



**AUTORITATEA DE INVESTIGAȚII ȘI ANALIZĂ  
PENTRU SIGURANȚA AVIAȚIEI CIVILE (AIAS)**

## **RAPORT FINAL**

### **de investigație privind siguranța aviației civile**

|                      |                                   |
|----------------------|-----------------------------------|
| <b>CLASIFICARE</b>   | <b>Incident grav</b>              |
| Proprietar           | TAROM                             |
| Operator             | TAROM                             |
| Constructor          | Avions de Transport Regional ATR  |
| Aeronava             | ATR 42 -500                       |
| Țara de înregistrare | ROMÂNIA                           |
| Înmatriculare:       | YR - ATF                          |
| Locație:             | Aeroport Otopeni                  |
| Data și ora:         | 09.07.2019 / 19:43 LT (16:43 UTC) |



**Nr. : I 20 - 08**  
**Data: 15.06.2020**





## **AVERTISMENT**

Acest RAPORT prezintă date, analize, concluzii și recomandări privind siguranța aviației civile, ale Comisiei de investigație privind siguranța aviației civile, numită de Directorul General al AIAS.

Investigația privind siguranța aviației civile a fost efectuată în conformitate cu prevederile Regulamentului (UE) nr. 996/2010 al Parlamentului European și al Consiliului din 20 octombrie 2010 privind investigarea și prevenirea accidentelor și incidentelor survenite în aviația civilă și de abrogare a Directivei nr. 94/56/CE, ale prevederilor Anexei 13 la Convenția privind Aviația Civilă Internațională, semnată la Chicago la 7 decembrie 1944, precum și cu Ordonanța Guvernului nr. 26/2009, aprobată și completată prin Legea 55/2010, modificată și completată prin OG 17/2018.

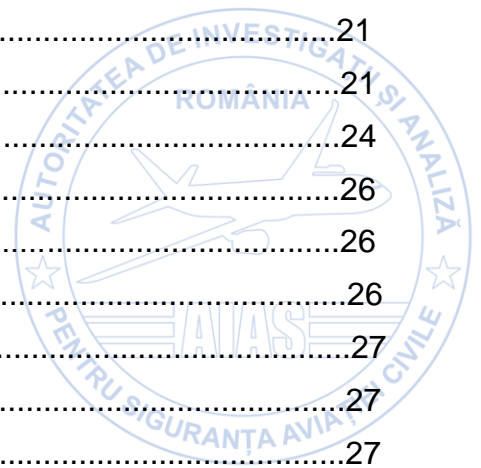
Obiectivul investigației privind siguranța aviației civile este prevenirea producerii accidentelor și incidentelor, prin determinarea reală a cauzelor și împrejurărilor care au dus la producerea acestui eveniment și stabilirea recomandărilor necesare pentru siguranța aviației civile și NU ARE CA SCOP de a găsi vinovați, responsabilități individuale sau colective.

În consecință, utilizarea acestui RAPORT în alte scopuri decât cele cu privire la prevenirea producerii accidentelor și incidentelor, poate conduce la interpretări eronate.



## CUPRINS

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1.    | INFORMAȚII GENERALE.....                          | 4  |
| 1.1   | Istoricul incidentului.....                       | 4  |
| 1.2   | Victime.....                                      | 5  |
| 1.3   | Avarii ale aeronavei.....                         | 5  |
| 1.4   | Alte pagube produse.....                          | 6  |
| 1.5   | Informații legate de echipajul aeronavei.....     | 6  |
| 1.6   | Informații despre aeronavă .....                  | 7  |
| 1.6.1 | Generalități.....                                 | 7  |
| 1.6.2 | Trenul de aterizare și instalația hidraulică..... | 8  |
| 1.7   | Situația meteorologică .....                      | 12 |
| 1.8   | Mijloace de navigație.....                        | 13 |
| 1.9   | Comunicații.....                                  | 13 |
| 1.10  | Date despre aeroport.....                         | 15 |
| 1.11  | Înregistratoare de zbor.....                      | 16 |
| 1.12  | Informații despre impact și epavă.....            | 18 |
| 1.13  | Informații medicale și patologice.....            | 18 |
| 1.14  | Incendiu.....                                     | 18 |
| 1.15  | Aspecte privind supraviețuirea.....               | 18 |
| 1.16  | Teste și verificări.....                          | 18 |
| 1.17  | Informații despre management și organizare.....   | 21 |
| 1.18  | Informații suplimentare.....                      | 21 |
| 2.    | ANALIZA.....                                      | 21 |
| 2.1   | Analiza zborului.....                             | 21 |
| 2.2   | Aspecte operaționale și de factor uman.....       | 24 |
| 3.    | CONCLUZII.....                                    | 26 |
| 3.1   | Constatări.....                                   | 26 |
| 3.1.1 | Aspecte tehnice.....                              | 26 |
| 3.1.2 | Aspecte privitoare la echipaj.....                | 27 |
| 3.2   | Cauzele producerii incidentului .....             | 27 |
| 3.2.1 | Cauza determinantă .....                          | 27 |
| 3.2.2 | Cauze favorizante.....                            | 27 |



|                     |    |
|---------------------|----|
| 4. RECOMANDĂRI..... | 29 |
| 5. ANEXE.....       | 30 |
| ANEXA 1.....        | 31 |
| ANEXA 2.....        | 33 |
| ANEXA 3.....        | 38 |
| ANEXA 4.....        | 39 |



## 1. INFORMAȚII GENERALE

### 1.1 Istoricul incidentului

În data de 09.07.2019, aeronava tip ATR 42-500, înmatriculată YR-ATF, a fost planificată să execute două zboruri comerciale de transport pasageri: Otopeni Chișinău-Otopeni și Otopeni-Satu Mare-Otopeni, însumând 4 sectoare de zbor. Ambele zboruri au fost executate de același echipaj.

Ultimul sector de zbor al zilei s-a desfășurat pe ruta Aeroport Internațional Satu Mare (LRSM/SUJ) – Aeroport Internațional București Otopeni (LROP/OTP).

La bordul aeronavei se aflau 26 persoane: pilot comandant, pilot secund, doi însoțitori de bord și 22 pasageri.

Decolarea de la Satu Mare a decurs normal. Pilotul secund a avut calitatea de „pilot flying” (PF), iar pilotul comandant a avut calitatea de „pilot non flying” (PNF - terminologie conform TAROM OM).

Zborul pe rută spre Otopeni a decurs normal. Procedura de apropiere și aterizare a fost executată pentru pista 08L a aeroportului Otopeni.

Contactul aeronavei cu pista a avut loc în zona „touch down”, în axul pistei. După contactul cu pista, pilotul a poziționat manetele de gaz ale motoarelor la regimul „ground idle”, moment în care aeronava a început o decelerare puternică, însoțită de zgomote și vibrații neobișnuite.

O altă aeronavă, care se afla pe calea de rulaj „O”, paralelă cu pista 08L, a raportat că este vizibil fum dens în zona trenului de aterizare principal dreapta al aeronavei YR-ATF.

După un rulaj de aproximativ 560 m, la ora 19.43 LT, aeronava YR-ATF s-a oprit pe pista 08L, în punctul de coordonate N 44° 34' 39”, E 026° 05' 57”, în apropierea intersecției cu calea de rulaj „W”.

Echipele de intervenție pentru situații de urgență ale aeroportului, ajunse imediat la aeronavă, au constatat distrugerea tuturor pneurilor și a jantelor roților trenului de aterizare principal.

Aeronava a fost imobilizată în poziția de oprire. Pista 08L/26R a fost închisă temporar.

Pasagerii au fost debarcați în poziția în care s-a oprit aeronava, folosindu-se procedura normală.

Nu au fost persoane rănite.

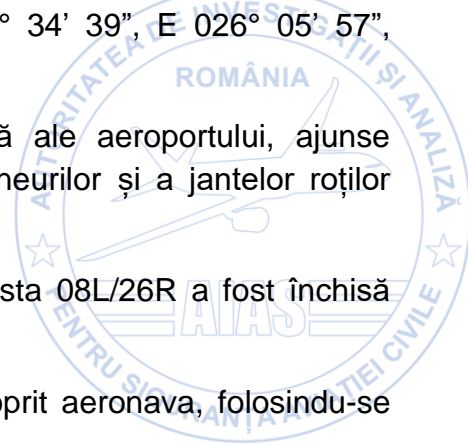




Fig.1 Aeronava după oprirea finală pe pistă

## 1.2 Victime

Nu au fost victime.

## 1.3 Avarii ale aeronavei

Toate pneurile roților trenului de aterizare principal au fost distruse.

Toate jantele roților trenului de aterizare principal au fost distruse.

Urme de lovituri cu fragmente de pneuri pe trapele trenului principal stânga și dreapta și pe partea mediană dreapta a fuzelajului avionului.

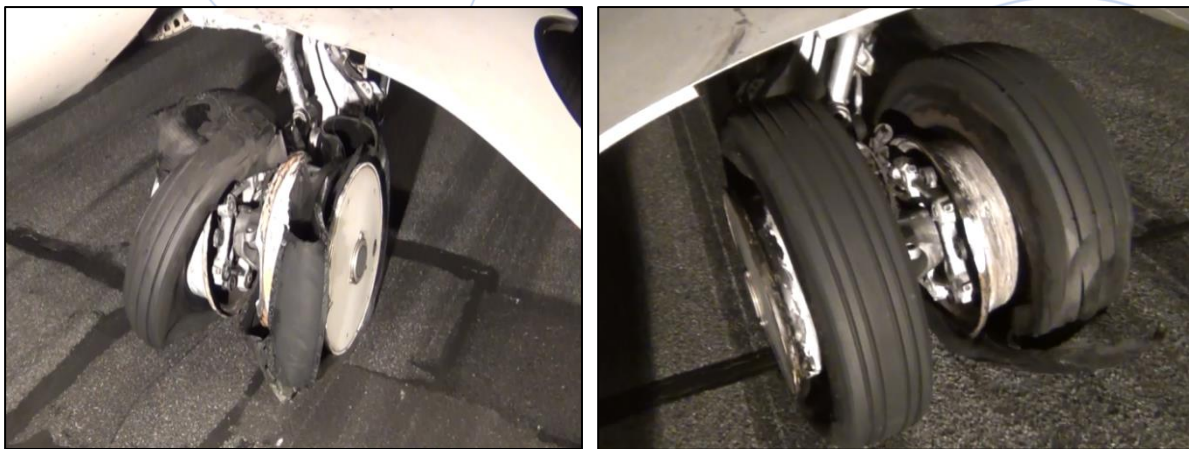


Fig. 2 Roțile avariate ale trenului de aterizare principal





Fig.3 Urme de lovituri cu resturi de anvelope, pe fuzelaj.

#### 1.4 Alte pagube produse

Nu au existat alte pagube.

#### 1.5 Informații despre echipajul aeronavei

|                     |   |
|---------------------|---|
| Pilot comandant     | Bărbat, 29 ani  |
| Licența             | Licență FCL/ATPL/RO/xxxxxxxA, în termen de valabilitate |
| Certificat medical  | Clasa 1, în termen de valabilitate, fără restricții     |
| Experiență de zbor  | 2100 ore de zbor/ 1930 pe tip                           |
| Timp de lucru total | 8 h 15 min  |
| Timp de zbor total  | 4h 45 min   |

|                     |  |
|---------------------|--|
| Pilot secund        | Bărbat, 30 ani   |
| Licența             | Licență FCL/CPL/RO/xxxxxxxA, în termen de valabilitate |
| Certificat medical  | Clasa 1, în termen de valabilitate, fără restricții    |
| Experiență de zbor  | 1400 ore de zbor/ 1220 pe tip                          |
| Timp de lucru total | 8 h 15 min   |
| Timp de zbor total  | 4 h 45 min   |



## 1.6 Informații despre aeronavă

### 1.6.1 Generalități

Aeronava implicată în incident este de tipul ATR 42-500 destinată zborurilor regionale/scurt curier.

Este o aeronavă de construcție clasică, având aripa sus („parasol”). Cabina pasagerilor oferă 48 de locuri pentru pasageri, într-o așezare 2+2, cu un singur culoar median.

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Fabricantul și tipul aeronavei     | Avions de Transport Regional – ATR 42-500 |
| Număr de serie și anul fabricației | 599 - 1999                                |
| Statul și marca de înmatriculare   | România – YR-ATF                          |
| Proprietar                         | TAROM                                     |
| Deținător (Operator)               | TAROM                                     |
| Certificat de Navigabilitate       | În termen de valabilitate                 |
| Număr total de ore/cicli           | 37 142 / 33 071                           |
| Motorizare                         | 2x PWC PW127E, turbo-propulsor            |
| Putere maximă motor                | 2516 Cp (1876 KW)                         |

Motoarele aeronavei sunt de tipul turbopropulsor cu turație de lucru constantă. Ele antrenează câte o elice cu 6 pale, cu pas variabil controlat automat.



Fig.4 Aeronavă tip ATR 42-500

Întreținerea tehnică a aeronavei a fost efectuată în conformitate cu *Programul de Întreținere* aprobat.





La data producerii incidentului, în lista defectelor amânate - HIL („Hold Item List”) erau înregistrate două defecte, a căror remediere a fost amânată conform MEL: NL („Low Pressure Spool Rotation Speed”) și „RH Strobe Light”. Acestea nu afectau siguranța zborului și nu au fost de natură să provoace sau să influențeze evenimentul.

### 1.6.2 Trenul de aterizare și instalația hidraulică

Trenul de aterizare este de tip triciclu, escamotabil în fuzelaj.

Scoaterea și escamotarea celor 3 jambe, precum și frânarea, se realizează hidraulic.

Fiecare jambă principală e prevăzută cu câte două roți, ce pot fi frânate hidraulic de către piloți, prin apăsarea pedalelor palonierelor. De asemenea, în cazul pierderii presiunii hidraulice în sistemul principal de frânare, există posibilitatea frânării de urgență prin acționarea unei manete aflată pe pupitrul central. Aceeași manetă asigură și aplicarea frânei de parcare.

Aeronava ATR 42-500 este prevăzută cu două circuite hidraulice independente, circuitul „verde” și circuitul „albastru” - fig.5.

Circuitul „verde” asigură scoaterea și escamotarea trenului de aterizare și de asemenea frânarea normală (uzuală) a celor patru roți ale trenului principal de aterizare. Circuitul „albastru” asigură frânarea de urgență și frânarea de parcare prin intermediul unui acumulator hidraulic specific (fig.5).

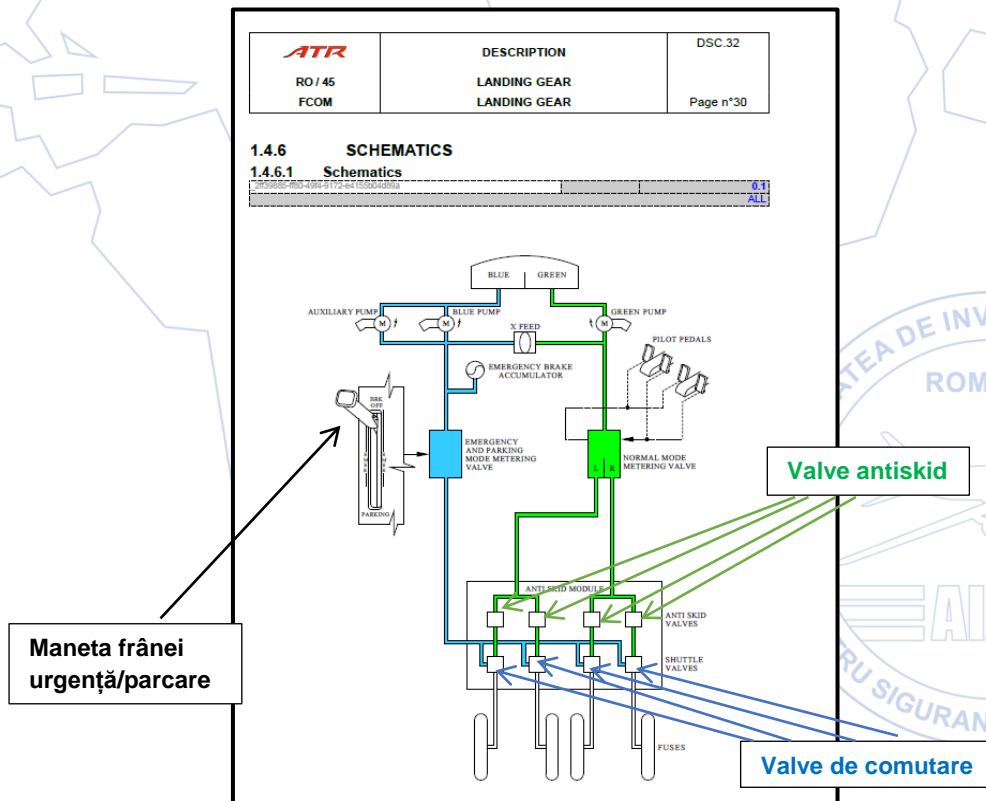


Fig.5 Schema sistem acționare hidraulică frâne

Presiunile din circuitul verde, circuitul albastru și din acumulatorul frânei de parcare/urgență au indicație separată într-un indicator combinat (fig.6)

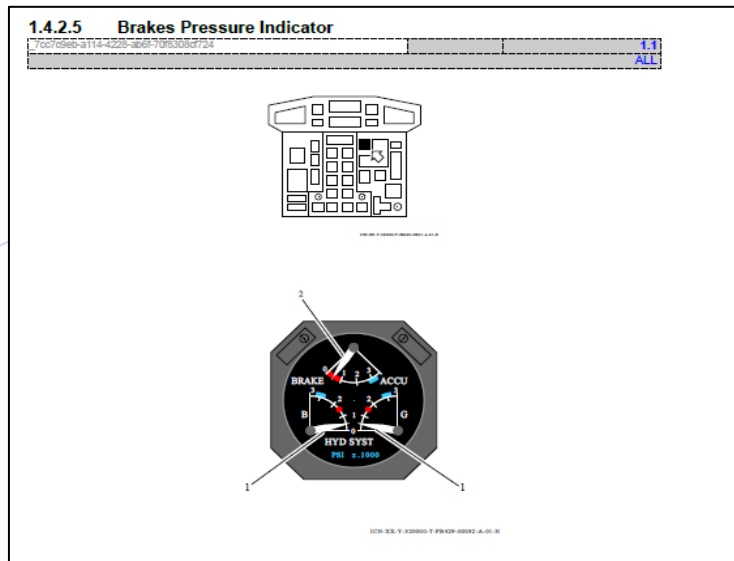


Fig.6 Triplu indicator al presiunilor din instalația de frânare

Cele patru roți ale trenului principal de aterizare sunt echipate fiecare cu propriul sistem de frânare.

Ansamblul de frânare al fiecărei roți a trenului principal de aterizare dispune de capacitate de reglare automată a poziției discurilor de frânare, de un indicator mecanic pentru controlul vizual al stării de uzură a discurilor de frânare și de un sistem de detectare și avertizare a supraîncălzirii discurilor de frânare.

După decolare, când levierul de comandă al trenului de aterizare este plasat în poziția „UP” (escamotat), roțile trenului principal de aterizare sunt frânate automat, iar după ce trenul este zăvorât în poziția „UP” presiunea de frânare este eliberată, de asemenea automat, *astfel încât pe perioada zborului, nu există presiune hidraulică în sistemul de frânare.*

Roțile trenului principal de aterizare sunt prevăzute cu un sistem antiblocare („antiskid system”) care împiedică blocarea acestora în timpul frânării (fig.5). Sistemul este funcțional doar în cazul folosirii circuitului „verde” al sistemului hidraulic, respectiv când frânarea se realizează normal. Scopul sistemului este să asigure performanțe maxime de frânare prin înlăturarea fenomenului de blocare a fiecărei roți. Pentru aceasta, sistemul modulează presiunea de frânare a fiecărei roți, funcție de presiunea comandată de frânare, presiunea în pneuri și de coeficientul de frecare (gradul de contaminare a suprafeței de rulare a pistei).

Sistemul monitorizează fiecare roată a trenului principal, dar și încrucișat. Aceasta se realizează prin compararea încrucișată și continuă a vitezei de rotație a celor două roți interioare cu cele două exterioare ale trenului de aterizare principal. Dacă viteza aeronavei este mai mare de 23 Kt și diferența de viteză între cele două



roți interioare și cele două exterioare este peste 50%, atunci presiunea de frânare este în mod automat eliberată, pentru roțile relevante.

Sistemul antiskid este operațional atunci când maneta trenului de aterizare este în poziția scos și zăvorât (DOWN and LOCKED), iar viteza aeronavei este mai mare de 10 Kt. Acest sistem evită și posibilitatea exploziei cauciucurilor.

De asemenea, sistemul are o protecție care preîntâmpină presurizarea frânelor în momentul contactului cu pista de aterizare (TOUCHDOWN PROTECTION), care este activă pentru primele 3 secunde după ce senzorul dedicat indică „Aircraft Weight On Wheels” (trenul principal de aterizare este comprimat) și rămâne activă până când viteza aeronavei depășește 35 Kt. Se evită astfel o acționare inadecvată (prematură) a frânelor, atâta timp cât coeficientul de frânare este scăzut sau încărcarea pe verticală a trenului de aterizare nu este completă.

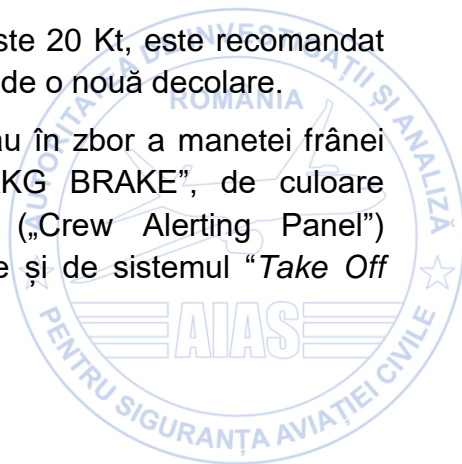
Frânarea de urgență și frânarea de parcare se realizează prin acționarea manetei EMERGENCY-PARKING BRAKE (Fig.5 și fig.7). În acest caz, sistemul ANTISKID devine inoperativ împreună cu toate canalele sale de protecție. În fig. 5 se poate vedea că la acționarea manetei frânei de urgență/parcare, presiunea hidraulică din circuitul albastru, ajunge direct la cele patru roți ale trenului principal, prin valvele de comutare, ocolind valvele antiskid.

În cazul acționării manetei EMERGENCY-PARKING BRAKE, presiunea de frânare este controlată prin poziționarea acesteia, astfel încât la poziționarea ei până la jumătate din cursa disponibilă, presiunea de frânare va fi aplicată gradual până la valoarea de 500 psi (36 bar).

Conform Manualului de Operare al Aeronavei, deplasarea manetei cu încă aproximativ o jumătate de inch (1,25 cm) dincolo de acest punct este autorizată doar dacă viteza aeronavei este mai mică de 60 Kt. Deplasând în continuare maneta de frânare presiunea va crește brusc la 2030 psi (140 bar). De aceea, pentru frânare de urgență se recomandă acționarea manetei de frână până la jumătate de cursă și păstrarea poziției acesteia.

În cazul folosirii frînării de urgență la viteze de peste 20 Kt, este recomandat să se execute o inspecție vizuală a stării pneurilor, înainte de o nouă decolare.

Acționarea (scoaterea din poziția „ OFF”) la sol sau în zbor a manetei frânei de urgență/parcare duce la aprinderea indicației „PRKG BRAKE”, de culoare portocalie („amber”) pe panoul de avertizări CAP („Crew Alerting Panel”) (fig.7 și fig.8) și este de asemenea luată în considerație și de sistemul „Take Off Configuration System”.



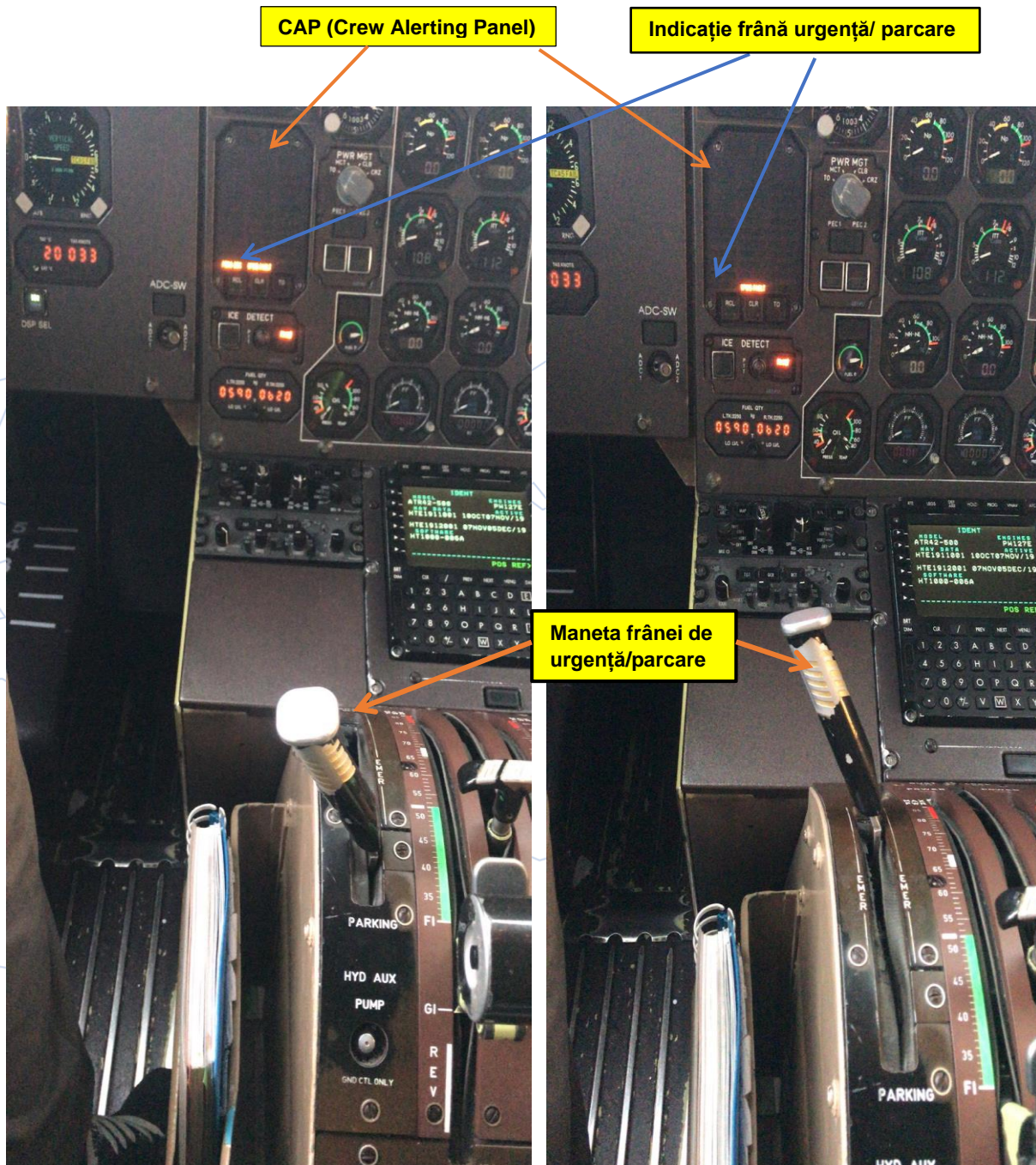


Fig.7 Maneta frânei de urgență/parcare în poziția Parcare (stânga) și OFF (dreapta)



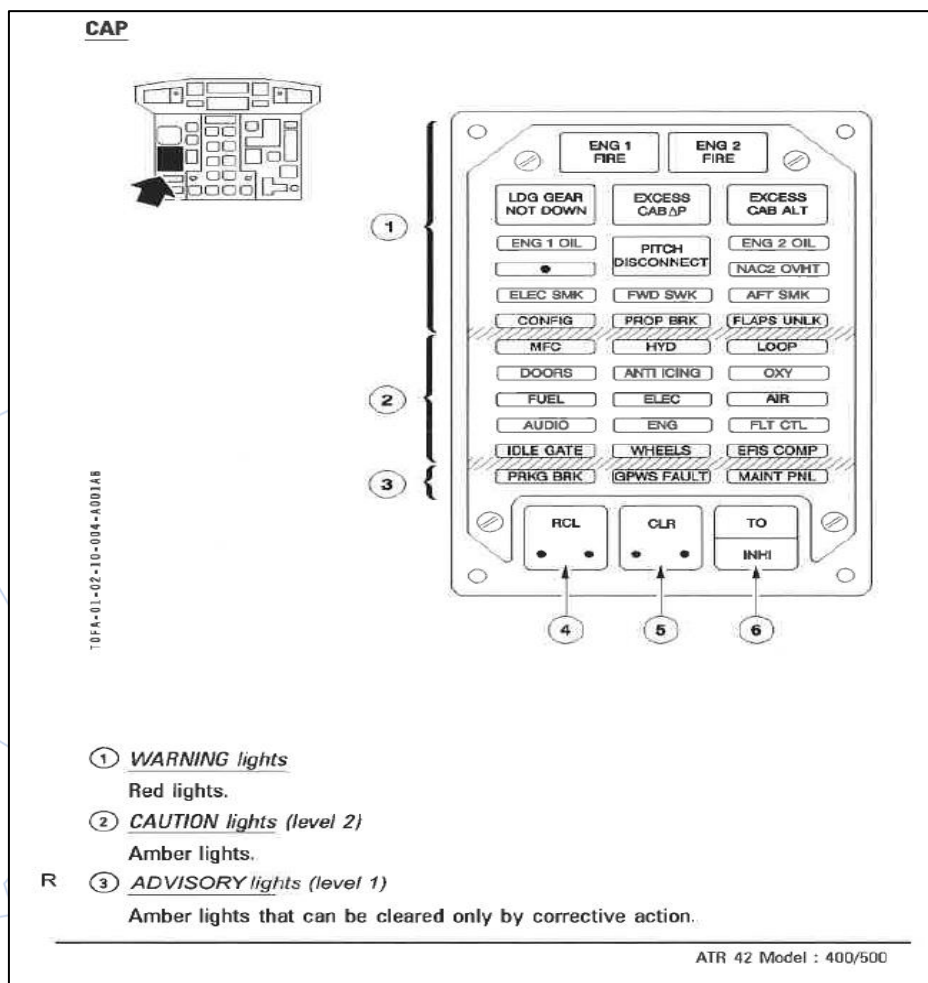


Fig.8 Crew Alerting Panel

## 1.7 Situația meteorologică

Raportul meteorologic pentru ora de aterizare:

METAR LROP 091630Z 03006 KT 9999 FEW 042CB BKN045 23/14 Q1011 R88/09//95 NOSIG.

*Decodificare:* data 09, ora 16:30 UTC, vânt din direcția 030° cu viteza 6 Kt, vizibilitate peste 10 Km, acoperire 1-2/8 CB la 4200 ft înălțime, 5-7/8 la 4500 ft înălțime, temperatura atmosferică 23°C, temperatura punctului de rouă 14°C, presiunea atmosferică QNH 1011 mb, starea pistelor (R88), tipul depozitului: neraportat (/), pistele uscate și curate (0), în proporție de 100% (9), grosimea depozitului nesemnificativă/inexistentă (//), coeficient de frânare „bun”(95), fără schimbări semnificative (NOSIG).

Condițiile meteorologice relevante pentru executarea aterizării la LROP pe pista 08L, respectiv direcția și viteza vântului, vizibilitatea, nu au reprezentat elemente contributive la producerea evenimentului.



## 1.8 Mijloace de navigație

Nu este cazul

## 1.9 Comunicații

Conform declarației pilotului secund, pe perioada sectorului de zbor analizat (dar și în timpul celor două precedente) convorbirile radio au fost executate de piloți fără utilizarea căștilor de zbor, din cauza defectării setului de căști al pilotului comandant în timpul zborului pe primul sector.

Conform declarațiilor, piloților li s-a furnizat de către companie câte un set de căști individuale.

În procedura de verificare preliminară a cabinei de pilotaj (*Preliminary Cockpit Preparation*) nu este prevăzută verificarea existenței la bord a setului de căști de rezervă.

În jurnalul tehnic de bord nu a fost consemnată lipsa căștilor de comunicație de la bordul aeronavei.

În fig. 9 este prezentată prevederea referitoare la necesarul minim la bord de căști de comunicație funcționale, conform Listei de Echipament Minim (MEL) TAROM.

| ATA 23 COMMUNICATIONS  |                                     | MEL                  |   | Part   | 1    |
|--|-------------------------------------|----------------------|---|--|------|
|  |                                     |                      |   | Chapter  | 1.23 |
|  |                                     |                      |   | Page   | 3    |
| (1) Systems & Sequence Numbers<br>Item   | (2) Rectification Interval Category | (3) Number Installed |   | (4) Number Required for Dispatch   |      |
|  |                                     |                      |   | (5) Remarks or Exceptions  |      |
| 44-02 Cabin Chime System<br>(Flight Deck to Cabin<br>- Seat Belt and<br>Smoking Signs) | C                                   | 1                    | 0 | (0)<br>May be inoperative provided that:<br>(a) Passenger address is operative and<br>(b) Alternate normal and abnormal<br>and emergency procedures are<br>established and used. |      |
| 50-01 Audio Control Panel  | C                                   | 2                    | 2 | [[placarded in cabin]<br>May be inoperative provided that<br>CAPT panel and F/O panel are<br>operative except VOLUME ONLY key<br>which may be inoperative.                       |      |
| 50-02 Headset  | C                                   | 2                    | 1 | One may be inoperative provided<br>that the associated boom set<br>(headset function) is operative for<br>each crew member on flight deck<br>duty.                               |      |

Fig.9 Extras din M.E.L.- TAROM, referitor la necesarul minim de căști de comunicații

Totuși, instrucțiunile EASA din CS-MMEL BOOK2/23-10-1 (*Master Minimum Equipment List*), (fig.10) sunt mai restrictive decât cele din manualul de operațiuni (OM) al operatorului. Acestea prezintă ca și cerință minimă – referitoare la căștile de comunicație – prezența la bordul aeronavei a unui set de căști funcționale pentru fiecare pilot.


| CS-MMEL BOOK 2                                   |              |                            |                                  |   |
|--|--------------|----------------------------|----------------------------------|---|
| Aircraft applicability: Aeroplanes & Helicopters |              |                            |                                  |   |
| ATA Chapter: 23 Communications                   |              |                            |                                  |   |
| (1) System & Sequence Numbers                    |              | (2) Rectification Interval |                                  |   |
| ITEM   |              | (3) Number installed       | (4) Number required for dispatch | (5) Remarks or Exceptions   |
| 23-10-1  | Headset (MC) | D                          | -                                | -   |
| 23-10-1A   |              |                            |                                  | Any in excess of one headset (including boom microphone) for each required crew member on flight crew compartment duty may be inoperative or missing. |

**Additional considerations:**  
Additional certification requirements may impose additional restrictions (e.g. spare headset on single pilot helicopter).

Fig.10 Extras din Instrucțiunile EASA CS-MMEL BOOK2/23-10-1

De asemenea, Manualul Operațional TAROM (OM) prezintă necesitatea ca ambii piloți să realizeze comunicațiile radio folosind căștile, în anumite situații.

În fig.11 este prezentată prevederea din Manualul Operațional TAROM (OM) referitoare la utilizarea căștilor de comunicație de către piloți.



Operations Manual – part B / AO Matters ATR 42/ 72

## 2. NORMAL PROCEDURES

### 2.0.3 Assignment of First Officer as PF

### 2.0.5 Crew Coordination and Communication

#### 2.0.5.1 Communications in the Cockpit – Standard Calls

Talks, requests and callouts must be restricted to minimum during critical phases of the flight (takeoff, approach, landing or missed approach).  
Technical communications between both pilots have to comply with the standard callouts explained in this manual.

**Crew must wear headsets:**

- Before engines start and up to FL 100;
- From FL 100 to engines shut down;
- On Captain's decision.

Fig.11 Prevedere din TAROM - OM referitoare la utilizarea căștilor de comunicații de către echipaj



### 1.10 Date despre aeroport

Aeroportul Internațional "Henri Coandă" (IATA:OTP, ICAO:LROP) este cel mai mare aeroport din România și este situat în afara zonei urbane a Bucureștiului, în orașul Otopeni, județul Ilfov.

Este autorizat pentru trafic aerian IFR și VFR, atât ziua cât și noaptea.

LROP are două piste de decolare-aterizare paralele, fiecare în lungime de 3500 m, situate pe direcțiile 08L/26R și 08R/26L și mai multe căi de rulare care sunt prezentate schematic mai jos:

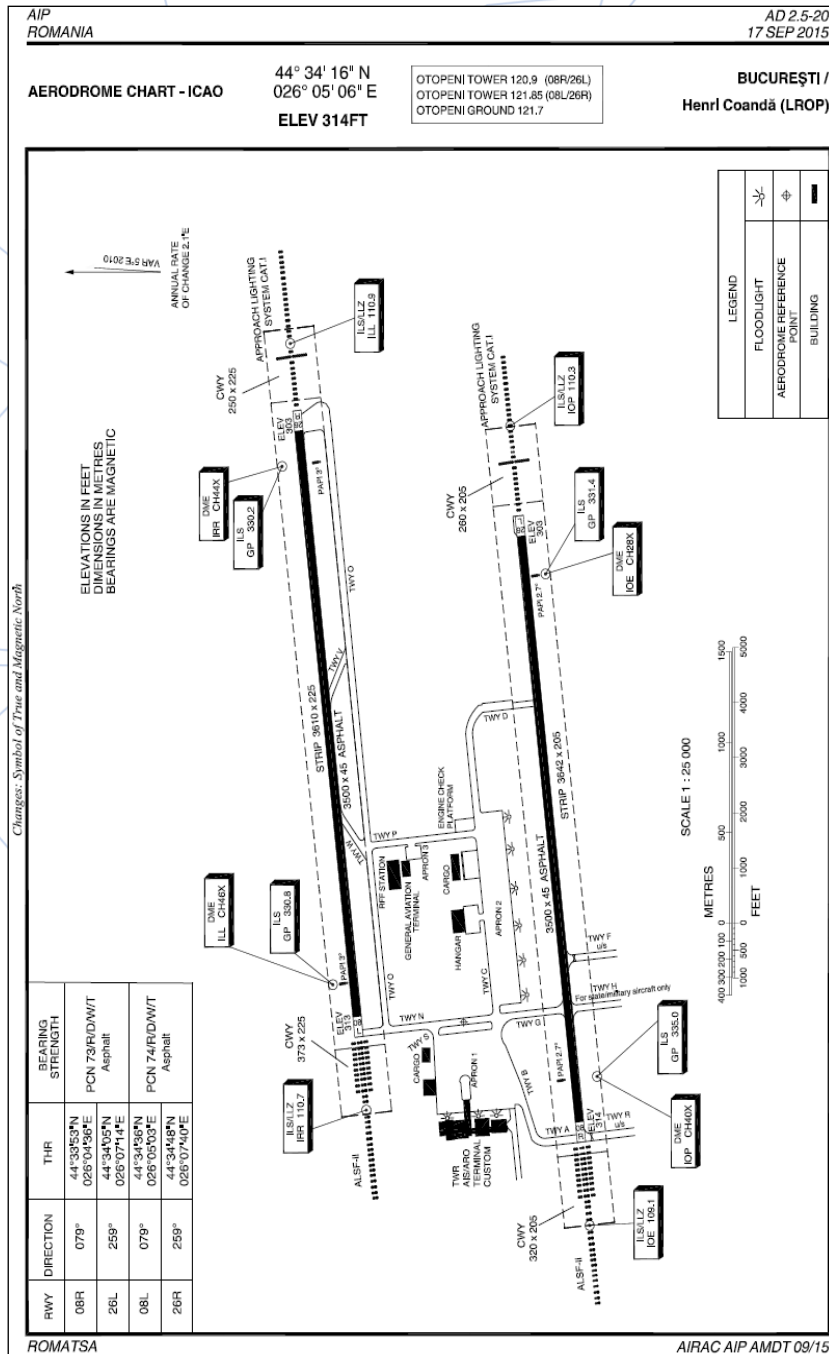


Fig.12 Harta Aeroportului București / Henri Coandă (LROP)





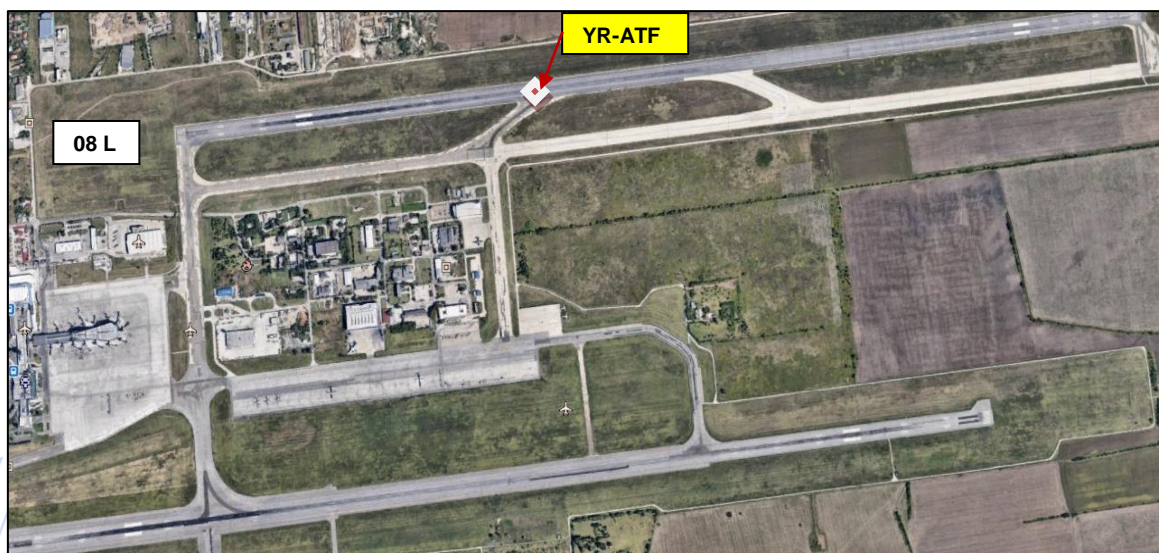


Fig.13 Poziția finală a aeronavei pe pista 08L

Suprafața de rulare a pistei 08L era uscată, iar coeficientul de frânare raportat era 95 (GOOD).

Starea pistei nu a influențat evenimentul.

### 1.11 Înregistratoare de zbor

Aeronava ATR 42-500, YR-ATF este echipată cu Înregistrator digital al parametrilor de zbor (DFDR) și Înregistrator voce (CVR).

Ambele înregistratoare au fost preluate de comisia de investigații AIAS în vederea descărcării și analizei datelor înregistrate.

După descărcarea și decodificarea fișierelor de date din DFDR s-au constatat următoarele aspecte:

- Nu este prevăzută constructiv capacitatea de înregistrare a poziției manetei frânei de urgență/parcare;
- Nu este prevăzută constructiv capacitatea de înregistrare a presiunii hidraulice din instalația de frânare normală și nici din instalația de frânare de urgență.

De remarcat că această situație nu este o nonconformitate. Aeronava ATR MSN 599, YR-ATF a fost produsă în martie 1999, iar la acea dată, conform instrucțiunilor EASA: Ops rule (CAT.IDE.A.190), înregistrarea parametrilor referitori la frâne și la sistemele hidraulice nu era cerută. Aeronavele ale căror Certificat de Aeronavigabilitate (CoA) este emis după 1 Ianuarie 2016 trebuie să înregistreze presiunea de frânare/poziția pedalelor de frână și presiunile hidraulice (CAT.IDE.A.190). Constructorul aeronavei a prevăzut posibilitatea de conformare cu aceste instrucțiuni pentru aeronavele produse înainte de 2016, printr-un buletin opțional (SB ATR42-31-0082). Operatorul TAROM nu a aplicat acest buletin opțional aeronavelor ATR din flota sa.



Parametrii semnificativi pentru ultimele două minute ale zborului analizat au fost sintetizați sub formă grafică și sunt prezentați în fig.14.

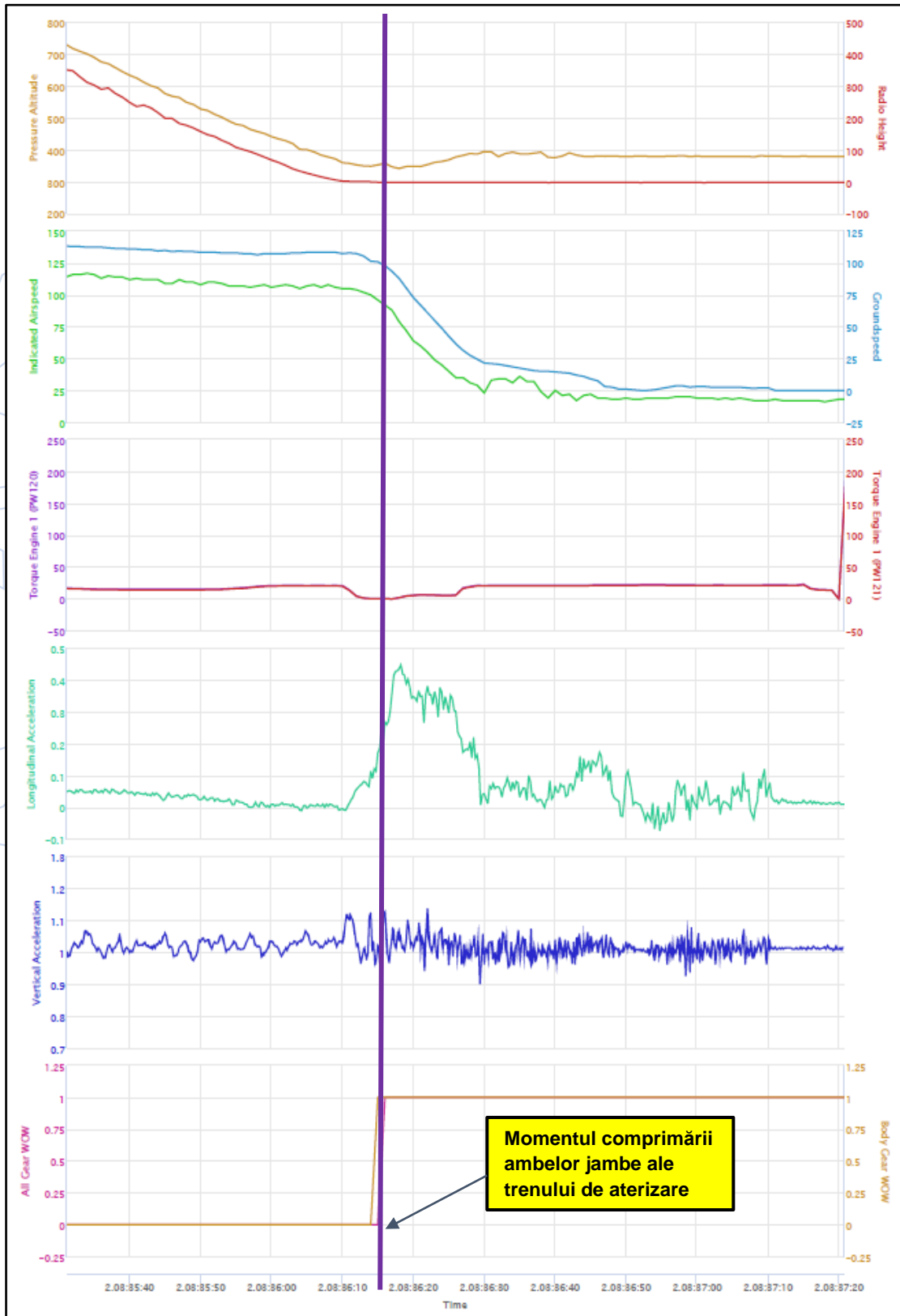


Fig.14 Parametrii semnificativi pentru ultimele două minute ale zborului



De asemenea, în acest context au fost analizate și înregistrările din CVR. Înregistrările convorbirilor au confirmat datele extrase din DFDR.

### **1.12 Informații despre epavă și impact**

Nu este cazul.

### **1.13 Informații medicale și patologice**

După producerea incidentului, echipajul nu a fost supus niciunei investigații medicale.

Starea de sănătate a echipajului nu a fost verificată nici înainte de efectuarea misiunii de zbor, nefiind disponibilă o procedură legală în acest sens.

Niciun pasager nu a avut nevoie de asistență medicală.

### **1.14 Incendiu**

Nu s-a produs incendiu.

### **1.15 Aspecte privind supraviețuirea**

N/A

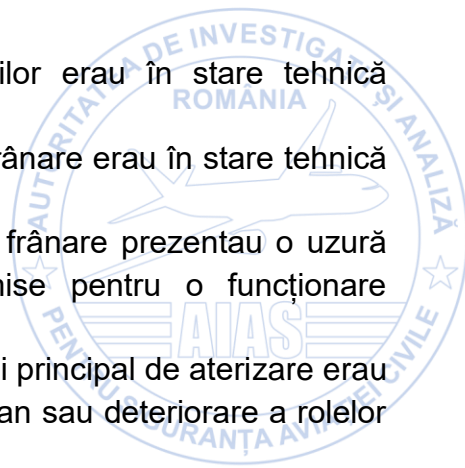
### **1.16 Teste și verificări**

Comisia de investigație ajunsă la fața locului a constatat distrugerea celor patru pneuri ale trenului principal de aterizare, precum și a jantelor, din cauza frecării lor cu suprafața de rulare a pistei după distrugerea pneurilor.

În prezența comisiei de investigație, echipa tehnică TAROM a procedat la demontarea și verificarea ansamblelor roților trenului principal de aterizare, în vederea înlocuirii acestora cu unele funcționale, pentru a putea tracta aeronava și a disponibiliza pista 08L.

La demontarea ansamblelor, în urma inspecției vizuale, s-au constatat următoarele:

- Ansamblele discurilor de frânare ale tuturor roților erau în stare tehnică corespunzătoare (fig.14);
- Mecanismele de autopoziționare ale discurilor de frânare erau în stare tehnică corespunzătoare la toate cele patru roți (fig.14);
- Indicatoarele mecanice de uzură ale discurilor de frânare prezentau o uzură normală (discuri de frânare cu uzură în limite admise pentru o funcționare corespunzătoare) la toate cele patru roți (fig.14);
- Rulmenții interiori și exteriori ai axelor roților trenului principal de aterizare erau în stare tehnică corespunzătoare, fără urme de uzură (șpan sau deteriorare a roletelor și/sau a căilor de rulare) (fig. 15).



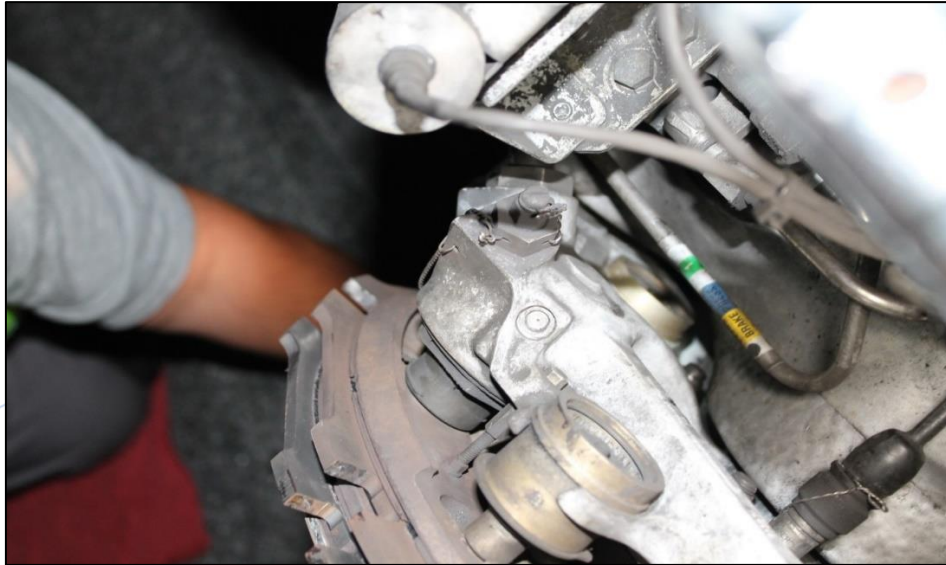


Fig.14 Ansamblu frânare roată



Fig.15 Rulmenți și ax roată fără neconformități

După înlocuirea roților trenului principal de aterizare s-a procedat la verificarea sistemului de frânare, prin acționarea manetei de frânare de urgență/parcare și s-a constatat funcționarea normală a acestuia:

- la scoaterea manetei din poziția „OFF” aprinderea pe CAP (CREW ALERTING PANEL) a semnalizării „PRKG BRK” și frânarea roților aeronavei (fig.16).



După poziționarea manetei de frânare în poziția „OFF” semnalizarea „PRKG BRK” s-a stins, iar roțile aeronavei s-au deblocat. Rulajul în tractare s-a desfășurat normal, fără a se evidenția vreun zgomot, blocaj sau alte neconformități la roțile trenului de aterizare principal.

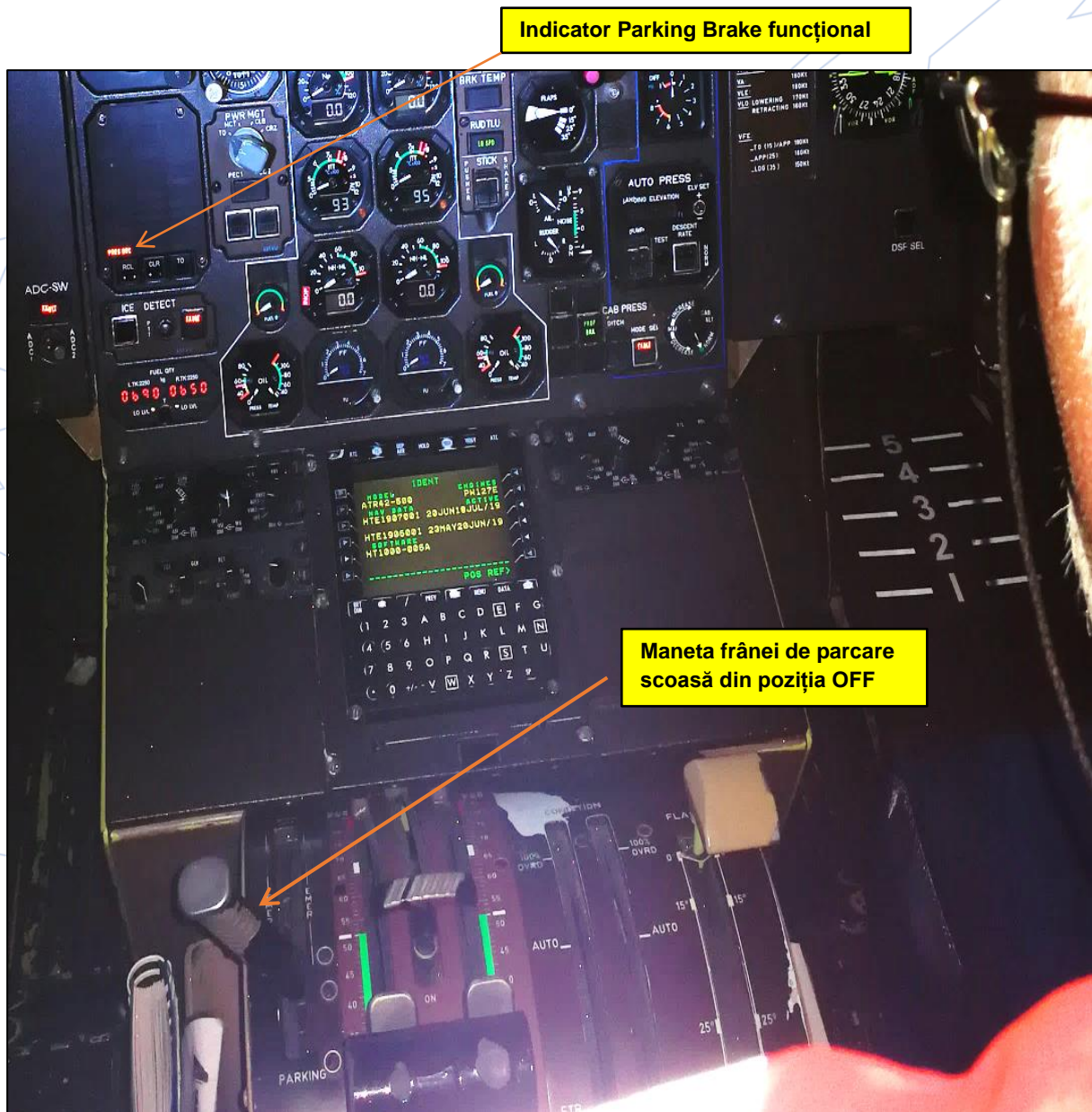


Fig. 16 Verificarea funcționării avertizării poziției manetei frânei de parcare/urgență

Operatorul a informat producătorul aeronavei despre eveniment. Acesta a recomandat inspecții, teste funcționale și operaționale ale echipamentelor și subansamblelor sistemului de frânare (normală și de urgență). După efectuarea acestora de către serviciul tehnic al operatorului s-a concluzionat că nu a existat nicio defecțiune sau neconformitate tehnică la sistemul de frânare.



## 1.17 Informații despre management și organizare

Compania TAROM operează un număr total de nouă aeronave de tipul ATR în cadrul Detașamentului ATR (șapte ATR 42-500 și două ATR 42-700).

Pregătirea piloților detașamentului se face conform Programului de pregătire aprobat, fiind condusă de comandantul detașamentului în coordonarea pilotului șef și a managerului responsabil cu pregătirea (“*crew training post holder*”).

Referitor la Manualul Operațional (OM) al operatorului, comisia de investigație a constatat că operatorul încă folosește vechiul concept PF/PNF și nu noul concept PF/PM (Pilot Flying/Pilot Monitoring) folosit în industria de profil.

Din analiza dosarelor individuale de pregătire ale celor doi piloți, comisia de investigație a constatat că aceștia au beneficiat doar de evaluări pozitive, având un parcurs normal de instruire.

## 1.18 Informații suplimentare

După debarcarea pasagerilor și preluarea aeronavei de către echipa tehnică a operatorului, echipajul s-a deplasat în incinta aeroportului Otopeni, unde factorii responsabili ai operatorului au organizat un “debriefing” cu acesta.

În cadrul investigației la fața locului, comisia de investigație AIAS nu a fost informată despre prezența echipajului în zona aeroportului Otopeni, aflând despre acest lucru ulterior, cu ocazia interviului membrilor echipajului.

## 2. ANALIZA

### 2.1 Analiza zborului

Zborul investigat (Satu Mare-Otopeni) a fost al patrulea sector de zbor al echipajului din ziua respectivă.

Decolarea de la Satu Mare a decurs normal. Pilotul secund a avut calitatea de „pilot flying” (PF), iar pilotul comandant a avut calitatea de „pilot non flying” (PNF).

Deoarece pilotului comandant i se defectase kitul de căști de comunicații radio, echipajul a folosit difuzoarele cabinei și microfoanele de mână pentru realizarea convorbirilor radio. De altfel, din această cauză, echipajul nu a folosit căști de zbor pe ultimele trei sectoare de zbor.

TAROM Operations Manual prevede în *Part B Aeroplane Operating Matters, ATR42/72-500 Cap.2 Normal Procedures Para.2.0.5.1 Communication in the Cockpit - Standard Calls* - ca echipajul să utilizeze căștile de zbor în următoarele faze ale zborului:

- Înainte de pornirea motoarelor, până la urcarea la FL 100;
- În faza de coborâre, de la FL 100, până la oprirea motoarelor după aterizare;
- Ori de câte ori hotărăște comandantul echipajului.



Analizând înregistrările convorbirilor din cabina echipajului, comisia de investigație apreciază că zborul pe rută a decurs fără probleme.

În urma analizei înregistrărilor din CVR, comisia de investigație a constatat că în cabina de pilotaj, pe timpul zborului în coborâre sub FL100 și al apropierii pentru aterizare ILS 08L la LROP, s-au purtat unele discuții nerelevante pentru executarea fazelor critice ale zborului, nerespectându-se cerințele conceptului „sterile cockpit” (informații detaliate asupra conceptului în anexa 1).

De asemenea, comisia de investigație consideră faptul că echipajul nu a folosit căști de comunicație pe parcursul zborului sub FL100 a constituit un impediment pentru calitatea radiocomunicațiilor și mai ales a intercomunicației între piloți.

Aterizarea a fost executată pe pista 08L a aeroportului Otopeni.

După contact, la poziționarea manetelor de gaz la regimul „Ground idle” aeronava a început o decelerare puternică, însoțită de zgomote și vibrații neobișnuite, din cauza blocării parțiale a tuturor roților trenului de aterizare principal.

Apreciind că se întâmplă ceva anormal cu aeronava, pilotul comandant a trecut manetele de gaze ale motoarelor pe poziția „Flight idle”. Aceasta a dus la o reducere a decelerării, fără a se elimina însă vibrațiile și zgomotele anormale, care erau produse de avarierea pneurilor și jantelor roților trenului de aterizare principal, a căror rotire era blocată din cauza dezactivării tuturor sistemelor de protecție.

Toate cele patru roți (anvelope și jante) ale trenului de aterizare principal au fost distruse.

Analiza înregistrărilor decodificate din DFDR a evidențiat următoarele elemente ale evoluției finale a aeronavei:

- Aproximativ la 16:41:52 UTC, apropierea finală s-a desfășurat în configurație normală și cu viteza de 105 Kts, corespunzătoare cu greutatea aeronavei și starea pistei;
- Cu câteva momente înainte de contactul cu pista, manetele de gaz ale motoarelor au fost puse în poziția „Ground idle” (ralanti sol) - t1 pe graficul din fig.18). Este momentul începerii decelerării aeronavei. (curba verde în fig.18 prezintă parametrul de decelerare, ca “longitudinal acceleration”);
- Contactul cu pista a avut loc la ora 16:41:52 UTC și a fost normal, cu accelerație verticală 1,13 g. Acesta e momentul când prima jambă principală ia contact cu pista (t.2 pe graficul din fig. 18). Decelerarea aeronavei crește puternic.
- Apoi, decelerarea (reducerea vitezei) aeronavei crește rapid în continuare, după ce a doua jambă principală ia contact cu pista (t.3) care a fost urmată aproape instantaneu de comprimarea completă a trenului principal (t3-1);
- La aproximativ o secundă după comprimarea completă a ambelor jambe principale, decelerarea aeronavei a ajuns la valoarea maximă (0,45g);



**Această decelerare puternică apare din cauza faptului că la contactul cu pista roțile erau frânate.**

- După acest vârf, factorul de decelerare începe să scadă, din cauza distrugerii anvelopelor și a jantelor roților principale - până la t.4 pe grafic;
- Între t.4 și t.5, graficul prezintă o descreștere rapidă a decelerării, din cauza stabilirii motoarelor din nou in *Flight Idle* și a dezactivării frânei de urgență de către pilotul comandant, imediat ce a constatat că maneta frânei nu este în poziția OFF. Aceasta explică de asemenea și prezența urmelor de anvelope/cauciuc topit, pe fuzelaj – pentru mai multe secunde, roțile distruse s-au putut roti, datorită eliberării frânelor;
- Între t.5 și t.6 graficul decelerării prezintă câteva noi creșteri în valoare, din cauza unor aplicări intenționate a frânei de urgență de către pilotul comandant (conform declarației);

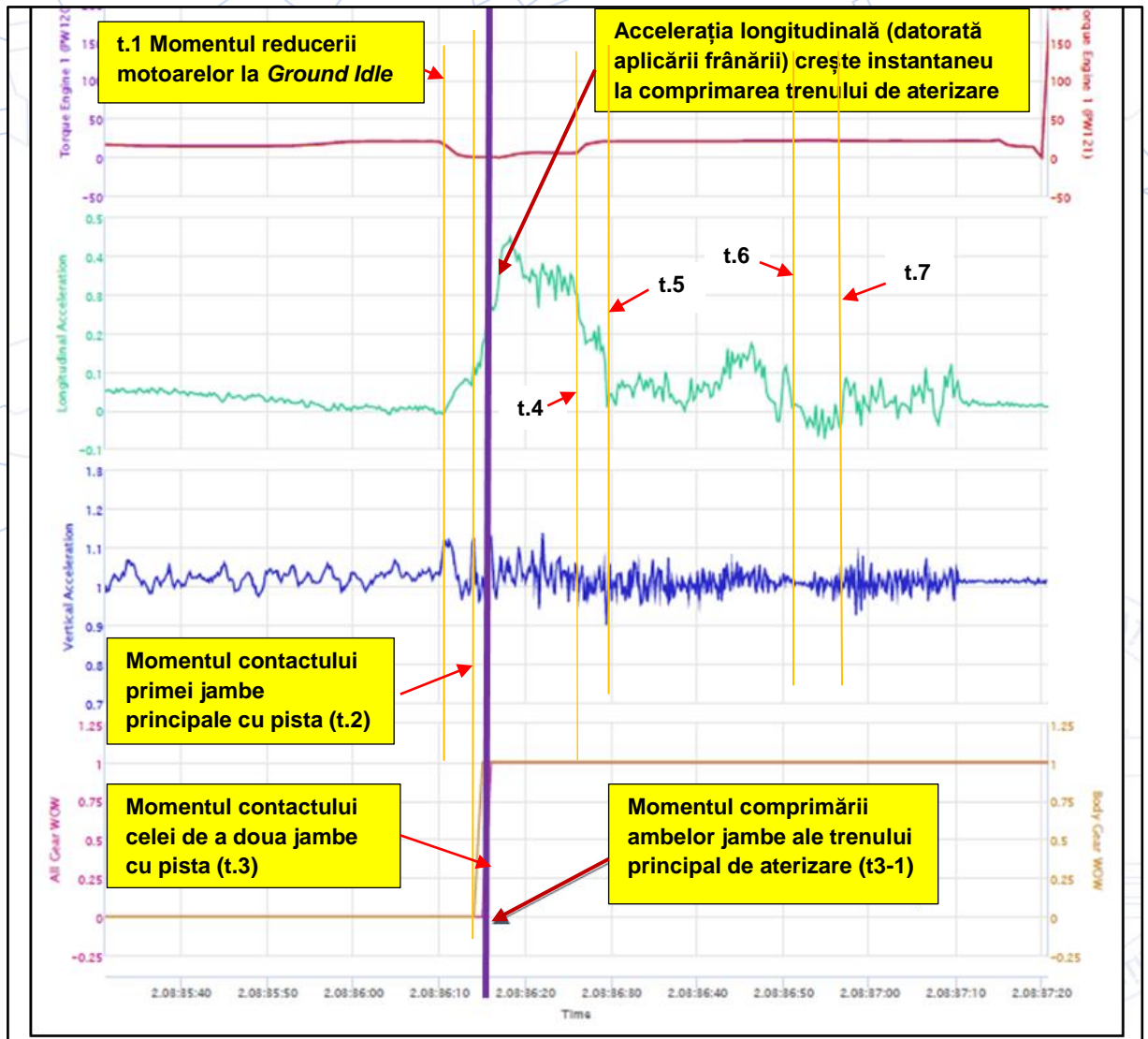


Fig. 18 Porțiuni din graficul parametrilor înregistrați de DFDR





- Când levierul frânei de urgență a fost stabilit în OFF, din cauza unei ușoare tracțiuni asigurată de motoare, decelerarea aeronavei s-a micșorat, ba chiar a trecut ușor sub zero, însemnând o ușoară accelerare temporară; (între t.6 și t.7 pe grafic)
- Apoi, viteza aeronavei a reluat scăderea, din cauza aplicării frânării (de urgență sau normală) de către pilotul comandant;
- Avionul a fost oprit complet după aproximativ 60 de secunde de la contactul inițial cu pista.

Comisia de investigație consideră că, la contactul aeronavei cu pista, maneta frânei de urgență/parcare s-a aflat în zona *EMERGENCY BRAKE*, permițând trimiterea către frânele roților a unei presiuni hidraulice de frânare suficientă să blocheze frânele tuturor celor patru roți principale, pe fondul dezactivării tuturor sistemelor de protecție a frânării (prin scoaterea manetei din poziția „OFF”).

Analiza este confirmată de înregistrările din CVR.

## 2.2 Aspecte operaționale și factor uman

La data producerii incidentului, pilotul comandant avea o experiență totală de aproximativ 2100 ore zbor, din care 1930 pe tipul ATR 42-500; pilot al companiei TAROM din decembrie 2015, fără experiență acumulată în alte companii. Pilotul deține calificarea de comandant din noiembrie 2018, având o experiență de 544 ore de zbor în această calitate.

La data producerii incidentului, pilotul secund avea o experiență totală de 1400 ore zbor, din care 1220 pe tipul ATR 42-500; pilot al companiei TAROM din mai 2017, fără experiență acumulată în alte companii.

În ziua producerii incidentului echipajul s-a prezentat în sala de informare și pregătire a zborului la ora 11.30 LT, pentru a pregăti zborul planificat („*before flight briefing*”), care consta din patru sectoare: OTP-KIV; KIV-OTP; OTP-SUJ; SUJ-OTP.

Planificarea a respectat reglementările referitoare la timpul de zbor/muncă legal admis.

Cele 4 sectoare au fost executate astfel:

- OTP-KIV: Pilotul Secund în calitate de PF (Pilot Flying)  
Pilotul Comandant în calitate de PNF (Pilot Non Flying)
- KIV-OTP: Pilotul Comandant în calitate de PF  
Pilotul secund în calitate de PNF
- OTP-SUJ: Pilotul Comandant în calitate de PF  
Pilotul secund în calitate de PNF
- SUJ-OTP: Pilotul Secund în calitate de PF  
Pilotul Comandant în calitate de PNF



Incidentul s-a produs la ora 19.43 LT pe timpul rulajului după aterizarea din ultimul sector, echipajul acumulând în ziua de muncă aproximativ 4 ore 45 minute timp de zbor. Timpul total în serviciu din ziua respectivă a fost de aproximativ 8 ore și 15 min.

În timpul interviului membrilor echipajului aeronavei, comisia de investigație a reținut, din declarația pilotului secund, că pe durata zilei de zbor, acesta a sesizat de mai multe ori aprinderea și stingerea semnalizării „PRKG BRK”, fără a comunica pilotului comandant.

Această semnalizare a fost determinată de manevrarea aleatoare a manetei frânei de urgență/parcare de către pilotul comandant.

Pe perioada ultimului sector (SUJ-OTP) echipajul nu a servit masa, iar pilotul comandant nu a completat ATL, dar acesta a admis că a manevrat maneta frânei de urgență/parcare fără un motiv anume.

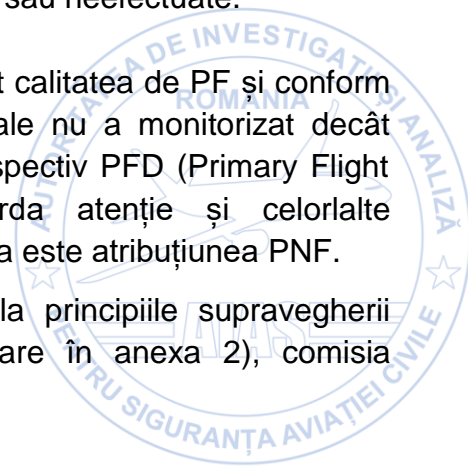
În acest context, comisia de investigație consideră că echipajul era conștient de motivul aprinderii aleatoare a semnalizării „PRKG BRK. Faptul că pilotul secund, care acționa în calitate de PF, nu l-a atenționat pe pilotul comandant asupra evenimentelor, este o nonconformitate față de FCTM-42-72 PEC 2012, Edition - 4. CROSS CONTROL: *“Orice acțiune a unui pilot care influențează parametrii zborului – traiectoria, viteza ori statusul unui sistem - trebuie anunțată de oricare pilot și verificată/insușită de celălalt”*

S-a reținut din discuții și cu alți piloți faptul că, în cadrul detașamentului ATR, există un obicei de a folosi maneta frânei de urgență/parcare într-o poziție intermediară pentru a sprijini Jurnalul Tehnic de bord al aeronavei (ATL) pe timpul completării sau tava cu mâncare.

De asemenea, s-a mai reținut ca și practică neconformă (dar intrată deja în rutină), folosirea deplasării manetei frânei de urgență din poziția „Off” în scopul aprinderii lămpii sale aferente de avertizare pe post de „reminder” (atenționare) pentru unele elemente din Checklist-uri, rămase deschise sau neefectuate.

Pentru ultimul sector de zbor, pilotul secund a avut calitatea de PF și conform declarației sale, în timpul apropierei intermediare și finale nu a monitorizat decât instrumentele control zbor de pe panoul din dreapta, respectiv PFD (Primary Flight Display) și ND (Navigation Display) fără a acorda atenție și celorlalte instrumente/panouri de avertizare, considerând că aceasta este atribuțiunea PNF.

Raportat la recomandările generale referitoare la principiile supravegherii (monitoring) în cabina de pilotaj (informații suplimentare în anexa 2), comisia consideră această atitudine ca neconformă.



Echipajul nu a aplicat principiile conceptului „*Sterile cockpit*” conform *Operations Manual-Part B Aeroplane Operating Matters ATR42/72-500 Cap.2 Normal Procedures Para.2.0.10 „Admission to Flight Deck/ Sterile cockpit concept”* (detalii în anexa 1).

Urmare a acestor activități, echipajul a fost distras de la îndeplinirea corectă a atribuțiilor și în consecință, nu s-au monitorizat în mod eficient semnalizările CAP (*Crew Alert Panel*).

Comisia apreciază că neobservarea lămpii de avertizare a poziției neconforme a manetei frânei de urgență/parcare („PRKG BRK”) înainte de aterizare a fost determinată de :

- intrarea în rutină a folosirii manetei frânei de parcare ca „reminder” și/sau suport,
- lipsa de conformare cu cerințele conceptului „*sterile cockpit*”.

Conform înregistrărilor din DFDR și CVR și declarațiilor piloților, înainte de începerea coborârii pentru apropiere și aterizare, la efectuarea „Descent Checklist”- ului și, respectiv, verificarea semnalizărilor de urgență/avertizare „CCAS – RECALL” toate indicațiile au fost normale, fără prezența avertizării „PRKG- BRK” pe CAP.

În aceste condiții, se poate concluziona că ultima acționare a manetei frânei de urgență/parcare, respectiv scoaterea acesteia din poziția „OFF”, a fost efectuată pe parcursul traiectoriei de coborâre în vederea apropierii și aterizării.

Ca o sinteză a analizei elementelor avute la dispoziție, comisia de investigație apreciază că din punct de vedere operațional/factor uman, s-au întrunit următorii factori de risc :

- **Management și supraveghere:**

Sistemul de management al pregătirii (training), împreună cu sistemul de siguranța zborului (safety) din cadrul detașamentului ATR nu au reușit să identifice cele mai eficiente metode pentru a corecta un comportament necorespunzător și elemente ale unui comportament de supraevaluare (“overconfident”), mai ales pentru piloții mai puțin experimentați. Din discuții informale cu unii piloți ATR, a rezultat că sunt unele obiceiuri neconforme printre piloți, care au devenit chiar rutine.

Cunoscuta fundație pentru siguranța zborului *Flight Safety Foundation*, în recomandările din ghidul emis în 2014: „**A Practical Guide for Improving Flight Path Monitoring**” menționează: *“Promovarea unei atmosfere în care fiecare pilot îl poate atenționa pe celălalt, indiferent de poziția lui la bord, este esențială, deoarece monitorizarea ar fi inefectivă dacă deviațiile sau modificările identificate nu sunt evidențiate și nu se acționează asupra lor. Conceptul “Pilot task allocation” poate integra aceste idei, pentru a se asigura că fiecare pilot înțelege responsabilitatea sa la bord în ce privește monitorizarea și importanța monitorizării”*



Comisia de investigație consideră că aceste idei sunt de natură a îmbunătăți antrenamentul piloților și pot fi preluate în Manualul Operațional al operatorului.

- *Precondiții pentru acțiuni în zona de nesiguranță (echipaj):*
  - CRM (Crew Resource Management) defectuos, checklist-uri executate superficial, din rutină. În esență, conceptul CRM se referă la utilizarea cu eficiență a tuturor resurselor disponibile ale echipajului, sistemelor avionului, facilități ajutătoare și are ca obiectiv îmbunătățirea comunicării și managementul aptitudinilor membrilor echipajului în scopul creșterii eficacității activității lor per ansamblu – detalii în Anexa 4;
  - Monitorizare ineficientă a indicațiilor și semnalizărilor din cabina de pilotaj.
- *Acțiuni în zona de nesiguranță (echipaj):*  
Neaplicarea în totalitate a prevederilor Manualului Operațional al Companiei și al SOPs (Standard Operational Procedures).

Comisia de investigație apreciază comportamentul piloților ca fiind unul ce se poate încadra în categoria „overconfident” (prea încrezător).

### 3. CONCLUZII

#### 3.1 Constatări

##### 3.1.1 Aspecte tehnice

- Din punct de vedere tehnic, aeronava era corespunzătoare pentru executarea zborurilor planificate;
- Aeronava nu a avut înregistrări în jurnalul tehnic de bord referitoare la defecțiuni/neconformități ale sistemului hidraulic și nici ale sistemului de frânare al roților trenului de aterizare principal;
- În dotarea aeronavei nu existau căști de comunicație radio pentru echipaj;
- La demontarea roților de către echipa tehnică TAROM, nu s-au constatat defecțiuni sau neconformități ale subansamblelor sistemului de frânare;
- Testele operaționale și funcționale efectuate nu au evidențiat nici un defect al sistemului de frânare și nici a altor subansamble din zona trenului de aterizare.
- După înlocuirea ansamblelor roților distruse la aterizare (jante și pneuri), funcționarea sistemului de frânare al aeronavei a fost normală;
- Semnalizarea vizuală aferentă poziției manetei de frână de urgență/parcare din cabina echipajului funcționa normal;



- Pentru toate aterizările executate în ziua producerii accidentului factorul de sarcină pe axa verticală s-a situat în limitele normale de operare ale aeronavei (respectiv 1.05 g, 1.08 g, 1.34 g, 1.13 g pentru ultima aterizare);
- La aterizare, toate roțile trenului principal de aterizare erau blocate, fapt ce a determinat o puternică decelerare a aeronavei (valoare maximă a decelerării de 0,45 g) imediat ce prima jambă a trenului principal a luat contact cu pista;
- La aterizare, maneta frânei de urgență/parcare era poziționată incorect.

### 3.1.2 Aspecte privitoare la echipaj

- Piloții dețineau documente de calificare și certificate medicale, toate în termen de valabilitate;
- Planificarea la zbor a piloților a fost făcută cu respectarea instrucțiunilor prevăzute în RACR - LTMO (Reglementare Aeronautică Civilă Română – „Limitări Privind Timpul de Muncă și Cerințe de Odihnă pentru Personalul Aeronautic Civil Navigant”);
- Pe perioada zborului sub FL100 echipajul nu a aplicat în totalitate cerințele conceptului „sterile cockpit” așa cum este prevăzut în Manualul Operațional al Companiei;
- Aparatura de bord a fost monitorizată ineficient, iar checklist-urile pentru faze critice ale zborului au fost efectuate superficial.
- Starea de sănătate a echipajului nu a fost verificată nici înainte de efectuarea misiunii de zbor, nefiind disponibilă o procedură legală în acest sens.

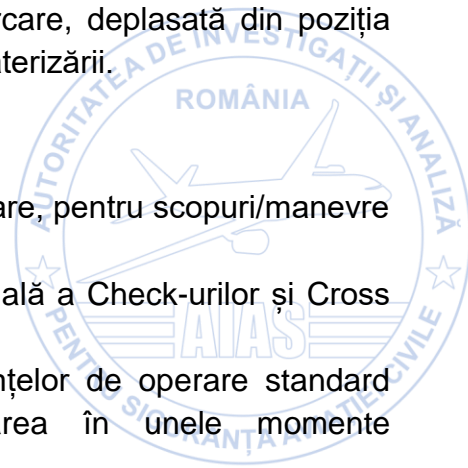
## 3.2 Cauzele producerii incidentului

### 3.2.1 Cauza determinantă

Poziția incorectă a manetei frânei de urgență/parcare, deplasată din poziția „OFF”, la luarea contactului aeronavei cu pista pe timpul aterizării.

### 3.2.2 Cauze favorizante

- Utilizarea în zbor a manetei frânei de urgență/parcare, pentru scopuri/manevre neconforme;
- CRM defectuos/ineficient prin executarea superficială a Check-urilor și Cross check-urilor pentru aterizare;
- Neaplicarea în totalitate de către echipaj a cerințelor de operare standard conform Manualului Operațional, prin ignorarea în unele momente a conceptului „Sterile Cockpit” sub FL100.



#### 4. RECOMANDĂRI

Comisia de investigație face următoarele recomandări de siguranță:

1. Se recomandă TAROM S.A. introducerea în Normal Checklist Operation/**Before Landing Checklist**, a unei verificări suplimentare a poziției manetei frânei de urgență/parcare;
2. Se recomandă TAROM S.A să implementeze proceduri care să elimine riscul executării superficiale a SOP-urilor (Standard Operating Procedures);
3. Se recomandă TAROM S.A. actualizarea MEL, conform cerințelor EASA din EASA CS-MMEL BOOK2;
4. Se recomandă TAROM SA asigurarea existenței la bordul aeronavelor a unui set funcțional de căști de comunicații radio (de rezervă) pentru echipajul de comandă, în afara căștilor individuale ale fiecărui pilot;
5. Se recomandă TAROM S.A. introducerea unei proceduri pentru verificarea existenței la bordul aeronavelor ATR 42 a setului cască de rezervă;
6. Se recomandă TAROM S.A. punerea în concordanță a prevederilor din Manualul Operațional al Companiei (OM) cu a celor din MEL (Lista Echipamentului Minim la Bord) referitoare la folosirea căștilor de comunicație de către echipaj;
7. Se recomandă TAROM S.A. actualizarea capitolului “*Pilot Task Allocation*” din Manualul Operațional în conformitate cu noile principii promovate de Flight Safety Foundation Org. (inclusiv recomandările privind Flight path monitoring). A se vedea: “**Flight Safety Foundation (2014) A Practical Guide for Improving Flight Path Monitoring**”;
8. Se recomandă TAROM S.A. suplimentarea măsurilor de evaluare individuală în procesul de pregătire a echipajelor din detașamentul ATR, conform Manualului Operațional, capitolul “Atribuțiuni funcționale la bord” cu referință și la enunțurile specifice din “**Flight Safety Foundation (2014) A Practical Guide for Improving Flight Path Monitoring**”. În evaluarea individuală, un accent trebuie pus pe abilitatea piloților de a observa, înțelege și raporta orice modificare a parametrilor esențiali, statusul sistemelor și/sau traiectoriei, care trebuie anunțate de orice pilot, și recunoscută de celălalt, indiferent de poziția/rangul la bord;
9. Se recomandă TAROM S.A. elaborarea și implementarea unor proceduri care să identifice obiceiurile neconforme devenite rutine printre piloți și să promoveze proceduri/acțiuni eficiente pentru stoparea acestora;



10. Se recomandă TAROM S.A. efectuarea unei “safety assessment” (evaluare de siguranță – costuri versus creșterea potențială a siguranței de operare), în vederea implementării la flota de aeronave ATR 42/72 a buletinului opțional “SB ATR42-31-0082 - modifications 5044 or 5876”, cu scopul de a introduce între parametrii înregistrați de DFDR a presiunilor hidraulice de frânare (principală și de urgență/avarie) și a poziției pedalelor de frână;
11. Se recomandă Ministerului Transporturilor Infrastructurii și Comunicațiilor, în calitate de Autoritate de reglementare a activităților din aeronautica civilă din România, elaborarea și promovarea unei inițiative legislative pentru emiterea unui act normativ care să asigure efectuarea de analize toxicologice (alcool și substanțe interzise) în cazul producerii unui incident grav sau accident de aviație civilă, pentru echipajul aeronavei implicate în evenimentul respectiv și de asemenea pentru efectuarea de teste medicale aleatoare echipajelor înaintea îmbarcării.
12. Se recomandă Ministerului Transporturilor Infrastructurii și Comunicațiilor, în calitate de Autoritate de reglementare a activităților din aeronautica civilă din România, elaborarea și promovarea unei inițiative legislative pentru emiterea unui act normativ care să asigure efectuarea de teste medicale aleatoare echipajelor înaintea îmbarcării.

**Observație:** Documentele și obiectele de analiză folosite pentru întocmirea Raportului de investigație privind siguranța zborului sunt confidențiale și sunt arhivate la Autoritatea de Investigații și Analiză pentru Aviația Civilă, conform prevederilor legale.



## ANEXA 1

Referințe la conceptul “*Sterile Cockpit*” în recomandările EASA:  
AMC/GM TO ANNEX III (PART-ORO)

EASA Decision

Consolidated AMC & GM to Annex III (Part-ORO)  
Summary of amendments

### GM2 ORO.GEN.110(e) Operator responsibilities

#### AERODROME SERVICES

Aerodrome services refer to units available at an aerodrome that could be of assistance in responding to an urgent need or an emergency, such as rescue and firefighting services, medical and ambulance services, air traffic services, security services, police, aerodrome operations, air operators.

### AMC1 ORO.GEN.110(f) Operator responsibilities

#### STERILE FLIGHT CREW COMPARTMENT

- (a) Sterile flight crew compartment procedures should ensure that:
  - (1) flight crew activities are restricted to essential operational activities; and
  - (2) cabin crew and technical crew communications to flight crew or entry into the flight crew compartment are restricted to safety or security matters.
- (b) The sterile flight crew compartment procedures should be applied:
  - (1) during critical phases of flight;
  - (2) during taxiing (aeroplanes);
  - (3) below 10 000 feet above the aerodrome of departure after take-off and the aerodrome of destination before landing, except for cruise flight; and
  - (4) during any other phases of flight as determined by the pilot-in-command or commander.
- (c) All crew members should be trained on sterile flight crew compartment procedures established by the operator, as appropriate to their duties.

### GM1 ORO.GEN.110(f) Operator responsibilities

#### STERILE FLIGHT CREW COMPARTMENT

- (a) Establishment of procedures

The operator should establish procedures for flight, cabin, and technical crew that emphasise the objectives and importance of the sterile flight crew compartment. These procedures should also emphasise that, during periods of time when the sterile flight deck compartment procedures are applied, cabin crew and technical crew members should call the flight crew or enter the flight crew compartment only in cases related to safety or security matters. In such cases, information should be timely and accurate.
- (b) Flight crew activities

When sterile flight crew compartment procedures are applied, flight crew members are focused on their essential operational activities without being disturbed by non-safety related matters. Examples of activities that should not be performed are:

  - (1) radio calls concerning passenger connections, fuel loads, catering, etc.;
  - (2) non-critical paperwork; and
  - (3) mass and balance corrections and performance calculations, unless required for safety





Referințe la conceptul “Sterile Cockpit” în Manualul Operațional TAROM S.A.



## 2. NORMAL PROCEDURES

### 2.0.10 Admission to Flight Deck

#### 2.0.10.1 Policy

Admission to the flight deck is under the authority of the Commander.

The persons who are allowed to entry the cockpit, subject to Commander's permission are:

**TAROM** crew members or other **TAROM** staff and,  
Persons designated by RCAA prior to the flight, whom assigned duties, require their presence into the cockpit.

#### **Sterile cockpit concept**

Crew members will only carry out those activities related to the safe operation of the aircraft during critical phases of flight, which are:

- Pushback;
- Taxi;
- Takeoff;
- Landing;
- Flight below approximately FL100 (except cruise), and

Whenever deemed necessary by the Commander. Examples of activities not permitted during critical phases of flight are eating meals or engaging in non-essential communications.

Cabin crew members shall refrain to enter the cockpit or call the flight crew via the flight interphone, except if required by a procedure, or if called by the flight deck.

When the aircraft is stopped for taxi, PA messages promoting **TAROM**, items of interest, route of flight etc. are permitted.

#### 2.0.10.2 Cockpit Access/ Egress Procedure

##### **General**

The cockpit door shall be closed and locked from the time all external aircraft doors are closed following embarkation until any external aircraft door is opened for disembarkation, except when necessary to permit access or egress by authorized persons.

Where a key of the cockpit door is provided, the Commander shall designate a cabin crew member to keep the key. The key shall be used only if requested by the flight crew or in abnormal/emergency situations when there are reasons to assume equipment failure or pilot incapacitation.

##### **Entering the Cockpit**

The entry of authorized persons into the cockpit is normally limited to non-critical phases of flight (see subsection “Sterile cockpit concept”). Whenever required, intercommunication system must be used for granting the permission for entry.

Before unlocking the cockpit door the flight crew shall visually verify who is at the door and the exact circumstances in that area. The specific coded signals established during the pre-flight briefing should be required for entry. Inconveniences induced by this requirement and the remote probability of a request under distress may justify failing to carefully verify visually that the entry request is legitimate. However, this procedure must be rigorously followed.



## ANEXA 2

### Recomandări IATA referitoare la monitorizarea cabinei de către echipaj



#### Guidance Material for Improving Flight Crew Monitoring

**Note:** Complexity of monitoring is also discussed in the 2013 final report from the U.S. PARC/CAST Flight Deck Automation Working Group (FitDAWG), titled "Operational use of Flight Path Management Systems". The report includes findings based on accidents, incidents, and LOSA data, and includes recommendations for operator training and guidance. While the document is relevant to flight path management, Sections 3.2.4, 3.4, 3.5, and 3.7 are specifically relevant to monitoring in general.

### 3.2 How Cognitive Skills and Mental Processes Affect the Complexity of Monitoring

Flight crews need to actively manage mental processes to build their situation awareness.

Monitoring involves effective management of attention, vigilance, memory, prioritizing, information processing, communication and adaptability. Its dependence on mental processes along with the limitations of the human capabilities, make monitoring a highly complex process in today's advanced flight decks and ATC environment. In addition, human factors such as memory, vigilance, and focus of attention bring complexity into monitoring; these are the subject of scientific research and some of them are still being debated.

### 3.3 What Promotes Effective Monitoring?

"Good monitoring requires knowledge, skills and attitudes as well as experience and communication; none of these can be taken in isolation."<sup>6</sup>

Knowledge is provided through training. Experience is the application of knowledge, and skill is the product of both knowledge and experience.

**Communication** is fundamental to monitoring to ensure that the flight crew maintains the same complete mental model of presence and anticipation; "both as output and as input".<sup>7</sup> Interactive briefings and facilitated (self-) debriefings used in daily operations may also be used to review and discuss mental models and behaviors that affected monitoring during the flight.

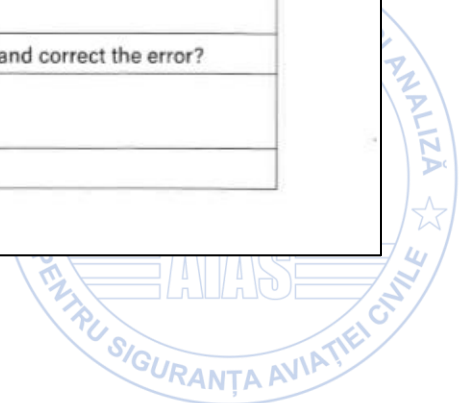
#### An Operator's Debriefing Example

**TEM:** Did we anticipate/identify all threats? Did we develop the proper mitigation strategies? Did we detect and correct our errors? Did we recognize and recover undesired aircraft states? Which countermeasures worked effectively?

**Procedures:** As a crew, did we make any procedural error? How did we detect and correct the error?

**Pending questions:** Are there any phases of flight to clarify (CRM...)?  
Any report to be completed? (Air Safety Report, Technical Log...)

**Improvements:** What could we have done better?





## Monitoring Policies and Procedures

Operational and training data should also be collected and used to revise definitions of flight crew member roles and responsibilities to ensure their effectiveness. The goal is for an operator to have a global and consistent approach for monitoring issues and to ensure that the SOPs do not conflict with each other.

### 4.2 Suggested Content for an Operator's Monitoring Policy

The operator monitoring policy should describe monitoring duties and responsibilities of all flight crew members with assigned duties on the flight deck, which includes pilots, flight engineers, relief pilots, safety observers and check airmen.

As an example, the following could be used in a monitoring policy:

*Monitoring is the observation and the understanding of all elements related to the flight path, the airplane systems, the operational context and the crew. Monitoring is to be actively performed by all flight crew members and is independent from their functional roles (Captain, F/O, PF, PM, Observer, etc.).*

*Flight crew members should seek information and observe, anticipate, communicate and if necessary intervene in the event of a deviation between an intended and the observed situation.*

*Intervention (information, suggestion and direct action) can be an inherent outcome of the monitoring process. Escalation should not be constricted by functional ranks, seniority or other psychological restraints and is evidence of a sound operational culture and good airmanship.*

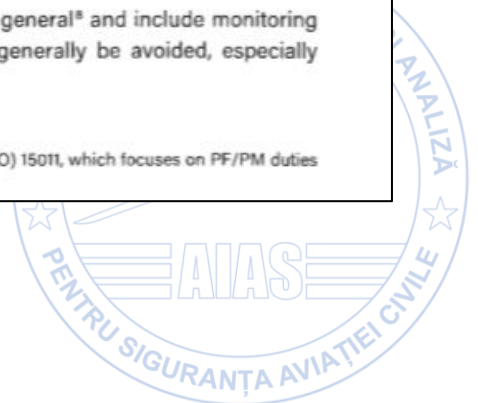
An operator's policy should specify that the flight crew's highest priority is to control the flight path of the aircraft whether using manual control or automation. As a consequence, operational policies and procedures should be reviewed or developed to ensure that the division of duties and responsibilities between flight crew members protects the ability of the PF to control the flight path. In addition, the operator's policy should also include the allocation of tasks between the PF and PM.

#### 4.2.1 Flight Crew Member Roles and Responsibilities

Operators' manuals should clearly define overall flight crew monitoring tasks. The operator's policy, procedures and monitoring responsibilities should be defined for both functional and assigned roles for all flight crew members (i.e., pilot in command (PIC), first officer, and other flight crew members assigned to the flight deck). The split of responsibilities and crew coordination techniques should also be included. See Attachments Section, Section 4 – Attachment 1, for an example of how to assign extra flight crew duties and responsibilities.

SOPs should be defined that assign specific tasks of the PF and the PM in general<sup>8</sup> and include monitoring duties as well. Assigning non-flight path-related tasks to the PF should generally be avoided, especially

<sup>8</sup> See Attachments Section, Section 2 – Attachment 2: U.S. FAA Safety Alert for Operators (SAFO) 15011, which focuses on PF/PM duties each US operator should explicitly include in their monitoring policy.





## Guidance Material for Improving Flight Crew Monitoring

during critical phases of flight. Please see Attachments Section, Section 4 – Attachment 2 for an example of a partial monitoring policy.

Operators' manuals should clearly address barriers to effective monitoring and explicitly address monitoring as part of a comprehensive flight path management policy that includes guidance on the use of automated systems and manual handling operations. Section 3 of the Flight Safety Foundation (FSF) document, "A Practical Guide for Improving Flight Path Monitoring", provides an excellent discussion on the barriers to effective monitoring<sup>9</sup>. Chapter 4 of the FSF guide provides recommendations to improve monitoring performance which are based on policies, procedures and practices currently in use in some organizations' flight operations.

The operator's policy and training should include specific language addressing transfer of Pilot Flying (PF) and Pilot Monitoring (PM) roles. The designated PF is responsible for flying the aircraft, in accordance with the operational brief, and for monitoring the flight path. The PM will have an explicit set of activities designated by the Standard Operating Procedures (SOPs), and as such will have a specific and primary role to monitor the aircraft's flight path, communications and the activities of the PF.

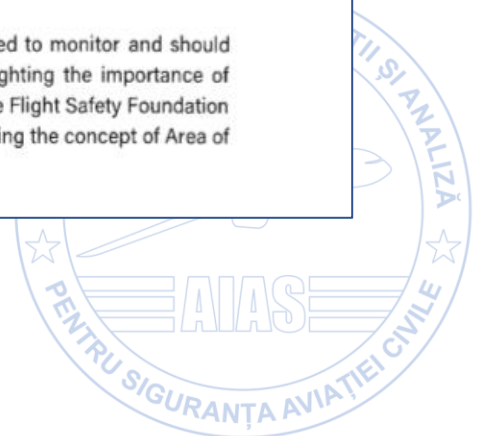
Flight crews are responsible for maintaining their own mental picture gained through monitoring and cross-checking each other's actions, communication of intent and diligent observation of the PF/PM selections, mode activations and aircraft responses.

Role reversal (changing roles) increases the risk for a monitoring error. The transfer of roles should be done positively with verbal assignment and verbal acceptance. It should also include a short brief of aircraft state from the PF to the PM. This reinforces and reconfirms the shared mental model of aircraft state between the pilots and allows the PM to ask questions. "Takeover" training that provides practical experience for Captain (and F/O) taking aircraft over during critical moments of flight should be provided. Please see Attachments Section, Section 4 – Attachment 4 for further discussion on takeover training.

An operator's policy and procedures should also include guidance on how flight crews deal with distractions; if an SOP distracts or conflicts with another SOP, or distracts from monitoring. Conducting a LOSA can help identify these conditions. It is also important to include and train practices for pilots to resume effective monitoring after distractions and interruptions, including during non-normal and emergency conditions.

Multi-crew cooperation involves the PM in the entire flight operation. During the decision making process he will seek information, generate options and analyze risks; he will support the PF in workload management by offering assistance, reviewing, monitoring and cross-checking and helping to recover from interruptions and distractions.

Additionally, the operator's policy should emphasize the cognitive resources needed to monitor and should state that monitoring must be adapted to the phase of flight. This implies highlighting the importance of situation awareness and workload management to support effective monitoring. The Flight Safety Foundation (FSF) document provides one example of how to manage cognitive resources by using the concept of Area of





## Guidance Material for Improving Flight Crew Monitoring

### Section 4 – Attachment 2: Monitoring Policy – Air France Example

#### Air France Monitoring Policy

This portion of an operator's monitoring policy puts emphasis on task and workload management, monitoring vs phase of flight, and introduces intervention strategy.

#### Monitoring

Monitoring is a mental process which consists of keeping watch (observe) and understanding all the elements related to the flight path, the airplane systems, the operational context and the crew.

#### PF duties

- The PF primary task is to fly, to keep control and monitor the flight path and the navigation in compliance with SOPs
- The secondary PF task is to monitor the actions non directly related to flight path (ATC communications, C/L completion, aircraft system check, other operational duties)

#### PM duties

- The PM primary task is to monitor the flight path and the navigation. In case of deviation the PM shall immediately inform the PF and intervene if necessary.
- The secondary PM task is to accomplish the actions non directly related to flight path (ATC communications, C/L completion, aircraft system check, other operational duties)

The pilots must manage disturbance in order to always secure primary task completion.

As the mental resources are limited, the pilots must manage workload to allow efficient monitoring.

The pilots use all their competencies in order to anticipate and intervene, if necessary, in the event of deviation between the action planned and the observed situation.





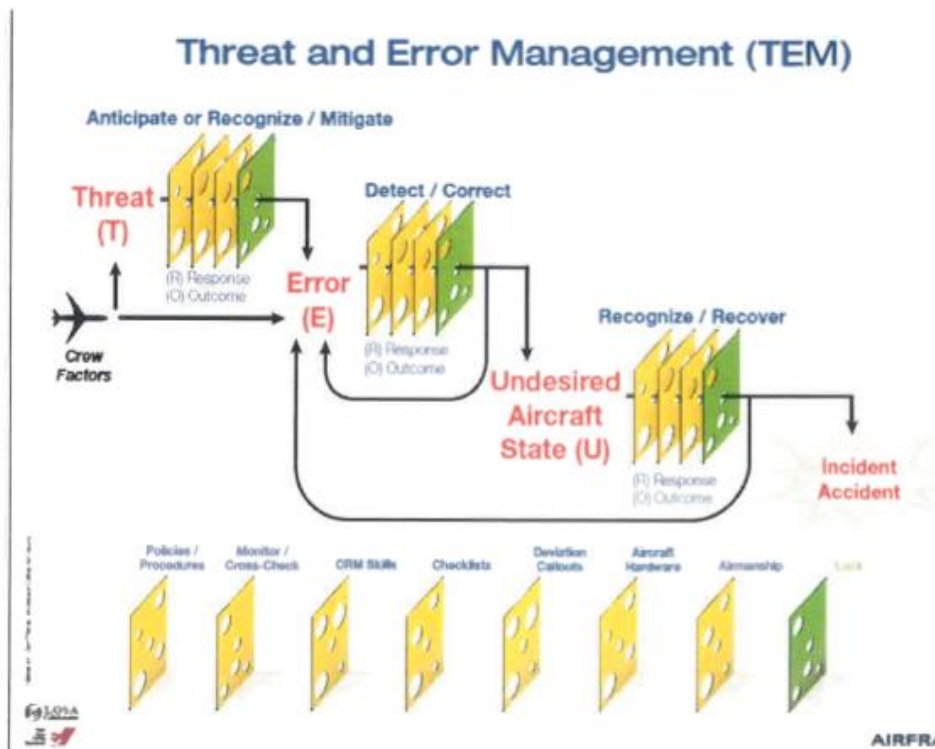
## Section 6 - Attachment 1: Sample of TEM model used in Training and Operation - Air France Example

### Sample of TEM model used in training and operation:


The model shown below in Figure XX represents one example of how instructors can train monitoring using the TEM model, and then use the TEM model to debrief pilots regarding their monitoring and TEM performance. This model can also be used in the simulator and line operations as a flight crew self-debriefing tool. The flight crew would evaluate itself on its crew performance in regards to how effective they were in monitoring and TEM throughout the flight and discuss how they could improve as a crew. This debriefing should be done after each leg.

Please note the second left Swiss cheese slice countermeasure: "monitor/cross check"

FIGURE XX: Threat and Error Management (TEM) Slide



**ANEXA 3.** Referință din Manualul Operațional TAROM S.A., la folosirea căștilor de radio comunicație către piloți.

Operations Manual – part B / AO Matters ATR 42/ 72

**2. NORMAL PROCEDURES**

---

### 2.0.3 Assignment of First Officer as PF

The **DEFAULT TASK SHARING** is:

Commander is Pilot Flying

Copilot is Pilot NOT Flying

Commander may assign the Copilot as Pilot Flying in these conditions:

- “NO” aircraft malfunctions that require specific non-standard procedures to follow for normal operations (if requested by MEL and/or OM-B).
- “NO” abnormal or emergency procedures in progress.
- “NO” runway contamination.
- “NO” low visibility procedure in progress.
- Actual visibility at or above 1.5 times Commander’s operating minima qualification for landing.
- Crosswind not more than 20 kts for landing and/ or takeoff.
- Any other actual parameter reaching the limitation given in LIMITATIONS chapter.

### 2.0.4 Flight Control Transfer and Flight Control Take Over Procedure

The normal procedure is for the designated PF to handle the aircraft when AP is not engaged. The PNF should not handle the controls simultaneously except when specifically requested by PF.

PF function can be transferred due to external factors, with the following announcement: **“YOU HAVE CONTROL”**.

The pilot who receives the PF function announces respectively: **“I HAVE CONTROL”**.

If it becomes necessary for PNF to take over controls during the flight, the PNF must clearly announce: **“I HAVE CONTROL”**.

### 2.0.5 Crew Coordination and Communication

#### 2.0.5.1 Communications in the Cockpit – Standard Calls

Talks, requests and callouts must be restricted to minimum during critical phases of the flight (takeoff, approach, landing or missed approach).

Technical communications between both pilots have to comply with the standard callouts explained in this manual.

Crew must wear headsets:

- Before engines start and up to FL 100;
- From FL 100 to engines shut down;
- On Captain’s decision.

Any pilot action which modifies the flight parameters (flight path, speed or a system status) should be announced by the pilot who makes it and crosschecked by the other one.

---

Tarom ©Page 2.5Effective 15 Jan 2018



## ANEXA 4 (CRM)

### Referințe EASA cu privire la conceptul CRM

*European Aviation Safety Agency* *NPA 2014-17*  
*2. Explanatory Note*

---

## 2. Explanatory Note

Human factors continue to be one of the significant causes of incidents and accidents<sup>6</sup>. Human factors encompass crew resource management (CRM) which is described as the effective utilisation of all available resources (e.g. human resources, hardware, and information) to achieve safe and efficient operation. The objective of CRM is to enhance the communication and management skills of the crew members concerned. Emphasis is placed on the non-technical aspects of crew performance.

The following information illustrates the overall importance of CRM capabilities for maintaining safety in air operations:

- The UK CAA document 'Global Fatal Accident Review 2002 to 2011' identifies the top-four primary causal factors allocated for all fatal accidents as follows:
  1. Flight crew handling/skill – flight handling: 14 % of all fatal accidents;
  2. Flight crew perception and decision-making – omission of action or inappropriate action: 12 %;
  3. Flight crew situational awareness – lack of positional awareness in air: 10 %;
  4. Flight crew perception and decision-making – poor professional judgement or airmanship: 8 %<sup>7</sup>.Rank Nos 2, 3 and 4 are related to CRM elements.
- In its analysis of the European helicopter accidents, the European Helicopter Safety Team (EHEST) identified the following three areas as the top factors, causal or contributory, for fatal accidents:
  1. Flight crew judgement and actions;
  2. Safety management/culture; and
  3. Flight crew situation awareness<sup>8</sup>.All three top factors are related to CRM elements.
- ICAO<sup>9</sup> describes the eight core competencies of flight crew as follows (in alphabetic order):
  1. Application of procedures;
  2. Communication;
  3. Flight path management – automation;
  4. Flight path management – manual control;
  5. Leadership and teamwork;
  6. Problem solving and decision making;
  7. Situation awareness; and





8. Workload management.

The majority, five out of these eight core competencies (namely Nos 2, 5, 6, 7 and 8), are related to CRM.

This short preamble demonstrates the need to develop and enhance CRM capabilities and, subsequently, demonstrates the importance of appropriate CRM training. One major prerequisite for more practicable and more effective CRM training is a further improved European applicable framework. The latter is the subject of the present rulemaking task.

An explanation should be given on the use of the two terms 'Threat and error management (TEM)' and 'Crew resource management (CRM)'. The reason is that both terms and their 'relationship' are not always interpreted in a consistent manner by aviation experts.

TEM can be described as an overarching safety concept regarding aviation operations. The three basic components of the TEM framework are 'threats', 'errors' and 'undesired (aircraft) states'. The TEM framework proposes that threats and errors are part of everyday aviation operations that must be managed by flight crews, since both, threats and errors, have the potential to generate undesired aircraft states. Undesired aircraft state management largely represents the last opportunity to avoid an unsafe outcome.

CRM was described above as the effective utilisation of available resources, where emphasis is placed on the non-technical aspects of crew performance. In relation to TEM, CRM behaviours are an effective tool for managing threats and errors<sup>10</sup>. In this context, TEM can be understood as encompassing CRM with respect to crew performance or, in other words, CRM can be seen as being focussed on TEM.

Additionally, it is important to keep in mind that approaches to CRM have evolved since its inception in the late 1970s. Theoretical emphases have changed with its evolution that includes new models and academic underpinnings. One of the latest generations of CRM may be seen to include the concept of TEM as outlined above. Therefore, one may say that CRM in its current form is inclusive of this training approach. Consequently, CRM's functional goal is a flexible, systemic method for optimising human performance in general, and increasing safety in particular.

One other aspect may further explain the relationship between TEM and CRM: The study and consideration of human performance according to the CRM principles in air operations must not be an end in itself. Consequently, in search for a universal CRM rationale, it was concluded that the overarching justification for CRM is an effective (threat and) error management<sup>11</sup>.

At the present stage, in the Air Operations Regulation<sup>12</sup> the term 'CRM' is used, while in the Aircrew Regulation<sup>13</sup> in many cases the term 'TEM' is utilised. The explanation is that on the one hand in the Air Operations Regulation emphasis is put on the training of CRM



Selecțiuni referitoare la CRM training în Manualul Flight Crew Human Factors Handbook editat de UK CAA.

**CAP 737** Introduction to Crew Resource Management (CRM) and Threat and Error Management (TEM)

## Introduction to Crew Resource Management (CRM) and Threat and Error Management (TEM)

### Crew Resource Management (CRM)

Originally called Cockpit Resource Management, CRM training emerged after the recognition that the technical skills of piloting an aircraft were insufficient to ensure safety and best performance; accidents were occurring for reasons other than inadequate piloting skills.

It was apparent that pilots needed to learn more about how best to manage all the resources available to them in the cockpit including other crew-members, procedures, the machine interface, and themselves (i.e. recognising where they were most vulnerable and what their strengths were). This management of resources was the original essence of CRM training (hence the term). Many of the elements identified as necessary to support pilots in this process were borrowed from the scientific or management domain (e.g. communication, personality theory, error and leadership). Others came from common aviation practice (e.g. 'airmanship' and 'captaincy').

Cockpit resource management quickly grew to encompass wider crew resources, including cabin crew, and was renamed Crew Resource Management, hence retaining the same acronym. CRM is now considered essential training for most aviation professionals who make an operational contribution, including air traffic controllers and engineers. This document is written primarily for flight crew, and then cabin crew. However the first sections of the chapters in Part A are deliberately generic and can therefore apply across contexts.

The scope of CRM has also grown and diversified to the extent that it is now easier to list the sorts of areas that get taught in CRM than to attempt to define exactly what CRM training is. A general but inadequate definition would be the training of the cognitive and social skills needed to support technical training in order to optimise safe and efficient aircraft operation. It is clear that to be most effective, such skills must be integrated into the job role, and this integration is something that CRM has traditionally struggled with. This document attempts to address this by including a second section in each knowledge chapter (Part A, Chapters 1 – 15) called 'application' which puts the knowledge within an operational context (mainly for flight crew, with a variety of operations represented).

Finally, good use of CRM skills relies on effective training and assessment by practitioners (CRM trainers, flying instructors, examiners, etc.). To support this, the third and final section of each knowledge chapter (Part A, Chapters 1 – 15) deals with the teaching and delivery of that subject, and where possible examples are included. Additionally, there is a



## Threat and Error Management (TEM)

In the 1990s, threat and error management (TEM) was introduced, and under current EASA FCL regulations it should be covered during all training events.

The practical summation of threat and error management for flight crew is the practice of thinking ahead in order to predict and avoid errors and operational threats, and manage any that occur (similar to the practice of defensive driving). There is an old saying (that emerges in various forms):

*A superior pilot uses his superior judgement to avoid situations that would require his superior skills*

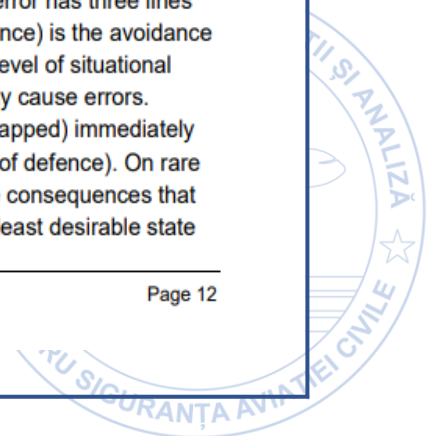
Like all great sayings, the source of it is contested (and probably unknown) but it probably dates back to the 1940s at least. Certainly the UK's Royal Air Force has used it on posters over many decades.

Threat and Error Management gives this message a more formal and theoretical underpinning, but TEM is more than just a re-application of a good mantra.

Threat and error management uses accident theory based on the work of James Reason (see Reason 1990). It has three elements relevant to flight crew; threats, errors and undesired aircraft states. Threats and errors have the potential to cause undesired aircraft states, and when they do so, those states must be managed (Maurino 2005). A foundation of TEM is the acceptance that threats will occur and errors will be made. Hence TEM is not an attempt to eliminate threats and errors, but is concerned with the management of them.

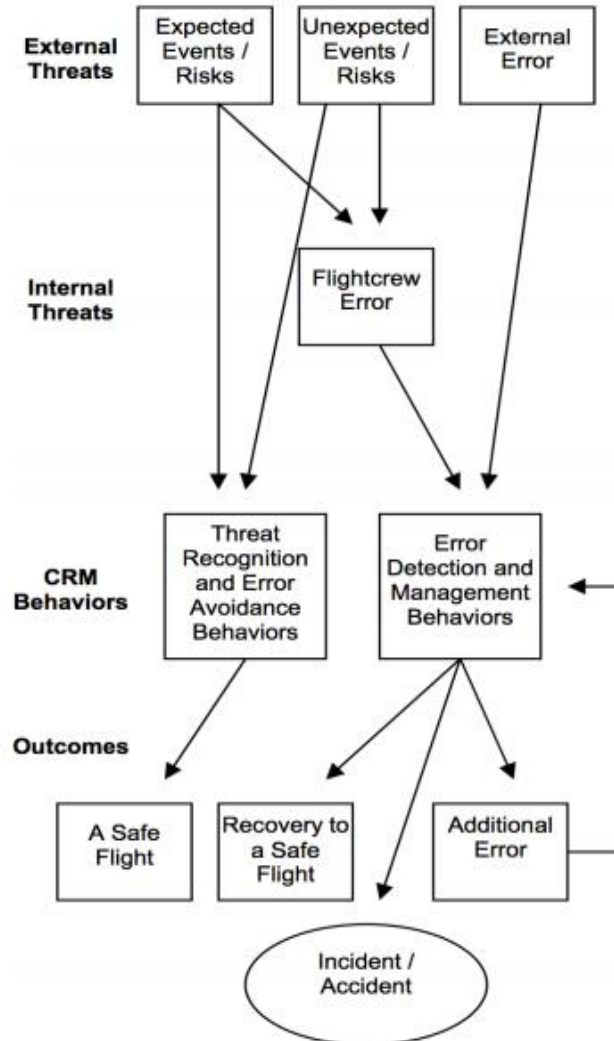
The model of flight crew error management (Helmreich et al 1999a) expands these ideas. The model (see Figure 1 below) describes how risks to the operation can be expected (e.g. terrain and runway length) or unexpected (e.g. emergencies, malfunctions, traffic, etc.). Such threats are external to the operation and generally beyond the control of the flight crew, and must be managed by the CRM behaviours of threat recognition and avoidance in order to achieve a safe operation (hence the term 'threat management'). Additional risk comes from errors made by those other than the flight crew (external threats, such as errors made by air traffic controllers) and errors made by the flight crew (internal threats). These errors must be managed by the CRM skills of error detection and management, and if mismanaged can lead to further errors and potential incidents or accidents.

Helmreich et al (1999b) describe how CRM as a countermeasure to error has three lines of defence. The optimum state of error management (first line of defence) is the avoidance of errors before they occur. This is sometimes said to involve a high level of situational awareness in order that pilots can foresee issues and threats that may cause errors. Errors that are not avoided need to be recognised and understood (trapped) immediately so that they do not occur or there are no consequences (second line of defence). On rare occasions, if errors and threats are not trapped, then they might have consequences that will require mitigation. Mitigation is the last line of defence and is the least desirable state



**CAP 737** Introduction to Crew Resource Management (CRM) and Threat and Error Management (TEM)

of error management. It is said that a crew that have to continually trap and mitigate errors is probably one working at a low level of situational awareness (caused by any number of factors including high workload on other tasks, low currency, stress, fatigue, fight or flight, emotional pressure, etc.).



**Figure 1. Model of flight crew error management. From Helmreich et al (1999a)**

