Takéto obmedzenia môžu byť taktiež vyjadrené peniazmi alebo číselne a úrovňou kvalifikácie osôb.

B.4 Náklady na logistickú podporu

Parametre, ktoré ovplyvňujú náklady na logistickú podporu systému/zariadenia závisia na čase a peniazoch. Určujú tie aspekty R&M, ktoré sa týkajú spotreby materiálu. (Spotreba materiálu taktiež ovplyvňuje dostupnosť tým, že sa priamo týka požiadaviek na materiál a schopnosti reťazcov logistickej siete splniť tieto požiadavky).

Príklady parametrov sú stredný čas medzi premiestneniami pre spoľahlivosť a celkové náklady na premiestnenie pre udržiavateľnosť.

B.2 Mission Success

Mission Success R&M parameters relate to the probability of failures occurring during a mission which would cause an interruption of that mission and to the probability of correcting these failures during the mission itself.

B.3 Maintenance Manpower

In determining the appropriate system/equipment R&M parameters, it is necessary to consider the system's/equipment's intended operations and the maintenance concept.

Typical parameters used are Mean Time Between Maintenance Actions for reliability, and Direct Man-hours Per Operating Hour for maintainability. All levels of maintenance should be considered in developing the requirements which affect Maintenance Manpower Cost.

It is important to consider Maintenance Manpower Cost constraints in defining R&M requirements. This is because the manpower, and its associated costs, required to maintain a system/equipment are driven by the attainment of those R&M requirements.

Such constraints may be expressed either in terms of money or in terms of number and skill level of personnel.

B.4 Logistic Support Cost

The parameters which influence the Logistic Support Costs of systems/equipment are dependent on both time and money. They address those aspects of R&M which are concerned with the consumption of material. (The consumption of materiel also affects availability by being directly related to materiel demands and the ability of the logistics pipeline to meet those demands).

Parameter examples are Mean Time Between Removals for reliability and Total Parts Costs Per Removal for maintainability.

C. Špecifikácia požiadaviek R&M

Požiadavky R&M musia byť špecifikované ako minimálne hodnoty, ktoré spĺňajú operačné a logistické potreby nadobúdateľa.

C.1 Spôľahlivosť

Aby mala význam, požiadavka spôsobnosti musí byť špecifikovaná kvantitatívne.

Existujú štyri základné spôsoby, podľa ktorých môže byť definovaná požiadavka spôsobnosti:

- (1) Ako priemerný čas do zlyhania (MTTF), pre neopraviteľné položky, alebo priemerný čas medzi poruchami (MTBF) pre opraviteľné položky. Táto definícia užitočná pre systémy/zariadenia s dlhodobou životnosťou, pri ktorých forma rozloženia spôsobnosti nie je rozhodujúca alebo kde plánované dĺžky úloh sú vždy krátke vo vzťahu ku špecifikovaným MTTF alebo MTBF.
- (2) Ako pravdepodobnosť prežitia pre stanovenú časovú periódu. Táto definícia je užitočná keď je požadovaná vysoká spôsobnosť v priebehu doby úlohy ale stredný čas medzi poruchami (MTBF) okrem doby úlohy je mimo taktický účinok, okrem toho, ak ovplyvňuje dostupnosť. Ďalej parameter prežitia na stanovený čas je obzvlášť relevantný pre mechanické systémy ako motory a konštrukcia lietadiel, kde čas medzi vykonaním generálnych opráv (TBO) je bežný parameter.
- (3) Ako pravdepodobnosť úspešnosti, nezávislá na čase. Táto definícia je užitočná pre špecifikáciu spôsobnosti jednovýstrelových zariadení ako letová spôsobnosť strely, spôsobnosť detonácie bojovej hlavice atď. Je to taktiež špecifikované pre cyklické položky, ako spôsobnosť vypustenia raketového kompletu.

C. Specifying R&M requirements

The R&M requirements should be specified as the minimum values which meet the purchaser's/user's operational and logistics needs.

C.1 Reliability

To be meaningful a reliability requirement should be specified quantitatively.

There are four basic ways in which a reliability requirement may be defined:

- (1) As a Mean Time To Failure (MTTF), for non-repairable items, or Mean Time Between Failure (MTBF), for repairable items. This definition is useful for long life systems/equipments in which the form of reliability distribution is not critical or where the planned mission lengths are always short relative to the specified MTTF or MTBF.
- (2) As a probability of survival for a specified period of time. This definition is useful when a high reliability is required during the mission period but Mean Time Between Failure (MTBF) beyond the mission period is of little tactical consequence, except when it influences availability. Furthermore, survival for a specified time is particularly relevant to mechanical systems such as engines and aircraft structures, where Time between Overhaul (TBO) is a common parameter.
- (3) As a probability of success, independent of time. This definition is useful for specifying the reliability of one shot devices such as the flight reliability of a missile, the detonation reliability of a warhead etc. It is also specified for those items which are cyclic such as the launch reliability of a launcher.

(4) Ako stupeň zlyhania " Lambda " (I) počas špecifikovaného časového obdobia. Táto definícia je užitočná na špecifikáciu spoľahlivosti častí, jednotiek a montážnych dielov, ktorých priemerné časy životnosti sú príliš dlhé na to aby bol dôležitý, alebo ktorých spoľahlivosť počas časového obdobia záujmu sa približuje k zhode. Taktiež to môže byť užitočné pre tie komponenty, ktorých priebeh poruchovosti je závislý na čase alebo ktoré sú kombinované v sériovej spoľahlivostnej štruktúre.

Pri zostavovaní špecifikácií spoľahlivosti by mali byť vzaté na zreteľ aspekty ako pracovné cykly (paragraf 206 A), prostredie (paragraf 206B), definície poruchy (paragraf 208).

Keď je to použiteľné, požiadavky úlohy a základnej spoľahlivosti musia byť identifikované oddelene. Tak ako sa môžu poruchy vyskytnúť v priebehu neoperačných období, požiadavky na spoľahlivosť by mali vziať do úvahy spoľahlivosť uskladnenia a transportu. To sa hlavne vzťahuje na defenzívny materiál, ktorý je dlhodobo uskladňovaný, ako míny, strely, munícia alebo torpéda alebo systémy ktoré sú často prepravované.

C.2 Udržateľnosť

Nadobúdateľ sa sústreďuje na dobu, ktorá prejde od zistenia závady systému/vybavenia po ukončenie nápravnej činnosti. V tejto dobe nie je iba čas diagnostikovania závady a ukončenia opravy ale taktiež čas potrebný na obdržanie náhradných dielcov a dostupnosť kvalifikovaných opravárov (administratívny alebo logistický čas omeškania). Tieto posledné dva aspekty nie sú úplne pod kontrolou návrhára. Sú určené pravidlami údržby a nákladmi životného cyklu, ktoré sú riadené a kontrolované štábom logistiky.

Požiadavky udržateľnosti sú často špecifikované parametrami ako stredný

(4) As a Failure Rate "Lambda" (1) over a specified period of time. This definition is useful for specifying the reliability of parts, units and assemblies whose mean lives are too long to be meaningful or whose reliability for the time period of interest approaches unity. It may also be useful for those components whose failure behaviour is time dependent or which are combined in a serial reliability structure.

When writing reliability specifications, aspects such as duty cycles (para 206 A), environmental envelope (para 206 B), failure definitions (para 208) should be taken into consideration.

Where applicable, mission and basic reliability requirements should be separately identified. As failures may also occur during non operational periods, reliability requirements should also take storage and transportation reliability into account. This applies especially to defence materiel which is subject to long term storage, such as mines, missiles, ammunition or torpedoes, or to systems which are subject to frequent transportation.

C.2 Maintainability

The Purchaser/User is concerned with the time it takes from detecting a system/equipment failure to corrective action being completed. Included in this time is not only the time to diagnose the failure and complete the repair, but also the time to obtain the necessary spares and the availability of skilled manpower (Administrative or Logistic Delay Time). These last two aspects are not entirely under the designer's control. They are determined by maintenance policy and life cycle costs which are managed and controlled by Logistics Staff.

Maintainability requirements are often specified by parameters such as Mean Time To

čas do opravy (MTTR) alebo ďalšie priemerné periódy pre údržbu (preventívne a korektívne). V tomto kontexte priemerný aktívny čas opravy komponentu (niekedy nazývaný MART) musí byť braný v úvahu mimo logistických omeškaní. Je nevyhnutné, aby boli vzťahy medzi jednotlivými parametrami a rôznymi typmi času (Obrázok 4) jasne definované a aby si rozdielne špecifikované parametre navzájom neodporovali.

Avšak tieto nemôžu úplne určiť všetky charakteristiky udržiavateľnosti. Napríklad parametre času do opravy všeobecne nasledujú normálne logaritmické rozdelenie pravdepodobnosti. Preto pri stanovovaní parametrov môže byť užitočné špecifikovať dva body normálneho logaritmického rozdelenia.

Príloha B - KVANTIFIKOVANIE POŽIADAVIEK UDRŽIAVATEĽNOSTI poskytuje ďalšiu informáciu o používaní normálneho logaritmického rozdelenia.

C.3 Bojová odolnosť

V priebehu konfliktu prirodzené prostredie zahŕňa bojové záťažové situácie. Preto nasledujúce požiadavky musia byť špecifikované na základe požiadaviek užívateľa:

- (1) dostatočná bojová odolnosť (napr. pancierovou ochranou, povrchovou ochranou, premiestňovaním citlivých komponentov do chránených oblastí, ľahkou vymeniteľnosťou zraniteľných komponentov atď.).
- (2) rýchla údržba aj za cenu obmedzeného splnenia úlohy.

Repair (MTTR) or other average periods for maintenance actions (preventive and corrective). In this context, the mean active repair time component only (sometimes called MART) should be considered, excluding Logistics delay time. It is essential that the relationships between the single parameters and the different types of time (Figure 4) are clearly defined and that the different specified parameters are not contradictory.

However, these may not fully address all maintainability characteristics. For example, time to repair parameters generally follow a log-normal probability distribution.

Therefore, when establishing parameters, it may be useful to specify two points on a log-normal distribution.

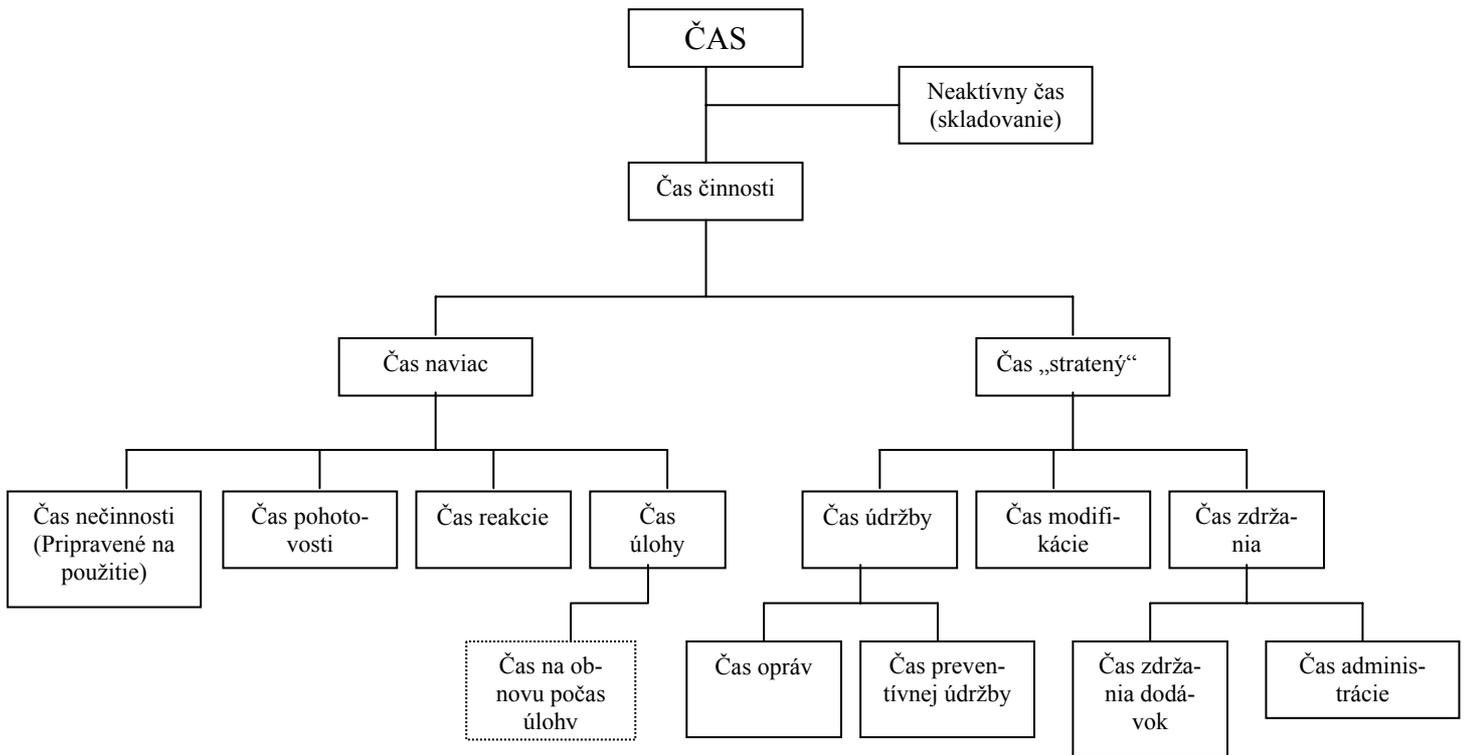
Annex B - QUANTIFYING MAINTAINABILITY REQUIREMENTS gives further information about the use of the log-normal distribution.

C.3 Combat Resilience

During a conflict the natural environment includes battlefield loads. Therefore, the following requirements should be specified on the basis of the user requirements:

- (1) sufficient combat resilience (e.g. by armour protection, shielding, relocation of sensitive components to protected areas, easy replacement of particularly vulnerable components etc.).
- (2) quick maintenance even at the cost of limited mission accomplishment.

Obrázok 4 ukazuje na časovú vzťahnosť.



Obrázok 4: Vzťah času

Figure 4 shows time relationships.

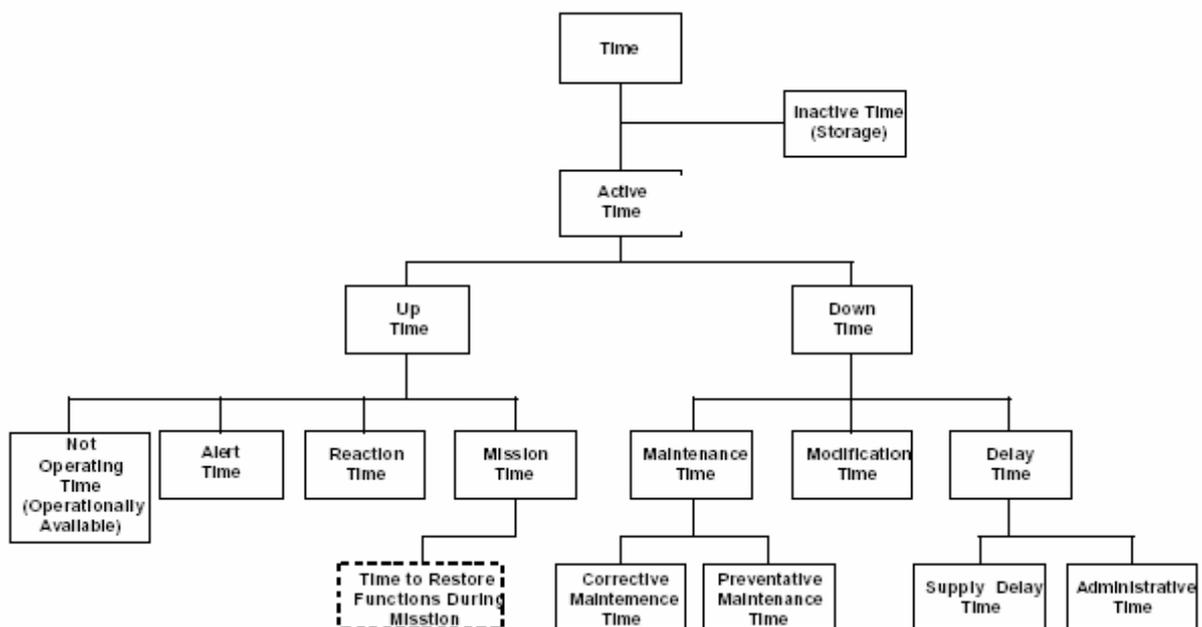


Figure 4: Time relationship

C.4 Skúšateľnosť

Použitie vstavaných testovacích jednotiek (BIT), zabudovaného testovacieho vybavenia (BITE) alebo externého testovacieho vybavenia (ETE), je mimoriadne užitočné na zlepšenie udržiavateľnosti a efektívnosti úlohy. Požiadavky na skúšku systému (BITE, BIT, ETE) musia obsahovať nasledujúce špecifikácie:

- (1) FDR (miera detekcie poruchy) - percentuálne vyjadrenie porúch, ktoré musia byť zistené a indikované;
- (2) FAR (miera falošných poplachov) - indikácia zlyhania ak toto neexistuje napr. Chyba operátora alebo chyba testu;
- (3) Zmluvný stupeň (napr. priamo vymeniteľná jednotka, modul), pre ktorý musí byť vyhradené percentuálne vyjadrenie zlyhaní a
- (4) že 100% bezpečnostných systémov musí byť neustále monitorovaných, poruchy musia byť zisťované a indikované v čase ich objavenia pomocou BIT.

Odporúča sa vyhľadať odbornú pomoc pri stanovovaní požiadaviek skúšateľnosti. Obzvlášť pri práci so softvérom. Žiadna jednoduchá porucha nesmie byť kritická pre bezpečnosť.

Je dôležité poznamenať, že spoľahlivosť (R), udržiavateľnosť (M), dosiahnuteľnosť (A) a skúšateľnosť (T) sú vzájomne prepojené. Ak je nevyhnutné špecifikovať R&M, A a T požiadavky, mala byť venovaná pozornosť konzistencii medzi nimi.

C.4 Testability

The use of Built-In-Test (BIT), Built-In-Test Equipment (BITE) or External Test Equipment (ETE) is an extremely useful means of improving the maintainability and mission effectiveness. The requirements for system test (BITE, BIT, ETE) should include statements specifying:

- (1) FDR (Failure Detection Rate) - the percentage of total number of failures which should be detected and indicated;
- (2) FAR (False Alarm Rate) - indication of a failure where no failure exists such as operator error or test deficiency;
- (3) The indenture level (i.e. Line Replaceable Unit, module) to which a specified percentage of failures should be isolated; and
- (4) that 100% of safety critical systems should be continuously monitored, failures being detected and indicated at the time of occurrence by BIT.

It is highly recommended that specialist advice is sought when formulating testability requirements, especially where software is involved. No single failure may be safety critical.

It is important to note that Reliability, Maintainability, Availability and Testability parameters are inter-linked. When it is necessary to specify R&M, A and T requirements, care should be taken to ensure consistency between them.

	% spôsobilosti	úroveň opravy (údržby)
Zistenie chyba (všetky prostriedky)	90-100 100 100	1. úroveň 2. úroveň 3./4. Úroveň
Zistenie chyby: BIT a ETE BIT a ETE BIT a ETE	90 – 98 95 – 98 95 – 100	1. úroveň 2. úroveň 3./4. Úroveň
Rozhodnutie o lokalizácii chyby Tri alebo viac LRU Jedna LRU Štyri alebo viac SRU Jedna SRU	100 90 – 95 100 75 – 85	1. úroveň 1. úroveň 2. úroveň 2. úroveň
Poznámky:		
LRU	-	Výmena jednotky na mieste (napr. skriňa, zdroj a pod.)
SRU	-	Vymeniteľná skladová jednotka (napr. obvodová doštička)
BIT	-	zabudovaná skúška
ETE	-	externé skúšobné zariadenie
1. úroveň	-	tiež ekvivalent pre Organizačný
2. úroveň	-	tiež ekvivalent pre Prechodný
3. a 4. Úroveň	-	tiež ekvivalent pre Depo (Sklad)

Tabuľka 1: Príklady požiadaviek skúšateľnosti

	% Capability	Repair Level
Fault Detection (All Means)	90-100 100 100	1st line 2 nd line 3 rd/4 th line
Fault Detection:BIT & ETE BIT & ETE BIT & ETE	90 – 98 95 – 98 95 – 100	1st line 2 nd line 3 rd/4 th line
Fault Isolation Resolution Three or fewer LRUs One LRU Four or fewer SRUs One SRU	100 90 – 95 100 75 – 85	1 st line 1st line 2 nd line 2 nd line
Notes:		
LRU	-	Line-Replacement Unit (e.g., Box, Power Supply, etc.)
SRU	-	Shop-Replaceable Unit (e.g., Circuit Card)
BIT	-	Built-in-Test
ETE	-	External Test Equipment
1 st line	-	Also equivalent to Organizational
2 nd line	-	Also equivalent to Intermediate
3 rd and 4 th line	-	Also equivalent to Depot

Table 1: Examples of testability requirements

206. Pracovné cykly a vonkajšie prostredie

Pracovné cykly a vonkajšie prostredie musia byť popísané pre systém/zariadenie. Popis musí obsahovať všetky situácie životného profilu systému/zariadenia od doby doručenia pokiaľ nie je k dispozícii, alebo v prípade jedno výstreľových položiek, pokiaľ nesplní požadovanú úlohu.

A. Pracovné cykly

Čas je základom pre kvantitatívnu špecifikáciu spoľahlivosti pretože je nezávislou premennou funkcie spoľahlivosti. Použitie musí byť jasne stanovené ako výsledok akejkoľvek požiadavky pretože vo veľkej miere ovplyvňuje výber vhodnej formy a časového intervalu pre vyhlásenie spoľahlivosti.

Použitie alebo pracovné cykly sa zvyčajne líšia v scenároch pre obdobie vojny a obdobie mieru a to môže mať významný vplyv na spoľahlivosť, dostupnosť, cenu logistickej podpory a kritéria úspešnosti úlohy.

V takýchto prípadoch musí byť vypracovaný rozdielny užívateľský/pracovný cyklus pre každú verziu.

Pre každú fázu úlohy musia byť posúdené prostredníctvom analýzy funkčnosti funkcie systému/zariadenia.

Niektoré typické funkcie systému/zariadenia sú:

- (1) štruktúrna podpora;
- (2) usmernenie a návod;
- (3) riadiaci pomer a stabilizácia;
- (4) elektrická energia;
- (5) pohon;
- (6) komunikácia a telemetria;
- (7) velenie a postupnosť;
- (8) riadenie prostredia a
- (9) sledovanie terénu.

Pre tie prípady, kde od systému/zariadenia nie je vyžadovaná nepretržitá prevádzka, celkový predpokladaný časový profil alebo časové sekvencie operácie

206. Duty cycles and environmental envelope

The duty cycles and environmental envelope for a system/equipment should be described. The description should include all situations in the life profile of a system/equipment from the time of delivery until the time of disposal, or in the case of a one-shot item, until it has accomplished the required mission.

A. Duty cycles

Time is essential to the quantitative specification of reliability because it is the independent variable in the reliability function. The usage should be clearly stated at the outset of any requirement as it heavily influences the selection of an appropriate form and time interval for the reliability statement.

Usage or duty cycles usually differ between wartime and peacetime scenarios and this can have a significant effect on reliability, availability, logistic support costs and mission success criteria.

In such cases different usage/duty cycle statements should be made for each scenario.

For each phase of the mission profile, the system/equipment functions have to be considered through a functional analysis.

Some typical system/equipment functions are:

- (1) structural support;
- (2) navigation and guidance;
- (3) attitude control and stabilisation;
- (4) electric power;
- (5) Propulsion;
- (6) Communication and telemetry;
- (7) Command and sequencing;
- (8) Environmental control, and
- (9) Terrain following.

For those cases where a system/equipment is not required for continuous operation, the total anticipated time profile or time sequences of operation should be defined ei-

musia byť tiež definované v pracovnom cykle alebo profilovými diagramami. Použitelnosť alebo profily pracovných cyklov musia identifikovať či je systém/zariadenie vo fáze aktívnej, klúdovej alebo uskladnený (neaktívny) v priebehu každej fázy úlohy.

Príklad je v tabuľke 2, ktorá ukazuje operačnú sekvenciu pre hypotetickú úlohu Stíhacieho lietadla.

Profil úlohy a pomocné dáta musia umožniť určenie pracovného cyklu na systém/zariadenie v priebehu zamýšľaného operačného použitia.

B. Vonkajšie prostredie

Systém/zariadenie môže vyžadovať uskladnenie, prepravu a použitie v množstve rôznych podmienok. Môže podstúpiť extrémne klimatické podmienky, súčasne s indukovanými podmienkami okolia, vyplývajúcich z používania.

Niektoré typické parametre systému/zariadenia sú:

- (1) tlak;
- (2) teplotné vyžarovanie;
- (3) zrýchlenie;
- (4) vlhkosť;
- (5) korozívne prostredie;
- (6) vibrácie a akustický hluk;
- (7) šok;
- (8) elektromagnetizmus a
- (9) piesok a prach.

Avšak, zvyčajne je obtiažne definovať úplnú kombináciu a variácie podmienok, v ktorých sa predpokladá použitie každého systému/zariadenia.

Preto je nevyhnutné stanoviť štandardy, ktoré špecifikujú opakovateľné vplyvy prostredia ako východiskové body a potom ich modifikovať s použitím informácií, ktoré boli obdržané z detailných analýz použitia systému/vybavenia. Tabuľka 2 poskytuje príklad analýzy prostredia systému/zariadenia.

Predchádzajúca analýza prostredia môže byť spomenutá v špecifikáciách R&M

ther in terms of duty cycle or profile charts. Usage or duty cycle profiles should identify whether the system/equipment is in an active, standby or storage (inactive) role during each phase of the mission.

An example is given, in Table 2, which shows an operational sequence for a hypothetical Fighter Aircraft Mission.

The mission profile and utilisation data should allow the determination of the duty cycle imposed on the system/equipment during the intended operational use.

B. The environmental envelope

The system/equipment may have to be stored, transported and operated in widely different conditions. It may experience extreme climatic conditions concurrently with induced environmental conditions arising from the service applications.

Some typical system/equipment parameters are:

- (1) pressure;
- (2) thermal radiation;
- (3) acceleration;
- (4) humidity;
- (5) corrosive atmosphere;
- (6) vibration and acoustic noise;
- (7) shock;
- (8) electromagnetism, and
- (9) sand and dust.

However, it is usually difficult to define the complete combination and variation of conditions, which each system/equipment is expected to meet in service use. It is therefore necessary to utilise standards which specify repeatable environmental conditions, as starting points and then modify them with information obtained from a detailed analysis of the use of the system/equipment. Table 2 provides an example of an analysis of a system/equipment environment.

The above environmental analysis may be addressed in the system/equipment specifications and other R&M related documents.

systému/zariadenia a ďalších súvisiacich dokumentoch. Táto analýza musí byť použitá v plánovaní testu aby zaistila realistické testovacie prostredia.

Pre každú fázu pracovného cyklu môže byť podmienka prostredia stanovená nasledovne:

- (1) normálne operačné prostredie:
 - rozsah podmienok prostredia v priebehu normálneho (bežného) výkonu. V tomto rozsahu prostredia by malo vybavenie fungovať bez poruchy.
- (2) návrh hraničného prostredia:
 - najhoršie podmienky prostredia uvažované v priebehu normálnej činnosti. Výkon môže byť znížený, ale v rámci hraníc bezpečnosti. Výkon sa má vrátiť bez zníženia, keď sa podmienky činnosti vrátia do normálu.
- (3) extrémne prostredie:
 - podmienky prostredia, ktoré prekračujú podmienky navrhnutého hraničného prostredia. Výkon môže byť znížený nevratne, ale bez katastrofického zlyhania. Analýzy rizika a bezpečnosti pre toto okolie sú nutné.

This analysis should be used in test planning to ensure realistic test environments.

For each phase of duty cycle, the environmental condition can be classified as follows:

- (1) normal operating environment:
 - the range of environmental conditions encountered during normal service operations. Within this environmental range, the equipment should function without failure;
- (2) design Limit environment:
 - the worst environmental conditions encountered during normal service operations. Performance may be degraded, but within safety limits. Performance should return without degradation when the operating environment returns to normal;
- (3) extreme environment:
 - environmental conditions which exceed the Design Limit environment. Performance may be degraded irreversibly, but without catastrophic failure. Risk and safety analyses for this environment are essential.

Fázy úlohy							
	POJAZD	ŠTART	VZLET	ZRÝCHLOVANIE	BOJ	ZOSTUP	PRISTÁTIE
Parametre úlohy/prostredia							
Trvanie fázy	5 min.	5 min.	30 min.	5 min.	5 min.	5 min.	5 min.
Trvanie celkom	5 min.	10 min.	40 min.	45 min.	50 min.	55 min.	60 min.
Výška (1000 ft)	0	0 – 0.5	20	20 až 30	10 až 40	40 až 3	3 až 0
Počet Mach	0	0 – 0.4	0.8	0.8 – 1.7	2.0 – 0.8	0.8	0.3 – 0
q (aerodyn. tlak)	-	-	550	620	1800	450	-
Vibrácie (g ² /Hz)	0	0.002	0.0012	0.002	0.003	0.004	0.002
(120 – 200 Hz)							0.006
Teplota	75° C/-54° C	56° C/-50° C	56° C/-50° C	5° C/-54° C	93° C/-26° C	71° C/-54° C	71° C/-54° C
Extrém (Horúci deň/Chladný deň)							
Vlhkosť	Rosný bod 31° C alebo vyššie						
Funkcie systému/zariadenia							
<u>Funkcie avioniky</u>							
Napadnutie a identifikácia			x	x	x	x	x
Obranné prostriedky			x	x	x	x	x
Navigácia		x	x	x	x	x	x
Komunikácia		x	x	x	x	x	x
Zobrazenie a Riadenie		x	x	x	x	x	x
<u>Výzbroj</u>	x						
Kontrola výzbroje					x		
Schválenie, Inštalácia a Strelba					x		
<u>Funkcie obecných systémov</u>							
Riadenie letu		x	x	x	x	x	x
Druhotný zdroj	x	x	x	x	x	x	x
Hydraulické zariadenia	x	x	x	x	x	x	x
Elektrické zariadenia	x	x	x	x	x	x	x
Riadenie prostredia	x	x	x	x	x	x	x
Činnosti pristávacieho podvozku	x	X					x
Stav paliva	x	X	x	x	x	x	x
Ochrana života			x	x	x	x	
Hnacia jednotka	x	X	x	x	x	x	x

Tabuľka 2: Matica prostredí, funkcií a fáz úlohy pre hypotetickú úlohu stíhacieho lietadla

Mission phases							
	TAXI	TAKE-OFF	CUISE	ACCELERATION	COMBAT	DESCENT	LANDING
Mission/environmental parameters							
Duration of Phase	5 min.	5 min.	30 min.	5 min.	5 min.	5 min.	5 min.
Duration total	5 min.	10 min.	40 min.	45 min.	50 min.	55 min.	60 min.
Altitude (1000 ft)	0	0 – 0.5	20	20 až 30	10 až 40	40 až 3	3 až 0
Mach Number	0	0 – 0.4	0.8	0.8 – 1.7	2.0 – 0.8	0.8	0.3 – 0
q (aerod. press (psf))	-	-	550	620	1800	450	-
Vibration (g^2 /Hz)	0	0.002	0.0012	0.002	0.003	0.004	0.002
(120 – 200 Hz)							0.006
Temperature	75° C/-54° C	56° C/-50° C	56° C/-50° C	5° C/-54° C	93° C/-26° C	71° C/-54° C	71° C/-54° C
Extreme							
(Hot Day/Cold Day)							
Humidity	Dewpoint 31° C or greater						
System/equipment functions							
<u>Avionic functions</u>							
Attack and Identification			x	x	x	x	x
Defensive aids			x	x	x	x	x
Navigation		x	x	x	x	x	x
Comunication		x	x	x	x	x	x
Displays and Controls		x	x	x	x	x	x
<u>Armament</u>							
Armament control	x						
Carriage, Installation and Gun					x		
<u>General Systems Functions</u>							
Flight Control		x	x	x	x	x	x
Secondary Power	x	x	x	x	x	x	x
Hydraulics Supply	x	x	x	x	x	x	x
Elektrical Supply	x	x	x	x	x	x	x
Environmental Control	x	x	x	x	x	x	x
Landing Gear Operations	x	X					x
Fuel Supply	x	X	x	x	x	x	x
Life Supply			x	x	x	x	
Propulsion	x	X	x	x	x	x	x

Table 2: Matrix of environments, functions and mission phases for a hypothetical fighter aircraft mission

207. Konceptia údržby

Konceptia údržby je sériou vyhlásení a/alebo ilustrácií, definujúcich kritériá zahŕňajúce línie údržby (napr. koľko má byť použitých), hlavné funkcie plnené na každej úrovni údržby, faktory efektivity (stredný čas medzi výkonmi údržby, stredný čas do opravy, čas normohodiny personálu/normohodiny prevádzky, náklady na údržbu atď.) a základné logistické požiadavky podpory. Konceptia údržby je definovaná na začiatku programu a je nevyhnutným predpokladom pre návrh a vývoj systémov/produktov. Konceptia údržby zahŕňa operačné a výkonné špecifikácie, pričom ich prevádza do cieľov pre udržiavateľnosť a podporovateľnosť, tak ako je znázornené na obrázku č. 5. Každá možnosť opravy je ohodnotená, primeraným vyjadrením hodnoty efektivity nákladov a nákladov na životný cyklus. Vstupné údaje sú založené na skúsenostiach získaných z podobných systémov ako sú navrhované v nových prevádzkových podmienkach. Konečná konceptia údržby musí byť založená na relatívnych hodnotách každej možnosti, pri porovnávaní na ekvivalentných základoch. Ako príklad, dosiahnuteľnosť alebo operačná pripravenosť systému je špecifikovaná súčasne s používanými údajmi (úlohy/príprava úloh/počet úloh za rok, atď.). Toto stanovuje základné kritériá spoľahlivosti, udržiavateľnosti a dostupnosti. Rovnako aj konceptia údržby môže definovať požiadavky na zariadenia podpory, optimalizáciu dostupnosti alebo počet osôb požadovaných na údržbu. Napríklad môže byť rozhodnuté od začiatku programu, že operátor musí byť prvým údržbárom na palube. To znamená, že konceptia údržby musí nariadiť návrhárom systému prispôbiť sa tejto požiadavke. Zabudované testovacie zariadenia, systémy monitorovania výkonnosti, redundantné obvody, možnosti zníženia výkonu alebo ľahko vymeniteľné moduly sú možnými spôsobmi ako splniť tieto požiadavky. Konceptia udržiavateľ-

207. Maintenance concept

The maintenance concept is a series of statements and/or illustrations defining criteria covering maintenance lines (i.e. how many should be used), major functions accomplished at each line of maintenance, effectiveness factors (Mean Time Between Maintenance Action, Mean Time To Repair, Maintenance Man-hours/Operating Hour, Cost per Maintenance Action, etc.) and primary logistics support requirements. The maintenance concept is defined at the programme inception and is a prerequisite to systems/products design and development. The maintenance concept takes operational and performance specifications and translates them into goals for maintainability and supportability as illustrated in Figure 5. Each repair option is evaluated in terms of an appropriate effectiveness figure of merit and life cycle cost. Input data is based on experience obtained from similar systems as projected into the new operational environment. The final maintenance concept should be based on the relative merits of each option when compared on an equivalent basis.

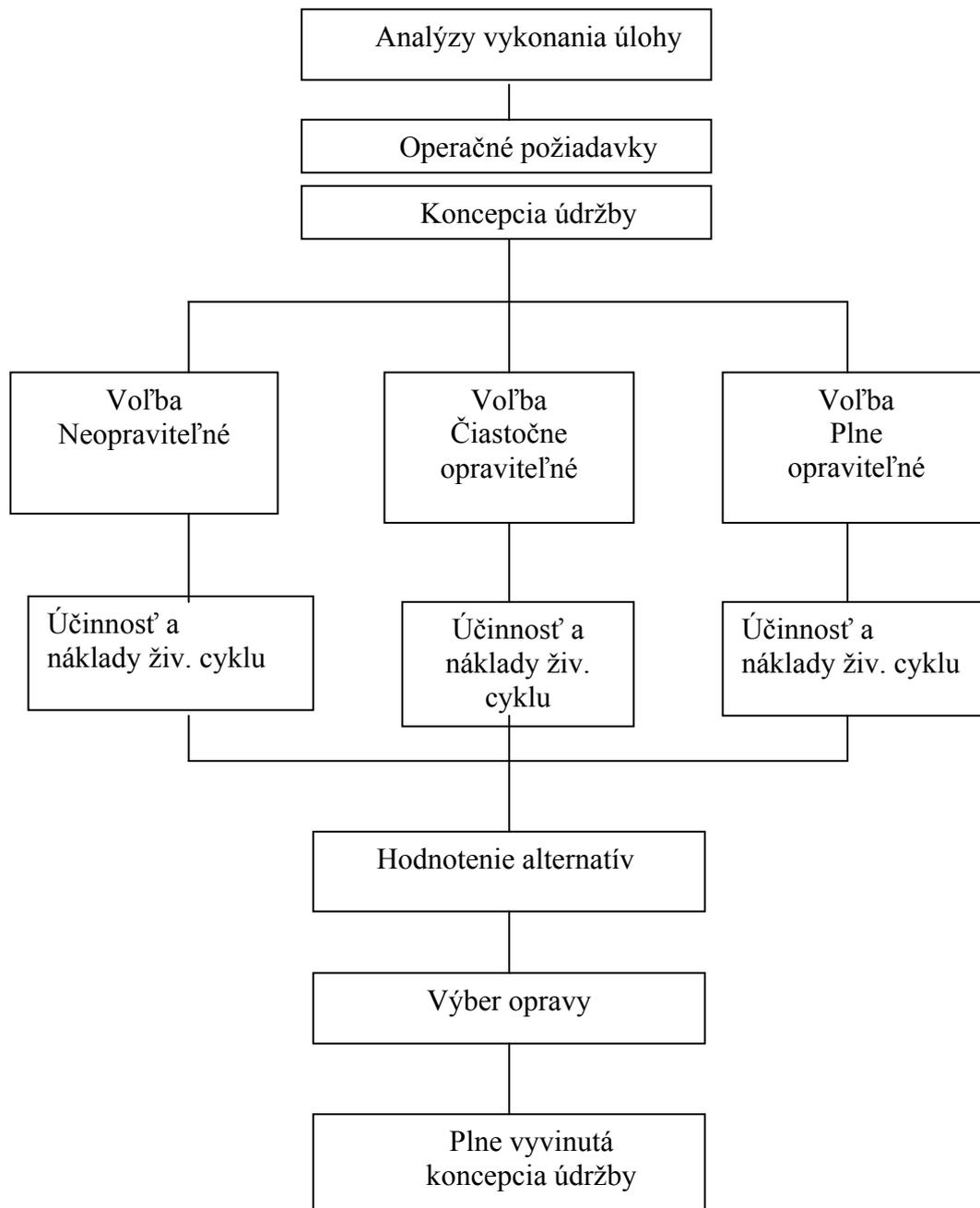
As an example, the system availability or operational readiness is specified, along with some usage data (i.e., missions/preparation of missions/number of mission per year, etc.). This establishes baseline reliability, maintainability and availability criteria. Likewise, the maintenance concept may define support facility requirements, optimisation of affordability or the number of maintenance personnel required. For example, it might be decided early on in a programme that the operator should be the first line maintainer on board ship. This means that the maintenance concept should direct the designers of the system to accommodate this requirement. Built-in-test equipment, performance monitoring systems, redundant circuitry, degraded performance abilities or easily replaceable modules are possible ways to meet this

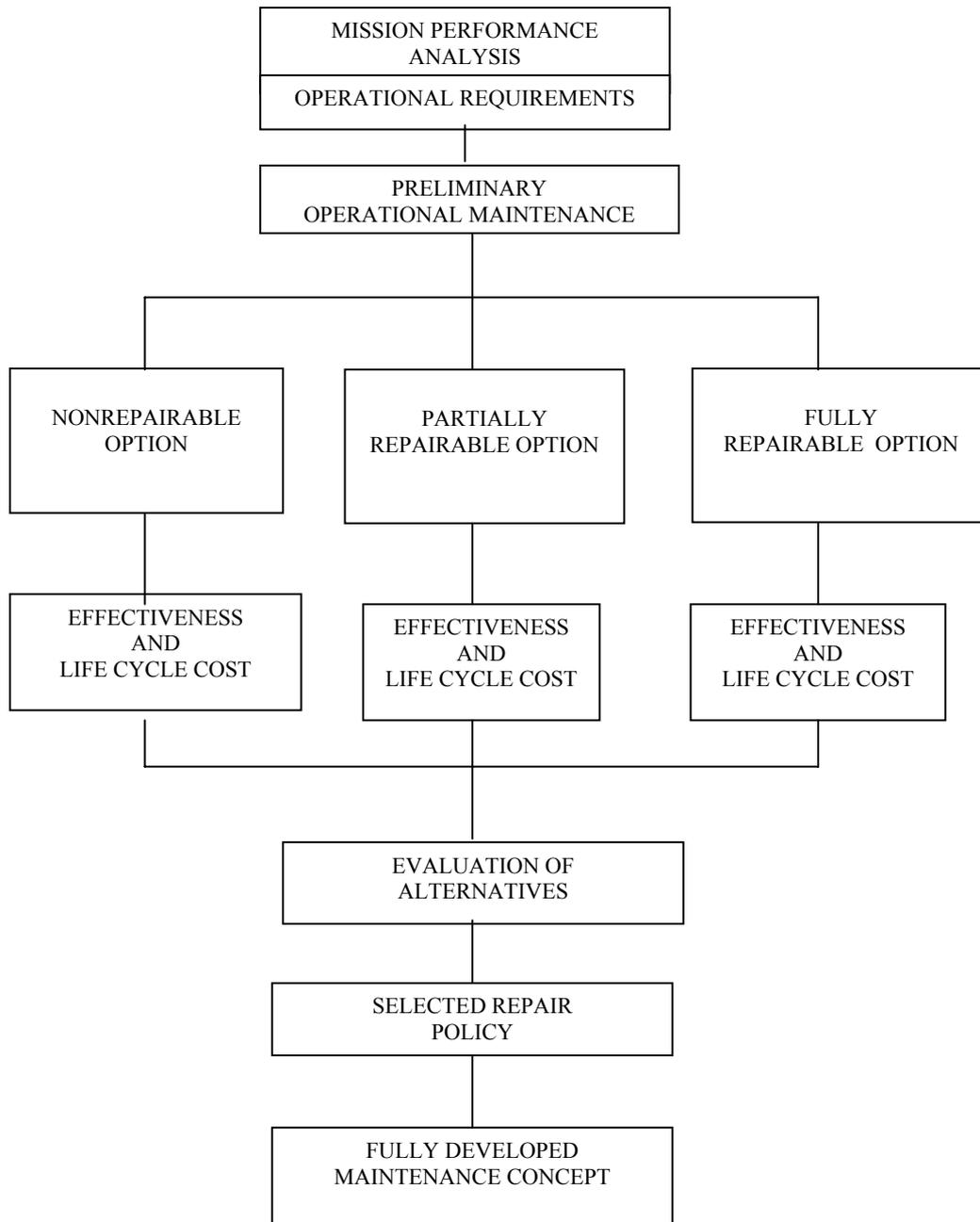
nosti musí taktiež zdôrazniť požiadavky prístupnosti pre údržbu, tak ako potrebu pre štandardizáciu nástrojov, softvéru a hardvéru, a používanie NBC oblečenia ak je to potrebné. V niektorých prípadoch požiadavky bezpečnosti, technická dokumentácia, štandardné elektrické konektory a množstvo ďalších prvkov môžu byť zahrnuté v tom istom projekte a taktiež so zákazníkom, ktorý má možnosť odmietnuť akékoľvek návrhy koncepcie údržby na počiatočnom stupni.

Zatiaľ čo koncepcia údržby je kľúčovým faktorom v procese návrhu systému alebo vybavenia, aktuálne plánovanie pre každodennú údržbu nezačína neskôr v procese LSA a kulminuje pri návrhu plánu údržby.

requirement. The maintenance concept should also emphasise any accessibility requirements for maintenance, as well as the need for standardization of tools, hardware or software and the use of NBC clothing if required. In some cases, requirements for safety, technical documentation, standard electrical connectors and a whole host of other items may be involved in the same project and also with the customer who has an opportunity to reject any of the maintenance concept ideas at an early stage.

While the maintenance concept is a key factor in the design process of a system or equipment, the actual planning for day-to-day maintenance does not start until much later in the LSA process and culminates in the development of a Maintenance plan.

**Obrázok 5: Vývoj koncepcie údržby**

**Figure 5: Maintenance concept development**

208. Definície chyby a poruchy

Chyba je akákoľvek nezhoda, ktorá vyžaduje neplánovanú údržbu na jej opravu, kým porucha je strata funkčnosti (pre úplnú definíciu pozri ARMP-7). Preto musí byť stanovená jasná, zrozumiteľná definícia chyby a poruchy pre daný systém/zariadenie vo vzťahu k jeho funkciám a výkonnostným parametrom. Toto je dôležité pre zabezpečovanie zmluvného návrhu, akceptovateľného pre kupujúceho i predávajúceho pre správne zaznamenávanie počtu chýb a zlyhaní. Odtiaľ môžu byť odvodené zmluvne významné údaje R&M. Každá zmluva musí jasne stanoviť odsúhlasenú definíciu zlyhania a špecifikovať podmienky, v ktorých za zlyhania nenesie zodpovednosť dodávateľ ako napr. zničenie v boji, prevádzka mimo dohodnutých limitov, nedbalosť používateľa.

Úspešný výkon systému/zariadenia musí byť definovaný a vyjadrený v hodnotách, ktoré sú merateľné v priebehu skúšania, v príslušnej spoľahlivosti počas používania, udržiavateľnosti a skúšateľnosti, ktoré nie sú vykonávané v laboratórnych podmienkach. Merania parametra musia zvyčajne obsahovať oba atribúty výkonnosti „počas činnosti/počas nečinnosti“ a premenné charakteristiky výkonnosti.

209. Zdroje informácií

Príprava dokumentácie požiadaviek zahŕňa konzultácie s mnohými zdrojmi informácií.

Špecialisti môžu poradiť pri vývoji budúcich technológií a odhade ich možného vplyvu na systém, identifikovať problémy s podobnými systémami/zariadením, ktoré sú používané a navrhnúť ako je možné predísť a poskytnúť odborné rady na riadenie obsluhy a koncepcie údržby.

S používateľom musia prebehnúť konzultácie ohľadom informácií o systéme/za-

208. Definitions of fault and failure

A fault is any non conformance which requires unscheduled maintenance action to correct it, whilst a failure is a loss of function (for full definition, refer to ARMP-7). Therefore clear, unequivocal definitions of fault and failure should be established for the system/equipment in relation to its functions and performance parameters. This is important in terms of providing a contractual framework acceptable to both the purchaser and the contractor for the proper accounting of faults and failures. From there, contractually meaningful R&M data can be derived. Any contract should clearly state agreed failure definitions and specify any conditions under which faults are not the contractors liability such as battle damage, operations outside agreed limits, and user negligence.

Successful system/equipment performance should be defined and expressed in terms which should be measurable during demonstration testing, in particular during In-Service Reliability, Maintainability and Testability Demonstrations which are not conducted under laboratory conditions. Parameter measurements should usually include both “go/no-go” performance attributes and variable performance characteristics.

209. Sources of information

The preparation of Requirement documents involves consultation with many sources of information.

Specialist engineers can advise on future technology developments and their possible impact on the system under consideration, identify problems with similar systems/equipments currently in service and suggest how these could be prevented, and provide specialist advice on service engineering and maintenance concepts.

The User should be consulted for information on systems/equipments currently in ser-

riadení práve v používaní. Podobne odborné rady by mali byť poskytnuté obstarávacej agentúre špecialistom R&M. Rôzne druhy údajov sú požadované pre plánovanie R&M a kontrolu počas výskumu, vývoja, skúšania, hodnotenia procesov a používania. Sú dva druhy požadovaných informácií, operačné informácie a informácie plánovania údržby. Nasleduje zoznam týchto údajov, ktorý nie je úplný:

A. Operačná informácia

- (1) spoľahlivosť úlohy;
- (2) požadované trvanie úlohy;
- (3) reakčný čas;
- (4) dostupnosť;
- (5) plánovaný stupeň využiteľnosti;
- (6) plánovaný časový obrat;
- (7) operačné a údržbové podmienky prostredia;
- (8) základná spoľahlivosť a
- (9) využiteľnosť počas obdobia mieru.

B. Informácia plánovania údržby

- (1) čas medzi plánovanými funkciami údržby, ktorý je prípustný pre úspech úlohy. Táto činnosť by mala byť vykonávaná pre každú aplikovateľnú úroveň preventívnej údržby;
- (2) stredný dovolený spodný čas pre návrat vybavenia do prevádzky;
- (3) koncepcia údržby;
- (4) stupeň opravy požadujúci výmenu montovaného komponentu;
- (5) skúška a kontrolné metódy;
- (6) spoľahlivosť po uskladnení;
- (7) úroveň personálu údržby a jeho kvalifikácia a
- (8) rozsah náhradných dielov.

vice. Similarly, advice should be taken from specialist R&M branches within the procurement agency. Various kinds of data are required for R&M planning and control during the design, development, test and evaluation process and servicing. The required information is of two kinds, operational information and maintenance planning information. A list of such data, which is not exhaustive, is as follows:

A. Operational information

- (1) mission reliability;
- (2) required mission duration;
- (3) reaction time;
- (4) availability;
- (5) planned utilisation rate;
- (6) required turn around time;
- (7) operational and maintenance environmental conditions;
- (8) basic reliability, and
- (9) usage Time during Peace Time.

B. Maintenance planning information

- (1) time between scheduled maintenance functions which is allowable for mission accomplishment; this activity should be performed for each applicable level of preventive maintenance;
- (2) mean down time allowed to return the equipment to serviceable conditions;
- (3) the maintenance concept;
- (4) the degree of repair desired by component assembly replacement;
- (5) test and check-out methods;
- (6) reliability after storage;
- (7) maintenance staff level and skills; and
- (8) spares ranging.

Pri zhromažďovaní informácií pre nový systém/zariadenie, môžu byť vo veľkej miere nápomocné údaje/informácie pre používanie a údržbu z podobného systému.

Napríklad:

- (1) operačné prostredie;
- (2) pracovné cykly;
- (3) história porúch;
- (4) podmienky skladovania a
- (5) plány a koncepcie údržby.

210. Bezpečnosť a s tým spojené analýzy rizika

Táto kapitola neopisuje všeobecné kritériá bezpečnosti, ale zdôrazňuje tie kritériá R&M, ktoré sa bezpečnosti týkajú.

Požiadavka spoľahlivosti musí definovať pravdepodobnosť úspešnosti úlohy. Požiadavka bezpečnosti musí definovať pravdepodobnosť nevyskytnutia sa nebezpečnej udalosti. Preto pri zostavovaní požiadaviek spoľahlivosti musia byť zohraté do úvahy aj požiadavky bezpečnosti. V skutočnosti, požiadavky bezpečnosti môžu určiť minimálnu akceptovateľnú úroveň spoľahlivosti. Napríklad bezpečnostný spínač výzbroje môže mať dovolenú mieru nebezpečia od 1 do 106 letových hodín. Analýzy návrhu a spoľahlivosti spínača musia preto brať toto nebezpečenstvo do úvahy. Obdobne, analýza kritickosti úlohy musí byť vykonaná pre funkčnosť zbraňového systému.

211. R&M programy

Akonáhle sú dostupné požiadavky R&M, musí byť stanovený spôsob na dosiahnutie programov R&M. Tento spôsob musí identifikovať špecifické kroky nevyhnutné na umožnenie splnenia požiadaviek spojených s projektom. Rozsah krokov musí byť založený na analýze rizík a možných znižovaniach nákladov v priebehu životnosti vybavenia. Musia zahr-

In establishing the information for the new system/equipment, usage and maintenance data/information from previous similar systems/equipment can be very helpful.

For example:

- (1) operating environment;
- (2) duty cycles;
- (3) failure histories;
- (4) storage environments; and
- (5) maintenance Concepts and Plans.

210. Safety and associated risk analysis

This paragraph is not intended to describe general safety criteria, but to highlight those R&M criteria which are safety related.

A reliability requirement should define the probability of mission success. A safety requirement should define the probability of non-occurrence of a hazardous event. Therefore, when setting reliability requirements, the safety requirements should be taken into account. Indeed, safety requirements may determine the minimum acceptable level of reliability. For example, an armament safety switch may have an allowable hazard rate of 1 per 106 flying hours. The design and reliability analysis of the switch should, therefore, take this hazard rate into account. Similarly, a Mission Criticality Analysis should be performed for the weapon system functionality.

211. R&M Programs

Once the R&M requirements are available, an approach to achieve R&M programmes should be established. The approach should identify specific actions necessary to enable the project-related requirements to be met. The scope of actions should be based on the risk analysis and the possible cost savings during the life of the equipment. They should address the following areas:

ňať nasledujúce oblasti:

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> a. ohodnotenie požiadaviek; b. zaistiť zhodu s týmito požiadavkami; c. preukázať zhodu s týmito požiadavkami; d. zachovávať dosiahnuté R&M štandardy v priebehu obstarávania a prevádzky; e. zaistiť zhromažďovanie informácií a spätnú väzbu pre nasledujúce projekty; f. zriadiť zber údajov a hodnotiacich postupov a g. pripraviť a prezentovať správy, závery a dokumentáciu. | <ul style="list-style-type: none"> a. evaluate the requirements; b. ensure compliance with these requirements; c. demonstrate compliance with these requirements; d. maintain the achieved R&M standard during procurement and In-Service; e. ensure information accumulation and feedback for follow-on projects; f. establish data collection and evaluation procedures; and g. prepare and present reports, results and documentation. |
|--|--|

R&M musia byť overené a schválené nadobúdateľom. Pokiaľ rozsah plánovaného prístupu na dosiahnutie požiadaviek R&M má podstatný vplyv na náklady, táto časť spojená s podstatným podielom na cene (R&M činnosti a R&M preukazovania) musí byť určená v čase podpísania zmluvy.

R&M should be verified and approved by the purchaser. Since the scope of the planned approach to achieve R&M requirements has an essential influence on the costs, the price-relevant portions (i.e. R&M activities and R&M demonstrations) should be established at the time of contract award.

KAPITOLA 3

Vývoj charakteristík a medzníkov R&M frázovaného systému výzbrojného programu (PAPS)

301. Všeobecne

Táto kapitola poskytuje stručný popis krokov, ktoré majú byť vykonané v priebehu rôznych fáz životného cyklu zbraňového systému na vývoj obsahu R&M PAPS medzníkov.

Kompletný proces PAPS, so všetkými relevantnými fázami a medzníkmi, je znázornený na obrázku 6.

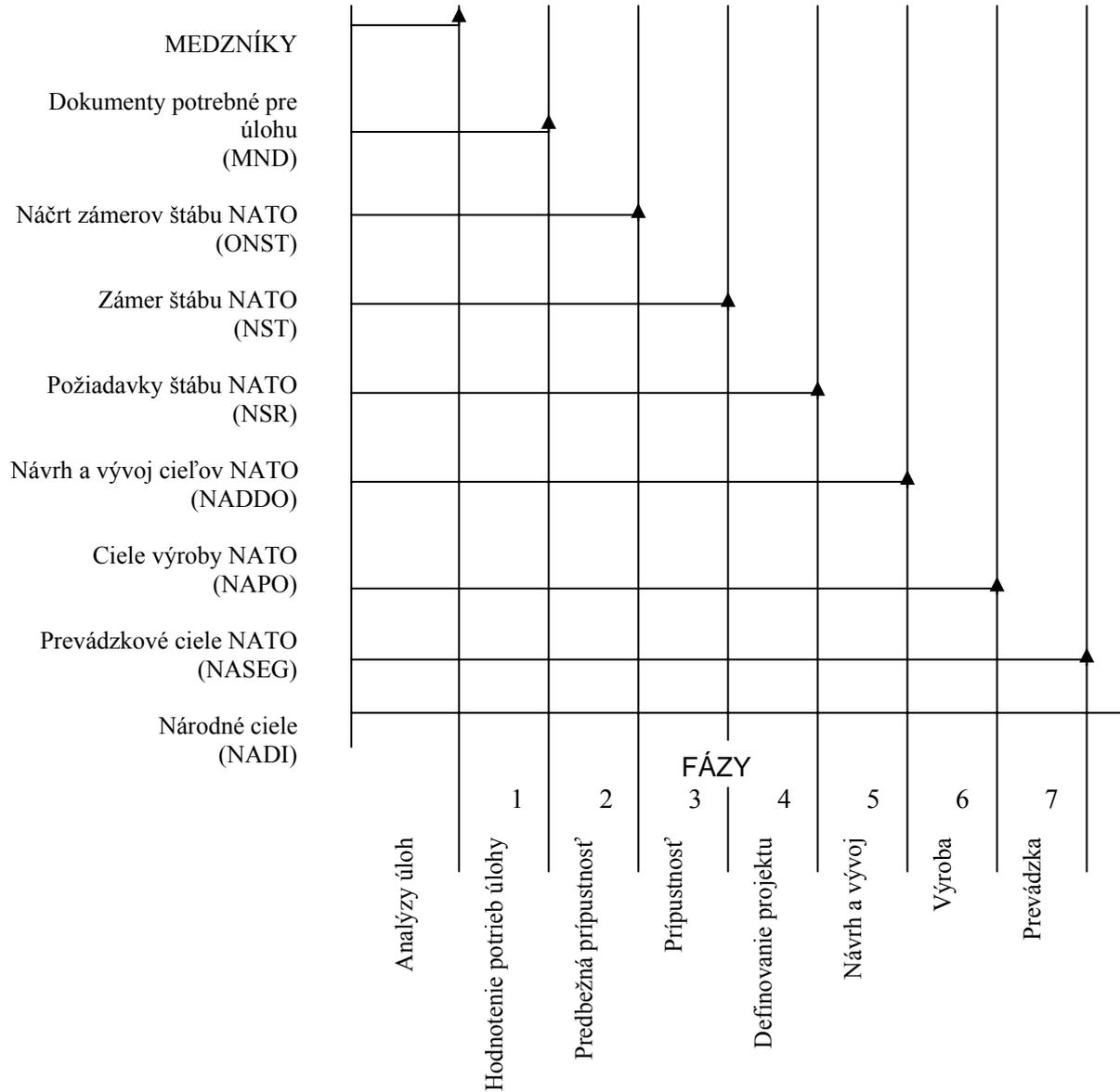
CHAPTER 3

Development of the R&M characteristics of the phased armaments programming system (PAPS) milestones

301. General

This chapter gives a brief description of the actions to be taken during the different phases of a weapon system life cycle to develop the R&M content of the PAPS milestones.

The complete PAPS process, with all the relevant phases and milestones, is shown in Figure 6.



Obrázok 6: PAPS fázy a medzníky

Dokument potrebný na úlohu (MND) a náčrt cieľov štábu NATO (OSNT) sú oboje celkom rozsiahle návrhy funkcie a požadovaného výkonu nového systému/zariadenia. ONST musí obsahovať požiadavky R&M vo všeobecných operačných pojmoch.

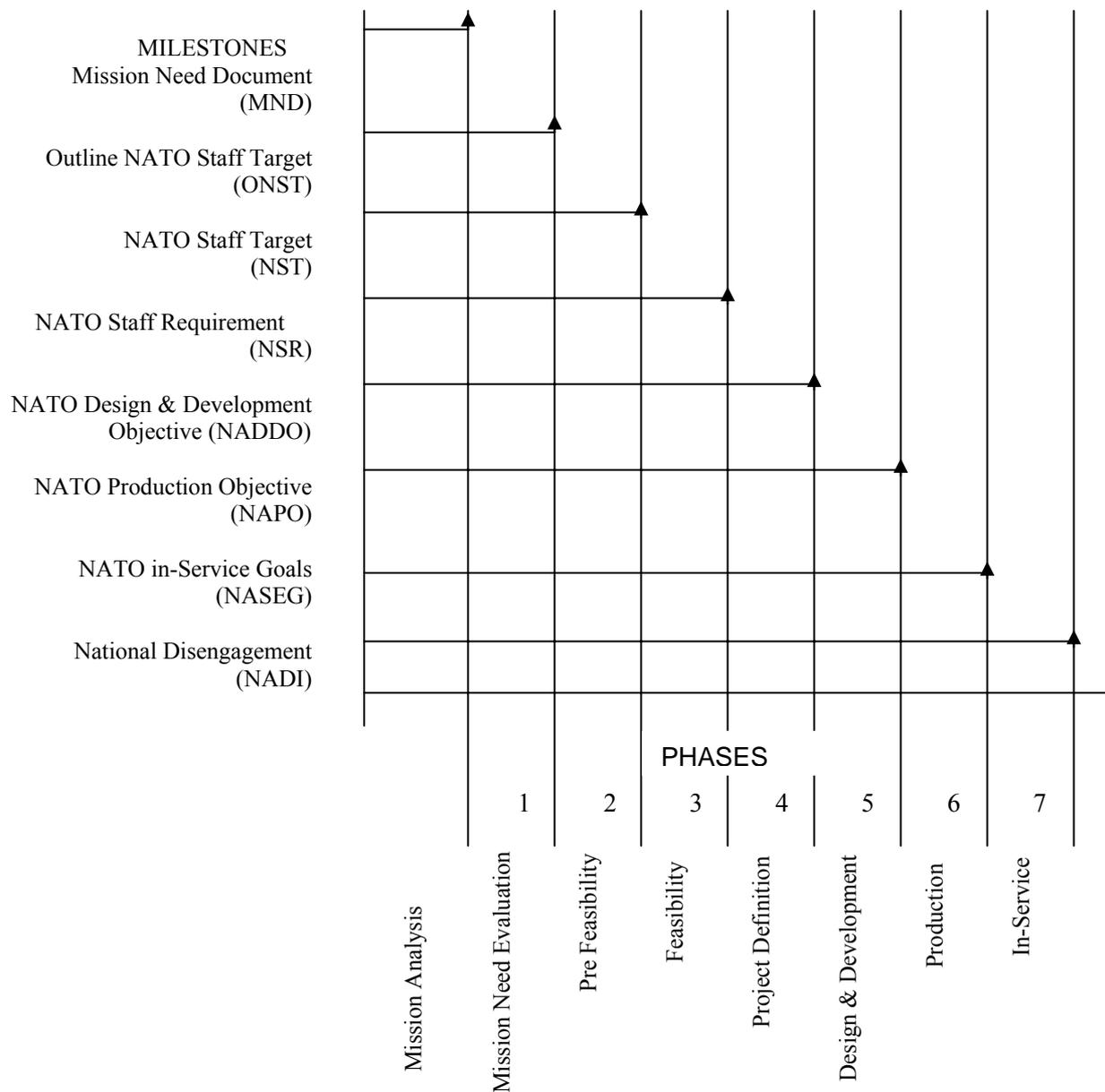


Figure 6: PAPS phases and milestones

The Mission Need Document (MND) and the Outline NATO Staff Target (ONST) are both rather broad outlines of the function and desired performance of a new system/equipment. The ONST should contain R&M requirements in general operational terms.

302. R&M obsah cieľa štábu NATO**A. Štúdie predbežnej prístupnosti**

Je dôležité, že od začiatku projektu sú požiadavky R&M podrobne študované v súvislosti s celkovými operačnými požiadavkami pre systém/zariadenie a že včasné podrobné zvažovanie je zahrnuté v cieľoch projektu. Nereálne ciele a nejasnosti môžu viesť k drahému a časovo náročnému mrhaniu úsilia v neskorších obdobiach.

Je rozhodujúce, že v priebehu najskorších fáz programu je vytvorená skupina technických a najdôležitejších účastníkov pre výmenu informácií a nápadov a definíciu predbežných požiadaviek, ktoré sú v súlade s operačnými a logistickými potrebami a cieľmi. Táto skupina pozostáva minimálne z:

- (1) užívateľ;
- (2) udržiavateľ;
- (3) servisní a obstarávací R&M špecialisti;
- (4) manažér projektu a
- (5) manažér integrovanej logistickej podpory (ILS).

Skupina R&M sa môže dohodnúť na požiadavkách R&M a súlade s operačnými požiadavkami, cieľmi logistickej podpory, rizikami a nákladmi na životný cyklus. Na podporu týchto diskusií by mali byť uskutočnené predbežné štúdie na definíciu cieľov úlohy, špecifických charakteristík úlohy (prostredie, taktiky, pracovné cykly), implementáciu obmedzení úlohy a výkonnosti systému/zariadenia a profilu prostredia. Musia byť vykonané analýzy citlivosti. Vývoj cieľov R&M v kategóriách definovaných v paragrafe 205B, musí byť založený na zhrnutí a hodnotení:

- (1) funkčného profilu systému/zariadenia, ktorý ukazuje v časovej mie-

302. The R&M content of the NATO staff target**A. Pre-feasibility studies**

It is essential that, from the start of a project, the R&M requirements are carefully studied in the context of the total operational requirements for the system/equipment, and that early in-depth consideration is given to the project objectives. Unrealistic aims or ambiguities can lead to expensive and time consuming waste of effort in later stages.

It is critical that during the earliest phase of a programme, a group of technical and essential participants is formed to exchange information and ideas and define preliminary requirements which are in compliance with the operational and logistics needs and objectives. As a minimum, this group should consist of the following:

- (1) the User;
- (2) the Maintainer;
- (3) the Service and Procurement R&M specialists;
- (4) the Project Manager; and
- (5) the Project Integrated Logistic Support (ILS) Manager.

The R&M group may agree to R&M requirements consistent with the operational requirements, logistics support objectives, risks and life cycle cost considerations. In support of these discussions, preliminary studies should be carried out to define mission objectives, specific mission characteristics (environment, tactics, duty cycles), mission implementation constraints and system/equipment performance and environmental profiles. Sensitivity analyses should be carried out. The development of the R&M objectives in the categories defined in paragraph 205B, should be established by compiling and evaluating:

- (1) the system/equipment function profile which shows, on a time scale, all the

re, všetky stupne funkcií , ktoré musia byť vykonané na splnenie úlohy v špecifických podmienkach;

- (2) profilu prostredia systému/zariadenia, ktorý ukazuje v časovej miere významné vlastnosti prostredia (a limity), ktoré majú pravdepodobne vplyv na operáciu alebo prežitie systému/zariadenia.

Niektoré typické funkcie systému/zariadenia a parametre prostredia sú v paragrafe 206A a B.

B. Formulácia obsahu R&M zámeru štábu

Odsek R&M zámeru štábu musí byť úplný a jednoznačný.

Musí obsahovať:

- (1) vyhlásenie kvantitatívnych cieľov R&M v štyroch kategóriách, ak je to aplikovateľné, spolu so základnými predpokladmi na ktorých sú založené;
- (2) vyhlásenie pravidiel údržby a predpokladaných postupov, spolu s požadovanými konkrétnymi znakmi udržateľnosti, vrátane zameniteľnosti.

303. Obsah R&M požiadavky štábu NATO

A. Štúdie realizovateľnosti

Pred akceptovaním zámeru štábu je dôležité aby jeho R&M ciele boli hodnotené s ostatnými hlavnými cieľmi projektu a aby akékoľvek nejasnosti v stanovených cieľoch boli vyriešené. Ako súčasť týchto štúdií od organizácie vykonávajúcej štúdie uskutočniteľnosti vyžadované, aby prihliadala na uskutočniteľnosť cieľov skôr uvedených. V priebehu štúdií uskutočniteľnosti zámer štábu musí byť preskúmaný a ak je to nevyhnutné, aj prepracovaný.

system/equipment level functions that should be performed to accomplish the mission under its specified conditions;

- (2) the system/equipment environmental profile which shows on a time scale the significant properties of the environment (and the limits) which are likely to have an effect on the operation or survival of the system/equipment.

Some typical system/equipment functions and environmental parameters are listed in paragraph 206A and B

B. Formulation of the R&M content of the staff target

The R&M section of the Staff Target should be comprehensive and unambiguous.

It should include:

- (1) a statement of quantitative R&M objectives in the 4 categories, as applicable, together with the basic assumptions on which they are founded;
- (2) a statement on the maintenance policy and procedures envisaged, together with particular maintainability features required, including interchange ability.

303. The R&M content of the NATO staff requirement

A. Feasibility studies

Before the Staff Target is accepted for action it is important that its R&M objectives are assessed with the other main objectives of the project and that any ambiguities in the stated objectives are resolved. As a part of these studies, the organization performing the feasibility studies is required to look at the feasibility of the objectives quoted above. During the feasibility studies the Staff Target should be re-examined and, if necessary, revised.

Prepracované ciele sa potom musia stať formálnymi požiadavkami v požiadavke štábu. Musia byť realistické a uskutočniteľné a taktiež optimalizované, nakoľko je to možné, pre dosiahnutie operačnej efektivity a minimálnych nákladov životného cyklu. Štúdia uskutočniteľnosti začína určením profilov funkčnosti systému/zariadenia a s nimi spojených profilov prostredia, ktoré stanovujú stupeň pre sériu opakovaných obchodných štúdií.

Prevádzkové R&M stupne aktuálnych systémov/zariadenia operujúcich v podobných prostrediach sú potom prešetrované. Tam, kde je to možné, špecifické problémové oblasti systému, subsystému alebo stupňa vybavenia sú hodnotené pre dosiahnutie zámeru štábu, pre hodnotenie projektovaných prevádzkových nákladov a nákladov na podporu a pre potenciálnu redukciu nákladov na personál údržby a na a logistickú podporu.

V záujme zabezpečiť dohodnuté R&M kapitoly pre požiadavku štábu, nadobúdateľ musí byť zahrnutý v obchodných štúdiách zameriavajúcich sa na hlavné parametre systému/zariadenia ako:

- (1) čas a zdroje požadované pre návrh, vývoj a výrobu;
- (2) zdroje na podporu prevádzky;
- (3) celková výkonnosť systému/zariadenia;
- (4) dátum vstupu do používania;
- (5) stupeň rizika spojeného s novými technológiami a
- (6) výkonnosť úlohy.

B. Formulácia obsahu R&M požiadavky štábu NATO

Požiadavka štábu spája vybraté vyhlásenia R&M požiadaviek založených na výsledkoch štúdií uskutočniteľnosti.

R&M požiadavky musia byť definované kvantitatívne, ale nie tak, aby zamedzili voľbu návrhu, čo by iným spôsobom dosiahlo požadované výsledky.

The revised targets should then become formal requirements in the Staff Requirement. They should be realistic and feasible and they should be optimised, as far as possible, for operational effectiveness and minimum life cycle cost. The feasibility study starts with the determination of the system/equipment functional and related environmental profiles, which set the stage for a series of iterative trade-off studies.

In-service R&M levels of current systems/equipment operating in similar environments then are examined. Where possible, specific problem areas at the system, sub-system or equipment level are evaluated for the achievement of the Staff Target, for assessment of the projected operating and support cost and for potential for Maintenance Manpower and Logistic Support cost reduction.

In order to establish agreed R&M clauses for the Staff Requirement the purchaser/user should be involved in trade-off studies concerning the major parameters of systems/equipment, such as the:

- (1) time and resources required for the design, development and production;
- (2) in-service support resources;
- (3) overall system/equipment performance;
- (4) date of entry into service;
- (5) level of risk associate with new technologies; and
- (6) mission performance.

B. Formulation of the R&M content of the staff requirement

The Staff Requirement incorporate a refined statement of the R&M requirements based on the results of the feasibility studies.

R&M requirements should be defined in quantitative terms, but not in such a way as to preclude design options which would otherwise attain the desired results.

Vo všeobecnosti musí byť stanovený celkový systém požiadaviek R&M, podmienok prostredia a operačných podmienok.

V špeciálnych prípadoch požiadavky R&M pre hlavné subsystemy môžu byť taktiež stanovené. Na tomto stupni je dôležité zaradiť jasné definície toho, čo vytvára úspech úlohy a z tejto jasnej definície môže byť odvodené zlyhanie úlohy. Pre logistickú alebo základnú spoľahlivosť a udržiavateľnosť, je potrebné definovať chyby a zlyhania špecifické pre projekt.

Koncepcia údržby a požiadavky musia byť stanovené spolu s obmedzeniami počtov a kvalifikácii personálu, náradia, testovacích zariadení, prístupov a zásob náhradných dielov.

304. Obsah R&M cieľa NATO návrhu a vývoja a špecifikácií návrhu a vývoja

A. Fáza definovania projektu

Cieľom fázy definície projektu je vyvinúť ďalšie detailné špecifikácie systému/zariadenia, špecifikácie subsystemov a prístupy návrh spôsobu výroby.

Špecifikácie musia obsahovať kvantitatívne a kvalitatívne požiadavky R&M, ktoré povedú k vytvoreniu vyhlásení R&M.

Taktiež obsahujú program R&M, ktorý musí byť vytvorený a riadený dodávateľom. Musí byť vytvorená skupina R&M na čele s manažérom projektu, aby sa zaoberala nasledujúcimi úlohami:

- (1) pomáhať manažérovi projektu pri definovaní aspektov R&M špecifikácií obstarávania, vrátane kritérií hodnotenia pre návrhy tendrov a metód preukázania dosiahnutia požiadaviek R&M na dôveryhodnom akceptovateľnom štatistickom stupni;

In general, the overall system R&M requirements and the environmental and operating conditions should be specified.

In special cases, the R&M requirements for major sub-systems may also be specified. It is important at this stage to include clear definitions of what constitutes mission success and from this clear definitions of mission failure can be derived. For logistic or basic reliability and maintainability, definitions of fault and failure specific to the project may need to be defined.

The Maintenance Concept and Requirements should be stated together with any constraints on numbers and skills of men, tools, test equipment, access and spares holdings.

304. The R&M content of the NATO design & development objective and the design & development specification

A. Project definition phase

The aim of the project definition phase is to develop further details of the system/equipment specification, sub-systems specifications and design and manufacturing approaches.

The specifications should include quantitative and qualitative R&M requirements which are traceable to the established R&M statements.

They also include an R&M programme which is to be established and conducted by the contractor. An R&M group should be established, chaired by the Project Manager, to undertake the following tasks:

- (1) to assist the Project Manager in defining the R&M aspects of the Procurement Specification including the assessment criteria for the tender proposals and the method of demonstrating the achievement of R&M requirements to acceptable statistical levels of confidence;

- | | |
|---|--|
| <p>(2) doporučovať pozmeňujúce návrhy alebo prijatia formálnych plánov, programov a skúšok R&M, pripravených dodávateľom;</p> <p>(3) zabezpečiť, že relevantné detaily z týchto plánov a programov sú zahrnuté ako neodlučiteľné časti súhrnných plánov nákladov;</p> <p>(4) doporučiť overiteľné medzníky na monitorovanie pokroku v R&M;</p> <p>(5) monitorovať všetky aspekty R&M, ktoré sú výsledkom vývojových aktivít a užívateľských skúšok, rovnako ako všetky hodnotenia udržateľnosti a skúsateľnosti;</p> <p>(6) odsúhlasiť hodnotenie dosiahnutých úrovní R&M na účely akceptácie a</p> <p>(7) zabezpečiť obchodné štúdie medzi spoľahlivosťou, dostupnosťou a nákladmi na životný cyklus, ktoré boli vykonané s cieľom dosiahnuť ich optimálnu vyváženosť.</p> | <p>(2) to recommend amendment or adoption of formal R&M plans, programmes and trials, prepared by the contractor;</p> <p>(3) to ensure that the relevant details from these plans and programmes are included as integral parts of the overall development cost plans;</p> <p>(4) to recommend verifiable milestones to monitor progress in R&M;</p> <p>(5) to monitor all R&M aspects which result from development activities and user trials, as well as all maintainability and testability assessments;</p> <p>(6) to agree an assessment of achieved R&M levels for acceptance purposes; and</p> <p>(7) to ensure trade-off studies between reliability, availability and life cycle costs are undertaken, with the aim of striking the optimum balance.</p> |
|---|--|

B. Formulácia obsahu R&M cieľa NATO pre návrh a vývoj a špecifikáciu návrhu a vývoja

Výsledkom fázy definície projektu je cieľ NATO pre návrh a vývoj (NADD0), ktorý je dohodnutým súborom špecifikácií a navrhovaným programom pre návrh a vývoj. Špecifikácia návrhu a vývoja obsahuje podrobnejšie technické informácie, ktoré budú použité projektovými a vývojovými inžiniermi. Požiadavky R&M v špecifikácii návrhu a vývoja musia byť uvedené vo forme vykonateľných kvantitatívnych termínov. NADD0 a špecifikácia návrhu a vývoja musia obsahovať R&M výstup z fázy definície projektu a musia obsahovať nasledujúce (nemusia však nimi byť nevyhnutne limitované):

- (1) kvantitatívne požiadavky R&M na úroveň systému, subsystému a zariadenia, ktoré sú sledovateľné k požiadavke štábu;

B. Formulation the R&M content of the NATO design & development objective and the design & development specification

The result of the Project Definition phase is the NATO Design & Development Objective (NADD0), which is an agreed set of specifications, and the proposed programme for the Design & Development. The Design & Development Specification contains the more detailed technical information which is to be used by the design and development engineer. The R&M requirements in the Design & Development Specification should be stated in enforceable quantitative terms. The NADD0 and the Design & Development Specification should include the R&M output from the Project Definition phase and should normally include, but not necessarily be limited to:

- (1) quantitative R&M requirements at system, sub-system and equipment level, which are traceable to the Staff Requirement;

- (2) počiatočný program R&M pre fázy vývoja a výroby, ktoré musia formovať neoddeliteľnú časť celkového plánu vývoja so stanovením času a nákladov, ktoré sú v ňom zakomponované. Tento plán musí určiť spoločne hardvér, softvér a personálne prvky systému/zariadenia;
- (3) východiskovú identifikáciu životnosti položiek, položiek s dlhou životnosťou, a kritické položky pre stanovenie potreby preventívnej a nápravnej údržby;
- (4) počiatočný odhad potreby špeciálnych skúšobných zariadení (zabudovaných, alebo oddelených) a ďalších špeciálnych vybavení vrátane tých, ktoré sú na testovanie softvéru spolu s ich pomocnými nákladmi.

Skupina R&M vytvorená v súlade s paragrafom 304A musí plynulo radiť manažérovi projektu a navyše má nasledujúce funkcie:

- (1) poskytovať pomoc manažérovi projektu a používateľovi pri navrhovaných pozmeňovacích návrhoch ohľadom časových rozsahov projektu alebo cieľov pre kontrakt a nákladových položiek. Upozorniť projektového manažéra a používateľa na akýkoľvek rozpor medzi rôznymi požiadavkami R&M a detailnými požiadavkami výkonnosti, alebo kde sa môžu vyskytnúť výrazné skraty a na prediskutovanie dôsledky akýchkoľvek pozmeňovacích návrhov v prevádzke.
- (2) hodnotiť výsledky ISRMD, ak sú tieto požadované ako súčasť obstarávacej stratégie.

- (2) an initial R&M Programme for the development and production phases which should form an integral part of the overall development plan with cost and time scales embodied in it. This plan should address together hardware, software and the human elements of the system/equipment;
- (3) initial identification of life items, long lead time items and critical items to determine the need for preventive and corrective maintenance;
- (4) an initial estimate of the need for special test equipment (built-in or separate) and other special facilities including those for software testing, together with their support costs.

The R&M group formed in accordance with paragraph 304A should continue to advise the Project Manager and in addition has the following functions:

- (1) to provide advice to both Project Manager and User on any proposed amendments to project time scales or targets subject to contract and cost factors. To bring to the attention of the Project Manager and User any conflict found to exist between the various R&M requirements and detailed performance requirements, or where significant shortfalls become apparent, and to discuss the in-service effects of any amendments;
- (2) to assess the results of Sims, where these are called for as a part of the equipment procurement strategy.

305. Obsah R&M cieľa NATO pre výrobu a špecifikáciu výroby**A. Fáza návrhu vývoja**

Detailné riadenie výroby prototypu a celková validácia systému a pomocných zariadení sú riadené v tejto fáze. Obsahuje taktiež plnú integráciu systému/zariadenia a skúšku na stanovenie zhody pre špecifikáciu a pripravenosť na nasadenie.

Cieľ NATO pre výrobu (NAPO) je jedným z produktov fázy návrhu a vývoja. Obsahuje dostatočne podrobné údaje o výrobe a logistike na začatie fázy výroby.

Špecifikácia výroby, ktorá pozostáva z detailnejších technických špecifikácií musí obsahovať požiadavky R&M na zabezpečenie, že výsledky R&M nie sú znížené procesom výroby. V priebehu fázy návrhu a vývoja, musí byť špecifikácia R&M podľa potreby prispôsobená a upresnená.

B. Formulácia obsahu R&M cieľa NATO pre výrobu a špecifikáciu výroby

NAPO a špecifikácia výroby musia stanoviť:

- (1) kvantitatívne a kvalitatívne požiadavky R&M;
- (2) plán programu R&M;
- (3) podmienky skúšok, metódy, kritériá prijateľnosti, riziká rozhodovania v priebehu procesov výroby na preukázanie, že stupeň R&M bol dosiahnutý v priebehu výroby;
- (4) zvláštne procesy, ktoré zabezpečujú R&M v priebehu výroby, ktoré sú stanovené a hodnotené v priebehu návrhu;
- (5) požiadavka na preukázania alebo inú verifikáciu/záruky R&M;

305. The R&M content of the NATO production objective design & development objective and the production specification**A. Design & Development phase**

Detailed engineering prototype fabrication and full validation of systems and auxiliary equipment are conducted in this phase. It also includes complete system/equipment integration and test to establish conformance to specifications and readiness for deployment.

The NATO Production Objective (NAPO) is one product of the Design & Development phase. It contains sufficiently detailed manufacturing and logistics data to permit the Production phase to proceed.

The Production Specification, which consists of the more detailed technical specifications, should contain R&M requirements to ensure that the design R&M results are not to be degraded by the production process. During the Design & Development phase the R&M specification for production should be adjusted and refined as necessary.

B. Formulation of the R&M content of the NATO production objective and the production specification

The NAPO and the Production Specification should specify:

- (1) the quantitative and qualitative R&M requirements;
- (2) the R&M programme plan;
- (3) the test conditions, methods, acceptance criteria and decision risks to be applied during production in order to demonstrate that the level of R&M achieved has been maintained during production;
- (4) the special processes, intended to safeguard R&M during production, which are to be established and evaluated during development;
- (5) the requirement for demonstrations or other R&M verification/guarantees;

(6) plány preukazovania (ak sú vyžadované) a

(7) kritické oblasti programu R&M a významné náklady ovplyvňujúce cenu ako:

- (i) nápravná činnosť a validácia a
- (ii) požiadavka na identifikáciu kritických komponentov.

306. Obsah R&M cieľov NATO pre prevádzku

A. Fáza výroby

Ciele NATO pre prevádzku (NISEG) sú vytvorené v začiatkoch fázy výroby. Musia popisovať ciele R&M v prevádzke (nezáväzné požiadavky). Zvyšná úloha (pre nákupcu) pozostáva z verifikácie procesov výroby, a verifikácie dosiahnutia požiadaviek R&M.

C. Formulácia obsahu R&M cieľov NATO pre prevádzku

NISEG musí bežne obsahovať:

- (1) stanovenie požiadavky systému/zariadenia vrátane R&M;
- (2) požiadavky na zber údajov z prevádzky a
- (3) požiadavky na „Plán hodnotenia R&M prevádzky“.

C. Fáza prevádzky

Fáza prevádzky bola definovaná ako operačné využitie systému/zariadenia. V priebehu tejto fázy sú porovnávané operačné hodnoty systému/zariadenia s pôvodnými požiadavkami. V prípade nevyhnutnosti sú iniciované modifikácie na zlepšenie R&M. Menšie modifikácie v mnohých prípadoch môžu viesť k menším zlepšeniam systému/zariadenia a jeho vlastnému R&M. Ak je navrhovaná alebo potrebná významnejšia modifikácia alebo balík modifikácií, (ktorý je

(6) demonstration plans (if required); and

(7) critical areas of the R&M programme and significant cost drivers such as:

- (i) corrective action and validation; and
- (ii) requirement for identification of critical components.

306. The R&M content of the NATO in-service goals

A. Production phase

Early in the production phase, the NATO In-Service Goals (NISEG) are written. They should describe the in-service R&M goals (non-mandatory requirements). The remaining task (for the Purchaser) consists of verifying the production processes and verifying the achievement of the R&M requirements.

B. Formulation of the R&M content of the NATO in-service goals

The NISEG should normally include:

- (1) a statement of the system/equipment requirement including R&M;
- (2) in-service data collection requirements; and
- (3) the requirements for an "In-Service R&M Assessment Plan".

D. In-service phase

The In-Service phase has been defined as the operational utilisation of the system/equipment. During this phase the operational values of the system/equipment are compared with the original requirements. Where necessary, modifications to improve R&M are initiated. Minor modifications, in most cases, can only result in minor improvements to the system/equipment and its intrinsic R&M. If a considerable modification, or modification package, is proposed or needed - which by definition requires an element of re-design -

požadovaný definovaním preprojektovania prvku) tak je dôležité vrátiť sa na skoršiu fázu obstarávacieho cyklu a opakovať procesy R&M. To môže zahŕňať návrat na stupeň požiadavky štábu NATO a hodnotenie vplyvu akýchkoľvek zmien. Je to jediná cesta, ako môže byť vykonané zodpovedajúce hodnotenie rizík a reálne analýzy nákladov.

D. Charakteristiky R&M a dopad na plán údržby

Monitorovanie charakteristík R&M, zahrnuté v pláne údržby, je veľmi dôležité, pretože tieto výkonnostné hodnoty sa menia s dozrievaním systému. Množstvo zmien môže mať veľký vplyv na podporné prvky systému. Napríklad, ak sa predpovedané MTBF ukážu ako príliš optimistické, existuje nebezpečenstvo podzásobenia náhradnými dielmi.

Príliš pesimistické vedú k opačnému výsledku. Dôležitosť vplyvu predpokladu charakteristík R&M nemôže byť zveličovaná.

Činnosti ILS môžu byť ovplyvnené, ak je predpokladaný vysoký alebo nízky výskyt porúch. Uvažujme prípad, keď je predpokladaný nízky výskyt porúch. Pri nízkom stupni predpokladu výskytu poruchy, by mohlo byť považované za veľmi vhodné rozhodnutie, že kvôli malej možnosti výskytu poruchy by nebolo cenovo efektívne vyškoliť technikov na údržbu vybavenia, skôr by bolo považované za ekonomickejšie opraviť položky v tretej línii v prípade vzniku problému. To môže viesť k potenciálnemu šetreniu nákladov na špeciálne náradie, skúšobné zariadenie, výcvik, vyhlásenia, prostriedky atď. Ak sa predpovede ukážu ako chybné, musia byť vykonané nápravné činnosti na vhodnú podporu, pravdepodobne s oveľa väčšími nákladmi.

then it is important to return to an earlier phase of the procurement cycle and repeat the R&M processes. This may involve returning to the stage of the NATO Staff Requirement and assessing the impact of any changes. It is only in this way that proper risk assessments and realistic cost benefit analysis can be made.

D. R&M Characteristic and impact on the maintenance plan

Monitoring of R&M characteristics contained within a maintenance plan is very important because these performance values change as the system matures. The amount of change can have a great deal of influence on system support features. For example, if the predicted MTBF proves too optimistic, there is a danger of undersparing.

Too pessimistic, and the opposite is likely to result. The importance of the influence of predicted R&M characteristics cannot be overstated.

ILS activities may be affected if a low or high failure rate is predicted. Consider the case where a low failure rate is anticipated. If it is considered low, the decision could very well be that, because of the low number of anticipated arising, it would not be cost effective to train technicians to maintain the equipment, rather it could be considered more economical to repair the item at third line in the event of a problem.

This could lead to potential savings in special tooling, test equipment, training, publications, facilities, etc. If the prediction proves to be erroneous, then remedial action to furnish the proper support would have to be taken, probably at a much higher cost.

PRÍLOHA A**Príklady kvantitatívnych požiadaviek
R&M****1. Úvod**

V príkladoch uvedených nižšie sú uvedené číselné hodnoty iba na ilustráciu, nie sú vhodné ako návod pre aktuálne požiadavky štábu. Pre každý príklad je uvedená indikácia možnej zmluvnej stratégie, ktorá môže byť použitá.

**2. R&M ako sú určené v
požiadavkách štábu****A. Prieskumné helikoptéry**

Pravdepodobnosť splnenia dvojhodinovej úlohy (odkaz môže byť uvedený v podrobnom dokumente, alebo prílohe "profil úlohy") jednej helikoptéry bez poruchy má byť najmenej 95%, za poruchu sa pokladá udalosť, ktorá nepriaznivo ovplyvní úlohu.

95% indikuje to, že používateľ nie je ochotný akceptovať väčšiu pravdepodobnosť neúspechu úlohy ako 5%. Tento údaj je odvodený z vojnovéj hry (počítačová simulácia), hodnotenia štúdie vojnových strát a berie do úvahy pravdepodobnosť toho, že úloha môže byť splnená iným spôsobom.

Pri rozmiestnení do skupín po troch, každý bojový výpad môže pozostávať z dvoch lietadiel letiacich 2 hodiny. Až 5 výpadov je požadovaných na každý bojový deň. Mala by existovať najmenej 90% pravdepodobnosť úspešného ukončenia 5 bojových dní.

Štrukturálna životnosť kostry lietadla by mala byť najmenej 7000 hodín a čas medzi generálnymi opravami motora a prevodovky musí prekročiť 1000 hodín pri vstupe do služby.

Opravná údržba v prvej línii by mala byť vykonávaná iba formou výmeny. Všetky úlohy v prvej a druhej línii musia byť vykonané maximálne tromi údržbármi.

ANNEX A**Examples of quantitative R&M
requirements****1. Introduction**

In the examples given below, the numerical values are for illustrative purposes only and should not be taken as guidance for actual Staff Requirements. For each example, an indication is given of the contracting strategies that could be used.

**2. R&M as stated in staff
requirements****A. Reconnaissance helicopters**

The probability of a single helicopter completing a 2 hour mission [reference could be made to a detailed "mission profile" document or attachment] without failure is to be at least 95%, where a failure is any event which adversely affects the mission.

95% indicates that the user is prepared to accept no more than 5% probability that a mission cannot be successfully completed. This figure is derived from wargaming (computer simulations), combat casualty assessment studies and takes into account the probability that the mission can be achieved by other means.

When deployed in groups of three, each sortie may consist of two aircraft flying a 2 hour mission. Up to 5 sorties are required in each battlefield day. There shall be at least 90% probability of successfully completing 5 battlefield days.

The structural life of the airframe shall be at least 7000 hours and the Time Between Overhaul of the engine and transmission shall exceed 1000 hours at entry into service.

Corrective maintenance at 1st line should be by replacement only. All tasks at 1st and 2nd line should be completed using a maximum of 3 maintenance personnel.

B. Strela

Spoľahlivosť strely, pri úspešnom vypustení, by mala byť 99%. Spoľahlivosť strely, z továrne do cieľa by mala prekročiť 90% (odkaz môže byť uvedený v podrobnom "sekvenčnom profile misie") v priebehu životnosti strely 10 rokov. V priebehu životnosti strely by nemala byť vyžadovaná žiadna preventívna údržba.

3. R&M ako je špecifikované v obstarávacej dokumentácii

Helikoptéry nesmú vyprodukovať viac ako 25 porúch ovplyvňujúcich úlohu na 1000 letových hodín.

(Základná) miera logistických zlyhaní (vrátane chýb objavených v priebehu plánovanej údržby) nesmie prekročiť 400 na 1000 letových hodín.

95% chýb má byť opraviteľných na 1./2. línii v rámci 2 hodín. Stredný aktívny čas opravy by nemal prekročiť 45 minút, pri využití maximálne troch osôb údržby.

Logistické požiadavky R&M sú založené na maximálnej tolerovateľnej záťaži údržby, odvodené z dostupných ľudských zdrojov a materiálu na rôznych líniiach údržby.

Tieto sú často zdôvodnené na základe nákladovosti počas životného cyklu. Požiadavka spoľahlivosti úlohy je vytvorená z 95% pravdepodobnosti splnenia 2 hodinovej úlohy.

Pri použití maximálne troch osôb a skupiny výmeny motorovej jednotky, čas výmeny motora nesmie prekročiť 45 minút.

Zmluvne dohodnutá stratégia pre vyššie uvedené požiadavky môže byť založená na predvedení v prevádzke predstavujúcej niekoľko tisíc letových hodín (približne počas 1 roku), podporená oddeleným predvedením požiadaviek udržiava-

B. Missile

The reliability of the missile, given a successful launch, shall be 99%. The reliability of the missile, from factory to target shall exceed 90% (reference could be made to a detailed "sequence mission profile" document or attachment) over a missile life of 10 years. No preventive maintenance shall be required during the missile life.

3. R&M as specified in procurement documentation

The helicopters shall not generate more than 25 mission affecting failures per 1000 flying hours.

The (basic) logistic fault rate (including faults discovered during scheduled maintenance) shall not exceed 400 per 1000 flying hours.

95% of all faults shall be repairable at 1st /2nd line within 2 hours. The Mean Active Repair Time shall not exceed 45 minutes, using a maximum of 3 maintenance personnel.

The logistic R&M requirements are based on the maximum tolerable maintenance burden, derived from the available manpower and materiel at the various lines of maintenance.

They are often justified on life cycle cost grounds. The mission reliability requirement is generated from the 95% probability of completing a 2 hour mission.

Using a maximum of three persons and an engine change unit, engine change time should not exceed 45 minutes.

A contracting strategy for the above requirements could be based on an in-service demonstration period of several thousand flying hours (approximately 1 year elapsed time), supported by a separate set-piece demonstration of maintainability require-

teľnosti, ak je to požadované. V prípade toho, že dodávateľ neprejde požiadavkami, môže byť požiadaný o vykonanie nápravnej činnosti na vlastné náklady, vrátane retrospektívnej modifikácie tých lietadiel, ktoré sú už v službe. Na dôvažok, dodávateľ môže byť požiadaný o poskytnutie náhradných dielov za pevné ceny, na základe požiadaviek R&M, až pokiaľ zhoda so špecifikáciou nie je uspokojivo predvedená.

Hlavný dodávateľ môže ďalej rozdeliť tieto požiadavky na požiadavky subsystemov ako: vysielačka má mať plánovaný čas životnosti 10 rokov (pri predpokladanom 500 hodinovom používaní počas roka) s minimálnym MTBF 5000 hodín.

4. Príklad požiadaviek dostupnosti – samohybná húfnica

24 hodinový bojový deň pozostáva z: operačný čas 19.2 hodín (vrátane 2 hodín preventívnej údržby), priemerne 300 výstrelov a celkového taktického presunu 125 km. Skutočná dostupnosť cez bojový deň má byť najmenej 80%. Dodatočne, húfnica by mala splniť požiadavku spoľahlivosti úlohy vzhľadom na vyššie uvedené podmienky najmenej na 60%., kde zlyhanie úlohy je definované ako udalosť, ktorá znižuje špecifikovanú požiadavku úlohy o viac ako 20%.

Zmluvná stratégia môže obnášať predvedenie formou skúšiek spoľahlivosť na konci vývoja a samostatnými skúškami pre ohodnotenie udržiavateľnosti. Obe hodnoty musia vyústiť do výroku o skutočnej dostupnosti. V prípade, že zariadenie nesplní tieto požiadavky, dodávateľ musí byť požiadaný o nápravné činnosti na vlastné náklady a musí preukázať efektívnosť tejto nápravnej činnosti ďalšími skúškami ak to vyžaduje kúpajúca strana.

ments if required. In the event of failing to pass the demonstration, the contractor could be required to undertake corrective action at his own expense, including retrospective modification of those aircraft already in-service. Additionally, the contractor could be required to provide fixed price spares support, based on the R&M requirements, until compliance with the specification is satisfactorily demonstrated.

The Prime Contractor may further break these requirements down into sub-system requirements such as: The radio shall have a design life of 10 years (assuming 500 operating hours per year) with a minimum MTBF of 5000 hours.

4. Example of availability requirements - self propelled howitzer

A 24-hour battlefield day consists of: an operating time of 19.2 hours (including 2 hours of preventive maintenance), an average number of 300 rounds fired and a total tactical movement of 125 km. The intrinsic availability over a battlefield day is to be at least 80%. Additionally, the howitzer shall meet a mission reliability requirement under the above conditions of at least 60%, where a mission failure is defined as an event which degrades any specified mission requirement by more than 20%.

A contracting strategy could be to demonstrate the reliability by trials at the end of development and to assess the maintainability by separate trials. Both values should result in a statement of the intrinsic availability. In the event that the equipment fails to achieve these requirements, the contractor should be required to undertake corrective action at his expense and demonstrate that the corrective action is effective, by further trials if required by the purchaser.

5. Obrnené transportné vozidlo

Spôľahlivosť vozidla je vyjadrená nasledujúcimi termínmi, podľa podmienok v ktorých pôsobí.

A. Spôľahlivosť úlohy

Je požadovaná 0.90 celková spôľahlivosť úlohy. Spôľahlivosť úlohy na vozidlo by mala byť hodnotená ohľadom 48 hodinového plnenia bojových úloh. Bojová úloha obsahuje cykly štartovania/vypnutia, jazdu po cestách a v teréne a množstvo vystrelených nábojov a malo by to byť bližšie špecifikované.

B. Základná spôľahlivosť

MTBF pre celkový systém, s odkazom na profil "nasadenia počas mierového obdobia", by mal byť najmenej 450 operačných hodín. Tu sa berú do úvahy iba zlyhania a chyby, majúce za následok nesplnení úlohy.

C. Spôľahlivosť premiestnenia z uskladnenia

Miera zlyhaní pri presune vozidla zo skladu môže byť maximálne 10% miery zlyhania pri normálnom používaní (ako je to definované v operačných požiadavkách na zariadenie).

Poznámka: Táto špecifikácia spôľahlivosti sa odvoláva na premiestnenie z dlhodobého uskladnenia, kde boli vykonané preventívne opatrenia.

D. Základná spôľahlivosť

Vozidlo má dosiahnuť základnú spôľahlivosť 40% v rámci špecifikovaného typického profilu úlohy. So zámerom hodnotenia spôľahlivosti sa používa nasledujúce kritérium poruchy: „Porucha, vzťahujúca sa k údržbe alebo základná porucha je definovaná ako nevyhovujúci stav vybavenia, ktorý vyžaduje neplánovanú

5. Armoured transport vehicle

The reliability of the vehicle is expressed in the following terms, according to the conditions under which it is operated.

A. Mission reability

An overall mission reliability of 0.90 is required. The mission reliability should be against the 48 hour battlefield mission for the vehicle. The battlefield mission includes power on/off cycles, travelling on road and cross country and a number of rounds to be fired and should be specified in detail.

B. Inherent reliability

The MTBF for the complete system, with reference to "peace-time" employment profile, shall be at least 450 operational hours. Hereby, only failures or faults preventing the completion of the mission are to be taken into account.

C. liability on removal from storage

The rate of failure on removal of the vehicle from storage should be, at the most, 10 % of the failure rate while in use (as defined under the Operational Requirements of the Equipment).

Note: This specification of reliability refers to the removal from long-term storage where precautionary actions have been taken.

D. Basic reliability

The vehicle is to achieve a basic reliability figure of 40% against a specified type mission profile. For reliability assessment purposes the following failure criterion is to be used: "A maintenance relevant or basic failure is defined as an unsatisfactory equipment condition which requires unscheduled (corrective) maintenance to restore the equip-

(nápravnú) údržbu na obnovu daného zariadenia do pôvodného plného mierového opravného štandardu; to vylučuje preventívnu údržbu, ale zahŕňa neplánované činnosti údržby, ktoré boli definované ako potrebné v priebehu plánovanej údržby.“ Poruchy, ktoré neboli brané do úvahy pri žiadnom z hodnotení spoľahlivosti, sú buď komponenty za dobou svojej plánovanej životnosti, alebo poruchy vzniknuté počas nesprávneho používania, nehodou, ľudským zlyhaním alebo údržbou, ktorá nie je v súlade s definovanými postupmi.

Zmluvná stratégia môže demonštrovať základnú spoľahlivosť a spoľahlivosť úlohy v priebehu skúšok na konci vývoja a môže aplikovať demonštrácie spoľahlivosti v prevádzke pre hodnotenie celkovej požiadavky spoľahlivosti. Pre hodnotenie požiadavky spoľahlivosti uskladnenia by mali byť konzultované vhodné databázy.

6. Požiadavky použiteľnosti komečného dopravného lietadla

Dodávateľ musí udržiavať 90%-nú spoľahlivosť letového plánu lietadla. Spoľahlivosť letového plánu je definovaná ako plánované lety začaté a ukončené bez prerušenia priraditeľného ku primárnemu (nie sekundárnemu alebo naslednému) zlyhaniu leteckého systému alebo komponentu vedúcemu k odvolaniu letov, návratu, presmerovaniu pristátia, alebo meškaniu plánovaného odletu o viac ako 15 min. Nedodržanie požadovaného letového plánu, môže mať vplyv na obnovenie kontraktu s dodávateľom.

7. Príklad požiadaviek spoľahlivosti dostupnosti, udržiavateľnosti, pre lode

A. Dostupnosť, spoľahlivosť a udržiavateľnosť (ARM)

Dosiahnutiu parametrov ARM je prira-

ment to its full peacetime repair standard; this excludes preventive maintenance, but includes unscheduled maintenance activities found to be necessary during scheduled maintenance“. Failures discounted from any reliability assessment are either those of components beyond their specified life or those caused through misuse, accident, human error or maintenance not in accordance with defined procedures.

A contracting strategy could be to demonstrate basic and mission reliability during trials at the end of development and to apply in-service reliability demonstrations for the assessment of the inherent reliability requirement. For an assessment of the storage reliability requirement, suitable databases could be consulted.

6. Commercial transport aircraft availability requirements

The contractor shall maintain a 90% schedule reliability of the aircraft. Schedule reliability is defined as scheduled flights started and completed without any interruption chargeable to a primary (not secondary or consequential) malfunction of an aircraft system or component resulting in cancellations, air turn backs, diverted landings, or scheduled departure delays greater than 15 minutes. Failure to maintain the required schedule could prejudice the contractor's prospect of securing contract renewal.

7. Example reliability, availability, maintainability requirements for ships

A. Availability, reliability & maintainability (ARM)

The achievement of the ARM parameters is

d'ovaná rovnaká priorita ako parametrom pre výkon, čas a náklady, s cieľom maximalizácie dostupnosti pri minimálnych nákladoch životného cyklu (LCC).

B. Efektívna dostupnosť

Pravdepodobnosť dosiahnutia dostupnosti systému lode v akomkoľvek okamihu v priebehu maximálnej operačnej periódy, berúc do úvahy všetky kritické poruchy, opraviteľné a neopraviteľné na mori a preventívnu údržbu, by mala byť väčšia ako 98%. Efektívna dostupnosť je definovaná nasledujúcim empirickým vzťahom:

$$A_E = 1 - \frac{MART}{MTBCF + MART} - \frac{PM \text{ prestoj}}{\text{čas misie}} - 0,5 \frac{\text{čas misie}}{MTTCFnr}$$

$$A_E = 1 - \frac{MART}{MTBCF + MART} - \frac{PM \text{ downtime}}{\text{mission time}} - 0,5 \frac{\text{mission time}}{MTTCFnr}$$

Kde:

MTBCF : Stredný čas medzi kritickými poruchami (opraviteľné na mori)
MART : Stredný aktívny čas opravy
MTTCFnr : stredný čas do kritického zlyhania (neopraviteľné na mori)
PM prestoj : celkový prestoj počas preventívnej údržby pre úlohu.

C. Dostupnosť (skutočná)

Skutočná dostupnosť lodného systému radaru ďalekého dosahu (LRR) má prekročiť 99% v priebehu nepodporovaných operácií na mori pre maximálnu operačnú periódu 45 dní, pri definovanom použití a s odsúhlasenými doplnkami náhradných dielov na palube. MTBCF a MART požiadavky by mali byť adresované a splnené individuálne a v kontexte so skutočnou dostupnosťou.

being given equal priority with those for performance, timescale and cost, with the objective of maximising availability at minimum Life Cycle Costs (LCC).

B. Effective availability

The probability that the Ship system is available at any instant during the maximum operational period, taking into account all critical failures, both repairable and not repairable at sea and preventative maintenance, shall be greater than 98%. Effective Availability is defined by the following empirical relationship:

Where:

MTBCF : Mean Time Between Critical Failures (Repairable at sea)
MART : Mean Active Repair Time
MTTCFnr : Mean Time To Critical Failures (Not Repairable at sea)
PM downtime : Total preventive maintenance downtime for mission

C. Availability (intrinsic)

The Long Range Radar (LRR) ship system Intrinsic Availability shall exceed 99% during unsupported operations at sea for the maximum operational period of 45 days, at the defined usage and with the agreed complement of on-board spares. MTBCF and MART requirements shall be addressed and met individually and in the context of Intrinsic Availability.

D. Spôľahlivosť

S ohľadom ku kritickému zlyhaniu lodného systému, ktorý je opraviteľný na mori by mali MTBCF systému lode prekročiť 750 hodín.

S ohľadom ku kritickému zlyhaniu lodného systému, ktorý nie je opraviteľný na mori, LRR by mal mať pravdepodobnosť prežitia maximálnej operačnej periódy v trvaní 45 dní bez kritického zlyhania väčší než 98%.

Kritické zlyhanie lodného systému je definované ako zníženie výkonnosti, porucha alebo kombinácia chýb postihujúcich lodný hardvér, softvér alebo oboje, vedúci k:

- (1) strate schopnosti zisťovať a sledovať ciele vo všetkých špecifikovaných prostrediach a podmienkach, na úrovniach stanovených v požiadavkách štábu;
- (2) strate schopnosti spracovať, zobrazovať a postupovať údaje radaru vo všetkých špecifikovaných prostrediach a podmienkach na úrovniach definovaných v požiadavkách štábu;
- (3) strate schopnosti úspešne vykonať rozkazy, kontrolu, BIT, výcvik a ďalšie funkcie špecifikované v požiadavkách štábu;
- (4) strate schopnosti úspešne komunikovať s akýmkoľvek zo vzájomne pôsobiacich systémov.

Vo vzťahu k logistickým zlyhaniam lodných systémov, MTBF musí byť väčšie ako 200 operačných hodín.

Logistické zlyhanie je definované ako zlyhanie, ovplyvňujúce buď hardvér alebo softvér (vrátane BIT), ktoré spôsobuje odchýlenie sa od dohodnutej výkonnostnej špecifikácie alebo, ktoré vyžaduje činnosť nápravnej údržby. Lodný systém by mal byť navrhnutý tak, aby individu-

D. Reliability

In respect of critical ship system failures which are repairable at sea, the MTBCF of the ship system shall exceed 750 hours.

In respect of critical ship system failures which are not repairable at sea, the LRR shall have a probability of surviving the maximum operational period of 45 days without a critical failure of greater than 98%.

A critical ship system failure is defined as any performance degradation, failure or combination of failures, affecting ship system hardware, software or both, resulting in:

- (1) loss of the ability to detect any track targets in all specified environments and conditions, to the levels specified in the staff requirements;
- (2) loss of the ability to process, display and output radar data in all specified, environments and conditions to the level specified in the staff requirements;
- (3) loss of the ability to successfully execute Command, Control, BIT, Training and other functions specified in the staff requirements;
- (4) loss of the ability to successful communicate with any one of the interacting systems.

In respect of Logistics Failures of the ship systems, the MTBF shall be greater than 200 operating hours.

A Logistic Failure is defined as any fault, affecting either hardware or software (including BIT), which results in any departure from the agreed performance specification, or which requires a corrective maintenance action. The ship system shall be designed such that an individual hardware or software

álne zlyhanie softvéru alebo hardvéru nevyústilo do kritického zlyhania a zníženia funkčnosti výzbroje, alebo výkonnosti podľa poruchových podmienok.

E. Udržiavateľnosť

(1) Všeobecné pravidlá

Všeobecné pravidlo palubnej údržby musí byť také, že chybné prvky sa vymenia na sub-montážnej úrovni alebo na úrovni LRU.

Elektronické skúšobné zariadenie, mimo BITE, požadované na opravu a údržbu musí byť vybraté zo všeobecného rozsahu elektronických skúšobných zariadení (CRETE) tam, kde je to uskutočniteľné. Akékoľvek výnimky podliehajú schváleniu projektovým manažérom účastníkov.

(2) Aktívny čas opravy

Stredný (50 percentilný) a vyšší (95 percentilný) aktívny čas opravy/obnovy výkonnosti systému po zlyhaní, za použitia stanovených postupov opravy a zdrojov by nemal prekročiť 35 minút a 150 minút jednotlivo.

(3) Nápravná údržba

Poruchy, ktoré sú opraviteľné na mori, musia byť vykonané výmenou na module alebo sub-montážnom stupni. Akékoľvek požiadavky na doladenie systému po výmene, musia byť minimalizované (ideálne eliminované). Poruchy neopraviteľné na mori (týkajúce sa jednotiek, ktoré sa normálne nevezú na palube ako náhradné diely) musia byť minimalizované.

(4) Preventívna údržba

Hlavné činnosti preventívnej údržby musia byť vykonané mimo normálnu operačnú periódu. Nasledujúce sa vzťahuje na činnosti preventívnej údržby vykoná-

failure does not result in a critical failure, and that there is graceful degradation of equipment function or performance under failure conditions.

E. Maintainability

(1) General Policy

The general on-board maintenance policy should be to replace failed items at RU or sub-assembly level.

Electronic test equipment, excluding BITE, required for repair and maintenance should be selected from the Common Range Electronic Test Equipment (CRETE) range, whenever practicable. Any exceptions to this are subject to the Participants Project Manager approval.

(2) Active Repair Time

The median (50th percentile) and the upper (95th percentile) active time to repair/restore the system performance after failure using specified repair procedures and resources shall not exceed 35 minutes and 150 minutes respectively.

(3) Corrective Maintenance

Failures, which are capable of being repaired at sea, shall be repaired by replacement at module or sub-assembly level. Any requirements for system tuning after such replacement shall be minimised (ideally eliminated). Non Repairable at sea failures (i.e. those relating to units not normally carried as onboard spares) shall be minimised.

(4) Preventive Maintenance

Major preventive maintenance activities should be carried out outside the normal operational period. The following shall apply to Preventive Maintenance activities under-

vaných počas operačnej periódy:

- (i) Prestoj pre akúkoľvek činnosť preventívnej údržby v priebehu 45 dňovej operačnej periódy nesmie prekročiť 1 hodinu a
- (ii) celkový prestoj pre činnosti preventívnej údržby v priebehu 45 dňovej operačnej periódy nesmie prekročiť 20 hodín.

8. Požiadavky dostupnosti pre pozemný radar

Toto je príklad špecifikácie požiadaviek na zariadenie, ktoré má dlhú dobu nepretržitej činnosti, tak ako napr. radar riadenia vzdušnej (leteckej) prevádzky, ktorý môže pracovať 365 dní v roku a ktorý môže byť mimo výkon iba počas preventívnej údržby v presne vopred určených limitovaných periódach. To predpokladá, že dodávateľ poskytne všetku podporu nevyhnutnú pre udržanie požadovanej dostupnosti.

- a. „Radarový systém musí mať operačnú dostupnosť 98%“.
- b. Žiaden neplánovaný prestoj nesmie prekročiť 15 minút.
- c. Dodávateľ má poskytnúť úplnú podporu pre udržanie skôr spomenutých požiadaviek a popísať štruktúry na poskytovanie takejto pomoci, vrátane zariadení dodávaných kupujúcim.
- d. Dodávateľ musí stanoviť požadované preventívne činnosti, ich trvanie a periodicitu. Dodávateľ musí tiež stanoviť MART a 95% percentilný čas opravy pre radarový systém.

taken during the operational period:

- (i) the down-time for any one Preventive Maintenance activity during the 45 day operational period shall not exceed one hour; and
- (ii) The total down-time for Preventive maintenance activities during a 45 day operational period shall not exceed 20 hours.

8. Group radar availability requirements

This is an example of the specification of requirements for equipment which has long periods of continuous operation, such as an Air Traffic Control Radar, which can operate for 365 days a year, and which can only be taken out of service for preventive maintenance at strictly pre-determined limited periods. It is assumed that the contractor is to provide all support necessary to maintain the required availability.

- a. “The radar system shall have a minimum operational availability of 98%”;
- b. No single unplanned downtime event shall exceed 15 minutes;
- c. The contractor shall provide total support to maintain the above requirements, and shall describe the arrangements for providing such support, including facilities to be supplied by the purchaser;
- d. The contractor shall stipulate preventive actions that are required and their duration and periodicity. The contractor shall also state the MART and the 95% percentile repair time for the radar system.

9. Príklad spoľahlivosti, dostupnosti, udržiavateľnosti, bezpečnostných požiadaviek pre raketu (strelu).

A. Kvantitatívne požiadavky – profil životnosti

(1) Kvantitatívne požiadavky účinnosti systému

Účinnosť systému je pravdepodobnosť, že raketa úspešne splní operačnú požiadavku v stanovenom čase keď operuje v stanovených podmienkach prostredia a úlohy. Je to kombinovaná pravdepodobnosť, že raketa je pripravená na výstrel a úspešná po výstrele a je definovaná ako pravdepodobnosť úspešnosti P pre stanovený profil životnosti a úlohu. Pozri príklad v tab. A1 uvedenej nižšie.

9. Example reliability, availability, maintainability, safety requirements for missile

A. Quantitative requirements – life profile

(1) Quantitative system effectiveness requirements

The system effectiveness is the probability that the missile can successfully meet an operational demand within a given time when operated under specified condition of environment and mission. It is the combined probability that the missile is available at launch and successful after launch and is defined as the probability of success P for a specified life profile and mission. See example in Table A1 below.

skúška	skúška	skúška		skúška	
stav nečinnosti - skladovanie (základná mierna 20° C)	preprava (auto 30° C)	skladovanie (základná pevná 30° C)	lietadlo 70° C	vypálenie rakety 70° C	
(19.5 roka)	(10 h)	(6 mesiacov)	(2 h)	(10 min)	
FÁZA: A	B	C	D	E	

Tabuľka A1: Profil životnosti strely a úloha

test	test	test		test	
storage-dormancy mode (Ground Benign 20° C)	transport (Ground Mobile 30° C)	storage (Ground Fixed 30° C)	aircraft (Aircraft Unmanned Fighter 70° C)	missile launch (Missile Launch 70°C)	
(19.5 years)	(10 h)	(6 month)	(2 h)	(10 min)	
PHASE: A	B	C	D	E	

Table A1: Missile life profile and mission

Požiadavky účinnosti sú popísané ako:

Operačná účinnosť (P_0): obsahuje následok logistických omeškaní atď., a je založená na operačnej dostupnosti:

$$P_0 = A_0 * R_m$$

a typická požiadavka môže byť $P_0 > 85\%$

Kde:

A_0 = operačná dostupnosť

R_m = spoľahlivosť úlohy (viď ARMP-7)

Podobný prístup môže byť použitý pre skutočnú efektívnosť založenú na skutočnej dostupnosti (A_i) a typická požiadavka pre skutočnú efektívnosť môže byť >0.95 .

Skutočná dostupnosť sa týka iba fáz A, B a C.

B. Kvantitatívne požiadavky spoľahlivosti

(1) Základná spoľahlivosť (pozri ARMP-7)

Táto spoľahlivosť zahŕňa všetky poruchy, vedúce k technickým nezhodám (komponent, návrh, výroba, starnutie), ale vylučuje poruchy, ktoré nie sú zapríčinené dodávateľom, ako nesprávne používanie a zneužitie. Tieto požiadavky sa týkajú fáz A, B a C.

Požiadavka je $R=90\%$.

(2) Spoľahlivosť úlohy

Pravdepodobnosť, že raketa splní svoju požadovanú funkciu počas trvania stanoveného profilu úlohy.

Požiadavka je $R_m=97\%$.

The effectiveness requirements are expressed as:

Operational effectiveness (P_0): includes the effect of logistic delay times etc., and is based on operational availability:

$$P_0 = A_0 * R_m$$

and a typical requirement could be $P_0 > 85\%$

Where:

A_0 = Operational Availability

R_m = Mission Reliability (see ARMP-7)

A similar approach can be used for Intrinsic Effectiveness, based on Intrinsic Availability (A_i) and a typical requirement for Intrinsic Effectiveness could be > 0.95 .

Intrinsic availability concerns only phases A, B and C.

B. Quantitative reliability requirements

(1) Basic reliability (see ARMP-7)

This reliability includes all technical non-conformance failures (component, design, manufacture, ageing), but excludes failures that are not attributable to the contractors such as improper handling and misuse. These requirements concern A, B and C phases.

The requirement is $R = 90\%$

(2) Mission Reliability

The probability that a missile performs its required functions for the duration of the specified mission profile.

The requirement is $R_m = 97\%$

C. Kvantitatívne požiadavky udržateľnosti

Táto požiadavka pokrýva zistenie chyby, demontáž, opravu, opätovnú montáž a doby verifikácie.

Typická požiadavka je:

- (1) 75% aktívneho času opravy by mal byť menší ako 3 hodiny, a
- (2) 95% by malo byť menej ako 8 hodín.

Poznámka: Raketa musí byť konštruovaná tak, aby maximálny čas údržby neprekročil 24 hodín. To by malo byť overené analýzou návrhu.

D. Kvantitatívne požiadavky skúšateľnosti

Pri použití externého skúšobného zariadenia musí byť splnené:

- (1) 90% všetkých známych chýb by malo byť zistených a identifikovaných pre jednu LRU, 95% pre dve LRU, 100% pre tri LRU;
- (2) množstvo falošných poplachov nemá prekročiť 0,1% a
- (3) 100% zlyhaní závažných pre bezpečnosť by malo byť zistených a označených.

E. Čas životnosti

Strela by mala byť konštruovaná na:

- (1) dobu skladovania 20 rokov (10 rokov pre pyrotechnické časti) a
- (2) letový čas 250 hodín.

F. Kvantitatívna požiadavka bezpečnosti rizík (pozri para 210)

Ohrozenia bezpečnosti sú kategorizované podľa závažnosti ich následkov nasledovne:

C. Quantitative maintainability requirements

This requirement covers fault detection, disassembly, repair, re-assembly and verification times.

A typical requirement is:

- (1) 75% of active repair time shall be less than 3 hours; and
- (2) 95% shall be less than 8 hours.

Note: The missile shall be designed such that the maximum maintenance time does not exceed 24 hours. This could be verified by design analysis.

D. Quantitative nestability requirements

Using External Test Equipment, the following shall be achieved:

- (1) 90% of all known faults shall be detected and identified to one LRU, 95% to 2 LRUs and 100 % to 3 LRUs;
- (2) the false alarm rate shall not exceed 0.1%; and
- (3) 100% of safety critical failures shall be detected and indicated.

E. Lifetime

The missile shall be designed for a:

- (1) storage life time of 20 years (10 years for pyrotechnic equipment); and
- (2) air carriage time of 250 hours.

F. Quantitative safety risk requirement (see PARA 210)

Safety hazards are categorised according to the severity of their consequence as follows:

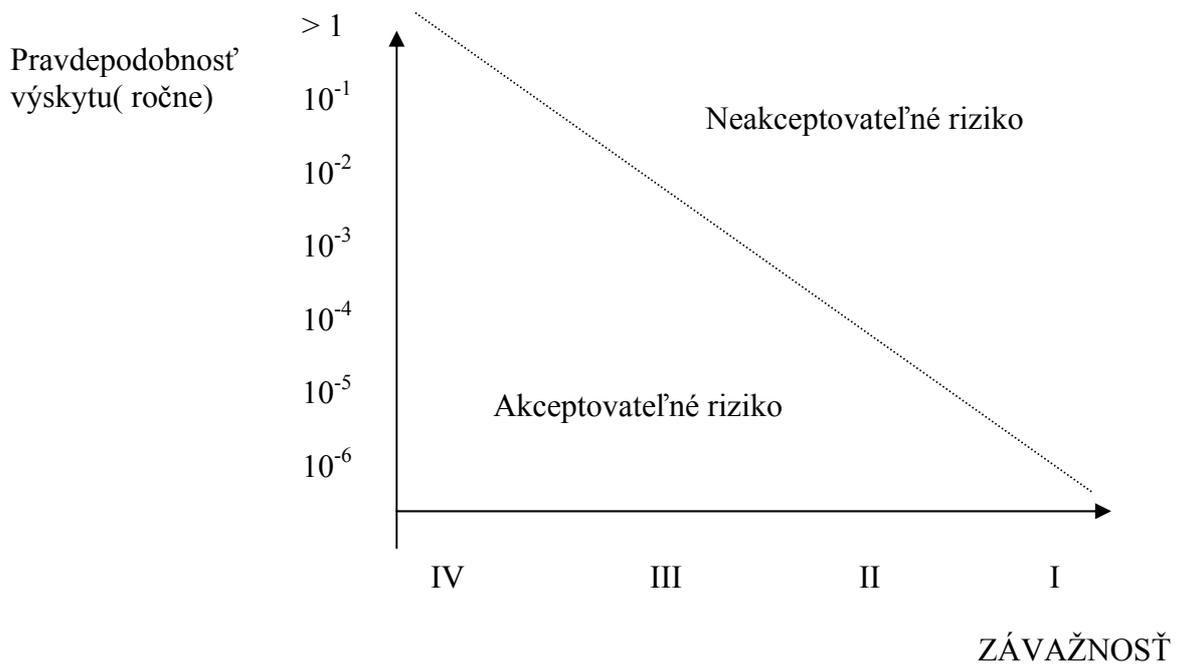
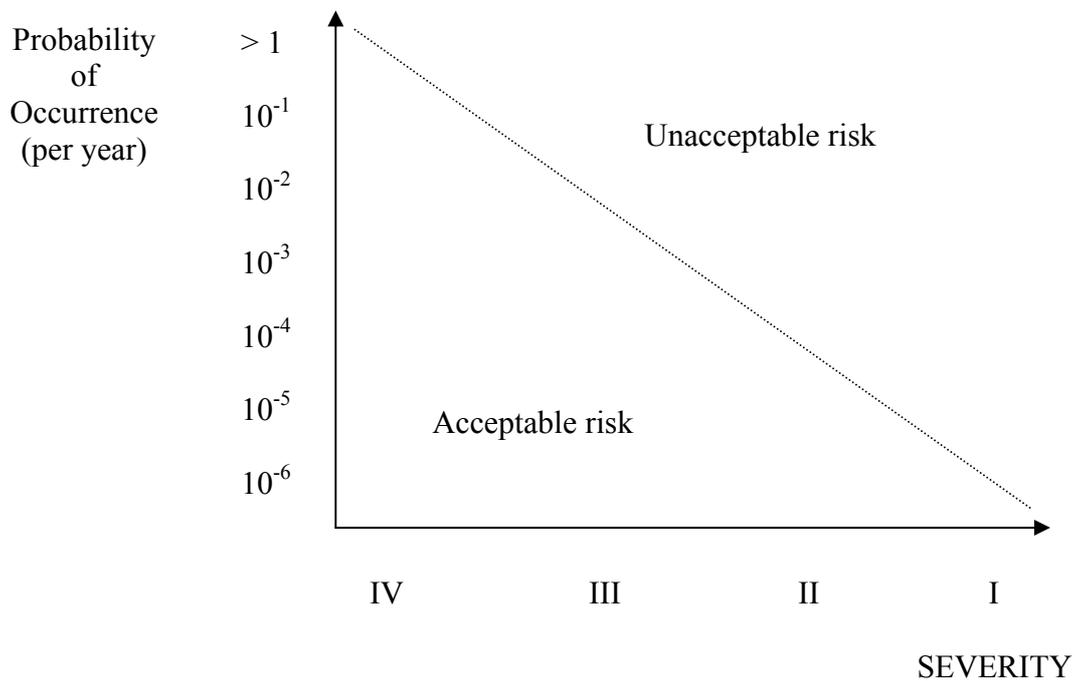
Slovenský obranný štandard	ARMP-4 (3. Vydanie)
----------------------------	------------------------

Popis	Kategória	Význam
KATASTROFICKÉ	I	Smrť alebo strata systému
KRITICKÉ	II	Vážne zranenie alebo choroba Závažné poškodenie systému
OKRAJOVÉ	III	Významné zranenie alebo choroba Významné poškodenie systému
ZANEDBATEĽNÉ	IV	Menšie zranenie alebo choroba Menšie poškodenie systému

Tabuľka A2: Kategórie závažnosti ohrozenia

Description	Category	Consequence
CATASTROPHIC	I	Death or system loss
CRITICAL	II	Severe injury or illness Major system damage
MARGINAL	III	Significant injury or illness Significant system damage
NEGLIGIBLE	IV	Minor injury or illness Minor system damage.

Table A2: Hazard severity categories

**Obrázok A1: Graf kritickosti****Figure A1: Criticality graph**

Maximálne riziko (pravdepodobnosť výskytu nebezpečnej udalosti) je špecifikované pre každú kategóriu a je často stanovené ako pravdepodobnosť výskytu za rok. Typické príklady pre strelu sú:

- (1) I Katastrofické 10^{-6} /rok (napr. samovoľné spustenie pohonu motora);
- (2) II Kritické 10^{-5} /rok (napr. neočakávané rozostavenie riadených plôch) a
- (3) III Nepodstatné 10^{-4} /rok (napr. neočakávaná činnosť tepelnej batérie).

Od dodávateľa sa požaduje vykonať detailnú analýzu rizík, predvedenie že riziká sú identifikované, kategorizované a obmedzené na maximálne vyžadované úrovne. Táto analýza je vykonávaná pre spokojnosť nadobúdateľa.

The maximum risk, (i.e. the probability of occurrence of the hazardous event) is specified for each category, and is often stated as the probability of occurrence per year. Typical examples for a missile are:

- (1) I Catastrophic 10^{-6} /year (e.g. Unintentional initiation of propulsion motor);
- (2) II Critical 10^{-5} /year (e.g. Unintended deployment of control surfaces); and
- (3) III Marginal 10^{-4} /year (e.g. Unintended operation of thermal battery).

The contractor is required to conduct a detailed risk analysis, demonstrating that risks are identified, categorised and reduced to the required maximum levels. This analysis is to be performed to the satisfaction of the purchaser.

PRÍLOHA B**Kvantifikácia požiadaviek udržiavateľnosti****1. Úvod**

V priebehu praxe bolo zistené, že väčšina aktívnych časov opravy zariadenia dodržiava (riadi sa) normálnym logaritmicným rozdelením, teda tak, že logaritmus variantu (v tomto prípade aktívny čas opravy) je rozdelený normálne. Stredný aktívny čas opravy (MART) je často používaný parameter na špecifikáciu požiadaviek udržiavateľnosti. Aktívny čas opravy je čas zvýšený opravármi, za predpokladu dostupnosti nevyhnutných nástrojov, náhradných dielov a dokumentácie. Vylučuje to administratívne a logistické oneskorenie. Dosaiahnutie požiadavku MART je funkciou návrhu zariadenia a preto spočíva na riadení dodávateľom. Je to preto zmluvný parameter.

Táto príloha rieši relevantné charakteristiky normálneho logaritmickeho rozdelenia a spôsob, ako môžu byť čo najlepšie vyjadrené v špecifikáciách. Taktiež poskytuje, ako návod, niekoľko príkladov hodnôt relevantných parametrov pre rôzne typy výzbroje (vybavenia) a pravidiel údržby.

2. Prerozdelenie času opravy**A. Normálne logaritmicke rozdelenie**

Normálne logaritmicke rozdelenie (s náhodnou premennou T) požaduje dva parametre na jej definíciu, dva najvhodnejšie matematické sú jeho stredná hodnota t_m a jeho rozptyl σ .

Rozptyl je definovaný ako štandardná odchýlka normálneho rozdelenia vytvoreného po prevzatí prirodzeného logaritmu (logaritmus na základe $e = 2,718\dots$) originálneho rozdelenia.

Tieto dva parametre sú taktiež vhodné na

ANNEX B**Quantifying maintainability requirements****1. Introduction**

It has been found through experience that most equipment active repair times follow a log-Normal distribution, i.e. one where the logarithm of the variant (in this case, active repair time) is distributed normally. Mean Active Repair Time (MART) is a parameter often used to specify Maintainability requirements. Active Repair Time is the time actually expended by the maintainers, assuming that all necessary tools, spare parts and documentation are available. It excludes administration and logistic delay times. The achievement of MART requirement is a function of the design of the equipment and lies therefore within the control of the contractor. It is thus a contractable parameter.

This Annex considers the relevant characteristics of the log-Normal distribution and how they may best be expressed in specifications. It also provides, for guidance, some examples of the values of the relevant parameters for different types of equipment and servicing policies.

2. Repair time distribution**A. Log-normal distribution**

A log-Normal distribution (with random variable T) requires two parameters to define it, the two most convenient ones mathematically being its median value t_m and its dispersion σ .

The dispersion is defined as the standard deviation of the Normal distribution formed after taking natural logarithms (logarithms to basis $e = 2.718\dots$) of the original distribution.

These two parameters are also convenient

využitie v špecifikáciách udržiavateľnosti pretože:

- (1) t_m je taká hodnota, že 50% časov opráv je menších a 50% časov je väčších, to indikuje všeobecnú úroveň alebo magnitúdu (hodnotu) časov opráv a
- (2) rozptyl σ naznačuje rozsahy krátkej, strednej a dlhodobej doby opravy a bolo zistené, že σ má vzťah (nezávisle od t_m) od typu pravidiel údržby navrhnutých pre zariadenie (pozri paragraf 4 a tabuľku B1).

B. Vzťah medzi MART a t_m

Zostavovatelia špecifikácií sú často viac znalí MART než mediánu t_m ale je potrebné byť si vedomý toho, že MART nie je zhodné s t_m . MART môže dokonca významne odchyliť z bodu 50:50 rozdelenia, ktorým je medián t_m . Rozdiel medzi MART a t_m závisí na veľkosti rozptylu σ (pozri tabuľku B1). Matematický vzťah je znázornený v rovnici (5) dodatku prílohy B.

Pre logaritmické normálne rozdelenie, je t_m geometrickým mediánom rozdelenia, zatiaľ čo MART je aritmetickým mediánom.

POZNÁMKA: Geometrický medián n pozorovaní je n -tý koreň produktu n pozorovaní, zatiaľ čo aritmetický medián je sumou n pozorovaní delených n .

ones to utilise in maintainability specifications because:

- (1) t_m is the value such that 50% of repair times are less and 50% are more, i.e. it indicates the general level or magnitude of repair times; and
- (2) the dispersion σ indicates the proportion of short, medium and long term repair times and it has been found that σ has a relationship (independent of t_m) with the type of maintenance policy designed into equipment (see para 4 and Table B1).

B. Relationship between MART and t_m

Specification writers are often more familiar with MART than with the median t_m but should be aware that MART is not equal to t_m . MART may even deviate significantly from the 50:50 point of the distribution, being the median t_m . The difference between MART and t_m depends on the magnitude of the dispersion σ (see Table B1). The mathematical relationship is shown in equation (5) of the Appendix to Annex B.

For a log-Normal distribution, t_m is the geometric mean of the distribution, whereas MART is the arithmetic mean.

NOTE: The geometric mean of n observations is the n^{th} root of the product of the n observations, whereas the arithmetic mean is the sum of n observations divided by n .

3. Vyjadrenie požiadaviek

Pokiaľ by nebolo nesprávne vyjadriť požiadavku udržateľnosti pomocou mediánu t_m a rozptylu σ rozdelenia času opravy, menej matematická prezentácia môže byť viac vhodná pre čitateľov špecifikácie. Napríklad, požiadavka môže byť vyjadrená ako:

- a... 50% aktívneho času opravy by malo byť menej ako 'a' minút a Y% menej ako 'b' minút, alebo
- b... X% aktívneho času opravy by malo byť menej ako 'c' hodín a Z% menej ako 'd' hodín, alebo
- c... MART by mal byť 'm' hodín a U% všetkých opráv by malo byť kompletovaná v čase φ ...

Poznámka: Zvyčajne nie je vhodné stanoviť medián bez dodatočného najhoršieho prípadu. V dodatku prílohy B, t_m a σ popisujú rozdelenie opravy.

4. Kvantifikácia parametrov

Empirické výsledky (pozri tabuľku B1), ukazujú že rozptyl σ leží spravidla medzi hodnotami 0,6 a 1,4, vyššie hodnoty spojené s nálezmi a opravami na úrovni komponentov, zatiaľ čo nižšie hodnoty sú spájané s pravidlami opráv modulov. Zostavovatelia špecifikácií musia použiť tieto znalosti a zaistiť, že tieto požiadavky nezahŕňajú nestále hodnoty s týmto rozsahom bez príčiny.

Niektoré typické hodnoty t_m a σ , ktoré boli sledované v praxi sú v tabuľke B1.

3. Expression of requirements

Whilst it would not be wrong to express a Maintainability requirement in terms of the median t_m and the dispersion σ of the repair time distribution, a less mathematical presentation may be more appropriate for readers of the specification. For example, the requirement could be expressed as:

- a... '50% of active repair times shall be less than 'a' minutes and Y% less than 'b' minutes...'or
- b... 'X% of active repair times shall be less than 'c' hours and Z% less than 'd' hours...'or
- c... 'MART shall be 'm' hours and U% of all repairs shall be completed by time ' φ '...'

NOTE: It is usually not advisable to state a mean without an additional worst case. In Appendix to Annex B, t_m and σ describe the repair distribution.

4. Quantifying the parameters

Empirical results (see Table B1) show that dispersion σ lies generally between 0.6 and 1.4, the higher values being associated with diagnosis and repair to component level while the lower values are associated with modular repair policies. Specification writers should use this knowledge and ensure that their requirements do not imply a value inconsistent with this range without good reason.

Some typical values of t_m and σ which have been observed in practice are provided by Table B1.

Slovenský obranný štandard	ARMP-4 (3. Vydanie)
----------------------------	------------------------

typ zariadenia	pravidlá opráv	t_m [hodín]	σ	MART [hodín]
raketa	úroveň komponentov	1,07	1,33	2,59
raketa (väčší komplex ako hore)	výmena modulov	1,45	0,63	1,77
letecký komunikačný komplet (letecké zariadenie opravované v dielňach základne A)	úroveň komponentov	1,83	1,08	3,28
letecký komunikačný komplet (letecké zariadenie opravované v dielňach základne B)	úroveň komponentov	1,84	1.17	3,65

Tabuľka B1: Typické hodnoty t_m a σ
Poznámka: Táto tabuľka je iba návodom.

equipment type	repair policy	t_m [hrs]	σ	MART [hrs]
missile	Component Level	1,07	1,33	2,59
missile (more complex than above)	Module replacement	1,45	0,63	1,77
ARC Communication Set (aircraft equipment serviced in ground workshops A)	Component Level	1,83	1,08	3,28
ARC Communication Set (aircraft equipment serviced in ground workshops B)	Component Level	1,84	1.17	3,65

Table B1: Typical values of t_m and σ
Note: This Table is for guidance only.

Napriek empirickému spojeniu medzi rozptylom σ a úrovňou na ktorej je vykonávaný servis zariadenia, neexistujú presné vzťahy medzi t_m a σ na jednej strane a faktormi výkonnosti údržby, ktoré ich určujú, napr. podmienky prostredia údržby, kvalifikácie personálu, skúsenosť a výcvik, administratívne požiadavky atď.

Napriek tomu pri kvantifikácii požiadavky udržiavateľnosti musia byť uvažované všetky tieto faktory, rovnako ako pravidlá opráv a podpory. Malo by byť vykonané jasné vyhlásenie všetkých aspektov údržby vhodných pre prevádzkový scenár, ktorý ovplyvnil kvantifikáciu udržiavateľnosti.

Despite the empirical association between dispersion σ and the level at which an equipment is serviced, there are as yet no precise relationships between t_m and σ on the one hand and the maintenance performance factors which determine them; e.g. maintenance environmental conditions; personnel skills, experience and training; administrative requirements, etc.

Nevertheless, when quantifying a Maintainability requirement, full account should be taken of these factors as well as repair and support policies. A clear statement should be made of all maintenance aspects appropriate to the operational scenario which have influenced the Maintainability quantification.

DODATOK K PRÍLOHE B
Matematická podpora normálneho
logaritmickeho rozdelenia

APPENDIX TO ANNEX B
Mathematical background
To the log-normal distribution

A.1 Funkcia hustoty

Plynulá a pozitívna náhodná premenná T má normálne logaritmicke rozdelenie, ak je jeho logaritmus $\ln T$, je normálne rozdelený s mediánom μ a štandardným rozptylom σ .

Funkcia hustoty $f(t)$ normálneho logaritmickeho rozdelenia je daná

$$(1) \quad f(t) = \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma}\right)^2} \quad ; t \geq 0, \sigma > 0$$

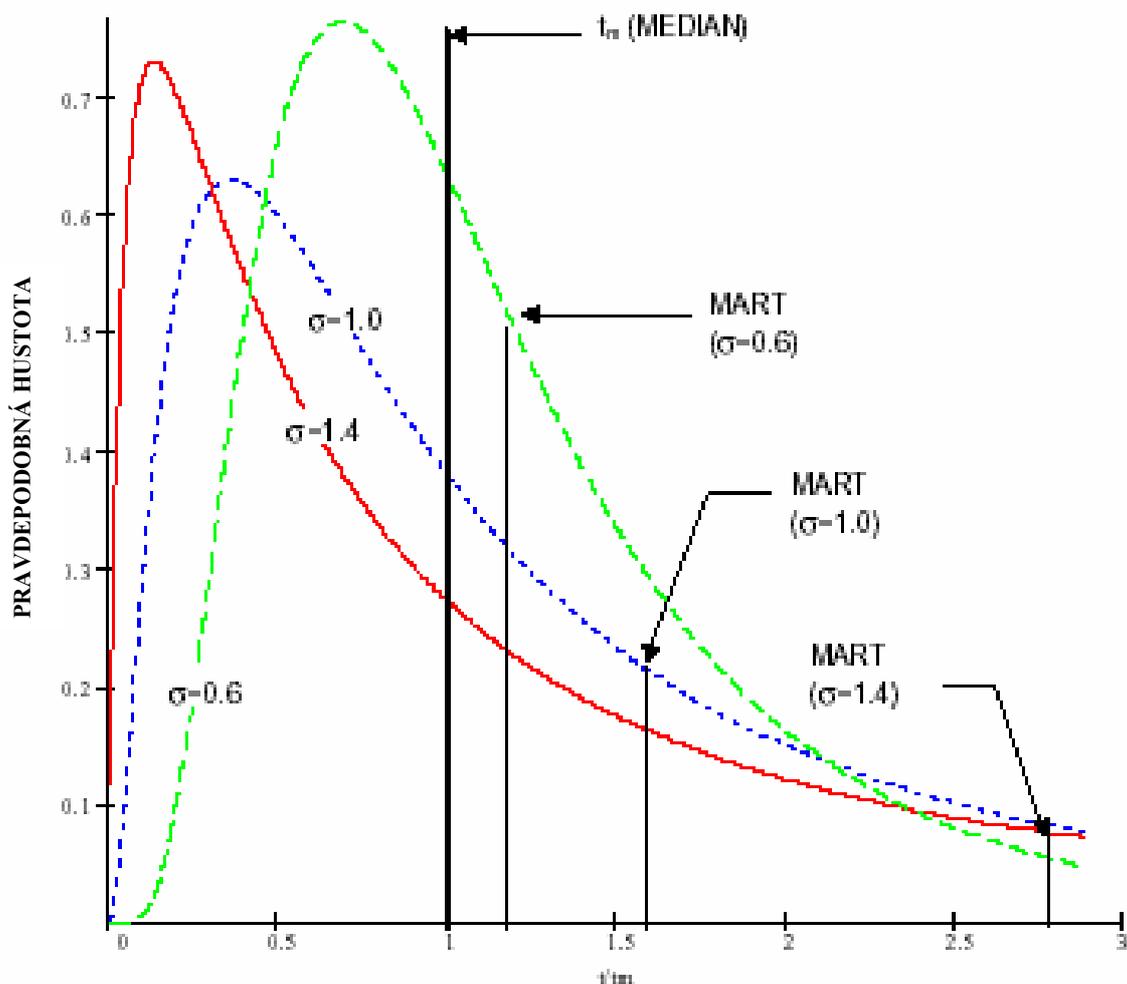
kde μ je parametrom rozsahu a σ vyjadruje tvar rozdelenia. Graf závislosti $f(t)$ je znázornený na obrázku B1.

whereas μ is a scale parameter and s indicates the shape of the distribution. The graph of $f(t)$ is shown in Figure B1.

A.1 Density function

A continuous and positive random variable T has a log-Normal distribution if its logarithm $\ln T$ is normally distributed with mean μ and standard deviation σ .

The density function $f(t)$ of the log -Normal distribution is given by



Obrázok B1: Graf hustoty funkcie $f(t)$ normálneho logaritmickeho rozdelenia

Jednou z charakteristík normálnej logaritmickej hustoty je, že sa na začiatku blíži k nule, vzrastá rýchlo na maximum a potom klesá relatívne rýchlym spôsobom. To jednou z hlavných príčin, prečo normálne logaritmicke rozdelenie je zvyčajne používané pre doby opráv.

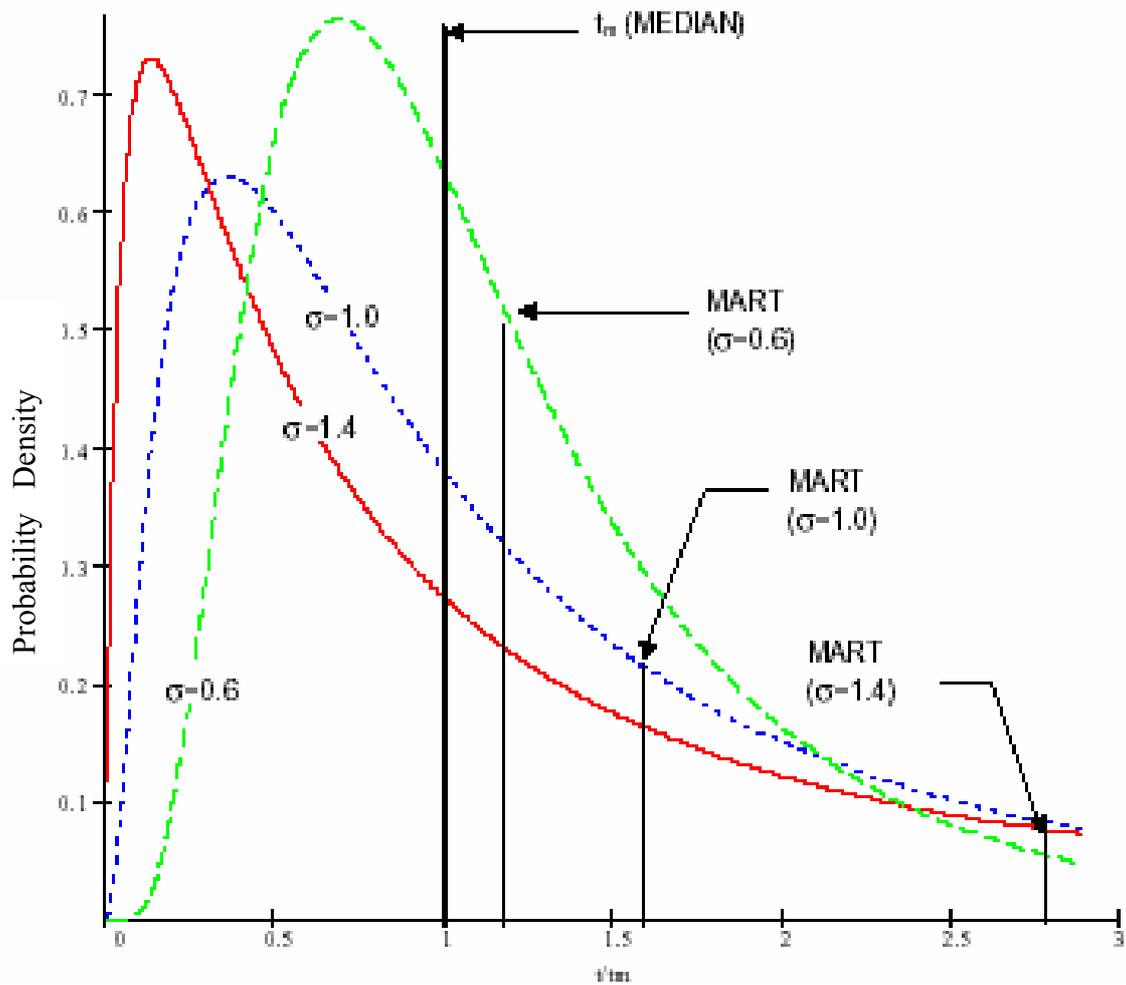


Figure B1: Graph of density function $f(t)$ of the log-normal distribution

One of the log-Normal density's properties is that it is nearly zero at the beginning, increases quickly up to the maximum and decreases then in a relatively quick manner. That is one of the major reasons why the log-Normal distribution is commonly used for repair times.

Stredný $E(T)$ a odchýlka $Var(T)$ log-normálne rozdelenej náhodnej premennej môžu byť vyhodnotené použitím rovníc:

$$(2) \quad E(T) = e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}}$$

$$(3) \quad Var(T) = [e^{\sigma^2} - 1]e^{2\mu + \sigma^2}$$

Keďže normálna logaritmickej hustota nie je symetrická, priemer a odchýlka sú menej vhodnými elementmi na popis vlastností tohto rozdelenia. Použitie mediánu t_m je oveľa primeranejšie a môže byť zistený“

$$(4) \quad t_m = e^{\mu}$$

A.2 Matematický vzťah medzi MART a MEDIÁNOM

Priemer časov opráv, ktorý vyplýva z normálneho logaritmickeho rozdelenia (pozri rovnicu (2)), je zvyčajne nazývaný stredný aktívny čas opravy (MART). S použitím výsledkov z (4) v:

$$(5) \quad MART = t_m \exp\left(\frac{\sigma^2}{2}\right)$$

Toto dovoľuje zmeniť, pre známe σ , požiadavky MART na tie pre medián a naopak.

Zo vzťahu vidieť, že môžu existovať väčšie rozdiely medzi MART a t_m za určitých okolností, napríklad, ak $\sigma = 1,4$ potom $MART = 2,66 t_m$ a môže byť zistené že 75% časov opravy je menej ako MART.

A.3 Stanovenie rozdelenia z požiadaviek

Normálne logaritmickej rozdelenie môže

Mean $E(T)$ and variance $Var(T)$ of a log-normally distributed random variable can be evaluated using the equations:

As the log-Normal density is not symmetrical mean and variance are less suitable elements to express the features of this distribution. The use of the median t_m is much more appropriate and it can be found that:

A.2 Mathematical relationship between MART and MEDIAN

The mean of repair times that follow a log-Normal distribution (see equation (2)) is usually called Mean Active Repair Time (MART). Using additionally (4) results in:

This allows to convert, for known σ , MART requirements to those for the median and vice versa.

It can be seen from this relationship that there can be large differences between MART and t_m under certain circumstances; for example, if $\sigma = 1.4$, then $MART = 2.66 t_m$ and it can be found that 75% of repair times are less than the MART.

A.3 Determination of the distribution from the requirements

The log-Normal distribution can be com-

byť úplne stanovené, ak sú známe dva parametre μ a σ . V súlade so (4) môže byť použitý medián t_m namiesto μ .

V porovnaní s ostatnými rozdeleniami pravdepodobností normálne logaritmické rozdelenie nie je v tabuľkách. Táto nevýhoda môže byť ľahko prekonaná rovnou

$$(6) \quad X = \frac{\ln T - \mu}{\sigma}$$

ktorá transformuje normálne logaritmické rozdelenie do štandardného normálneho rozdelenia.

Preto sa tento vzťah môže použiť pre príklady požiadaviek uvedených v paragrafe 3:

Príklad (A):

„... 50% aktívneho času opravy musí byť menej ako 'a' minút a Y% menej ako 'b' minút.“

Medián t_m je daný $a = t_m$.

Zo (6) môže byť odvodený nasledujúci vzťah:

$$(7) \quad b = t_m e^{\beta\sigma}$$

kde β je percentil štandardného normálneho rozdelenia pre pravdepodobnosť Y%, ktorá môže byť získaná z tabuľky. Niektoré typické hodnoty sú:

Y%	60	70	80	90	95	99	99,9
β	0,253	0,524	0,842	1,282	1,645	2,326	3,090

Preto druhý parameter σ môže byť stanovený z (7):

$$\sigma = \frac{1}{\beta} \ln \frac{b}{a}$$

pletely determined if the two parameters μ and σ are known. According to (4) the median t_m can also be used instead of μ .

Compared with other probability distributions the log-Normal distribution is not tabled. This disadvantage can easily be overcome by the substitution

which transforms the log-Normal distribution into the standard Normal distribution.

Therefore, this relationship can be used for the examples of requirements given in paragraph 3:

Example (A):

“...50% of active repair times shall be less than 'a' minutes and Y% less than 'b' minutes...”

The median t_m is given by $a = t_m$.

From (6) the following equation can be derived

where β is the percentile of the standard Normal distribution to probability Y% which can be obtained from Tables. Some typical values are:

Therefore, the second parameter s can be figured out from (7) to:

Numerický príklad: a = 45 minút,
b = 240 minút
Y = 90 %

Numerical example: a = 45 minutes,
b = 240 minutes
Y = 90%

Tieto hodnoty vedú k: $t_m = 45$ minút,
 $\mu = \ln 45 = 3,807$

These values lead to: $t_m = 45$ [min];
 $\mu = \ln 45 = 3.807$;

$$\sigma = \frac{1}{1,282} \ln \frac{240}{45} = 1,306$$

Príklad (B):

„...X percent aktívneho času opravy musí byť menej ako 'c' hodín a Z % menej ako 'd' hodín.“

V tomto príklade môže byť rovnica (7) použitá dvakrát, nahradením b a β znakom c a γ , a potom nahradením b a β znakom d a δ . Môžeme to získať cez 2 rovnice na stanovenie t_m a σ :

Example (B):

“ X% of active repair times shall be less than 'c' hours and Z% less than 'd' hours...”

In this case equation (7) can be applied twice, replacing b and β by c and γ respectively, and then replacing b and β by d and δ . One can obtain then two equations to determine t_m and σ :

$$(8) \quad \sigma = \frac{1}{\delta - \gamma} \ln \left(\frac{d}{c} \right)$$

$$(9) \quad t_m = c e^{-\gamma\sigma}$$

Numerický príklad: c = 2,5 hodín
X = 60 %
d = 18 hodín
Z = 99 %

Numerical example: c = 2.5 hours
X = 60%
d = 18 hours
Z = 99%

Výsledkom je:

This results in:

Výsledkom je: $\sigma = \frac{1}{2,326 - 0,253} \ln \frac{18}{2,5} = 0,952$

$$t_m = 2,5 \cdot e^{-0,253 \cdot 0,952} = 1,965$$

$$\text{a } \mu = \ln 1,965 = 0,675$$

Príklad(C):

„...MART musí byť 'm' hodín a U% všetkých opráv musí byť hotových do času 'f' ...“

Example (C):

“... MART shall be 'm' hours and U% of all repairs shall be completed by time 'f' ...”

Pre tento prípad môžu byť použité rovnice (5) a (7), (7) s primeraným označením 'f' a 'φ' namiesto b a β, ktoré vedú ku kvadratickej rovnici pre σ. V závislosti na rozlíšení môže taktiež získať dve hodnoty pre σ alebo eventuálne komplexné číslo. Komplexné číslo môže poukazovať na to, že požiadavky si vzájomne odporujú a z tohto dôvodu by mali byť prehodnotené. Ak sú výsledkom dve (reálne) hodnoty, jedna z nich by mala byť vyriešená výpočtom mediánu t_m, ktorý musí byť v stanovených reálnych hraniciach.

This case can be covered by using equations (5) and (7), (7) with appropriate denotations 'f' and 'φ' in lieu of b and β, which leads to a quadratic equation for σ. Depending on the discriminant one can obtain either two values for σ or possibly complex numbers. Complex numbers may indicate that the requirements are contradictory and should therefore be reviewed. If the result consists of two (real) values one of them can be solved by calculation of the median t_m which shall be within certain, realistic limits.

Riešenie kvadratickej rovnice:

The solution of the quadratic equation is:

$$(10) \quad \sigma_{1,2} = \varphi \pm \sqrt{\varphi^2 + 2 \cdot \ln\left(\frac{m}{f}\right)}$$

Nakoniec, medián t_m je daný vzťahom:

Finally the median t_m is given by:

$$(11) \quad t_m = f \cdot e^{-\varphi\sigma}$$

Numerický príklad: m = 75 minút
f = 240 minút
U = 95%

Numerical example: m = 75 minutes
f = 240 minutes
U = 95%

Pre φ = 1,645 rovnica (10) bude

As φ = 1.645 equation (10) becomes

$$\sigma_{1,2} = 1,645 \pm \sqrt{0,3797} = 1,645 \pm 0,616 = \begin{matrix} 2,261 \\ 1,029 \end{matrix}$$

Pri použití tohto výsledku a (11) je výsledok:

Using this result and (11) leads to:

$$t_{m1,2} = \begin{cases} 5,82 \\ 44,16 \end{cases}$$

Pretože medián je menší ako 6 minút, zdá sa byť nereálna a navyše, hodnota σ patria- ca k nej je mimo empiricky získaný rozsah (pozri Príloha B, paragraf 4) je použité druhé riešenie.

Teda

Because a median of less than 6 minutes seems not to be realistic and, additionally, the σ value belonging to it is outside the empirically observed range (see ANNEX B, para 4) the second solution is used.

Therefore,

$$\sigma = 1,029 \quad \text{a} \quad \mu = \ln 44,16 = 3,788$$