

# Καταγραφικά στοιχεία πτήσης & συνομιλιών στην Διερεύνηση Αεροπορικών Ατυχημάτων



LGAT 1979-10-8

Αντώνης Γ.ΒΑΣΑΚΗΣ

Αντ. Γ. ΒΑΣΑΚΗΣ  
Ολυμπιακή Αεροπορία - Τεχνική Διεύθυνση  
Αεροδρόμιο Ελληνικού - Δυτικό  
166 04 ΕΛΛΗΝΙΚΟ

Τηλ. 01 936 2259  
Fax 01 936 2830  
E-mail: [avassakis@olympic-airways.gr](mailto:avassakis@olympic-airways.gr)

## 1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.

### 1.1. Αρχικές διερευνήσεις ατυχημάτων α/φών.

Για πολλά χρόνια από τις αρχές του 20ου αιώνα η διερεύνηση των ατυχημάτων περιοριζόταν στην εξέταση και ανάλυση των φυσικών στοιχείων λόγω έλλειψης καταγραφών κατά την πτήση. Παρότι η ποσότητα των πληροφοριών που συγκεντρωνόταν ήταν μεγάλη τόσο από τα συντρίμια του α/φους όσο και από τις καταγραφές της συντήρησης, τις πληροφορίες καιρού, τα στοιχεία πτητικής εκμετάλλευσης και τους ανθρώπινους συντελεστές, ήταν πραγματικά δύσκολη η ανασύνθεση της κατάστασης του ατυχήματος. Η μόνη πληροφόρηση για την τροχιά και τους τελευταίους ελιγμούς του α/φους προερχόταν από επίγειους αυτόπτες μάρτυρες όταν υπήρχαν.

Ήταν φανερή η έλλειψη ενός συστήματος που θα κατέγραφε διάφορα στοιχεία κατά την διάρκεια της πτήσης και τα οποία θα μπορούσαν να διαβαστούν μετά από μια ενδεχόμενη συντριβή του α/φους. Όμως ένα τέτοιο σύστημα θα απαιτούσε την τοποθέτηση αισθητηρίων σε διάφορα σημεία του α/φους, το καταγραφικό θα έπρεπε να είναι ειδικής κατασκευής ώστε οι εγγραφές να παραμένουν αναγνώσιμες μετά από συντριβή του α/φους και τελικά το σύστημα θα αποτελούσε ένα πρόσθετο φορτίο στο α/φος χωρίς κανένα άμεσο όφελος. Κανένας αερομεταφορέας δεν θα μπορούσε να είναι πρόθυμος να επωμισθεί το κόστος ενός τέτοιου συστήματος από μόνος του. Χρειαζόταν νομοθετική υποχρέωση για την εγκατάστασή του.

### 1.2. Νομοθετική ρύθμιση για εγκατάσταση καταγραφικών στα α/φη.

Την πρωτοπορία στις προσπάθειες εγκατάστασης καταγραφικών στα α/φη την έχουν οι Η.Π.Α. όπου η τότε Υπηρεσία Πολιτικής Αεροναυτικής (Civil Aeronautics Board) έκανε μια πρώτη προσπάθεια για νομοθετική ρύθμιση για εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων ήδη από τον Απρίλιο του 1941. Έγιναν τρεις προσπάθειες αναθεώρησης της απαίτησης μέχρι τον Ιούνιο του 1944 οπότε και αποσύρθηκε. Η βιομηχανία των αεροπορικών συστημάτων δεν ήταν ακόμη έτοιμη να ανταπεξέλθει σε μια τέτοια απαίτηση. Η δεύτερη προσπάθεια της ίδιας υπηρεσίας ήταν λίγα χρόνια αργότερα, τον Σεπτέμβριο του 1947 για να αποσυρθεί και πάλι σε λιγότερο από ένα χρόνο, τον Ιούλιο του 1948. Η τελική προσπάθεια απαιτήσε 9 επιπλέον χρόνια μελέτης των απαιτήσεων και των προηγούμενων προσπαθειών, κυρίως όμως συνεννοήσεων με τους παράγοντες της αντίστοιχης βιομηχανίας, ώστε τον Αύγουστο

του 1957 να παρουσιαστούν επίσημα οι νέες απαιτήσεις στον Κανονισμό Πολιτικής Αεροπορίας (Civil Air Regulations) οι οποίες έδιναν περιθώριο μέχρι τον Ιούλιο του 1958 στους αερομεταφορείς να εγκαταστήσουν τα αντίστοιχα συστήματα. Η πρώτη αυτή ρύθμιση απαιτούσε την εγκατάσταση καταγραφικού στοιχείων πτήσης [Flight Data Recorder - FDR] 5 παραμέτρων (ύψους, ταχύτητας, κατεύθυνσης, κατακόρυφης επιτάχυνσης και χρόνου) σε κάθε α/φος με μέγιστο βάρος απογείωσης μεγαλύτερο από 12.500 λιβρών (12.500 pounds = 5670 kg).

Ο καιρός πλέον είχε ωριμάσει, η βιομηχανία και οι απαιτήσεις είχαν συγχρονιστεί, με αποτέλεσμα να ακολουθήσουν βαθμιαία ανάλογες απαιτήσεις σε παγκόσμιο επίπεδο με κορυφαία στιγμή την υιοθέτηση της απαίτησης από τον Διεθνή Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας [International Civil Aviation Organization - ICAO] στα Προσαρτήματα 6 (- Μέρος I) & 13 [Annexes 6-Part I, 13]. Έκτοτε οι απαιτήσεις αναπροσαρμόζονται διαρκώς στις τεχνολογικές δυνατότητες.

Αρχικά τα καταγραφικά χρησιμοποιούσαν μεταλλική ταινία πάνω στην οποία σχηματιζόταν η γραφική παράσταση λιγοςτών παραμέτρων. Όταν η τεχνολογία επέτρεψε την χρήση μαγνητικών εγγραφών γύρω στα μέσα της δεκαετίας του 1960, προστέθηκε στις απαιτήσεις μια ακόμη μονάδα για την καταγραφή των συνομιλιών στον θάλαμο διακυβέρνησης του α/φους [Cockpit Voice Recorder - CVR].

### **1.3. Η εξέλιξη των καταγραφικών των α/φών.**

Το καταγραφικό αρχικά τοποθετείτο κατά βούληση σε διάφορα σημεία του α/φους, για να αποδειχθεί σύντομα ότι θα έπρεπε να τοποθετείται στο σημείο που στατιστικά υπέφερε τις λιγότερες καταπονήσεις σε περίπτωση συντριβής, δηλ. στην ουρά του α/φους. Η τοποθέτηση της μονάδας στο σημείο εκείνο αποδείχθηκε ότι έδινε και την μεγαλύτερη πιθανότητα επιβίωσης του μέσου καταγραφής.

Αρχικά σύμφωνα με τις τεχνολογικές δυνατότητες για επιβίωση μετά από συντριβή, σαν μέσον καταγραφής χρησιμοποιήθηκε μεταλλική ταινία πάνω στην οποία χαρασσόταν με γραφίδες η γραφική παράσταση των λιγοςτών παραμέτρων που μπορούσαν να χωρέσουν. Γενικά τα σήματα πήγαιναν απευθείας στην μονάδα η οποία τα κατέγραφε παράλληλα.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας όμως (μέσα δεκαετίας του 1960) στάθηκε δυνατή η χρήση ως μέσου καταγραφής μαγνητικών ταινιών μέσα σε κατάλληλα θωρακισμένη θήκη ικανή να προστατέψει την μαγνητική ταινία όχι μόνο από μια ισχυρή κρούση αλλά κυρίως από μια ενδεχόμενη πυρκαγιά υψηλών θερμοκρασιών.

Η εξέλιξη αυτή έδωσε την δυνατότητα υλοποίησης αντίστοιχου καταγραφικού για την αναλογική μαγνητοφώνηση των συνομιλιών του θαλάμου διακυβέρνησης του α/φους. Έτσι γεννήθηκε το καταγραφικό συνομιλιών θαλάμου διακυβέρνησης [Cockpit Voice Recorder - CVR]. Την ίδια περίπου περίοδο τα δυο καταγραφικά πήραν τον οριστικό εξωτερικό φωσφορίζον πορτοκαλί (ή κίτρινο) χρώμα που διευκόλυνε τον εντοπισμό τους σε περίπτωση ατυχήματος (η δημοφιλής ονομασία τους ως "μαύρα κουτιά" προήλθε αποκλειστικά από το γεγονός ότι δεν μπορεί κανείς να γνωρίζει εκ των προτέρων το περιεχόμενό τους).

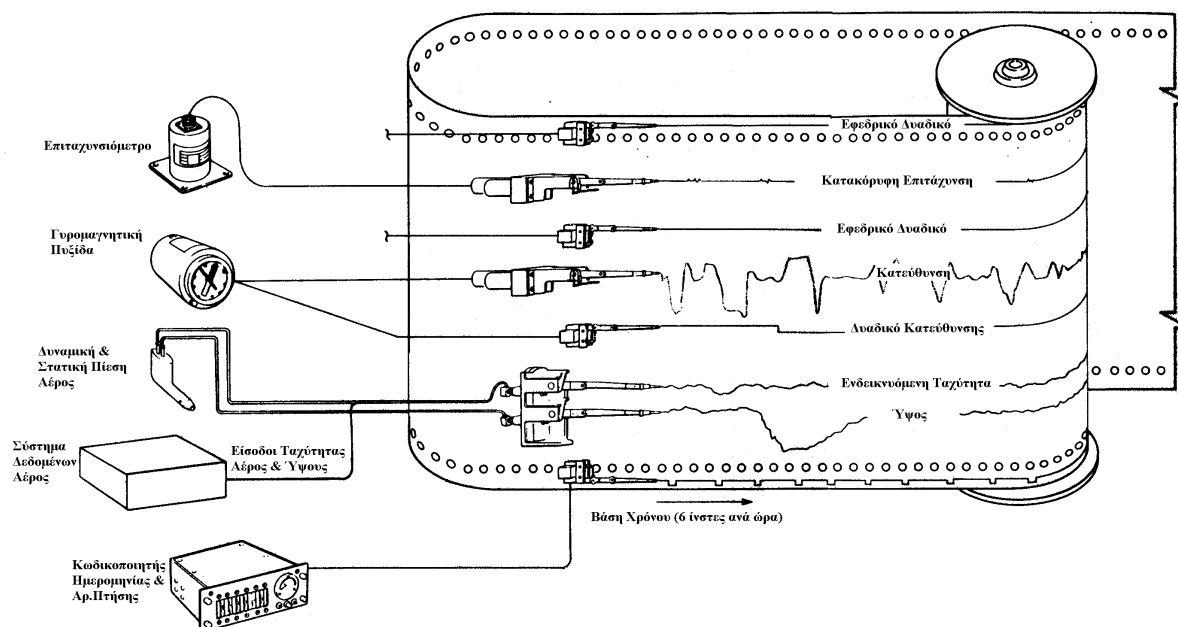
Λίγο αργότερα (αρχές δεκαετίας 1970) η χρήση μαγνητικής ταινίας σε συνδυασμό με την ψηφιακή πλέον εγγραφή των στοιχείων πτήσης σηματοδότησε μια βαθμιαία αύξηση του αριθμού των παραμέτρων, που με την σειρά της επέβαλε την συγκέντρωση, δειγματοληψία και ταξινόμηση των παραμέτρων από μια ιδιαίτερη μονάδα που θα βρισκόταν τοπογραφικά κοντά στα υπόλοιπα συστήματα από τα οποία ξεκινούσαν οι πληροφορίες (κάπου κοντά στο θάλαμο διακυβέρνησης) και με ελάχιστο αριθμό καλωδίων θα οδηγούσε έναν συρμό ψηφιακών σημάτων στο καταγραφικό που όφειλε να βρίσκεται κάπου στην ουρά του α/φους. Η νέα μονάδα ονομάστηκε μονάδα συλλογής στοιχείων πτήσης [Flight Data Acquisition Unit - FDAU].

Με την χρήση των καταγραφικών στοιχείων πτήσης φάνηκε η χρησιμότητά τους και σε πολλές περιπτώσεις άσχετες με ατυχήματα ή συμβάντα. Συγκεκριμένα άρχισαν να γίνονται χρήσιμα στην πρόληψη ή παρακολούθηση βλαβών και επιχειρησιακών διαδικασιών. Έτσι η μονάδα συλλογής στοιχείων πτήσης άρχισε να τροφοδοτεί και ένα δεύτερο καταγραφικό γρήγορης πρόσβασης [Quick Access Recorder - QAR] που έδινε δυνατότητα συλλογής δεδομένων από κάθε πτήση χρησιμοποιώντας συμβατικά μέσα καταγραφής. Με τον καιρό η μονάδα συλλογής των στοιχείων πτήσης έγινε ένας ισχυρός υπολογιστής που μπορούσε παράλληλα να καταγράφει διάφορα στοιχεία όταν παρουσιαζόταν μια ανώμαλη λειτουργική κατάσταση στο α/φος με βάση τα κριτήρια που είχαν δοθεί. Έτσι γεννήθηκε το σύστημα λειτουργικής παρακολούθησης του α/φους [Aircraft Condition Monitoring System - ACMS ή εξίσου γνωστό σαν Aircraft Integrated Data System - AIDS] που ενσωματώθηκε στην μονάδα συλλογής στοιχείων πτήσης η οποία μετονομάστηκε σε μονάδα συλλογής και διαχείρισης στοιχείων πτήσης [Flight Data Acquisition and Management Unit - FDAMU ενώ παράλληλα το QAR μετονομάστηκε σε Digital ACMS Recorder - DAR].

## 2. ΕΙΔΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΩΝ.

### 2.1. Καταγραφικό στοιχείων πτήσης τύπου μεταλλικής ταινίας [Foil Flight Data Recorder - Foil FDR].

Αυτός είναι ο παλαιότερος τύπος καταγραφικού στοιχείων πτήσης, χρησιμοποιούσε σαν μέσον εγγραφής μεταλλική ταινία πάνω στην οποία εχαράσσοντο με γραφίδες οι γραφικές παραστάσεις των λιγοστών παραμέτρων που χωρούσαν (εξίσου γνωστά και σαν καταγραφικά α' γενιάς). Η ταινία μπορούσε να καταγράψει 150 - 400 ώρες πτήσης πριν χρειαστεί αντικατάστασή της. Παράδειγμα τέτοιας εγγραφής φαίνεται στο σχ. 1.



**Σχήμα 1.** Σχηματική παράσταση καταγραφής στοιχείων πτήσης σε μεταλλική ταινία.

Για τα καταγραφικά αυτά οι ελάχιστες λειτουργικές απαιτήσεις προδιαγράφηκαν στις Η.Π.Α. από την Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Αεροπορίας [Federal Aviation Authorities - FAA] με την τεχνική μόνιμη οδηγία [Technical Standard Order] TSO-C51a η οποία προέβλεπε επιβίωση του μέσου καταγραφής μετά από επιτάχυνση  $1000g$  ( $1g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-2}$ ) για 5 msec, μετά από θερμοκρασία  $1100^\circ\text{C}$  για 30 λεπτά, ή μετά από παραμονή σε υφάλμυρα νερά βάθους 20.000 ποδών για 30 ημέρες. Η μορφή τους τυποποιήθηκε από την αρμόδια Υπηρεσία των Η.Π.Α. [Aeronautical Radio INCorporation] με την προδιαγραφή ARINC 542.

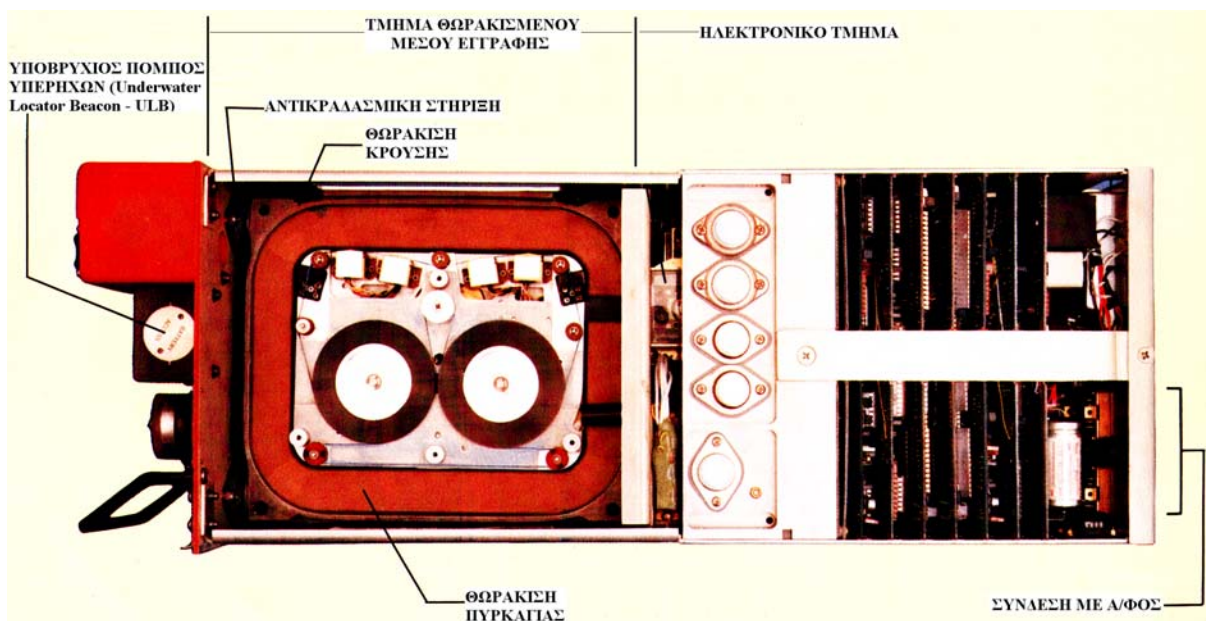
Επιτυχημένα μοντέλα αυτού του τύπου ήταν τα 109-C και 109-D της εταιρείας Lockheed Aircraft Services Company (το πρώτο από τα οποία είχε σφαιρικό, μη

τυποποιημένο σχήμα), το F-542 της Sundstrand Data Control και το 5424 της Fairchild Industrial Products.

Μειονέκτημα του καταγραφικού μέσου ήταν ότι μπορούσαν οι εγγραφές να μην είναι αναγνώσιμες σε περιπτώσεις πυρκαγιών από διαρροή οξυγόνου, ή μακρόχρονης έκθεσης (άνω των τριών εβδομάδων) σε άμμο και θαλασσινό νερό. Το ουσιαστικότερο όμως μειονέκτημα στάθηκε ο ιδιαίτερα μικρός αριθμός των παραμέτρων η μειωμένη ακρίβεια και η δυσκολία συσχετισμού με τις καταγραφές των συνομιλιών. Τελικά με νομοθετικές ρυθμίσεις άρχισαν να αποσύρονται από το 1987.

## 2.2. Ψηφιακός καταγραφέας στοιχείων πτήσης τύπου μαγνητικής ταινίας [Digital ή Universal Flight Data Recorder - DFDR ή UFDR].

Ο τύπος αυτός κυριάρχησε αρκετά γρήγορα από τις αρχές της δεκαετίας του 1970 και για τουλάχιστον τρεις δεκαετίες και σηματοδότησε μιαν από τις μεγαλύτερες αλλαγές στον τομέα των καταγραφικών στοιχείων πτήσης (γνωστά και σαν καταγραφικά β' γενιάς). Χαρακτηριστικός είναι ο τύπος θωράκισης της μαγνητικής ταινίας τόσο από την κρουστική καταπόνηση αλλά ακόμη περισσότερο από την θερμική καταπόνηση που θα μπορούσε να έχει σε μια υποτιθέμενη συντριβή του α/φους. Τυπικό παράδειγμα δομής μιας τέτοιας μονάδας είναι αυτή που φαίνεται στην εικ. 1. Η ονομασία UFDR χρησιμοποιήθηκε ιδιαίτερα σε μοντέλα που μπορούσαν να αντικαταστήσουν και καταγραφικά ARINC 542.



**Εικόνα 1.** Εσωτερική δομή ψηφιακού καταγραφικού στοιχείων πτήσης (διαστάσεις μονάδας 498 x 193 x 124 mm).

Η μεγαλύτερη όμως καινοτομία ήταν η μορφή της καταγραφής που γινόταν σειριακά με μορφή "Harvard bi-phase" 64 ψηφιακών λέξεων [words] των 12 δυαδικών ψηφίων [bits] ανά δευτερόλεπτο, δημιουργώντας 4 υποομάδες [sub-frames] (των 64 λέξεων) που επαναλαμβάνονται με περίοδο 4". Η καταγραφή των παραμέτρων ήταν χρονικά κατανομημένη και γινόταν με δειγματοληψία της παραμέτρου κατά την στιγμή που έπρεπε να καταχωρηθεί. Σύμφωνα με τις ελάχιστες λειτουργικές απαιτήσεις η καταγραφή έπρεπε να καλύπτει διαρκώς τις τελευταίες 25 ώρες πτήσης του α/φους. Η συλλογή, δειγματοληψία, ψηφιοποίηση και δημιουργία της ακολουθίας των παραμέτρων πραγματοποιείται από την πρόσθετη μονάδα του FDAU.

Οι ελάχιστες λειτουργικές απαιτήσεις καλύφθηκαν με τροποποίηση του TSO-C51a, ενώ η τυποποίηση των συστημάτων δεν είναι πλήρης μολονότι οι αντίστοιχες προδιαγραφές ARINC 573 αλλά και οι αντίστοιχες μεταγενέστερες ARINC 717 είναι σχετικά ογκώδεις. Το πλήθος, το είδος και η σειρά καταγραφής των παραμέτρων πέρα από τις νομοθετικές απαιτήσεις, οριζόταν κατά κύριο λόγο από τον κατασκευαστή του α/φους.

Η κάθε παράμετρος έπρεπε να ψηφιοποιηθεί σε μια κλίμακα που μπορούσε να φθάσει τις  $4096_D (=12 \text{ bits} = 2^{12})$  διακεκριμένες τιμές δημιουργώντας αυτομάτως απαίτηση αποκωδικοποίησης των στοιχείων σε περίπτωση ανάγνωσης. Αυτό εισήγαγε τους H/Y στον εξοπλισμό που απαιτείτο για την ανάγνωση και ο οποίος μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και για ανάλυση των στοιχείων.

Επιτυχημένα μοντέλα του τύπου είναι τα 209 της εταιρίας Lockheed Aircraft Service Company, 573A και η σειρά 980-4100-XXX της Sundstrand Data Control, 203F της Teledyne Controls.

Το βασικό μειονέκτημα του συγκεκριμένου τύπου καταγραφικού είναι ότι μπορεί να υπάρξει πρόβλημα στην αντικραδασμική στήριξη του μέσου καταγραφής, οπότε κατά την στιγμή του συμβάντος οι κραδασμοί αυξομειώνουν σημαντικά την απόσταση μεταξύ κεφαλής εγγραφής και μέσου, με αποτέλεσμα δημιουργία σφαλμάτων. Δημιουργείται συνεπώς θέμα ελέγχου της αξιοπιστίας των καταγραφών και αποκλεισμού των σφαλμάτων που μπορεί να δημιουργήσει κενά στην συνέχεια των εγγραφών και μάλιστα κατά την επίμαχη χρονική στιγμή.



### 2.3. **Καταγραφικό συνομιλιών θαλάμου διακυβέρνησης [Cockpit Voice Recorder - CVR].**

Η κατασκευή της μονάδας είναι παρόμοια εκείνης του DFDR. Οι ελάχιστες λειτουργικές απαιτήσεις δίνονται στο TSO-C84 που προβλέπει παρόμοιες συνθήκες επιβίωσης με αυτές των FDR (100g/11ms, 1100°C/30min), ενώ η τυποποίηση της μονάδας βασίζεται στην προδιαγραφή ARINC 557 σύμφωνα με την οποία υπάρχουν 4 δίαυλοι [channels] παράλληλης αναλογικής εγγραφής όπου ο δίαυλος 4 καταγράφει τους ήχους και τις συνομιλίες από τον χώρο του θαλάμου διακυβέρνησης από ένα κατάλληλα τοποθετημένο μικρόφωνο, ο δίαυλος 3 καταγράφει τις εκπομπές από το μικρόφωνο του κυβερνήτη, ο 2 τις εκπομπές από το μικρόφωνο του συγκυβερνήτη ενώ ο 1 είναι προαιρετικός και προέρχεται από το μικρόφωνο ενός τρίτου μέλους του πληρώματος σύμφωνα με την εκλογή του κατασκευαστή του α/φους. Σύμφωνα με τις ελάχιστες λειτουργικές απαιτήσεις καταγράφονται διαρκώς τα τελευταία 30 λεπτά της πτήσης. Επιτυχημένο μοντέλο του τύπου είναι το A100 της εταιρίας Fairchild Aviation Recorders.

### 2.4. **Καταγραφικό στοιχείων πτήσης τύπου ψηφιακής ηλεκτρονικής μνήμης [Solid State Flight Data Recorder - SSFDR].**

Βασική διαφορά του τύπου αυτού με τα DFDR είναι η αντικατάσταση του μέσου καταγραφής με ψηφιακή ηλεκτρονική μνήμη [EEPROM] (γνωστά και σαν καταγραφικά γ' γενιάς). Οι ελάχιστες λειτουργικές απαιτήσεις που καλύπτουν τα SSFDR (TSO-C124a) εκδόθηκαν από την αρμόδια Ευρωπαϊκή Υπηρεσία [EUROpean Organisation for Civil Aviation Equipment - EUROCAE] με την προδιαγραφή ED-55. Με τις προδιαγραφές αυτές έπαψε η ισχύς της TSO-C51a ενώ οι προδιαγραφές επιβίωσης του μέσου καταγραφής έγιναν αυστηρότερες απαιτώντας αντοχή μετά από κρούση 3400g για 6,5 msec, ή μετά από πυρκαγιά 1100°C διάρκειας 60 λεπτών ακολουθούμενης από θερμοκρασίες 260°C για 10 ώρες.

Με την αντικατάσταση του μέσου, έγινε δυνατή η αύξηση από τις 64 στις 128 λέξεις ανά δευτερόλεπτο [words per sec - wps]. Για τον λόγο αυτό η προδιαγραφή τυποποίησης των καταγραφικών αυτού του τύπου ARINC 747 που συμπληρώνει την ARINC 717 κάνει προσπάθεια τυποποίησης της δομής των δεδομένων σε 4 sub-frames των 64 ή εναλλακτικά των 128 λέξεων των 12 bit. Στον συγκεκριμένο τύπο καταγραφικού αυξάνεται η αξιοπιστία των εγγραφών αφού δεν υπάρχουν πλέον μηχανικά μέρη. Επιτυχημένο μοντέλο του τύπου είναι η σειρά 980-4700-XXX της εταιρίας Allied Signal Aerospace (στην οποία περιήλθε η Sundstrand Data Control

της οποίας είναι σχεδίαση). Επίσης υπάρχουν μοντέλα για αντικατάσταση παλαιότερων τύπων (ARINC 573 ή ακόμη και ARINC 542). Τα καταγραφικά του συγκεκριμένου τύπου επιτρέπουν την ταχεία μεταφορά των στοιχείων τους δίνοντας την επιπλέον δυνατότητα αρμέγματος των στοιχείων χωρίς η μονάδα να αφαιρεθεί από το α/φος (σε χρόνο μέχρι 15 λεπτά).

#### **2.5. Καταγραφικό συνομιλιών θαλάμου διακυβέρνησης ψηφιακής ηλεκτρονικής μνήμης [Solid State Cockpit Voice Recorder - SSCVR].**

Η βασική διαφορά με τα CVR είναι η αντικατάσταση του μέσου εγγραφής με EEPROM που εισάγει θέμα ψηφιοποίησης του ήχου και συνεπώς για την τυποποίηση απαιτήθηκε νέα προδιαγραφή που υλοποιήθηκε με την ARINC 757. Η προδιαγραφή αυτή δίνει δυνατότητα επέκτασης της διάρκειας καταγραφής στις 2 ώρες. Οι ελάχιστες λειτουργικές απαιτήσεις που καλύπτουν τα SSCVR (TSO-C123a) εκδόθηκαν από το EUROCAE με την προδιαγραφή ED-56A. Με τις προδιαγραφές αυτές έπαψε η ισχύς του TSO-C84 και προβλέφθηκαν συνθήκες επιβίωσης του μέσου καταγραφής, ανάλογες με αυτές του FDR (1700g/6,5msec , 1100°C/60min + 260°C/10hrs). Επιτυχημένο μοντέλο του τύπου είναι η σειρά 980-602X-XXX της εταιρίας Honeywell (στην οποία περιήλθε η Allied Signal Aerospace). Τα καταγραφικά του συγκεκριμένου τύπου όπως και τα SSFDR, δίνουν την δυνατότητα αρμέγματος των στοιχείων της μονάδας χωρίς αυτή να αφαιρεθεί από το α/φος.

#### **2.6. Συνδυασμένο καταγραφικό συνομιλιών & στοιχείων πτήσης [Combined Voice and Flight Data Recorder - CVFDR].**

Η ψηφιοποίηση του ήχου και η καταγραφή του στο ίδιο μέσον με τα στοιχεία πτήσης (EEPROM) έδωσε την δυνατότητα ενοποίησης των δυο καταγραφικών σε ένα ενιαίο καταγραφικό που θα κατέγραφε τόσο τα στοιχεία πτήσης όσο και τις συνομιλίες του θαλάμου διακυβέρνησης. Το πλεονέκτημα των μονάδων αυτών είναι ότι παρέχεται από την ίδια την μονάδα ο συγχρονισμός των στοιχείων πτήσης και των συνομιλιών.

### 3. ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.

#### 3.1. Εντοπισμός Καταγραφικών.

Η πρώτη ενέργεια για την ανάκτηση των στοιχείων είναι ο εντοπισμός και η μεταφορά των καταγραφικών σε κατάλληλα εξοπλισμένο εργαστήριο. Όσον αφορά τον εντοπισμό τα καταγραφικά έχουν εξωτερικό χρώμα φωσφορίζον πορτοκαλί για να φαίνονται όσο το δυνατόν καλύτερα, ενώ παράλληλα είναι (από το 1974) εφοδιασμένα με υποβρύχιο πομπό υπερήχων (Underwater Locator Beacon ή Device - ULB ή ULD - βλέπε εικ. 1) ο οποίος σύμφωνα με τις ελάχιστες λειτουργικές προδιαγραφές (TSO-C121) που εκδόθηκαν από το Society of Automotive Engineering [SAE], [Aerospace Standard] AS8045, εκπέμπει διακοπόμενο σήμα υπερήχων  $37,5 \pm 1$  kHz (π.χ. παλμοί 0,1 sec επαναλαμβανόμενοι κάθε 1 sec) που διευκολύνει τον εντοπισμό τους στην θάλασσα, ακόμη και σε βάθος 20.000 ποδών (6.000 μέτρων), και για 30 ημέρες μετά το ατύχημα, αρκεί ο ανιχνευτής να βρεθεί σε απόσταση 2.000 - 4.000 γυαρδών (1830 - 3655 μέτρων).



**Εικόνα 2.** Ανάκτηση του μέσου καταγραφής των στοιχείων πτήσης.

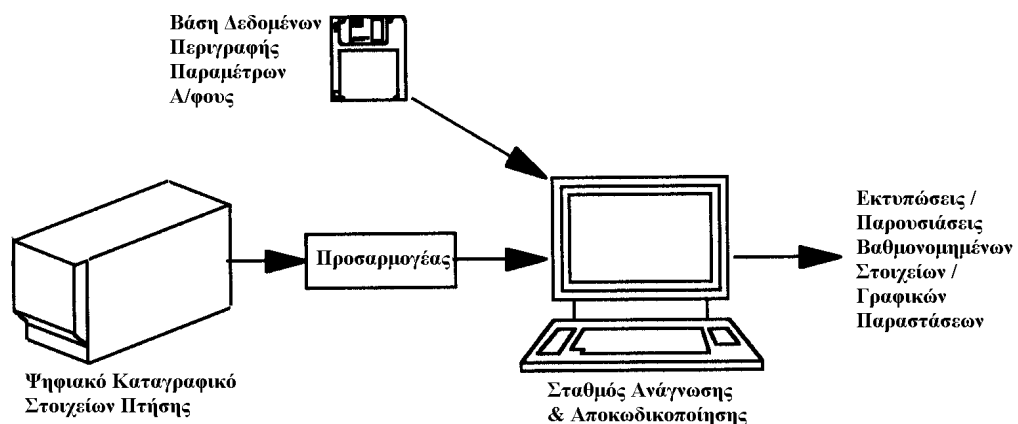
#### 3.2. Αποκωδικοποίηση στοιχείων πτήσης.

Στην ιδιαίτερη περίπτωση που πρόκειται για τύπο μεταλλικής ταινίας τότε η επόμενη ενέργεια είναι η αφαίρεση της ταινίας για την ανάγνωση των γραφικών παραστάσεων. Στην περίπτωση αυτή για την ανάγνωση των στοιχείων απαιτούνται

απλά μέσα που δίνουν την δυνατότητα μέτρησης αποστάσεων με ακρίβεια, πάνω στο μέσον.

Στην γενική όμως περίπτωση που δεν πρόκειται για καταγραφικό τύπου μεταλλικής ταινίας συνεπώς πρόκειται για ψηφιακές καταγραφές, πριν την αποκωδικοποίηση απαιτείται η μεταφορά των στοιχείων στον δίσκο του Η/Υ του σταθμού αποκωδικοποίησης των στοιχείων (σχ. 2). Στην περίπτωση που το καταγραφικό έχει καταστραφεί (εικ. 2) απαιτείται η αφαίρεση του μέσου καταγραφής και η τοποθέτησή του σε ένα εύχρηστο καταγραφικό ίδιου τύπου ή σε κάποια συσκευή ανάγνωσης. Στη συνέχεια μέσω κάποιου προσαρμογέα, ο σταθμός ανάγνωσης μεταφέρει τα στοιχεία σε κάποιο συμβατικό μέσο (π.χ. HDD, CD-ROM κ.λ.π.).

Η διάρκεια μεταφοράς των στοιχείων εξαρτάται από τον τύπο του καταγραφικού και μπορεί να φτάσει τις 25 ώρες για παλαιού τύπου καταγραφικό. Μετά από την μεταφορά, ο σταθμός είναι σε θέση με βάση τις τυποποιημένες λέξεις συγχρονισμού να ανιχνεύσει τις αρχές των sub-frames και την σειρά τους. Δηλαδή για το sub-frame 1 η πρώτη λέξη έχει το οκταδικό περιεχόμενο 1107 [=583 δεκαδικό], για το sf 2 το περιεχόμενο 2670<sub>0</sub> [=1464<sub>D</sub>], για το sf 3 το 5107<sub>0</sub> [=2631<sub>D</sub>] και για το sf 4 το 6670<sub>0</sub> [=3512<sub>D</sub>]. Στην συνέχεια απαιτείται η αποκωδικοποίηση των στοιχείων. Όμως η έλλειψη τυποποίησης στο πλήθος και το είδος των παραμέτρων κάνει το λογισμικό αποκωδικοποίησης αναγκαστικά παραμετρικό, δηλαδή απαιτεί μια πρόσθετη βάση δεδομένων στην οποία να περιγράφεται κάθε υφιστάμενη παράμετρος, η θέσης της, η κλίμακα μέτρησης της μονάδος και οι μονάδες μέτρησης, η οποία μπορεί να είναι



**Σχήμα 2.** Ανάγνωση Ψηφιακού Καταγραφικού Στοιχείων Πτήσης.

διαφορετική από α/φος σε α/φος (σχ. 2). Η βάση δεδομένων αυτή απαιτείται να είναι σύμφωνη με τις αντίστοιχες προδιαγραφές που δίνει συνήθως ο κατασκευαστής του α/φους (λαμβάνοντας υπόψη τυχόν μεταγενέστερες τροποποιήσεις που έγιναν στο σύστημα).

**Δημιουργία βάσης δεδομένων καταγραφόμενων παραμέτρων.** Υπάρχουν δυο βασικά είδη παραμέτρων, οι διακριτές [discrete] και οι αναλογικές [analog] που μπορούν να ορισθούν στην σχετική βάση δεδομένων για την αποκωδικοποίηση.

Στην περίπτωση διακριτών παραμέτρων ορίζεται το λεκτικό που θα πρέπει να απεικονίζεται για κάθε τιμή. Παράδειγμα ορισμού διακριτής παραμέτρου είναι η εκπομπή ή μη μέσω πομποδέκτη VHF του κυβερνήτη:

Όνομα Παραμέτρου:	Θέση Καταγραφής	Τιμές:
VHF#1	Sf:1-4 Wd:9 Bit:1	0: Εκπομπή 1: -

Στην περίπτωση αυτή ο σταθμός ανάγνωσης αποκωδικοποιεί ότι υπάρχει στην θέση {bit=1, Wd=word=9, Sf=Sub-frames=1 μέχρι 4} σαν παράμετρο VHF-1 και απεικονίζει στην θέση της τιμής 0 την λέξη "Εκπομπή" ενώ στη θέση της τιμής 1 το "-".

Στην περίπτωση των αναλογικών παραμέτρων η συνηθέστερη περίπτωση είναι αυτή της γραμμικής αποκωδικοποίησης όπου χρησιμοποιείται η συνάρτηση:

$$Y = \alpha + \lambda * X$$

όπου απαιτείται ο ορισμός των συντελεστών  $\alpha$  και  $\lambda$ . Παράδειγμα ορισμού αναλογικής παραμέτρου είναι η κατακόρυφη επιτάχυνση (κλίμακα -3g έως +6g):

Όνομα Παραμέτρου:	Θέση Καταγραφής	Συντελεστές:
VertAcc	Sf:1-4 Wrd:4 Bits:1-12	$\lambda = 2,289377 * 10^{-3}$
VertAcc	Sf:1-4 Wrd:12 Bits:1-12	$\alpha = -3,375$
VertAcc	Sf:1-4 Wrd:20 Bits:1-12	
VertAcc	Sf:1-4 Wrd:28 Bits:1-12	Μονάδες: g
VertAcc	Sf:1-4 Wrd:36 Bits:1-12	
VertAcc	Sf:1-4 Wrd:44 Bits:1-12	Μέγ.: +6,00
VertAcc	Sf:1-4 Wrd:52 Bits:1-12	Ελάχ.: -3,375
VertAcc	Sf:1-4 Wrd:60 Bits:1-12	

Όπου στην περίπτωση αυτή οι λέξεις που βρίσκονται στις θέσεις 4, 12, 20, 28, 36, 44, 52 και 60 κάθε sub-frame (bits 1 έως 12), αποκωδικοποιούνται σαν κατακόρυφη επιτάχυνση σύμφωνα με την συνάρτηση:

$$\text{VertAcc} = -3,375 + 2,289377 * 10^{-3} * \text{Count}_D$$

Όπου  $Count_D$  = το ακέραιο δεκαδικό περιεχόμενο της λέξης ( $0_D - 4095_D$ ).

(Σύμφωνα με τις ελάχιστες λειτουργικές απαιτήσεις η κατακόρυφη επιτάχυνση πρέπει να έχει περίοδο καταγραφής 0.125 δευτερόλεπτα, κλίμακα -3 έως +6g  $\pm$ 1%.)

Η χρήση H/Y για την αποκωδικοποίηση των στοιχείων δίνει την δυνατότητα αυτόματης επεξεργασίας των στοιχείων και δημιουργίας παραγώγων στοιχείων (π.χ. διανύομενη απόσταση στον χώρο, από τις καταγραφές της ταχύτητας και της κατεύθυνσης του α/φους - σχ. 3) τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για διασταύρωση στοιχείων είτε για διερεύνηση. Επίσης δίνει δυνατότητα εξαγωγής στοιχείων για χρήση από άλλα προγράμματα.

### **3.3. Απομαγνητοφώνηση συνομιλιών.**

Ισχύουν και για το CVR τα ίδια που ισχύουν και το FDR. Απαιτείται δηλαδή η μεταφορά του σε κατάλληλα εξοπλισμένο εργαστήριο, και ενδεχομένως απαιτείται η αφαίρεση του μέσου καταγραφής και η τοποθέτησή του σε κάποια μονάδα ανάγνωσης ή σε κάποια εύχρηστη μονάδα CVR ιδίου τύπου. Στη συνέχεια πρέπει να πραγματοποιηθεί η μεταφορά του σε συμβατικό μέσο, κατά προτίμηση όμως σε κάποιον H/Y για ευκολότερο συσχετισμό με τα στοιχεία του FDR. Είναι πολύ χρήσιμος σε κάθε περίπτωση ο διαχωρισμός των διαύλων.

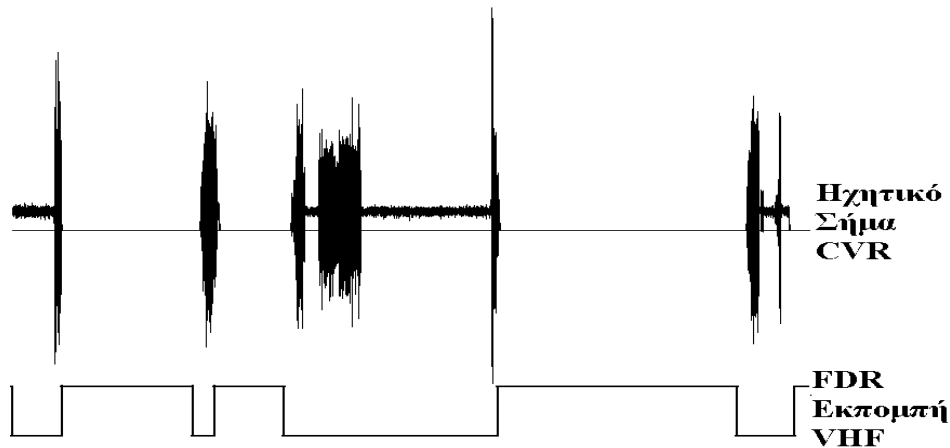
### **3.4. Συγχρονισμός καταγραφών.**

Ο ακριβής συγχρονισμός μεταξύ στοιχείων πτήσης και συνομιλιών θαλάμου διακυβέρνησης είναι ζωτικός σε κάθε διερεύνηση. Η δυνατότητα αυτή βοηθά τους διερευνητές να συσχετίσουν τις ενέργειες του πληρώματος με την ανταπόκριση του α/φους.

Οι ραδιοεκπομπές που καταγράφονται στο CVR μπορούν να συσχετισθούν με πραγματικό χρόνο αν συγκριθούν με τις αντίστοιχες καταγραφές που γίνονται στον έλεγχο εναέριας κυκλοφορίας (Air Traffic Control - ATC) με τον οποίο συνεννοείται το πλήρωμα του α/φους και όπου καταγράφεται με ακρίβεια ο πραγματικός χρόνος. Εξάλλου το FDR δείχνει συνήθως τον χρόνο που πέρασε από την έναρξη της πτήσης. Για τον λόγο αυτό ορίστηκε ότι οι ραδιοεκπομπές παρείχαν την πιο αξιόπιστη κοινή παράμετρο μεταξύ των καταγραφών και συνεπώς ήταν κάτι που έπρεπε να καταγράφεται. Ήδη από το 1972 ο χρόνος εκπομπής προς το ATC έπρεπε να καταγράφεται σαν διακριτή παράμετρος στο FDR.

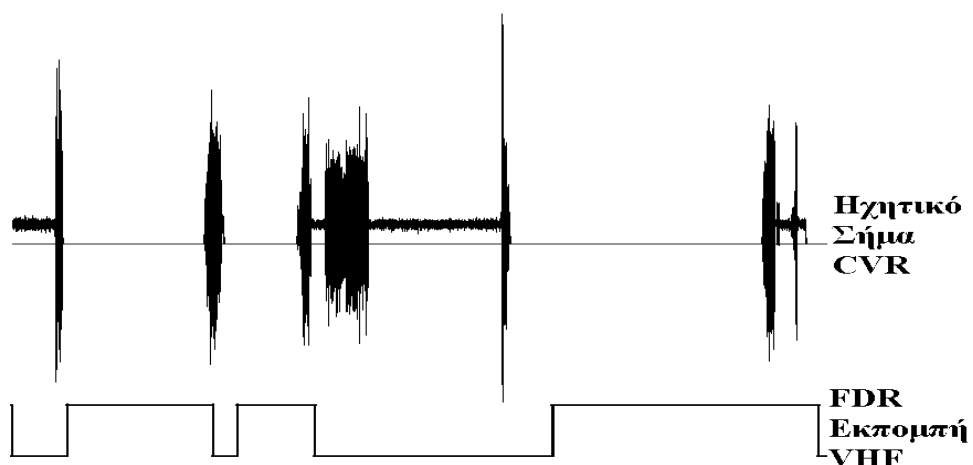
Η καταγραφή αυτή σχετίζεται με το πάτημα του πλήκτρου που υπάρχει σε κάθε μικρόφωνο για την ενεργοποίηση του εκάστοτε πομποδέκτη προκειμένου να

προχωρήσει σε εκπομπή (γνωστό σαν keying ή Press To Talk - PTT). Με την διακριτή αυτή παράμετρο καταγράφονται οι χρονικές στιγμές και οι διάρκειες των ραδιοεκπομπών. Οι τυχαίοι χρόνοι έναρξης σε συνδυασμό με τις τυχαίες διάρκειες των ραδιοεκπομπών δημιουργούν μορφές μοναδικές που μπορούν συσχετιστούν με ακρίβεια (εικ. 3).



**Εικόνα 3.** Συγχρονισμός Καταγραφών CVR & FDR με βάση τις ραδιοεκπομπές.

Το πρόβλημα που συνήθως προκύπτει κατά τον συγχρονισμό αυτόν είναι η πιθανή διαφορά στην ταχύτητα εγγραφής κάθε καταγραφικού. Το πρόβλημα είναι περισσότερο έντονο όταν σαν μέσον καταγραφής χρησιμοποιείται μαγνητική ταινία. Η ελαφρώς διαφορετική ταχύτητα των μηχανισμών εγγραφής σε συνδυασμό με τον διαφορετικό βαθμό συστολής του μέσου στους περίπου  $-50^{\circ}\text{C}$  στους οποίους συνήθως λειτουργούν οι μονάδες αυτές έχουν σαν αποτέλεσμα μια διαφορετική ταχύτητα εγγραφής που μπορεί να φθάσει το 7%. Το αποτέλεσμα είναι ανάλογο με αυτό της εικ. 4.



**Εικόνα 4.** Διαφορά ταχύτητας καταγραφής CVR & FDR .

Δεδομένου ότι το τέλος των εγγραφών ή της πτήσης αλλά και οι χρονικές αλληλουχίες των εκπομπών μπορούν να καθοριστούν με ακρίβεια, διαφορά ταχύτητας εγγραφής μπορεί να εντοπιστεί σχετικά εύκολα και να διορθωθεί με αλλαγή ταχύτητας αναπαραγωγής του ήχου. Για τέτοιου είδους διορθώσεις βοηθά η επεξεργασία με H/Y.

Σημείο προσοχής αποτελεί η πιθανότητα ομιλίας μέσω μικροφώνου χωρίς παράλληλη εκπομπή. Η περίπτωση αυτή που οφείλεται σε σφάλμα χειρισμού έχει σαν αποτέλεσμα την ύπαρξη ομιλίας στο CVR (διάυλος μικροφώνου) χωρίς αντίστοιχη καταγραφή στο FDR. Οι περιπτώσεις αυτές όμως είναι σπάνιες και τελείως σποραδικές και για τον λόγο αυτό δεν δημιουργούν πρόβλημα στον συγχρονισμό των καταγραφών.



## 4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.

### 4.1. Εντοπισμός σφαλμάτων καταγραφής στοιχείων πτήσης.

Τα σφάλματα στα στοιχεία πτήσης μπορεί να οφείλονται σε διάφορους παράγοντες. Τέτοιοι είναι η εσφαλμένη καταγραφή που οφείλεται σε πρόσκαιρη κακή λειτουργία του καταγραφικού (όπως μπορεί να συμβεί στα DFDR σε περιπτώσεις υψηλών κραδασμών) η οποία μπορεί να δημιουργήσει κενά στην συνέχεια της καταγραφής και επηρεάζει ανεξαρτήτως όλες τις παραμέτρους, η μη καταγραφή ή εσφαλμένη ένδειξη τιμής παραμέτρου (λόγω κακής λειτουργίας του αντίστοιχου αισθητήρα).

Τα προβλήματα που τυχόν παρουσιάζονται κατά την καταγραφή πρέπει να αναγνωρίζονται και να απομονώνονται. Κατά την ανάγνωση όμως των στοιχείων και ιδιαίτερα όταν το α/φος έχει καταστραφεί δεν μπορεί να γίνει έλεγχος συστημάτων για τον εντοπισμό σφαλμάτων αισθητηρίων και κατά συνέπεια η προσπάθεια εντοπισμού σφαλμάτων βασίζεται κυρίως στη σύγκριση ομοειδών στοιχείων (πρωτογενών και παραγώγων) καθώς επίσης και σε λογικούς συσχετισμούς στοιχείων.

Το ξεκίνημα για τον εντοπισμό τυχόν σφαλμάτων γίνεται με τον έλεγχο των λέξεων συγχρονισμού που οφείλουν να έχουν προκαθορισμένο περιεχόμενο. Σε περίπτωση εντοπισμού άλλης τιμής χωρίς να συντρέχουν ιδιαίτεροι λόγοι σηματοδοτεί την ύπαρξη κακής λειτουργίας του καταγραφικού (όπως ύπαρξη υψηλών κραδασμών σε DFDR) που αυτομάτως αποτελεί και σαφή ένδειξη για εσφαλμένη καταγραφή παραμέτρων στην περιοχή αυτή της εγγραφής. Η πρακτική στην περίπτωση αυτή είναι ο αποκλεισμός των αντίστοιχων sub-frames από τις έγκυρες καταγραφές ή εναλλακτικά εφόσον συντρέχουν λόγοι ο εξαντλητικός έλεγχος κάθε μιας παραμέτρου ξεχωριστά (που όμως δεν έχει πάντοτε τα καλύτερα αποτελέσματα).

Το επόμενο βήμα είναι ο έλεγχος κάθε παραμέτρου (ή τουλάχιστον των παραμέτρων εκείνων που παρουσιάζουν ενδιαφέρον) για τιμές εκτός των ορίων που θέτει ο κατασκευαστής του α/φους ή του συστήματος ή για εναλλαγές που δεν είναι δυνατόν να συμβούν. Παράδειγμα τιμών εκτός ορίων είναι π.χ. κατακόρυφη επιτάχυνση 8g (με όριο κατασκευαστή -3 έως +6g) ή Βαρομετρικό ύψος 50.000 ποδών (με όριο προδιαγραφών -1.000 έως +45.000 πόδια - σχ. 3). Παράδειγμα εναλλαγών που δεν είναι δυνατόν να συμβούν είναι η απότομη εναλλαγή τιμών οι

οποίες αντιτίθενται στον νόμο της αδράνειας όπως η εναλλαγή τιμών ύψους μεγαλύτερη από 1.000 πόδια ή ταχύτητας αέρος μεγαλύτερη από 5 κόμβους μέσα σε ένα δευτερόλεπτο (εναλλαγή σημαίνει πρόσκαιρη αλλαγή ένδειξης σε μίαν αδύνατη τιμή).

Το επόμενο βήμα είναι ο συσχετισμός πρωτογενών παραμέτρων. Υπάρχει δηλαδή πιθανότητα να καταγράφεται η ίδια παράμετρος από διαφορετικές πηγές (στην προκειμένη περίπτωση πρέπει να εξετάζονται και οι ιδιαιτερότητες κάθε αισθητηρίου όπως είναι η ακρίβειά του η θέση του κλπ). Υπάρχει επίσης περίπτωση ύπαρξης παραμέτρων που παρουσιάζουν λογική συσχέτιση όπως είναι αυτός μεταξύ κατακόρυφης ταχύτητας και βαρομετρικού ύψους (σε περίπτωση κατακόρυφης ταχύτητας  $> 0$  το α/φος υφίσταται άνοδο που πρέπει να συμβαδίζει με αντίστοιχη αλλαγή του βαρομετρικού ύψους). Βέβαια σε αρκετές περιπτώσεις τέτοιου είδους συσχετισμοί μπορούν να καταδείξουν αρκετά "παράδοξα" χωρίς όμως να σημαίνουν απαραίτητα και σφάλματα εγγραφών αλλά συχνά αποτελούν ενδείξεις της αιτίας του ατυχήματος. Για τον λόγο αυτό χρειάζεται αρκετή προσοχή όταν χρησιμοποιείται η μέθοδος αυτή για αποκλεισμό σφαλμάτων.

Άλλο βήμα είναι συσχετισμός με παράγωγα στοιχεία. Παράδειγμα τέτοιου τύπου είναι ο έλεγχος τιμών για την ταχύτητα και την κατεύθυνση, υπολογίζοντας τις γεωγραφικές συντεταγμένες του α/φους για κάθε στιγμή της πτήσης. Δηλαδή από τις τιμές της ταχύτητας και την κατεύθυνσης για κάθε δευτερόλεπτο, εφαρμόζοντας αριθμητικές μεθόδους διακριτής ολοκλήρωσης με αρχική τιμή το σημείο εκκίνησης (δηλ. τις γεωγραφικές συντεταγμένες του αεροδρομίου απογείωσης), πρέπει σαν σημείο τερματισμού να δίνει με κάποια ανοχή, τις συντεταγμένες του αεροδρομίου άφιξης ή του σημείου συντριβής. Εφόσον αυτό συμβαίνει, αποδεικνύεται η αξιόπιστη καταγραφή των αντίστοιχων παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς. Στην περίπτωση εφαρμογής της μεθόδου αυτής χρειάζεται προσοχή στην επιλογή των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς μιας και η επιλογή αυτή μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Αν για παράδειγμα επιλεγεί ταχύτητα ως προς αέρα αντί για ταχύτητα ως προς έδαφος τότε δεν θα συνυπολογιστεί η συνεισφορά του διανύσματος του ανέμου η οποία μπορεί να μειώσει την ακρίβεια των υπολογισμών της διανυόμενης απόστασης κατά 2 - 15 % (μέσος άνεμος έντασης 7 beaufort ή 30 κόμβων σε σύγκριση με τους 250 - 300 κόμβους που μπορεί να είναι η μέση ταχύτητα του α/φους).

Άλλη μέθοδος αποκλεισμού των σφαλμάτων είναι η προσομοίωση. Για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής απαιτείται η ακριβής γνώση των αεροδυναμικών χαρακτηριστικών του α/φους και μάλιστα σύμφωνα με την συγκεκριμένη κατανομή φορτίου που είχε στην εξεταζόμενη πτήση. Η μέθοδος μπορεί να έχει ιδιαίτερα καλά αποτελέσματα στον αποκλεισμό των σφαλμάτων απαιτεί όμως μεγάλο όγκο δεδομένων και υπολογισμών που μπορεί να την κάνει δυσχερή.

Η εξέταση των στοιχείων μπορεί να δείξει ότι σε κάποια παράμετρο οι εναλλαγές είναι μεν σωστές αλλά στην παράμετρο υπάρχει ένα μόνιμο σφάλμα (το οποίο προέρχεται από εσφαλμένη ρύθμιση κάποιου αναλογικού συστήματος). Στην περίπτωση αυτή μπορεί να αποκατασταθεί η πραγματική τιμή αφαιρώντας το μόνιμο σφάλμα από όλες τις τιμές.

Σε κάθε περίπτωση μη καταγραφής κάποιας παραμέτρου η παράμετρος διαγράφεται από τις έγκυρες καταγραφές.

#### **4.2. Αποκατάσταση στοιχείων πτήσης.**

Σε περιπτώσεις που εντοπίζονται σφάλματα στις καταγραφές η ακριβέστερη μέθοδος αποκατάστασης των στοιχείων είναι η προσομοίωση. Η προσομοίωση είναι μια μέθοδος ταυτόχρονου αποκλεισμού των σφαλμάτων και ανασύνθεσης των στοιχείων πτήσης είναι όμως και η απαιτητικότερη διαδικασία που μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να καταστεί δυσχερής έως απαγορευτική. Απαιτεί την γνώση των συναρτήσεων μεταφοράς της αεροδυναμικής συμπεριφοράς του α/φους για την συγκεκριμένη πτήση (σύμφωνα με τα στοιχεία φόρτωσης του α/φους).

Άλλη μέθοδος που μπορεί να εφαρμοστεί είναι η γραμμική παρεμβολή και προσέγγιση η οποία όμως οφείλει να χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που οι εσφαλμένες τιμές αποτελούν μεμονωμένα περιστατικά.

Άλλες μέθοδοι που όμως επηρεάζουν την αξιοπιστία των καταγραφών είναι διάφορες μέθοδοι εξομάλυνσης όπως η μέθοδος του αριθμητικού μέσου όπου σε κάθε σημείο λαμβάνεται ένας αριθμός προηγούμενων και επόμενων τιμών, οι οποίες στην συνέχεια ταξινομούνται και λαμβάνεται η ενδιάμεση τιμή σαν σωστή τιμή για την συγκεκριμένη στιγμή. Τέτοιες μέθοδοι όμως εξομαλύνουν τις διακυμάνσεις της αντίστοιχης παραμέτρου και εξαφανίζουν τις αιχμές στις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις και μαζί με αυτές συχνά εξαφανίζουν και τις ενδείξεις πιθανών προβλημάτων που παρουσιάστηκαν κατά την πτήση. Τέτοιου είδους παραποίηση των στοιχείων σε καμία περίπτωση δεν είναι θεμιτή και καλόν είναι να αποφεύγεται.

Σε κάθε περίπτωση είναι σημαντικό να τονιστεί ότι σε περιπτώσεις εκτεταμένων σφαλμάτων ή κενών στην καταγραφή η μόνη μέθοδος που μπορεί να αναπληρώσει τις χαμένες εγγραφές είναι η προσομοίωση η οποία όμως μπορεί με την σειρά της να προσκρούει σε έλλειψη στοιχείων. Στην περίπτωση αυτή δεν είναι εφικτή η πλήρης ανασύνθεση των χαμένων στοιχείων και η πρακτική στην περίπτωση αυτή είναι η παρουσίαση κάθε τιμής με σημείωση ότι μπορεί να είναι αναξιόπιστη.

#### **4.3. Αποκωδικοποίηση συνομιλιών.**

Η διαδικασία αυτή είναι από τις πλέον αμφιλεγόμενες μέχρι σήμερα αφού βασίζεται στην ακρόαση και καταγραφή των συνομιλιών. Γενικά πρόκειται για καταγραφές τηλεφωνικής ποιότητας όπου η κακή άρθρωση η χαμηλή ένταση ομιλίας ο θόρυβος λειτουργίας των συστημάτων επηρεάζουν αρνητικά την καταληπτότητα των διαφόρων συνομιλιών. Για τον λόγο αυτό η ακρόαση και καταγραφή των συνομιλιών γίνεται συνήθως από ολόκληρη επιτροπή στην οποία συμμετέχουν όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς, μεταξύ των οποίων και άνθρωποι που γνωρίζουν καλά τις επιχειρησιακές διαδικασίες που προβλέποντο για τον θάλαμο διακυβέρνησης της συγκεκριμένης πτήσης. Σε πολλές περιπτώσεις είναι χρήσιμη η διασταύρωση με τις αντίστοιχες καταγραφές συνομιλιών του ATC. Σε αρκετές περιπτώσεις υπάρχουν διαφωνίες οι οποίες σημειώνονται.

Σημαντικό επίσης είναι να σημειωθούν διάφοροι θόρυβοι που καταγράφονται, οι οποίοι αφενός μπορεί να δηλώνουν την λειτουργία κάποιου συστήματος (π.χ. καθαριστήρων) και συνεπώς χειρισμού, αφετέρου όμως μπορεί να αποτελούν ενδείξεις συμβάντων όπως π.χ. έκρηξης, πτώσης αντικειμένων ή ακόμη και έναρξης συντριβής.

Υπάρχουν επίσης αρκετά σημεία στα οποία δεν είναι δυνατή η αποκωδικοποίηση και τα οποία επίσης σημειώνονται (σχ. 4).

#### **4.4. Παρουσίαση στοιχείων πτήσης - συνομιλιών.**

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι παρουσίασης των στοιχείων άλλοι από τους οποίους είναι καταλληλότεροι για δημόσια παρουσίαση των στοιχείων (π.χ. ηλεκτρονική οπτικοακουστική παρουσίαση στοιχείων), άλλοι είναι καταλληλότεροι για εξαγωγή συμπερασμάτων (π.χ. μορφή γραφημάτων) και άλλοι καταλληλότεροι για μελέτη από εμπειρογνώμονες (π.χ. μορφή πινάκων).

## 4.4.1. Έντυπη παρουσίαση των στοιχείων.

Γενικά η έντυπη παρουσίαση των στοιχείων παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα για ενσωμάτωση σε επίσημες εκθέσεις ή πορίσματα αφού δίνει δυνατότητα υπογραφής, υποβολής αποδεικτικών στοιχείων, και η μορφή τους είναι αναλλοίωτη.

## 4.4.1.1. Μορφή πινάκων.

Η μορφή πινάκων (σχ. 3) είναι η πλέον κατάλληλη για εξέταση των

Sub-frame (secs)	Πραγματικό Περιεχόμενο FDR					Πραγματικές καταγραφείσες τιμές FDR					Παράγωγα Στοιχεία			
	Οκταδικές Καταγραφές FDR					ENGINEERING Values					Ταχύτητα [V] (m/s)	Κάλυπτομένη Απόσταση		
	Βορομ. Ύψος	Ταχύτητα Αέρος	Αζιμ. Πορεία	Ελάχ. Επιτάχ.	Μέγ. Επιτάχ.	Ύψος (ft)	Ταχύτητα (knots)	Πορεία (Degr.)	Επιτάχ. Min(g)	Επιτάχ. Max(g)		W-E (m)	N-S (m)	A/φρους $L=V*t$ (m)
2424	530	1602	7546	4011	3744	-41,3	138,3	343,3	0,96	1,09	71,161	-20	68	71
2425	525	1571	7553	4016	3744	-61,0	135,3	343,8	0,94	1,09	69,612	-40	135	141
2426	524	1564	7554	4011	3741	-67,6	133,6	343,9	0,96	1,10	68,736	-59	201	210
2427	522	1574	7547	4013	3774	-80,7	136,3	343,4	0,95	1,00	70,133	-79	268	280
2428	522	1567	7543	4063	3567	-80,7	134,6	343,0	0,80	1,49	69,263	-99	334	349
2429	524	1556	7540	4053	3714	-67,6	131,5	342,6	0,83	1,18	67,669	-120	399	417
2430	525	1567	7526	4030	3737	-61,0	134,6	341,6	0,90	1,11	69,263	-141	465	486
2431	525	1560	7524	4036	3754	-61,0	132,2	341,4	0,88	1,06	68,027	-163	529	554
2432	525	1550	7534	4053	3674	-61,0	129,4	342,2	0,83	1,24	66,584	-183	593	620
2433	525	1541	7543	4053	3727	-61,0	126,9	343,0	0,83	1,14	65,295	-203	655	686
2434	525	1531	7555	4011	3657	-61,0	124,0	344,0	0,96	1,28	63,788	-220	716	750
2435	527	1516	7566	4056	3704	-47,9	119,8	344,9	0,82	1,21	61,654	-236	776	811
2436	527	1471	7573	4021	3741	-47,9	111,5	345,4	0,93	1,10	57,353	-251	831	869
2437	530	1452	7565	4033	3731	-41,3	105,1	344,8	0,89	1,13	54,065	-265	884	923
2438	530	1437	7557	4033	3717	-41,3	100,1	344,2	0,89	1,17	51,517	-279	933	974
2439	7777	1424	7553	4011	3741	49887,3	94,9	343,8	0,96	1,10	48,833	-292	980	1023
2440	530	1410	7550	4043	3744	-41,3	88,9	343,5	0,86	1,09	45,722	-305	1024	1069
2441	530	1376	7546	4033	3741	-41,3	83,5	343,3	0,89	1,10	42,954	-318	1065	1112
2442	527	1366	7560	4036	3711	-47,9	78,9	344,3	0,88	1,19	40,602	-329	1104	1152
2443	527	1356	7600	4016	3726	-47,9	74,1	346,0	0,94	1,14	38,103	-338	1141	1190
2444	527	1352	7622	4056	3724	-47,9	71,5	347,9	0,82	1,15	36,789	-346	1177	1227
2445	527	1350	7647	4016	3674	-47,9	70,2	350,1	0,94	1,24	36,114	-352	1213	1263
2446	530	1341	7705	4106	3701	-41,3	65,4	353,4	0,73	1,22	33,643	-356	1246	1297
2447	527	1323	7744	4023	3754	-47,9	54,5	356,9	0,92	1,06	28,050	-357	1274	1325
2448	530	1313	16	4061	3761	-41,3	47,2	1,6	0,81	1,04	24,277	-357	1298	1349
2449	530	1304	121	4141	3664	-41,3	39,7	9,0	0,64	1,27	20,407	-354	1318	1370
2450	530	1274	263	4425	3737	-41,3	28,7	19,3	-0,02	1,11	14,789	-349	1332	1384
2451	530	1266	456	4263	3463	-41,3	16,3	30,5	0,34	1,73	8,384	-344	1340	1393
2452	532	1261	711	4633	3443	-28,2	0,0	41,8	-0,51	1,79	0,000	-344	1340	1393
2453	530	1247	1220	5522	3544	-41,3	0,0	54,3	-2,10	1,56	0,000	-344	1340	1393
2454	532	1234	1433	4311	3437	-28,2	0,0	65,9	0,26	1,81	0,000	-344	1340	1393
2455	532	1220	1605	4111	3465	-28,2	0,0	76,5	0,72	1,73	0,000	-344	1340	1393
2456	532	1215	1702	4113	3724	-28,2	0,0	83,1	0,72	1,15	0,000	-344	1340	1393
2457	527	1212	1755	4036	3731	-47,9	0,0	87,9	0,88	1,13	0,000	-344	1340	1393

## Σχήμα 3. Παρουσίαση στοιχείων με μορφή πίνακα.

στοιχείων από εμπειρογνώμονες ενώ είναι το απαραίτητο συμπλήρωμα σε κάθε επίσημο πόρισμα. Όσον αφορά τα στοιχεία πτήσης η μορφή των πινάκων δίνει την δυνατότητα παρουσίασης τόσο των πρωτογενών

στοιχείων όσο και εκείνων που προέκυψαν μετά από επεξεργασία. Είναι σημαντική όμως η παρουσίαση των πρωτογενών στοιχείων στο επίσημο πόρισμα αφού δίνουν την δυνατότητα στον οποιονδήποτε να παρακολουθήσει την επεξεργασία των στοιχείων και τους συλλογισμούς εξαγωγής των συμπερασμάτων βοηθώντας καθοριστικά την διαφάνεια και το κύρος του πορίσματος. Συνήθως η μορφή της παρουσίασης περιέχει πάντοτε στην πρώτη στήλη αναφορά του χρόνου ακολουθούμενη από τις παραμέτρους κατά τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει τον χρονικό συσχετισμό τους. Ιδιαίτερα για την παρουσίαση των συνομιλιών η πρώτη στήλη περιέχει τον Μέσο Χρόνο Greenwich [Greenwich Mean Time - GMT ή Universal Time Counter - UTC] ακολουθούμενο από προσδιορισμό του ομιλητή και του είδους της καταγραφής / εκπομπής (διάυλος καταγραφής) και στη συνέχεια το κείμενο της ομιλίας, σημειώνοντας σημεία αμφιλεγόμενα, ακατάληπτα ή παρατηρήσεις της ομάδας αποκωδικοποίησης (σχ. 4).

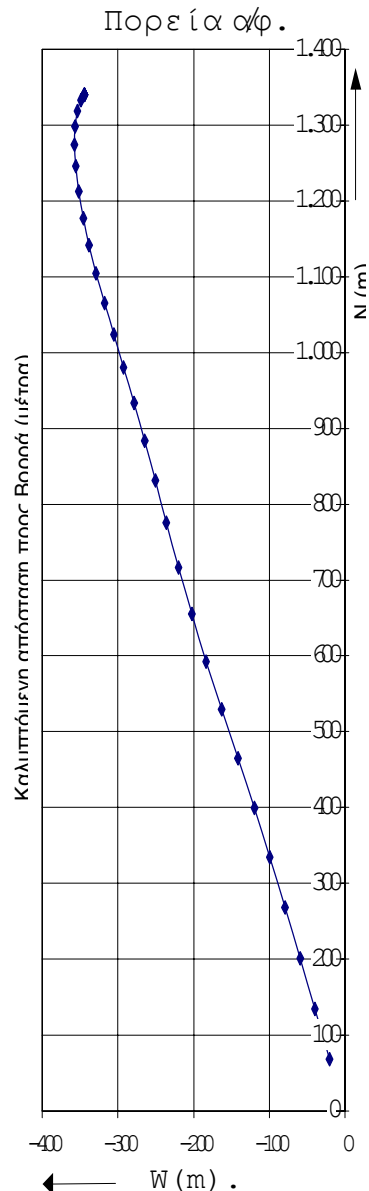
CAM	Μικρόφωνο χώρου θαλάμου διακυβέρνησης	
RDO	Εκπομπή από το α/φος	
ATC	Έλεγχος Εναέριας Κυκλοφορίας	
	-1	Κυβερνήτης
	-2	Συγκυβερνήτης
	-3	Ιπτάμενος Μηχανικός
	-?	Αδιευκρίνιστος ομιλητής
HOT	Ομιλία μέσω μικροφώνου χωρίς εκπομπή	
*	Ακατάληπτο περιεχόμενο	
#	Παραλειπόμενη βρισιά	
( )	Περιγραφή ήχου	
[ ]	Συνθετική φωνή από συστήματα α/φους	
{ }	Σχόλιο ομάδας αποκωδικοποίησης συνομιλιών	
<b>GMT</b>	<b>Πηγή</b>	<b>Περιεχόμενο</b>
07:41:44	ATC :	Cleared to land runway one one, the wind one five zero, one five knots, maximum two zero.
07:41:52	RDO-2:	Cleared to land.
07:41:53	CAM-2:	Auto pilot C.
07:41:54	CAM-1:	OK, *, the runway is ***
07:41:55	ATC :	Confirm the lights are too bright?
07:41:58	RDO-2:	No, it's fine, keep it.
07:42:00	CAM-?:	Five hundred.
07:42:03	CAM-1:	Cleared, *?
07:42:04	CAM-2:	Yes.
07:42:04	CAM-3:	Yes, check cleared.
07:42:15	CAM-2:	PAPI, *.
07:42:16	CAM-1:	Yes.
07:42:20	CAM-1:	Speed a bit low, speed is low.
07:42:24	CAM-1:	Yes OK, speed is OK.
07:42:29	CAM-2:	Windshield, uh windshields anti-ice, I don't see anything

07:42:30	CAM-1:	Yes.
07:42:32	CAM-3:	You're at fast.
07:42:34	CAM-1:	A bit low, bit low, bit low.
07:42:36	CAM-2:	Yes.
07:42:37	CAM-1:	OK, OK, OK.
07:42:39	CAM-1:	Wind is, uh, one ninety with twenty.
07:42:44	CAM :	( Sound of double click )
07:42:45	CAM :	( Sound of single click )
07:42:47	CAM :	[ PULL UP ]
07:42:48	CAM-1:	Throttles.
07:42:49	CAM :	( Sound of Initial Impact )
07:42:58		<b>END OF RECORDING</b>

**Σχήμα 4.** Έντυπη παρουσίαση καταγραφών συνομιλιών.

#### 4.4.1.2. Μορφή γραφημάτων.

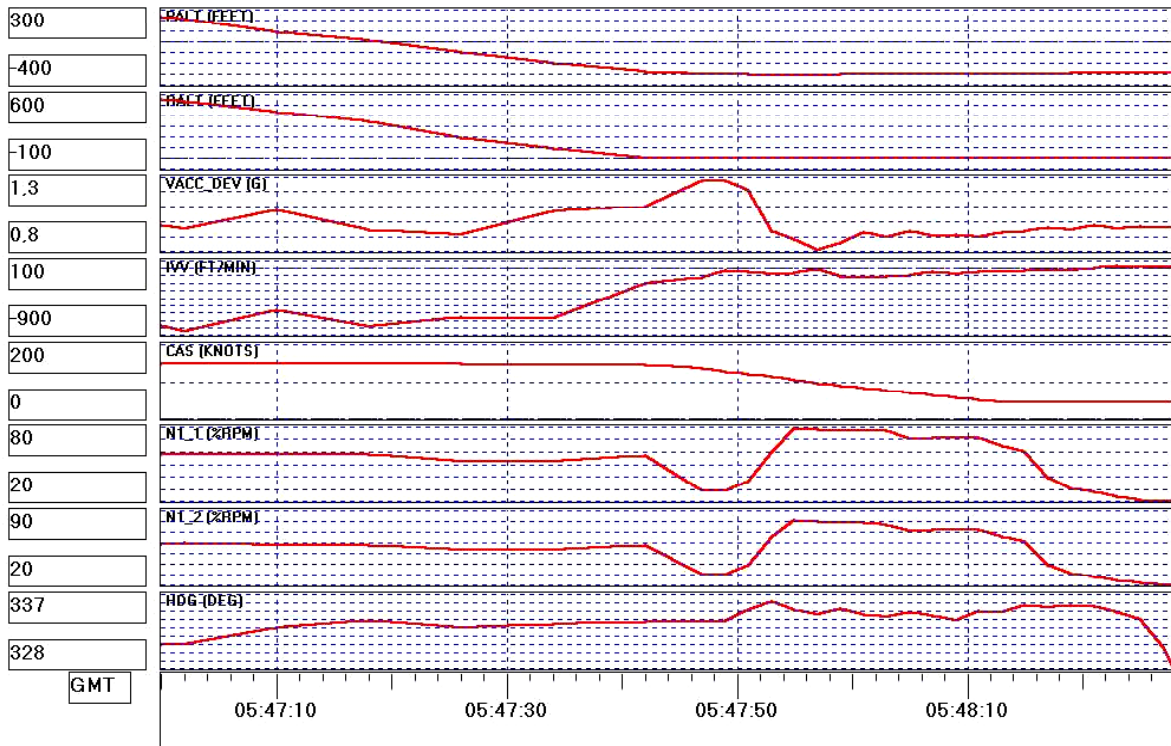
Η μορφή γραφημάτων (σχ. 5) συνήθως περιλαμβάνει είτε πρωτογενή



**Σχήμα 5.** Παρουσίαση στοιχείων με μορφή γραφήματος.

στοιχεία όταν αυτά δεν παρουσιάζουν κενά είτε επεξεργασμένα ή εξομαλυμένα στοιχεία και είναι τα πλέον κατάλληλα για εξαγωγή συμπερασμάτων ή για να εξηγήσουν τα συμπεράσματα του επίσημου πορίσματος.

Πολύ χρήσιμη για την εξαγωγή συμπερασμάτων είναι και η παρουσίαση με παράλληλα γραφήματα επιλεγμένων πρωτογενών παραμέτρων (χωρίς κενά ή εξομαλυμένες) όπως φαίνεται στο σχ. 6.



**Σχήμα 6.** Παρουσίαση παράλληλων γραφημάτων παραμέτρων FDR.

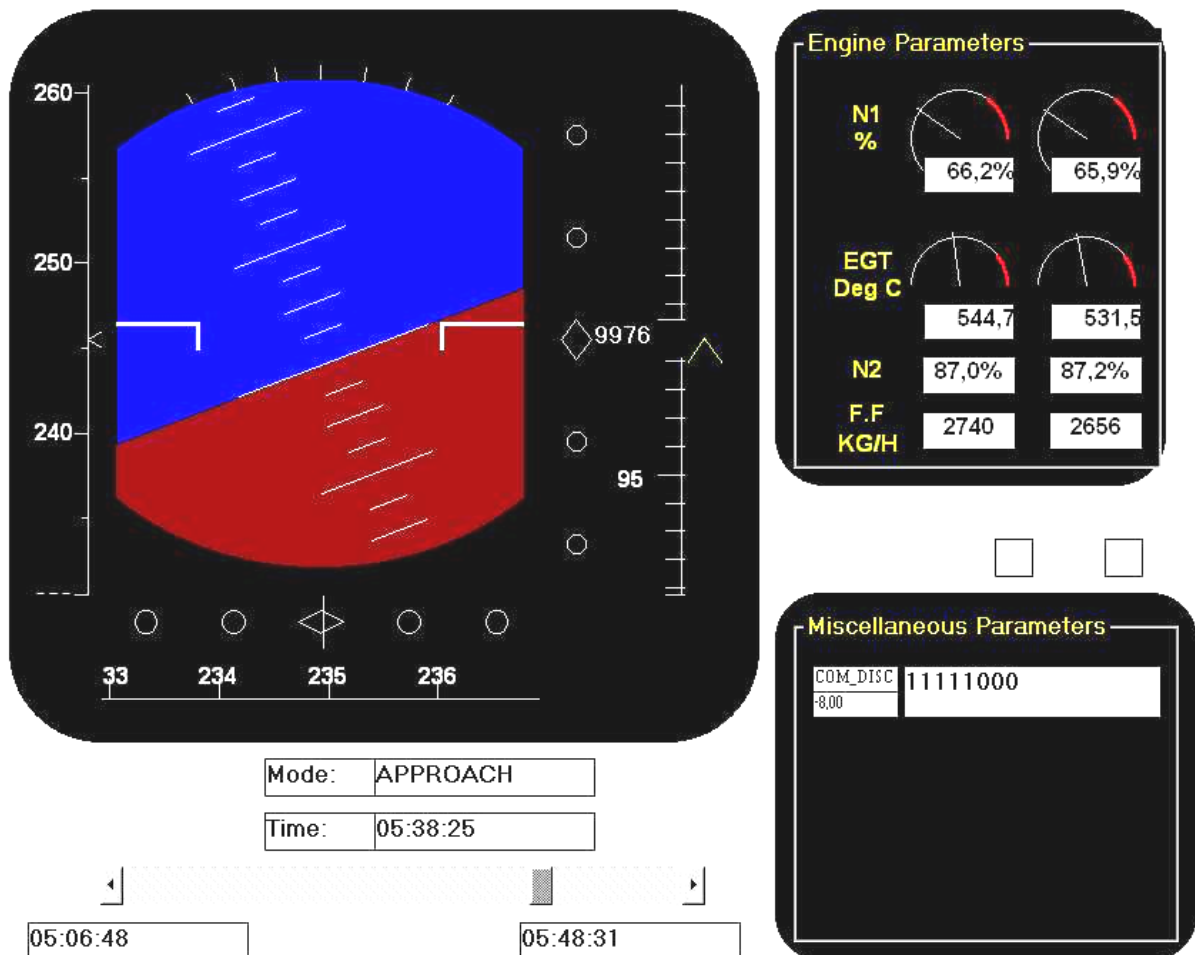
#### 4.4.2. Ηλεκτρονική παρουσίαση των στοιχείων.

Η ηλεκτρονική παρουσίαση των στοιχείων είναι καταλληλότερη για δημόσια παρουσίαση των στοιχείων ή επεξήγηση της πορείας των ερευνών. Συνήθως περιλαμβάνονται τα τελευταία μόνο δευτερόλεπτα πριν το ατύχημα. Όταν δεν υπάρχουν στοιχεία προσομοίωσης, χρησιμοποιούνται εξομαλυμένα στοιχεία πτήσης ενώ όσον αφορά τις συνομιλίες συνήθως έχουν την μορφή υποτιτλισμού. Η μορφή υποτίτλων δεν αφήνει περιθώριο αμφιβολιών στο περιεχόμενο της συνομιλίας συνεπώς κάνει καταληπτότερη την παρουσίαση.



#### 4.4.2.1. Εικόνα οργάνων θαλάμου διακυβέρνησης.

Η εικόνα των οργάνων του θαλάμου διακυβέρνησης (εικ. 5) είναι η πλέον εύκολη να παραχθεί και δεν απαιτεί τίποτε περισσότερο από τα στοιχεία πτήσης και συνομιλιών. Αν και γενικά δεν προσφέρει ουσιαστική βοήθεια όταν παρουσιάζεται στα MME είναι η πλέον κατάλληλη για επεξήγηση χειρισμών στο θάλαμο διακυβέρνησης.



**Εικόνα 5 .** Παρουσίαση στοιχείων με απεικόνιση οργάνων θαλάμου διακυβέρνησης.

#### 4.4.2.2. Εικόνα περιβάλλοντος.

Η εικόνα του περιβάλλοντος (εικ. 6) απαιτεί πέρα από τα στοιχεία πτήσης και συνομιλιών την μοντελοποίηση του περιβάλλοντος χώρου στο σημείο του ατυχήματος. Στην παρουσίαση αυτή δεν έχει δυνατότητα παρουσίασης η πλειοψηφία των στοιχείων του FDR. Τυχόν ύπαρξη αποτελεσμάτων προσομοίωσης αποτελούν ιδανική πρώτη ύλη για την δημιουργία μιας τέτοιας απεικόνισης.

Είναι η πλέον κατάλληλη μορφή για παρουσίαση στα ΜΜΕ δεν βοηθά όμως ιδιαίτερα στην εξαγωγή συμπερασμάτων από εμπειρογνώμονες.



**Εικόνα 6** . Παρουσίαση στοιχείων με απεικόνιση εξωτερικού περιβάλλοντος.

## 5. ΑΝΑΦΟΡΕΣ.

- [1] **AC 20.141**, "*Airworthiness And Operational Approval Of Digital Flight Data Recorder Systems*", Federal Aviation Authorities - Advisory Circular.
- [2] **AC 25.1457-1A**, "*Cockpit Voice Recorder Installations*", F.A.A. Advisory Circular.
- [3] **Annex 6**, "*Operation of Aircraft*" - **Part I**, "*International Commercial Air Transport — Aeroplanes*", Attachment D, "*Flight Recorders*", International Civil Aviation Organisation.
- [4] **Annex 13**, "*Aircraft Accident and Incident Investigation*", International Civil Aviation Organisation.
- [5] **ARINC 542**, "*Flight Data Recorder*", Aeronautical Radio Inc. - Characteristics.
- [6] **ARINC 573**, "*Aircraft Integrated Data System (AIDS)*", Aeronautical Radio Inc. - Characteristics.
- [7] **ARINC 717**, "*Flight Data Acquisition and Recording System*", Aeronautical Radio Inc. - Characteristics.
- [8] **ARINC 747**, "*Flight Data Recorder*", Aeronautical Radio Inc. - Characteristics.
- [9] **ARINC 757**, "*Cockpit Voice Recorder (CVR)*", Aeronautical Radio Inc. - Characteristics.
- [10] **ARINC 777**, "*Recorder Independent Power Supply*", Aeronautical Radio Inc. - Characteristics.
- [11] **AS 8045**, "*Minimum Performance Standard for Underwater Locating Devices (Acoustic) (Self-Powered)*", Society of Automotive Engineers - Aeronautical Standards.
- [12] **ED-55**, "*Minimum Operational Performance Specification for Flight Data Recorder Systems*", European Organisation for Civil Aviation Equipment.
- [13] **ED-56A**, "*Minimum Operational Performance Specification for Cockpit Voice Recorder Systems*", European Organisation for Civil Aviation Equipment.
- [14] **TSO-C51a**, "*Aircraft Flight Recorder*", Federal Aviation Authorities - Technical Standard Order (αναθεωρήθηκε από το TSO-C124a).
- [15] **TSO-C84**, "*Cockpit Voice Recorder*", Federal Aviation Authorities - Technical Standard Order (αναθεωρήθηκε από το TSO-C123a).
- [16] **TSO-C121**, "*Underwater Locating Devices (Acoustic)(Self-Powered)*", Federal Aviation Authorities - Technical Standard Order.
- [17] **TSO-C123a**, "*Cockpit Voice Recorder Systems*", Federal Aviation Authorities - Technical Standard Order.
- [18] **TSO-C124a**, "*Flight Data Recorder Systems*", Federal Aviation Authorities - Technical Standard Order.

Τα αναφερόμενα έγγραφα διατίθενται από:

- Aeronautical Radio Inc. [H.I.A.]:  
ARINC Crawley (European Headquarters)  
Shaw House, 3rd Floor, Pegler Way  
Crawley, West Sussex,  
RH11 1AF, UK  
Τηλ.: ++44 1293-763-303  
Fax.: ++44 1293-763-212  
Ηλ.Ταχυδρ.: standards@arinc.com  
Διαδίκτυο: <http://www.arinc.com>
- European Organisation for Civil Aviation Equipment [E.E.]:  
EUROCAE  
17, rue Hamelin  
75116 Paris  
FRANCE  
Τηλ. : ++33 (0) 1 4505 7188  
Fax : ++33 (0) 1 4505 7230  
Ηλ.Ταχυδρ.: eurocae@eurocae.com  
Διαδίκτυο: <http://www.eurocae.org>
- Federal Aviation Authorities [H.I.A.]:  
F.A.A.  
Aircraft Certification Staff, AEU-100  
c/o American Embassy  
27 Boulevard du Regent  
B-1000 Brussels, Belgium  
Τηλ.: ++32 2 508 2710  
Fax.: ++32 2 230 6899  
Ηλ.Ταχυδρ.: 9-awa-aoa-consumer@faa.gov  
Διαδίκτυο: <http://www.faa.gov>
- International Civil Aviation Organization [O.H.E.]:  
ICAO  
(Attention: Document Sales Unit)  
999 University Street  
Montreal, Quebec, Canada  
H3C 5H7  
Τηλ.: ++1 (514) 954-8022  
Fax.: ++1 (514) 954-6769  
Ηλ.Ταχυδρ.: sales\_unit@icao.int  
Διαδίκτυο: <http://www.icao.int>
- Society of Automotive Engineers [H.I.A.]:  
SAE World Headquarters  
400 Commonwealth Drive  
Warrendale, PA 15096-0001 USA  
Τηλ.: ++1 724/776-4970  
Fax.: ++1 724/776-5760  
Ηλ.Ταχυδρ.: custsvc@sae.org  
Διαδίκτυο: <http://www.sae.org>

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1.	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	3
1.1.	ΑΡΧΙΚΕΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΕΙΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ Α/ΦΩΝ.....	3
1.2.	ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΓΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΤΑ Α/ΦΗ.....	3
1.3.	Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΩΝ ΤΩΝ Α/ΦΩΝ.....	4
2.	ΕΙΔΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΩΝ.....	6
1.1.	ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΤΗΣΗΣ ΤΥΠΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΤΑΙΝΙΑΣ [FOIL FLIGHT DATA RECORDER - FOIL FDR].....	6
1.2.	ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΤΗΣΗΣ ΤΥΠΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΤΑΙΝΙΑΣ [DIGITAL Η UNIVERSAL FLIGHT DATA RECORDER - DFDR Η UFDR].....	7
1.3.	ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΝΟΜΙΛΙΩΝ ΘΑΛΑΜΟΥ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗΣ [COCKPIT VOICE RECORDER - CVR].....	9
1.4.	ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΤΗΣΗΣ ΤΥΠΟΥ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΜΝΗΜΗΣ [SOLID STATE FLIGHT DATA RECORDER - SSFDR].....	9
1.5.	ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΝΟΜΙΛΙΩΝ ΘΑΛΑΜΟΥ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΜΝΗΜΗΣ [SOLID STATE COCKPIT VOICE RECORDER - SSCVR].....	10
1.6.	ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΝΟΜΙΛΙΩΝ & ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΤΗΣΗΣ [COMBINED VOICE AND FLIGHT DATA RECORDER - CVFDR].....	10
3.	ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	11
3.1.	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΩΝ.....	11
	ΑΠΟΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΤΗΣΗΣ.....	11
3.3.	ΑΠΟΜΑΓΝΗΤΟΦΩΝΗΣΗ ΣΥΝΟΜΙΛΙΩΝ.....	14
3.4.	ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΩΝ.....	14
4.	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	17
4.1.	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΤΗΣΗΣ.....	17
4.2.	ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΤΗΣΗΣ.....	19
4.3.	ΑΠΟΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΝΟΜΙΛΙΩΝ.....	20
4.4.	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΤΗΣΗΣ - ΣΥΝΟΜΙΛΙΩΝ.....	20
4.4.1.	<i>Έντυπη παρουσίαση των στοιχείων.....</i>	<i>21</i>
4.4.1.1.	Μορφή πινάκων.....	21
4.4.1.2.	Μορφή γραφημάτων.....	23
4.4.2.	<i>Ηλεκτρονική παρουσίαση των στοιχείων.....</i>	<i>24</i>
	Εικόνα οργάνων θαλάμου διακυβέρνησης.....	25
4.4.2.2.	Εικόνα περιβάλλοντος.....	25
5.	ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	27

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ

- ACMS, 5
- AIDS. *βλέπε* ACMS
- ARINC, 28
- ARINC 542, 6, 9, 27
- ARINC 557, 8
- ARINC 573, 8, 9, 27
- ARINC 717, 8, 9, 27
- ARINC 747, 9, 27
- ARINC 757, 9, 27
- AS8045, 11, 27
- ATC. *βλέπε* Ραδιοεκπομπές
- CVR, 4, 5, 8
  - CVFDR, 10
  - SSCVR, 9
  - Απομαγνητοφώνηση, 14
  - Ραδιοεκπομπές, 14
- DAR, 5
- ED-55, 9, 27
- ED-56A, 10, 27
- EUROCAE, 9, 10, 28
- F.A.A., 28
- FDAMU, 5
- FDAU, 5
- FDR
  - DFDR, 7
  - Foil FDR, 6
  - SSFDR, 9
  - UFDR, 7
  - αποκωδικοποίηση, 12
  - Ραδιοεκπομπές, 14
- GMT, 22
- ICAO, 4, 28
- PTT. *βλέπε* Ραδιοεκπομπές
- QAR, 5
- SAE, 28
- TSO-C121, 11, 27
- TSO-C123a, 10, 27
- TSO-C124a, 9, 27
- TSO-C51a, 6, 8, 9, 27
- TSO-C84, 8, 10, 27
- ULB, 11
- ULD, 11
- UTC. *βλέπε* GMT
- εξέλιξη, 4
- Νομοθετική ρύθμιση, 3
- Ραδιοεκπομπές, 14, 15, 20