



헬기 조종사, 교관 및 교육 기관을 위한 위험 및 오류 관리(TEM) 원칙

헬기 조종사 및 교관 대상

교육 안내서



HE 8

목차

개요	4
1 TEM 모델	5
1.1 위험 및 오류 관리 구성요소	5
1.2 위험	5
1.3 오류	7
1.4 UAS	8
1.5 잠재적 결과	10
1.6 대책	11
2 TEM 교육	12
2.1 위험 관리 교육	12
2.2 오류 관리 교육	13
2.3 UAS 관리 교육	14
2.4 사후강평	14
3 TEM 평가	15
4 정의 및 두문자어	18
부록 I	20

개요

본 안내서는 유럽 헬기 안전 팀(European Helicopter Safety Team, EHEST)의 일원인 유럽 헬기 안전 이행 팀(European Helicopter Safety Implementation Team, EHSIT)이 개발하였습니다. EHSIT는 EHSAT(European Helicopter Safety Analysis Team)가 수행하는 사고 분석¹에서 파악된 이행 권고사항(Implementation Recommendation, IR)을 처리하는 임무를 맡고 있습니다.

EHSAT 사고 검토의 데이터는 잘못된 의사결정과 비행 전 및 비행 중의 인간 수행으로 인해 상당 수의 헬기 사고가 지속적으로 발생하고 있음을 확인시켜 줍니다. 본 안내서의 목적은 운항 승무원과 교육 기관에 위협 및 오류 관리(Threat and Error Management, TEM)의 개념을 소개하는 데 있습니다.

TEM은 위협, 오류 및 원치 않는 항공기 상태(Undesirable Aircraft State, UAS)가 운항 승무원이 안전을 유지하기 위해 관리해야 하는 일상적인 이벤트를 제안합니다.

EASA Part FCL² 및 국제민간항공기구(International Civil Aviation Organization, ICAO)는 모든 조종사 교육에 인적 요인 및 TEM을 채택할 것을 요구하고 있습니다. 모든 비행 단계에서 훈련생부터 전문가에 이르기까지 모든 조종사는 '잠재적 위협과 오류의 인식 및 관리를 포함하여 안전한 비행에 적절한 태도와 행동'을 보여야 합니다.

TEM 교육은 역량 기준을 충족하도록 구성되고 설계되어야 합니다. 따라서 비행 교육 기관은 TEM을 교육하기 위한 기법 및 자료를 개발하고 비행 테스트를 수행하는 비행 심사관은 역량을 평가하기 위한 방법과 도구를 갖추어야 합니다. 교육 및 평가 정보는 훈련생, 교관 및 심사관이 이용할 수 있도록 본서에 포함되어 있습니다.

¹ 2000-2005년 유럽 헬기 사고에 대한 EHEST 분석, 2010년 최종 보고서 참조.

² 부록 5에 대한 Part FCL GM1 참조

1 TEM 모델

1.1 위협 및 오류 관리 구성요소

TEM 모델에는 운항 승무원의 관점에서 다음과 같은 세 가지 기본 구성요소가 있습니다.

- 위협
- 오류
- 원치 않는 항공기 상태(UAS).

TEM의 맥락에서 관리는 '운영 또는 상황의 계획, 지시 및 통제'로 정의됩니다. 실질적인 측면에서 이는 UAS로 이어질 수 있는 위협/오류의 적시 탐지 및 대응을 의미합니다.

위협 및 오류 관리는 원치 않는 항공기 상태를 방지할 수 있습니다

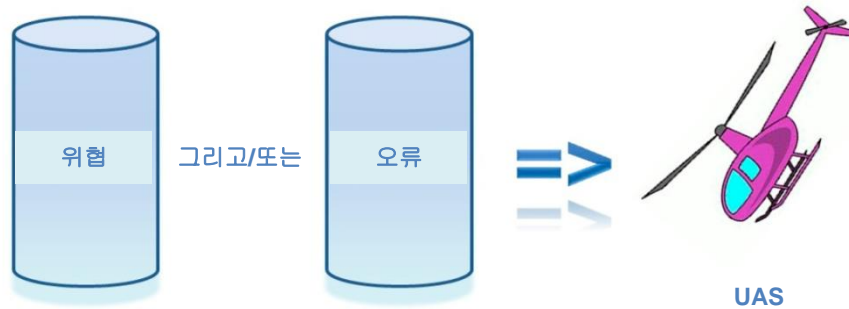


그림 1: 원치 않는 항공기 상태(UAS)

1.2 위협

TEM 모델의 첫 번째 구성요소는 위협입니다. 위협은 *운항 승무원의 영향을 벗어나* 발생하고, 운항 복잡성을 증가시키며, 안전 마진을 유지하기 위해 관리해야 하는 이벤트입니다.

관리되지 않거나 잘못 관리된 위협은 흔히 UAS로 이어집니다.

TEM 모델은 안전 마진을 줄임으로써 비행에 부정적인 영향을 미칠 가능성이 있는 예상된 위협, 예상치 못한 위협 및 잠재된 위협 등 3가지 위협 범주를 고려합니다. 위협 관리의 목적은 비행 전 및 비행 중에 운영 환경 내의 잠재적 위협에 대한 인식을 제고하는 데 있습니다. 위협이 무엇인지 이해하고 이러한 위협을 인지함으로써 운항 승무원은 적절한 대응책을 선택하고 안전한 결과를 확보하여 안전한 방식으로 비행을 계획하고 실행할 수 있습니다.

예상된 위협

다음과 같은 일부 위협은 운항 승무원이 예상하거나 알고 있으므로 예상할 수 있습니다.

- 폭풍우/착빙/윈드 시어 및 기타 악천후 예측
- 혼잡한 공항/헬리포트

- 전선/장애물
- 복잡한 SID/STAR/인가
- 배풍/측풍 진입/착륙
- 외부 기온/공기 밀도 고도 많이 높음
- 하중 및 균형
- 예보/알려져 있는 조류 행동

예상치 못한 위협

일부 위협은 예기치 않게, 갑자기 그리고 경고 없이 발생할 수 있습니다. 이러한 경우 승무원은 다음과 같은 훈련 및 운항 경험을 통해 습득한 기술과 지식을 적용해야 합니다.

- 비행 중 항공기 오작동
- 자동조종장치 - 이상/과도한 의존성
- 예보하지 못한 날씨/난기류/착빙
- ATC 항로 변경/혼잡/비표준 용어/항행 보조수단 이용 불가/유사한 호출명
- 지상 운용
- 전선/장애물
- 일반항공/초경량/경량비행기 활동
- 무인 항공기 시스템
- 공중충돌방지 장치 조치지시/항적지시
- 예측하지 못한 조류 행동
- 레이저 공격
- 오염된/경사 착륙 구역

잠재적 위협

마지막으로, 일부 위협은 비행 운항에 몰두한 승무원이 바로 확인하거나 관찰하지 못할 수 있으며, 안전 분석을 통해 밝혀야 할 수 있습니다. 이러한 위협이 잠재적인 위협으로 간주되며 다음과 같은 구조적 약점과 조종사의 심리 상태를 포함할 수 있습니다.

- 조직 문화/변화
- 부정확한/불완전한 문서
- 장비 설계 문제
- 운항 부담감/지연
- 착시
- 피로/교대근무
- 스트레스
- 안일
- 과신 또는 자신감 부족
- 최근 경험 및 숙련도 부족

예상된 위협, 예상치 못한 위협 또는 잠재적 위협 여부와 상관없이, 운항 승무원이 위협을 관리할 수 있는 유효성에 대한 한 가지 척도는 운항 승무원이 적절한 조치를 취함으로써 UAS로 이어지기 전에 그러한 위협에 대처할 수 있을 만큼 충분히 신속하게 위협을 탐지하는지 여부입니다.



위험 관리는 오류 관리 및 UAS 관리에 대한 빌딩 블록이며, 비행 운항의 안전 마진을 유지하기 위한 가장 사전 예방적인 옵션을 제공합니다. 위험 관리자인 운항 승무원은 비행 운항에 영향을 미치는 위험을 방지하는 최후의 방어선입니다.

1.3 오류

오류는 조직 또는 운항 승무원의 의도나 예상에서 벗어나는 *운항 승무원의 행위 또는 부작위*로 정의됩니다. 오류는 다음 두 가지 유형으로 나눌 수 있습니다.

- 실수 및 착오는 의도된 조치의 불이행입니다. 실수는 계획대로 진행되지 않는 행위인 반면에 착오는 기억 오류입니다. 예를 들어, (의도된) 카뷰레터 열 대신 혼합물을 당기는 것은 실수입니다. 카뷰레터 열을 가하는 것을 잊어버린 것은 착오입니다.
- 실수는 행동 계획의 실패입니다. 계획의 실행이 정확했다 할지라도 의도된 결과를 얻지 못할 수도 있습니다.

관리되지 않았거나 잘못 관리된 오류는 위험과 마찬가지로 안전 마진을 줄일 수 있으며 또 다른 오류 또는 UAS를 초래할 수 있습니다.

TEM 모델은 비행 운항에 부정적인 영향을 미칠 가능성이 있는 항공기 조작, 절차 및 통신 등 3가지의 오류 범주를 고려합니다. 이를 설명하는 예가 아래에 나와 있습니다.

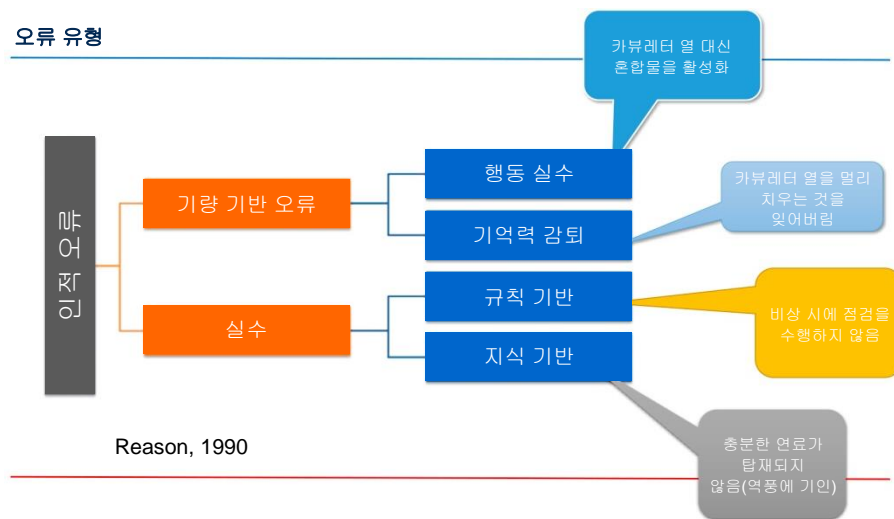


그림 2: 오류 유형

항공기 조작 오류

항공기 조작 오류로 분류되려면 조종사나 운항 승무원이 (예를 들어 조종장치, 자동조종장치 또는 시스템을 통해) 항공기와 상호작용해야 합니다.

- 수동 조작, 비행 조종: 수직, 횡방향 또는 속도 편차, 비행 또는 동력 설정
- 자동조종장치: 잘못된 상위 모드 설정 및 모니터링 모드 실패, 작동/해제 및 준비/준비해제

- 시스템, 무선, 계기: 잘못된 방법, 부정확한 고도계, 잘못된 연료 스위치 설정 또는 잘못된 무선 주파수 호출
- 헬리포트/공항 운용: 제자리비행 - 너무 낮음/너무 빠름, 잘못된 유도로 또는 활주로에 진입 또는 대기지점 초과, 유도로 또는 활주로를 유지하지 못하거나 놓침.

절차적 오류

절차적 오류로 분류되려면 조종사나 운항 승무원이 절차(예: 체크리스트, SOP 등)와 상호작용해야 합니다.

- 문서: 잘못된 질량 및 균형, 연료 정보, ATIS 또는 기록된 허가 정보, 문서작업 시 잘못 해석된 항목, 잘못된 일지 항목 또는 MEL 절차의 잘못된 적용
- SOP: 자동조종장치 입력의 교차 검증 불이행
- 체크리스트: 기억에서 누락된 항목, 늦게 또는 제때가 아닌 시점에 수행된 체크리스트, 잘못된 도전과 응답
- 호출: 누락되었거나 잘못된 호출
- 브리핑: 브리핑 생략. 누락된 항목

통신 오류

통신 오류로 분류되려면 조종사나 운항 승무원이 사람(ATC, 지상요원, 여타 승무원 등)과 상호작용해야 합니다.

- 승무원-외부: 호출 누락, 잘못된 용어, 다른 전송이 진행 중일 때의 전송, 지시의 오해, 잘못된 복창, 잘못된 허가, 유도로, 이착륙장 또는 활주로 통신
- 조종사-조종사/승무원: 의사소통 오류 또는 오해

오류 유형에 상관없이 안전에 잠재적으로 영향을 미칠 수 있는 것은 감지, 해석 및 대응입니다. 오류 관리의 목적은 오류가 운항에 영향을 미치지 않도록 적시에 감지하고 비행에 적절한 대응을 신속하게 하는 데 있습니다.

잘못 관리된 오류는 또 다른 오류 또는 UAS를 초래하거나 연계된 오류로 정의됩니다.

1.4 UAS

UAS는 *운항 승무원이 유발한* 항공기 위치 또는 속도 편차, 조종의 오작용 또는 안전 마진의 감소와 관련된 잘못된 시스템 구성입니다. 비효율적인 위험 또는 오류 관리에 기인하는 UAS는 위태로운 상황을 초래할 수 있으며 운항의 안전 마진을 줄일 수 있습니다. UAS는 승무원이 관리해야 합니다.

TEM 모델은 안전 마진을 줄임으로써 비행에 부정적인 영향을 미칠 가능성이 있는 항공기 조작, 지상 항행 및 잘못된 항공기 구성 등 3가지의 UAS 범주를 고려합니다. 이를 설명하는 예가 아래에 나와 있습니다.

항공기 조작

- 원형 와류 상태
- 테일 로터 효과 상실(LTE).

- 시계가 불량한 비행 환경(DVE)
- 항공기 조종(자세)
- 수직, 횡방향 또는 속도 편차
- 불필요한 악기상 진입
- 비인가 구역 진입
- 항공기 한계를 벗어난 운용
- 불안정한 접근
- 불안정한 접근 후에 계속되는 착륙
- 착륙장 지나침 또는 경착륙.

지상 항행(헬리포트 운용)

- 잘못된 유도로 또는 활주로를 향해 진행
- 잘못된 유도로, 주기장, 이착륙장 또는 .대기지점

잘못된 항공기 구성

- 시스템
- 비행 조종장치
- 자동조종장치
- 엔진
- 하중 및 균형

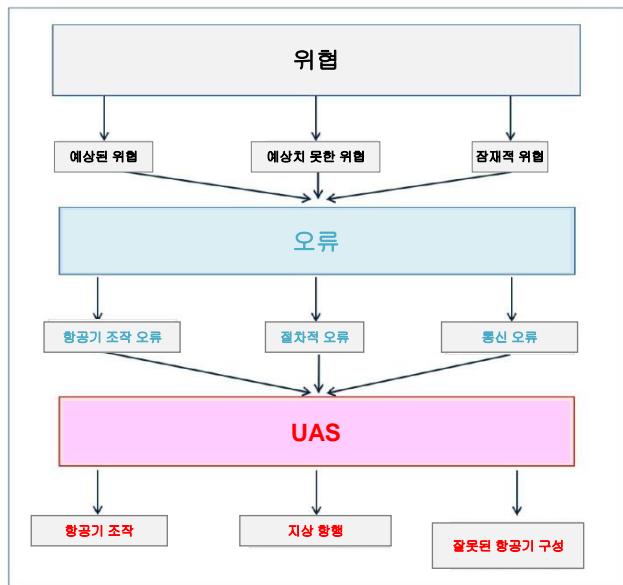


그림 3: 위험 및 오류 관리(TEM) 모델

그림 3은 위험 및 오류는 UAS를 유발할 가능성이 있으므로 운항 승무원이 관리해야 할 일상적인 운항 업무의 일부를 보여줍니다. UAS가 발생하고 나면, 운항 승무원들이 비행 운항에 있어 안전한 결과를 확보할 수 있는 마지막 기회이므로 UAS를 관리하는 것도 마찬가지로 중요합니다.

UAS는 항공기를 정상 운항으로 복귀시켜 효과적으로 관리할 수 있으며, 그렇지 않고 잘못 관리하면 또 다른 오류나 사건/사고를 유발할 수 있습니다.

운항 승무원이 TEM 사용 시 또 다른 중요한 점은 적시에 오류 또는 위협 관리에서 UAS 관리로 전환하는 것입니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

조종사는 관제 공항에 접근하는 동안 제너레이터 고장(예상치 못한 위협)을 감지하고 고장에 대응합니다. 제너레이터 고장에 대처(위협 관리)하고 ATC 허가에 대응하는 동안, 비행 속도가 감소하고(수동 조작 오류) 조종사가 깨닫지 못한 상태에서 강하율이 증가합니다. 이제 원형 와류 상태의 첫 번째 징후가 분명해졌습니다(UAS). 조종사는 계기를 점검하고 시각적 신호에 대응하여 이러한 조작 오류를 식별하고 항공기를 안정된 접근으로 되돌려 UAS를 관리함으로써 안전한 접근 및 착륙(결과)을 달성합니다.

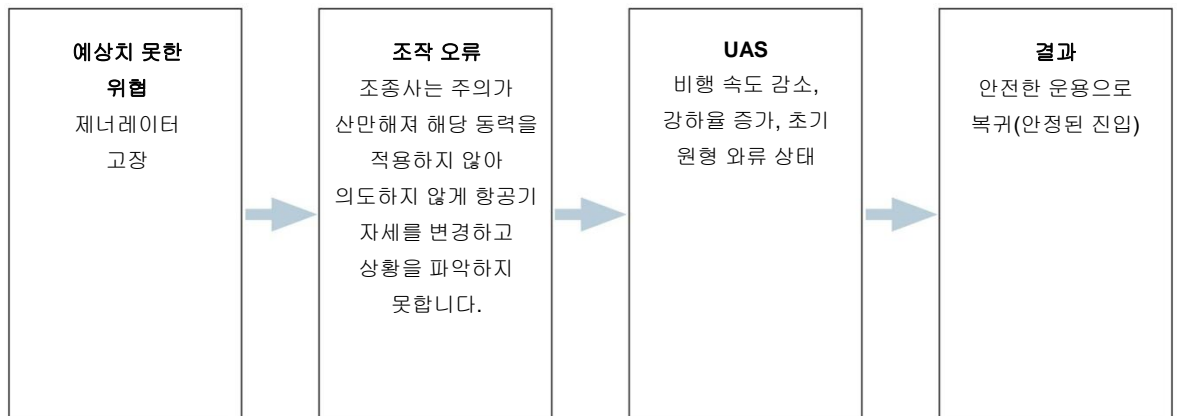


그림 4: TEM 예

위의 그림 4의 예에 나와 있듯이, 운항 승무원은 TEM의 성공적인 적용을 통해 상황을 복구하고 안전한 비행 운항으로 돌아갈 수 있습니다.

1.5 잠재적 결과

또한 UAS와 결과 사이에 분명한 차이가 있다는 것을 이해하는 것도 중요합니다. UAS는 과도 상태입니다. 반면에 결과는 최종 상태입니다. 잠재적 결과는 다음과 같이 분류할 수 있습니다.

- 안전한 운항으로 복귀(중요하지 않음)
- 추가 오류
- 사건/사고

1.6 대책

운항 승무원은 정상적인 운항 임무 수행의 일환으로 위험, 오류 및 UAS가 비행 운항의 안전 마진을 감소시키지 않도록 조치를 취해야 합니다. 대책의 예로는 계획수립, 체크리스트, 브리핑, 교육, SOP, CRM 등이 있습니다.

기본적으로 세 가지 범주의 대책이 있습니다.

계획수립 대책은 다음과 같은 예상된 위험 및 예기치 못한 위험의 관리에 필수적입니다.

- 간결하고 서두르지 않으면서 요구사항을 충족하는 철저한 계획수립/브리핑
- 계획/목표/결정을 전달하고 승인
- 정상 및 비정상 상황에 대하여 업무부하 할당 역할 및 책임을 정의하고 전달
- 효과적인 전략으로 비상사태 관리로 안전에 대한 위험을 관리
- 위험 및 그 결과를 예상하고 모든 가용 자원을 사용하여 위험을 관리.

실행 대책은 다음과 같은 오류 감지 및 오류 대응에 필수적입니다.

- 승무원은 시스템 및 다른 승무원을 능동적으로 모니터링하고 교차 점검
- 항공기 위치, 설정 및 승무원 조치를 검증
- 운항 업무에 우선순위를 지정하고 주요 비행 임무를 적절히 관리
- 고정 업무 지양
- 업무 과부하 방지
- 상황 및 업무부하 요구사항과 균형을 이루도록 자동조종장치를 적절하게 관리
- 자동조종장치 설정을 다른 승무원에게 간략하게 설명
- 자동조종장치 이상의 효과적인 복구 기법.

검토 대책은 다음과 같이 비행의 변화하는 조건 관리에 필수적입니다.

- 계획의 평가 및 수정
- 승무원의 결정과 조치를 공개적으로 분석하여 기존 계획이 최선의 계획이었는지를 확인
- 승무원들은 질문을 하여 현재의 대처방안을 조사/확실히 파악
- 승무원들이 지식의 부족을 기꺼이 표현: '아무 것도 당연하게 여기지 않음'
- 승무원들이 중요 정보 또는 해결책을 적절히 지속적으로 명시
- 승무원들이 거침없이 발언.

대책에 관한 추가 지침은 ICAO 설명서, LOSA(Line Operations Safety Audit)(Doc 9803)에서 확인할 수 있습니다.

2 TEM 교육

Part FCL.920 교관 역량 및 평가에는 다음과 같이 명시되어 있습니다.

모든 교관은 다음 역량을 갖추도록 교육을 이수해야 합니다.

-위험 및 오류 관리(TEM) 및 승무원 자원 관리를 통한.



그림 5: 위험에서 안전한 운용으로

2.1 위험 관리 교육

교관은 위험(및 오류)이 비행의 모든 단계에 걸쳐 관리해야 하는 일상적인 항공 업무의 일부임을 이해해야 합니다. 교관은 TEM이 지속적인 프로세스이며 비행 중만 아니라 비행 전 및 비행 후 단계에서도 고려해야 한다는 점을 훈련생에게 주입해야 합니다.

비행 전:

- 지상에서 비행과 관련된 가능한 위험을 예상하는 데 시간을 할애하면 계획을 수립하고 대책(예: 기상 변화 시 조치)을 마련할 수 있는 기회를 제공합니다.
- 이륙 전에 계획된 절차를 (자신, 승무원 및 승객에게) 브리핑합니다.
- 예상되는 위험과 대책을 브리핑에 포함시킵니다(예: 역풍).

비행 중:

- 각각의 중요한 비행 시퀀스(예: 비행장/헬리포트에 진입)를 시작하기 전에 계획된 절차를 (자신, 승무원 및 승객에게) 브리핑합니다.
- 예상되는 위험과 대책을 브리핑에 포함시킵니다(예: 역풍).
- 과부하를 방지하기 위해 작업의 우선순위를 지정하고 업무부하를 관리합니다(예: 체크리스트 사용).
- 모든 UAS를 식별하고 관리합니다.
- 다른 위험/오류/UAS를 처리하기 전에 안정적인 비행 및 정상적인 안전 마진으로 복귀합니다.

비행 후:

비행 중에 어떤 위험/오류/UAS가 발생했는지 다시 검토합니다. 훈련생에게 이러한 요소가 얼마나 잘 관리되었는지, 향후 비행 시 유사한 위험 및 오류의 관리를 개선하기 위해 달리 취할 수 있었던 조치가 무엇이었는지를 질문합니다.



교관이 예상된 위험 및 예상치 못한 위험이 식별 가능하며 비행 전과 비행 중에 자신들에게 가장 큰 영향을 미칠 수 있다는 점을 훈련생에게 강조하는 것이 매우 중요합니다.

잠재적 위험은 1.2 항에서 식별된 조직적 약점과 조종사의 심리 상태를 포함할 수 있으므로 교관 또는 훈련생에게 항상 분명한 것은 아닙니다.

예상된 위험을 감지하는 것은 주로 지식과 경험에 달려 있습니다. 조종사는 학습하면서(그리고 경험이 쌓이면) 위험이 발생할 수 있는 곳을 보다 정확하게 예측할 수 있습니다. 예를 들어, 기상 보고를 해석할 수 있게 되면 조종사가 악천후에 보다 효과적으로 대비할 수 있습니다. 경험은 조종사가 자신의 능력 및 한계에 대한 이해를 제고하는 데 도움이 될 수 있습니다.

예상치 못한 위험은 대부분 비행 중에 발생할 가능성이 높습니다. 이러한 위험은 일반적으로 교육 및 비행 경험을 통해 습득한 기술과 지식을 적용하여 관리할 수 있습니다. 일반적으로 엔진 고장 또는 모의 시스템 고장 실습은 훈련생이 예상치 못한 위험을 관리할 수 있도록 교육시키는 방법이 될 수 있습니다. 지식과 반복은 비행 중에 실제로 발생할 경우 이러한 이벤트를 관리할 수 있도록 훈련생을 준비합니다.

교관은 다양한 위험 범주를 해결할 수 있는 ‘가정’ 질문이나 예를 포함한 관련 TEM 교육 시나리오를 개발하여 훈련생이 위험을 인지하고 적절하게 대처할 수 있는 능력을 계발해야 합니다.

비행 훈련 중에 교관은 잘못된 ATC 지침, 통항 위험 또는 악천후와 같은 예상치 못한 위험을 식별하고 식별하지 못할 경우 이를 훈련생에게 지적해야 합니다. 그런 다음 훈련생에게 어떤 대책을 통해 위험을 완화할 수 있는지 묻고 가용 시간 내에 이러한 조치를 완수할 수 있는지 확인하는 것이 중요합니다.

비행 중에 교관은 예를 들어 훈련생이 예상치 못한 위험을 인식하도록 지도하는 좋은 방법인 경우 훈련생보다 앞서 임박한 위험을 미리 예측할 수 있습니다.

유도	- 시정 감소
질문	- 이용 가능한 옵션/조치는 무엇입니까?
대응	- 180도 선회 또는 착륙
결정	- 훈련생이 적절한 대응을 선택합니다
조치	- 훈련생이 선회 또는 착륙합니다

2.2 오류 관리 교육

오류가 발생할 것이라는 인정으로 항공 운항에서는 단지 오류 예방이 아닌 오류 인식 및 관리에 주안점을 두게 되었습니다. 교관은 오류가 발생할 때 단지 오류를 지적하는 것이 아니라 오류 발생 가능성을 최소화하는 방법과, 오류가 발생할 경우 사실을 인식하고 이를 관리할 전략을 구현하는 방법을 훈련생에게 보여 주어야 합니다.

교관은 오류가 발생하는 즉시 개입하는 대신에 오류를 인식할 수 있는 기회를 훈련생에게 제공해야 합니다. 안전할 경우 교관은 훈련생이 오류를 식별하고 시정할 시간을 주어야 합니다.

2.3 UAS 관리 교육

관리되지 않았거나 잘못 관리된 위험 또는 오류는 UAS를 초래할 수 있습니다. 원칙적으로, 조종사는 UAS로 진행되기 전에 위험과 오류를 관리하는 교육을 이수해야 합니다. 비행 교육 중에, 교관은 훈련생이 비행 기술을 연마하도록 다양한 교육용 UAS를 다루어야 합니다.

일부 대표적인 교육용 UAS의 예는 다음과 같습니다.

- 불규칙한 제자리비행
- 이륙 및 착륙 중의 횡방향 이동
- 너무 빠른 지상 주행
- 너무 빠르거나 느린 최종 진입, 또는
- 직진 및 수평 비행 중 고도 또는 기수 유지 불능.

이러한 예는 유자격 조종사가 범한 경우 UAS로 분류될지라도, 비행 교육 중에 발생하는 특이한 사건은 아닙니다. 그 차이는 교관이 위험과 오류를 인지하고 UAS가 원치 않는 결과(사건 또는 사고)로 발전하지 않도록 해야 한다는 점입니다.

이러한 맥락에서 교관은 UAS를 관리하도록 TEM을 실습하고 그 관리 방법을 훈련생에게 교육하는 이중 역할을 수행합니다. 훈련생에게는 유자격 조종사의 조작 및 인지 능력이 없을 수 있으므로, 훈련생은 흔히 특정한 비행 허용오차 또는 절차를 충족하지 못합니다.

교관이 교육해야 할 중요한 측면은 오류 관리에서 UAS 관리로의 전환입니다. 오류 관리 단계에서는 조종사가 오류의 원인을 파악하는 데 집착하여 ‘조종, 항법, 통신’이라는 오래된 격언을 잊어버릴 수 있습니다. 1.4 절에서 다루었던 예를 다시 참조하십시오.

2.4 사후강평

보고는 TEM 교육에 필수적인 도구이며 비행 중과 비행 후에 적용해야 합니다. TEM 보고의 내용은 교관의 재량에 따라 결정되지만, 비행 중 중요한 문제가 발생할 때 다루어져야 하며, 상세한 분석과 심도 있는 논의를 비행 후에 이루어져야 합니다.

교관이 비행 중에 훈련생이 사후강평하도록 헬기를 조종하는 것이 적절할 수 있습니다. 교관이 전적으로 조정을 하게 되면 훈련생은 긴장을 풀고 교관의 의견에 집중할 수 있습니다.

3 TEM 평가

TEM의 기본 개념은 다음과 같습니다.

위험, 오류 또는 UAS를 적시에 인지, 해석하고 신속하게 적절히 대응.

복잡하게 여겨지지 않을지라도, 교관/심사관은 TEM이 실행되고 있는지 확인하기 위한 증거를 입수해야 합니다. 관찰은 교관/심사관이 이러한 증거를 입수하기 위해 이용할 수 있는 유일한 수단이므로, 교관/심사관은 특정 TEM을 적용한 이유를 파악하기 위해 비행 전, 비행 중 및 비행 후에 조종사에게 적극적으로 질문하는 것이 중요합니다. 비행 중 질문이 조종사의 주의를 분산시켜서는 안 된다는 점을 강조해야 합니다. **교관/심사관은 조종사가 결함 없이 안전한 비행을 마쳤다고 해서 적절한 TEM을 사용했다고 추정할 수 없습니다.**

비행 테스트 시, 유능한 조종사가 UAS에 접할 가능성은 낮으며, 그렇지 않고 접할 경우 이를 시정하지 못할 수 있으므로, 심사관이 TEM을 평가하기에 적절한 시나리오를 제안해야 할 수 있습니다. 예를 들어,

- 비행 전 브리핑 중에 분석할 TEM 시나리오를 작성합니다.
- 목적지 비행장에 접근할 때 비행장 상공에서 뇌우를 시뮬레이션합니다.
- 보고 지점에 접근하거나 통제 구역에 진입하는 무선 장애를 시뮬레이션합니다.
- 예방 착륙 또는 강제 착륙을 시뮬레이션합니다.
- 계기 또는 디스플레이를 시뮬레이션합니다.

교관/심사관이 조종사의 TEM 성과를 평가하는 데 도움이 되도록 다음을 고려할 수 있습니다.

효과적인 외부관측을 유지

- 교통량, 시정 및 지형에 따라 결정되는 속도로 체계적인 스캔 기술을 사용하여 외부관측 및 항적 분리를 유지합니다.
- 무선 수신 감시를 유지하고 전송을 해석하여 항적 위치와 항적 의도를 판단합니다.
- 조종을 시작하기 전에 공역 허가 절차를 수행합니다.

상황 인식 유지

- 체계적인 스캔 기법을 사용하여 모든 항공기 시스템을 모니터링합니다.
- 지속적인 시스템 관리가 용이하도록 정보를 수집합니다.
- 계획된 운항으로부터의 편차에 대하여 비행 환경을 모니터링합니다.
- 비행 환경 정보를 수집하여 계획된 운항을 업데이트합니다.

상황 평가 및 의사 결정

- 문제를 식별합니다.
- 문제를 분석합니다.
- 해결책을 파악합니다.

- 해결책과 위험을 평가합니다.
- 행동 방침을 결정합니다.
- 대처방안을 전달합니다 - (적절할 경우).
- 조치에 대한 업무를 할당합니다 - (적절할 경우).
- 최적의 운용 결과를 얻기 위한 조치를 취합니다.
- 계획 대비 진척 현황을 모니터링합니다.
- 최적의 결과를 얻기 위해 계획을 재평가합니다.

우선순위 지정 및 업무 관리

- 업무부하 및 우선순위를 체계화하여 비행의 안전과 관련된 모든 업무를 완료합니다.
- 경쟁 우선순위 및 수요보다 항공기의 안전하며 효과적인 운용을 우선합니다.
- 순차적으로 발생할 이벤트 및 업무를 계획합니다.
- 중요한 사안 및 업무를 예측하여 완료합니다.
- 업무부하를 줄이고 인지 및 조작 활동을 개선하기 위한 기술을 사용합니다.
- 단일 조치, 업무 또는 기능에 대한 고착을 지양합니다.

효과적인 의사소통 및 대인 관계 유지

- 안전한 비행 결과를 보장하기 위해 모든 이해당사자와 효과적이며 효율적인 의사소통 및 대인관계를 구축하고 유지합니다.
- 해당/관여 이해당사자에게 목표를 정의하고 설명합니다.
- 안전한 비행 완료를 보장하는 수준의 자기 주장을 보여줍니다.
- 승객들에게 참여하여 안전한 비행 결과에 기여할 것을 권장합니다.

위험 인식 및 관리

- 비행의 안전성에 영향을 미칠 가능성이 있는 관련 환경 또는 운항 위험을 식별합니다.
- 위험을 관리할 수 있는 대책을 개발하여 이행합니다.
- 안전한 결과를 보장하기 위해 비행 진행 상황을 모니터링하고 평가합니다. 또는
- 안전한 결과가 보장되지 않은 경우 조치를 수정합니다.

오류 인식 및 관리

- 체크리스트와 표준 운영 절차를 적용하여 항공기 조작 오류, 절차적 오류 또는 통신 오류를 방지하고 안전에 영향을 미치거나 항공기가 원치 않는 항공기 상태로 진입하기 전에 저지른 오류를 파악합니다.
- 항공기 시스템, 비행 환경 및 승무원을 모니터링하고 정보를 수집 및 분석하여 잠재적 오류 또는 실제 오류를 식별합니다.
- 항공기가 UAS에 진입하기 전에 오류를 수정할 수 있는 가용 시간 내에 오류를 방지하거나 조치를 취할 대책을 이행합니다.

UAS 인식 및 관리

- UAS를 인식합니다.
- UAS를 관리하기 위한 작업의 우선순위를 지정합니다.
- 가용 시간 내에 항공기 조종장치 또는 시스템을 조작하거나 항공기의 조종을 유지하고 정상적인 비행 운항으로 복귀하도록 조치 또는 절차를 수정합니다.

또한 부록 I에는 교관/심사관이 평가할 수 있는 다양한 측면을 보여주는 TEM 평가 기준의 예가 제공되어 있습니다.

4 정의 및 두문자어

ACAS RA/TA: Airborne Collision Avoidance System Resolution Advisory / Traffic Advisory(공중 충돌 방지 시스템 조치 지시/항적 지시).

Airmanship(비행술): 비행 목표를 달성하기 위해 적절한 판단과 양질의 지식, 기술 및 태도를 일관되게 사용하는 행위 (국제 민간 항공 기구(International Civil Aviation Organization, ICAO)).

ATC: Air Traffic Controls(항공교통관제)

ATIS: Automated Terminal Information Service(자동 터미널 정보 서비스).

Error(오류): 다음과 같은 운항 승무원의 행위 또는 부작용:

- 승무원 또는 조직적 의도 또는 기대와의 차이를 초래하는 행위 또는 부작용
- 안전 마진을 감소시키는 행위 또는 부작용
- 지상 및 비행 중에 불리한 운항 이벤트의 확률을 증가시키는 행위 또는 부작용.

Flight environment(비행 환경): 비행 결과에 영향을 미칠 수 있는 항공기의 내부 및 외부 환경.

Aircraft's internal environment(항공기의 내부 환경): 항공기 내부 환경은 항공기 자세 및 성능, 계기, 관측, 비행 조종장치, 장비, 경고 및 경보 장치, 훈련생 구성원, 절차, 간행물, 체크리스트 및 자동조종장치를 포함할 수 있으며 이에 국한되지는 않습니다.

External environment(외부 환경): 항공기 외부 환경은 공역, 기상 조건, 지형, 장애물, 규제 체계, 기타 이해관계자 및 운영 문화를 포함할 수 있으며 이에 국한되지는 않습니다.

Formative assessment(형성 평가): 형성 평가는 교육 중에 학습 진행 상황을 모니터링하며 학습 성공 및 실패에 대해 훈련생 및 교관에게 지속적인 피드백을 제공합니다.

GA: General Aviation(일반 항공).

Human factors(인적 요인): 사람, 활동 및 장비 간의 시스템 내 관계를 최적화.

LOFT: Line Orientated Flight Training(노선 적응 비행 훈련).

MEL: Minimum Equipment List(최소장비목록).

Non-technical skills(비기술적 역량): 외부관측, 상황 인식, 의사결정, 작업 관리 및 통신 등과 같은 특정 인적 요인 역량으로, 때로는 '소프트 스킬'이라고도 합니다.

SID: Standard Instrument Departure(표준 계기 출발 절차).

Situation awareness(상황 인식): 주변에서 벌어지고 있는 상황을 파악하고 발생할 수 있는 상황을 예측.

SOP: Standard Operating Procedures(표준 운영 절차).

STAR: Standard Terminal Arrival(표준 계기 도착 절차).

Summative assessment(총괄 평가): 총괄 평가는 교육 과정을 마칠 때 수행되며 교육 목표(역량 기준)를 달성했는지 여부를 판단합니다.

Threat(위협): 운항 승무원의 영향을 벗어나 발생하고, 운항 복잡성을 증가시키며, 안전 마진을 유지하기 위해 관리해야 하는 이벤트.

Threat and Error Management(TEM, 위협 및 오류 관리): 뒤따르는 결과가 중요하지 않도록, 즉 결과가 오류, 추가 오류 또는 원치 않는 상태가 되지 않도록 위협과 오류를 감지하여 대응하는 프로세스.

Undesired Aircraft State(UAS, 원치 않는 항공기 상태): 조종사가 유발한 항공기 위치 또는 속도 편차, 조종의 오적용 또는 안전 마진의 감소와 관련된 잘못된 시스템 구성.

부록 I

위험 및 오류 관리 평가 기준의 예

목적:

응시자가 다음과 같은지 판단하는 데 목적이 있습니다.

- (1) TEM 기법에 의거하여 다양한 작업 요소의 수행에 있어 잠재적 위험을 인식, 평가하고 관리할 수 있음.
- (2) TEM 기법에 의거하여 다양한 작업 요소의 수행에 있어 발생할 수 있는 오류를 방지하고 제거할 수 있음.
- (3) 명백한 상황 인식으로 SOP를 준수하여 다양한 작업 요소의 수행 시 발생할 수 있는 오류를 방지하고 제거.
- (4) TEM 기법에 의거하여 발생할 수 있는 오류의 영향을 완화하는 전략을 적용.

아직 미숙	능숙	매우 능숙
(1) 다양한 작업 요소의 수행에 있어서의 잠재적 위험을 모름	(1) 다양한 작업 요소의 수행에 있어서의 잠재적 위험을 인식, 표현하고 관리	(1) 다양한 작업 요소의 수행에 있어서의 모든 잠재적 위험을 즉시 인식, 표현하고 관리
(2) 다양한 작업 요소의 수행에 있어 위험의 잠재적 영향을 줄이거나 관리하기 위한 중요한 조치를 취하지 않음	(2) 다양한 작업 요소의 수행에 있어 위험의 잠재적 영향을 줄이거나 관리하기 위한 합리적인 조치를 취함	(2) 다양한 작업 요소의 수행에 있어 잠재적 위험을 효과적으로 관리/잠재적 위험의 영향을 최소화할 전략을 이행
(3) SOP 및 절차를 준수하는 것이 제한적이며 상황 인식 수준이 낮거나 비행 진행 상황을 검토하지 않음 다양한 작업 요소의 수행에 있어 발생하는 오류를 모름	(3) SOP 및 절차를 준수하며, 명백한 상황 인식으로 다양한 작업 요소의 수행에 있어 발생할 수 있는 오류를 방지하고 제거	(3) SOP 및 절차를 엄격하게 준수. 다양한 작업 요소의 수행에 있어 발생할 수 있는 오류를 방지하고 제거하는 효과적인 전략을 적용
(4) 발생하는 오류의 영향을 완화할 수 있는 전략의 적용에 무지하거나 지식이 부족	(4) 발생하는 모든 오류의 영향을 적절히 완화	(4) 발생하는 오류의 영향을 효과적으로 완화하는 전략을 적용

조치:

심사관은 다음을 수행할 수 있습니다.

- 응시자에게 다양한 작업 요소의 수행에 있어 헬기의 운용에 영향을 미칠 수 있는 잠재적 위험에 관하여 질문.
- TEM 기법에 의거하여 다양한 작업 요소의 수행에 있어 응시자의 위험 평가 및 관리를 관찰하고, 그 성과가 목표를 충족하는지 판단.
- TEM 기법에 의거하여 다양한 작업 요소의 수행에 있어 응시자의 오류 방지 및 제거를 관찰하고, 그 성과가 목표를 충족하는지 판단.
- 응시자가 SOP를 준수하는지 관찰하고 (가능한 경우) 위험 및 오류에 대한 응시자의 상황 인식을 모니터링.
- TEM 기법에 의거하여 다양한 작업 요소의 수행에 있어 오류의 영향을 완화하는 응시자의 전략 적용을 관찰하고, 그 성과가 목표를 충족하는지 판단.

판권 기재사항

면책선언:

본 안내서에 명시된 견해는 전적으로 EHEST의 책임입니다. 제공된 모든 정보는 일반적인 성격에 지나지 않으며 특정 개인 또는 법인의 고유한 상황을 다루기 위한 취지는 아닙니다. 본 안내서의 유일한 목적은 허용 준수 수단 또는 지침 자료를 포함하여 공식적으로 채택된 법률 및 규제 조항의 지위에 영향을 미치지 않는 방식으로 지침을 제공하는 데 있습니다. 본 안내서는 EHEST, 그 참가자 또는 제휴 단체에 대한 보증, 표현, 약속, 계약 또는 기타 법적 구속력이 있는 책무의 형태로 의도된 것이 아니므로 이에 의존해서는 안 됩니다. 이러한 권고의 채택은 자발적인 약속의 대상이며, 이러한 조치를 승인하는 자의 책임에만 결부되어 있습니다.

따라서 EHEST와 그 참가자 또는 제휴 단체는 본 안내서에 포함된 정보나 권고의 정확성, 완전성 또는 유용성에 대해 어떠한 보증도 표현하거나 암시하지 않으며 일체 책임을 지지 않습니다. 법이 허용하는 범위 내에서, EHEST와 그 참가자 또는 제휴 단체는 본 안내서의 사용, 복사 또는 게재로 인한 또는 그와 관련하여 발생하는 모든 종류의 손해나 기타 청구 또는 요구에 대해 책임을 지지 않습니다.

크레딧:

CASA 지침 자료 단독 조종 인적 요인 교육 및 평가와 위험 및 오류 관리
CAA 뉴질랜드 비행 테스트 표준 가이드 항공사 운항 조종 면허 발급 헬기

문의 연락처 정보:

European Helicopter Safety Team
이메일: ehest@easa.europa.eu, www.easa.europa.eu/essi/ehest

문의 연락처 정보:

European Helicopter Safety Team
이메일: ehest@easa.europa.eu, www.easa.europa.eu/essi/ehest

EHEST 안내서 다운로드:

EHEST HE 1 교육 안내서 - 안전 고려사항
<http://easa.europa.eu/HE1>
EHEST HE 2 교육 안내서 - 헬기 조종술
<http://easa.europa.eu/HE2>
EHEST HE 3 교육 안내서 - 비행장 외부 착륙장 운용
<http://easa.europa.eu/HE3>
EHEST HE 4 교육 안내서 - 의사결정
<http://easa.europa.eu/HE4>
EHEST HE 5 교육 안내서 - 훈련 중 위험 관리
<http://easa.europa.eu/HE5>
EHEST HE 6 교육 안내서 - 헬기 비행 훈련 시 시뮬레이터의 장점
<http://easa.europa.eu/HE6>
EHEST HE 7 교육 안내서 - 언덕이 많은 지형 및 산악 지형에서의 헬기 조종 기법
<http://easa.europa.eu/HE7>
EHEST HE 8 교육 안내서 - 헬기 조종사, 교관 및 훈련 기관을 위한 위험 및 오류 관리(TEM) 원칙
<https://easa.europa.eu/HE8>



2014년 12월

EUROPEAN HELICOPTER SAFETY TEAM (EHEST)

ESSI 일원

European Aviation Safety Agency (EASA)
Strategy & Safety Management Directorate
Ottoplatz 1, 50679 Köln, Germany

이메일 ehest@easa.europa.eu

웹사이트 www.easa.europa.eu/essi/ehest

