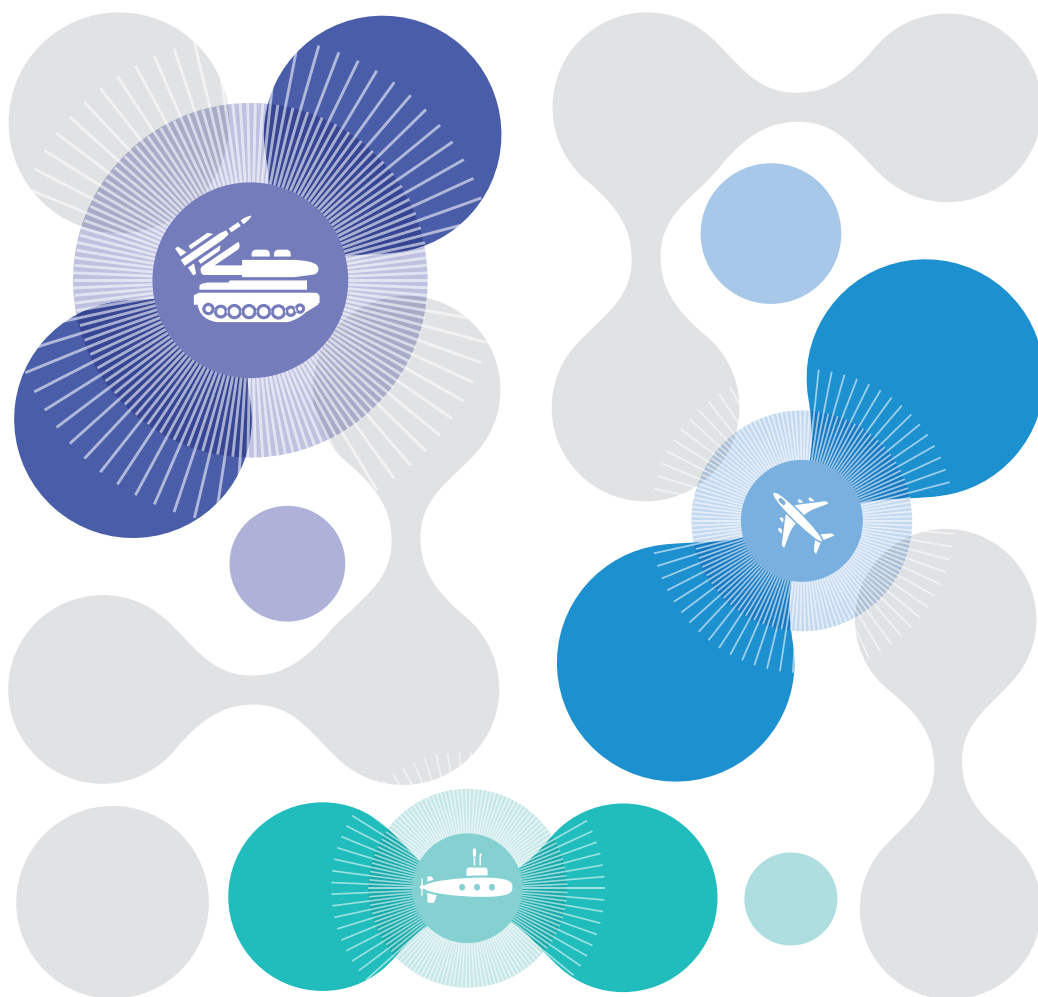


획득사업 RAM 업무 수행 매뉴얼

RAM Guidebook for Defense Acquisition



경 고 문

본 업무 매뉴얼은 국방신뢰성연구센터의
업무내용을 수록하고 있으므로 무단 복사
및 대외 반출을 금지하여 주시기 바랍니다.

서 문

현대 무기체계는 첨단화·고도화로 인한 장비의 복잡성 및 운용유지비가 증가하는 반면, 주요 성능 충족 및 전투준비태세 지속 보장이 요구되므로 개발 초기 단계부터 체계적인 RAM 업무수행의 중요성이 더욱 강조되고 있습니다. 이에 따라, 국방부와 방위사업청은 '14년부터「총수명주기관리업무훈령」과 「무기체계 RAM 업무지침」등 관련 규정에 RAM 업무를 제도적으로 지속 강화하고 있습니다.

국방기술품질원 국방신뢰성연구센터는 개발·양산·운영 및 폐기 등 전 단계에 걸친 수명관리 및 장비가동률 극대화를 위한 군수품 신뢰성 연구 임무를 수행하고 있으며, 특히 무기체계 획득사업 전 과정에서 RAM 목표값 설정, RAM값 검증, RAM 업무계획 검토, 핵심부품 구성품 선정 및 시험계획검토 등 업무를 수행 및 지원하고 있습니다.

본 센터는 방위사업청 IPT, 각 군, 개발업체 등 유관부서의 실무자가 일관적인 기준과 체계적인 절차로 업무를 수행할 수 있도록 '20년도에「획득사업 RAM 업무수행 매뉴얼」을 발간 및 배포했습니다. 그러나 배포 이후 관련 상위 규정의 개정, 연구개발단계 품질관리(품질통제점) 추진, 한국형 고장률 데이터베이스(KRDB) 배포, 한국형 RAM 스코어카드 활용 등 제도의 변화 및 인프라/기법이 고도화됨에 따라 해당 매뉴얼을 개정하게 되었습니다.

본 매뉴얼은 'RAM (잠정)목표값 설정', '개발 RAM값 검증', 'RAM 업무계획 검토', '신뢰성시험 대상품목 검토', '핵심부품·구성품 신뢰성시험계획 검토', '획득사업 RAM 업무계획 검토', '품질통제점(QCG) 점검' 등 크게 7개 파트로 구성되어 있습니다. 이번 개정은 실무 수행 경험을 바탕으로 업무수행 방법, 점검 체크리스트, 유사 사례 등을 최신화했으며, 특히 '신뢰성시험 대상품목 및 시험계획 검토' 전면 수정, '무기체계 연구개발단계 품질통제점(QCG) 점검' 등을 신규 추가했습니다.

국방신뢰성연구센터는 앞으로도 군수품 획득 전 과정에서 RAM 업무 수행과 도구·기법 고도화를 통해 국내 무기체계 품질향상 및 전주기 신뢰성 확보에 앞장서는 기관이 되도록 최선을 다하겠습니다.

2025년 12월

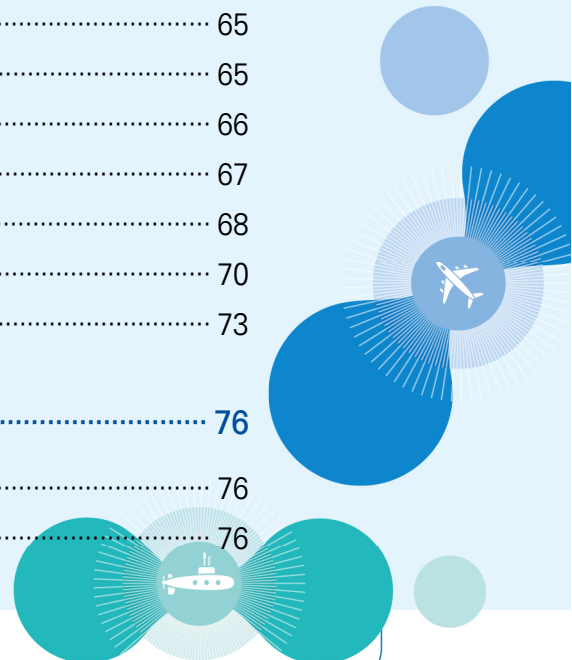
국방기술품질원 국방신뢰성연구센터



CONTENTS

I	획득사업 RAM 업무 수행 체계	2
1.	매뉴얼 작성 목적	2
2.	획득사업 RAM 업무 정의	2
3.	획득단계별 RAM 업무 관련 기품원 수행 업무	2
4.	획득단계별 RAM 업무 수행 방법	3
5.	획득단계별 RAM 업무 수행 체계도	3
6.	기본 규정	4
II	획득사업 RAM 업무수행 체계 관련 규정	6
III	RAM (잠정)목표값 검토	8
1.	관련규정	8
2.	검토시기	8
3.	RAM (잠정)목표값 설정 방법	8
4.	업무 체크리스트	9
4.1.	전투준비태세 유지 확률법 활용	9
4.2.	OMS/MP 활용	12
4.3.	유사장비 값 활용	30
IV	개발 RAM값 검증	40
1.	관련규정	40
2.	검토시기	40
3.	RAM값 검증 방법	40
4.	업무 체크리스트	41

4.1 RAM 분석 산출물 일치성 검토	41
4.2. RAM 분석값의 정확성 검토	42
4.3. RAM값 재산출 및 RAM 목표값 충족여부 검토	49
V 신뢰성시험 대상품목 검토	56
1. 관련규정	56
2. 검토시기	57
3. 신뢰성 시험 대상 선정	57
4. 업무 체크리스트	57
4.1 선정기준의 적절성	58
4.2 대상선정의 적절성	61
VI 핵심부품·구성품 신뢰성시험계획 검토	64
1. 관련규정	64
2. 검토시기	65
3. 핵심 검토사항	65
4. 업무 체크리스트	66
4.1 기본사항	67
4.2 신뢰성 시험의 검증력	68
4.3 신뢰성 시험의 요구사항	70
4.4 신뢰성 시험계획서의 작성	73
VII 획득사업 RAM 업무계획 검토	76
1. 관련규정	76
2. 검토시기	76





3. 검토범위	76
4. 업무 체크리스트	77
4.1 RAM 요구사항	77
4.2 RAM 업무 관리	78
4.3 RAM 업무 절차	81
4.4 산출물 관리	87

VIII 품질통제점(QCG) 점검 90

1. 관련규정	90
2. 점검시기	90
3. 검토범위	91
4. 업무 체크리스트	93
4.1 품질통제점 1	94
4.2 품질통제점 2	96
4.3 품질통제점 3	100
4.4 한국형 신뢰성 스코어카드(RAM Scorecard) 점검	106

IX 부 록 112

1. 유사장비 보정계수 산출 설문지 양식(사례, 일부)	112
2. 한국형 신뢰성 스코어카드 양식	117
3. 한국형 고장률 데이터북(KRDB)	123
4. 한국형 고장률 예측 소프트웨어(KRPS)	125
5. 용어의 정의	126
6. 참고 사항	129



획득사업 RAM 업무 수행 매뉴얼

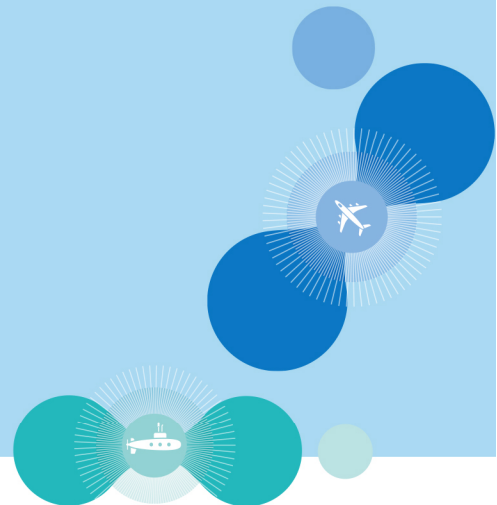
RAM Guidebook for Defense Acquisition

I

획득사업 RAM 업무 수행 체계

1. 매뉴얼 작성 목적
2. 획득사업 RAM 업무 정의
3. 획득단계별 RAM 업무 관련 기품원 수행 업무
4. 획득단계별 RAM 업무 수행 방법
5. 획득단계별 RAM 업무 수행 체계도
6. 기본 규정

Defense Agency for
Technology and Quality



I

획득사업 RAM 업무 수행 체계

1 매뉴얼 작성 목적

「획득사업 RAM 업무 수행 매뉴얼」은 “무기체계 RAM 업무지침”과 “무기체계 RAM 업무편람” 등에 따른 RAM 업무수행 절차에 관한 세부사항을 문서화하여 업무 처리의 효율화를 도모하기 위하여 작성

2 획득사업 RAM 업무 정의

획득(개발, 구매) 무기체계의 고장 최소화(신뢰성) 정비 용이성 확보(정비성), 장비 가동률 향상(가용성)과 관련된 RAM 특성을 확보하기 위한 획득단계별 주요 업무

3 획득단계별 RAM 업무 관련 기품원 수행 업무

RAM (잠정)목표값 검토

- 선행연구 결과의 RAM 목표값(안) 검토 지원
- 체계개발 초기 RAM 목표값(안) 타당성 검토
- RAM 목표값 설정을 위한 RAM검토위원회 참석

개발 RAM값 검증

- 개발 RAM값의 일관성 확인
- 분석기준, 방법, 근거의 정확성 확인
- 개발 목표값 만족여부 확인

핵심부품·구성품 신뢰성 시험 지원

- 신뢰성 시험 대상 품목 선정 검토
- 신뢰성 시험 계획서 및 절차서 검토

총수명주기 RAM 산출물 데이터베이스(DB)화 지원

- 연구개발 종료 산출물의 확보 및 DB화
- 야전운용제원 분석 수행 및 DB화

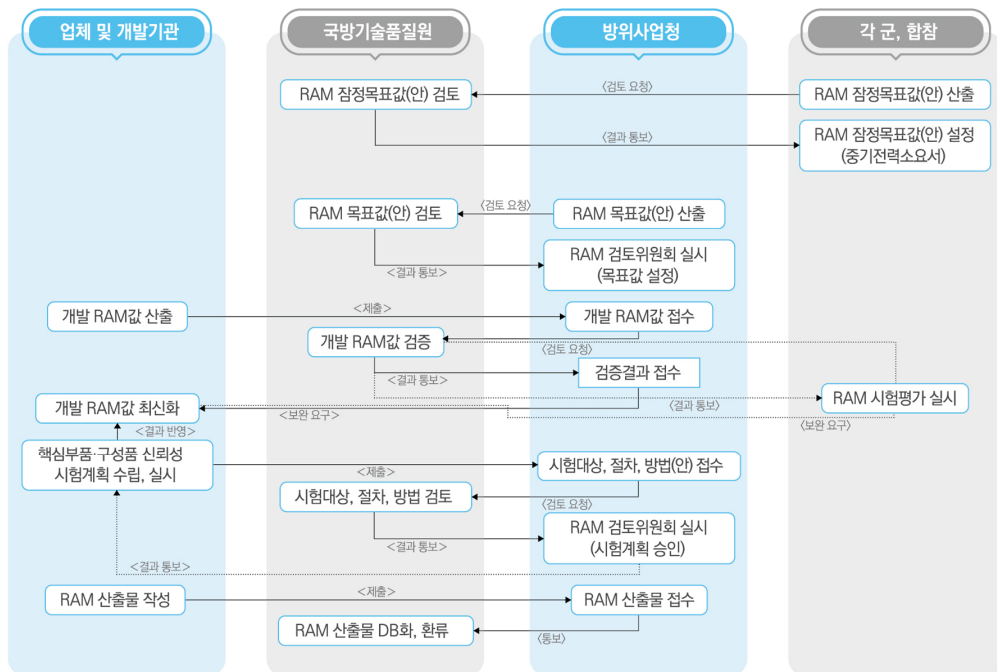
연구개발 간 산출되는 SE 산출물 검토

- 체계개발실행계획서 (RAM 업무 계획 포함 여부)
 - PDR, CDR 산출물 (단계별 RAM 업무 수행 여부)
 - RAM 분석계획서 및 결과보고서
 - 품질통제점(QCG) 점검 (각 단계별 RAM 업무 수행 여부 및 위험도 식별) 등
- * ‘한국형 신뢰성 스코어카드(RAM Scorecard)’ 활용

4 획득단계별 RAM 업무 수행 방법

방사청 “무기체계 RAM 업무편람”, “무기체계 연구개발단계 품질관리 기술지원 가이드북” 등 업무 매뉴얼과 획득단계별 RAM 업무 수행을 지원하기 위한 분석도구인 “RAM 목표값 검증/평가체계(이하 RAMVV)” 등을 활용함

5 획득단계별 RAM 업무 수행 체계도



- RAM 잠정목표값은 소요요청기관(각 군) 또는 소요결정기관(합참)에서, RAM 목표값은 획득 초기(개발 : PDR 이전, 구매 : RFP 작성 전) 방사청에서 작성함
- 기품원은 RAM (잠정)목표값(안) 검토를 의뢰받으면 검토를 수행하고 RAM 검토위원회 등 관련 회의에 참석하여 의결에 협조함
- 개발업체가 분석한 RAM값은 CDR 시점에 방사청으로 제출된 후 지속적으로 최신화하며, CDR ~ DT시점 제출시 RAMVV를 활용한 자체검증 결과를 포함하여 결과의 타당성을 입증해야 함. 이때 기술지원이 필요한 경우 기품원에 기술지원을 요구함

- (필요시) 각 군, 합참도 DT/OT간에 RAM값의 검증을 기품원에 요구할 수 있음
- 기품원은 RAMVV의 RAM값 검증 기능을 활용하여 개발업체가 제시한 RAM값의 일관성과 정확성을 검증하고 개발 목표값 만족여부를 판단하여 요청기관에 제공함
- 기품원은 핵심부품 · 구성품 신뢰성 시험대상, 방법, 절차를 검토하여야 함
- 기품원은 연구개발 중 단계별 산출물 검토를 수행하고 개발 종료시 통보된 산출물, 운용제원 분석결과를 DB화, 관련기관 요청시 RAM 업무 수행을 위한 근거자료로 제공함(연구개발산출물 제공은 자료보유기관(방사청)의 승인 필요)
- 획득단계 업무수행을 위한 검토자료는 지원요청부서(방사청 IPT, 기품원 QMST)로 부터 획득하며, 검토 결과는 지원 요청부서에 공문으로 제출

6 기본규정

- 방사청 무기체계 RAM 업무지침('21.7.23. 개정)

구 분	내 용
RAM 잠정목표값	• OMS/MP, 유사장비 야전운용제원 자료를 활용하여 제시 • 자료가 미비할 경우 목표운용가용도만 제시 가능 • RAMVV의 목표값 설정 모듈 사용 가능
RAM 목표값	• 기술발전추세, 선행연구결과, 운용제원 분석결과 등을 고려하여 제시 • 연구개발은 PDR 이전, 구매사업은 RFP 확정 전까지 결정 (함정사업은 SRR 이전까지 설정 필요) • 관련 자료 및 목표값 검토 시 전문기관 지원 가능 • 목표값은 RAM 검토위원회를 통해 확정
개발RAM값 검증	• RAM 분석범위는 PDR 시점까지 결정 • 분석결과는 RAMVV를 활용하여 업체 자체검증 수행 • 업체 자체검증 결과에 대한 검토 및 기술지원 또는 검증업무를 기품원이 수행
핵심부품 · 구성품 신뢰성 시험 지원	• FMECA 등을 통한 신뢰성 시험 대상품목의 선정 • 시험대상 품목, 시험방법 및 절차는 기품원이 검토 수행 • 시험결과는 RAM 분석결과에 포함하여 신뢰성(RAM) 평가 시 목표값 충족여부 확인에 사용 필요
산출물 검토 및 관리	• 연구개발 사업의 개발단계별 RAM 산출물 기품원 검토 • 연구개발 종료단계 산출물은 기품원에 통보 • 상기 자료는 야전운용제원 분석결과와 함께 DB화

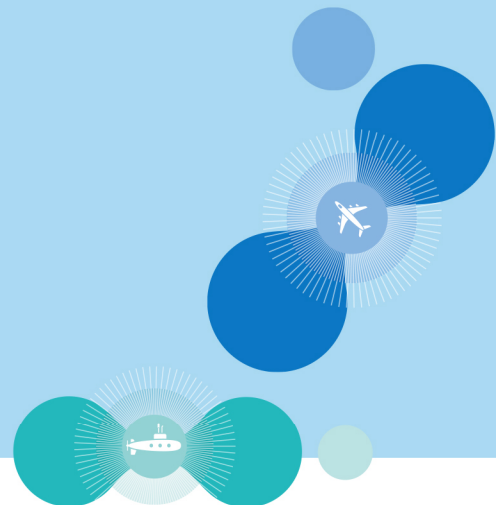
획득사업
RAM 업무 수행 매뉴얼

RAM Guidebook for Defense Acquisition

II

획득사업 RAM 업무수행 체계 관련 규정

Defense Agency for
Technology and Quality



II

획득사업 RAM 업무수행 체계 관련 규정


법 른

방위사업법 32조(국방기술품질원의 설립)


시행령
시행규칙

동법 시행령
동법 시행규칙


훈 령

총수명주기관리업무훈령 제6장(국방 RAM 업무)
방위사업관리규정 제56조(무기체계 연구개발 기본절차)
방위사업품질관리규정 제8조(품질연구 및 품질정보 활용) 및
제13조(체계개발 단계 품질관리)
획득단계 수명주기관리규정 제40조 (RAM 분석 및 체계지원분석)


예규,
세부지침

무기체계 RAM 업무지침


기품원 내규

무기체계 연구개발단계 품질관리 업무지침
(품질통제점(QCG) 점검 등)

획득사업
RAM 업무 수행 매뉴얼

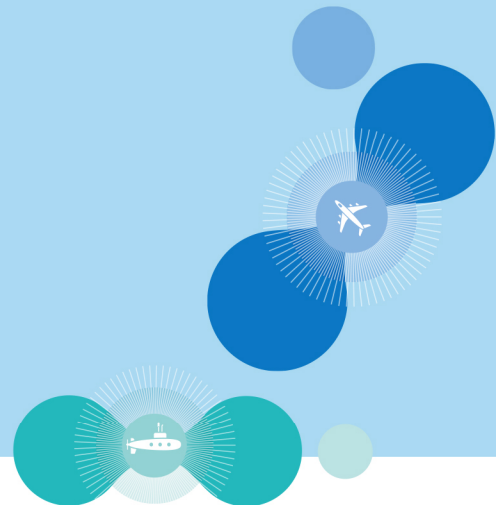
RAM Guidebook for Defense Acquisition

Ⅲ

RAM (잠정)목표값 검토

1. 관련규정
2. 검토시기
3. RAM (잠정)목표값 설정 방법
4. 업무 체크리스트
 - 4.1. 전투준비태세 유지 확률법 활용
 - 4.2. OMS/MP 활용
 - 4.3. 유사장비 값 활용

Defense Agency for
Technology and Quality



III

RAM (잠정)목표값 검토

1 관련규정

무기체계 RAM 업무지침

제10조(RAM 잠정목표값 검토) ① 방위사업정책국장은 합참으로부터 검토 의뢰받은 중기전력소요서(안)의 신뢰성 확보방안 항목에 RAM잠정목표값이 반영되었는지 검토하여야 한다.

제12조(설정시점) 무기체계 연구개발의 경우 소요단계 제시된 RAM 잠정목표값을 기본설계검토회의 시점까지 RAM 목표값으로 설정하여야 한다. 구매사업의 경우 RAM 목표값을 제안요청서 확정 전까지 설정하여야 한다. 다만, 함정 무기체계는 사업의 특성을 고려 체계요구조건검토회의까지 RAM 목표값을 설정하여야 한다.

2 검토시기

- 소요제기 : 전력소요서 확정 전
- 개발사업 : PDR 이전 (함정 : SRR 이전)
- 구매사업 : RFP 확정 전

3 RAM (잠정)목표값 설정 방법

- RAM (잠정)목표값은 아래 세 가지 방법 중 하나를 택하여 활용

구분	전투준비태세 유지 확률법	OMS/MP 활용법	유사장비/실적 활용기법
시기 /대상	소요제기 단계/체계	선행연구 단계/체계 (소요제기 단계)	소요제기단계 / 체계 및 구성품
장점	- 간단하게 산출 - 전투준비태세 등 고려	- 보편적 방법 - 임무시나리오 활용	- 합리적인 방법 - 단, 유사장비 실적 존재 시 활용 가능
단점	- 운용가용도만 제시 - 객관성 /신뢰성 제한	- OMS/MP 작성 어려움 - 대상체계 실제자료 확보 곤란	- 유사자료 확보 필요 - 보정계수의 객관성 확보 어려움

4 업무 체크리스트

순	구 분	내 용
①	전투준비태세 유지 확률법 활용	입력값(전투준비태세 유지확률, 편제장비수량, 최소운용 체계수) 근거는 타당한가?
②		사용된 산식은 정확한가?
③	OMS/MP 활용	시간 요소의 근거는 타당한가?
④		시간 요소와 지표 간 관계식은 정확한가?
⑤		제시된 지표는 체계 특성에 부합하는가?
⑥		제시된 지표는 전시(임무기준), 평시(군수지원 기준) 구분이 되어있는가?
⑦	유사장비 값 활용	사용된 자료는 근거가 타당한가?
⑧		(보정이 있는 경우) 보정계수는 객관적인가?

4.1 전투준비태세 유지 확률법 활용

- 기본개념 : 아래 이항분포 식을 활용하여 개략적인 목표운용가용도만 산출

$$P = \sum_{x=s}^N \binom{N}{x} A_0^x (1-A_0)^{N-x} \quad s.t. \quad \begin{array}{ll} P: & \text{전투준비태세 유지 확률} \\ N: & \text{편제장비 수량} \\ s: & \text{최소운용 체계 수} \end{array}$$

- 산식의 의미 : A_0 의 운용가용도를 가지는 장비를 N 대 운용할 때 s 대 이상 작동상태 확률이 P 이상인 경우를 의미

※ 만약 편제장비 수량이 30대(N)이고, 가동률 목표가 90%라면, 최소 27대(s) 이상이 작동상태에 있어야 하고, 유사장비의 전투준비태세 평가결과 평균 95%(P)가 만족되었다면, 이때의 운용가용도 수준을 구하는 문제임

이항분포

- * 동전 던지기 같은 성공, 실패만 존재하는 시행을 여러 차례 실시할 때, 성공 또는 실패가 나오는 횟수의 분포함수
 - 전투준비태세 유지확률법에서는 시행이 특정시점에서의 장비가동상태(가동, 불가동)이며, 가동상태에 있을 확률이 운용가용도임.

● 체크리스트의 내용 확인 방법

① 입력값(전투준비태세 유지확률, 편제장비 수량, 최소운용 체계 수) 근거는 타당한가?

☞ 근거자료는 통상 아래 기준에 부합할 때 적절한 것으로 판단함

- * P : 유사장비 전투준비태세 “장비” 분야 평가결과 활용
- * N : 전력소요서의 편제장비 수량 적용
- * S : 전투준비태세업무훈령의 장비별 기준값 활용

② 사용된 산식은 정확한가?

☞ 기본개념에서 제시된 산식과 사용된 산식의 일치 여부를 확인

● 주요 적용사업 : 주로 헬기 체계개발 및 무인기 사업 등에 적용됨

● 검토사례 #1 : A 헬기 2차 사업

* 문제점 : 목표값 미정으로 목표값(안) 제시 필요

☞ 관련 자료가 확보되지 않아 전투준비태세 유지확률법 사용을 제안하고, 해규 제2194호 ('16.8.1.)의 장비가동률 기준 및 소요서의 장비수량 활용

※ 기존 '가' 헬기의 전투준비태세 평가결과(P)를 확인할 수 없어, 목표 수준에 따른 산출결과를 제공 하였고, 이 중 획득대상 중 하나인 '나' 헬기의 개발 예측값과 유사한 수준을 목표값(안)으로 제시

편제 장비수	장비 가동률 기준(%)	최소운용 체계수	전투준비태세유지확률 목표(%)			
			90	80	75	60
12	75%	9	84.6	80.2	78.4	73.4

* 체크리스트의 내용 중 ①, ②번 사항은 해당 없음

● 검토사례 #2 : B 드론건 사업

* 문제점 : 목표값 미정으로 목표값(안) 제시 필요

☞ 관련 자료가 확보되지 않아 전투준비태세 유지확률법 사용을 제안하고, 소요군 무기체계 운용 및 작전 수행방안 등을 고려하여 편제장비 및 최소운용 체계 수 적용

※ 적 무인기 대응을 위해 긴급소요로 편성된 사업으로 중기전력소요서, 선행연구(OMS/MP 등) 수행결과가 없어 RAM 목표값 설정 제한

※ 해당 사업 관련 유사 무기체계를 생산하는 업체 대상 RFI(Request For Information)를 일부 획득하였으나, 업체 간 RAM값 차이가 크고 일부 기준이 상이하여 관련근거 활용 제한

편제 장비 수	전투준비 태세유지확률	최소운용 체계 수		
		18대	19대	20대
20대	90%	94.36% 이상	97.31% 이상	99.48% 이상
	95%	95.78% 이상	98.19% 이상	99.74% 이상
	100%	99.80% 이상	99.95% 이상	99.99% 이상

* 체크리스트의 내용 중 ①, ②번 사항은 해당 없음

● 검토사례 #3 : C 드론 통합체계 사업

* 문제점 : 목표값 미정으로 목표값(안) 제시 필요

☞ 해당 사업은 체계 수준 목표값 설정이 제한되나, 부체계의 기능과 재원이 비슷한 유사장비 신뢰도 및 정비도 자료 확보가 가능하여, (1)전투준비태세 유지확률법과 (2)유사장비/실적활용 기법 기반 '하이브리드' 방법 적용 제안

※ 운용가용도의 경우 (1)전투준비태세 유지확률법, 신뢰도 및 정비도의 경우 (2)유사장비/실적활용 기법을 적용했으며, 본 절에서는 운용가용도 산출 사례만 제시하고, 신뢰도 및 정비도는 뒷 장에 별도 표기

※ 소요군 무기체계 운용 및 작전 수행 방안 등을 고려하여 편제장비 및 최소운용 체계 수 적용

편제 장비수	장비 가동률 기준(%)	최소운용 체계수	전투준비태세유지확률 목표(%)			
			90	80	75	60
1	90%	1	90	80	75	60

* 체크리스트의 내용 중 ①, ②번 사항은 해당 없음

4.2 OMS/MP 활용

● 기본개념 : 임무기간 중 각종 시간요소(운용시간, 정비시간, 군수지연시간 등)의 크기를 식별하고, 시간요소 간 연관성을 통해 RAM 목표값을 설정하는 방법

* 신뢰도, 정비도, 가용도 세가지 지표 모두를 목표값으로 제시할 수 있음

* 통상 아래 표의 시간요소를 작전시나리오와 유사장비 경험값을 토대로 작성함

※ TUT 부분 : 작전계획에 따른 전시운용 소요 및 전시 훈련소요 고려

TDT 부분 : 획득대상 체계의 정비정책과 유사장비 경험값을 반영함

TT ¹⁾					
TUT ²⁾			TDT ³⁾		
OT ⁴⁾ (운용시간)	AT ⁵⁾ (경계시간)	ST ⁶⁾ (대기시간)	TCM ⁷⁾ (고장정비시간)	TPM ⁸⁾ (예방정비시간)	TALDT ⁹⁾ (행정및군수지연시간)

* 목표값 산출 방법 : ①~⑥의 절차에 따라, 전시는 전시 시나리오와 임무필수품목을 (MTBCF, MTTCR), 평시는 평시 시나리오와 모든 품목(MTBF, MTTR)을 사용함

※ 방법은 동일하며, 설명은 평시 기준으로 기술함

① 체계 신뢰도(MTBF)와 정비도(MTTR)는 하위구성품을 고려하는 경우와 하위구성품을 고려하지 않는 경우의 두 가지 경우로 구분하여 택일함

* 하위구성품 고려시 : 유사품목 신뢰도($MTBF_i$)와 정비도($MTTR_i$)를 아래 산식에 따라 체계 신뢰도와 정비도로 변환하여 사용

$$MTBF = \frac{1}{\sum \lambda_i}, \quad MTTR = \frac{\sum \lambda_i \times MTTR_i}{\sum \lambda_i}$$

$$s.t. \quad \lambda_i = \frac{1}{MTBF_i}$$

* 하위구성품 미 고려시 : 유사장비의 신뢰도와 정비도 사용

※ 두 경우 모두, 필요시 신뢰도 정비도는 보정하여 사용 가능함

- 1) Total Time : 총 시나리오 시간
- 2) Total Up Time : 시나리오 기간 중 장비가 작동하거나 할 수 있는 시간
- 3) Total Down Time : 시나리오 기간 중 장비가 작동하지 못한 시간
- 4) Operation Time : 실제 장비가 가동상태에 있는 시간
- 5) Alert Time : 장비가 Power-on 상태로 즉시 가동 가능한 시간
- 6) Standby Time : 장비 비가동 상태이나, 가동은 가능한 시간
- 7) Total Corrective Maintenance time : 시나리오 기간 중 고장정비가 수행된 총 시간
- 8) Total Preventive Maintenance time : 시나리오 기간 중 예방정비가 수행된 총 시간
- 9) Total Administrative and Logistic Delay Time : 시나리오 기간 중 행정 및 군수지연이 발생한 총 시간

② 신뢰도(MTBF), 정비도(MTTR)를 기준으로, 시나리오 기간 중 TCM을 산출함

$$\begin{aligned} * \text{시나리오 기간 중 발생 예상되는 고장수}(f) : f &= \frac{OT}{MTBF} \\ * \text{시나리오 기간 중 TCM} : TCM &= f \times MTTR \end{aligned}$$

③ TPM은 정비정책 또는 정책과 경험값으로 산정함

TPM을 정비정책과 경험값으로 산출시

$$\begin{aligned} * \text{예방정비별 횟수}(k_i) \text{와 유사장비 예방정비별 평균시간}(P_i) \text{로 산정} \\ TPM = \sum k_i \times P_i \end{aligned}$$

④ TALDT는 경험값 또는 정책적으로 결정함

⑤ OT, AT, TCM, TPM, TALDT를 제외한 시나리오의 나머지 시간은 ST로 간주함

⑥ 결정된 최종 시간요소로 가용도(고유, 운용가용도)를 산출함

$$\begin{aligned} * \text{고유가용도}(A_i) : A_i &= \frac{OT}{OT + TCM} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \\ * \text{운용가용도}(A_o) : A_o &= \frac{OT + AT + ST}{OT + AT + ST + TCM + TPM + TALDT} \end{aligned}$$

※ 상기 절차는 기본적인 OMS/MP 활용법이며, 체계 특성에 따라 TPM, TALDT 산출 방법은 상이할 수 있음

● 체크리스트의 내용 확인 방법

① 시간요소의 근거는 타당한가?

☞ 요소별 아래 사항을 확인

* OT, AT : 합참 등 작전전문가(작전계획, 훈련소요 등)의 견해가 반영되었는지 여부와 유사장비 운용실적대비 과도한 차이가 없는지 여부

* TCM, TALDT : 유사장비(or 품목) 운용실적과 과도한 차이가 없는지 여부

※ MTBF, MTTR도 같이 확인 필요

* TPM : 정비정책에 부합하고, 유사장비 운용실적과 큰 차이가 없는지 여부

* 상기 요소가 군이 제공한 실적자료인 경우 신뢰성이 있는 것으로 간주함

※ 유사장비 운용실적(MTBF, MTTR 포함) 확인 방법

야전운용제원 RAM 분석보고서 활용

- 운용시간 : 보고서의 운용현황 중 평균 운용시간 분야 참조

□ 평균 운용시간

○ 장비 종합

- 연평균 운용시간은 172.9(시간/년)으로 개발예측값인 841.0시간 대비 20.6%에 불과함

- 체계 MTBF, MTTR : 보고서의 주장비 RAM분석 분야 참조

○ 신뢰도 산출결과

- 지수분포 가정하의 신뢰도는 연평균 고장수를 연평균 운용량으로 나누어 산출하며, 결과는 아래 표와 같음
- 주장비는 MTBF기준 25.8시간으로 1차 후속군수 결과인 14.7시간과 비교하여 높은 수준이고, MKBF의 경우 개발 예측값의 56%수준에 불과함.

- 품목 MTBF, MTTR : 부록의 장치 및 품목별 분석값 참조

LCN	M	품명	NIN	품번	구성수 (개)	고장 및 정비현황			신뢰도					정비도
						총고장 (건)	자체고장 (건)	MTBF (지수, H)	MTBF (PLP, 등)	MKBF (km)	MTBR (H)	MTBM (H)	MTTR (H)	
FHBA000	S	전, 장역서	3A075497	DIN148 16X26	2	2	2	11,984.9	-	-	0	-	-	1.0
FHBA000B	S	마개, 도포용 연자 및 소거 방지용	123456789	60735177	1	2	2	11,984.9	-	-	0	-	-	1.0

- TPM, TALDT : 보고서의 주장비 RAM분석 분야, 교범, 규정 등 참조

총수명주기 RAM 표준자료체계(RAMDB) 활용

- 체계 MTBF, MTTR : 자료검색→수명주기단계별 자료→체계RAM정보

신뢰도 정보			
수량		운용비율	1
MKBF		MTBF	11
MRBF			
정비도 정보			
MTTR	4.09	MR	3.67

- 품목 MTBF, MTTR : 자료검색→수명주기단계별 자료→품목RAM정보

체계RAM정보		품목RAM정보	정성적자료
검색		조회 구분 : ☐ 트리형식 ☒ 목록형식	
LCN	품명	MTBF	MTTR
▶ KPHKR	조종수 해지	143.70	2.78
▶ KPHKS	조종수 관측경	229.20	2.60
▶ KPHKT	조종수 의자	200.90	1.58
▶ KPHKU	주차제동별브	435.30	1.83
▶ KPHKV	제동 조종장치	195.70	2.70
▶ KPHPA	상판	197.40	1.88

② 시간요소와 지표간 관계식은 정확한가?

아래 주요 지표간 관계식에 부합토록 시간요소와 지표는 구성되어야 함

주요 지표간 관계식

- 고장수(f) = $OT / MTBF = TCM / MTTR$
- $MDT = (TCM+TPM+TALDT) / (f+p)$ s.t. p : 예방정비횟수 ($p = \sum k_i$)
- $TALDT = MALDT \times f$
- $Ai = OT / (OT+TCM) = MTBF / (MTBF+MTTR)$
- $Ao = (OT+ST+AT) / TT = MTBM / (MTBM+MDT)$

③ 제시된 지표는 체계특성에 부합하는가?

* 사업 특성에 맞는 지표를 사용해야 함

주요 신뢰도 지표

- 기동, 항공장비 : 주행거리(MKBF), 운용(비행)시간 기준(MTBF)
- 총포류 : 사격발수 기준(MRBF, MRBS 등)
- 그 외 : 운용시간 기준(MTBF, Bx Life 등)

주요 정비도 지표

- MTTR을 사용하고 MaxTTR¹⁰⁾, MR¹¹⁾ 등을 필요시 보조지표로 사용함

주요 가용도 지표

- 고유가용도, 성취가용도, 운용가용도를 선택적으로 사용
- 주로 운용가용도를 가용도 지표로 사용함

* RAM 목표값 기준으로, 사격발수, 거리 기준 등이 사용되어야 할 경우, 단위시간당 사격발수 또는 주행거리를 활용하여 환산하며, 지표만 Bx Life 등을 사용하는 경우 지표 간 연관성을 고려하여 아래와 같이 변환함

신뢰도 지표 변환

- $MKBF = MTBF \times (\text{단위시간 당 주행거리})$
- $MRBF = MTBF \times (\text{단위시간 당 사격발수})$
- $Bx Life = - MTBF \times \ln(1-0.01x)$

정비도 지표 변환

- $MaxTTR = - MTTR \times \ln(1-a)$
- ※ a : MaxTTR의 기준값(95%일 경우, a=0.95를 적용)

10) 최대수리시간

11) 정비율

④ 제시된 지표는 전시(임무기준), 평시(군수지원 기준) 구분이 되어있는가?

☞ OMS/MP가 전·평시 모두 제시되어 있을 경우, RAM 목표값은 임무와 군수지원 기준 모두 제시하여야 함

* 임무 기준 목표값은 전시 시나리오에 따른 임무수행이 문제가 없기 위한 목표이며, 군수지원 기준 목표값은 평시 군수지원과 운영유지에 문제가 없기 위한 목표임

* 일반적으로 평시 시나리오는 1년(8,760시간)기준으로 작성되며, 전시 시나리오는 임무 및 장비 특성에 따라 전투주기를 달리하여 작성됨.

예시) 기동화력장비 : 3일 전투, 함정 : 90일 전투 등

* 전시 시나리오의 경우 단일 시나리오를 몇 차례 반복 수행하여 1년(8760시간) 기준으로 환산 후 지표를 산정하며, 이때, 시나리오 내에 시나리오와 시나리오 사이에 “전투력복원” 기간을 추가하여 임무 수행 중 필요한 정비, 보급 행위를 수행토록 하거나(CASE 1), 시나리오 내에 전투력복원과 관련된 업무가 있을 경우 시나리오만을 반복하여 수정된 시나리오를 사용(CASE 2)함

CASE 1

전시 시나리오	전투력 복원	전시 시나리오	전투력 복원	...
임무수행	정비, 보급	임무수행	정비, 보급	...

CASE 2

전시 시나리오	전시 시나리오	전시 시나리오	전시 시나리오	...
임무수행 (정비, 보급 포함)	임무수행 (정비, 보급 포함)	임무수행 (정비, 보급 포함)	임무수행 (정비, 보급 포함)	...

🔵 주요 적용사업 : 지휘소차량, 기관단총, 함정, 레이저무기 등 OMS/MP를 작성한 대부분의 사업

● 검토사례 #1. D 기관단총(연구개발, 하위구성품 미고려)

수정 전

[OMS/MP]

〈평시〉

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
8,760					
8,498			262		
900	1,020	6,578	260	1	1

* OT, AT : 000의 의견을 받아 작성

* TCM : 00여단 1년간 정비실적 활용

* TPM, TALDT : 각 1시간으로 가정

* MTBF, MTTR 지표 사용

〈전시〉

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
336시간 (14일)					
321			15		
160	88	73	2	11	2

* OT, AT : 000의 의견을 받아 작성

* TCM, TPM, TALDT : OMS/MP의 세부 과업별 전문가 의견 반영

* MTBCF, MTTCR 지표 사용

[RAM 목표값]

구분	신뢰도		정비도(MTTR)	가용도(%)		
	MTBF (MTBCF)	MRBF (MRBCF)		A_i	A_a	A_o
평시	900시간	500발	2시간 이하	99.89	97.02	97.01
전시	600시간	420발	1시간 이하	98.77	96.10	95.54
종합	-	0000발	2시간 이하	98.00	96.00	95.00

* 신뢰도(MRBF) 목표값 설정시 OMS/MP 외 국내/외 유사장비(A 업체-0000발, B 국가 해병대 차기 돌격소총-0,000발) 목표값 참고

① 시간요소의 근거는 타당한가?

* OT, AT : 작전전문가의 의견이 반영된 결과로 적절함

* TCM : 산정근거인 MRBF의 신뢰성 부족

※ 사유 : 평소 연간 교탄량을 MRBF로 설정하여 비현실적(과소)

☞ 유사장비인 '다' 기관총의 야전운용제원 분석결과(MTB(C)F, MTTR) 활용 필요
(기술수준과 복잡도 증가를 고려하여 0% 상향적용 제안)

구분		분석결과	적용값(0% 상향)
신뢰도	MTBF	0,000 시간	1,873 시간
	MRBF	0,000 발	1,112 발
	MTBCF	0,000 시간	5,205 시간
	MRBCF	0,000 발	3,090 발
정비도	MTTR	0,00 시간	3.57시간

* TPM : 근거 없는 값(1시간) 사용

☞ '다' 기관총의 기술교범에 제시된 연간 예방정비시간 사용

구분	주간		월간		분기		TPM
	시간	횟수	시간	횟수	시간	횟수	
군수지원 기준	1.7	52	1	12	0.35	4	101.8
임무 기준	1.7	26	1	0.5	0.35	0.2	160.0

* TALDT : 근거 없는 값(1시간) 사용

☞ 육규 423에 따라 고장 1건당 **6.5일(MALDT) 적용**, 연간고장수를 적용
(군지사 ↔ 편성부대(3일), 군수사 ↔ 편성부대(10일)의 평균)

② 시간요소와 지표간 관계식은 정확한가?

☞ TCM, TPM, TALDT 산정근거 변경에 따른 시간요소 재산출 필요

수정 후

〈평시〉

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
8,760					
8,581.5			178.5		
900.0	1,020.0	6,661.5	1.7	101.8	75.0

$$* \text{연평균 고장수}(f) : 0.48 = \frac{900}{1,873} = \frac{OT}{MTBF}$$

$$* \text{TCM} : 1.7 = MTTR \times f = 3.57 \times 0.48$$

$$* \text{TPM} : 101.8 \text{ ('라' 기관총 평시 예방정비시간)}$$

$$* \text{TALDT} : 75.0 = MALDT \times f = 156 \times 0.48$$

〈전시〉

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
8,760					
8,595.5			204.5		
4,171.4	2,294.3	2,129.8	2.9	160	41.7

* 전투력 복원시간 미반영(CASE 2)

* 전시 1주기 시나리오에 변환 Factor를 곱하여 1년으로 환산

$$※ \text{변환 Factor} : 00 = \frac{8,760}{000} = \frac{365 \text{일} \times 24 \text{시간}}{\text{전시 1주기 시나리오 TT}}$$

$$* \text{연평균 고장수}(f) : 0.80 = \frac{4,171}{5,205} = \frac{OT}{MTBCF}$$

$$* \text{TCM} : 2.9 = MTTR \times f = 3.57 \times 0.80$$

$$* \text{TPM} : 160.0 \text{ ('라' 기관총 전시 예방정비시간)}$$

$$* \text{TALDT} : 41.7 = MALDT \times f = \left(\frac{156}{3}\right) \times 0.8$$

※ 전시 MALDT는 평시의 1/3 적용(평시 8시간 근무, 전시 24시간 근무가정)

③ 제시된 지표는 체계특성에 부합하는가?

- ☞ 총포류이므로 MRBS, MRBF 사용이 적절하나, OMS/MP가 있으므로, 최초(안)에 명시되지 않은 MTBF 목표도 추가로 제시

수정 후

[RAM 목표값]

구분	신뢰도		정비도 (MTTR)	가용도(%)		
	MTB(C)F	MRB(C)F		A_i	A_a	A_o
군수지원 기준	1,873	1,112발	3.6시간	-	-	98.0
임무 기준	5,205	3,090발		-	-	98.1

* 가용도 지표는 수정된 OMS/MP에 따라 운용가용도만 제시

$$(\text{평시}) A_o = \frac{TUT}{TT} = \frac{8,581.5}{8,760} = 98.0$$

$$(\text{전시}) A_o = \frac{TUT}{TT} = \frac{8,595.5}{8,760} = 98.1$$

④ 제시된 지표는 전시(임무기준), 평시(군수지원 기준) 구분이 되어있는가?

- ☞ OMS/MP가 전 · 평시 모두 제시되어 있으므로, 임무 · 군수지원 기준 목표값을 구분하여 제시하여야 하며, 검토 요청된 내용도 구분되어 있기는 하나, 최종 목표값은 하나로 제시되어 수정 반영함
- ☞ 임무기준 목표값 설정은 ②번의 OMS/MP 수정시 기 반영함

● 검토사례 #2. E 무전기(국내구매, 하위구성품 미고려)

수정 전

[OMS/MP]

〈평시〉

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
8,760					
8,596			164		
1,144	824	6,628	161	1	2

* OT, AT : 000 특임여단의 의견을 받아 작성(선행연구)

* TCM : 1년간 고장정비 실적 활용

* TPM, TALDT : 각 1시간, 2시간으로 가정

〈전시〉

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
8,712					
8,224.13			487.87		
5,366.59	139.39	2,718.14	209.09	139.39	139.39

* OT, AT : 000특임여단의 의견을 받아 작성(선행연구)

* TCM, TPM, TALDT : OMS/MP의 세부 시나리오 과업별 시간 가정

[RAM 목표값]

구분	신뢰도(MTBF)	정비도(MTTR)	운용가용도 (Ao, %)
군수지원 기준	1,600시간 이상	부대 : 30분 이내	98.1%
임무 기준		야전 : 2시간 이내	94.4%

* 신뢰도(MTBF) 및 정비도(MTTR) 목표값은 설정시 디지털 무전기인 유사장비(‘마’ 무전기-Ⅱ(연구개발), ‘바’ 무전기(국내구매)) 목표값 참고

① 시간요소의 근거는 타당한가?

* OT, AT : 전지에서 임무 주기(8,712시간)에서 1년(8,760시간) 기준으로 수정 필요

* TCM, TPM, TALDT : 총비가동시간(TDT)이 평시 대비 약 3배 소요

※ 사유 : 운용시간(OT)은 약 4.7배인데, 수리시간(TCM)은 약 140배 차이 발생

☞ 동일장비는 동일기간 사용시 동일 규모의 고장이 발생함을 고려해야 함

* 전 · 평시 OMS 수정을 위한 고려사항

1. 전·평시 MALDT는 2.8시간으로 적용 ⇒ $MALDT = 2.0(TALDT) \div 0.715(\text{연간 고장수})$

※ 평시 기준 TALDT 및 연간 고장수 적용, 전 · 평시 동일함을 가정

2. MTTR은 1.25시간으로 적용 ⇒ $MTTR = (0.5(\text{부대정비}) + 2(\text{야전정비})) \div 2$

※ 부대 및 야전정비 비율은 000 무전기 비계획정비비율(1:1)을 활용

3. 전시 시나리오의 '작전 전 정비시간 중 작전 중 고장정비시간'을 별도로 산정

4. 1주기 전시시나리오를 1년으로 환산하여 시간요소 보정

* 전시 OMS 수정

구분	내 용	수정전	수정후	환산(1년)
TT	TDT + TUT	124.3	124.3	8,760.00
TUT	OT	76.3	76.3	5,377.22
	AT	2.0	2.0	140.95
	ST	39.0	40.9	2,880.09
TDT	TCM	0.0	0.1	4.19
	TPM	2.0	1.9	136.75
		3.0	3.0	211.42
	TALDT	2.0	0.1	9.38

* 평시 OMS 수정

구분	내 용	수정전	수정후
TT	TDT + TUT	8,760.00	8,760.00
TUT	OT	1,144.00	1,144.00
	AT	824.00	824.00
	ST	6,628.10	6,628.10
TDT	TCM	1.00	0.89
	TPM	161.00	161.00
	TALDT	2.00	2.00

② 시간요소와 지표간 관계식은 정확한가?

☞ OT, AT, TCM, TPM, TALDT 산정근거 변경에 따른 시간요소 재산출 필요

수정 후

〈평시〉

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
8,760					
8,596.11			163.89		
1,144.00	824.00	6,628.11	0.89	161.00	2.00

$$* \text{연평균 고장수}(f) : 0.72 = \frac{1,144}{1,600} = \frac{OT}{MTBF}$$

$$* ST : 6,628.11 = 8,760 - 1,144 - 824 - 0.89 - 161 - 2$$

$$* TCM : 0.89 = MTTR \times f = 1.25 \times 0.715$$

$$* TPM : 161.00 \text{ (000 특임여단 1년간 고장정비 실적 활용)}$$

$$* TALDT : 2.00 = MALDT \times f = 2.8 \times 0.715$$

〈전시〉

TT					
TUT			TDT		
OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
8,760					
8,398.26			361.74		
5,377.22	140.95	2,880.09	4.19	348.17	9.38

* 전시 1주기 시나리오에 변환 Factor K를 곱하여 1년으로 환산

$$※ \text{변환 Factor K} : 00 = \frac{8,760}{000} = \frac{365\text{일} \times 24\text{시간}}{\text{전시 1주기 시나리오 TT}}$$

$$* \text{연평균 고장수}(f) : 3.36 = \frac{5,377.22}{1,600} = \frac{OT}{MTBF}$$

$$* ST : 2,880.09 = 8,760 - 5,377.22 - 140.95 - 4.19 - 348.17 - 9.38$$

$$* TCM : 4.19 = MTTR \times f = 1.25 \times 3.36$$

$$* TPM : 348.17 \text{ (E 무전기 전시 예방정비시간} \times \text{변환 Factor K)}$$

$$* TALDT : 9.38 = MALDT \times f = 2.8 \times 3.36$$

※ 전시 MALDT는 평시 MALDT 활용

③ 제시된 지표는 체계특성에 부합하는가?

☞ 무전기는 전자장비로 시간(Hr)으로 사용량을 확인할 뿐만 아니라 선행연구(OMS/MP 수행)의 결과에 따라 신뢰도(MTBF), 운용가용도(Ao), 정비도(MTTR) 지표사용은 적절

④ 제시된 지표는 전시(임무기준), 평시(군수지원 기준) 구분이 되어있는가?

☞ OMS/MP가 전·평시 모두 제시되어 있으므로, 전·평시 목표값을 구분하여 제시하였으며, 시간 요소 수정에 따라 운용가용도(Ao) 목표값을 수정 반영함

수정 후

[RAM 목표값]

구분	신뢰도(MTBF)	정비도(MTTR)	운용가용도 (Ao, %)
군수지원 기준	1,600시간 이상	부대 : 30분 이내 야전 : 2시간 이내	98.1%
임무 기준			95.9%

* 평시는 수정량이 미미하여 기존 OMS/MP와 운용가용도값 동일

* 신뢰도(MTBF) 및 정비도(MTTR)은 유사장비 비교시 목표값 설정 타당
(‘마’ 무전기-Ⅱ (연구개발), ‘바’ 무전기(국내구매) 등)

검토사례 #3. F 함정(연구개발, 하위구성품 고려)

수정 전

[OMS/MP]

〈평시〉

TUT			TT		
OT	AT	ST	TCM	TDT	TALDT
6,753.5			2,006.5		
1,227	OT에 포함	5,526.5	128	1,877	1.5

* OT, AT : 유사함정('사' 함정)의 3년간 운용, 정비실적과 승조원 인터뷰 반영

* TCM : 유사함정('사' 함정)의 3년간 정비실적 활용

* TPM, TALDT : 유사함정('사' 함정)의 3년간 정비실적, 가정 사용

※ 가정 : MLDT 0.5시간, 연평균 고장수 3회 → TALDT = 0.5 × 3 = 1.5

〈전시〉(1주기)

TUT			TT		
OT	AT	ST	TCM	TDT	TALDT
2,580			372		
689	OT에 포함	1,891	372	TCM에 포함	TCM에 포함

* OT, AT : 작전 전문가 의견 반영

* TCM, TPM, TALDT : 작전 전문가 의견 반영

[체계 R,M값] : 생략

[RAM 목표값]

구분	신뢰도(MTBF)	정비도(MTTR)	가용도(%)		
			A_i	A_a	A_o
군수지원 기준	72.4시간	12.7시간	-	-	77.09
임무 기준	상동	상동	-	-	87.39

* 신뢰도, 정비도 목표 : 차하위 구성장비의 유사함정('사' 함정) 실적값 활용

* RAM 목표값 중 운용가용도만 군수지원 · 임무 기준 구분

① 시간요소의 근거는 타당한가?

- ☞ OT, AT : 유사함정('사' 함정) 실 운용실적을 반영하여 적절
- ☞ TCM, TPM : 유사함정('사' 함정) 실 운용실적을 반영하였으나, MTBF, MTTR 목표값과 연관성이 없고, 최신자료 미반영 (체크리스트 ②에서 점검)
- ※ 운용가용도는 OMS/MP로, 함정 MTBF, MTTR 목표는 유사장비 실적 활용
- ☞ TALDT : MLDT로 근거없는 값(0.5시간) 사용, 재검토 필요

② 시간요소와 지표간 관계식은 정확한가?

- ☞ 분석방법 오류 수정반영(전·평시 RAM 목표값 구분이 필요하나, 제시된 값은 임무필수장비만의 모든 고장 기준으로 RAM 목표값을 설정함)
- * 체계 수준의 군수, 임무신뢰도 및 정비도 재산출 후 목표값 설정
(장비수만 달라지므로, 전시 RAM 목표값만 제시하며, 수정된 값은 [체계 임무신뢰도 수정 전·후], [체계 임무정비도 수정 전·후] 표 참조)
- * 전시 OMS/MP의 TCM, TALDT값 수정 후 1년 주기로 환산하여 목표운용가용도 재산정

전시 OMS/MP 수정 외

구분	TT					
	TUT			TDT		
	OT	AT	ST	TCM	TPM	TALDT
1주기	2,952					
	2,870.6			81.4		
	689	OT에 포함	2,181.6	81.4	TCM에 포함	TCM에 포함
1년 환산	8,760					
	8,518.4			241.6		
	2,044.6	OT에 포함	6,473.8	241.6	TCM에 포함	TCM에 포함

* 변환계수 : $8,760/2,952 \approx 2.97$

* 체계 고장수(f) : $\frac{OT}{MTBCF} = \frac{689}{109.98} \approx 6.3$ 회

* $TCM + TPM + TALDT = f \times MTTR = 6.3 \times 13.0 = 81.4$

* 운용가용도(A_0) : $\frac{TUT}{TT} = \frac{8,518.4}{8,760} = 97.2\%$

체계 임무신뢰도 수정 전 · 후

* 임무필수장비만 고려하여 MTBCF 산출

순	장비명	유사장비(OOo)	MTBCF (17년)	고장률 (1/MTBCF)	수량	구조	고장률, λ_i ($\times 10^{-6}$)
1	a	a'	39,684	25.199	1	직렬	25.19
2	b	b'	39,684	25.199	1	직렬	25.19
3	c	c'	5,682.7	175.97	1	직렬	175.97
4	d	d'	127.2	7,861.63	1	직렬	7,861.63
5	e	e'	985	1,015.22	2	직렬	2,224.00
		e''	10,333.4	96.77			
6	f	f'	3,583.5	279.05	2	직렬	558.11
7	g	g'	777.5	1,286.17	2	병렬	857.44
8	h	h'	3,511.9	284.74	2	직렬	569.49
9	i	i'	5,054.1	197.85	1	직렬	197.85
10	j	j'	1,003.8	996.21	2	병렬	664.14
11	k	k'	4,561.9	219.20	2	병렬	146.13
12	l	l'	2,231.1	448.20	2	병렬	298.80
13	m	m'	7,261.8	137.70	1	직렬	137.70
14	n	n'	21,196.1	47.17	1	직렬	47.17
15	o	o'	39,684	25.19	1	직렬	25.19
체계 고장률($\times 10^{-6}$)							13,814.09
체계 임무신뢰도(MTBCF = 1/고장률)							72.38

↓

순	장비명	유사장비(OOo)	MTBCF (18년)	고장률 (1/MTBCF)	수량	구조	고장률, λ_i ($\times 10^{-6}$)
1	a	a'	3,125.9	319.91	1	직렬	319.91
2	b	b'	48,065.0	20.81	1	직렬	20.81
3	c	c'	6,272.0	159.44	1	직렬	159.44
4	d	d'	630.6	1,585.64	1	직렬	1,585.64
5	e	e'	722.9	1,383.32	2	직렬	2,937.07
		e''	11,734.5	85.22			
6	f	f'	2,642.3	378.46	2	직렬	756.92
7	g	g'	475.7	2,102.17	2	병렬	1,401.44
8	h	h'	2,182.1	458.27	2	직렬	305.52
9	i	i'	4,181.2	239.17	1	직렬	239.17
10	j	j'	774.5	1,291.16	2	병렬	860.77
11	k	k'	6,341.7	157.69	2	병렬	105.12
12	l	l'	3,371.0	296.65	2	병렬	197.77
13	m	m'	6,760.9	147.91	1	직렬	147.91
14	n	n'	28,973.8	34.51	1	직렬	34.51
15	o	o'	48,065.0	20.81	1	직렬	20.81
체계 고장률($\times 10^{-6}$)							9,092.79
체계 임무신뢰도(MTBCF = 1/고장률)							109.98

체계 임무정비도 수정 전 · 후

* 임무필수장비의 장비별 운용시간에 따른 고장수를 고려, 체계 MTTRF 산출

※ 최초 분석시 고장건수는 해당장비 야전 고장실적을 반영하였으나, 수정(안)은 품목 MTBCF와 장비별 운용량을 고려한 추정 고장수를 사용함

예시) 추진기관 및 감속기어의 Duty Cycle은 19%이므로, 장비운용시간은 체계 연간 운용시간¹²⁾(2,044.5시간)의 19%인 388.5시간 운용되며, 이 때의 연간 고장수는 $388.5 / 449.6 = 0.86$ 회 발생

순	장비명	유사장비(000)	MTTRF (‘17년)	Duty Cycle	임무 고장수	총 수리시간
1	a	a'	0.0	100	0	0
2	b	b'	0.0	100	0	0
3	c	c'	11.3	100	2	22.6
4	d	d'	9.8	5	7	68.6
5	e	e'	13.8	19	172	2,373.6
		e''	17.6	19	11	193.6
6	f	f'	4.1	19	10	41
7	g	g'	14.2	100	194	2,754.8
8	h	h'	3.2	19	5	16
9	i	i'	7.6	24	9	68.4
10	j	j'	9.8	35	56	548.8
11	k	k'	8.5	19	13	110.5
12	l	l'	2.5	19	4	10
13	m	m'	9.9	100	11	108.9
14	n	n'	4.3	100	3	12.9
15	o	o'	0.0	100	0	0
체계 총 수리시간					497	6,329.7
체계 정비도 (MTTRF = 총 수리시간 / 임무고장수)						12.7



순	장비명	유사장비(000)	MTTRF (‘18년)	Duty Cycle	임무 고장수	총 수리시간
1	a	a'	5.6	100	0.7	3.9
2	b	b'	0.0	100	0	0.0
3	c	c'	14.4	100	0.3	4.3
4	d	d'	11.0	5	0.2	2.2
5	e	e'	15.3	19	0.5	7.7
		e''	17.3	19	0	0.0
6	f	f'	15.4	19	0.1	1.5
7	g	g'	15.5	100	4.3	66.7
8	h	h'	14.6	19	0.2	2.9
9	i	i'	17.8	24	0.1	1.8
10	j	j'	8.2	35	0.9	7.4
11	k	k'	8.3	19	0.1	0.8
12	l	l'	2.5	19	0.1	0.3
13	m	m'	9.3	100	0.3	2.8
14	n	n'	4.3	100	0.1	0.4
15	o	o'	0.0	100	0	0.0
체계 총 수리시간					7.9	102.7
체계 정비도 (MTTRF = 총 수리시간 / 임무고장수)						13.0

12) 1주기 운용시간을 CASE II 방법으로 1년 주기로 환산한 값

③ 제시된 지표는 체계특성에 부합하는가?

☞ ‘시간’을 기준으로 함정 목표를 제시하는 것이 일반적이므로, 적절함

④ 제시된 지표는 전시(임무기준), 평시(군수지원 기준) 구분이 되어있는가?

☞ OMS/MP가 전·평시 모두 제시되어 있으므로, 임무·군수지원 기준 목표값을 구분하여 제시하여야 함

☞ 임무 기준 목표값 설정은 ②번의 OMS/MP 수정시 기 반영함

(평시 목표값 설정은 장비 수량과 신뢰도, 정비도 기준만 상이하므로 생략)

수정 후

[RAM 목표값]

구분	신뢰도(MTBF)	정비도(MTTR)	가용도(%)		
			A_i	A_a	A_o
임무 기준	109.98	13.00	-	-	97.24

* 가용도 지표는 수정된 OMS/MP에 따라 운용가용도만 제시

4.3 유사장비 값 활용

● 기본개념 : 유사장비의 규격서(신뢰도), 예측값, 운용값 등을 활용하여 RAM (잠정) 목표값을 설정하는 방법

- * 통상 화기류 규격서에는 신뢰도 및 내구도가 요구조건으로 명시되어 있음
- * 유사장비가 없는 경우 업체에 RFI(Request For Information)를 요청하여 RAM 정보 획득 필요
- * 체계장비인 경우, 신뢰도, 정비도, 가용도를 모두 제시하고, 성능개량 또는 탑재장비인 경우 자료 미비시 신뢰도값만 제시

● 체크리스트의 내용 확인 방법

① 사용된 자료는 근거가 타당한가?

- ☞ 선행연구, ORD(운용요구서) 결과 등을 통해 유사장비를 파악한 후, 해당 장비의 규격서, 예측값, 운용값 등이 있는지, 있다면 산출 기준 및 방법 등이 적절한지 확인
- * 예측값은 업체의 종합군수지원계획서(ILS-P) 또는 RAM 분석보고서를 통해 확인
- * 운용값은 업체 후속군수지원 사업 보고서 또는 기품원 야전운용제원 RAM 분석 보고서를 통해 확인

② (보정이 있는 경우) 보정계수는 객관적인가?

- ☞ 보정계수 산출시 객관적인 근거를 활용하여 산출하였는지 확인
- * 보정계수 산출을 위해 설문조사를 수행한 경우 설문항목 및 대상이 적절하게 구성되었는지 등을 검토

● 주요 적용사업 : 000 장비, 000 전차, 000 장비 성능개량, 특수작전용 유탄발사기 구매, 무인기 구매 등 유사장비가 있는 사업에 적용 가능

● 검토사례 #1. G 전차 성능개량 사업(보정이 없는 경우)

수정 전

[선행연구 결과]

<시스템 분야>

구분	신뢰도(MTBF)	정비도(MTTR)	가용도(%)		
			A_i	A_a	A_o
평시	10.8시간 이상	1.9시간 이하	94.5	94.2	88.1
전시	16.9시간 이상		90.0	94.2	88.1

* 시스템 분야는 '아' 전차의 OMS/MP 방법을 활용하여 산출

<품목 분야>

구분	신뢰도(MTBF)	정비도(MTTR)
000용 조준경	500.4시간	0.6시간
0000 공급장치(000)	12,041.3시간	1.2시간
000 장치	367.0시간	1.3시간

* 품목 분야는 유사장비('아' 전차) 예측값을 참고하여 제시

① 사용된 자료는 근거가 타당한가?

* 시스템 분야는 사업대상인 G 전차의 운용값이 존재하며 타 결과 대비 적절한 수준 ('자' 전차 대비 ↑, '아' 전차 대비 ↓)으로, 최신결과임을 고려시 현 **G 전차 운용값 수준**이 적절함

※ 성능개량 이전 체계 RAM값 동등 이상의 성능 보장 필요

구분	신뢰도(Hr)	정비도(Hr)	가용도(%)	비고
선행연구 (중기전력소요)	10.8(평시) / 16.9(전시)	1.9	88.1(운용)	b전차 OMS /MP 활용
a전차	10.5	4.1	83.7(운용)	야전 운용값
b전차(현대로템)	14.7	-	91.4(운용)	후속군수지원 사업
b전차(기품원)	25.3	2.2	93.5(운용)	야전 운용값
G 전차(기품원)	17.9	5.2	82.5(운용)	야전 운용값

* 품목 분야는 유사장치들을 먼저 파악한 후, 예측값, 경험값 존재 유무를 확인하여 해당 값들의 산출기준 및 방법이 타당한지 검토 진행

☞ 000용 조준경 : 탑재장비는 모두 동일하므로, **B전차 후속군수지원 사업 결과 수준**이 적절함

구분	품번	신뢰도(Hr)	정비도(Hr)	비고
선행연구	-	500.4	0.6	참고문헌 인용
b전차(현대로템)	XXXX001	239.1	-	후속군수지원 사업

※ 후속군수지원 사업에서는 원천사 제공자료를 활용하여 신뢰도값을 제시함

☞ 0000 공급장치(000) : 장치 유사성, 최신결과 등을 고려하여 '**차**' 자주포 0000 공급장치(000)의 **신뢰성 시험값 수준**이 적절함

구분	품번	신뢰도(Hr)	정비도(Hr)	비고
선행연구	-	12,041.3	1.2	참고문헌 인용
b전차(현대로템)	XXXXXX001	749.1	0.8	후속군수지원 사업
b전차(기품원)	XXXXXX001	773.9	1.3	야전 운용값
'차' 자주포	XXXXXX003	882.7	0.1	신뢰성 시험값

※ 선행연구는 00전차 0000 공급장치(000) 개발 예측값을 인용한 결과로 타 자료 대비 높은 값이나 산출시기, 장치 유사성 등의 측면에서 미흡함

※ 00전차 예측값과 운용값은 독일 수입품 0000 공급장치(000)의 산출결과임

※ '차' 자주포 0000 공급장치(000)의 개발단계 신뢰성 시험값이 존재하며, 탑재장비는 다르지만 성능과 형태는 매우 유사함(000 회사 국산화품 장착)

☞ 000 장치 : 분석결과 최신성, 장치 유사성 등을 고려하여 '**카**' 전차 개발 예측값 수준이 적절함

구분	품번	신뢰도(Hr)	정비도(Hr)	비고
선행연구	-	367.0	1.3	참고문헌 인용
c 무기체계	XXXX11	1,303.3	0.4	개발 예측값
d 장갑차	XXXXX5528	6,508.9	1.2	개발 예측값
'카' 전차	XXXXX000	988.0	0.6	개발 예측값

※ 선행연구는 '아' 전차 000 장치 개발 예측값을 인용한 결과이며, c 무기체계 000 장치가 타 자료 대비 높은 수준이나 '카' 전차에 비해 유사성 측면(구동방식, 00능력)에서 미흡함

☞ XXX 장치 : 분석결과 최신성, 장치 유사성 등을 고려하여 '타' 장갑차 개발 예측값 수준이 적절함

구분	품번	신뢰도(Hr)	정비도(Hr)	비고
선행연구	-	367.0	1.3	참고문헌 인용
e 정찰차	XXXXX4261	7,030.2	-	개발 예측값
'타' 장갑차	XXXXX5468	43,616.7	0.6	개발 예측값

※ 선행연구는 '아' 전차 XXX 장치 개발 예측값을 인용한 결과이며, e 정찰차 XXX 양압장치는 '타' 장갑차에 비해 유사성 측면(OO성능, OO기 종류)에서 미흡함

수정 후

[잠정목표값(안) 검토결과]

- * 체계 목표값은 G 전차 분석결과를, 성능개량 품목의 신뢰도는 유사장비 예측값 이상의 값을 RAM 잠정목표값(안)으로 제시
 - 체계 목표값 → G 전차 야전운용제원 RAM 분석결과
 - 000용 조준경, 0000 공급장치(000) → '아' 전차 예측값 및 '차' 자주포 신뢰성 시험값
 - 000장치 → '카' 전차 예측값 / XXX장치 → '타' 전차 예측값

구분	신뢰도(Hr)	정비도(Hr)	가용도(%)	비고
체계	17.9 이상	5.2 이하	82.5 이상	G 전차 운용값
000용 조준경	239.1 이상	-	-	'아' 전차 예측값
0000 공급장치	882.7 이상	0.1 이하	-	'차' 자주포 시험값
000장치	988.0 이상	0.6 이하	-	'카' 전차 예측값
XXX장치	43,616.7 이상	0.6 이하	-	'타' 전차 예측값

② (보정이 있는 경우) 보정계수는 객관적인가?

- * 보정계수를 활용하지 않은 사례이므로 해당 체크리스트는 미검토

● 검토사례 #2. H 드론 통합체계 사업(보정이 없는 경우)

- * RAM 목표값 미 설정상태로 유사장비값 기준으로 신뢰도 및 정비도 목표 설정
- * A 장치, B 장치, C 장치, D 장치 등 하위 부체계의 기능과 제원이 비슷한 유사장비의 신뢰도 및 정비도 실적 기반 목표값 제시
- ※ 운용가용도의 경우 (1)전투준비태세 유지확률법, 신뢰도 및 정비도의 경우 (2)유사장비/실적활용 기법을 적용했으며, 본 절에서는 신뢰도 및 정비도 산출 사례만 제시하고, 운용가용도는 앞 장에 별도 표기

① 사용된 자료는 근거가 타당한가?

☞ 장치는 유사 사업 RAM 목표값을, C 장치 및 D 장치는 기품원의 야전운용제원 분석결과를 사용함

무기체계명	RAM지표	신뢰도 (MTBF)	정비도 (MTTR)	운용가용도 (Ao)	비고
H 드론 통합체계		69.3 Hr	3.2 Hr	90.0 %	-
└ A 장치		138.0 Hr	2.0 Hr	93.8 %	a 대응체계
└ B 장치					
└ C 장치		6,485.3 Hr	5.6 Hr	-	b 장비
└ D 장치		142.4 Hr	4.4 Hr	-	c 레이더

신뢰도(MTBF) 계산식

$$69.3 Hr = \frac{1}{\frac{1}{138.0} + \frac{1}{6,485.3} + \frac{1}{142.4}}$$

정비도(MTTR) 계산식

$$3.2 Hr = \frac{\frac{2.0}{138.0} + \frac{5.6}{6,485.3} + \frac{4.4}{142.4}}{\frac{1}{138.0} + \frac{1}{6,485.3} + \frac{1}{142.4}}$$

$$MTTR_{\text{무기체계}} = \frac{\sum_{n=1}^N \lambda_n R_n}{\sum_{n=1}^N \lambda_n}$$

N : 하위 탑재장비의 수(Number of Replaceable Items(RI))

λ_n : n번째 탑재장비의 고장률(Failure rate of the n_{th} RI)

R_n : n번째 탑재장비의 평균수리시간(Mean Repair Time of the n_{th} RI)

↳ 정비에 필요한 업무요소(준비, 고장점검, 분해, 교체, 재조립, 검사 등)에 대한 실 소요시간을 수집하여 계산함

② (보정이 있는 경우) 보정계수는 객관적인가?

* 보정계수를 활용하지 않은 사례이므로 해당 체크리스트는 미검토

● 검토사례 #3. I 장비 성능개량 사업(보정이 있는 경우)

* RAM 목표값 미 설정상태로 유사장비값 기준으로 목표값 설정

* 탑재장비임을 고려하여 RAM 목표값 중 신뢰도(MTBF) 만 제시

* 68개 대상장비를 형태와 기능의 유사성에 따라 11개 그룹으로 구분하고, 11개 그룹 각각의 대표 장비를 선정하여, 대표장비의 現 IFF 실적값을 보정하여 그룹 전체의 목표값으로 제시

* 유사장비 그룹(일부)

No.	그룹명 (대표장비)	그룹 포함 장비		사 유
1	A (00헬기)	육군	a 헬기 등 총 6종	- 비행 방식(헬기, 터보샤프트 엔진 사용) 유사
		해군	b 헬기 등 총 3종	- 비행 방식(터보프롭/터보샤프트 사용, 저고도/저기동 방식) 유사 - 육군에서 제공하는 00 헬기 MTBF 적용 필요
		공군	c 헬기 등 총 5종	- 헬기 형상으로 임무(인명 구조 및 수송) 및 비행방식(헬기, 터보샤프트 엔진 사용) 유사

(이하 생략)

① 사용된 자료는 근거가 타당한가?

☞ 그룹별 대표장비 실적값은 '14년 이후 분석된 야전운용제원 분석결과 중 해당장비 I 장비 운용값을 사용함

기종	국가재고번호	품 명	분석기간	MTBF
c 항공기	XXXXXX667	00000	'09-07-01 ~ '17-06-30	1,975.6
d 항공기	XXXXXX754	000	'13-08-21 ~ '17-06-30	3,679.7
e 항공기	XXXXXX867	0000	'09-07-01 ~ '15-06-30	1,273.4
f 함정	XXXXXX945	XXXXXXX	'13-01-01 ~ '17-06-30	27,628.2

(이하 생략)

② 보정계수는 객관적인가?

☞ 각 군 기참부 및 운용부대 대상으로 한 설문조사 결과 반영

- * 참여인원 : 총 000명(장비별 일부인원 중복)
- * 설문항목 : 총 5개 항목을 성능개량 대상 現 장비와 비교

설문 항목(유사장비 대비)

- * 운용시간/임무횟수(D_1) : 임무횟수가 많을수록 고장 증가
- * 운용환경(D_2) : 지상보다, 공중, 함정이 동일조건에서 고장 증가
- * 복잡도(부품수)(D_3) : 부품수가 많을수록 고장 증가
- * 기술향상도(D_4) : 기술이 향상될수록 신뢰도 증가
- * 정비난이도(D_5) : 정비업무가 어려울수록 정비시간 증가

* 설문지(일부, 세부내용 [부록 #1] 참조)

나. 설문내용

1. A 그룹() 등 총 6종)

1.1 운용시간/임무횟수 비교

- 현재 () 장착한 체계 장비 대비 향후 ()장착시 운용시간 또는 임무횟수 증가/감소를 아래 <작성 예> 참고하여 체크해주시기 바랍니다. 만약, ()장착시 운용시간 및 임무횟수의 증감여부 판단이 어려울 경우 현재 사용중인 ()이전 장비(Ex. () 대비 현재 () 운용시간 및 임무횟수 증감여부를 확인하여 체크해주시기 바랍니다.

운용시간/임무횟수 비교	-10% 미만	-10%이상 ~-5%미만	-5%이상 ~-5%미만	5%이상 ~10%미만	10%이상 ~20%미만	20%이상 ~30%미만	30% 이상
() 대비 ()							

<작성 예>

- () 또는 ()의 탑재 상관없이 체계 장비의 운용시간 및 임무횟수가 동일(거의 유사)하다고 판단되는 경우 “-5%이상 5%미만” 체크
- 만약, 현재 ()장착) 연간 1,000시간 운용하고 있지만, ()장착 후 임무횟수 증가하여 운용시간이 1,200시간으로 늘어날 것으로 판단될 경우 “20%이상 30%미만” 체크

* 설문조사 결과 처리 : $D_1, \dots, D_5$ 산출 후 보정계수 산출

항목별 결과 산출 산식

$$D_i = \sum_{k=1}^{K_i} S_{ik} \times \frac{\sum_{j=1}^{J_i} I_{ijk}}{\sum_{j=1}^{J_i} \sum_{k=1}^{K_i} I_{ijk}}, \quad s.t. \begin{cases} i : & \text{설문항목 수} \\ j : & \text{응답자 수} \\ k : & \text{응답 수준별 가중치 개수} \\ I_{ijk} : & \text{응답자 } j \text{가 수준 } k \text{ 선택시 } 1, \text{ 아니면 } 0 \\ J_i : & \text{항목별 총 응답자 수} \\ K_i : & \text{응답 수준수} \\ S_{ij} : & \text{항목 } i \text{의 수준 } k \text{에서의 가중치} \end{cases}$$

No.	그룹	군	1. 운용시간/임무횟수 비교						
			0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4
			-10% 미만	-10%이상 ~5%미만	-5%이상 ~5%미만	5%이상 ~10%미만	10%이상 ~20%미만	20%이상 ~30%미만	30% 이상
1	A	육군	0	0	30	0	0	0	30
2		해군	0	0	11	0	2	0	14
3		공군	0	0	30	0	1	2	33
4	B	해군	2	0	44	7	1	5	60
5		공군	0	1	36	8	1	4	50
6	C	해군	0	0	23	0	1	1	25
7	D	해군	0	0	6	0	0	0	6
8	E	해군	0	0	10	0	0	0	10

보정계수

* 신뢰도 보정계수 : $\sqrt[4]{(D_1 \times D_2 \times D_3 \times D_4)}$

* 정비도 보정계수 : $\sqrt{(D_3 \times D_5)}$

No.	그룹명	설문 항목				보정계수
		운용시간 /임무횟수	운용환경	복잡도 (부품수)	기술향상도	
1	A	1.0208	1.0104	1.0195	1.0416	1.0230
2	B	1.0409	1.0418	1.0273	1.0545	1.0411
3	C	1.0200	1.0320	1.0600	1.0720	1.0458
4	D	1.0000	1.0000	1.0167	1.0333	1.0124
5	E	1.0000	1.0400	1.0900	1.1900	1.0777
6	F	1.0286	1.0000	1.0262	1.0381	1.0231

※ 목표값 산출결과(일부)

No.	그룹명 (대표장비)	그룹 포함 장비	아전 운용값	보정 계수	잠정 목표값
1	A (OO헬기)	(육군) a 헬기 등 총 6종 (해군) b 헬기 등 총 3종 (공군) c 헬기 등 총 5종	4,285.7	1.0230	4,384.2
2	B (OO항공기)	(해군) OO 항공기 (공군) XX 항공기 등 총 7종	3,628.1	1.0411	3,777.2
3	C (OO 함정)	OO 함정 등 총 8종	19,714.6	1.0458	20,617.4
4	D (XX 함정)	XX 함정 등 총 12종	3,277.0	1.0124	3,317.7
(이하 생략)					

이면은 공백임

획득사업
RAM 업무 수행 매뉴얼

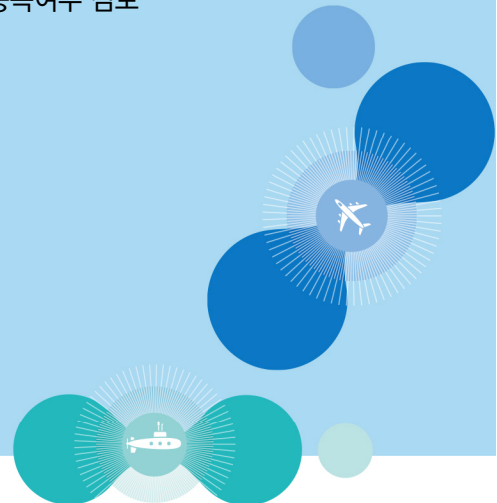
RAM Guidebook for Defense Acquisition

IV

개발 RAM값 검증

1. 관련규정
2. 검토시기
3. RAM값 검증 방법
4. 업무 체크리스트
 - 4.1 RAM 분석 산출물 일치성 검토
 - 4.2. RAM 분석값의 정확성 검토
 - 4.3. RAM값 재산출 및 RAM 목표값 충족여부 검토

Defense Agency for
Technology and Quality



IV

개발 RAM값 검증

1 관련규정

무기체계 RAM 업무지침

제6조(업무분장)

④ 전문연구기관

2. 국방기술품질원

마. RAM 분석결과에 대한 검증(RAM V&V 활용)

제26조(분석방법)

④ 제2항에 따른 가용도 분석을 위해 고유가용도, 성취가용도, 운용가용도를 산출하여야 한다. 이 경우 무기체계의 운용 특성을 고려 산출범위는 RAM 검토위원회를 통해 조정할 수 있다.

⑦ 통합사업관리팀장은 필요시 제4항에 따른 자체 검증결과에 대한 검토를 기품원에 의뢰할 수 있으며 보완이 필요한 경우 연구개발주관기관을 통해 보완하여야 한다.

2 검토시기

● 개발사업 : TRR 단계 (DT/OT 이전)

3 RAM값 검증 방법

구분	RAM 분석 산출물들의 일치성 확인	RAM 분석값의 정확성 확인	RAM값 재산출 및 RAM 목표값 충족여부 확인
검증 활동	RAM 분석계획서 RAM 분석보고서 Windchill 입력자료 부품 Datasheet 신뢰도, 정비도, 가용도 산출(계산)자료 이중화 적용품목 신뢰도 산출자료 등 산출물들의 일치성 확인	- 신뢰도 분야 - 예측모델 입력속성의 정확성과 동일품목 간 일관성 확인 - 시제업체간 예측모델 입력속성의 일관성 확인 - 이중화 적용품목의 신뢰도 산출값 정확성 확인 - Derating 설계 여부 확인 - 정비도 분야 - 정비활동 소요시간의 객관성확인 - 가용도 분야 - 가용도 산출값의 정확성 확인	신뢰도, 정비도 분야 정확성 검증결과 반영에 따른 가용도 재산출 및 목표값 충족여부 확인

4 업무 체크리스트

순	구 분		내 용	
①	RAM 분석 산출물 일치성 검토		RAM 분석산출물들의 내용은 서로 일치하는가?	
②	RAM 분석값의 정확성 검토	217F/ NSWC/ NPRD/ EPRD/ KRDB	부품부하분석 예측모형 입력속성의 분류는 적절한가?	
③			환경, 온도인자는 분석계획의 기준에 부합하는가?	
④			데이터북의 값 선택은 분석계획의 기준에 부합하는가? 한국형 고장률 데이터북(KRDB)의 적용 여부를 검토하였는가?	
⑤			제조사 품목 카탈로그의 속성이 모두 반영되었는가?	
⑥			RAM V&V	동일품목 간 예측모델 입력속성은 일관성 있는가?
⑦		시제업체 간 동일품목의 예측모델 입력속성은 일관성이 있는가?		
⑧		이중화 적용품목의 신뢰도 산출값은 정확히 계산되었는가?		
⑨		신뢰도 작업지/ 전자부품 Datasheet		전자부품은 Derating 설계를 수행하였는가?
⑩		정비도 작업지		정비활동 소요시간은 객관적 기준을 적용하였는가?
⑪		가용도 산출자료		가용도는 산출된 신뢰도와 정비도 값을 이용하여 정확히 계산되었는가?
⑫		(필요시)	업체가 수행한 신뢰성 시험결과가 정확히 반영되었는가?	
⑬	RAM값 재산출 및 RAM 목표값 충족여부 검토		신뢰도 분석값 검증결과에 따라 부품의 고장률은 보수적으로 반영하여 신뢰도를 재산출 하였는가?	
⑭			재산출한 신뢰도를 반영한 가용도는 목표값을 충족하는가?	

4.1 RAM 분석 산출물 일치성 검토

● 체크리스트의 내용 확인 방법

① RAM 분석 산출물들의 내용은 서로 일치하는가?

- ☞ RAM-P, ILS-P에 따라 RAM 분석을 수행하였는지, 분석계획에 따라 RAM 보고서가 작성되었는지 점검함
- ☞ RAM 분석보고서는 Windchill 예측결과, 신뢰도/정비도/가용도 산출자료 등 RAM 분석 산출물들과 일치하는지 점검함

4.2 RAM 분석값의 정확성 검토

② 체크리스트의 내용 확인 방법

② 부품부하분석 예측모형 입력속성의 분류는 적절한가?

- ☞ 부품의 Classification 및 Category, Subcategory 등은 부품 Data Sheet을 확인하여 정확히 분류되었는지 점검함

③ 환경, 온도인자는 분석계획의 기준에 부합하는가?

- ☞ 부품(무기체계)에 적용된 환경 인자, 온도조건 등이 분석계획과 일치 유무를 점검함
- ☞ 환경, 온도 변환계수가 정확히 적용되었는지 확인함

환경 변환계수(MTBF 기준)

* 고장률 기준일 경우 역수를 적용함

TO(~으로)

Env.	GB	GF	GM	NS	NU	AIC	AIF	AUC	AUF	ARW	SF
GB	X	0.5	0.2	0.3	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	1.2
GF	1.9	X	0.4	0.6	0.3	0.6	0.4	0.2	0.1	0.2	2.2
GM	4.6	2.5	X	1.4	0.7	1.4	0.9	0.6	0.3	0.5	5.4
NS	3.3	1.8	0.7	X	0.5	1.0	0.7	0.4	0.2	0.3	3.8
NU	7.2	3.9	1.6	2.2	X	2.2	1.4	0.9	0.5	0.7	8.3
AIC	3.3	1.8	0.7	1.0	0.5	X	0.7	0.4	0.2	0.3	3.9
AIF	5.0	2.7	1.1	1.5	0.7	1.5	X	0.6	0.4	0.5	5.8
AUC	8.2	4.4	1.8	2.5	1.2	2.5	1.6	X	0.6	0.8	9.5
AUF	14.1	7.6	3.1	4.4	2.0	4.2	2.8	1.7	X	1.4	16.4
ARW	10.2	5.5	2.2	3.2	1.4	3.1	2.1	1.3	0.7	X	11.9
SF	0.9	0.5	0.2	0.3	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	X

RAM 분석기준 사례

구분	상세 내용		비 고
신뢰도	기계부품	NPRD-95/2011	유사제품비교
	전자부품	EPRD-97	유사제품비교
		MIL-HDBK-217F(N2)	부품부하분석 (PSA)
		신뢰도 정보 미제공	
	신뢰도 정보 제공	원제작사 제공자료 적용	
	분석 소프트웨어	Windchill Quality Solution 10.1	
정비도	MIL-HDBK-472		
가용도	MIL-STD-1388-2B		
운용환경	환경조건	GM(Ground Mobile)	MIL-HDBK-338B
	온도조건	43℃ (Worst case 적용)	운용 온도 : -32℃~43℃
	임무환산계수(Duty Cycle)	100 %	신규개발장비 적용
	단위환산계수(mile/hour)	1.0	

④ 데이터북의 값 선택은 분석계획의 기준에 부합하는가?

한국형 고장률 데이터북(KRDB)의 적용 여부를 검토하였는가?

- ☞ MIL-HDBK-217F 및 NPRD 데이터북에서 부품의 고장률(λ_p) 계산을 위한 각 Parameter들이 정확하게 선정되었는지 점검함
- ☞ 우리 군 데이터 기반 개발한 '한국형 고장률 데이터북(KRDB)'의 고장률 적용 여부를 검토함 (KRDB의 상세 설명은 IX.부록 참고)
- * 전자부품 : 운용환경, 분석온도, 품질등급 부여, 전기적 특성 입력 시 분석 계획에 따라 정확하게 입력되었는지 확인
- * 기계부품(비전자부품) : NPRD 분석절차나 분석계획의 신뢰도 적용 기준에 따라 고장률이 산출되었는지 확인

⑤ 제조사 품목 카탈로그의 속성이 모두 반영되었는가?

- ☞ 작동온도, Bits 수, Pin 수, Package type, 작동 전력, 열 저항, Capacitance 등 부품 카탈로그의 속성이 Windchill 분석에 반영되었는지 점검함

Data Sheet

Figure 1: 1Gb Mobile LPDDR Part Numbering

The diagram illustrates the part number MT46H64M16LFCK-6LIT:A and maps each segment to a specific parameter:

- MT**: Micron Technology
- 46**: Product Family (46 = Mobile LPDDR)
- H**: Operating Voltage (H = 1.8/1.8V)
- 64M16**: Configuration (64 Meg x 16, 32 Meg x 32)
- LF**: Addressing (LF = Mobile standard addressing, LG = Reduced page-size option)
- CK**: Package Codes (CK = 10mm x 11.5mm, VFBGA, green; CM = 10mm x 13mm, VFBGA, green)
- 6**: Cycle Time (-5 = 5ns *CK CL = 3, -54 = 5.4ns *CK CL = 3, -6 = 6ns *CK CL = 3, -75 = 7.5ns *CK CL = 3)
- L**: Power (Blank = Standard I_{DDQ}/I_{DD6}, L = Low-power I_{DDQ}/I_{DD6})
- IT**: Operating Temperature (Blank = Commercial (0°C to +70°C), IT = Industrial (-40°C to +85°C))
- A**: Design Revision (A = First generation)

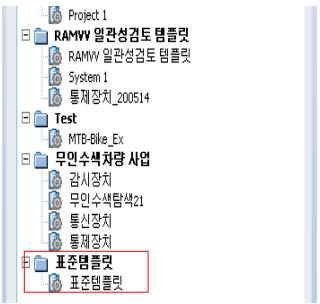
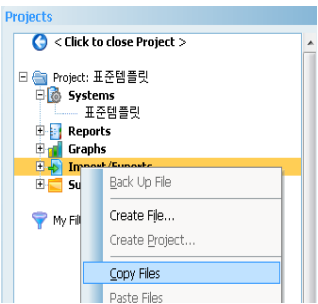
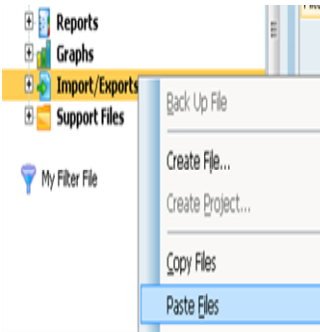
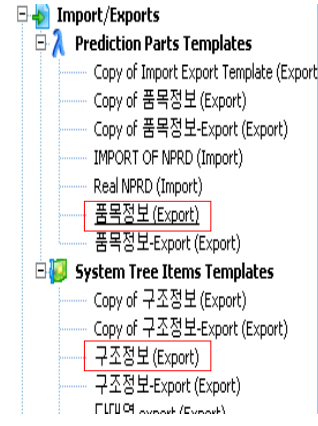
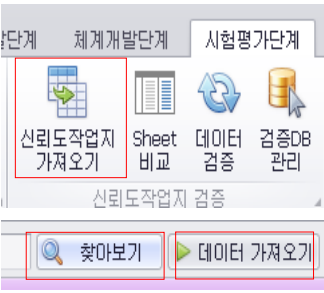
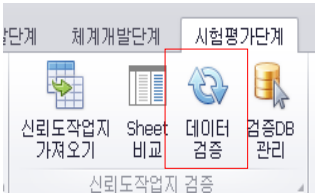
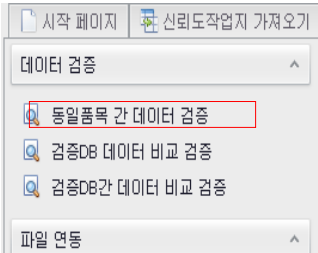
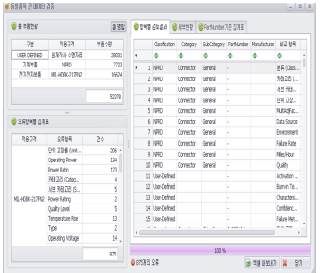
Windchill input data

Type	DRAM
Technology Type	CMOS
Quality Level	B-1
# of Bits	64
Pins	#
Package Type	Nonhermetic: DIPs, PGA, SMT
Years in Production	>=2.0
Initial Temp Rise	#.#
Operating Power	1.200
Thermal Resistance	28.000
Temperature Rise	33.6

⑥ 동일품목 간 예측모델 입력속성은 일관성 있는가?

☞ RAMV&V로 동일품목 간 부품 간 예측모델 입력속성의 일관성을 점검함

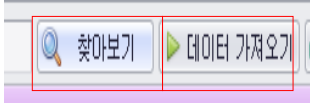
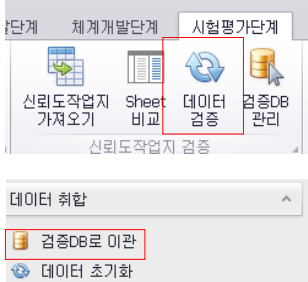
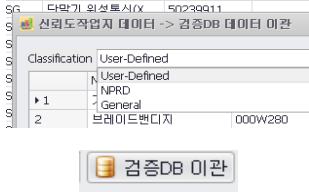
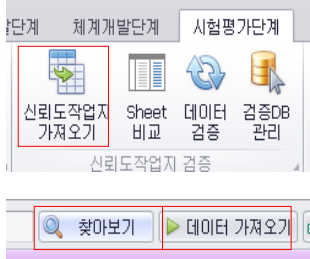
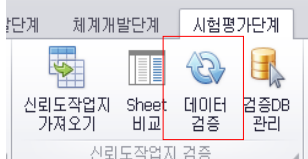
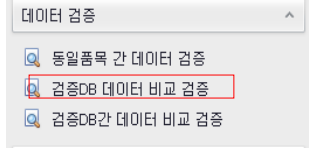
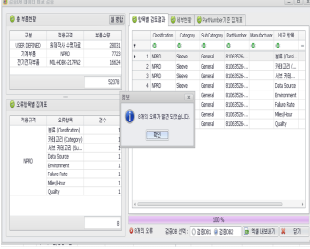
- 1) Windchill 원천자료에서 구조정보와 품목정보를 엑셀 템플릿 형태로 Export한다.
- 2) 1)의 파일을 RAM V&V 시험평가단계 “신뢰도 작업지 가져오기”로 로드한다.
- 3) 동일품목 간 데이터 검증을 수행하여 식별된 오류항목을 점검한다.

1	2	3
		File>Team File>Open> rms 파일 로드
4	5	6
		
7	8	9
		

⑦ 시제업체 간 동일품목의 예측모델 입력속성은 일관성이 있는가?

☞ RAMV&V로 개발 참여 업체 간 품목 예측모델 입력속성의 일관성을 점검함

- 1) A 업체 신뢰도 작업지를 가져온 후 검증 DB로 이관한다.
- 2) B 업체 신뢰도 작업지를 가져온 후 검증 1)의 데이터와 비교한다.
- 3) 동일품목에 대한 업체간 입력속성 불일치 항목을 점검한다.

1	2	3
 A 업체 신뢰도작업지 가져오기		 A 업체의 모든 부품정보를 검증 DB로 이관
4	5	6
 B업체 신뢰도 작업지 가져오기		 동일부품에 대하여, A 업체 입력정보(검증 DB)와 B 업체 입력정보를 비교
7		

⑧ 이중화 적용품목의 신뢰도 산출값은 정확히 계산되었는가?

- ☞ 이중화구조 품목과 형태가 정확히 반영되었는지 점검함
- ☞ 장비의 수량과 정비율이 정확히 반영되었는지 점검함

이중화구조 형태

[Load Sharing]

- 정비를 고려하지 않은 이중화 품목에 대하여 적용
- 해당 구성품을 교환하는 행위를 수행할 때 체계임무가 중단될 경우 사용하며, 이중화 품목 모두 고장났을 경우 정비를 수행

$$R(t) = \sum_{n=k}^N \binom{N}{n} e^{-n\lambda t} (1 - e^{-\lambda t})^{N-n}, MTBF = \int_0^{\infty} R(t) dt$$

[Standby Redundancy]

- 이중화 품목 중 예비품의 전원 미인가 상태의 대기구조에서 적용
- 고장품 교환 정비 수행 시 체계임무가 중단되지 않는 경우

$$MTBF = \frac{(L-D+1)}{\lambda D} + \sum_{j=1}^{L-D} \sum_{K=0}^{j-1} \frac{\prod_{n=K+1}^j \mu_n}{(D\lambda)^{j-K+1}}$$

[Active Redundancy]

- 이중화 품목 중 예비품의 전원을 인가하고 있는 대기구조에서 적용
- 고장품 교환 정비 수행 시 체계임무가 중단되지 않는 경우

$$MTBF = \sum_{j=0}^{L-D} \frac{1}{\lambda_j} + \sum_{j=1}^{L-D} \sum_{K=0}^{j-1} \left(\frac{\prod_{n=K+1}^j \mu_n}{\prod_{n=K}^j \lambda_n} \right)$$

L : 총 수량

D : 운용을 위해 필요한 수량

λ : 고장률

μ : 정비율 = $1/(MTTR+ALDT)$

⑨ 전자부품은 디레이팅(Derating) 설계를 수행하였는가?

☞ RAM 분석계획에 따라 디레이팅 분석을 정확하게 수행하였는지 점검함

디레이팅

- 전체 수명기간 동안 나타날 수 있는 장비 내부의 온도 상승으로 인한 내부 회로 및 부품의 손상을 방지하기 위해 정격치 보다 낮은 스트레스 범위에서 동작시키는 것

〈MIL-HDBK-1547A: ELECTRONIC PART 기준 소자별 Derating 값〉

순번	CATEGORY	SUBCATEGORY	DERATING PARAMETER	
			PARAMETER	Maximum Rating
1	Integrated Circuit	Linear	Power Stress Ratio	0.8
2		Logic, CGA or ASIC	Power Stress Ratio	0.8
3		Microprocessor	Power Stress Ratio	0.8
4		EEPROM	Power Stress Ratio	0.8
5	Integrated Circuit	PAL, PLA	Power Stress Ratio	0.8
6		GaAs MMIC	Power Stress Ratio	0.8
7		Memory	Power Stress Ratio	0.8
8	Semi-conductor	Detector, Isolator, Emitter	Power	0.5
9		Si FET	Power	0.5
10		Diode	Voltage Stress Ratio	0.75
11		Transistor	Voltage	0.7
12		Microwave Diode	Power	0.5
13	Capacitor	Chip, Ceramic (CDR)	Voltage	0.5
14		Solid, Elec, Tant (CSR)	Voltage	0.5
15		General Ceramic (CK, CKR)	Voltage	0.5
16		Feed Through, Paper (CZ, CZR)	Voltage	0.5
17		Lead Mount, Elec, Alum (CE)	Voltage	0.5
18		Chassis Mount, Elec, Alum(CU,CUR)	Voltage	0.5
19	Resistor	Film (RL, RLR, RN, RNR, RM)	Power	0.5
20		Chassis Mount, WW Power(RE,RER)	Power	0.5
21		Composition (RC, RCR)	Power	0.5
22		Trimmer, Var NonWW (RJ, RJR)	Power	0.5
23		Film, Power (RD)	Power	0.5
24		Film, Var NonWW (RVC)	Power	0.5
25		Network Film (RZ)	Power	0.5

순번	CATEGORY	SUBCATEGORY	DERATING PARAMETER	
			PARAMETER	Maximum Rating
26	Inductor	ALL	Temperature, Junction	30
27	Connection	ALL	Temperature, Ambient	50
28	Relay	ALL	Cuttent Stress Ratio	0.4

- 1) 무기체계의 신뢰도 작업지(PSA작업지 등)에서 각 전자부품의 Derating Parameter 입력값을 확인한다.
- 2) 각 전자부품의 Data Sheet(Catalog)에 명시된 최대전력, 최대전압을 확인한다.
- 3) 각 전자제품의 신뢰도 작업지 입력 Parameter값이 각 Category에 따라 Maximum Rating 이내로 설계되었는지 확인한다.

⑩ 정비활동 소요시간은 객관적 기준을 적용하였는가?

☞ RAM 분석계획에 따라 관련기준을 적절하게 준용하였는지 점검함

예시) MIL-HDBK-472에서 제공하는 시간기준에 따라 산출되었는지 확인. 시간기준 목록에 없는 정비행위는 실제 데이터나 객관적인 근거(전문가, 운전자, 개발자의 의견 등)에 따라 산출되었는지 확인

⑪ 가용도는 산출된 신뢰도와 정비도 값을 이용하여 정확히 계산되었는가?

☞ 신뢰도, 정비도가 가용도에 정확히 반영되었는지 확인함

☞ 군수신뢰도(모든 부품의 예측값)와 임무신뢰도(임무필수 부품으로 재그룹 계산)로 구분하여 산출하였는지 확인함

⑫ 업체가 수행한 신뢰성 시험결과가 정확히 반영되었는가?(필요시)

☞ (업체가 신뢰성 시험을 수행한 경우) 시험결과가 RAM 분석 결과에 정확히 반영되었는지 점검함

4.3 RAM값 재산출 및 RAM 목표값 충족여부 검토

● 체크리스트의 내용 확인 방법

⑬ 검증결과에 따라 부품의 고장률은 보수적으로 반영, 신뢰도를 재산출하였는가?

☞ 단위고장률이 상이한 동일품목에 대하여 보수적 기준(단위고장률 최대값)을 적용하여 신뢰도를 산출함

⑭ 재산출한 신뢰도를 반영한 가용도는 목표값을 충족하는가?

☞ ⑬에서 보수적 기준을 적용하여 재산출된 신뢰도를 반영해 가용도 재산출하고 RAM 목표값 충족 여부를 점검함

● 검토사례 #1. J 차량 탐색개발

① RAM 분석 산출물들의 내용은 서로 일치하는가?

☞ RAM 분석 산출물이 발간되기 전에 검토한 사례이므로 해당 없음

② 부품부하분석 예측모형 입력속성의 분류는 적절한가?

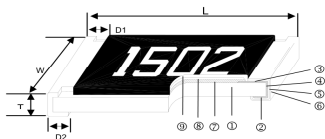
☞ 하위부품 “CR-03FL7-47K”의 입력속성 분류 확인, 이상 없음

Data Sheet

Thick Film Chip Resistor—CR Series



■ Construction



① Alumina Substrate	④ Edge Electrode (NiCr)	⑦ Resistor Layer (RuO ₂ /Ag)
② Bottom Electrode (Ag)	⑤ Barrier Layer (Ni)	⑧ Primary Overcoat (Glass)
③ Top Electrode (Ag-Pd)	⑥ External Electrode (Sn)	⑨ Secondary Overcoat (Epoxy)

— Category : Resistor

Subcategory : Film

Windchill input data

General Data

Part number:	CR-03FL7-47K
Part classification:	General ▾
Category:	Resistor ▾
Subcategory:	Film (RL, RLR, RN, RNR, RM) ▾

③ 환경, 온도인자는 분석계획의 기준에 부합하는가?

☞ J 차량의 환경, 온도인자 확인, 이상 없음

RAM 업무계획서 : RAM 분석 적용 기준

구분	상세 내용		비 고
운용환경	환경조건	GM(Ground Mobile)	MIL-HDBK-338B
	온도조건	43℃ (Worst case 적용)	운용 온도 : -32℃ ~ 43℃
	임무환산계수(Duty Cycle)	100 %	신규개발장비 적용
	단위환산계수(mile/hour)	1.0	

Windchill input data

Calculation Data

Name:	00 차량
Calculation model:	MIL-HDBK-217 FN2
Method:	(No Method)
Temperature:	43.00
Temperature delta:	#.#
Environment, 217 / Telcordia:	GM - Ground Mobile
Environment, dormant:	Ground
Duty cycle:	100.00

④ 데이터북의 값 선택은 분석계획의 기준에 부합하는가?

☞ “1N4937-E3_54” 부품의 품질등급 적용 기준 확인결과 이상 없음

⑤ 제조사 품목 카탈로그의 속성이 모두 반영되었는가?

☞ “1N4937-E3_54” 부품의 카탈로그 속성 확인결과 이상 없음

RAM 업무계획서 : 품질등급 적용 기준

구 분	운용 온도별 품질 등급			
	0~70℃	-40~85℃	-55~125℃	NO DATA
IC	COM(Lower)	B-1	B	COM(Lower)
Semiconductor	COM(Lower)	JAN	JANTX	COM(Lower)
Resistor	COM(Lower)	MIL	M	COM(Lower)
Capacitor	COM(Lower)	MIL	L	COM(Lower)
Inductor	Coil	MIL	P	COM(Lower)
	Transformer	MIL	MIL	COM(Lower)
Switch	COM(Lower)	MIL	MIL	COM(Lower)
Relay	MECHANICAL	MIL	M	COM(Lower)
	Solid state, time delay	MIL	MIL	COM(Lower)
Connector	COM(Lower)	MIL	MIL	COM(Lower)
Electronic Filter	COM(Lower)	MIL	MIL	COM(Lower)
Miscellaneous	COM(Lower)	MIL	MIL	COM(Lower)

Data Sheet

MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

PARAMETER	SYMBOL	1N4933	1N4934	1N4935	1N4936	1N4937	UNIT
Maximum repetitive peak reverse voltage	V_{RRM}	50	100	200	400	600	V
Maximum RMS voltage	V_{RMS}	35	70	145	280	420	V
Maximum DC blocking voltage	V_{DC}	50	100	200	400	600	V
Maximum average forward rectified current 0.375" (9.5 mm) lead length at $T_A = 75^\circ\text{C}$	$I_{F(AV)}$	1.0					A
Peak forward surge current 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load	I_{FSM}	30					A
Maximum reverse recovery current	I_{RM}	2.0					A
Operating junction and storage temperature range	T_J, T_{STG}	- 50 to + 150					$^\circ\text{C}$

Windchill input data

Prediction Data

Quality Level

JANTX

Diode Type

Switching

Operating Voltage

#.#

Rated Voltage

600.00

Voltage Ratio

#.#

⑥ 동일품목 간 예측모델 입력속성은 일관성 있는가?

동일장비 내 동일품목 예측속성 확인결과 총 32건의 입력속성 오류 확인

Failure Rate 오류 : 총 1건 확인

구분	Part Number	Name	Failure Rate
System805	DCM3623T50T0680M70	전원공급기	0
System1766	DCM3623T50T0680M70	전원공급기	1.69532

Thermal Resistance 오류 : 총 1건 확인

구분	Part Number	Name	Thermal Resistance
System2622	SN74LVC1G08DBVR	집적회로, 디지털형	154.200
System2814	SN74LVC1G08DBVR	집적회로, 디지털형	145.200

Temperature Rise 오류 : 총 30건 확인

구분	Part Number	Name	Temperature Rise
System568	K4T1G164QG-HCE7 ,SAMSUNG, 1Gbit, 84ball FBGA	메모리	0
System1529	K4T1G164QG-HCE7 ,SAMSUNG, 1Gbit, 84ball FBGA	메모리	0.6

⑦ 시제업체 간 동일품목의 예측모델 입력속성은 일관성이 있는가?

☞ 업체 간 예측속성 확인결과, 총 546건의 일관성 오류 확인

동일 품목의 예측속성 입력값 상이

- 헬리컬코일 계열 부품(MA3279-101, 102, 104, 105, 140) 분류(Classification)
 - ① 00장치 : NPRD ↔ ② 00장치 : User-Defined
- 헬리컬코일 계열 부품(MA3279-101, 102, 104, 140) 카테고리(Category)
 - ① 00장치 : Insert ↔ ② 00장치 : Fasteners and Hardware
- 동일품목 Quality Level
 - 캐패시터(CL10B104KB8NNNC) - ① 00장치 : M / ② 00장치: L
 - 저항(RC0603JR-070RL, WR06X-101JTL, 332JTL, 472JTL 등) - ① 00장치 : P / ② 00장치: M
- 볼트(KS B 1003 계열), 나사(KS B 1023 계열) Tensile Strength, Endurance Limit

Part Number	Name	비교항목	00장치 (A업체)	00차량 (B업체)
KS B 1003 M3X8-A2-50	6각 구멍볼트	Tensile Strength	145.038	72.519
		Endurance Limit	58.0115	36.259

⑧ 이중화 적용품목의 신뢰도 산출값은 정확히 계산되었는가?

☞ 해당 없음

⑨ 전자부품은 Derating 설계를 수행하였는가?

☞ 하위부품의 Power Stress Ration 불만족 사례 확인

부품 MP1593_SOIC08의 Operating power Derating Maximum rating 초과 식별

Part Number	구분	power(W)	확인결과	System Tree
MP1593_SOIC08	작업지	Operating	불만족	System608
	입력값	5 / 2.25		System1525
	Data Sheet	Max. 0.0036		System1569

⑩ 정비활동 소요시간은 객관적 기준을 적용하였는가?

☞ 신뢰도 분석결과에 대한 검증만 수행하였으므로 해당 없음

⑪ 가용도는 산출된 신뢰도와 정비도 값을 이용하여 정확히 계산되었는가?

☞ 신뢰도 분석결과에 대한 검증만 수행하였으므로 해당 없음

⑫ 업체가 수행한 신뢰성 시험결과가 정확히 반영되었는가? (필요시)

☞ 해당 없음

⑬ 검증결과에 따라 부품의 고장률은 보수적으로 반영, 신뢰도를 재산출하였는가?

☞ 단위고장률 상이품목의 보수적 기준적용, 재산출

〈단위고장률이 상이한 동일품목에 대한 보수적 단위고장률 적용〉

- 00장치(0.4Hr 감소) : (수정 전 MTBF) - 368.8Hr / (수정 후 MTBF) - 368.4Hr
- 00장치(0.1Hr 감소) : (수정 전 MTBF) - 730.1Hr / (수정 후 MTBF) - 730.0Hr

⑭ 재산출한 신뢰도를 반영한 가용도는 목표값을 충족하는가?

☞ 해당 없음

이면은 공백임

획득사업
RAM 업무 수행 매뉴얼

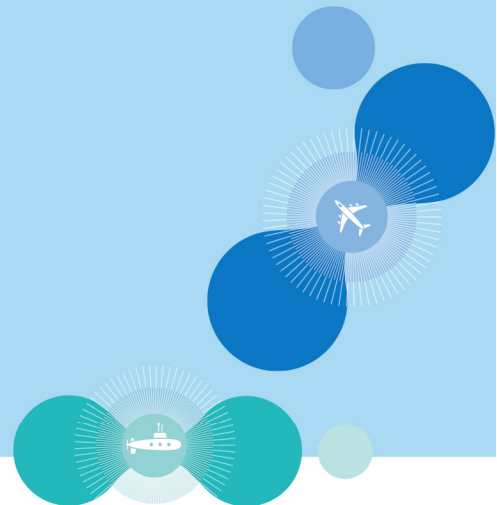
RAM Guidebook for Defense Acquisition

V

신뢰성시험 대상품목 검토

1. 관련규정
2. 검토시기
3. 신뢰성 시험 대상 선정
4. 업무 체크리스트
 - 4.1 선정기준의 적절성
 - 4.2 대상선정의 적절성

Defense Agency for
Technology and Quality



1 관련규정

방위사업관리규정

제79조(체계개발 내용)

① 주요장비, 부체계 및 핵심부품·구성품과 핵심기술들을 통합하여 시제품을 제작하고, 이 과정을 통하여 핵심부품·구성품으로부터 완성체계까지의 성능을 검증하며, 부체계들 간의 인터페이스 문제 해결과 체계통합의 기술적 위험도를 감소시킨다. 이 경우 핵심부품·구성품은 체계개발계획 수립 단계에서 고장유형영향 및 치명도 분석 결과, 창정비 대상품목 및 부품단종 등을 고려한 사업/체계별 특성에 맞는 핵심부품·구성품 선정 기준을 수립한다. 이 경우, 핵심부품·구성품 선정기준에 따른 시험대상은 상세 설계검토 시까지 선정한다.

무기체계 RAM 업무지침

제6조(업무분장)

- ④ 전문연구기관
- 2. 국방기술품질원
- 라. 신뢰성시험 대상품목 검토, 시험항목 및 시험기준 검토, 시험결과 검증 등
신뢰성업무 전반에 대한 기술지원

제7조(기본원칙)

- ⑦ RAM 시험평가의 신뢰성 시험은 방위사업관리규정 제79조에 따라 선정된 핵심부품·구성품의 고장모드 및 고장원인을 수명시험 등을 통해 확인하여야 하며 신뢰성 평가는 RAM 분석결과를 통해 제시된 RAM 분석값의 달성여부를 확인하는 것을 말한다.

[별표1] RAM 검토위원회 운영기준

- 4. 의결사항
- ④ 신뢰성시험 핵심부품, 구성품 신뢰성시험
 - 신뢰성설계를 기반으로 핵심부품, 구성품을 선정하였는지 여부

2 검토시기

- 핵심부품 · 구성품 선정기준에 따른 시험대상은 상세설계검토 전까지 검토
- 상세설계검토 전까지 RAM 검토위원회를 통하여 의결하여 선정
 - ☞ SFR/SRR, PDR에서 핵심부품 · 구성품 선정기준과 대상, 신뢰성 시험의 주요 요건(환경 스트레스, 신뢰수준 등)을 확정하고자 사례가 있으므로 관련된 규정에서 정해진 시점과 절차를 준수하도록 검토의견을 제시하여야 함

3 신뢰성 시험 대상 선정

- RAM 시험평가의 신뢰성 시험은 핵심부품 · 구성품 수명시험 등으로 확인 (RAM 업무지침 7조 ⑦)
- 핵심부품 · 구성품의 선정기준은 고장유형영향 및 치명도 분석결과(이하 FMECA), 창정비 대상 품목 및 부품 단종 등을 고려한 사업체계별 특성 등을 고려하여 기준 설정(방위사업관리규정 제79조 ①)
- 핵심부품 · 구성품의 선정기준은 핵심부품 · 구성품이 선정될 수 있도록 수립

4 업무 체크리스트

순	구분	내 용
①	선정기준의 적절성	선정기준으로부터 신뢰성 시험의 대상이 되는 핵심부품 · 구성품이 식별되었는가?
②		핵심부품 · 구성품 선정기준에서 계량형 또는 계수형 기준(지표)인 경우에 해당 체계의 신뢰성(도) 영향을 판단하기에 적합한 기준인가?
③		핵심부품 · 구성품 선정기준에서 계량형 기준(지표)의 정의가 올바른가?
④		정성적인 계량형 또는 계수형 기준(지표)임에도 정량적인 선정기준으로 정의하지 않았는가?
⑤		선정기준의 항목과 의사결정 절차가 해당 체계의 신뢰성(도)에 중요한 핵심부품 · 구성품을 식별할 수 있도록 제시되었는가?
⑥	대상선정의 적절성	핵심부품 · 구성품의 선정기준에 따른 산출결과가 신뢰성 설계를 기반으로 반영된 결과물인가?
⑦		FMECA가 MIL-STD-1629에 따라 수행되었는가?
⑧		핵심부품 · 구성품을 대상을 식별하기 위해 수립된 선정기준이 적합하게 적용되었는가?
⑨		선정기준에 따라 식별된 핵심부품 · 구성품은 해당 체계의 신뢰성(도)에 중요한 영향을 미치는 품목인가?

4.1 선정기준의 적절성

- 선정기준은 핵심부품·구성품이 식별되어 선정될 수 있도록 수립되어야 함

☞ 선정기준에 따라 식별되는 핵심부품·구성품이 없다면 기준을 수정

- 핵심부품·구성품 선정을 위한 기준으로 고장유형영향 및 치명도 분석(FMECA) 결과, 창정비 대상품목 및 부품단종, 필수임무기능에 해당되는 경우, 기술성숙도 평가 결과 상대적으로 낮은 기술수준인 경우 등을 고려할 수 있으며, 그 밖에 신뢰도에 영향을 미치는 요인으로 이에 제한되지는 않음

방위사업관리규정

제79조(체계개발 내용)

- ① ... 이 경우 핵심부품·구성품은 체계개발계획 수립 단계에서 고장유형영향 및 치명도 분석 결과, 창정비 대상품목 및 부품단종 등을 고려한 사업/체계별 특성에 맞는 핵심부품·구성품 선정 기준을 수립한다. 이 경우, **핵심부품·구성품 선정기준에 따른 시험대상은 상세설계검토 시까지 선정한다.**

방사청 무기체계 시험평가 실무 가이드북(2012.7.)

3. 핵심부품·구성품 신뢰성 시험(정량적 평가)

가. 개발시험평가 계획 수립 시 포함사항

- 시험 대상 핵심부품·구성품 결정
 - 치명부품, 예측결과 미달 품목 등을 대상으로 설정
 - 필수임무 수행에 영향을 미치는 부품
 - 기술적 성숙도가 상대적으로 낮아 개발의 위험도가 높은 부품
 - 연구개발을 통하여 신규로 개발하는 부품

- 체크리스트의 내용 확인 방법

① 선정기준으로부터 신뢰성 시험의 대상이 되는 핵심부품·구성품이 식별되었는가?

☞ 핵심부품·구성품 선정기준에 따라 신뢰성 시험의 대상이 선정되지 않았다면 선정기준은 신뢰성 시험 대상이 정해질 수 있도록 수정

② 핵심부품·구성품 선정기준에서 계량형 또는 계수형 기준(지표)인 경우에 해당 체계의 신뢰성(도) 영향을 판단하기에 적합한 기준인가?

☞ 핵심부품·구성품 선정기준으로 제시된 계량형이거나 계수형인 기준이 품목의 신뢰성(도)에 대한 리스크를 식별하기 위하여 적합한가를 확인

* DFMEA의 리스크 우선 순위(RPN)를 핵심부품·구성품 선정기준으로 제시하는 사례

FMEA에 대한 목적과 절차 그리고 관련된 조치로 최종 산출된 RPN의 의미를 이해하여야 함. DFMEA는 설계 중의 고장 모드를 식별하여 리스크 평가, 리스크 저감을 위한 조치를 수행한 후 리스크를 재평가하는 반복적인 과정이며, 리스크 평가의 계량적 지표는 RPN으로 평가자의 주관적 평가임. 연구개발주관기관이 DFMEA가 목적과 절차에 따라 수행하고 종료하였다면 발생도(P), 심각도(S), 검출도(D)에 따라 대책을 수립하고, 리스크를 낮추기 위한 설계 조치 활동 수행하여 수용할 수 있는 리스크 수준으로 RPN이 낮아졌다는 것임.

특정 고장 모드에 대하여 조치 방안이 제한되어 고객의 위험 수용이 불가피한 경우가 있는 경우라 아니라면 이는 리스크를 낮출 수 있는 설계 대책이 수립되었기 때문에 더 이상 DFMEA의 RPN은 위험 우선 순위를 결정하는데 변별력이 낮음. 또한, RPN은 고장 모드에 대하여 조치하기 위한 우선 순위를 제시하는 것이지 품목에 대한 대표적 리스크를 대표하지 못함. 이러한 DFMEA의 수행결과와 RPN의 의미를 고려할 때 선정기준으로 RPN을 적용하는 것을 권고하지 않음.

* 모드 치명도 (Mode Criticality, C_m)를 핵심부품·구성품 선정기준으로 제시하는 사례

FMECA에 대한 절차는 MIL-STD-1629에서 인용할 수 있음. 인용 절차에 따라 FMECA를 수행하였다면 FMEA(Task 101)를 수행하고, 고장 모드에 대한 치명도 평가(Task 102)에 따라 모드 치명도(C_m)와 품목 치명도(Item Criticality, C_i)가 산출됨.

핵심부품·구성품을 선정하기 위해서 품목의 치명도가 제시되어야 하지만, 모드 치명도를 선정기준으로 제시하는 사례가 있으며, 품목의 고장 모드를 “○○○ 품목 고장” 등 검토 대상이 되는 품목의 고장 모드 분석 없이 “고장”이나 “기능 불능”으로 품목의 고장 모드를 한 가지로 정의하고 FMECA를 수행하는 사례가 있음.

고장 모드별 리스크가 아닌 품목에 대한 신뢰성(도) 리스크를 식별하기 위한 지표를 사용하도록 권고하여야 함.

③ 핵심부품·구성품 선정기준에서 계량적 기준(지표)의 정의가 올바른가?

☞ 계량적 기준의 정의가 인용 근거에 따라 정의되었는지 확인

* 리스크 (Risk), 심각도 (Severity), 치명도 (Criticality), 발생도 (Probability of Occurrence) 등 인용 근거에서 정의된 의미를 구분하지 않고 혼용하는 사례

☞ 계량적 기준을 산출하기 위해 정의된 산식에 대한 인용 근거가 합당한가 확인

* 인용 근거에서 정의된 수식의 구성 항목의 정의나 의미와 달리 사용하거나 산출하는 사례

- * 인용 근거에서 정의된 수식과 다른 사례
 - * 수치 기준에 대한 인용 근거의 적용이 해당 체계에 적절하지 않은 사례
- 예시) 항공기 적용 기준 발생도, 위험도 등 기준을 지상무기체계에 적용하는 경우

④ 정성적인 계량형 또는 계수형 기준(지표)임에도 정량적인 선정기준으로 정의하지 않았는가?

- ☞ 계량형 또는 계수형의 수치로 표현되는 기준(지표)가 정성적 성질로 특정 수치를 기준하여 신뢰성(도)에 위험 여부를 판단하기 제한됨에도 정량적 기준값이 있는 것과 같이 선정기준을 정하는 사례

마치 특정 기준값 이상은 위험, 이하는 안전한 것처럼 정량적 기준값을 결정하는 경우가 있음. 하지만, RPN, 치명도 등 수치로 표현되지만 산출과정에서 주관적 요인이 반영되거나 지표를 산출하는 과정이 반복되면서 변하는 값임. 따라서, 수치로 표현되더라도 정성적 성질의 값이라면 신뢰성(도)에 위험 평가를 위한 고려 서열로 사용하는 것을 권고함.

예시) 위험등급 2 이상, 치명도 10,000 이상 등의 선정기준은 지양

⑤ 선정기준의 항목과 핵심부품·구성품 식별에 대한 의사 결정 절차는 해당 체계의 신뢰성(도)에 중요한 품목을 식별할 수 있도록 제시되었는가?

- ☞ 선정기준은 해당 체계의 신뢰성(도)에 관련하여 중요한 부품을 구분할 수 있도록 선정되어야 함
 - ☞ 선정기준의 중요도는 모두가 동등하지 않으므로 제시된 선정기준 항목에 대하여 중요도 순위가 고려되어야 함
 - ☞ 선정기준의 중요도로부터 핵심부품·구성품 식별을 위한 의사 결정 절차가 수립되어야 함
- * 모든 선정기준을 충족하는 품목이 없으므로 핵심부품·구성품이 없다는 사례가 있으며, 선정기준을 모두 만족하는 경우 선정하는 방식 지양

4.2 대상선정의 적절성

- 핵심부품 · 구성품의 선정은 RAM 검토위원회에서 의결함
- 핵심부품 · 구성품의 선정은 신뢰성 설계를 기반으로 이루어져야 함

무기체계 RAM 업무지침

제6조(업무분장) RAM 업무 수행을 위한 업무분장은 다음과 같다.

③ 연구개발주관기관

1. RAM 업무계획서 작성 (탐색 및 체계 개발실행계획서에 포함)
2. RAM 목표값 설정 관련 제반사항 검토
3. 개발단계 RAM 업무수행

가. 설계고장영향분석(D-FMEA)을 적용한 신뢰성 설계

- 나. 무기체계 적기 정비를 위한 정비성 설계
- 다. 핵심부품, 구성품의 신뢰성시험 계획 수립 및 수행
- 라. RAM 분석 수행 및 RAM 목표값 달성 여부 확인
- 마. RAM 업무 관련 산출물 제출 및 관리

[별표1] RAM 검토위원회 운영기준

4. 의결사항

- ④ 신뢰성시험 핵심부품, 구성품 신뢰성시험
 - 신뢰성설계를 기반으로 핵심부품, 구성품을 선정하였는지 여부

● 체크리스트의 내용 확인 방법

⑥ 핵심부품 · 구성품의 선정기준에 따른 산출결과가 신뢰성 설계를 기반으로 반영된 결과물인가?

- ☞ D-FMEA가 수행되고, 신뢰성 설계의 결과가 핵심부품 · 구성품 선정기준의 결과 도출에 반영되어야 함
- ☞ D-FMEA와 FMECA를 구분하지 않고 FMEA로 기술하거나 같은 것처럼 기술하는 사례
- ☞ D-FMEA의 분석내용, 조치사항 등이 “설계”의 FMEA가 아닌 사례
 - * 조치사항으로 “품질관리 활동 강화”, “공정가이드 준수”, “점검절차서 발행” 등 “설계”가 아닌 “생산” 단계의 조치사항을 D-FMEA의 조치로 하여 RPN을 낮추는 사례
- ☞ D-FMEA의 조치로 리스크 관리가 결과물에 대하여 FMECA를 수행하고 치명도를 평가하는 것이 타당함
 - * D-FMEA에서 수행한 결과와 MIL-STD-1629에 따라 수행한 Task 101 FMEA, Task 102 Criticality Analysis가 연계되지 않는 사례

- * 연구개발주관이 D-FMEA 수행할 때 사용하는 서식과 MIL-STD-1629의 FMECA를 수행할 때 FMEA 양식에 포함된 구성내용에 차이가 있음

⑦ FMECA가 MIL-STD-1629에 따라 수행되었는가?

- ☞ FMECA 절차에 대한 지침이 기술된 표준은 MIL-STD-1629이며, 이외의 관련 문헌에서도 MIL-STD-1629를 인용하고 있음
- ☞ FMECA 절차에 MIL-STD-1629 외의 인용 표준이 있다면 이를 확인하여야 함
- ☞ MIL-STD-1629의 안내된 내용과 다르게 FMECA를 수행하거나 적절하지 않은 결과물을 제출하는 사례
 - * 분석 대상 품목의 고장 모드가 품목의 본래 기능 고장이나 불능 하나로 정의하는 등 품목의 개별 고장 모드 분석을 하지 않는 사례

예시) 품목이 “구동기 조립체”인데 고장 모드가 “구동 기능 불가” 한 가지로 분석
 - ☞ 모드 치명도 (C_m)과 품목 치명도 (C_r)의 의미를 반영하지 않고 모드 치명도만을 제시하여 핵심부품·구성품을 선정기준으로 하려는 사례
 - * 선정기준으로 품목 치명도를 산출하도록 권고하고 있음
 - ☞ 고장 모드, 고장 유형비 (α), 고장 영향 확률 (β)에 대한 분석이 적절하지 않는 사례

예시) 품목의 고장 모드는 해당 품목의 “고장” 하나, 고장 유형비는 품목 “고장율/상위 품목 고장률”, 고장 영향 확률은 1로 하는 경우 이렇게 계산된 각 품목의 치명도 사이의 관계는 단순한 고장률의 제곱에 비례하게 됨

⑧ 핵심부품 · 구성품을 대상을 식별하기 위해 수립된 선정기준이 적합하게 적용되었는가?

- ☞ 핵심부품·구성품의 선정기준이 정해진 대로 계산, 검토되어 선정을 위한 의사결정이 가능하도록 적용되었는지를 확인함

⑨ 선정기준에 따라 식별된 핵심부품 · 구성품은 해당 체계의 신뢰성(도)에 중요한 영향을 미치는 품목인가?

- ☞ 선정기준에 따라 식별된 품목이 해당 체계의 신뢰성(도)에 중요한 영향을 차지하고 있는 품목인지 최종으로 종합적인 의사 검토가 필요함
- ☞ 만약, 식별된 품목이 해당 체계의 신뢰성(도)에 중요한 영향이 있지 않다면, 선정기준의 산출 과정, 의사결정 절차 등을 다시 확인하고 부적절하다고 판단될 경우 선정기준을 다시 수립하여야 함

획득사업
RAM 업무 수행 매뉴얼

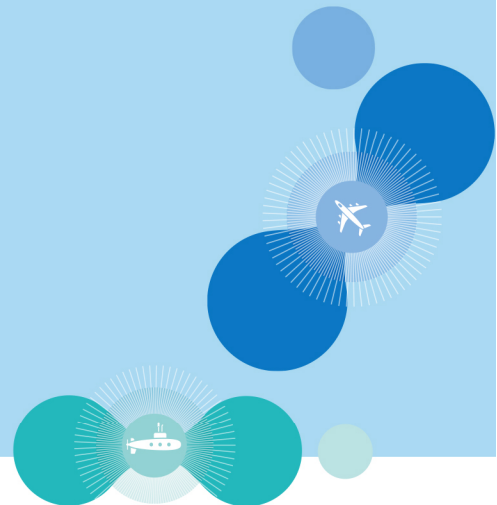
RAM Guidebook for Defense Acquisition

VI

핵심부품·구성품 신뢰성시험계획 검토

1. 관련규정
2. 검토시기
3. 핵심 검토사항
4. 업무 체크리스트
 - 4.1 기본사항
 - 4.2 신뢰성 시험의 검증력
 - 4.3 신뢰성 시험의 요구사항
 - 4.4 신뢰성 시험계획서의 작성

Defense Agency for
Technology and Quality



1 관련규정

총수명주기관리업무훈령

제66조(RAM 시험평가)

- ④ 신뢰성 시험의 통과 기준은 신뢰성 설계를 통해 핵심부품·구성품에 할당된 신뢰도값을 기준으로 한다.
- ⑤ 방사청은 신뢰성 시험의 기준, 절차, 방법, 시험일정 및 비용을 신뢰성 시험계획 수립단계에서 기품원(국방신뢰성연구센터)에 검토 요청할 수 있으며, 이 경우 기품원장은 방사청의 의견을 반영하여 사업의 일정과 비용 등에 문제가 없도록 검토하여야 한다.

무기체계 RAM 업무지침

제6조(업무분장)

- ④ 전문연구기관
2. 국방기술품질원
- 라. 신뢰성시험 대상품목 검토, 시험항목 및 시험기준 검토, 시험결과 검증 등
신뢰성업무 전반에 대한 기술지원

제7조(기본원칙)

- ⑦ RAM 시험평가의 신뢰성 시험은 방위사업관리규정 제79조에 따라 선정된 핵심부품·구성품의 고장모드 및 고장원인을 수명시험 등을 통해 확인하여야 하며 신뢰성 평가는 RAM 분석결과를 통해 제시된 RAM 분석값의 달성여부를 확인하는 것을 말한다.

제20조(업무기준)

- ⑤ 신뢰성 시험의 통과 기준은 신뢰성 설계를 통해 핵심부품·구성품에 할당된 신뢰도값을 기준으로 한다.
- ⑥ 통합사업관리팀장은 신뢰성 시험의 기준, 절차, 방법, 시험일정 및 비용을 신뢰성 시험계획 수립단계에 신뢰성센터에 검토 요청하여야 하며 이 경우 신뢰성센터는 통합사업관리팀장의 의견을 반영하여 사업의 일정과 비용 등에 문제가 없도록 검토하여야 한다.

2 검토시기

- 방사청에서 합참으로 시험평가기본계획서를 제출 전까지 검토
- 시험평가기본계획서 확정 전 또는 개발시험평가 전에 별도의 시험을 진행하고자 한다면 핵심부품·구성품에 대한 별도의 시험평가계획서를 합참으로 제출하기 전까지 검토

합참 무기체계시험평가 업무 규정

제33조(시험평가기본계획 수립 및 시험평가)

⑤ 시험평가기본계획서 작성 시에는 다음의 각 호를 고려하여 작성한다.

1. 방사청에서 제출한 핵심부품·구성품 선정 결과는 시험평가기본계획서에 포함하고 세부적인 **핵심부품·구성품 시험계획은 개발시험평가계획서에 반영**하여 개발시험평가 시 수행하며, 그 시험 성적서를 개발 시험평가 결과에 포함. 다만, 핵심부품·구성품의 효율적인 시험평가 진행을 위해 **연구개발주관기관은 별도의 시험평가계획서를 작성하여 방사청을 통해 합참에 제출하고 합참이 승인한 경우에는 시험평가기본계획서 확정 전 또는 개발시험평가 전에 별도의 시험을 진행**하거나 기술적 타당성이 입증되는 경우 개발단계에서 수행한 시험평가 결과를 활용 가능

3 핵심 검토사항

- 핵심부품·구성품의 할당된 신뢰도 값을 검증하는 것은 체계개발 사업의 “RAM 시험평가” 업무에서 “신뢰성 시험”의 통과 여부를 결정함
- 규정된 시험 표준이나 절차서의 통과를 기준으로 하는 환경시험과 달리 규정에서 요구하는 체계개발 사업에서 신뢰성 시험 통과 기준은 “할당된 신뢰도 값”의 달성을 확인해야만 하는 정량적인 신뢰성 시험에 해당함
 - * 방사청 무기체계 시험평가 실무 가이드북에서도 핵심부품·구성품 신뢰성 시험을 정량적 평가로 기술하고 있음
- 신뢰성 시험계획이 핵심부품·구성품 할당된 신뢰도 값을 검증(verification)에 합당하게 수립된 시험인지를 중심으로 검토하여야 함

총수명주기관리업무훈령

제66조(RAM 시험평가)

④ 신뢰성 시험의 통과 기준은 신뢰성 설계를 통해 핵심부품·구성품에 할당된 신뢰도값을 기준으로 한다.

무기체계 RAM 업무지침

제20조(업무기준)

⑤ 신뢰성 시험의 통과 기준은 신뢰성 설계를 통해 핵심부품·구성품에 할당된 신뢰도값을 기준으로 한다.

4 업무 체크리스트

순	구분	내 용
①	기본사항	핵심부품·구성품의 할당된 신뢰도가 올바르게 정의되어 있는가?
②		선택한 시험 방법이 신뢰도 값을 검증할 수 있는 시험인가?
③	신뢰성 시험의 검증력	운용환경분석이 합리적으로 수행되어 시험 설계에 반영되었는가?
④		선택한 시험 방법의 시험 설계 방법에 따라 시험 시간, 시료수, 허용 고장수 등이 올바르게 정의되어 있는가?
⑤		시험품의 수명분포를 가정한 경우 합리적인 근거를 제시하고 있는가?
⑥		가속시험으로 시험을 설계한 경우 가속성 성립에 대한 검토와 근거를 충분히 보장 하도록 제시하였는가?
⑦		설계된 시험 조건이 충분한 검증력을 가지고 있는가?
⑧	신뢰성 시험의 요구사항	시험수행기관의 자격에 대한 요구사항을 정의하였는가?
⑨		시험 환경, 시험장비 및 측정기기, 소급성 관리에 대한 요구사항을 정의하였는가?
⑩		시험품의 모니터링 방법, 검사 주기, 검사 항목과 방법, 검사의 주체와 확인/감독 자 등 시험이 유효하게 수행되었음을 확인할 수 있는 요구사항이 정의되었는가?
⑪		시험 중단과 재개, 계획서의 정의되지 않는 고장 등 우발 상황에서의 의사결정 절차와 조치방법에 대한 요구사항이 정의되었는가?
⑫		시험 결과 판정에 대한 요구사항에 모호함은 없는가?
⑬	신뢰성 시험 계획서의 작성	인용한 표준, 규격이 적합하게 인용되었는가?
⑭		SI 단위계를 사용하여 작성하였는가?
⑮		시험의 일정과 비용에 대한 검토가 반영되어 있는가?

4.1 기본사항

- 방위사업관리규정 제79조에 따라 선정된 핵심부품·구성품 총수명주기관리업무훈령 제66조 ④항, 무기체계 RAM 업무지침 제20조 ⑤항의 규정에 따라 할당된 신뢰도값에 대하여 검증되도록 신뢰성 시험을 설계하여야 함. 즉, 신뢰도 값이 산출되거나 검증되는 신뢰성 시험 방법을 적용 하여야 함
- 이를 위해서는 “신뢰도”의 정의에 따라 신뢰성 시험계획서가 작성되어 있는가를 기본적으로 확인하여야 함
- 체크리스트의 내용 확인 방법

① 핵심부품·구성품의 할당된 신뢰도가 올바르게 정의되어 있는가?

☞ 신뢰도는 “제품이 ㉔규정된 사용조건에서 ㉔특정 기간 동안 ㉔의도된 기능을 수행할 ㉔확률”로 정의됨

☞ ㉔규정된 사용조건은 시험품의 운용 부하 조건, 환경 부하 조건(자연환경부하, 유도환경부하)으로 시험계획에 시험 조건으로 반영되어야 함

예시 1) 지상에서 이동 운용하는 무기체계로 “Ground Mobile(GM)” 환경조건임에도 신뢰성 시험 설계에 환경부하를 온도만 반영하여 지상에 고정된 “Ground Fixed(GF)”나 “Ground Benign(GB)”의 환경조건으로 시험을 계획하는 경우는 규정된 사용조건이 올바르게 정의되지 않은 것임

예시 2) RAM분석 시에는 “Airborne, Inhabited, Cargo (A_{IC})” 조건으로 하위 구성품의 신뢰도 할당을 하여 목표 RAM을 검증하고 시험 조건은 상온으로 결정하는 경우는 규정된 사용조건이 올바르게 정의되지 않은 것임

☞ ㉔의도된 기능과 그 기능이 달성되지 않는 조건인 고장에 대한 명확한 판정 기준이 시험계획에 정의되어야 함

* 고장 항목, 측정방법, 고장판정의 기준 등이 기술되지 않으면 시험 결과의 판정이 모호하게 됨

☞ ㉔특정 기간과 ㉔확률은 핵심부품·구성품에 할당된 신뢰도 값으로 시험 검증의 목표가 됨

* 핵심부품·구성품에 할당된 신뢰도 값은 B_1 수명, B_{10} 수명, MTBF 등으로 시간과 확률이 명시적으로 정해짐

* 핵심부품·구성품의 신뢰도 값의 정의가 불분명하게 정의되었거나 합당하게 계산되지 않은 사례

예시) 체계의 RBD가 n 중 k 구조임에도 이를 고려하지 않고 신뢰도를 임의 지정한 사례

② 선택한 시험 방법이 신뢰도 값을 검증할 수 있는 시험인가?

- ☞ 신뢰성 시험은 신뢰도를 검증할 수 없는 신뢰성 개선 및 취약성 파악 등의 목적으로 수행하는 시험(HALT, HAST, ESS 등)도 있음
- ☞ 체계개발 시 핵심부품·구성품의 신뢰성 시험은 신뢰도가 검증되는 시험 방법을 선택하여야만 함
예시) 핵심부품·구성품의 신뢰성 시험을 ESS로 수행하겠다고 계획서를 제출한 사례
- ☞ 시험 설계 절차와 방법을 숙지하지 않은 사례
예시) 가속 수명 시험(ALT, Accelerated Life Test)와 가속 시험(Accelerated Test)을 구분하지 못하는 경우, 가속 수명 시험으로 설계한다고 기술하였으나 실제로는 RDT (Reliability Demonstration Test)로 시험을 설계한 경우

4.2 신뢰성 시험의 검증력

- 신뢰성 시험이 검증력을 가지고 합당하게 설계되었는가를 검토함
- 신뢰성 시험의 설계 조건에 따라서 신뢰도의 검증력에 영향을 미침
 - ☞ 검증의 신뢰수준, 샘플링 수량, 시험 부하의 인자, 시험 부하 인자 조건, 시험에서 적용한 가정(수명분포, 수명분포의 모수, 가속수명모델, 가속수명모델의 계수 등) 등이 신뢰도 값의 검증력에 영향을 미침
 - ☞ 신뢰성 시험의 검증력에 영향을 미치는 요소는 신뢰성 시험에서 리스크이며, 이에 대한 검토가 이루어져야 함

● 체크리스트의 내용 확인 방법

③ 운용환경분석이 합리적으로 수행되어 시험 설계에 반영되었는가?

- ☞ 사용조건에 따라서 동일한 품목이라도 신뢰도는 달라지므로, 신뢰도 할당 시 “규정된 사용조건”을 기본으로 체계 운용 개념 및 핵심부품·구성품의 운용환경분석을 통하여 운용 부하와 환경 부하(자연 및 유도환경부하)가 신뢰성 시험의 조건으로 반영되어야 함
예시) 자주포에 탑재되는 품목임에도 온도만을 환경부하로 시험 조건에 반영한 사례. 이 경우는 체계 운용 환경이 “Ground Mobile(GM)”임에도 “Ground Fixed(GF)”로 검증한 결과가 됨. 즉, “규정된 사용조건”이 부적합함
- ☞ 운용환경분석을 수행하였으나 그 적용이 부적절한 사례

* 운용환경분석을 수행하고 주요인 하나만을 선택해서 시험 조건에 반영하여 시험 조건으로 반영하는 사례

* 운용환경분석의 내용과 시험품의 설계구조나 운용조건 등이 부합하지 사례

예시) 시험품은 밀폐구조로 습도의 영향이 없으나 전자부품이라는 사유를 들어 온도-습도 가속모델을 적용하여 시험을 설계하여 가속계수를 산출하는 사례. 이 경우 습도에 영향이 없는 품목임에도 온도-습도 가속모델을 적용하여 가속계수를 과대 산출하여 시험 시간을 부적합하게 단축한 것임

④ 선택한 시험 방법의 시험 설계 방법에 따라 시험 시간, 시료수, 허용 고장수 등이 올바르게 정의되어 있는가?

☞ 신뢰성 시험 설계에 적용하는 계산식이 이론적 이해함 없이 적용하여 시험 시간, 시료수, 고장수 등이 부적합한 사례

* 시험에 유효하게 포함되는 시간을 정의하지 않거나 이를 고려하지 않고 시험 시간을 이론식을 적용하여 산출하는 사례

* Weibayeses 시험 계획을 적용할 때 총 시험 시간(total test time)에 대한 이해 없이 시험 시간을 산출하는 사례

『Nelson, W. Weibull Analysis of Reliability Data with Few or No Failures. Journal of Quality Technology, Vol. 17, No. 3, 1985, pp. 140-146.』 참고

⑤ 시험품의 수명분포를 가정한 경우 합리적인 근거를 제시하고 있는가?

☞ 신뢰성 시험을 시험품의 수명분포와 모수를 가정한 경우 합당한 근거를 포함하여 시험계획을 작성하여야 함

예시) 전자부품은 일반적으로 지수분포로 가정한다는 등 근거가 합당하게 제시되지 않는 경우

⑥ 가속시험으로 시험을 설계한 경우 가속성 성립에 대한 검토와 근거를 충분히 보장하도록 제시하였는가?

☞ 신뢰성 시험에 소요되는 시간을 단축하기 위하여 가속시험으로 시험을 설계하였으나 가속성 성립 여부, 가속계수의 산정근거에 대한 근거가 부족한 사례

예시) 전자부품이므로 온도에 대한 활성화 에너지를 0.7 eV로 가정한다는 등 근거가 합당하게 제시되지 않는 경우

☞ 가속계수를 산출하는 이론식을 적용하였으나 이론식 적용에 사용된 수치값이 합당하지 않은 사례

예시) 고장률 데이터북에서 관련 정보를 인용하였으나 그 적용이 해당 고장률 데이터북의 지침과 달리하는 경우

⑦ 설계된 시험 조건이 충분한 검증력을 가지고 있는가?

- ☞ 신뢰도 시험 조건 (인가 부하의 종류, 크기, 주기, 시험의 검증 수준 등)는 시험 결과의 검증력 확보에 직접적인 요인이 됨
- ☞ 신뢰도 시험 설계 방법에 따라서 위험(소비자 위험이나 생산자 위험 혹은 두 가지 모두)을 가지고 있어 시험 설계 조건에 따라 위험도는 달라짐
- ☞ 대표적으로 적용하는 신뢰도 시험 방법 중에 소비자 위험 기반의 시험 설계에서 시험 결과의 검증력을 결정하는 신뢰수준은 소비자가 수용하는 위험도를 결정하게 됨. 따라서, 시험의 신뢰수준이 낮을수록 소비자의 위험도는 높아지게되므로 시험의 검증력이 충분한가는 검토되어야 함

4.3 신뢰성 시험의 요구사항

- 신뢰성 시험이 유효하게 수행되었음을 보장하고 확인하기 위한 요구사항이 시험계획에 포함되어 있는가를 검토함
- 신뢰성 시험에 포함되는 절차, 인력, 장비, 의사결정방법, 우발상황에 대한 조치 등 사전에 수립된 요구사항에 따라 시험이 수행될 수 있도록 함
- 체크리스트의 내용 확인 방법

⑧ 시험수행기관의 자격에 대한 요구사항을 정의하였는가?

- ☞ 방위사업관리규정 제79조 5항에 따라 핵심부품·구성품에 대한 시험은 공인시험기관 또는 청에서 승인한 기관(국과연 포함)에서 수행하여야 함
- ☞ 방위사업관리규정 제79조 6항에 따라 방사청이 시험기관을 승인할 경우 ISO/IEC17025 등의 준수 여부를 고려하여야 함

방위사업관리규정

제79조(체계개발 내용)

- ⑤ 연구개발주관기관은 개발시험평가 시 제1항에 따라 선정된 **핵심부품·구성품에 대한 시험은 공인시험기관 또는 청에서 승인한 기관(국과연 포함)에서 수행**하고, 시험 성적서를 개발시험평가 결과에 포함하여 제출하여야 한다. ...
- ⑥ 청은 **제5항에 따른 시험기관 승인 시 ISO/IEC17025, AS9100, ISO 9001 등 국제표준화기구(ISO)에서 지정한 국제규격 또는 이에 준하는 민수규격(한국산업표준(KS), 정부규격) 준수여부를 고려**한다.

☞ 공인시험기관이라도 인정된 범위 외의 시험에 대하여 공인시험성적서는 발급되지 않음

* 사례에 따라서 다음의 사안을 검토할 필요가 있음

시험기관	시험기관 상황	이슈 사항
공인시험기관	공인시험성적서 발급이 되는 경우	없음
	공인시험성적서 발급이 되지 않는 경우	공인성적서의 지위를 갖지 않음. 비공인 성적서(일반성적서) 인정 여부
청 승인 기관	공인시험기관인 경우	없음 공인시험기관의 지위로 방위사업관리규정 제79조 ⑥항의 준수 여부가 확인됨.
	공인시험기관이 아닌 경우	방위사업관리규정 제79조 ⑥항의 준수여부를 청 확인 필요
	자체시험	제3자 검증이 아닌 연구개발주관기관 자체 시험 인정 여부

⑨ 시험 환경과 장소, 시험장비 및 측정기기, 소급성 관리, 오차와 허용차 등에 대한 요구사항을 정의하였는가?

☞ 시험 장소에 대한 요구사항을 명확히 규정하지 않는 사례

* KS A 0006, MIL-STD-810 등의 시험 관련 표준에서 요구되는 시험장소의 온도, 습도, 기압의 조건과 허용차 등을 인용하여 시험장소에 대한 요구사항을 정의

* 시험 환경 (테스트 섹션)의 요구사항과 시험 장소(시험이 이루어지는 공간)의 요구사항은 같지 않을 수 있음

☞ 시험 온도, 습도, 전압, 전류 등 시험 환경에 대한 요구사항을 명확히 규정하지 않는 사례

* 시험 온도, 습도, 전압, 전류 등 시험품에 공급되고, 시험의 유효한 조건을 유지하는데 필요한 항목의 기준값, 허용차 등을 불명확하게 계획하는 사례

☞ 시험에 사용되는 장비, 측정기기 등의 요구되는 측정 범위, 정확도, 불확도 등의 성능에 대한 요구사항을 시험계획에 포함하지 않는 사례

☞ 시험에 사용되는 장비, 측정기기 등의 교정주기와 시험기간 내 교정 만료 여부, 점검 및 검사에 대한 주기와 검사항목 등 소급성 유지에 대한 계획이 수립되지 않는 사례

예시) 신뢰성 시험 중 시험장비의 교정주기가 도래하였으나 신뢰성 시험계획에 이에 대한 조치 절차를 규정하지 않아 이견이 발생하는 사례

⑩ 시험품의 모니터링 방법, 검사 주기, 검사 항목과 방법, 검사의 주체와 확인/감독자 등 시험이 유효하게 수행되었음을 확인할 수 있는 요구사항이 정의되었는가?

- ☞ 유효하게 인정할 수 있는 시험시간 산정을 위해 필요한 시험품의 모니터링 방법, 검사에 대한 기준과 방법이 정의되어야 함
 - * 시험이 중단, 유효한 시험 조건을 유지하지 않았을 경우를 확인하기 위한 모니터링 방법이 수립되어야 함
 - * 만약, 연속적인 모니터링으로 요구되는 시험의 요건을 확인이 되지 않는다면 검사/확인 주기와 방법, 유효한 시간의 결정 기준 등을 요구사항에 반영하여야 함
- ☞ 신뢰성 시험 중 검사가 수행되어 유효한 기록을 남길 때 시험수행자, 확인이나 감독을 수행하는 자의 적합한 지위에 대하여 요구사항이 규정되어야 함

⑪ 시험중단과 재개, 계획서의 정의되지 않는 고장 등 우발 상황에서의 의사결정 절차와 조치 방법에 대한 요구사항이 정의되었는가?

- ☞ 시험 중 점검, 장비 고장, 시험품의 이상 등 시험이 중단되어야 하는 경우의 조치 절차, 시험중단 후 시험을 재개하기 위한 의사결정 절차와 시험의 재개 방법에 대한 요구사항이 규정되어야 함
- ☞ 예상 가능한 중단 사유 이외의 우발적인 예측 불가한 중단이 발생하였을 때 의사결정의 절차와 의사결정 권한자에 대한 요구사항을 규정하여야 함

⑫ 시험 결과 판정에 대한 요구사항에 모호함은 없는가?

- ☞ 시험수행의 적부, 시험 결과의 합격/불합격을 판단할 수 있는 계수형 고장 기준, 계량형 성능 기준을 구분하여 기준값, 수치처리와 판정 기준(유효숫자, 수치 맺음 규칙 등)에 대한 요구사항을 정의하여야 함
- ☞ 결과 판정의 기준은 계량형, 계수형 등으로 모호함이 없이 요구사항으로 반영하여야 함
 - 예시) 외관의 손상이 없어야 한다고 할지라도 어떠한 손상 흔적도 없어야 하는 것인지 어느 크기 이상, 허용되는 개수 등과 같이 판정기준의 모호함이 없어야 함
- ☞ 시험 결과에 통계처리에 대한 수치 맺음, 결과 판정을 위한 유효숫자 등을 명확히 요구하여야 함
 - * 시험 수행의 유효함을 확인할 수 있는 시험 환경의 기준, 시험 부하 등과 같은 시험의 조건, 시험 결과의 합부를 판단하게 되는 고장의 판정이나 시험품의 정상 상태 여부를 판단할 수 있는 항목에 대한 기준 수립, 유효숫자와 수치 맺음 규칙, 판정 방법 등에 대한 요구사항이 반영되어야 함

- * 수치 랩셋 처리 방법, 시험 결과의 합부판정을 위한 기준(반올림이나 버림의 적용, 유효숫자 등)에 대한 표준, 규격(ASTM E29, KS Q 5002 등)을 참고하여 시험 결과의 수치처리에 대한 요구사항이 반영되어야 함

4.4 신뢰성 시험계획서의 작성

- 신뢰성 시험계획서의 작성과 관련하여 단위와 수치의 표현, 인용 표준 규격의 최신 규격 확인 등에 대한 내용에 대한 검토

- 체크리스트의 내용 확인 방법

⑬ 인용한 표준, 규격이 적합하게 인용되었는가?

- ☞ 인용한 표준, 규격이 유효한 최신판을 적용하여야 함. 다만, 최신판 적용이 제한되는 경우에는 해당 문헌 인용에 대한 타당한 사유가 설명되어야 함
- ☞ 신뢰성 시험 계획서에 인용되지 않는 표준, 규격이 있다면 제외하여야 하며, 인용 문헌의 일부 인용인지, 전체 인용인지에 대한 구분을 하여야 함
- ☞ 인용의 내용과 한계를 명확히 기술함으로써 이해관계자 간 해석에 대한 이견이 없도록 하여야 함

⑭ SI 단위계를 사용하여 작성하였는가?

- ☞ SI 단위계와 그 표현 방법을 따르도록 권고하고 있음. ISO 80000-1의 지침에 따라 수치를 기술함으로써 단위와 양의 해석에 대한 이견이 없도록 하여야 함
- 예시) 연구개발주관기관은 “온도 : $25 \pm 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ”로 표기하였으나 관련 표준에 따라 “온도 : $(25 \pm 10) \text{ }^{\circ}\text{C}$ ”로 표기하는 것을 권고함

⑮ 시험의 일정과 비용에 대한 검토가 반영되어 있는가?

- ☞ 핵심부품 구성품에 대한 신뢰성 시험은 개발시험평가(DT)이며, 합참의 승인에 따라 개발시험평가 이전에 진행을 할 수 있음
- * 일부 연구개발주관기관이 개발시험평가 이전에 시험을 진행하고 종료해야 한다는 이유로 시험 일정을 짧게 산정한 후 시험의 신뢰수준을 바꿀 수 없다는 사유를 제시함. 개발시험평가 기간을 포함하여 시험 일정을 검토하여야 함

합참 무기체계시험평가 업무 규정

제33조(시험평가기본계획 수립 및 시험평가)

⑤ 시험평가기본계획서 작성 시에는 다음의 각 호를 고려하여 작성한다.

1. 방사청에서 제출한 핵심부품·구성품 선정 결과는 시험평가기본계획서에 포함하고 세부적인 **핵심부품·구성품 시험계획은 개발시험평가계획서에 반영**하여 개발시험평가 시 수행하며, 그 시험 성적서를 개발 시험평가 결과에 포함. 다만, 핵심부품·구성품의 효율적인 시험평가 진행을 위해 **연구개발주관기관은 별도의 시험평가계획서를 작성하여 방사청을 통해 합참에 제출하고 합참이 승인한 경우에는 시험평가기본계획서 확정 전 또는 개발시험평가 전에 별도의 시험을 진행**하거나 기술적 타당성이 입증되는 경우 개발단계에서 수행한 시험평가 결과를 활용 가능

☞ 개발시험평가 기간 안에서 핵심부품·구성품의 신뢰성 시험 계획의 일정과 비용이 검토되어야 하며, 비용을 고정 비용(시료 및 치구제작비)와 시험 시간에 따라 추가되는 변동 비용(임차료, 시험장비 사용료 등)를 나누어 검토되어야 함

획득사업
RAM 업무 수행 매뉴얼

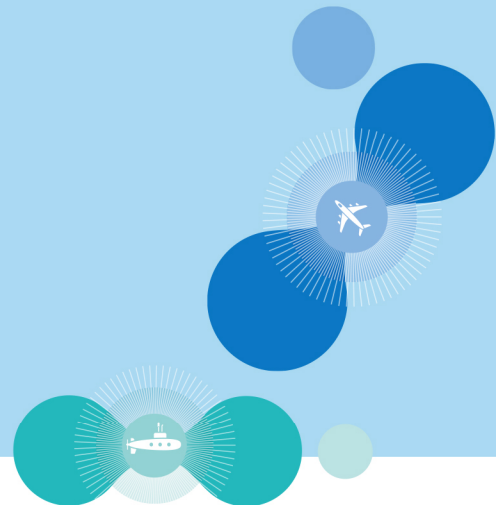
RAM Guidebook for Defense Acquisition

VII

획득사업 RAM 업무계획 검토

1. 관련규정
2. 검토시기
3. 검토범위
4. 업무 체크리스트
 - 4.1 RAM 요구사항
 - 4.2 RAM 업무 관리
 - 4.3 RAM 업무 절차
 - 4.4 산출물 관리

Defense Agency for
Technology and Quality



VII

획득사업 RAM 업무계획 검토

1 관련규정

무기체계 RAM 업무지침

제33조(개발 기본계획서 작성) ① 통합사업관리팀장은 탐색 및 체계 개발기본계획서(이하 개발 기본계획)에 RAM 업무계획을 반영하여야 한다.

제35조(개발 실행계획서 작성) ① 연구개발주관기관은 다음 각 호의 내용을 포함한 RAM 업무수행 계획을 개발 실행계획서에 포함하여 통합사업관리팀장에게 제출하여야 한다.

※ RAM 업무계획은 별도로 작성 또는 실행계획에 반영 가능 명시(무기체계 RAM 업무편람(103p))

2 검토시기

- 문서 작성 시기에 맞추어 개발계획서(기본-제안서 작성 전, 실행-계약 후)를 검토
- 구매사업의 경우, 별도의 RAM 업무계획은 없으며, RFP에 포함된 목표값 충족여부 판단을 위한 자료 확보에 중점을 둠

3 검토범위

- “무기체계 RAM 업무편람(p30)”에 요구된 장·절 구성요소

- | | |
|----------------------------|------------------------|
| 1. 개요 | 4.2 신뢰성·정비성 설계 |
| 1.1 업무목적 | 4.2.1 D-FMEA(FMECA) 계획 |
| 1.2 업무기준 | 4.2.2 고장유형 및 고장식별 |
| 1.3 업무범위 | 4.2.3 RAM 분석(예측) |
| | 4.2.4 설계대안분석 |
| 2. RAM 요구사항
(RAM 잠정목표값) | 4.3 RAM 시험평가 |
| | 4.5 주요 검토회의 |
| | 4.6 획득 산출물 검토 |
| 3. RAM 업무관리 | 5. 개발산출물 관리 |
| 3.1 업무조직 | 5.1 산출물의 정의 |
| 3.2 일정, 계획 | 5.2 산출물의 관리 및 활용 |
| 4. RAM 업무 절차 | 6. RAM 품질보증방안 (필요시) |
| 4.1 RAM 목표값 설정 | |

4 업무 체크리스트

순	구 분		내 용
①	RAM 요구사항		소요군 요구사항인 RAM 잠정목표값이 명시되었는가?
②	RAM 업무 관리	업무조직	RAM 업무 수행을 위한 조직(기관, 업체)과 업무내용이 세부적으로 기술되어 있는가? 특히, 업체간(체계종합, 협력) 업무관계가 제시되어 있는가?
③		일정, 계획	계획된 업무의 일정, 방법 등이 구체적인가?
④	RAM 업무 절차	RAM 목표값 설정	RAM 목표값 설정 시기와 방안이 제시되어 있으며 RAM 검토위원회를 통해 확정토록 계획되었는가?
⑤		신뢰성·정비성 설계방안	D-FMEA, 신뢰성 성장관리 등 신뢰성·정비성 설계를 위한 방안이 구체적으로 제시되어 있는가?
⑥		RAM 분석(예측)	RAM 분석을 위한 분석 범위, 기준, 방법 등이 구체적으로 기술되어 있는가?
⑦		핵심부품·구성품 신뢰성 시험	RAM 검토위원회를 통해 핵심부품 구성품을 선정하였으며, 신뢰성 시험을 계획하고 있는가?
⑧	개발 산출물 관리	RAM 시험평가	RAM 목표값 달성 여부를 확인하는 시험평가계획이 포함 되었는가?
⑨		산출물 정의	무기체계 RAM 업무지침이 요구하는 RAM 산출물이 납품(제출) 목록에 포함되었는가?
⑩		산출물 관리	상기 정의된 산출물에 대한 관리 계획이 구체적으로 기술되어 있는가?

4.1 RAM 요구사항

- 총수명주기관리업무훈령은 중기전력소요서에 RAM 잠정목표값을 제시토록 요구

총수명주기관리업무훈령

제33조(체계지원성과지표 및 주요 현안 관리) ① 체계지원성과지표 관리는 주요 무기체계 및 전력지원 체계의 운영척도를 나타내는 것으로 다음 각 호와 같이 가동률(운용가용도), RAM 분석결과, 수명주기비용 등을 관리함을 말한다.

...

2. RAM 및 RAM-C 분석결과는 다음 각 호와 같이 관리한다.

가. 소요기획단계는 중기전력소요서에 RAM 잠정목표값을 포함

...

● 체크리스트의 내용 확인 방법

① 소요군 요구사항인 RAM 잠정목표값이 명시되었는가?

☞ 소요군이 요구한 RAM 잠정목표값이 RAM업무계획에 명시되었는지 확인함

00 유도탄 체계개발 실행계획서(일부)

· RAM 목표값 : 10년 저장 후 신뢰도 80% 이상

· RAM 목표값 달성여부 검증 (자료평가)

- 검증대상 : 저장신뢰도 분석결과

- 검증시기 : ILS 입증시험

· RAM 분석결과보고서 작성

4.2 RAM 업무 관리

- RAM 업무 수행을 위한 조직, 일정 및 업무분장이 타당한지 확인함
- RAM 업무 관리 분야에는 체크리스트 ④ ~ ⑧의 수행주체, 방법, 기관-업체 간 협업관계와 주관부서의 관리방법(회의체 등) 등이 포함되어야 함
- 또한, RAM은 설계특성이므로, 업무 분장에는 설계 부서의 참여가 필수적임
- 체크리스트의 내용 확인 방법

② RAM 업무 수행을 위한 조직(기관, 업체)과 업무내용이 세부적으로 기술되어 있는가? 특히, 업체간 (체계종합↔협력), 개발업체 부서간(체계종합↔설계↔ILS)업무관계가 제시되어 있는가?

☞ 업무분장에는 관계를 선연적으로 명시하기 보다는, 업무의 수행, 확인, 지원 등과 관련된 구체화된 내용이 포함되어야 함.

[좋은 사례]

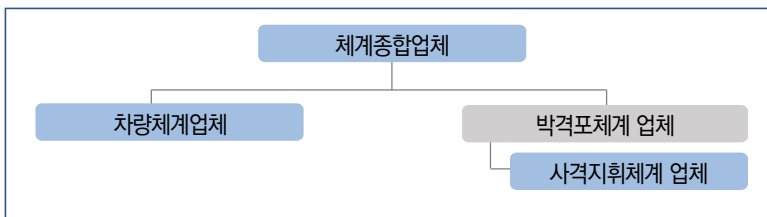
[00 차량 체계개발]

* 누가 어떤 업무를 수행하는지 알 수가 없음(책임, 권한 관계 명시 미흡)

2) 시제 및 협력업체 RAM 관리방안

가) RAM 업무수행 관련 조직 및 인력 편성 방안

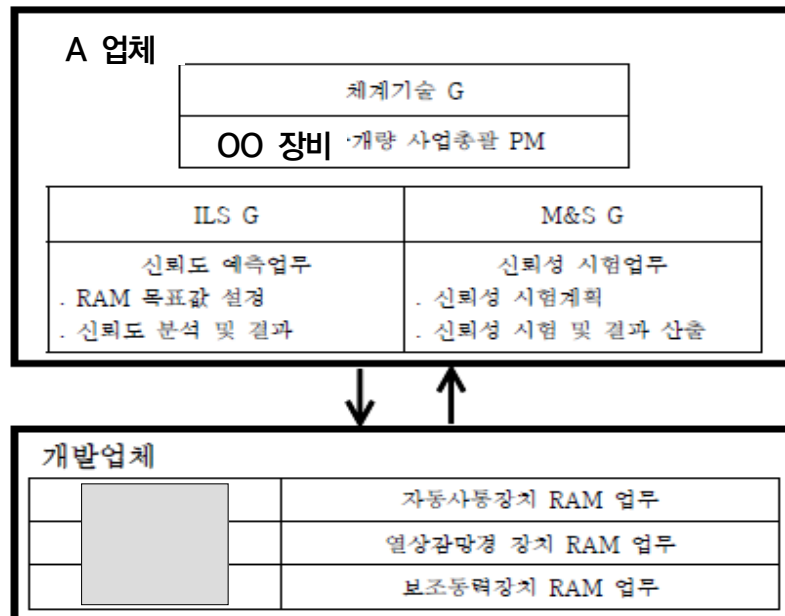
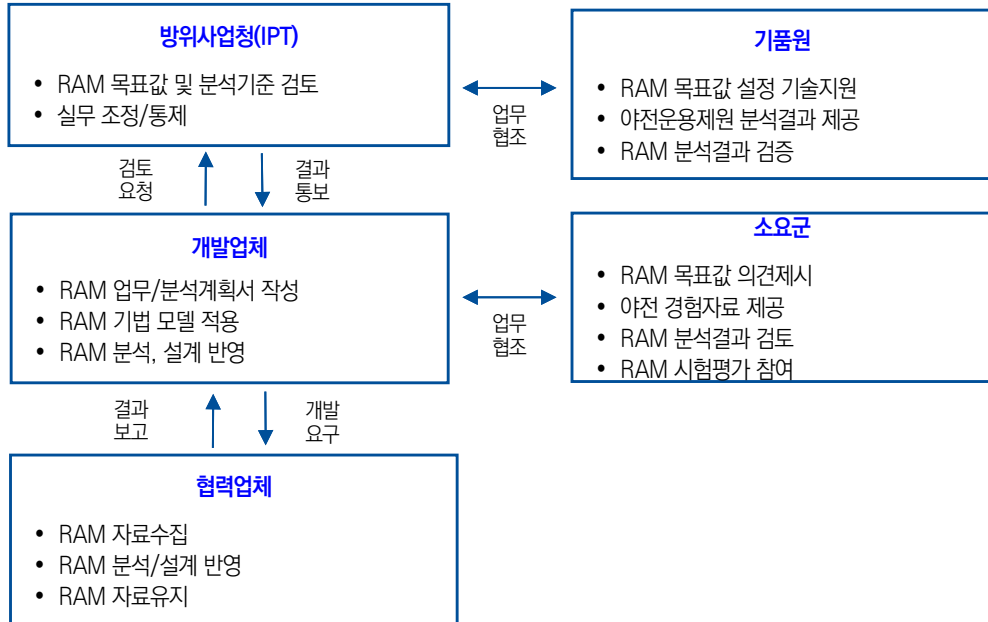
(1) RAM 업무수행 조직



좋은 사례

[OO 포 체계개발]

* 기관별 책임과 권한 관계, 협력업체와의 관계와 업무 분장 명시



③ 계획된 업무의 일정, 방법 등이 구체적인가?

☞ 체크리스트 ④ ~ ⑧과 관련한 활동의 일정, 절차의 명확한 제시 여부 확인

00 포 체계개발

* 개발계획서에 포함된 RAM 업무 분야별 일정과 절차가 상세히 반영됨

구 분	'14년				'15년				'16년			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
○ RAM 분석계획서 작성			-		-							
○ RAM 업무계획서 작성				-	-							
○ 기초자료수집												
- [] 사업결과				-	1/E							
- BOM/도면(CDR회의 결과)				-								
○ 성능개량품 RAM 목표값 설정				12								
- [] 결과												
- 유사장비 RAM 적용												
○ 고장정의 및 판단기준 설정					8/E							
○ RAM 예측												
- 성능개량품목					2							
○ 신뢰도 시험												
- 시험계획 수립 및 품목 결정												
- 신뢰도 시험 준비 및 실시								10/E				
- 신뢰도 시험결과 및 분석								12/E				
- 설계 보완 (초도양산 적용)									-	-	-	-
* 목표 미달품목 한정												
○ RAM 분석보고서 작성/보완												
- 신뢰도 분석결과 적용 작성					5							
- 신뢰성 시험결과 반영 보완								12				

4.3 RAM 업무 절차

- RAM 업무계획서에 포함된 세부 RAM 업무들을 계획서의 수행방법과 기준을 상세히 기술하는 장·절임
- 사업의 특성을 고려하여 신뢰성·정비성 설계활동 수행 여부를 확인하고, 핵심부품·구성품의 선정 여부와 신뢰성시험 수행계획을 검토
- 체크리스트의 내용 확인 방법

④ RAM 목표값 설정 시기와 방안이 제시되어 있으며 RAM 검토위원회를 통해 확정토록 계획되었는가?

☞ “무기체계 RAM 업무지침” 제13조(설정방법)에 따른 절차 명시 유무 확인

※ 구체적인 RAM 목표값 설정 방법은 “Ⅲ. RAM (잠정)목표값 검토” 장·절 참조

00 포 성능개량 체계개발

* RAM업무 계획서에 설정방안과 기준을 구체적으로 제시함

3.1. RAM 목표값 설정

3.1.1. 목표값 예측을 위한 기본적인 가정

- 가. 계획정비(주간-연간정비) 시간은 불가동(TDT) 시간으로서 체계의 모든 장치가 불가동한 것으로 본다.
- 나. 비계획정비는 독립적으로 발생하는 것으로 간주하고, 행정/군수지원시간은 비계획정비가 발생할 경우에 발생한다.
- 다. 계획정비, 비계획정비 및 행정/군수지원시간을 제외한 나머지 시간은 운용 가능시간(TUT)으로 간주한다.
- 라. 여기서, 운용가능시간(TUT)은 운용시간(OT), 경계시간(AT) 및 대기시간(ST)이 포함된 시간이며, 경계시간(AT) 및 대기시간(ST)은 별도로 구분하지 않는다.

3.1.2. RAM 목표값 설정을 위한 적용기준

□포 RAM 목표값 설정을 위하여, 현재 운용 중인 □포 분석결과에 따른 적용기준은 아래와 같다.

가. □포의 환경조건

구 분		목 표 성 능	시험 기준 (MIL-STD-810G)
온도	고온	+50℃ 온도에서 정상 운용	□포 체계규격서 기준
	저온	-32℃ 온도에서 정상 운용	□포 체계규격서 기준
전자파		기능/성능 저하가 無	□포 체계규격서 기준
강 우		강우환경 노출시 정상운용	□포 체계규격서 기준

* 참조한 근거를 구체적으로 제시함

3.1.3. RAM 목표값

가. 목표 신뢰도 설정

- 1) [] 포의 신뢰도 목표는 신규 RAM 분석 대상품인 성능개량 품목의 신뢰도 목표값을 고려하여 설정하고 관리한다. [] 공용품목에 대해서는 후속군수지원 사업결과를 활용한다.
- 2) 신규 RAM 분석 대상품의 신뢰도 목표는 다음과 같다.

품 목	신뢰도 목표	목표설정 근거
자동차격통제 장치	623	1. [] 신뢰도 분석자료 활용 - 전시통제기, 통신제어기, 전원공급기 (Duty cycle 68.13 → 100으로 환산) 2. [] 국산화품목 : 포구초속 측정기 3. [] 야전자료 : 사통축전지, 케이블/배선장치 4. 신뢰성 시험 목표값 : 회로카드(9종)
조종수 열상감망경	2,517.9	1. [] 신뢰도 분석자료 활용 - 열상감망경(Duty cycle 100 적용) 2. 추가 품목 적용 - 전시기조립체 - 외부 케이블 2종 3. 신뢰성시험 목표값 : 열상감망경, 전시기

※ 상기 사업은 “무기체계 RAM 업무지침” 전면개정 전 사업(‘16년)으로 “RAM 검토위원회”는 미 실시, 실무회의를 통해 목표값 결정

00 탐지기 체계개발

* RAM 목표값은 RAM 검토위원회를 통해 결정함을 명시

사. RAM 목표값 달성 방안

1) RAM 설계방안

가) 체계개발 목표 신뢰도, 정비도, 가용도 설계 반영

- (1) RAM 목표값은 RAM 검토위원회를 통해 확정한다.
- (2) 확정된 RAM 목표값을 부체계별 담당하여 [] RAM 목표값에 충족되도록 설계에 반영한다.

⑤ D-FMEA, 신뢰성 성장관리 등 신뢰성·정비성 설계를 위한 방안과 업무분장이(체계종합↔설계) 구체적으로 제시되어 있는가?

☞ 분야별 수행방안 확인

00 대공포 체계개발

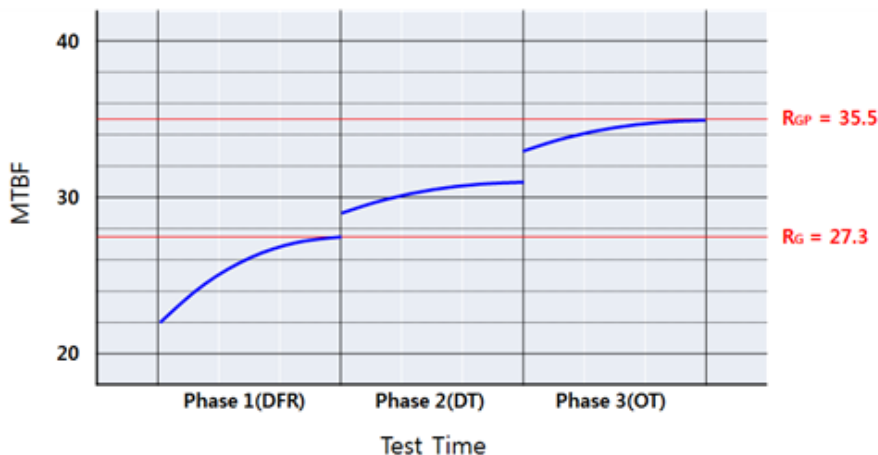
* 신뢰성 성장계획 제시

다. 신뢰도 성장계획 곡선

대공포의 신뢰도 성장계획 곡선은 체계(System)에 대한 신뢰도 목표값을 달성 가능 하도록 계획하고, 체계 신뢰도 목표값을 효율적으로 달성하기 위하여 임무별 부체계(Subsystem)로 신뢰도를 할당하여 관리한다. 체계 신뢰도 목표값을 기준으로 최대 30% 까지 향상시키기 위한 개선 활동을 수행한다.

구분	고장률(10^{-6})	MTBF(시간)
체계 신뢰도 목표값	36,625.2	27.3
기동 계통 할당값	19,530.7	51.2
사격/통신 계통 할당값	7,759.4	128.9
탐지 및 추적 계통 할당값	3,666.7	272.7
생존 계통 할당값	5,668.4	176.4

1) 대공포 체계



00 탐지기 체계개발

* FMECA 수행계획 제시

※ D-FMEA와는 상이함

FMECA 수행 시 적용되는 절차는 아래와 같다.

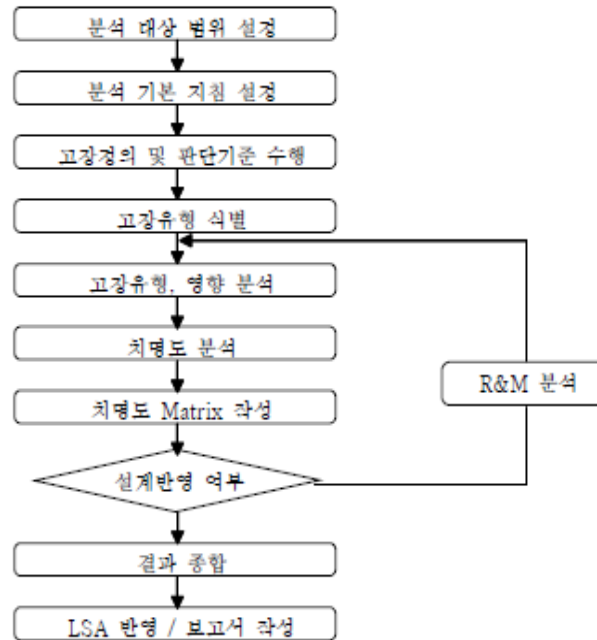


그림 8, FMECA 수행 절차

가) 세부내용

(1) 분석대상 범위 설정

분석대상 품목을 설정하고 이 품목의 개발단계에 맞춰 어느 수준의 레벨까지 분석할 것인지를 판단한다. 구성품에 대한 FMECA는 주요 구성품 수준 까지 분석한다.

(2) 분석 기본 지침 설정

- 미 군사 규격서에서 제시한 방법 중 분석대상 체계의 특성에 따라 적용할 수 있는 접근방법을 결정하여, 체계를 분석하기 위한 기본지침을 선정
- 대상품목의 특성에 따라 기능식별수준을 지정하고, 기능블록도 검토

(이하생략)

⑥ RAM 분석을 위한 분석 범위, 기준, 방법 등이 구체적으로 기술되어 있는가?

☞ 개발 예측값 산출에 필요한 기준, 조건, 모형, 근거자료 등의 포함 여부를 확인함

* 세부내용은 “Ⅳ. 개발 RAM값 검증” 장·절 참조

* 한국형 고장률 데이터북(KRDB) 및 예측 소프트웨어(KRPS) 우선 적용 권고

* 통상, 개발 예측값 산출 관련 사항은 “RAM 분석계획서”로 별도 작성됨

00 포 성능개량 체계개발

* 분석기준을 상세히 제시

3) 분석 기준 설정

신규 분석 대상품에 대한 신뢰도 예측 기준은 다음과 같으며, 일관성 있는 요구사항의 추적을 위해 별도의 RAM sheet를 적용한다.

가) 신규 분석 대상품에 대한 신뢰도 분석 기준

구 분	분석 기준	방 법
전기/전자 부품	야전 제인 활용	실측 고장을 적용
	MIL-HDBK-217F N2	PSA
기계부품	야전 제인 활용	실측 고장을 적용
	NSWC-98	체결류만 적용
	NPRD-95, 2011	유사제품비교법(체결류 제외부품)
국의 직도입 부품	원제작사 제공자료	

나) MIL-HDBK-217F의 환경인자

적용 환경	심벌	내 용	비 고
지상	기동	GM	바퀴가 달려있거나 레일 위트 이동하는 차량에 설치되는 장비, 미사일 지상 지원 장비, 이동식 통신 장비, 사격 방향 지시 장치
온도 조건	-	-32 ~ +50℃	

마) 온도 변환계수

온도 변환계수에 대한 적용 기준은 다음과 같다.

To From	10	20	25	30	40	50	60	70
10	×	0.9	0.85	0.8	0.8	0.7	0.5	0.4
20	1.1	×	0.95	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
30	1.2	1.1	1.05	×	0.9	0.8	0.6	0.5
40	1.3	1.2	1.15	1.1	×	0.9	0.7	0.6
50	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	×	0.8	0.7
60	1.9	1.7	1.65	1.6	1.5	1.2	×	0.8
70	2.4	2.2	2.05	1.9	1.8	1.5	1.2	×

* 관련근거 : MIL-HDBK-338B Electronic Reliability Design Handbook, Section 10

⑧ RAM 검토위원회를 통해 핵심부품·구성품을 선정하였으며, 신뢰성 시험을 계획하고 있는가?

☞ 시험을 계획하고 있다면, 대상, 시제수, 시험일정, 방법 또는 이를 확정하기 위한 계획 유무를 확인함

* 세부내용은 “V. 신뢰성 대상품목 검토” 및 “VI. 핵심부품·구성품 신뢰성 시험계획 검토” 장·절 참조

⑧ RAM 목표값 달성 여부를 확인하는 시험평가계획이 포함되었는가?

☞ “무기체계 RAM 업무지침 제22조(시험계획) 및 제23조(시험실시)에 따라 계획되었는지 확인함

무기체계 RAM 업무지침

제22조(시험계획) ② 통합사업관리팀장은 연구개발주관기관이 제출한 RAM 시험평가 계획을 다음 각 호의 사항을 기준으로 검토하여야 한다.

1. 신뢰성 시험 : 핵심부품, 구성품의 신뢰성 시험 기준, 절차, 방법과 시험일정 및 비용 등의 적절성 여부 확인
2. 신뢰성 평가 : RAM 분석결과에 대하여 RAM V&V를 통한 검증 및 신뢰성 설계와 시험 결과 반영 여부 확인

제23조(시험실시) ① 연구개발주관기관은 DT계획에 따라 RAM 시험평가를 수행한다.

- ② 제1항의 RAM 시험평가의 합격·불합격은 신뢰성 시험의 경우 핵심부품, 구성품에 할당된 목표값(고장률 또는 수명 등)의 달성 여부이며 신뢰성 평가의 경우 RAM 목표값의 달성 여부를 말한다.

00 탐지기 체계개발

* RAM 목표값은 시험평가를 통해 확인 명시

7. 시험평가

가. 개요

□의 RAM 시험평가는 신뢰도, 정비도, 가용도로 구분하여 평가되며, 평가방법은 분석결과에 대한 자료평가로 수행한다.

나. 시험평가 기준

시험평가는 사업관련 문서, 계획서 및 관련 규격을 기초로 하여, 군 요구사항 반영 여부, 입력항목의 적절성, 관련 규정 및 지침의 준수여부 등에 대하여 평가한다.

- □ RAM 업무/분석 계획서 및 결과 보고서
- 종합군수지원 개발 실무지침서, 방위사업청
- 관련 규격서(MIL-HDBK-217F, NPRD-95/2011, EPRD-97, MIL-HDBK-472, MIL-STD-1388 2B 등)

다. 시험평가 항목 및 방법

1) 시험평가 항목

신뢰도 : 신뢰도 목표값(MTBF) 만족 여부 확인
 정비도 : 정비도 목표값(MTTR) 만족 여부 확인
 가용도 : 가용도 목표(Ai/Aa/Ao) 만족 여부 확인

4.4 산출물 관리

- 획득사업을 통해 RAM 업무 분야에서 확보해야 하는 산출물을 정의하고, 이를 관리하는 계획을 요구하는 업무임
- 체크리스트의 내용 확인 방법

⑨ 무기체계 RAM 업무지침이 요구하는 RAM 산출물이 납품(제출) 목록에 포함되었는가?

- ☞ “무기체계 RAM 업무지침” 제28조 ①항과 “무기체계 RAM 업무편람(101p)”에 제시된 산출물이 RAM 업무계획에 포함되어 있는지 확인해야 함

무기체계 RAM 업무지침

제28조(업무기준) ① 통합사업관리팀장은 개발 과정에서 생산되는 RAM 관련 자료(RAM 목표값, 신뢰성·정비성 설계 산출물, RAM 분석결과, RAM 시험평가 결과)를 연구개발 산출물과 함께 제출하여야 한다.

무기체계 RAM 업무편람

RAM 산출물의 종류

- ㉠ RAM 업무계획서(FMEA 계획 포함)
- ㉡ RAM 분석 결과서(분석파일 포함)
- ㉢ FMEA 결과보고서
- ㉣ 설계문서(BOM, 도면)
- ㉤ 신뢰성설계 근거자료(필요시)
- ㉥ 기타(ORD, OMS/MP, 목표값 설정 및 할당 보고서 등)
- ㉦ 신뢰성시험 결과

⑩ 상기 정의된 산출물에 대한 관리 계획이 구체적으로 기술되어 있는가?

- ☞ “무기체계 RAM 업무지침” 제28조에 명시된 바와 같이 산출물을 기품원으로 통보하고 업무에 활용토록 되어있는지 확인함

무기체계 RAM 업무지침

제28조(업무기준) ② 국방기술품질원은 제1항의 RAM 관련 자료를 기준으로 야전운용지원분석, 개발 단계 환류, RAM 잠정목표값 산정, RAM 목표값 설정 등에 활용할 수 있도록 관리하여야 한다.

③ 통합사업관리팀장은 제2항에 따라 기품원이 관리중인 RAM 자료를 검토하여 이를 후속 양산 또는 유사 무기체계 연구개발·구매 사업 등에 반영토록 한다.

이면은 공백임

획득사업
RAM 업무 수행 매뉴얼

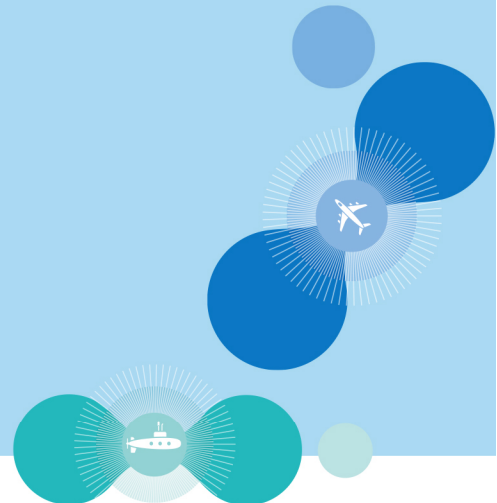
RAM Guidebook for Defense Acquisition

VIII

품질통제점(QCG) 점검

1. 관련규정
2. 점검시기
3. 검토범위
4. 업무 체크리스트
 - 4.1 품질통제점 1
 - 4.2 품질통제점 2
 - 4.3 품질통제점 3
 - 4.4 한국형 신뢰성 스코어카드 점검

Defense Agency for
Technology and Quality



VIII

품질통제점(QCG) 점검

1 관련규정

방위사업 품질관리 규정

제13조(체계개발 단계 품질관리) ② 사업본부(통합사업관리팀)는 체계개발단계 품질을 확보하기 위하여 품질관리수준(LQM, Level of Quality Management)을 결정하고, 품질관리지원팀(QMST, Quality Management Support Team) 및 품질통제점(QCG, Quality Control Gate)을 운영할 수 있다.

제15조(체계개발기본계획 수립) ① 사업본부(통합사업관리팀)는 체계개발기본계획(함정사업의 경우 설계 및 선도함검조기본계획) 수립시 다음 각 호의 사항이 포함된 품질관리계획을 포함하여야 한다.

1. 품질관리수준 : 기품원(국기연 포함)의 품질관리 수준 평가를 고려하여 품질관리수준 결정

제18조(품질관리지원팀의 구성 및 운영) ① 제15조에 따라 품질관리지원팀 운영이 확정된 경우 기품원(국기연 포함)은 품질관리 지원계획 승인 후 3개월 이내에 사업본부(통합사업관리팀)와 협의하여 사업본부(통합사업관리팀) 품질관리 담당, 기품원과 필요시 외부전문가(국과연 등)를 포함하여 품질관리지원팀을 구성하며, 연구개발주관기관 및 참여기관은 자료 제공 등 품질관리지원팀 운영에 대하여 협조하여야 한다.

제19조(품질통제점 검토) ① 사업본부(통합사업관리팀)는 기품원(국기연 포함)의 품질관리 지원계획을 고려하여 기본설계검토(PDR, Preliminary Design Review), 상세설계검토(CDR, Critical Design Review), 시험준비상태검토(TRR, Test Readiness Review)와 연계하여 품질통제점 검토를 실시할 수 있으며 수행 시기 및 횟수는 사업본부(통합사업관리팀)에서 조정할 수 있다.

2 점검시기

- 기본설계검토(PDR) ~ 시험준비상태검토(TRR) 간 총 3회 실시하며, 방사청 IPT, 연구개발주관 기관, 기품원 협의를 통해 최종 수행 시기 및 횟수 조정 가능
- 일반적으로 품질통제점(QCG) 1은 PDR 시점, 2는 CDR 시점, 3은 TRR 시점에서 실시

3 검토범위

- “무기체계 연구개발단계 품질관리 업무지침” [별표 5]에 요구된 점검 항목 대상 中 RAM 분야에 해당되는 항목만 검토를 수행하며, 세부내용은 경우 아래와 같음

품질통제점(QCG) 1 점검표(PDR 단계)

□ 설계 성숙도(시제작 가능 수준 도달)

순번	항목	위험도	위험도
7	신뢰성(RAM) 업무 계획 구체화	상	RAM 목표값 설정 방안, 신뢰성·정비성 설계, RAM분석, 시험평가 등 RAM 업무수행 계획이 수립되어 있지 않음
		중	RAM 목표값 설정 방안, 신뢰성·정비성 설계, RAM분석, 시험평가 등 RAM 업무수행 계획이 수립되었으나, 최신화 및 보완 필요함
		하	RAM 목표값 설정 방안, 신뢰성·정비성 설계, RAM분석, 시험평가 등 RAM 업무수행 계획이 구체적으로 수립됨.
8	신뢰성(RAM) 목표 값 설정 검토	상	체계 RAM 목표값이 설정되지 않음
		중	체계 RAM 목표값이 설정되었으나 하위 구성품으로 할당되어 있지 않음
		하	체계 RAM 목표값이 설정되고 하위 구성품으로 적절히 할당됨

품질통제점(QCG) 2 점검표(CDR 단계)

□ 설계 성숙도(시제작 가능 수준 도달)

순번	항목	위험도	기준
6	고장모드 및 효과 (FME(C)A) 분석	상	고장정의 및 판단기준(FD/SC) 설정 및 FMECA 분석이 모두 수행되지 않음
		중	고장정의 및 판단기준(FD/SC) 설정 혹은 FME(C)A 분석이 일부 수행됨
		하	고장정의 및 판단기준(FD/SC) 설정 및 FME(C)A 분석이 모두 수행됨
13	신뢰성(RAM) 분석결과 확인	상	RAM 분석결과가 RAM 목표값을 모두 미충족 혹은 일부 달성하지 못하였으며, 이러한 항목에 대한 원인이 파악되지 못한 경우
		중	RAM 분석결과가 RAM 목표값 일부 미충족하였으나, 원인 파악 및 달성 할 수 있는 계획이 수립된 경우
		하	RAM 분석결과가 RAM 목표값을 모두 충족
14	핵심부품-구성품 대상 선정	상	핵심부품 구성품이 선정되지 않음
		중	핵심부품 구성품 선정 기준 수립 후 시험 대상이 선정되었으나, 보완 필요함
		하	핵심부품 구성품 선정 기준이 적절히 수립되었으며, 해당 기준에 따라 시험 대상이 선정됨

품질통제점(QCG) 3 점검표(TRR 단계)

□ 시험평가 준비 상태

순번	항목	위험도	기 준
8	핵심부품-구성품 신뢰성시험계획	상	핵심부품 및 구성품 중 신뢰성 시험을 수행하기 위한 세부 시험 항목이 결정되어 있지 않으며, 신뢰성 시험 기준과 절차, 시료수의 설정이 미흡하거나 목표 미달성 시 대응방안 등이 수립되어 있지 않음
		중	핵심부품 및 구성품 중 신뢰성 시험을 수행하기 위한 세부 시험 항목이 결정되어 있으나, 신뢰성 시험 기준과 절차, 시료수의 설정이 미흡하거나 목표 미달성 시 대응방안 등이 수립되어 있지 않음
		하	핵심부품 및 구성품 중 신뢰성 시험을 수행하기 위한 세부 시험 항목이 결정되어 있으며, 신뢰성 시험 기준과 절차, 시료수의 설정이 합리적이고 목표 미달성 시 대응방안 등이 수립되어 있음
9	RAM 분석결과 검증	상	RAM 분석결과와 일관성과 정확성이 미흡함
		중	RAM 분석결과와 일관성과 정확성 관련 일부 보완 필요
		하	RAM 분석결과와 일관성과 정확성이 적절함
10	RAM 관련 산출물 확인	상	무기체계 RAM 업무지침이 요구하는 RAM 관련 산출물의 구성, 내용, 최신화 미흡함
		중	무기체계 RAM 업무지침이 요구하는 RAM 관련 산출물의 구성, 내용, 최신화 일부 미흡함
		하	무기체계 RAM 업무지침이 요구하는 RAM 관련 산출물의 구성, 내용, 최신화 양호함

□ 국방규격화 준비상태

순번	항목	위험도	기 준
29	신뢰성 시험결과	상	신뢰성시험 결과 일부 항목 미충족 및 보완 곤란
		중	신뢰성시험 결과 일부 미 충족 및 설계보완 필요
		하	신뢰성시험 결과 신뢰성 목표를 모두 충족
30	RAM 시험평가 결과 확인	상	최신화된 RAM 분석결과와 RAM 목표값 모두 미충족
		중	최신화된 RAM 분석결과와 RAM 목표값 일부 미충족
		하	최신화된 RAM 분석결과와 RAM 목표값 모두 충족

- 세부 점검 항목, 위험도, 기준 등은 방사청 IPT, 연구개발주관기관, 기품원 협의를 통해 수정 및 커스터마이징 가능

4 업무 체크리스트

순	구분		내 용
①	품질 통제점 1	신뢰성(RAM) 업무 계획 구체화	RAM 목표값 설정 방안, 신뢰성·정비성 설계, RAM분석, 시험평가 등 RAM 업무수행 계획이 구체적으로 수립되어 있는가?
②		신뢰성(RAM) 목표값 설정 검토	체계 RAM 목표값이 설정되어 있고, 하위 구성품으로 적절히 할당되어 있는가?
③	품질 통제점 2	고장모드 및 효과(FME(C)A) 분석	고장정의 및 판단기준(FD/SC) 설정 및 FME(C)A 분석이 모두 수행되었는가?
④		핵심부품 -구성품 대상 선정	핵심부품·구성품 선정 기준이 적절히 수립되었으며, 해당 기준에 따라 시험 대상이 선정되었는가?
⑤		신뢰성(RAM) 분석결과 확인	RAM 분석결과가 RAM 목표값을 모두 충족하는가?
⑥	품질 통제점 3	핵심부품 -구성품 신뢰성시험계획	핵심부품 및 구성품 중 신뢰성 시험을 수행하기 위한 세부 시험 항목이 결정되어 있으며, 신뢰성 시험 기준과 절차, 시료수의 설정이 합리적이고 목표 미달성 시 대응방안 등이 수립되어 있는가?
⑦		신뢰성 시험결과	신뢰성시험 결과 신뢰성 목표를 모두 충족하는가?
⑧		RAM 시험평가 결과 확인	최신화된 RAM 분석결과와 RAM 목표값 모두 충족하는가?
⑨		RAM 분석결과 검증	RAM 분석결과와 일관성과 정확성이 적절한가?
⑩		RAM 관련 산출물 확인	무기체계 RAM 업무지침이 요구하는 RAM 관련 산출물의 구성, 내용, 최신화 내용이 양호한가?
⑪	한국형 신뢰성 스코어카드 점검		한국형 신뢰성 스코어카드를 활용하여 신뢰성(RAM) 업무 관련 사항을 점검하고 위험도를 식별했는가?
⑫			(위험도 ‘상’, ‘중’ 경우) 위험도 해소를 위한 향후 계획(일정, 방안, 세부 내용 등)을 수립하였는가?

4.1 품질통제점 1

- RAM 업무 수행을 위한 목표값 설정 방안, 신뢰성·정비성 설계, RAM분석 시험평가 등 계획이 구체적으로 작성되었는지 확인함
- RAM 목표값이 설정되어 있고, 하위 구성품으로 적절히 할당되어 있는지 확인함
- 체크리스트의 내용 확인 방법

① RAM 목표값 설정 방안, 신뢰성·정비성 설계, RAM분석, 시험평가 등 RAM 업무수행 계획이 구체적으로 수립되어 있는가?

- ☞ 본 매뉴얼의「Ⅶ. 획득사업 RAM 업무계획 검토」장에 제시한 업무 체크리스트 및 사례 등을 참고하여 적절히 계획을 수립했는지 확인함

00 성능개량 사업 품질통제점 점검 결과

* RAM 업무계획서 기반 '신뢰성(RAM) 업무계획 구체화' 점검 완료

항목 11	신뢰성(RAM) 업무계획 구체화	위험도	하
기술검토 이력			
□ 검토일자 : '23. 5. 29.~ '23. 6. 23. / 서류검토 □ 검토대상 : RAM 업무계획서, RAM 분석계획서, RAM 분석결과서 - 관련근거 : 방위사업청 하상공중지휘통제체계사업팀 RAM 검토위원회(1차) 결과 통보 - 관련근거 : 방위사업청 하상공중지휘통제체계사업팀 RAM 검토위원회(2차) 결과 통보 - 관련근거 : 국방기술품질원 제·사이버팀 개발사업 품질통제점(QCQT) 점검 지원 요청 □ 검토기준 ○ RAM 목표값 설정방안 확인 ○ RAM 분석방법 및 기준, RAM 분석값 검증계획 등 확인 □ 검토결과 ○ RAM 목표값 설정방안 확인 ▪ RAM(신뢰도, 정비도, 가용도) 목표값 설정 방안 확인됨 ○ RAM 분석방법 및 기준, RAM 분석값 검증계획 등 확인 ▪ RAM 분석방법 및 기준 확인됨(절차 및 분석 도구 포함) ▪ 업체 RAM 분석값에 대한 검증계획 반영 확인됨			
4.3.1.1.1 신뢰도 값 신뢰도는 제품 특성에 따라 다양한 척도로 측정할 수 있는데, 소요군회 관성목표값 설정 근거를 보완하여 임무를 고려한 주요 고장관망시간(MTBF)을 적용한다. 4.3.1.1.2 정비도 값 정비도는 장비의 규정된 상태로 복구시키는 것이다. 정비에 의한 수리 혹은 교환 등에 소요되는 시간이 정비도의 주요 변수이며 는 평균수리시간(MTTR)을 적용한다. 4.3.1.1.3 가용도 값 가용도는 장비가 고장률 수리를 거쳐 임의의 시점에서 가동상태에 있을 확률을 나타낸다. 고유가용도(A₀), 실패가용도(A₁), 운용가용도(A₂)가 있으며 는 소요군 요구사항을 고려, 운용가용도(A₂)를 적용한다. 4.3.1.2 RAM 목표값 설정 방법 는 제시된 RAM 관성 목표값을 RAM 검토위원회를 통해 협의 및 조정하여 RAM 목표값을 확정한다. RAM 목표값 설정 방안			

② 체계 RAM 목표값이 설정되어 있고, 하위 구성품으로 적절히 할당되어 있는가?

본 매뉴얼의 「Ⅶ. 획득사업 RAM 업무계획 검토」장에 제시한 업무 체크리스트 및 신뢰도 할당 보고서 등을 참고하여 결과의 타당성 확인

00 성능개량 사업 품질통제점 점검 결과

* RAM 업무계획서 기반 '신뢰성(RAM) 목표값 설정 검토' 점검 완료

항목 12	신뢰성(RAM) 목표값 설정 검토	위험도	하
기술검토 이력			

☐ 검토일자 : '23. 5. 29. ~ '23. 6. 23. / 서류검토

☐ 검토대상 : RAM 업무계획서, RAM 분석계획서, RAM 분석결과서

- ▶ 관련근거 : 방위사업청 해상공중지휘통제체계사업 RAM 검토위원회(제) 결과 통보
- ▶ 관련근거 : 방위사업청 해상공중지휘통제체계사업 RAM 검토위원회(제) 결과 통보
- ▶ 관련근거 : 국방기술품질원 시·사이버팀 개발사업 품질통제점(QCCT) 점검 지원 요청

☐ 검토기준

- 체계 RAM 목표값 확인
- RAM 목표값 할당 여부 확인

☐ 검토결과

- 체계 RAM 목표값 확인
 - RAM 검토위원회를 통한 체계 RAM 목표값 설정 확인됨
- RAM 목표값 할당 여부 확인
 - RAM 분석결과서에 신뢰도 할당 내용 작성 확인됨

4.3 RAM 목표값 설정

4.3.1 RAM 목표값

본 BCS 체계의 아전용통제 및 RAM 운영 목표값은 OMS/MP를 통해 다음과 같이 제시되었고, RAM 검토위원회를 통해 확정된 성능개량체계의 RAM 목표값은 다음과 같다.

표 15. RAM 목표값

구분	입력신뢰도 (MTBCF)	운용가능도 (A ₀)	정비도 (MTTR)
항공 목표값 (OMS/MP 기준)	720 시간 이상	99% 이상	1.5 시간 이하
	720 시간 이상	99.9% 이상	1.5 시간 이하

3.4 신뢰도 할당

3.4.1 목적

신뢰도 할당은 개발 초기 설계자가 목표로 해야 할 신뢰도 기준 값을 각 하위 구성품에 할당하여 신뢰함으로써 궁극적으로 목표지에 근접하는 결과를 제공하는데 그 목적이 있다. 신뢰도 할당 업무에 따라 할당된 고장률은 설계 기준, 물산 가 하위 구성품의 신뢰도 목표치로 관리하여, 최종적으로 달성 여부를 검토한다.

3.4.2 수행범위 및 방법

체계 신뢰도 목표값은 하위 장치/구성품에 할당되는 구조적분할 설계검토 기준 중 하나로 설정을 검증하는 기준이 된다. 또한, 신뢰도 예측을 통한 비교분석을 수행하여 신뢰도 설계안정 여부를 도출한다. 기본적인 신뢰도 할당 방법은 다음과 같다.

- 신뢰도 할당 시 주위에 기능 및 30% 복잡성을 고려하여 고장률의 비례 할당
 - 복잡도의 용이도수(Easy), 원시 및 운영중의(Operational)은 신뢰도 할당에서 제외
- 신뢰도 할당은 30%~100%에 제시되어 있는 4가지 신뢰도 할당 기법 중 적절한 할당 기법을 이용하여 문제해결 목적에 맞게 수행

● 세부 할당 방법은 체계개발 전 구체화하고 그 결과는 RAM 분석결과서에 수록한다.

RAM 목표값 설정 결과

신뢰도 할당 관련 내용

4.2 품질통제점 2

- 고장정의 및 판단기준(FD/SC) 및 FMECA, 핵심부품·구성품 대상 선정, RAM 분석결과와 목표값 충족 여부 등을 확인함
 - 해당 절에서의 'RAM 분석결과'는 상세설계검토(CDR) 시점에 예측한 RAM값을 의미하여 목표값 충족 여부를 확인함
 - 체크리스트의 내용 확인 방법
- ③ 고장정의 및 판단기준(FD/SC) 설정 및 FME(C)A 분석이 모두 수행되었는가?

☞ 본 매뉴얼의「Ⅶ. 획득사업 RAM 업무계획 검토」장에 제시한 업무 체크리스트 및 FMECA 보고서 등을 참고하여 결과의 타당성 확인

00 헬기 사업 품질통제점 점검 결과

* 체계개발실행계획서, FMECA 결과보고서 기반 '고장정의 및 판단기준(FD/SC) 설정 및 FMECA 분석 수행' 점검 완료

5	고장모드 및 효과(FMECA) 분석	위험도	하
검토 기준	- 상 : FMECA 분석을 위한 계획 미수립 - 중 : FMECA 분석 진행 중 - 하 : FMECA 분석 완료		
검토 절차	- FMECA 분석을 위한 계획이 수립되어 있는지 확인 - 계획에 따라 FMECA 분석이 완료되고 지원성 분석과 연계되었는지 확인 → FMECA 분석결과 각 고장모드의 위험도, 치명도 추정결과를 바탕으로 고우선순위 부품을 식별하고 방지대책(설계변경, 시험 및 검사절차 강화 등) 등을 수립하였는지 확인 - 지원성 분석 : 수명주기 간 군수지원의 최적화를 위하여 군수지원요소를 설계에 반영하고 군수지원상 최적의 정비 및 보급 능력과 지원구조를 도출하기 위한 분석방법들의 총체		
검토 내용	○ FMECA 분석을 위한 계획 수립 확인 [첨부 5.1 참조] - 관련문서 : 항공기 FMECA 업무수행 절차 (DI-RD-331) - 체계개발실행계획서 '7.2.3.2.2.2 추진계획'에 따라 FMECA 정의 및 업무수행 체계(안)가 명시되어 있음. - RAM 업무계획서(MAAPP0016) 3.2항에 따라 FMECA를 포함한 RAM 개발일정 및 계획이 나타나 있으며, 4.3항에 따라 FMECA 분석 기준, 절차, 방법, 결과 등을 수립함. ○ FMECA 분석이 완료되었는지 확인 [첨부 5.2 참조] - MIL-STD-1629A에 따라 수행한 종합/계통별 FMECA 분석 결과보고서 확인함. - 치명도 MATRIX 분석결과 총 2,137개 고장유형 도출됨을 확인함. - 분석 결과 : 설계변경 0건, 설계검토 294개, 현 설계 허용가능 1,843개 - 설계검토가 요구되는 고장유형은 예방정비 또는 교환/수리에 의한 방지대책을 수립하였으며 중점관리대상으로 분류하여 지속관리 및 완화방안 검토 추진 ○ FMECA 분석이 지원성 분석과 연계되었는지 확인 [첨부 5.3 참조] - LCSP(수명주기관리계획서)의 체계지원분석(PSA) 업무 및 수행절차에 따라 군수지원분석(LSA) 계획을 수립하고 정비개념 및 정비업무 분석하여 체계지원분석 자료를 군수지원분석 통합시스템인 LODERS II (SOLOMON)에 입력하여 LSAR(군수지원분석 보고서)로 출력함.		

④ 핵심부품·구성품 선정 기준이 적절히 수립되었으며, 해당 기준에 따라 시험 대상이 선정되었는가?

☞ 본 매뉴얼의「V. 신뢰성시험 대상품목 검토」장에 제시한 업무 체크리스트 및 신뢰성 시험계획 등을 참고하여 선정 대상품목의 타당성 확인

00 방어 무기체계 사업 품질통제점 점검 결과 - 1

* RAM 업무계획서 및 신뢰성 시험계획 기반 '핵심부품·구성품 선정 기준 및 대상 선정' 타당성 점검 완료

항목 10 핵심부품·구성품 선정 및 신뢰성시험계획 초안

위험도

하

☐ 검토결과

핵심부품·구성품 선정기준에 따라 핵심부품·구성품을 선정하고, 신뢰성시험계획을 수립 중임

☐ 검토내용

○ 핵심부품·구성품 선정기준 수립 및 선정 여부 확인

- FMECA 결과, 창정비 대상 품목 및 부품단종을 고려하여 선정기준을 수립함
- 선정기준에 따라 핵심부품·구성품 선정 완료
: 'TR조립체, 탐색안테나용', 'TR조립체, 추적안테나용'

○ 핵심부품·구성품 신뢰성시험 방안 현황 확인

- 시험항목 및 항목 별 시험기준 등 핵심부품·구성품 신뢰성시험 방안을 제시함

☐ 근거자료

- [] RAM 업무계획서(RAM-P) ver1.1
- 회의자료, 회의록_1차 RAM 검토위원회('22.11.16.)
- [] 시험평가기본계획서(안)
- 회의자료_상세설계검토(CDR)회의 []

※ 위험도 검토기준

- 상 : 핵심부품·구성품이 선정되지 않음
- 중 : 핵심부품·구성품 선정 기준 수립 후 시험대상이 선정되었으나, 보완 필요함
- 하 : 핵심부품·구성품 선정 기준이 적절히 수립되었으며, 해당 기준에 따라 시험대상이 선정됨

00 방어 무기체계 사업 품질통제점 점검 결과 - 2

- * RAM 업무계획서 및 신뢰성 시험계획 기반 '핵심부품·구성품 선정 기준 및 대상 선정' 타당성 점검 완료

항목 10 핵심부품·구성품 선정 및 신뢰성시험 계획 초안

□ RAM 업무계획서(RAM-P) ver1.1

○ 핵심부품·구성품 선정기준 반영

4.4.1.1. 핵심부품·구성품 선정

핵심부품·구성품은 체계개발계획 수립 단계에서 **교장유형영향 및 치명도 분석(FMECA) 결과**, **창정비 대상품목 및 부품단종** 등을 고려한 사업/체계별 특성에 맞는 핵심부품·구성품 선정 기준(신뢰성, 정비성 등)을 수립하고 IPS-MT를 통해 핵심부품·구성품을 선정한다.

그림 29 RAM 업무계획서 - 핵심부품·구성품 선정기준

□ 1차 RAM 검토위원회 : '22.11.16.(수) / LIG넥스원(진해)

○ 핵심부품·구성품 선정기준 구체화

- 부수품목 제외 HWCI Level 5 수준 주요 기능품(118개) 대상 검토
- 신뢰성/정비성 기준 구체화



그림 30 회의자료_1차 RAM 검토위원회(' 22.11.16.)

○ 핵심부품·구성품 선정결과

핵심부품·구성품 선정 결과(1/2)					
● 관련 규정/시험 기반 신뢰성/신뢰성 선정기준에 모두 부합하는 품목: TR도입제 2종 ● 체계개발실용계획서 내 핵심부품 구성품 선정 결과의 통합					
품명	체계개발실용계획서	교정인도(도입제)	정비인도	최종 선정	
80	4,208,172	4,208,172	4,208,172	4,208,172	○
12	20,792	20,792	20,792	20,792	○
30	243,687	243,687	243,687	243,687	○
168	44,126	44,126	44,126	44,126	○
158	12,119	12,119	12,119	12,119	○
12	84,448	84,448	84,448	84,448	○
42	140,048	140,048	140,048	140,048	○
70	3,617,140	3,617,140	3,617,140	3,617,140	○
30	4,714,486	4,714,486	4,714,486	4,714,486	○
168	42,811	42,811	42,811	42,811	○
30	2,149	2,149	2,149	2,149	○
42	28,857	28,857	28,857	28,857	○
104	38,987	38,987	38,987	38,987	○
30	22,443	22,443	22,443	22,443	○
합계	59 품목	5 품목	30 품목	2 품목	

그림 31 회의자료_1차 RAM 검토위원회(' 22.11.16.)

⑤ RAM 분석결과가 RAM 목표값을 모두 충족하는가?

☞ RAM 분석보고서를 참고하여 RAM 목표값 충족 여부 및 타당성 확인

00 유도로켓 사업 품질통제점 점검 결과

* RAM 분석결과 기반 'RAM 목표값' 충족 여부 점검 완료

항목 13	신뢰성(RAM) 분석결과 확인	위험도	하
기술검토 이력			

□ 일자/장소 : 2024. 10. 2 ~ 2024. 12. 12. / 서면검토

□ 검토대상 : 체계개발 RAM 업무계획서(Ver 0.3, 2024.10) 및 2차 IPS-MT 실무회의 안건

□ 검토 내용

- 방위사업청 무기체계 RAM 업무지침 제27조(분석결과)에 따라 RAM 분석결과 검토

제27조(분석결과) ① 연구개발주관기관은 RAM 분석 결과를 설계 검토회의 단계에 제시하고 분석 결과의 RAM 목표값 달성 여부를 제19조의 신뢰도성장관리의 결과에 포함하여 제시하여야 한다.

표 6 무기체계 RAM 업무지침 제27조(분석결과)

- 기품원 무기체계 연구개발단계 품질관리 업무지침 평가기준에 따라 위험도 평가

- 상 : RAM 분석결과 미완료 또는 일부 항목이 달성하지 못함
- 중 : RAM 분석결과 일부 항목이 달성하지 못하였으나, 보완방안 수립됨
- 하 : RAM 분석결과 대상 항목 전체가 신뢰성 목표에 달성함

표 7 무기체계 연구개발단계 품질관리 업무지침 평가기준

□ 검토 결과

- 2차 IPS-MT 실무회의를 통하여 RAM 분석결과와 목표 신뢰도 달성여부 제시

● 신뢰도 예측 결과 목표값 달성 여부

구 분	예측값		목표값	달성 여부
	고장률	R(t)(%) MTBF(h)	R(t)(%) MTBF(h)	
	4.71	81.4 %	80 %	만족
	3,491	286 h	105.29 h	만족

* 선행사업(비행) 참조 5년 주기정검 고려 시 10년 중 최소 신뢰도 값

그림 3 2차 IPS-MT 실무회의 안건 중 RAM 목표값 달성 여부

4.3 품질통제점 3

- RAM 목표값 충족 여부 확인을 위한 핵심부품·구성품 신뢰성 시험계획, RAM 분석결과 검증, RAM 관련 산출물 확인 등 업무가 잘 수행되었는지 확인함

- 체크리스트의 내용 확인 방법

⑥ 핵심부품 및 구성품 중 신뢰성 시험을 수행하기 위한 세부 시험 항목이 결정되어 있으며, 신뢰성 시험 기준과 절차, 시료수의 설정이 합리적이고 목표 미달성 시 대응방안 등이 수립되어 있는가?

☞ 본 매뉴얼의「Ⅵ. 핵심부품·구성품 신뢰성시험계획 검토」장에 제시한 업무 체크리스트 및 신뢰성 시험계획 등을 참고하여 시험계획의 타당성 확인

00 체계 2차 사업 품질통제점 점검 결과

* 핵심부품구성품 시험평가계획서 기반 '시험계획' 타당성 점검 완료

6	핵심부품·구성품 신뢰성시험계획	위험도	하
검토 기준 (적용)	○ 상 : 신뢰성시험 대상품목별 시험계획이 미흡함 ○ 중 : 신뢰성시험 대상품목별 시험계획 일부 보완 필요 ○ 하 : 신뢰성시험 대상품목별 시험계획이 적절함		
검토 절차 (준용)	○ 신뢰성 시험 대상품목이 식별되었는지 확인한다. → 체계, 부체계, 핵심부품-구성품 등 ○ 신뢰성 시험 대상품목별 신뢰성 목표가 할당되고 정의되었는지 확인한다. ○ 대상품목에 대한 신뢰성을 검증하기 위한 시험계획이 수립되었는지 확인한다. → 시험기준 및 방법, 절차 등이 정의되었는지 확인한다. ○ 수립된 시험계획의 타당성 검토결과를 확인한다. → 시험기준, 방법, 시험기관의 적절성 등 * 신뢰성 : 내구성, 환경시험 등		
근거 자료	○ 핵심부품·구성품시험 시험평가계획서 ○ 핵심부품·구성품 시험계획서 검토결과 * 신뢰성시험분석팀-1353(2023.8.3.) 핵심부품·구성품 시험 계획서 검토 결과 송부		
검토 내용	○ 신뢰성 시험 대상품목으로 핵심부품·구성품 "항공임무연동장치"가 선정됨을 확인 * 22-1차 RAM 검토위원회 의결사항 ○ 신뢰성 시험 대상품목의 신뢰도 목표값이 할당, 정의됨을 확인 - RAM 검토위원회 의결(항공임무장비 신뢰도 할당값 MTBF 57 시간)에 따른 대상품목 신뢰도 할당값 MTBF 3785.92 시간(화염탐지/추적신호처리장치 제외) 확인 * 화염탐지/추적신호처리장치는 신뢰성시험 대상에서는 제외하였으나, 환경시험은 수행 ○ 대상품목에 대한 신뢰성 시험계획 수립을 확인 * 가속계수 이탈자, 고장개수 1개 시 시험 재개방식 등에 대한 확인이 필요함		
검토 결과	○ 신뢰성시험 대상품목별 시험계획이 적절함		
보완 사항	○ 없음.		

☞ 신뢰성시험 결과를 참고하여 핵심부품·구성품의 목표값 충족 여부 및 타당성 확인

* RAM 분석결과 및 핵심부품·구성품 시험평가 결과 기반 ‘목표값’ 충족 여부 점검 완료

위험도	하
-----	---

○ 신뢰성시험 확인 결과, 신뢰성 목표를 모두 충족함

○ 소프트웨어(Windchill)를 이용한 신뢰성 분석 확인 결과, 목표값 충족 확인

- [illegible]

구분		RAM목도값	RAM분석결과	승격여부
신뢰도	MTBF	295 Hr 이상	328.26 Hr	○
정비도	MTTR	1.5 Hr 이내 (부디 0.3 Hr / 야전 1.5 Hr)	부디 0.034 Hr 야전 0.301 Hr	○
가용도	Aa(고 유가용도)	0.95% 이상	0.99%	○
	Aa(설취 가용도)	0.95% 이상	0.98%	○
	Ao(운용 가용도)	0.928% 이상	0.94%	○

- ◆ “중계기 주제어보드”에 대한 수영시험 결과 목표값 314.672시간을 입증하였음

□ 중계기 주제어보드 수명(MTBF) 입증을 위한 목표는 MTBF 314,672시간이며, 신뢰수준 60%임.

- 핵심부품·구성품의 수명시험 결과보고서(일부)

⑧ 최신화된 RAM 분석결과와 RAM 목표값 모두 충족하는가?

☞ 핵심부품·구성품의 신뢰성 시험결과가 무기체계 RAM 분석결과에 최종 반영 여부 및 타당성 확인

00 센서 사업 품질통제점 점검 결과

* RAM 분석결과 및 핵심부품·구성품 시험평가 결과 기반 '목표값' 충족 여부 점검 완료

항목 3 RAM 시험평가 결과 확인		위험도	하																																				
☐ 검토결과 ○ RAM 시험평가 확인 결과, RAM목표값을 모두 충족함																																							
☐ 검토내용 ○ RAM분석결과와 RAM목표값 달성 여부 확인 ◆ RAM결과보고서 확인 결과, RAM목표값 충족 확인 <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>RAM목표값</th> <th>RAM분석결과</th> <th>충족여부</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>신뢰도</td> <td>MTBF</td> <td>295 Hr 이상</td> <td>328.36 Hr</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>정비도</td> <td>MTTR</td> <td>1.5 Hr 이내 (부대 0.3 Hr / 야전 1.5 Hr)</td> <td>부대 0.034 Hr 야전 0.301 Hr</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">가용도</td> <td>Ai(고유가용도)</td> <td>0.95% 이상</td> <td>0.99%</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>Aa(성취가용도)</td> <td>0.95% 이상</td> <td>0.98%</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>Ao(운용가용도)</td> <td>0.928% 이상</td> <td>0.94%</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> ○ 핵심부품·구성품의 신뢰성시험결과 반영 여부 확인 ◆ "중계기 주제어보드"에 대한 수명시험 결과, 총 3,015시간 동안 수명시험을 수행하여 신뢰수준 60%(신뢰 하한)에서 목표값 314,672시간을 입증하였음 ◆ 추후 OT/OT를 거쳐 중계기 주제어보드의 회로카드 하부 구성품목의 일부 소자가 변경되어 체계개발 종료 시점에는 해당 품목의 신뢰도(MTBF) 변동 발생 <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>신뢰성시험결과</th> <th>체계개발 종료 시점</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>하위 구성품</td> <td>96종 394개</td> <td>103종 404개</td> </tr> <tr> <td>신뢰도(MTBF)</td> <td>314,672 Hr</td> <td>311,654 Hr</td> </tr> </tbody> </table> ◆ 핵심부품·구성품의 신뢰성시험결과를 그대로 준용하지는 않았으나, OT/OT간 변경된 수정사항을 최신화하고 RAM결과보고서에 해당 내용을 명시하였으므로 반영 확인 - 구성품 변경 이후 수명시험 수행이 제한되어 Windchill SAW를 활용한 예측(분석)값 적용 ※ 관련근거 ※ 위험도 검토기준 - 상 : RAM 분석결과와 RAM 목표값 모두 미충족 - 중 : RAM 분석결과와 RAM 목표값 일부 미충족 - 하 : RAM 분석결과와 RAM 목표값 모두 충족				구분	RAM목표값	RAM분석결과	충족여부	신뢰도	MTBF	295 Hr 이상	328.36 Hr	○	정비도	MTTR	1.5 Hr 이내 (부대 0.3 Hr / 야전 1.5 Hr)	부대 0.034 Hr 야전 0.301 Hr	○	가용도	Ai(고유가용도)	0.95% 이상	0.99%	○	Aa(성취가용도)	0.95% 이상	0.98%	○	Ao(운용가용도)	0.928% 이상	0.94%	○	구분	신뢰성시험결과	체계개발 종료 시점	하위 구성품	96종 394개	103종 404개	신뢰도(MTBF)	314,672 Hr	311,654 Hr
구분	RAM목표값	RAM분석결과	충족여부																																				
신뢰도	MTBF	295 Hr 이상	328.36 Hr	○																																			
정비도	MTTR	1.5 Hr 이내 (부대 0.3 Hr / 야전 1.5 Hr)	부대 0.034 Hr 야전 0.301 Hr	○																																			
가용도	Ai(고유가용도)	0.95% 이상	0.99%	○																																			
	Aa(성취가용도)	0.95% 이상	0.98%	○																																			
	Ao(운용가용도)	0.928% 이상	0.94%	○																																			
구분	신뢰성시험결과	체계개발 종료 시점																																					
하위 구성품	96종 394개	103종 404개																																					
신뢰도(MTBF)	314,672 Hr	311,654 Hr																																					

⑨ RAM 분석결과와 일관성과 정확성이 적절한가?

☞ RAM 분석보고서에 RAMVV를 활용한 결과의 일관성 및 정확성 반영 여부 확인

00 헬기 사업 품질통제점 점검 결과1

* RAM 분석보고서 및 RAMVV 기반 일관성 점검 결과 기반 점검 완료

5. RAM 분석결과 검증

5	RAM 분석결과 검증	위험도	하
검토 기준	상 : RAM 분석결과와 일관성과 정확성 미흡 중 : RAM 분석결과와 일관성과 정확성 일부 보완 필요 하 : RAM 분석결과와 일관성과 정확성 적절		
검토 절차	○ RAM V&V 기반 자체 검증 수행 여부 ○ 핵심부품·구성품 신뢰성 시험 결과 반영 여부		
검토 자료	<참고> - [redacted] 체계개발실행계획서 7.2.3.2. 통합체계지원(IPS) 요소개발 <정부 문서> - [redacted] 신뢰성 분석보고서(MAAPR0072) - [redacted] 신뢰성 분석보고서(MAAPR0072) 첨부 1. RAM V&V 활용 신뢰도 근거 작업지 점검결과 <기타> - [redacted] 신뢰도 분석 원천자료(신뢰도 작업지) - 방사청 [redacted]-1966('23.6.16.) [redacted] RAM검토위원회(서면) 개최결과 통보		
검토 내용	○ RAM V&V 기반 자체 검증 수행 여부 [첨부 5-1] • RAM 분석결과를 RAM V&V를 활용하여 자체적으로 검증을 수행하였는지 여부와 보완결과를 RAM 분석보고서에 반영하였는지 확인 - 신뢰도 분석결과(Windchill S/W 및 신뢰도 작업지 사용)를 RAM V&V를 활용한 자체 검증 수행 여부 확인 완료('24.7.10./서면) - 자체 검증 절차 및 결과는 '신뢰성 분석보고서' 부록에 포함		

00 헬기 사업 품질통제점 점검 결과-2

* RAM 분석보고서 및 RAMVV 기반 일관성 점검 결과 기반 점검 완료

	5. 신뢰도 분석 결과 체계 장착 부품에 대한 신뢰도를 수학적 연산을 통해 상위 수준인 계통 및 체계 수준의 신뢰도로 산출하였다. 합체 구성품의 최신 신뢰성 분석 보고서가 입수됨에 따라, CDR 시점에 보수적인 해석을 위해 신뢰도 할당값을 적용하였던 구성품의 신뢰도 값을 최신 분석값으로 대체하였다. 또한 RAMVV를 활용하여 한 품번에 대하여 신뢰도 분석값과 신규 기준을 적용한 분석값이 존재하는 경우를 식별하여, 신규 분석값으로 통일하였다. 그 결과 체계 신뢰도는 CDR 시점 분석값 대비하여 상승하였다(야전운용제한 반영기준 0.01 FH상승 / 야전운용제한 미반영 기준 0.17 FH 상승). Windchill S/W와 RAMVV를 함께 활용하여 신뢰도 분석 작업지의 데이터 일관성을 확보하고, 오류를 최소화 하였다. RAMVV 점검결과는 부록1. RAMVV 활용 신뢰도 근거 작업지 점검결과를 참조한다. RAMVV에서 특이사항으로 식별된 사항은 계통별 체결류에 대한 NSWC 분석기준(Load Type)이 상이함에 따른 입력 파라미터(Load Type, Diameter)의 차이이며 이는 오류가 아니다. ※ 방사청 요구시 RAM 분석결과의 입력값 일관성 및 정확성을 RAM V&V를 이용하여 재확인 수행 가능하나, 미요구로 검토 대상 제외 ○ 핵심부품·구성품 신뢰성 시험 결과 반영 여부 [첨부 5-2] ● 핵심부품·구성품의 신뢰성 시험 완료 시 RAM 분석결과에 신뢰성 시험결과의 반영 여부를 확인 - RAM검토위원회(2차) 결과에 따라, 핵심부품·구성품이 없고 신뢰성 시험을 미수행하여 검토 대상 제외 ('23.6.16.)
검 토 결 과	○ RAM V&V를 활용하여 RAM 분석결과의 일관성과 정확성을 연구개발 주관기관 자체 검증하였고, 해당 결과를 신뢰성 분석보고서에 적절히 반영하였음.

⑩ 무기체계 RAM 업무지침이 요구하는 RAM 관련 산출물의 구성, 내용, 최신화 내용이 양호한가?

- ☞ 본 매뉴얼의「Ⅶ. 획득사업 RAM 업무계획 검토」장에 제시한 업무 체크리스트 기반 RAM 업무 관련 산출물 등에 대한 타당성 및 적절성 확인

00 센서 사업 품질통제점 점검 결과

* RAM 업무계획서, RAM 분석보고서 등 관련 산출물의 내용과 구성, 내용의 타당성 및 적절성 확인 완료

항목 4 RAM 관련 산출물 확인

위험도

하

□ 검토결과

- RAM 관련 산출물 확인 결과, 구성, 내용, 최신화 상태 모두 양호함

□ 검토내용

- 개발단계 RAM산출물의 구성 및 내용의 적절성, 최신화 여부 확인
- ◆ RAM 결과보고서 확인 결과, 관련 산출물 구성 및 내용, 최신화 여부 모두 양호
 - RAM 분석 작업지, FMECA 수행결과, RAM목표값 검증 결과, 수행시험 등 RAM업무 산출물을 부록에 반영

제·개정 이력서

개정번호	개정내용	작성일자	승인일자	제·개정일자
1a		2020.07		
2a		2021.01		
3a		2021.04		
4a		2021.07		
5a		2024.05		

부 록

부록 "1" 관련 문서	부1-1
부록 "2" RAM 검토 위원회 및 RAM 관련 회의	부2-1
부록 "3" RAM Parameter 산출결과 요약	부3-1
부록 "4" 신뢰도 분석 작업지	부4-1
부록 "5" 신뢰도 출력 보고서	부5-1
부록 "6" D-FMEA 및 FMECA 수행결과	부6-1
부록 "7" RAM V&V 검증	부7-1
부록 "8" Derating 작업지	부8-1
부록 "9" 핵심부품구성품 수행시험 절차서	부9-1
부록 "10" 핵심부품구성품 수행시험 결과보고서	부10-1

RAM 결과보고서 제·개정 이력(최신화)

RAM 결과보고서 부록 목록

- ◆ [Best Practice] 타 사업과 달리 RAM V&V 검증 결과를 별도의 "보고서"로 작성 및 부록에 포함하여 개선사항 식별 및 수정, 미반영된 항목에 대한 사유 등을 상세히 명시하여 무기체계 획득사업 RAM업무들 성실히 수행한 모범사례로 판단됨
- 타 사업은 대부분 RAM V&V를 활용한 검증 및 보완 결과를 RAM 분석보고서에 간단히 작성 및 반영 중
- ◆ 관련 문서 : 무기체계 RAM업무지침(방사청 여규 제726호) 제26조(분석방법) ⑤항

※ 관련근거

RAM업무계획서('24.5.31.)
 RAM분석계획서(RAM-P)('24.5.31.)
 RAM결과보고서('24.5.31.)
 중계기 주제어보드 수행시험 용역 결과보고서('21.6.23.)

※ 위험도 검토기준

- 상 : RAM 관련 산출물의 구성, 내용, 최신화 미흡함
- 중 : RAM 관련 산출물의 구성, 내용, 최신화 일부 미흡함
- 하 : RAM 관련 산출물의 구성, 내용, 최신화 양호함

4.4 한국형 신뢰성 스코어카드(RAM Scorecard) 점검

- 현재 관련 규정에 의거, 설계검토회의, 품질통제점 등 RAM 업무를 획득단계별 점검 및 평가를 수행하고 있으나, 방대한 RAM 업무를 점검하고 평가하는데 있어 일부 업무의 경우 주관적인 판단에 따라 평가가 수행된다는 한계점 식별
- 이에 따라, 기품원은 획득단계별 RAM 업무를 평가할 수 있도록 정량적인 기법인 '한국형 신뢰성 스코어카드(RAM Scorecard)'를 개발하여 품질통제점(QCG) 점검 시 활용 및 추진

한국형 신뢰성 스코어카드(RAM Scorecard)

한국형 신뢰성 스코어카드는 '21년 미국 Raytheon社의 'Reliability Scorecard' 및 Tiku와 Pecht가 제안한 '전자부품 제조사의 신뢰성 역량 평가방법' 등을 참고하여 개발했으며, 최근 진행중인 연구개발 사업을 선정하여 시범적용 및 수정보완함

- 해당 기법은 기품원「무기체계 연구개발단계 품질관리 업무지침」의 별표 6에 수록되어 있으며, 총 6개의 평가영역과 21개의 평가항목 및 130여개의 평가요소(세부 평가항목)으로 구성되어 있으며, 각 평가영역 및 항목별 상대적인 중요도에 따른 배점을 산정함으로써 사용자는 RAM 업무에 대한 정량적인 평가결과를 도출 가능

무기체계 연구개발단계 품질관리 업무지침

제16조(품질통제점 검토) ③ 품질관리지원팀(또는 개발 품질관리 담당자)은 통합사업관리팀에서 품질통제점 검토가 요청되면 별표 5의 점검표에 따라 수행한다. 다만, 점검사항은 사업의 특성 등을 고려하여 항목과 방법을 조정할 수 있으며, **신뢰성 업무 관련 사항은 한국형 신뢰성 스코어카드(별표 6)를 활용하여 수행**할 수 있다.

- 한국형 신뢰성 스코어카드(RAM Scorecard) 평가항목 및 배점

평가영역	평가항목	배점
RAM 요구조건 및 계획 (25점)	RAM 요구조건 파악	10.0
	RAM 업무관리	3.0
	RAM 업무절차	2.0
	RAM 목표값 설정 및 할당	8.0
	RAM 산출물 관리	2.0

평가영역	평가항목	배점
RAM 분석 (25점)	고장정의 및 판단기준 (FD/SC)	8.0
	고장 유형 영향 분석(FME(C)A)	9.0
	RAM 예측	8.0
신뢰성 시험 (13점)	신뢰성 시험 계획	4.0
	선정기준 및 대상선정의 적절성 검토	3.0
	수명 시험 설계 검토	2.0
	시험 준비 검토	1.0
	시험 절차 검토	1.0
	시험 결과 및 후속 조치	2.0
고장자료 추적 및 분석 (12점)	고장자료 수집	6.0
	고장자료 분석	2.0
	고장원인 분석 및 조치	4.0
검증 및 확인 (13점)	RAM 시험 평가 결과 검증	8.0
	RAM 목표값 달성 여부 검토	5.0
신뢰성 향상 (12점)	RAM 설계	7.0
	신뢰도 성장관리	5.0

● 체크리스트의 내용 확인 방법

⑪ 한국형 신뢰성 스코어카드를 활용하여 신뢰성(RAM) 업무 관련 사항을 점검하고 위험도를 식별했는가?

- ☞ 본 매뉴얼의「IX. 부록」장에 제시한 한국형 신뢰성 스코어카드를 활용하여 RAM업무 수행 결과 및 산출물 등에 대한 자체 점검 및 적절성 확인

⑫ (위험도 ‘상’, ‘중’ 경우) 위험도 해소를 위한 향후 계획(일정, 방안, 세부 내용 등)을 수립하였는가?

- ☞ 설계검토회의, IPS-MT, 품질통제점 점검 회의 등을 통해 미흡한 업무 분야에 대한 일정, 방안, 세부 내용 등 향후 조치 계획을 수립했는지 확인

00 사업 한국형 신뢰성 스코어카드 시범 점검 결과1

- * 00 사업의 품질통제점(QCG) 1 점검 시 확인 가능한 평가영역(4개)에 대해 시범 적용 및 결과 도출
- 평가 영역 및 항목 : (1)RAM 요구조건 및 계획, (2)RAM 분석, (3)검증 및 확인, (4)신뢰성 향상
총 4개 평가영역 12개 평가항목 및 62개 평가요소

(1) RAM 요구조건 및 계획 영역 평가 결과 : 위험도 등급 '하'

평가 영역	평가 항목	배점	사업 A					
			점수	항목 달성률	항목 위험도	영역 점수	영역 달성률	영역 위험도
RAM 요구조건 및 계획	RAM 요구조건 파악	10	10	100%	하	22.2	89%	하
	RAM 업무관리	3	1.7	57%	상			
	RAM 업무절차	2	1.5	75%	중			
	RAM 목표값 설정 및 할당	8	8	100%	하			
	RAM 산출물 관리	2	1	50%	상			

(2) RAM 분석 영역 평가 결과 : 위험도 등급 '중'

- 00사업은 FMECA를 통한 고장 유형/메커니즘 분석 및 설계 반영 등의 업무가 미흡하여 위험도 등급 '중'으로 평가

평가 영역	평가 항목	배점	사업 A					
			점수	항목 달성률	항목 위험도	영역 점수	영역 달성률	영역 위험도
RAM 분석	고장정의 및 판단기준 (FD/SC)	8	6.4	80%	하	19.3	77%	중
	고장 유형 및 영향 분석(FME(C)A)	9	6	67%	중			
	RAM 예측	8	6.9	86%	하			

00 사업 한국형 신뢰성 스코어카드 시범 점검 결과2

- * 00 사업의 품질통제점(QCG) 1 점검 시 확인 가능한 평가영역(4개)에 대해 시범 적용 및 결과 도출
- 평가 영역 및 항목 : (1)RAM 요구조건 및 계획, (2)RAM 분석, (3)검증 및 확인, (4)신뢰성 향상
총 4개 평가영역 12개 평가항목 및 62개 평가요소

(3) 검증 및 확인 영역 평가 결과 : 위험도 등급 '중'

→ 00사업은 운용조건 및 환경 인자에 대한 요구조건과의 불일치, RAM 예측값의 정확성 등이 미흡하여 위험도 등급 '중'으로 평가

평가 영역	평가 항목	배점	사업 A					
			점수	항목 달성률	항목 위험도	영역 점수	영역 달성률	영역 위험도
검증 및 확인	RAM 시험 평가 결과 검증	8	4	50%	상	9	69%	중
	RAM 목표값 달성여부 검토	5	5	100%	하			

(4) 신뢰성 향상 영역 평가 결과 : 위험도 등급 '중'

→ 00사업은 신뢰도 성장 모니터링 활동, 신뢰도 성장관리 적용 방법 및 절차 등이 미흡하여 위험도 등급 '중'으로 평가

평가 영역	평가 항목	배점	사업 A					
			점수	항목 달성률	항목 위험도	영역 점수	영역 달성률	영역 위험도
신뢰성 향상	RAM 설계	7	6.1	87%	하	9.1	76%	중
	신뢰도 성장관리	5	3	60%	중			

이면은 공백임

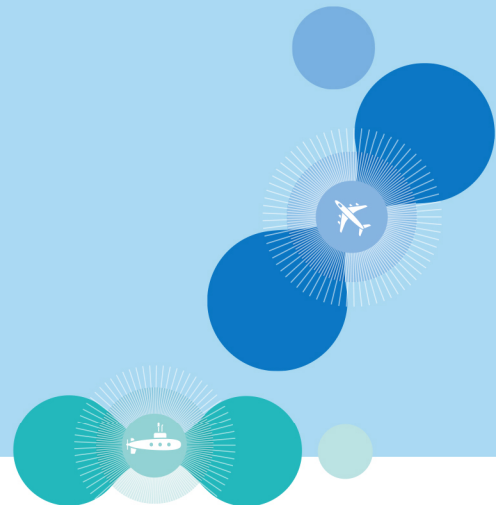
획득사업 RAM 업무 수행 매뉴얼

RAM Guidebook for Defense Acquisition

IX 부 록

1. 유사장비 보정계수 산출 설문지 양식(사례, 일부)
2. 한국형 신뢰성 스코어카드 양식
3. 한국형 고장률 데이터북(KRDB)
4. 한국형 고장률 예측 소프트웨어(KRPS)
5. 용어의 정의
6. 참고 사항

Defense Agency for
Technology and Quality



1 유사장비 보정계수 산출 설문지 양식(사례, 일부)

A 장비 잠정목표값 산출을 위한 설문 (육군)

본 설문은 A 장비의 잠정목표값 설정/보정을 위해 작성되었습니다.

현재 군은 성능개량사업을 통해 A 장비 성능 및 상호운용성 등을 향상할 예정입니다. 이에 따라, A 장비의 잠정목표값 설정을 위해 A 장비에 영향을 주는 운용시간/임무횟수, 운용환경, 복잡도(부품수), 기술향상도의 요소를 고려하여 잠정목표값을 산출하려 합니다.

여러분께서 작성하신 자료 및 결과는 연구목적에만 사용할 것을 약속드리며, 향후 A 장비 잠정목표값 설정에 귀중한 자료로 활용될 것입니다. 뒷면 설문지 안내사항(가)를 참고하신 후 설문내용(나)를 작성하여 주시기 바랍니다.

성심을 다해 작성해주시면 대단히 감사하겠습니다.

소속 :

직급 :

담당 체계장비 :



합동참모본부
R.O.K Joint Chiefs of Staff

가 안내사항

1. 본 설문은 A 장비가 포함된 아래 ‘대상 체계장비’의 운용/정비 관련 담당자께서 응답해주시기 바랍니다.

2. 대상 체계장비 및 설문조사 방법

2.1 육군의 설문조사 대상 체계장비는 아래 표와 같음.

(단, 체계장비 유사그룹은 육군 본부 협조를 통해 운용환경, 임무, A 장비 모델명 등을 기반으로 그룹핑한 결과임)

No.	체계장비 유사그룹	대상 체계장비
1	A	OO-1, OOOD, OO-000, OO-0S, OO-00, OO-00
2	H	OO레이더(OO-000K), OO레이더
3	I	OO
4	J	O000
5	K	OO

2.2 설문조사는 체계장비 유사그룹 중 해당되는 각 그룹 당 30명씩 수행한다. (Ex. A 그룹의 경우 총 30명 수행)

2.3 ‘나. 설문내용’에서 설문조사 응답자의 담당 체계장비 항목만 작성한다. (Ex. 본인이 OO-60 담당일 경우 ‘A 그룹’ 항목만 작성)

2.4 설문조사 방법

① 체계장비 유사그룹 중 자신이 담당한 장비가 속한 그룹명을 확인한다.

(Ex. 본인이 담당한 장비가 OO-60일 경우 체계장비 유사그룹 중 ‘A 그룹’에 해당됨.)

② 운용시간/임무횟수, 운용환경, 복잡도(부품수), 기술향상도, 기타의견 등의 설문 항목을 <작성 예>를 참고하여 작성한다.

나 설문내용

1. A 그룹(OO-1 등 총 6종)

1.1 운용시간/임무횟수 비교

- 현재 OOOO를 장착한 체계 장비 대비 향후 XXXX 장착 시 운용시간 또는 임무횟수 증가/감소를 아래 <작성 예> 참고하여 체크해주시기 바랍니다. 만약, XXXX 장착시 운용시간 및 임무횟수의 증감여부 판단이 어려울 경우 현재 사용 중인 OOOO 이전 장비(Ex. AAAA) 대비 현재 OOOO의 운용시간 및 임무횟수 증감여부를 확인하여 체크해주시기 바랍니다.

운용시간/임무횟수 비교	-10% 미만	-10%이상 ~-5%미만	-5%이상 ~5%미만	5%이상 ~10%미만	10%이상 ~20%미만	20%이상 ~30%미만	30% 이상
OOOO 대비 XXXX							

<작성 예>

- OOOO 또는 XXXX의 탑재 상관없이 체계 장비의 운용시간 및 임무횟수가 동일(거의 유사)하다고 판단되는 경우 **“-5%이상 5%미만”** 체크
- 만약, 현재(OOOO 장착) 연간 1,000시간 운용하고 있지만, XXXX 장착 후 임무횟수 증가하여 운용시간이 1,200시간으로 늘어날 것으로 판단될 경우 **“20%이상 30%미만”** 체크

1.2 운용환경 비교

- 현재 OOOO를 장착한 체계 장비 대비 향후 XXXX 장착 시 운용환경 가혹/완화 정도를 아래 <작성 예> 참고하여 체크해주시기 바랍니다. 만약, XXXX 장착 시 운용환경의 가혹/완화 여부 판단이 어려울 경우 현재 사용중인 OOOO 이전 장비(Ex. AAAA) 대비 현재 OOOO의 운용환경 가혹/완화 여부를 확인하여 체크해주시기 바랍니다.

운용환경 비교	-10% 미만	-10%이상 ~-5%미만	-5%이상 ~5%미만	5%이상 ~10%미만	10%이상 ~20%미만	20%이상 ~30%미만	30% 이상
OOOO 대비 XXXX							

<작성 예>

- OOOO 또는 XXXX의 탑재 상관없이 체계 장비의 운용환경이 동일(거의 유사)하다고 판단되는 경우 **“-5% 이상 5%미만”** 체크
- 만약, 현재(OOOO 장착) 운용중인 체계장비의 임무 추가로 인해, 운용환경이 상대적으로 연간 1,000시간 운용하고 있지만, XXXX 장착 후 임무횟수 증가하여 운용시간이 1,200시간으로 늘어날 것으로 판단될 경우 **“20%이상 30%미만”** 체크

1.3 복잡도(부품수) 비교

- 현재 0000 대비 향후 XXXX 장착 시 A 장비에 대한 복잡도(부품수) 증가/감소를 아래 <작성 예> 참고하여 체크해주시기 바랍니다. 만약, XXXX 장착 시 복잡도(부품수)의 증가/감소 여부 판단이 어려울 경우 현재 사용중인 0000 이전 장비(Ex. AAAA) 대비 현재 0000의 복잡도(부품수)의 증가/감소 여부를 확인하여 체크해주시기 바랍니다.

복잡도(부품수) 비교	-10% 미만	-10%이상 ~-5%미만	-5%이상 ~-5%미만	5%이상 ~10%미만	10%이상 ~20%미만	20%이상 ~30%미만	30% 이상
0000 대비 XXXX							

<작성 예>

- 성능개량사업을 통해 교체할 XXXX의 복잡도(부품수)를 정확하게 판단하는 것은 현실적으로 어려움이 있기 때문에, 설문에 응답해주시는 여러분들의 타장비(유사장비)의 성능개량 또는 유사사례의 경험을 바탕으로 예상(추정)되는 곳에 체크해주시기 바랍니다.
- 0000 또는 XXXX의 복잡도(부품수)가 동일(거의 유사)하다고 판단되는 경우 **“-5%이상 5%미만”** 체크
- 만약, 0000의 부품수 대비 성능개량으로 장착될 XXXX의 부품수가 8% 늘어날 것으로 판단될 경우 **“5% 이상 10%미만”** 체크

1.4 기술향상도 비교

- 현재 0000 대비 향후 XXXX 장착 시 A 장비에 대한 기술향상도 증가/감소를 아래 <작성 예> 참고하여 체크해주시기 바랍니다. 만약, XXXX 장착 시 기술향상도의 증가/감소 여부 판단이 어려울 경우 현재 사용중인 0000 이전 장비(Ex. AAAA) 대비 현재 0000의 복잡도(부품수)의 증가/감소 여부를 확인하여 체크해주시기 바랍니다.

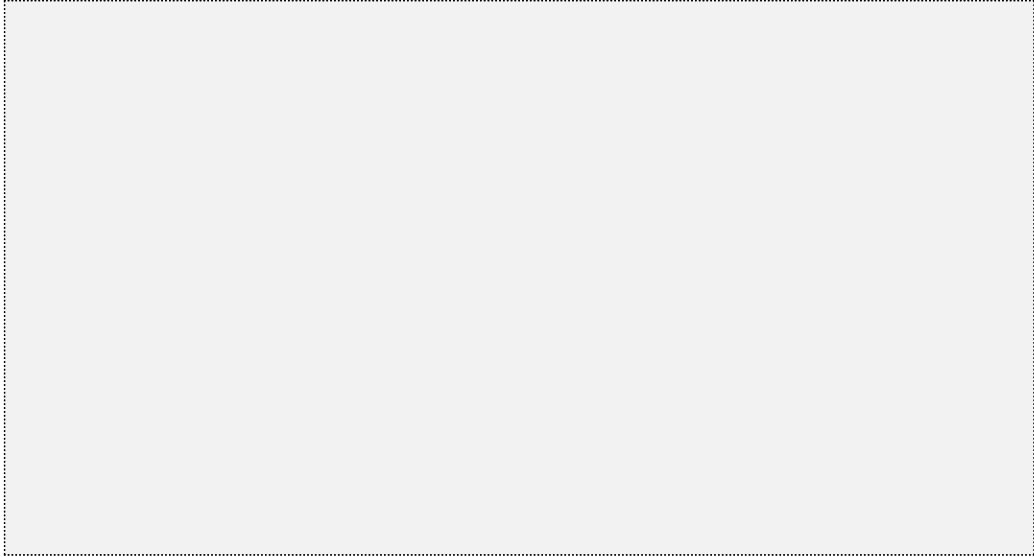
기술향상도 비교	-10% 미만	-10%이상 ~-5%미만	-5%이상 ~-5%미만	5%이상 ~10%미만	10%이상 ~20%미만	20%이상 ~30%미만	30% 이상
0000 대비 XXXX							

<작성 예>

- 성능개량사업을 통해 교체할 XXXX의 기술향상도를 정확하게 판단하는 것은 현실적으로 어려움이 있기 때문에, 설문에 응답해주시는 여러분들의 타장비(유사장비)의 성능개량 또는 유사사례의 경험을 바탕으로 예상(추정)되는 곳에 체크해주시기 바랍니다.
- 0000 또는 XXXX의 기술향상도가 동일(거의 유사)하다고 판단되는 경우 **“-5%이상 5%미만”** 체크
- 만약, 0000의 부품수 대비 성능개량으로 장착될 XXXX의 기술향상도가 10% 늘어날 것으로 판단될 경우 **“10%이상 20%미만”** 체크

1.5. 기타 고려사항

위 항목 이외에 기타 잠정목표값 산출을 위한 기타 의견이 있으면 적어주시기 바랍니다.



(이하 그룹 H, I, J, K는 동일 내용으로 생략)

2 한국형 신뢰성 스코어카드 양식

평가 영역	평가 항목	평가 요소	배점	시작 시점	종료 시점	사업명				
						점수	항목 달성률	항목 위험도	영역 점수	영역 위험도
RAM 요구조건 및 계획	RAM 요구조건 파악	1) 체계의 수명주기 전반에 걸쳐 운용조건과 환경이 명시되어 있는가?	10	SRR	PDR					
		2) 기존 체계 RAM 수행과정에서 얻은 시험결과나 운용조건과 환경 등을 확보하고 그 내용이 명시되어 있는가?								
		3) 체계의 RAM 목표값이 설정되어 있는가?								
		4) 설정된 RAM 목표값을 방사청, 소오곤, 연구개발주관기관 및 협력업체가 공유하고 있는가?								
	RAM 업무관리	1) RAM 업무 조직이 적절하게 구성되어 있는가?	3	SRR	PDR					
		2) RAM 업무의 일정계획이 체계적으로 수립되어 있는가?								
		3) 업체 간(연구개발주관기관, 협력업체) RAM 업무영역 및 책임소재가 적절하며 명확하게 제시되어 있는가?								
		4) 업체 간 RAM 업무 진행사항 및 결과 공유 방안이 수립되었는가?								
		5) 부품이나 장치의 공급업체와 관련하여 RAM 관리를 위한 계획이 수립되어 있는가?								
		6) RAM 업무 수행과정에서 문제 발생 시 문제 해결을 위한 방안이나 절차가 제시되어 있는가?								
RAM 요구조건 및 계획	RAM 업무절차	7) 신뢰성 향상(RAM 설계, 신뢰도 성장관리)을 위한 일정 및 인력 등에 관한 계획이 반영되어 있는가?	2	SRR	PDR					
		1) RAM 목표값 설정 방안과 절차가 제시되어 있는가?								
		2) RAM 목표값 설정은 RAM 검토위원회를 통해 확정하도록 계획되어 있는가?								
		3) 고장정의 판단기준 설정을 위한 업무절차가 구체적으로 제시되어 있는가?								
		4) D-FMEA를 위한 업무절차가 구체적으로 제시되어 있는가?								
		5) 신뢰도 성장관리를 위한 업무절차가 구체적으로 제시되어 있는가?								
		6) RAM 분석을 위한 분석 범위, 기준 및 방법 등에 관한 업무절차가 구체적으로 기술되어 있는가?								
	RAM 목표값 설정	7) 구매부품이나 장치의 신뢰성 관리를 위한 절차가 수립되어 있는가?	8	SRR	PDR					
		8) RAM 목표값 달성 여부를 확인하는 시험평가 계획이 구체적으로 수립되어 있는가?								
		1) RAM 목표값 설정 방법의 선정 기준은 타당한가? (RAM 목표값 설정 방법은 '무기체계 RAM 업무지침(2021)' 및 '무기체계 RAM 업무편람(2018)'에 제시된 방법을 의미함)								

평가 영역	평가 항목	평가 요소	배점	시작 시점	종료 시점	사업명				
						점수	항목 달성률	항목 위험도	영역 점수	영역 달성률 위험도
RAM 분석	및 할당	2) RAM(신뢰도, 가용도, 정비도) 목표값은 구체적이고 정량적이며 타당한 근거에 의하여 설정되어 있는가?								
		3) RAM 목표값은 RAM 검토위원회를 통해 확정되었는가?								
		4) 체계의 RAM 목표값이 하위 구성품으로 할당되었는가?								
		5) 체계의 RAM 목표값 할당은 적절한 방법과 절차에 의하여 수행되었는가?								
		1) RAM 산출물 관리계획에 '무기체계 RAM 업무지침'과 '무기체계 RAM 업무편람'이 요구하는 RAM 산출물이 모두 포함되어 있는가?	2	SRR	PDR					
	고장점의 및 판단기준 (FD/SC)	2) RAM 산출물에 대한 관리 계획이 구체적으로 기술되어 있는가?								
		3) RAM 산출물에 대한 활용계획이 수립되어 있는가?								
		1) 고장에 대한 정의가 명확한가?								
		2) 임무 필수 기능을 명확하게 정의하고 있는가?	8	SRR	PDR					
		3) 고장 분류 방법이 명확하게 정의되어 있는가?								
고장 유형 및 영향분석 (FME(C/A))	고장 유형 및 영향분석 (FME(C/A))	4) 고장 분류 절차는 체계적으로 수립되어 있는가?								
		5) 고장에 대한 판단기준은 명확하게 수립되어 있는가?								
		1) 유사 무기체계의 고장 사례 분석을 통해 고장 유형 및 고장 메커니즘을 파악하였는가?								
		2) 고장 유형 및 영향은 적절하게 정의되어 있는가?								
		3) 고장 유형 및 영향에 따라 RPN이 계산되어 있는가?	9	SRR	CDR					
	RAM 예측	4) FME(C/A)를 통해 식별된 치명도 및 위험도가 높은 품목의 고장 유형, 고장 메커니즘, 고장 원인을 파악하고 있는가?								
		5) FME(C/A)를 통해 식별된 고장유형, 고장 메커니즘, 고장 원인을 설계 단계에 반영하고, 이를 문서화하고 있는가?								
		6) FME(C/A)를 통해 식별된 취약한 품목에 대한 고장조치는 수립되어 있는가?								
		1) RAM 예측 방법은 적절하게 선정되었는가?								
		2) RAM 예측은 '무기체계 RAM 업무지침'에 따라 진행하였는가? (RAM 예측은 예측 목적(신뢰도, 정비도 및 가용도)에 따라 차이가 있음)	8	SRR	CDR					
		3) 분석 대상 체계 구성도 및 기능블록도를 작성하고 있으며, 이를 기반으로 분석 범위에 따라 신뢰성 블록도가 작성되었는가?								
		4) 예측에 사용되는 인자값들은 무기체계 운용환경, 임무유형 및 특성 등이 반영되어 있는가?								

평가 영역	평가 항목	평가 요소	배점	시작 시점	종료 시점	사업명				
						점수	항목 달성률	항목 위험도	영역 점수	영역 위험도
신뢰성 시험	평가 항목	5) 부품의 고장을 계산할 위한 적합한 방법을 선택하였는가?								
		6) RAM 예측을 위해 사용한 방법은 적절한가?								
		7) 체계의 RAM 목표값 달성에 민감한 영향을 미치는 핵심부품이나 구성품을 식별하였는가?								
	신뢰성 시험 계획	1) 신뢰성 시험 대상품목 선정 및 품목별 시험 계획(시료 수, 절차, 방법, 일정 및 비용)이 수립되었는가?								
		2) 신뢰성 시험 기준, 절차(시험 규칙), 시료 수는 적절한가?	4	SRR	PDR					
		3) 신뢰성 시험 결과가 목표값을 달성하지 못할 경우, 달성을 위한 방안 및 계획이 수립되어 있는가?								
	선택 기준 및 대상 선정의 적절성 검토	4) 핵심부품/구성품으로 선정된 대상이 시험 가능한 것인가?								
		1) 핵심부품/구성품 선정기준에서 FME(C/A), 기술성숙도, 부품단종, 무기체계별 특성 등의 세부 항목이 반영되었는가? (사업별 세부항목 결정)								
		2) FME(C/A, 기술성숙도, 부품단종, 무기체계별 특성 등의 세부 항목 간 우선순위가 명시되어 있는가?								
		3) FME(C/A)를 고려한 경우, 고위험품목 식별을 위한 판단기준(위험등급, RPN 등)이 수립되어 있으며 이 기준에 따라 핵심부품/구성품 선정이 적절하게 되었는가?								
		4) 기술성숙도를 고려한 경우, 고위험품목 식별을 위한 판단기준이 수립되어 있으며 이 기준에 따라 핵심부품/구성품 선정이 적절하게 되었는가?	3	SRR	CDR					
		5) 부품단종을 고려한 경우, 고위험품목 식별을 위한 판단기준이 수립되어 있으며 이 기준에 따라 핵심부품/구성품 선정이 적절하게 되었는가?								
신뢰성 시험 수행 시험 설계 검토	수명 시험 설계 검토	6) 무기체계 특성 등을 고려한 경우, 고위험품목 식별을 위한 세부 판단기준이 수립되어 있으며 이 기준에 따라 핵심부품/구성품 선정이 적절하게 되었는가?								
		1) 관련 문서의 최신 규격을 적용하였는가?								
		2) 적용 규격의 환경시험 기준과 현재의 환경시험으로 제시된 시험 조건이 같거나 더 가혹한가?								
		3) 동일한 환경시험에 대하여 여러 적용규격이 제시되어 있는 경우, 가장 가혹한 조건으로 시험 조건이 설정되었는가?	2	CDR	TRR					
		4) 환경시험을 위한 시험 장비가 시험 조건에 부합하는가?								
		5) 환경시험의 시험조건이 실제 장비의 운용환경을 적절하게 반영하고 있는가?								
		6) 수명시험은 고장 메커니즘이 재현될 수 있도록 스트레스 인자와 운용환경이 적절하게 반영되어 설계되어 있는가?								

평가 영역	평가 항목	평가 요소	배점	시작 시점	종료 시점	사업명				
						점수	항목 달성률	항목 위험도	영역 점수	영역 위험도
평가 영역	평가 항목	7) 요구되는 요구 사항과 제시되는 설계 인자가 적절하게 되어 있는가?								
		8) 신뢰수준, 시료 수, 허용 고장 수가 목표 신뢰도를 달성하기에 타당한가?								
		9) 제시된 시료 수, 허용 고장수에 따라 시험기간 계산이 정확한가?								
		10) 가속계수는 적절하게 설정되었는가?								
		11) 가속인자가 사용조건인 고장유형이나 고장메커니즘 재현에 영향이 없는지 검토되었는가?								
		12) 수명시험의 평가기준이 객관적(수치적)이고 명확한가?								
	시험 준비 검토	1) 시험장비 성능규격이 환경시험 및 수명시험을 수행할 수 있는 범위에 있는가?	1	CDR	TRR					
		2) 기능/성능 검사 장비의 성능규격이 정해진 시험방법으로 시험하는데 적합한가?								
		3) 시험 수행 시 시험기록 데이터로 고장발생 여부를 확인할 수 있는가?								
		4) 표준시험조건(MIL-STD, ATM 등)이 적용기준의 시험환경 조건과 일치하는가?								
		5) 시험환경의 구성에서 시험소 장비가 적절하게 구성되어 있는가?								
		6) 시험 중 고장을 확인할 수 있도록 시험장치가 준비되었는가?								
		7) 시험설계 요구사항이 실제 시험조건을 반영하고 있는가?								
		8) 신뢰성시험 장비는 교정(Calibration) 수행 및 공인 인증서 서류를 보유하고 있는가?								
평가 영역	시험 결과 및 후속 조치	1) 육안검사의 판정기준은 명확하게 설정되어 있는가?	1	CDR	DT					
		2) 고장 판단을 수행하는 측정장비의 기준을 점검할 수 있는가?								
		3) 시험 수행 과정 중 시험 프로파일을 모니터링 하고 있는가?								
		4) 시험 과정 중 고장 판단을 수행하였을 때, 고장 시점의 정의가 되어있는가?								
		5) 시험을 중단하는 기준은 명확하고 객관적으로 판단할 수 있는가?								
		6) 시험품 중 일부의 고장 발생 시 조치 방안이 명시되어 있는가?								
		7) 시험자가 시험 중단 시 수행해야 할 사항 및 사업관리기관에서 조치해야 할 사항이 명시되어 있는가?								
		8) 시험 평가 수행 시의 안전에 관한 구체적인 점검계획이 수립되어 있는가?								
		9) 고장발생시 시험 수행 재개를 위한 절차와 방안이 수립되어 있는가?								
		1) 시험 종료 후 시험품의 정상상태 유무를 확인하는 절차가 있는가?	2	CDR	DT					
		2) 시험 전체 과정에 대한 데이터를 취합, 정리하는 보고서가 작성되는가?								
		3) 고장 발생 시 현재까지의 시험 결과 및 시료의 처리 방안은 있는가?								

121

평가 영역	평가 항목	평가 요소	배점	시작 시점	종료 시점	시험명			
						점수	항목 달성률	항목 위험도	영역 영역 점수 달성률 위험도
신뢰성 향상	달성여부 검토	3) RAM 목표값 달성이 어려운 경우 원인이 파악되어 있는가?	7	PDR	OT				
		4) RAM 목표값 보안 방안과 이에 따른 조치 계획은 적절한가?							
		1) RAM 분석 결과 취약 부분에 대하여 부품의 재선택, 디레이팅, 중복 구조와 같은 설계 보완 활동을 수행하고 있는가?							
		2) RAM 분석 결과 나타난 문제점을 보완하기 위한 형상변경 체제를 갖추고 있는가?							
	RAM 설계	3) 형상 변경 시 RAM 값의 변화를 확인하고, 목표값 충족여부를 확인하였는가?							
		4) 전자부품은 Derating 설계를 수행하였는가?							
		1) 신뢰도 성장관리를 위한 적용 방법과 절차가 타당한가?							
		2) 선정된 신뢰도 성장관리 모형은 대상 무기체계에 적합한가?							
	신뢰도 성장관리	3) RAM 시험을 통해 신뢰도 성장관리를 도모하도록 RAM 업무계획서에 반영되어 있는가?	5	PDR	OT				
		4) 신뢰도 성장을 모니터링 하기 위한 신뢰성 시험 데이터는 적합한가?							
		5) 신뢰도 성장을 모니터링하는 활동을 적절히 수행하였는가?							

※ RAM Scorecard 위험도 평가 기준

'하'(달성률 ≥ 80%) / '중'(60% ≤ 달성률 < 80%) / '상'(달성률 < 60%)

3 한국형 고장률 데이터북(KRDB)

■ KRDB(Korean Reliability Databook)

- 개요 : EPRD, NPRD 등 외국의 고장률 자료집을 대체하기 위해 우리 군 데이터(야전 분석값)를 활용한 ‘한국형 고장률 데이터북’이며, 품목 자료 수집, 품목 분류, 품목별 상세/요약정보 산출 등의 정보를 수록하고 있음
- 구성 : 야전 운용장비 80종 기준 27,174개 품목 고장률 정보 탑재(‘25년 버전)
 - * 총 80종 - 육군장비 40종, 해군장비 21종, 공군장비 17종
 - * 기품원은 각 군 무기체계별 야전 분석값을 지속적으로 확보 중이며, 최신화 및 개정본 발간 추진

분류트리 영역

- 고장률 데이터의 품목을 유사한 종류로 그룹핑하기 위한 분류
- 지정품명집 기반으로 분류체계 정립함
- 분류트리 선택시 분류에 소속된 고장률 데이터 상세정보와 요약정보가 조회됨

상세정보 영역

- 야전운용제원 분석된 고장률 데이터가 조회되는 영역
- 조회된 품목 식별을 위한 NIIN, 품명, 품번 등의 정보 제공
- 특히 조립체인 경우 하위 품목수 정보 제공
- 고장수, 운용시간, 운용환경, 권장고장률 등 적용장비/NIIN/LCN 별 고장률 관련 정보 제공

요약정보 영역

- 분류별, 운용환경별, 전력분야별 등의 하위 상세정보 기하평균된 고장률 조회 영역
- 상세정보의 기하평균 대상을 사용자 조정할 수 있는 Customize 탭과 고정된 List 탭 두가지 형태의 조회 기능 제공

- 배포 : 방사청, 개발업체 등 RAM 업무 유관부서 및 실무자 대상 750부 이상(‘25.10월 기준)
- 특징 : 우리 군 데이터를 활용한 고장률 산출, ERPD의 전자소자와 같은 단품 중심의 고장률 제공, 설치 라이선스 무료
- 활용범위 : 국내 무기체계 연구개발사업 시 외국 고장률 자료집 대체 및 우선 적용 가능하며, 부품 수준 분석이 가능하지 않거나 불필요한 어셈블리 단위의 고장률이 필요한 경우 바로 사용 가능

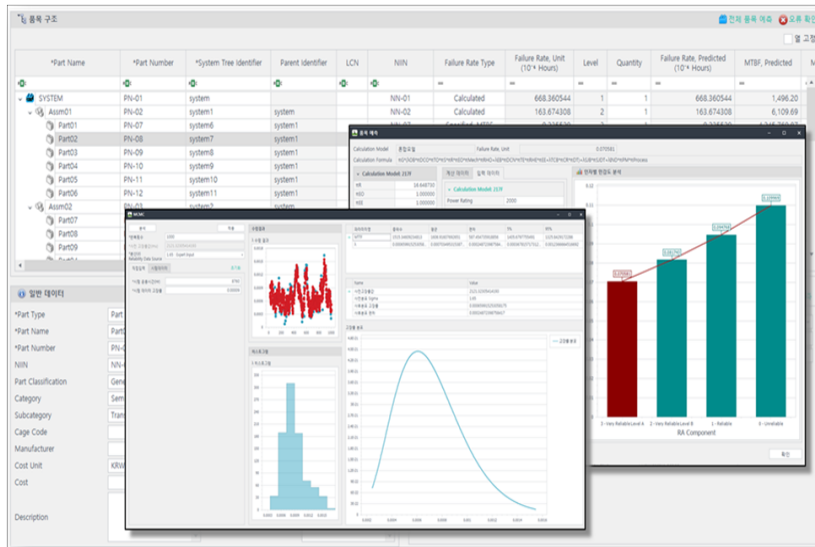
● 데이터북 설치 및 라이선스 신청 방법



4 한국형 고장률 예측 소프트웨어(KRPS)

■ KRPS(Korean Reliability Prediction Software)

- 개요 : MIL-HDBK-217F N2 등 외국의 고장률 예측모형을 대체하고 국내 무기체계 고장률 예측 업무의 정확성을 제고 하기 위해 개발한 예측 소프트웨어
 - 주요 기능 : MIL-HDBK-217F N2, NSWC-11, 고장률 예측 혼합모델, MCMC, 베이지안 네트워크, K-Factor, CTMC, 한국형 고장률 데이터북(KRDB) 등
 - 향후 국방 및 민수분야에서 사용중인 예측모델 규격(RiAC-HDBK-217Plus, FIDES 등)을 지속 최신화 및 개정본 배포 예정



- 배포 : '26.2월부터 국방부, 방사청, 개발업체 등 RAM 업무 유관부서 대상 배포

- 특징 : 진부화된 기존 고장률 예측 대비 최신의 정확한 예측기법 적용 가능, 전자 및 기계 부품 고장률 예측, 설치 라이선스 무료
- 활용범위 : 국내 무기체계 연구개발사업 시 외국 고장률 예측모형 대체 및 우선 적용 가능하며, 체계부터 부품 수준까지 분석가의 목적에 따라 고장률 산출 가능
- 예측 소프트웨어 설치 및 라이선스 신청 방법
 - 국방기술품질원 홈페이지 공지사항 내 설치파일 다운로드 및 방법 매뉴얼 게시('26.2월 배포)

5 용어의 정의

순	용어(영문약어)	영문표기 및 설명
1	총 시간(TT)	* Total Time * OMS/MP 시간요소 중 총 시나리오 시간
2	총 가동시간(TUT)	* Total Up Time * OMS/MP의 시간요소 중 장비가 가동되거나 가동할 수 있는 시간으로, 운용, 경계, 대기 시간의 합으로 표현됨
3	총 불가동시간(TDT)	* Total Down Time * OMS/MP의 시간요소 중 장비를 가동할 수 없는 시간으로, 정비(고장, 예방) 시간과 행정 및 군수지연시간의 합으로 표현됨
4	운용시간(OT)	* Operation Time * 실제 장비가 정해진 목적을 위해 운용되는 시간
5	경계시간(AT)	* Alert Time * 요구시 주어진 임무 또는 기능을 즉시 발휘할 수 있는 상태 (통상 Power On 상태에서 대기중인 경우를 의미)
6	대기시간(ST)	* Standby Time * 주어진 임무 또는 기능을 발휘할 수 있는 상태(통상 Power Off 상태이나, 정비 중 또는 정비대기가 아닌 경우를 의미)
7	고장정비	* Corrective Maintenance * 고장을 복구하기 위한 모든 정비행위
8	예방정비	* Preventive Maintenance * 고장을 방지하기 위한 모든 정비행위이며, 주로 검사를 통한 초기 고장징후를 탐지하는 정비
9	계획정비	* Scheduled Maintenance * 정해진 기간, 거리, 운용시간 등에 따라 주기적으로 수행하는 검사행위이며, 예방정비에 포함됨 (계획정비 ≠ 예방정비, 계획정비 ⊆ 예방정비)
10	비계획정비	* Unscheduled Maintenance * 고장 또는 고장징후를 복구하기 위한 정비행위 (고장정비 ≠ 비계획정비, 고장정비 ⊆ 비계획정비)
11	총 고장정비시간(TCM)	* Total Corrective Maintenance time * OMS/MP의 시간요소 중 고장정비가 행해지는 총 시간
12	총 예방정비시간(TPM)	* Total Preventive Maintenance time * OMS/MP의 시간요소 중 예방정비가 행해지는 총 시간
13	신뢰도	* Reliability * 주어진 환경에서 정해진 기간 동안 고장 없이 성능을 발휘할 수 있는 능력(or 확률)

순	용어(영문약어)	영문표기 및 설명
14	정비도	* Maintainability * 규정된 절차에 따라 정해진 기간 내에 정비를 하여 요구된 성능을 회복할 수 있는 능력(or 확률)
15	가용도	* Availability * 임의의 시점에 임무수행을 요구받았을 때, 임무시작 시점에서 작동 가능할 능력(or 확률), 즉, 사용하고 싶을 때 사용 가능한 비율
16	운용형태 요약 및 임무유형(OMS/MP)	* Operation Mode Summary and Mission Profile * 운용요구서(Operational Requirements Documents)의 부록으로, 작전운용개념, 시나리오별 운용환경, 임무 종류, 지속시간, 요구기능 등을 정량적으로 정의한 문서
17	전투준비태세	* Operational Readiness * 적의 적대행위 이전 부대의 최종 전투준비상태로, 부여된 임무(과업) 또는 기능을 수행할 수 있는 부대의 전투임무수행능력(Capability)
18	RAM 목표값	* 무기체계의 고장빈도, 정비업무량 및 임의의 시점에서 사용가능성 등을 정량화한 요구조건
19	RAM 잠정목표값	* 방사청이 획득 초기 RAM 목표값을 확정하기 이전에 소요군이 개략적으로 요구한 RAM 목표값
20	총 행정 및 군수지연시간(TALDT)	* Total Administrative and Logistics Delay Time * OMS/MP의 시간요소 중 순수 정비행위 외적 요소로 발생한 정비지연시간을 의미. 정비인력, 시설, 수송, 문서처리 등과 관련된 행정지연과 수리부속품 수불과 관련된 군수지연시간으로 구성
21	군수신뢰도	* Logistic Reliability * 수리를 요구하는 모든 고장을 고려한 신뢰도로써, 기본신뢰도(Basic Reliability)라고도 함
22	임무신뢰도	* Mission Reliability * 임무와 관련된 고장만을 고려한 신뢰도
23	고장 간 평균시간(MTBF)	* Mean Time Between Failure * 복구성 품목 또는 체계의 가장 기본적인 신뢰도 지표로, 주어진 조건에서 고장 없이 작동할 수 있는 평균 기간
24	치명 고장 간 평균시간(MTBCF)	* Mean Time Between Critical Failure * 복구성 품목 또는 체계의 신뢰도 지표로, 주어진 조건에서 치명(or 임무) 고장 없이 작동할 수 있는 평균 기간
25	평균 수리시간(MTTR)	* Mean Time To Repair * 정비도를 표현하는 기본 지표로, 주어진 조건과 정해진 정비수준(or 계단)에서 모든 고장의 정비에 소요되는 평균 시간
26	평균 기능회복시간(MTTRF)	* Mean Time To Restore Function * 임무고장과 관련된 정비도 지표로, 주어진 조건과 정해진 정비수준(or 계단)에서 치명(or 임무 고장)의 정비에 소요되는 평균 시간

순	용어(영문약어)	영문표기 및 설명
27	평균 고장시간(MTTF)	* Mean Time To Failure * 일회성 품목에 적용되는 신뢰도 지표로, 주어진 조건에서 고장 없이 작동할 수 있는 평균 시간
28	평균 치명 고장 간 수리시간(MTTCR)	* Mean Time To Critical failure Repair * 임무관련 고장의 평균 복구시간
29	고장 간 평균 사격발수(MRBF)	* Mean Round Between Failure * 화포, 총기류에 사용되는 신뢰도 지표로, 주어진 조건에서 주요 고장(파손 및 교환 등) 없이 사격할 수 있는 평균 사격발수
30	기능장애 간 평균 사격발수(MRBS)	* Mean Round Between Stoppage * 화포, 총기류에 사용되는 신뢰도 지표로, 주어진 조건에서 단순 고장(간단한 정비로 회복할 수 있는) 없이 사격할 수 있는 평균 사격발수
31	부품 부하 분석법(PSA)	* Part Stress Analysis * 신뢰도 예측 방법 중 하나로, 대상품목의 노출환경과 품목 고유속성으로 고장률을 예측하는 방법이며, 정확도가 비교적 높으나 입력요소가 많아 사용이 불편한 단점이 있음
32	부품 수 산정법(PCM)	* Part Count Method * 신뢰도 예측방법 중 하나이며, 품목별 기본고장률과 해당 품목의 개수만으로 고장률을 예측하는 방법임. 주로 개발초기 품목이 노출되는 환경이 결정되지 않았을 때 사용되나, 거의 쓰이지 않음

6 참고 사항

1. NPRD(Non-electronic Part Reliability Databook)

- 개요 : 다양한 부품유형(기계류 부품 및 전자 조립체)의 고장 경험자료를 Databook 형태로 가공한 것으로, 사용 환경과 부품 종류를 결정하여 쉽게 고장률을 획득 가능토록 구성됨



NPRD-2016		http://quanterion.com	Part Details 3-1
9.0GB Hard Disk Drive	Military N	211015-000 -P4:ST39173WD;Mfr:Seagate Technology;Pop:1	0/0.005754
		211016-000 -P4:ST39173WD;Mfr:Seagate Technology;Pop:1	0/0.004080
		211017-000 -P4:ST39173WD;Mfr:Seagate Technology;Pop:1	0/0.003384
		211018-000 -P4:ST39173WD;Mfr:Seagate Technology;Pop:1	0/0.004824
		211019-000 -P4:ST39173WD;Mfr:Seagate Technology;Pop:1	0/0.002904
		211020-000 -P4:ST39173WD;Mfr:Seagate Technology;Pop:1	0/0.000456
AC Adapter	Military N	211015-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.005754
		211016-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.004080
		211017-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.003384
		211018-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.004824
		211019-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.002904
		211020-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.000456
AC Input Module	Military N	211021-000 -P4:TAC24;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Opto 22;Pop:1	0/0.003672
		211022-000 -P4:TAC24;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Opto 22;Pop:1	0/0.011064
		211023-000 -P4:TAC24;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Opto 22;Pop:1	0/0.008736
AC Adapter	Military N	211015-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.005754
		211016-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.004080
		211017-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.003384
		211018-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.004824
		211019-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.002904
		211020-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.000456
AC Input Module	Military N	211021-000 -P4:TAC24;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Opto 22;Pop:1	0/0.003672
		211022-000 -P4:TAC24;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Opto 22;Pop:1	0/0.011064
		211023-000 -P4:TAC24;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Opto 22;Pop:1	0/0.008736

↓ 확대

NPRD-2016		http://quanterion.com	Part Details 3-1
9.0GB Hard Disk Drive	Military N	211015-000 -P4:ST39173WD;Mfr:Seagate Technology;Pop:1	0/0.005754
		211016-000 -P4:ST39173WD;Mfr:Seagate Technology;Pop:1	0/0.004080
		211017-000 -P4:ST39173WD;Mfr:Seagate Technology;Pop:1	0/0.003384
		211018-000 -P4:ST39173WD;Mfr:Seagate Technology;Pop:1	0/0.004824
		211019-000 -P4:ST39173WD;Mfr:Seagate Technology;Pop:1	0/0.002904
		211020-000 -P4:ST39173WD;Mfr:Seagate Technology;Pop:1	0/0.000456
AC Adapter	Military N	211015-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.005754
		211016-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.004080
		211017-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.003384
		211018-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.004824
		211019-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.002904
		211020-000 -P4:BK599199;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Scovill Inc.;Pop:1	0/0.000456
AC Input Module	Military N	211021-000 -P4:TAC24;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Opto 22;Pop:1	0/0.003672
		211022-000 -P4:TAC24;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Opto 22;Pop:1	0/0.011064
		211023-000 -P4:TAC24;NSN:1710-01-502-4875;Mfr:Opto 22;Pop:1	0/0.008736

- 장·단점 : (장점) 소량의 정보만으로도 직관적으로 고장률을 추정할 수 있으나, (단점) 선택기준이 객관적이지 않아 분석자에 따른 편차 발생 가능
- 활용범위 : 217F, NSWC 등 신뢰도 예측 모형을 활용한 부품 수준 분석이 가능하지 않거나 불필요한 어셈블리 단위(예) 디스크 드라이브의 고장률이 필요한 경우에 사용 가능함
- 활용방법 : 책자 또는 신뢰도 예측 상용도구에 포함된 DB를 활용

[충전식 코인건전지 NPRD 책자 활용 사례]

- 대상 : 코인건전지(충전식)
- 품질등급 : 미정
- 사용환경 : 지상 고정형

Battery, Rechargeable		Com						
		AV7, 21750-011	1.7400	433	1.7400	3-10		
		13567-022	51.2823	0	0.4264	3-10		
		N	0.0624	0	0.0195	3-10		
		ML1	162.8713	2	313.1750	3-10		
		A	812.8823	2377	0.5550	3-10		
		AJW	660.7774	187	0.2830	3-10		
		18459-000	0.6974	14	0.0140	3-10		
		GM	27.0270	6	5.3390	3-10		
		14182-001	6.2012	4	0.1480	3-10		
		Unk						
		A	348.8520	-		3-10		
		14182-001	348.8520	0	5.7600	3-10		
		AJW	676.7680	-		3-10		
		18459-000	5379.8630	337	0.0626	3-10		
		G	1.4980	-		3-10		
		GM	0.0060	-		3-10		
		14182-001	32.9460	-		3-10		
		18459-000	0.6974	6	8.6034	3-10		
		GM	27.0270	-		3-10		
		14182-001	6.2012	5	0.8063	3-10		

[충전식 코인건전지 상용분석도구의 DB활용 사례]

- 대상 : 코인건전지(충전식)
- 품질등급 : 미정
- 사용환경 : 지상 고정형

Library Browse

Search for: NPRD 1995 Parts

Category: Battery

Subcategory: Rechargeable

30 Results

Part Number	Category	Subcategory	Failure Rate (FP...)
1. NPRD-664	Battery	Rechargeable	1.740000
2. NPRD-665	Battery	Rechargeable	1.259900
3. NPRD-666	Battery	Rechargeable	248.850600
4. NPRD-667	Battery	Rechargeable	2.345200
5. NPRD-668	Battery	Rechargeable	51.282100
6. NPRD-669	Battery	Rechargeable	0.006400
7. NPRD-670	Battery	Rechargeable	162.871100
8. NPRD-671	Battery	Rechargeable	4282.882900
9. NPRD-672	Battery	Rechargeable	812.882100
10. NPRD-673	Battery	Rechargeable	660.777400
11. NPRD-674	Battery	Rechargeable	1000.000000
12. NPRD-675	Battery	Rechargeable	32.946000
13. NPRD-676	Battery	Rechargeable	4.294300
14. NPRD-677	Battery	Rechargeable	348.852000
15. NPRD-678	Battery	Rechargeable	
16. NPRD-679	Battery	Rechargeable	

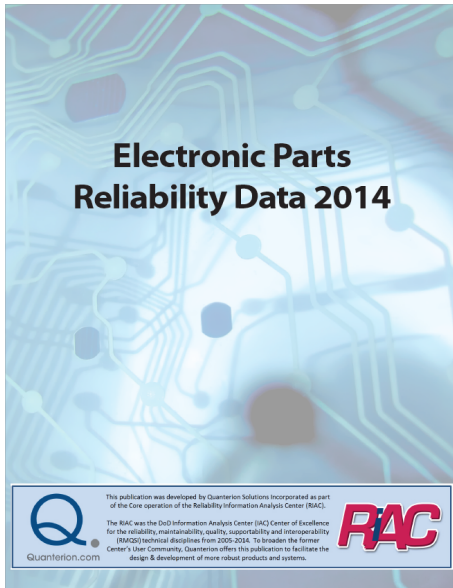
Preview

Model: ML1-HDBK-217 FN2

Field	Data
Prediction Data	
Data Source	-----
Failure Rate	1.740000
Quality	-----
Uses Miles/Hours?	☐
General Data	
Category	Battery
Part Classification	NPRD
Part Number	NPRD-664
Subcategory	Rechargeable

2. EPRD(Electronic Part Reliability Databook)

- 개요 : 전자 부품(IC, 다이오드, 저항 등 소자부품)의 고장 경험자료를 Databook 형태로 가공한 것으로, 가공방법, 사용법, 장·단점은 NPRD와 동일함

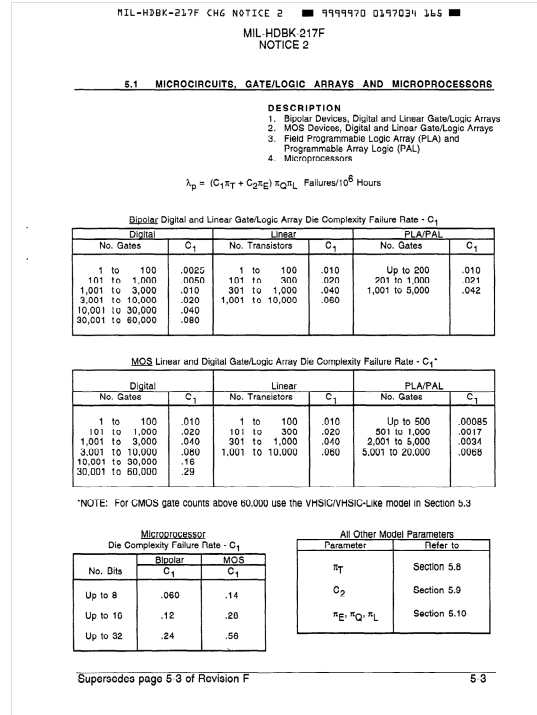
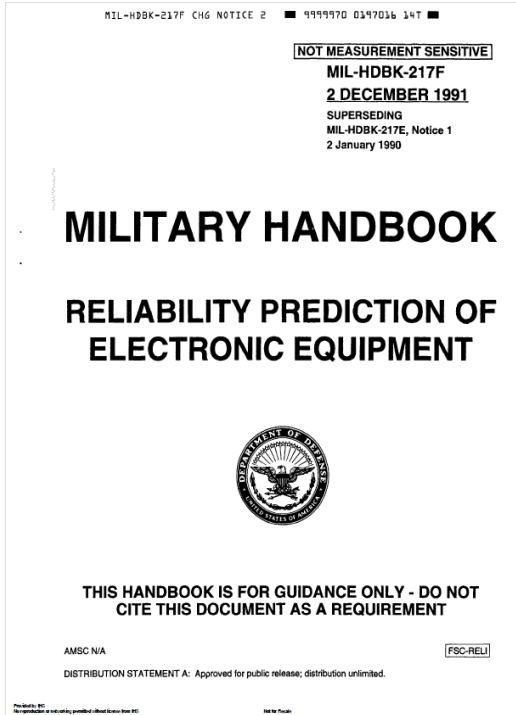


Part Description	Quality Level	App Env	Data Source	Fail Rate Fail/(E6)	Total Failed	Op. Hours/ Miles (E6)
Capacitor, Fixed, Electrolytic (Summary)	Commercial Military	GBC		0.1745		
				0.0070		
				0.3410		
				~0.1669		
			AIA	0.1847		
			AU	0.2149		
			AUA	2.2770		
Capacitor, Fixed, Electrolytic	Military			5.3966		
				0.7143		
				0.6957		
				1.1228		
				1.1228		
			AIA	23035-000	~0.1728	0 5.7865
			AIC	17189-000	~0.3166	0 3.1584
Capacitor, Fixed, Electrolytic, Al	Commercial Military	GBC		0.2200	85	386.3482
				2.4194	28	11.5731
				5.4930	36	6.5338
				0.5899	17	28.8183
				0.0455		
				0.0099	236	23852.2128
				0.0859		
Capacitor, Fixed, Electrolytic, Ta	Commercial Military	GBC		~0.1091	0	9.1624
				~4.8368	0	0.2067
				~8.5447	0	0.1170
				0.0976		
				0.2082	10	48.0305
				0.0438	1	21.8342
				0.0094		
Capacitor, Fixed, Electrolytic, Ta Foil	Commercial Military	GBC		0.0049	224	45341.4884
				0.0189	3	166.5056
				0.7143		
				0.7143	5	7.0000
				0.0655		
				0.0655		
				~4.8368	0	2.2067
Capacitor, Fixed, Electrolytic, Ta Solid	Military	G		0.4433	1	2.2560
				~0.0781	0	12.8081
				0.0655		
				0.0655		
				~4.8368	0	2.2067
				0.4433	1	2.2560
				~0.0781	0	12.8081

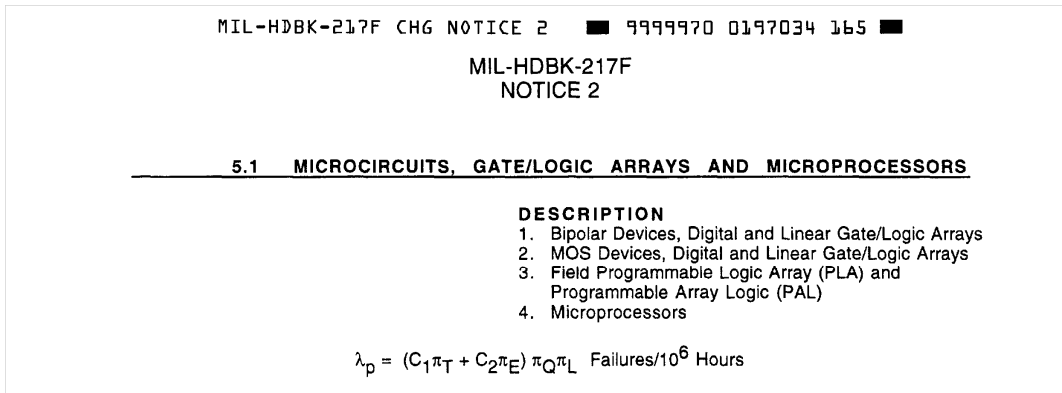
- 활용범위 : 신뢰도 예측 모형인 217F를 사용하지 않고, 소자단위의 신뢰도 예측값을 찾고자 할 때 사용하나 실제 현업에서는 소자단위의 신뢰도 예측 시 대부분 217F를 활용하므로, 사용이 많지는 않음

3. MIL-HDBK-217F N2

- 개요 : 부품부하분석(PSA) 방식의 전자부품 신뢰도 예측모형으로, NPRD와 더불어 가장 널리 사용되는 신뢰도 예측방법임



↓ 확대



- 장 · 단점 : (장점) Databook 보다는 비교적 현실적인 고장률을 추정할 수 있으나, (단점) 입력요소가 많고, 조립체 단위에서는 고장률 오차가 큼
- 활용범위 : 대부분 사업의 신뢰도 예측에 사용되며, 활용 가능한 자료가 있을 경우 Databook 사용보다 우선함
- 활용방법 : 책자 또는 신뢰도 예측 상용도구로 구현된 기능을 활용

[알루미늄 타입 Capacitor 신뢰도 예측 책자 활용 사례]

- * 대상 : Aluminum Electrolytic Capacitors (SMD Type) (장비 : 일반차량)
- * Part Number : EEEFT1H221AP (Quality Level : Unknown)
- * Type : Solid Tantalum Type
- * Rated Voltage range : 6.3 VDC ~ 50 VDC (Applied Voltage : 24V)
- * Capacitance : 220 μ F
- * Ambient Temperature : 40°C

Panasonic Aluminum Electrolytic Capacitors (SMD Type)	
Surface Mount Type	
Series : FT	Type : V
High temperature Lead-Free reflow	
	
Features	
- Endurance : 105 °C 2000 h to 5000 h - Miniaturized, Low ESR (1 size smaller than series FK) - Vibration-proof product is available upon request. (ø6 mm and larger) - RoHS compliant	
Specifications	
Category temperature range	-55 °C to +105 °C
Rated voltage range	6.3 VDC to 50 VDC
Rated capacitance range	10 μ F to 2200 μ F
Capacitance tolerance	±20 % (120 Hz/±20 °C)

[Part Data Sheet (일부)]

- * 217F의 Capacitor 모델 확인 : $\lambda_p = \lambda_b \pi_T \pi_C \pi_V \pi_{SR} \pi_Q \pi_E$ (Failures/10⁶ Hr)
- * 기본고장률의 각 인자(λ_b, π)들을 217F의 table 또는 산식을 활용하여 산출
 - ① λ_b : 기본고장률 (CSR Type $\rightarrow \lambda_b = 0.00040$)
 - ※ Solid Electrolyte Type이므로 CSR Type 선택, 이에 따라 π_i 들의 참조 테이블 결정(π_T : Column 1, π_C : Column 2 등)

Capacitor Style	Spec. MIL-C-	Description	λ_b	π_T Table - Use Column:	π_C Table - Use Column:	π_V Table - Use Column:	π_{SR}
CK	11015	Capacitor, Fixed, Ceramic Dielectric (General Purpose)	.00099	2	1	3	1
CKR	39014	Capacitor, Fixed, Ceramic Dielectric (General Purpose), Established Reliability	.00099	2	1	3	1
CC, CCR	20	Capacitor, Fixed, Ceramic Dielectric (Temperature Compensating), Established and Nonestablished Reliability	.00099	2	1	3	1
CDR	55681	Capacitor, Chip, Multiple Layer, Fixed, Ceramic Dielectric, Established Reliability	.0020	2	1	3	1
CSR	39003	Capacitor, Fixed, Electrolytic (Solid Electrolyte), Tantalum, Established Reliability	.00040	1	2	4	See π_{SR} Table

- ② π_T : 온도 인자 (40°C Column 1 $\rightarrow \pi_T = 1.3$)

Temperature Factor - π_T		
T(°C)	Column 1	Column 2
20	.91	.79
30	1.1	1.3
40	1.3	1.9

- ③ π_C : Capacitance 인자 (220 μF Column 2 $\rightarrow \pi_C = 3.4$ or $\pi_C = 3.45746 \approx 3.4$)

※ 아래 표에서 가장 유사한 값을 선택하거나, 실제 산식으로 계산

Capacitance Factor - π_C		
Capacitance, C(μF)	Column 1	Column 2
.000001	.29	.04
.00001	.35	.07
.0001	.44	.12

3	1.1	1.3
8	1.2	1.6
18	1.3	1.9
40	1.4	2.3
200	1.6	3.4

Column 1: $\pi_C = C^{.09}$
Column 2: $\pi_C = C^{.23}$

- ④ π_V : 전압 인자 ((S=0.5, Column 4 $\rightarrow \pi_V = 1.0$ or $\pi_V = 1.0225 \approx 1.0$)

※ 최대허용전압(50V)과 인가전압(24V)를 이용, S 산출 후 가장 유사한 테이블 값을 참조하거나, 실제 산식으로 산출

※ $S = (\text{Op Voltage} / \text{Rated Voltage}) = 24/50 = 0.48$

Voltage Stress Factor - π_V					
Voltage Stress	Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5
0.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
0.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1
0.3	1.0	1.0	1.1	1.0	1.2
0.4	1.1	1.0	1.3	1.0	1.5
0.5	1.4	1.2	1.6	1.0	2.0
Column 1: $\pi_V = \left(\frac{S}{.6}\right)^5 + 1$			Column 4: $\pi_V = \left(\frac{S}{.6}\right)^{17} + 1$		
Column 2: $\pi_V = \left(\frac{S}{.6}\right)^{10} + 1$			Column 5: $\pi_V = \left(\frac{S}{.5}\right)^3 + 1$		
Column 3: $\pi_V = \left(\frac{S}{.6}\right)^3 + 1$			$S = \frac{\text{Operating Voltage}}{\text{Rated Voltage}}$		
Note: Operating voltage is the sum of applied DC voltage and peak AC voltage.					

⑤ π_{SR} : Series Resistance 인자 (생략, 1.0 적용)

⑥ π_Q : 품질인자 (Unknown이므로, 상용(Commercial 적용, $\pi_Q = 10.0$)

Quality Factor - π_Q	
Quality	π_Q
Established Reliability Styles	
D	.001
C	.01
S,B	.03
R	.1
P	.3
M	1.0
L	1.5
Non-Established Reliability Capacitors (Most Two-Letter Styles)	
	3.0
Commercial or Unknown Screening Level	
	10.

⑦ π_E : 환경 인자(일반차량이므로, G_M 적용, $G_M = 20$)

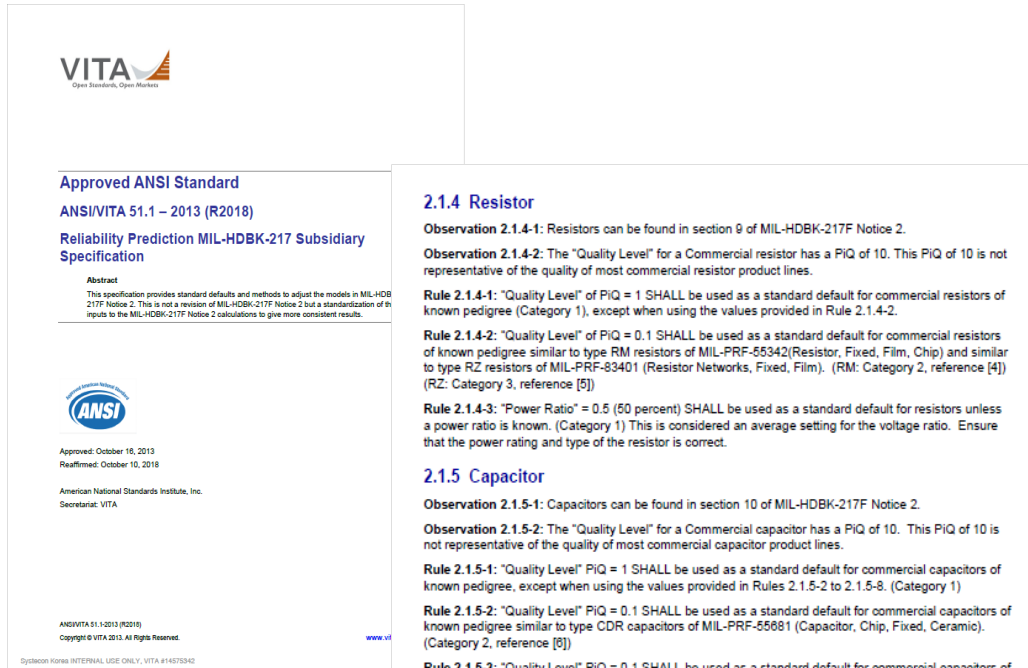
Environment Factor - π_E	
Environment	π_E
G_B	1.0
G_F	10
G_M	20
N_S	7.0
N_U	15

* ①, ②, ..., ⑦의 결과를 기본식에 적용하여 대상부품의 고장을 결정

$$\begin{aligned}
 \lambda_p &= \lambda_p \pi_T \pi_C \pi_V \pi_{SR} \pi_Q \pi_E \\
 &= 0.00040 \times 1.3 \times 3.4 \times 1.0 \times 1.0 \times 10.0 \times 20 \\
 &= 0.03536 \quad (\text{Failures}/10^6 \text{ Hr})
 \end{aligned}$$

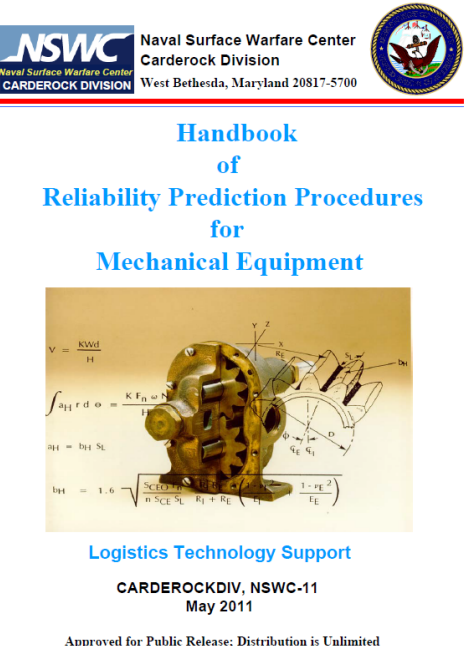
$$\text{MTBF로 환산시: } MTTF = \frac{1,000,000}{0.03536} = 28,280,543.0 \text{ Hr}$$

- 참고사항 : 217F 내용 진부화에 따라, 일부 업체가 신규로 개발된 품목에 맞도록 기존 217F 내용을 보정하는 방법을 제안한 ANSI/VITA 51.1를 연구개발간 활용 시도(KF-X 등)



4. NSWC(Naval Surface Warfare Center)

- 개요 : 미 해군에서 기계류 부품에 대한 신뢰도 예측을 위해 개발한 모형으로, 신뢰도 예측 시 주로 볼트, 베어링 등과 같은 체결류 구성품 예측에 사용됨



**Handbook
of
Reliability Prediction Procedures
for
Mechanical Equipment**

NSWC
Naval Surface Warfare Center
CARDEROCK DIVISION
West Bethesda, Maryland 20817-5700

Logistics Technology Support
CARDEROCKDIV, NSWC-11
May 2011

Approved for Public Release; Distribution is Unlimited

1.4.2 Spring Assembly

Depending on the application, a spring may be in a static, cyclic, or dynamic operating mode. In the current example of a valve assembly, the spring will be in a cyclic mode. The operating life of a mechanical spring arrangement is dependent upon the susceptibility of the materials to corrosion and stress levels (static, cyclic, or dynamic). The most common failure modes for springs include fracture due to fatigue and excessive loss of load due to stress relaxation. Other failure mechanisms and causes may be identified for a specific application. Typical failure rate considerations include: level of loading, operating temperature, cycling rate and corrosiveness of the fluid environment. Other failure modes to be considered are listed in Chapter 4.

The failure rate of a compression spring depends upon the stress on the spring and the relaxation properties of the material. The load on the spring is equal to the spring rate multiplied by the deflection and calculated as explained in Chapter 4.

$$P_L = R(L_1 - L_2) = \frac{G_M (D_M)^4 (L_1 - L_2)}{\delta (D_C)^3 N_a}$$

Where:

- P_L = Load, lbs
- R = Spring rate, lb/in
- L_1 = Initial deflection of spring, in
- L_2 = Final deflection of spring, in
- G_M = Modulus of rigidity, lb/in²
- D_M = Mean diameter of wire, in
- D_C = Mean diameter of spring, in
- N_a = Number of active coils

Stress in the spring will be proportional to loading according to the following relationship:

$$S_G = \frac{\delta P_L D_C K_F}{\pi D_M^3}$$

Where: S_G = Actual stress, psi

Introduction 1-9 Revision B

- 장 · 단점 : (장점) Databook 보다는 비교적 현실적인 고장률을 추정할 수 있으나, (단점) 입력 요소가 많고, 조립체 단위에서는 고장률 오차가 큼
- 활용범위 : 대부분 사업의 신뢰도 예측에 사용되며, 활용 가능한 정보가 있을 경우 Databook 사용보다 우선함

5. Design FMEA(D-FMEA)

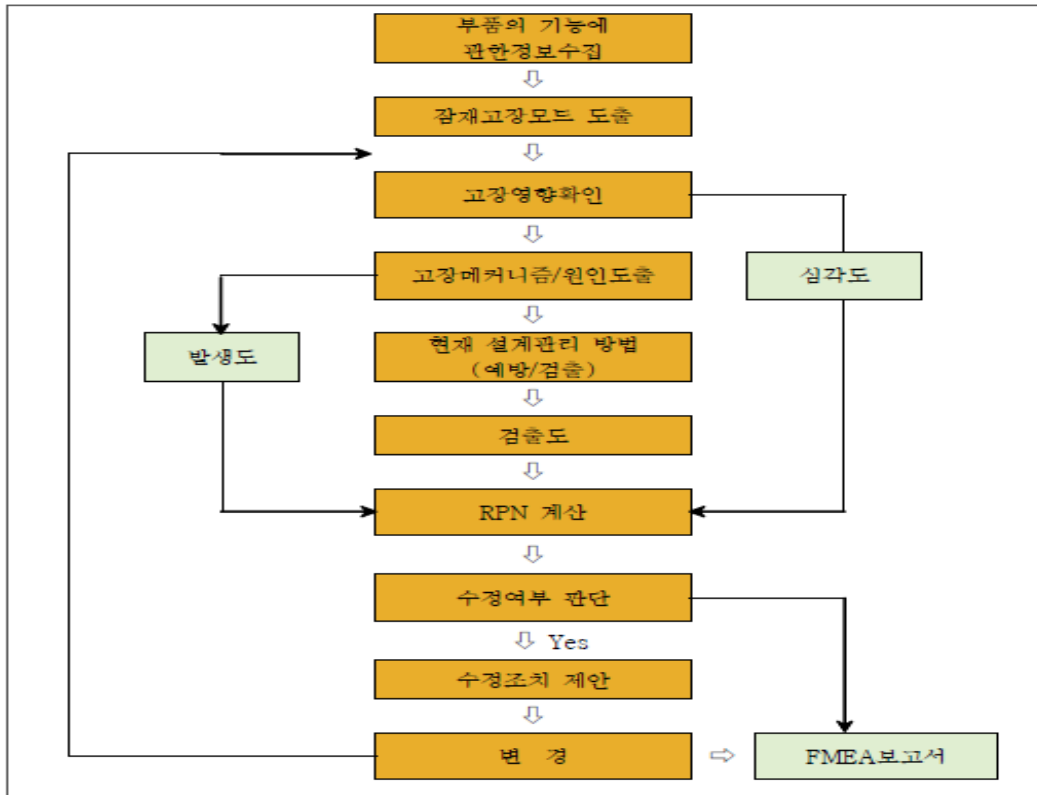
- 개요 : 제품을 분석하여 설계결함으로 인한 잠재 고장모드의 식별을 위한 FMEA의 한 종류로, 시스템 FMEA와 구성품 FMEA로 나뉘기도 함

- * 시스템 FMEA : 시스템과 환경, 사용자 간의 인터페이스와 상호작용 분석
- * 구성품 FMEA : 시스템 이하 구성요소 간의 상호관계 분석

[비교]

- * Concept FMEA : 하드웨어가 정의되기 전에 초기단계의 개념분석에 사용되고, 기능과 관련된 잠재 고장모드가 중점임. Functional FMEA로도 표기함
- * Process FMEA : 시스템, 하위시스템 또는 구성요소 수준에서 제조 및 조립프로세스를 분석하기 위해 사용됨. 제조 또는 조립공정상의 결함으로 발생할 수 있는 잠재고장모드에 중점을 둠

- 관련 표준 : MIL-STD-1629A, New Automotive FMEA handbook(AIAG & VDA), SAE1739 외
- “무기체계 RAM 업무편람(39p)”에 따르면, FMEA는 아래 절차에 따라 수행됨



● 설계 FMEA의 역할

- ① 잠재 결함과 고장모드를 사전에 제거 및 예방
- ② **신뢰성 시험항목의 결정**
- ③ 고장진단 및 시스템 성능 감시를 위한 기초자료 제공
- ④ 유사 시스템 설계 시, 고장 예방을 위한 노하우 축적

● 신뢰성 시험 대상과 항목의 결정

- * D-FMEA결과 중 발생빈도와 심각도가 큰(RPN¹³⁾이 큰) 고장모드를 보유한 품목을 시험대상 품목으로 선정
- * 신뢰성·정비성 설계를 통해 RPN이 큰 고장모드를 배제할 수 있는 설계(안)을 도출한 후 적용
- * 개선된 설계(안)이 적절하게 반영되어 위험도가 큰 고장모드가 배제되었는지를 확인하기 위해 신뢰성 시험을 실시함

● FMEA 세부내용은 “무기체계 RAM 업무편람” 제3.3.3.절을 참조함.

13) Risk Priority Number : 위험 우선순위

획득사업

RAM 업무 수행 매뉴얼

RAM Guidebook for Defense Acquisition

발행	행	국방기술품질원 국방신뢰성연구센터(RAM분석팀) (042-251-5525)
발행일	일	2025. 12.
주 소		대전광역시 대덕구 산업단지로 70 국방기술품질원 국방신뢰성연구센터
디자인&인쇄		천호기획
