

Πάντειο πανεπιστήμιο

Μεταπτυχιακό τμήματος οικονομικής και Περιφερειακής ανάπτυξης

Περιβάλλον και Αερομεταφορές .Πρόσφατες τάσεις και προοπτικές

Πτυχιακή εργασία

Σπανός Βασίλειος Αρ.Μητρώου 0806Μ0014

Αθήνα 14/04/2010



Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1 Βιώσιμη ανάπτυξησελ 4

Κεφάλαιο 2 Αερομεταφορές σελ 11

α) Οι Εξελίξεις στον κλάδο των αερομεταφορώνσελ
11

β) Κρατικές πολιτικές, Πολιτική Ε.Ε. σελ 16

Κεφάλαιο 3^ο Συμβολή των αερομεταφορών στην μεγέθυνση.....σελ 22

Κεφάλαιο 4^ο Τελευταίες εξελίξεις και προοπτικές

A) CGCC (Center of gravity control computer)..... σελ 27

B) Πιστοποίηση ETOPS και τα οφέλη για το περιβάλλον.....σελ 30

Γ) Εξοικονόμηση καυσίμου με χρήση του Flight Management System
(FMS)σελ 33

Δ) Βιοκαύσιμα: Η εναλλακτική λύση για τον οικολογικό εξορθολογισμό
των αερομεταφορών.....σελ 36

E) INERTIAL NAVIGATION SYSTEM, ΚΑΙ GPS NAVIGATION SYSTEM
.....σελ 49

Στ) Τα WINGLETS ή Αναδιπλωμένα ακροπτερύγια.....σελ 52

Ζ) Ανταγωνισμός τραίνου με Αεροπλάνοσελ 55

Βιβλιογραφία σελ 59

Αεροδυναμικό σχήμα

Αντικατάσταση πτερυγίων από Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου κέντρου βάρους

Συντόμευση διαδρομών μέσω IRS

Συντόμευση διαδρομών μέσω Διαδικασιών ETOPS

Ενιαίος Ευρωπαϊκός χώρος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο: ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

α. Ορισμός

Στην προσπάθειά μας να ορίσουμε την αειφόρο ή βιώσιμη ανάπτυξη συναντάμε ποικίλες απόψεις για το τι είναι βιωσιμότητα, για το πως η ανάπτυξη μπορεί να καταστεί βιώσιμη, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να έχουμε και διάφορα εμπόδια φιλοσοφικού ορθολογισμού, δηλαδή πιο είναι το βάθος χρόνου στο οποίο να προσπαθούμε να μεγιστοποιήσουμε την ευημερία μας ως οικονομικά και κοινωνικά σύνολα.

Εντούτοις έχουν αναφερθεί διάφοροι ορισμοί από επίσημους οργανισμούς: Κατά το παγκόσμιο ταμείο για τη φύση (WWF, 1991) η βιώσιμη ανάπτυξη είναι η βελτίωση της ποιότητας ζωής στα πλαίσια της φέρουσας ικανότητας των υποστηρικτικών οικοσυστημάτων. Κατά την Παγκόσμια Τράπεζα (1992) βιώσιμη ανάπτυξη ορίζεται η διαδικασία αναγωγής των αναπτυξιακών και περιβαλλοντικών πολιτικών σε μια ανάλυση κόστους-οφέλους και σε μία προσεκτική οικονομική ανάλυση που θα ενδυναμώνει την περιβαλλοντική προστασία και θα οδηγεί σε αυξανόμενα και διατηρήσιμα επίπεδα ευημερίας. Ο Meadows (Meadows et al., 1995) αναφέρεται στην βιώσιμη κοινωνία ως την κοινωνία που μπορεί να υπάρχει για γενεές και γενεές, που μπορεί να βλέπει αρκετά μακριά και που να είναι αρκετά ευέλικτη και σοφή ώστε να μην υπονομεύει ούτε τα φυσικά, ούτε τα κοινωνικά της υποστηρικτικά συστήματα.

Γενικότερα όταν μιλάμε για βιώσιμη ανάπτυξη αναφερόμαστε στην οικονομική ανάπτυξη που λαμβάνει σοβαρά υπόψη την προστασία του

περιβάλλοντος και την βιωσιμότητα. Για να έχουμε αειφορία πρέπει να έχουμε μεν μέγιστη απολαβή αγαθών από το περιβάλλον, όπως επιτάσσει το ορθολογικό κριτήριο των οικονομικών, αλλά ταυτόχρονα να μην διακινδυνεύουμε την παραγωγή των αγαθών αυτών σε επαρκή ποσότητα στο μέλλον. Αυτή η διαδικασία προϋποθέτει ανάπτυξη των παραγωγικών δομών της οικονομίας με γνώμονα τον σεβασμό στο φυσικό περιβάλλον και στο οικολογικό πρόβλημα. Ταυτόχρονα, απαιτεί ελαχιστοποίηση της χρήσης εξαντλήσιμων πόρων, ενώ η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων-εξαντλήσιμων να συντελείται με ρυθμό μικρότερο ή ίσο με αυτόν με τον οποίο ανανεώνονται.

β. Ιστορική Εξέλιξη της έννοιας "Αειφόρος Ανάπτυξη"

Η έννοια της αειφορίας υπάρχει ήδη από το 1713 όταν ο δασολόγος φον Κάρλοβιτς εξέφρασε την αγωνία του για τον τρόπο εκμετάλλευσης του δασικού κεφαλαίου, το οποίο πρέπει να διατηρείται και να αναπτύσσεται ώστε να μπορεί να συνεχίσει και η χώρα του να αναπτύσσεται.

Η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης όπως αποδίδεται σήμερα άρχισε να διαμορφώνεται κατά τις τελευταίες δεκαετίες του 20ου αιώνας. Η γενικότερη ανησυχία για τα περιβαλλοντικά προβλήματα και τις επιπτώσεις που έχει η υποβάθμιση του περιβάλλοντος στην υγεία και στην ποιότητα ζωής των ανθρώπων, αλλά και στην οικονομική ανάπτυξη σε συνδυασμό με την συνειδητοποίηση ότι οι φυσικοί πόροι έπρεπε να διατηρηθούν και στις επόμενες γενεές έπαιξαν καταλυτικό ρόλο στην γενικότερη αντίληψη των πραγμάτων. Παράλληλα, οι πετρελαϊκές κρίσεις των 1973 και 1979 και η ταυτόχρονη παγκόσμια οικονομική ύφεση της δεκαετίας αυτής δημιούργησαν τις πρώτες αμφιβολίες για τις δυνατότητες των οικονομιών να μεγεθύνονται απεριόριστα, ενώ κυρίως η έλλειψη του βασικότερου εξαντλήσιμου πόρου ερέθισε την αγωνία των οικολόγων.

Το 1972 έχουμε το πρώτο συνέδριο που αναπτύσσει την έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης χωρίς όμως να την ορίζει σαφώς, το συνέδριο των Ηνωμένων Εθνών για το Ανθρώπινο Περιβάλλον. Εκεί διατυπώνεται η ανάγκη για μεταβολή της φύσης της οικονομικής ανάπτυξης και της προσαρμογής της σε περιβαλλοντικά υγιή ανάπτυξη. Την ίδια χρονιά το Club of Rome εκδίδει την αναφορά "The Limits to Growth" όπου εκφράζεται η άσχημη κατάσταση των εξαντλήσιμων πόρων.

Η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης αυτή καθαυτή πρωτοεμφανίζεται το 1980 στην πρώτη Παγκόσμια Στρατηγική για τη Διατήρηση και δημοσιεύτηκε από την World Conservation Union. Στόχοι της ήταν η διατήρηση των βασικών οικολογικών διαδικασιών, η διαφύλαξη της γενετικής ποικιλότητας και η βιώσιμη χρήση των πόρων. Ως και την δεκαετία του '90 πραγματοποιήθηκαν πολλές τροποποιήσεις του ορισμού της βιώσιμης ανάπτυξης, ενώ η εστίαση αυξάνονταν στα κοινωνικά θέματα, με έμφαση στην οικονομική, κοινωνικοπολιτική και περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Αποκορύφωμά τους ήταν η Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών στο Ρίο το 1992 στην οποία 170 κράτη δεσμεύτηκαν πως η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης αποτελεί την βασική ιδέα για την μελλοντική τους ανάπτυξη. Αποτέλεσμα της δέσμευσης αυτής ήταν η Agenda 21 και η Διακήρυξη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη όπου και διατυπώνονται οι προϋποθέσεις και οι στόχοι της βιώσιμης ανάπτυξης.

Όσον αφορά στο νομοθετικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το περιβάλλον κατοχυρώνεται αυτοτελώς το 1987 στην Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη. Στη Συνθήκη του Μάαστριχτ το 1992 περιγράφεται ως κύρια αποστολή της ΕΟΚ η προαγωγή της αρμονικής και ισόρροπης ανάπτυξης της οικονομικής δραστηριότητας. Τέλος, στην Συνθήκη του Άμστερνταμ το 1997 αναφέρεται ρητά η αρμονική ισόρροπος και αειφόρος ανάπτυξη των οικονομικών δραστηριοτήτων. Έτσι εξελικτικά η βιώσιμη ανάπτυξη παύει να θεωρείται αποκλειστικά περιβαλλοντική έννοια και αναγνωρίζεται το τρίπτυχο: οικονομική ανάπτυξη, κοινωνική συνοχή και περιβαλλοντική προστασία.

γ. Ισχυρή και ασθενής βιωσιμότητα

Η βασική υπόθεση της διατήρησης του φυσικού κεφαλαίου που προβλέπεται από τον ορισμό της βιώσιμης ανάπτυξης είναι τις περισσότερες φορές ιδεατή. Στη πραγματικότητα είναι αδύνατο να διατηρήσουμε το κεφάλαιο των εξαντλήσιμων πόρων σταθερό, ενώ κάτι τέτοιο μπορεί να γίνει στους ανανεώσιμους φυσικούς πόρους. Φυσικά, η διατήρηση τους φυσικού κεφαλαίου σε σταθερά επίπεδα δεν είναι σίγουρο ότι θα επαρκεί για τις μελλοντικές ανάγκες, άρα θα ήταν πιο λογικό να προσπαθούμε να αναπτύσσουμε το φυσικό κεφάλαιο σε ρυθμούς ίσους με τους οποίους αναπτύσσεται η παγκόσμια οικονομία ή ο πληθυσμός.

Για να αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα της διατήρησης του αποθέματος του φυσικού κεφαλαίου, χρησιμοποιούμε τους όρους *ασθενής* και *ισχυρή* βιωσιμότητα. Κατά την ισχυρή βιωσιμότητα η τέλεια υποκατάσταση του φυσικού κεφαλαίου με οποιασδήποτε μορφής κεφάλαιο είναι πρακτικά αδύνατη. Για παράδειγμα είναι αδύνατο να υποκαταστήσουμε την ενέργεια που παράγεται από το πετρέλαιο, χρησιμοποιώντας ανθρώπινα χέρια για να παράγουν την ίδια ενέργεια. Κατά την ασθενή βιωσιμότητα, δεν έχουμε διάκριση μεταξύ των ειδών κεφαλαίου που μεταβιβάζονται στις επόμενες γενεές, αλλά το συνολικό απόθεμα του κεφαλαίου πρέπει να είναι διαρκώς ίσο ή μεγαλύτερο από το ήδη υπάρχον. Σε αυτή την περίπτωση, υφίσταται η κρυφή υπόθεση της υποκατάστασης των φυσικών πόρων με άλλου είδους κεφάλαιο, και αυτό συνήθως συμβαίνει με την χρήση νέων τεχνολογικών μεθόδων, όπως για παράδειγμα, η υποκατάσταση του πετρελαίου από βιοκαύσιμα.

Κατά τους Turner et al (1994) η βιωσιμότητα χωρίζεται σε τέσσερις κατηγορίες:

- Πολύ ισχυρή βιωσιμότητα, με αδύνατη την υποκατάσταση μεταξύ των διαφόρων μορφών κεφαλαίου

- Την ισχυρή βιωσιμότητα, κατά την οποία επιτρέπεται η εν μέρει υποκατάσταση
- την ασθενή βιωσιμότητα, κατά την οποία επιτρέπεται σε μεγάλο βαθμό η υποκατάσταση
- και την πολύ ασθενή βιωσιμότητα, όπου και έχουμε τέλεια υποκατάσταση μεταξύ των διαφόρων μορφών κεφαλαίου.

Οι κύριες πηγές απειλής της επίτευξης βιώσιμης ανάπτυξης είναι οι εξής:

1. Οι κλιματικές αλλαγές οι οποίες επιδρούν στην άνοδο της θερμοκρασίας του πλανήτη και στην παρουσία ακραίων καιρικών φαινομένων
2. Οι κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία από ασθένειες δυνατές να δημιουργήσουν πανδημία, όπως για παράδειγμα η πανδημία που προκλήθηκε από τον ιό H1N1, αλλά και από τη χρήση χημικών ουσιών στην καθημερινή ζωή (π.χ. DDT)
3. Η φτώχεια και ο κοινωνικός αποκλεισμός
4. Η πληθυσμιακή γήρανση
5. Η αυξανόμενη πίεση στους φυσικούς πόρους και η μείωση της βιοποικιλότητας
6. Το πρόβλημα των μεταφορών - Αστικό κυκλοφοριακό πρόβλημα, καθώς και η ρύπανση που συντελείται από τα μέσα μεταφοράς. Στο σημείο αυτό διακρίνεται και η σημασία της βιωσιμότητας στον κλάδο των αερομεταφορών που εξετάζουμε.

δ. Κριτήρια βιώσιμης ανάπτυξης

Όπως έχουμε δει μέχρι τώρα στο εισαγωγικό αυτό κεφάλαιο, η αειφορία αποτελεί αυτή καθαυτή και κριτήριο για την βιώσιμη ανάπτυξη: Οι μελλοντικές γενεές δεν πρέπει να αφεθούν σε χειρότερη θέση από τις σημερινές. Οι κατανομές κεφαλαίου και συντελεστών παραγωγής που φτωχαίνουν τις μελλοντικές γενεές προκειμένου να

πλουτίσουν οι τωρινές παραβιάζουν το κριτήριο βιωσιμότητας και οδηγούν σε ανορθολογισμό.

Εκτός από το βασικό αυτό κριτήριο για τη βιώσιμη ανάπτυξη έχουν παρουσιαστεί στην βιβλιογραφία και διάφορα άλλα κριτήρια που βασίζονται και σε διαφορετικές έννοιες της αειφορίας. Στην συγκεκριμένη έρευνα θα αναφερθούμε σε τρεις διαφορετικούς ορισμούς της αειφορίας ως παραγωγούς κριτηρίων για τη βιώσιμη ανάπτυξη:

- Αειφορία με την έννοια της μη μειούμενης ευημερίας. Κατά το κριτήριο αυτό η χρήση των φυσικών πόρων από τις προηγούμενες γενεές δεν πρέπει να ξεπερνά το επίπεδο κατανάλωσης που εξασφαλίζει το ίδιο τουλάχιστον επίπεδο ευημερίας και για τις επόμενες γενεές.
- Αειφορία με την έννοια της μη μειούμενης αξίας του φυσικού κεφαλαίου. Σύμφωνα με αυτό το κριτήριο, η αξία του αποθέματος φυσικού κεφαλαίου που παραμένει δεν πρέπει να υφίσταται μείωση. Ο ορισμός αυτός δίνει ιδιαίτερη έμφαση στη διατήρηση του φυσικού κεφαλαίου υιοθετώντας την παραδοχή ότι η δυνατότητα υποκατάστασης του φυσικού κεφαλαίου με υλικό κεφάλαιο είναι περιορισμένη. Πάντως, και αυτό το κριτήριο εστιάζει στη διατήρηση της αξίας και όχι στην ποσότητα. Επίσης δεν διακρίνει τα είδη φυσικού κεφαλαίου, άρα εδώ μιλάμε για ένα κριτήριο ασθενούς βιωσιμότητας στην ουσία.
- Αειφορία με την έννοια της μη μείωσης της ροής υπηρεσιών που λαμβάνουμε από επιλεγμένους φυσικούς πόρους. Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό, για να έχουμε αειφόρο ανάπτυξη πρέπει να διατηρούμε επ' αόριστο τα επίπεδα φυσικών ποσοτήτων που αποσπώνται από επιλεγμένους φυσικούς πόρους. Το κριτήριο αυτό δίνει έμφαση στις ποσότητες και όχι στην οικονομική αξία των φυσικών πόρων και επιπλέον εστιάζει σε συγκεκριμένους φυσικούς πόρους και όχι στο σύνολό τους. Για παράδειγμα, αναφέρουμε την εκμετάλλευση των υδάτινων πόρων μιας υδρολεκάνης διατηρώντας ένα σταθερό επίπεδο αειφόρου απόδοσης.

Η αντιπαράθεση των κριτηρίων αυτών μας οδηγεί στη διαμόρφωση συγκεκριμένης στρατηγικής ως προς την ακολουθητέα πολιτική. Από τις διάφορες δυνατές χρήσεις φυσικών πόρων που ικανοποιούν το κριτήριο της αειφορίας πρέπει να επιλεγεί εκείνη που μεγιστοποιεί είτε τη δυναμική είτε τη στατική οικονομική αποτελεσματικότητα ανάλογα με τη περίπτωση. Εν προκειμένω, το κριτήριο της αειφορίας λειτουργεί ως απόλυτος περιορισμός στην διαδικασία λήψης αποφάσεων που αφορούν την ανθρώπινη κοινωνία. Ενώ όμως κατά τον τρόπο αυτό αποκλείονται οι μη αειφόρες κατανομές πόρων, ταυτόχρονα δεν καθορίζεται και το ποια συγκεκριμένη κατανομή ανάμεσα στις ενδεχομένως άπειρες κατανομές που είναι διαθέσιμες πρέπει να επιλεγεί. Εδώ έχουμε την παρέμβαση του κριτηρίου της δυναμικής οικονομικής αποτελεσματικότητας, και σύμφωνα με αυτό επιλέγουμε την αειφόρο κατανομή που ελαχιστοποιεί την σπατάλη φυσικών πόρων.

Κεφάλαιο 2ο:

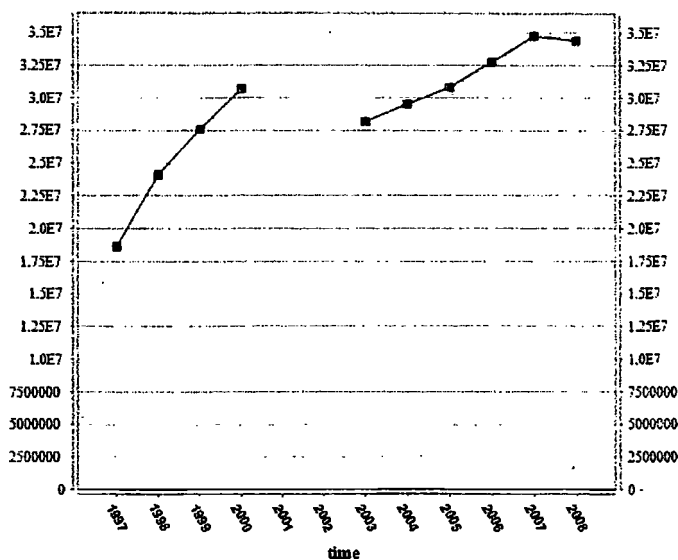
Οι εξελίξεις στον κλάδο των αερομεταφορών

Κατά την διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών ο αριθμός των επιβατών των αεροπορικών εταιρειών έχει αυξηθεί σημαντικά. Κατά την δεκαετία του '70 η κίνηση των επιβατών ανερχόταν σε περίπου 200 εκατομμύρια επιβάτες στην Ευρωζώνη των 15. Μια εκτίμηση για το 2000 δίνει την κίνηση των επιβατών στα 600 εκατομμύρια, ένα μέγεθος τριπλάσιο της προηγούμενης εξετασθείσας περιόδου. Ωστόσο, τα τραγικά γεγονότα της 11ης Σεπτεμβρίου 2001 οδήγησαν σε αρνητική επιρροή στον κλάδο, με περίπου 2% μείωση της κίνησης επιβατών.

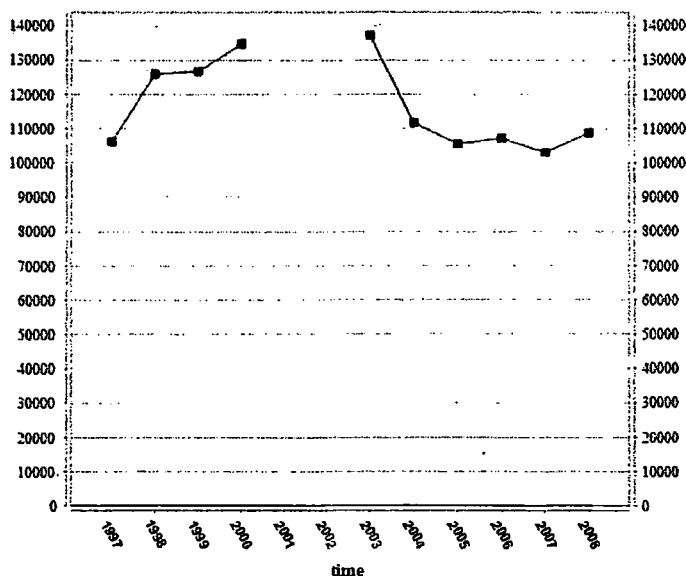
Όσον αφορά στις αερομεταφορές εμπορευμάτων, ο όγκος τους είναι αρκετά μικρότερος συγκριτικά με τις ναυτιλιακές εμπορευματικές μεταφορές. Ωστόσο η εμπορευματική κίνηση στις αερομεταφορές εντός της ευρωζώνης αυξάνεται. Επιπλέον, ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των εμπορευματικών αερομεταφορών είναι ότι η μέση αξία ενός τόννου αερομεταφερθέντων αγαθών

είναι πάντοτε πολύ μεγαλύτερη από τις αντίστοιχες μέσες αξίες των αγαθών που μεταφέρονται με άλλα μέσα.

Στην περίπτωση της Ελλάδας παραθέτουμε τα γραφήματα της κίνησης επιβατών και εμπορευμάτων από το 1997 έως το 2008, όπως αυτά έχουν ποσοτικοποιηθεί από την Eurostat:



Πηγή: Eurostat. Εξέλιξη της κίνησης αερομεταφερόμενων επιβατών κατά τα έτη 1997-2008 στην Ελλάδα.

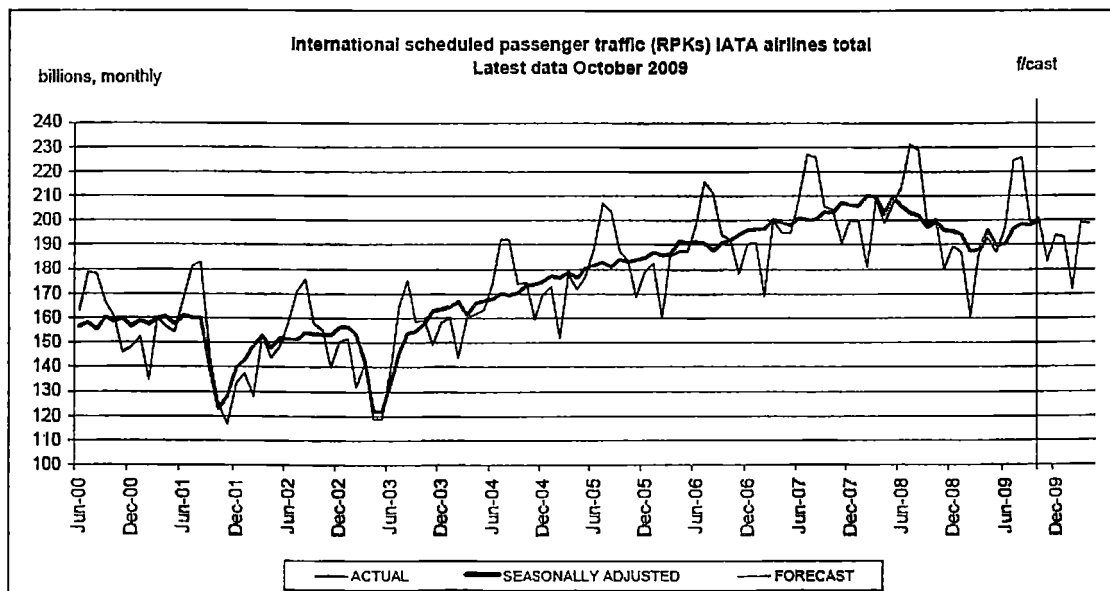


Πηγή: Eurostat. Εξέλιξη της κίνησης αερομεταφερόμενων εμπορευμάτων σε μετρικούς τόνους στην Ελλάδα κατά τα έτη 1997-2008

Όπως βλέπουμε στο πρώτο διάγραμμα, η κίνηση των επιβατών από το 1997 έχει διπλασιαστεί, από 18 εκατομμύρια επιβάτες σε 34 εκατομμύρια το 2008. Ενώ η τάση είναι αύξουσα, έχουμε ωστόσο δύο πτωτικά διαλείμματα, το 2001-2 λόγω της βομβιστικής επίθεσης της 11ης Σεπτεμβρίου, καθώς επίσης και το 2008 λόγω προφανώς της διεθνούς χρηματοοικονομικής κρίσης.

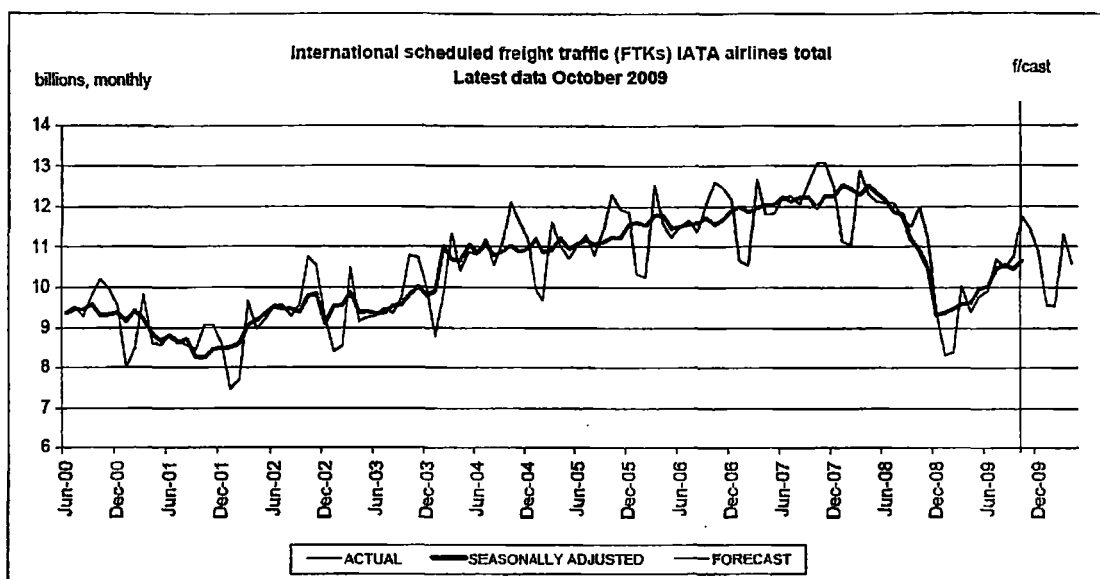
Όσον αφορά στις εμπορευματικές μεταφορές δια αέρος, η εικόνα είναι τελείως διαφορετική. Ενώ η τάση είναι διαρκώς αύξουσα μέχρι και το 2003 (χωρίς να έχουμε ακριβή στοιχεία για τα έτη 2001-2), μετά το 2003 η κίνηση καταρρέει στα επίπεδα του 1997 όπου και δείχνει να ισορροπεί μέχρι και πρόσφατα λίγο πιο κάτω από τους 110.000 τόνους. Αυτό πολύ πιθανό να οφείλεται στη ραγδαία αύξηση των τιμών πετρελαίου και επομένως και των αεροπορικών καυσίμων, αλλά και αλυσιδωτά στην αύξηση των τιμών των ναύλων μεταφοράς εμπορευμάτων των αεροπορικών εταιρειών και της προσθήκης επίναυλου καυσίμων.

Τα αντίστοιχα μεγέθη για την διεθνή αεροπορική κίνηση τα βλέπουμε παρακάτω, όπως τα δημοσίευσε η IATA (International Air Transport Association). Για την επιβατική κίνηση έχουμε τα εξής:



Πηγή: IATA Economics 2009, International Scheduled Operations Traffic Analysis

Ενώ για την εμπορευματική κίνηση τα εξής:



Πηγή: IATA Economics 2009, International Scheduled Operations Traffic Analysis

Παρατηρώντας τα ανωτέρω διαγράμματα διαπιστώνουμε ότι η αύξηση των εμπορευματικών αερομεταφορών μέχρι και πριν το Δεκέμβριο του 2007 υπολείπεται σαφώς της διεθνούς αύξησης της επιβατικής κίνησης. Τα στοιχεία που έχουμε δεν επαρκούν για να ερμηνεύσουμε την διαφορετικότητα των τάσεων της παγκόσμιας εμπορευματικής κίνησης και της αντίστοιχης της Ελλάδος. Πολύ πιθανόν αυτό να οφείλεται στην ανάπτυξη των υποδομών άλλων μεταφορικών μέσων της Ελληνικής Επικράτειας. Για παράδειγμα, όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε από τα στοιχεία της Eurostat, η απώλεια περίπου 30.000 τόνων εμπορευμάτων που θα μεταφερόντουσαν μέσω των αερογραμμών πολύ πιθανόν να αντισταθμίστηκε από την αύξηση των οδικών εμπορευματικών μεταφορών κατά 97% περίπου από 225.499 τόνους το 2003 σε 443.941 τόνους το 2004 και αντίστοιχες αυξητικές τάσεις στην εμπορευματική ναυτιλία και στις σιδηροδρομικές εμπορευματικές μεταφορές.

Αναφερόμενοι γενικά στον κλάδο των αερομεταφορών δεν μπορούμε να πούμε ότι οι προοπτικές του είναι ευοίωνες κρίνοντας από τα ιστορικά στοιχεία και δεδομένα. Ας ριξουμε μια προσεκτική ματιά στο επικείμενο πίνακα:

System-wide global commercial airlines	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009E	2010F
REVENUES, \$ billion	307	306	322	379	413	465	510	564	479	522
% change	-6.4	-0.5	5.2	17.7	9.1	12.6	9.6	10.5	-15.0	8.8
Passenger	239	238	249	294	323	365	398	439	367	395
Cargo	39	38	40	47	48	53	59	64	49	56
Traffic volumes										
Passenger growth, tkp, %	-2.3	-1.0	1.4	16.7	7.0	5.4	5.7	0.4	-2.9	5.6
Passenger numbers, millions	1640	1639	1691	1888	2022	2124	2281	2271	2206	2330
Cargo growth, tkp, %	-6.0	8.7	3.9	7.9	0.4	3.9	4.0	-1.2	-11.1	12.0
Freight tonnes, millions	28.8	31.4	33.5	36.7	37.6	39.8	41.8	40.5	36.0	40.3
World economic growth, %	2.2	2.7	2.8	4.2	3.4	4.0	3.8	1.7	-2.2	2.8
Passenger yield, %	-4.4	0.3	3.3	1.0	2.7	7.4	3.0	9.9	-14.0	2.0
Cargo yield %	1.9	-9.5	2.0	7.4	2.4	6.9	5.9	10.2	-14.2	3.1
EXPENSES, \$ billion	319	311	323	376	409	450	490	573	480	513
% change	0.5	-2.7	4.0	16.2	8.9	10.1	8.8	16.9	-16.2	7.0
Fuel	43	40	44	65	91	107	134	189	113	132
% of expenses	13	13	14	17	22	24	27	33	24	26
Crude oil price, Brent, \$/b	24.7	25.1	28.8	38.3	54.5	65.1	73.0	99.0	62.0	79.0
Non-Fuel	276	270	279	311	318	343	356	384	367	382
cents per atk (non-fuel unit cost)	39.4	39.0	39.2	39.5	38.6	40.1	39.6	42.4	42.6	42.6
% change	0.9	-1.0	0.7	0.6	-2.1	3.9	-1.4	7.2	0.5	0.0
Break-even weight load factor, %	61.3	61.9	60.9	61.9	62.0	61.3	60.8	63.8	62.6	63.6
Weight load factor achieved, %	59.0	60.9	60.7	62.5	62.6	63.3	63.3	62.8	62.6	64.6
OPERATING PROFIT, \$ billion	-11.8	-4.8	-1.4	3.3	4.3	15.0	19.9	-8.9	-0.4	8.2
% margin	-3.8	-1.6	-0.4	0.9	1.0	3.2	3.9	-1.6	-0.1	1.6
NET PROFIT, \$ billion	-13.0	-11.3	-7.5	-5.6	-4.1	3.6	12.9	-15.9	-9.4	-2.8
% margin	-4.2	-3.7	-2.3	-1.5	-1.0	0.8	2.5	-2.8	-2.0	-0.5

Πηγή: ICAO (International Civil Aviation Organization), 2008. Εκτιμήσεις 2009 και Προβλέψεις 2010 από την IATA.

Όπως βλέπουμε στον πίνακα, τα έσοδα των αεροπορικών εταιρειών διεθνώς έχουν αυξηθεί κατά 83% από το 2001 έως το 2008. Σε αυτό συντελεί η αύξηση της επιβατικής κίνησης από 1,64 δισεκατομμύρια επιβάτες το 2001 σε 2,271 το 2008, και των εμπορευμάτων από 28 εκατομμύρια τόνοι, σε 40.

Ωστόσο αν παρατηρήσουμε τα έξοδά τους, η τάση είναι και εκεί αυξανόμενη: 80%. Τα καύσιμα από 13% του κόστους, αποτελούν πλέον το 33%, ενώ δεν αναμένεται ιδιαίτερη μείωση συμμετοχής του κόστους καυσίμων στο συνολικό κόστος για το 2010(26%). Ειδικότερα, από 43 δισεκατομμύρια δολάρια το 2001, το κόστος καυσίμων ανέβηκε στα 189, μια αύξηση της τάξης του 440%. Αυτό οφείλεται στην αύξηση της τιμής του αργού πετρελαίου και των παραγώγων του παγκοσμίως, από 25 δολάρια ανά βαρέλι σε σχεδόν 100 δολάρια το βαρέλι. Τα υπόλοιπα έξοδα από 276 δις. δολάρια ανέβηκαν στα 384, αύξηση κατά 39% πολύ μικρότερη από την αύξηση των καυσίμων.

Τελειώνοντας την ανάλυση του κλάδου, και παρατηρώντας τα διαθέσιμα στοιχεία, ο κλάδος παγκοσμίως ήταν κερδοφόρος μόνο κατά τα έτη 2006 και 2007. Οι περισσότερες αεροπορικές εταιρείες έχουν τεράστιες ζημιές, γι' αυτό

και μετά την τελευταία χρηματοοικονομική ύφεση διαπιστώνουμε αλυσιδωτές συγχωνεύσεις όχι μόνο ακολούθων, αλλά και ηγετών του κλάδου.

Κεφάλαιο 2

Δεύτερο μέρος

Διεθνής και Ευρωπαϊκή πολιτική στις αερομεταφορές

Κατά τη διάρκεια του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου εκτιμήθηκε και από τις δύο εμπόλεμες παρατάξεις η σημασία της κυριαρχίας στον αέρα. Έτσι το αεροσκάφος χρησιμοποιήθηκε τόσο σαν όπλο και μάλιστα προωθημένο όσο και σαν μέσο μεταφοράς στρατιωτών και πολεμικού υλικού . Συνέπεια αυτού του γεγονότος ήταν να δοθεί μεγάλο βάρος στην έρευνα για την εξέλιξη του αεροσκάφους και γενικότερα της αεροπλοΐας. Σε ελάχιστα χρόνια στον τομέα της αεροναυτιλίας υπήρξε αλματώδης τεχνολογική πρόοδος η οποία μετέτρεψε το αεροσκάφος από πολεμική μηχανή σε ένα μαζικό μέσο μεταφοράς. Γρήγορα φάνηκε η ανάγκη της

θέσπισης διεθνών κανόνων που να ρυθμίζουν τα θέματα της αεροπλοΐας και ειδικά της εμπορικής εκμετάλλευσης των αερομεταφορών .

Έτσι στις 1/11/1944 με πρωτοβουλία της κυβέρνησης των Η.Π.Α. συγκεντρώθηκαν στο Σικάγο εκπρόσωποι 52 χωρών του συμμαχικού στρατοπέδου πλην ΕΣΣΔ και Αργεντινής

Στην συνάντηση αυτή συγκρούστηκαν 3 λογικές.

Στην μία άκρη ήταν η άποψη των Η.Π.Α. που απαιτούσαν πλήρη ελευθερία στον κλάδο των αερομεταφορών έτσι που οποιαδήποτε αεροπορική επιχείρηση να μπορεί να πετάξει από οπουδήποτε προς οπουδήποτε π.χ. θα μπορούσε μία αμερικανική εταιρεία να εκτελέσει δρομολόγιο μεταξύ δύο ευρωπαϊκών πόλεων ή και ακόμα Αθήνα-Θεσσαλονίκη κάτι που ήταν σαφώς προς όφελος των Η.Π.Α. οι οποίες βγήκαν από τον πόλεμο με ακμάζουσα βιομηχανία και σαφή αεροπορική υπεροχή, η οποία και θα οδηγούσε σε σαφή μεταπολεμική κυριαρχία των Η.Π.Α στον αεροπορικό χώρο.

Από την άλλη μεριά ήταν η πρόταση της μεγάλης Βρετανίας και του Καναδά, η οποία επιδίωκε ένα προστατευτικό πλαίσιο διεθνών αερομεταφορών για να μπορέσουν να αναπτυχθούν οι εθνικές αερομεταφορές. Στην συνάντηση αυτή δεν επετεύχθη συμφωνία λόγω των έντονων διισταμένων απόψεων .

Έτσι το θέμα των αερομεταφορών ρυθμίστηκε μέσω διεθνών διασκέψεων που συνεκλήθησαν μέσα στην δεκαετία του 40 ή οργανισμών που ιδρύθηκαν την ίδια εποχή

Τέτοιοι διεθνείς οργανισμοί είναι ο I.C.A.O. (International Civil Aviation Organization) και η I.A.T.A. (International Air transport Association)

Να σημειώσουμε εδώ ότι ανάμεσα στους σκοπούς του I.C.A.O. ήδη από την ίδρυση του ήταν κατά το άρθρο 44 του καταστατικού του και το «Να αποτρέπει την οικονομική σπατάλη που προέρχεται από τον αλόγιστο ανταγωνισμό»

Ήδη δηλαδή από το 1947 που ιδρύθηκε ο I.C.A.O υπήρχε έντονη η αντίληψη ότι ο ανταγωνισμός στον Εναέριο χώρο μπορεί να οδηγήσει σε οικονομικές σπατάλες τόσο εργασίας όσο και καυσίμου .

Από το 1977 οι Η.Π.Α άρχισαν να αναθεωρούν την μέχρι τότε πρακτική τους στο θέμα των αερομεταφορών και άρχισαν να επιδιώκουν το αρχικό καθεστώς που πρότειναν και στην διάσκεψη του Σικάγου δηλαδή την πλήρη φιλελευθεροποίηση των αερομεταφορών . Αυτό βέβαια ήταν αποτέλεσμα της οργανωμένης πίεσης των μεγάλων αεροπορικών εταιρειών των Η.Π.Α. οι οποίες επεδίωκαν την έξοδο τους στην παγκόσμια αγορά .

Να σημειώσουμε εδώ ότι μέχρι τότε οι Η.Π.Α δεν επέτρεπαν σε εταιρείες που εκμεταλλεύονται εσωτερικά δρομολόγια να πραγματοποιούν διεθνείς συνδέσεις και επίσης στα πλαίσια των διεθνών τους δεσμεύσεων επέτρεπαν μόνο σε μία εταιρεία από κάθε χώρα να εκμεταλλεύεται μία αεροπορική σύνδεση ανάμεσα στις Η.Π.Α. και κάθε ξένη χώρα.

Οι πιέσεις αυτές καρποφόρησαν πρώτη φορά στις 31/03/1978 με πρωτόκολλο που υπεγράφη μεταξύ Ολλανδίας και Η.Π.Α.

Τα κύρια σημεία του πρωτοκόλλου ήταν

Σε κάθε γραμμή μπορούσε να εισέλθει απεριόριστος αριθμός εταιριών , κατάργηση των διακρατικών συμφωνιών ώστε κάθε εταιρεία να επιλέγει ελεύθερα που πετά, ελεύθερη διαμόρφωση ναύλων , κατάργηση των περιορισμών στις ναυλωμένες πτήσεις (Charters) ,κατάργηση των περιορισμών στην χώρα έκδοσης του αεροπορικού εισιτηρίου και ελεύθερη προμήθεια στους πράκτορες .

Τα αποτελέσματα ήταν εκρηκτικά στις αγορές .

Μετά το Deregulation τα ναύλα στα εσωτερικά δρομολόγια των Η.Π.Α. μειώθηκαν κατά 50% ενώ ο μέσος ναύλος διεθνών δρομολογίων παρέμεινε σταθερός

Από το 1988 όμως ο μέσος ναύλος εσωτερικών δρομολογίων άρχισε πάλι να αυξάνει πιο γρήγορα από τον πληθωρισμό ενώ στο τέλος του 1998 είχαμε αυξήσεις 20% κατά μέσο όρο .

Αυτό ήταν αποτέλεσμα της συγκέντρωσης που συνέβη στον κλάδο

Το 1978 υπήρχαν 36 εταιρείες στην εσωτερική αγορά των Η.Π.Α. Στο τέλος του 1978 είχαν γίνει ήδη 112. Πολύ σύντομα είχαμε 170 εταιρείες,

Το 1985 συνέπεια των απορροφήσεων των μικρών εταιρειών από τις μεγάλες είχαν γίνει 26

Πριν το Deregulation 18 μεγάλες επιχειρήσεις έλεγχαν το 94% της εσωτερικής αγοράς ,το 1987 οι 8 πρώτες είχαν το 94% .

Θεσμικές εξελίξεις στον τομέα των πολιτικών αερομεταφορών στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Οι Αερομεταφορές δεν εντάχθηκαν στους κανόνες του ελεύθερου ανταγωνισμού από την Συνθήκη της Ρώμης λόγω των έντονα αντιτιθέμενων συμφερόντων ανάμεσα στις κρατικές αεροπορικές επιχειρήσεις οι οποίες αποτελούσαν και μοχλό υλοποίησης μέρους της οικονομικής ,αναπτυξιακής , αμυντικής και άλλων πολιτικών των κρατών μελών της Ε.Ε.

Βεβαίως ήδη από το 1974 το Ευρωπαϊκό Δικαστήριο αποφάσισε ότι τα άρθρα της συνθήκης της Ρώμης περί ανταγωνισμού είχαν εφαρμογή και στις θαλάσσιες μεταφορές (δηλαδή άρθρο 84 § 2 στο οποίο αναφέρονται και οι εναέρια μεταφορές)

Έτσι μέσα από συζητήσεις που ακολούθησαν φτάσαμε στο πρώτο μνημόνιο που δημοσίευσε η επιτροπή τον Ιούλιο του 1979 με βασικό στόχο την συμβολή των Ευρωπαϊκών κοινοτήτων στην ανάπτυξη μιας κοινής πολιτικής στις πολιτικές αερομεταφορών ανάμεσα στις χώρες μέλη (Δελτίο Ευρωπαϊκών κοινοτήτων 5/79). Κύριοι άξονες ήταν η εξέταση της έκτασης και των τομέων στους οποίους ήταν επιθυμητή η εισαγωγή του ελεύθερου ανταγωνισμού και συγκεκριμένα

α) στην μεθοδολογία καθορισμού τιμολογίων

β) διαδικασίες καθορισμού των όρων ανταγωνισμού ανάμεσα στις αεροπορικές εταιρίες

γ) Καθορισμός των όρων εισόδου στην αγορά των νέων αεροπορικών επιχειρήσεων

Διακηρυγμένος στόχος ήταν η εξυγίανση των αερομεταφορών προς όφελος των καταναλωτών μέσα από την κατάργηση των τιμολογίων και αύξηση των κερδών των επιχειρήσεων μέσω της αύξησης της κίνησης αλλά και των τεχνολογικών καινοτομιών.

Στις 4/3/1982 έχουμε η επιτροπή υποβάλει προς το Συμβούλιο πρόταση «περί των κοιμίσιων στις τακτικές αεροπορικές μεταφορές μεταξύ των κρατών μελών» στα πλαίσια της πολιτικής φιλελευθεροποίησης των αερομεταφορών και εφαρμογής των κανόνων του ελεύθερου ανταγωνισμού .

Στις 26-08-1983 δημοσιεύτηκε η υπ αριθμός 83.416 οδηγία του Συμβουλίου Υπουργών Μεταφορών της ΕΟΚ σχετική με την ελεύθερη πρόσβαση στην αγορά.

Στις 24-7-1985 η επιτροπή εξέδωσε την 85/413 οδηγία που τροποποιούσε την 80/723 περί διαφάνειας. Με την οδηγία αυτή ο κλάδος των αερομεταφορών εντάχθηκε στους Κοινοτικούς κανόνες περί ελεύθερου ανταγωνισμού , και στην ουσία άνοιξε ο δρόμος για την κατάργηση των κρατικών ενισχύσεων στους αερομεταφορείς,

Η οδηγία αυτή οδήγησε στην πρώτη σχετική με το θέμα απόφαση του Ευρωπαϊκού δικαστηρίου η οποία ενέτασσε και τις αερομεταφορές στους κανόνες του ελεύθερου ανταγωνισμού , Απόφαση «Nouvelles Frontieres»

Τρίτο πακέτο Απελευθέρωσης των αερομεταφορών των κρατών μελών της Ε.Ε .

Στις 22-06-1992 ΤΟ Συμβούλιο των υπουργών μεταφορών υιοθέτησε τρεις κανονισμούς σχετικά με

α) την πρόσβαση των κοινοτικών αερομεταφορέων , στις ενδοκοινοτικές αερομεταφορές

β) στον τρόπο εφαρμογής των τιμολογίων

γ) στις προϋποθέσεις έκδοσης αδειας λειτουργίας νέων αερομεταφορέων

Με αυτές τις αποφάσεις απελευθερώθηκε στην πράξη ο κλάδος των αερομεταφορών . Η σημασία της απελευθέρωσης στο περιβάλλον είναι αμφιλεγόμενη .

Αρκετοί μελετητές υποστηρίζουν ότι η απελευθέρωση με τον άναρχο τρόπο δημιουργίας εταιρειών είχε αρνητική επίδραση στο περιβάλλον αλλά μένει να αποδειχτεί και με στοιχεία αν κάτι τέτοιο έχει συμβεί .

Κεφάλαιο τρίτο

Συμβολή των αερομεταφορών στην μεγέθυνση

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας στον εικοστό αιώνα και κυρίως στο δεύτερο μισό του αιώνα μετά δηλαδή τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο είναι ο κύριος προσδιοριστικός παράγοντας για την ραγδαία ανάπτυξη του κλάδου των μεταφορών .

Τεχνολογικές εξελίξεις υπήρξαν τόσο στο χώρο των Πλοίων αν αναλογιστούμε ότι φτιάσαμε σε τάνκερ πάνω από 1 εκατομμύριο τόνους με αυτόματους ηλεκτρονικούς πλοηγούς με χάραξη της πορείας από ηλεκτρονικό υπολογιστή , και παρακολούθηση από δορυφορικά συστήματα,

Σους σιδηροδρόμους όπου έχουμε πλέον δυνατότητα ταχύτητας πάνω από 400 χιλιόμετρα την ώρα

Κύρια όμως αιχμή της τεχνολογίας στον κλάδο των μεταφορών ήταν η αεροπορική τεχνολογία , με χαρακτηριστικά παραδείγματα το αεροπλάνο Boeing 747 (450-550 Θέσεων) και το Concorde της Airbus στον κλάδο των υπερηχητικών .

Στις αρχές του 21^{ου} αιώνα είχαμε την εμφάνιση των υπέρ-αεροπλάνων A-380 και Dreamliner τα οποία χαρακτηρίζονται και από τις πολύ καλές τους επιδόσεις στην κατανάλωση καυσίμου σε σχέση με το πραγματοποιούμενο μεταφορικό έργο .

Άλλοι προσδιοριστικοί παράγοντες της ανάπτυξης του κλάδου των μεταφορών ήταν η οικονομική ανάπτυξη όλων των χωρών μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο η ανάπτυξη του διεθνούς εμπορίου , Οι διακρατικές ολοκληρώσεις (δημιουργία διακρατικών οικονομικών

ενώσεων) , η αύξηση του πληθυσμού της Γής, Τέλος ειδικά στην ανάπτυξη του κλάδου των αερομεταφορών συνέβαλε και το φαινόμενο της μετανάστευσης κυρίως όπως το γνωρίσαμε μετά το 1991 και μετά την νομιμοποίηση των πρώτων μεταναστών οι οποίοι άρχισαν να επισκέπτονται τακτικά τις πατρίδες τους. Να σημειώσουμε εδώ ότι η μεγαλύτερη αύξηση στον χώρο των αερομεταφορών αναμένεται στην περιοχή της Ασίας λόγω της γρήγορης οικονομικής ανάπτυξης της Κίνας και της Ινδίας αλλά και λόγω της μετανάστευσης από μεγάλες πληθυσμιακά Ασιατικές χώρες .

Στην ελληνική οικονομία , η συμμετοχή των τεσσάρων συγκοινωνιακών μέσων στην διακίνηση επιβατών στην δεκαετία 1980-1990 ήταν

- 1) Με αεροσκάφος διακινείται το 1,7% των επιβατών εσωτερικού δικτύου και το 9,8% επιβατών του συνόλου των διακινούμενων επιβατών εσωτερικού εξωτερικού.
- 2) Με πλοίο το 11% και 12,1% αντίστοιχα
- 3) Με τον σιδηρόδρομο 6,1% και 5,7% αντίστοιχα
- 4) Με το λεωφορείο διακινείται το 81,2 και 72,3% αντίστοιχα.

Ειδικά στον τομέα του τουρισμού με Charter πτήσεις εισήλθε το 85% του τουρισμού , ενώ με πλοίο και κυρίως με κρουαζιερόπλοια εισήλθε το 15% του τουρισμού (Ι.Σ.ΛΑΙΝΟΣ 1995)

Για το έτος 2006 γνωρίζουμε ότι η πλειονότητα των τουριστικών μετακινήσεων (75%) πραγματοποιείται αεροπορικώς (Χριστοφάκης.Μ 2007 Στοιχεία ΥΜΕ 2006)

Στην Ελλάδα έχουμε ένα εκτεταμένο δίκτυο 40 αεροδρομίων Από τα οποία 27 είναι σε νησιά.

Από αυτά τα 5 μεγαλύτερα εξυπηρετούσαν το 85% της συνολικής κίνησης (Αθήνα Ηράκλειο Ρόδος Κέρκυρα (Χροστοφάκης 2007 σελ 73 και <http://www.saas.gr/Default.aspx?tabid=125&language=el-GR>)

Η αεροπορική κίνηση έφτασε τα 28 εκατομμύρια επιβάτες το έτος 1997 από 14 εκατομμύρια το 1978 και αναμένετε διπλασιασμός για την επόμενη δεκαετία κάπου μεταξύ 2006-2010 (<http://www.saas.gr/Default.aspx?tabid=125&language=el-GR>)

Παγκοσμίως το 1990 βρισκόντουσαν σε κυκλοφορία περίπου 8800 Αεροσκάφη τεχνολογίας jet με βάρος απογείωσης πάνω από 9 Τόνους και πάνω από 40 θέσεις επιβατών με μεταφορικό έργο πάνω από 1,7 τρισεκατομμύρια επιβατοχιλιόμετρα χωρίς να περιλαμβάνεται σε αυτόν τον υπολογισμό οι εσωτερικές πτήσεις της τότε Ε.Σ.Σ.Δ. για την οποία δεν υπήρχαν στοιχεία καθώς επίσης και οι πτήσεις που εκτελούνταν με εμβολοφόρα ή Turbo-prop Κινητήρες

Χαρακτηριστικά μόνο η British Airways μετέφερε πάνω από 25 εκατομμύρια επιβάτες με ένα στόλο 230 αεροσκαφών , Ενώ άμεσα απασχολούσε 46.000 εργαζομένους (David Banister and Kenneth Button 1993) με έσοδα 8 δισεκατομμύρια δολάρια .

Η Ολυμπιακή αεροπορία την ίδια εποχή (2000) μετέφερε 7 εκατομμύρια επιβάτες σε 80 προορισμούς 44 διεθνείς και 36 εσωτερικούς , και απασχολούσε 9000 άμεσα εργαζομένους με συνολικά έσοδα 310 δισεκατομμύρια δραχμές.

(<http://web.archive.org/web/20001119135800/http://www.olympic-airways.gr/>)

Μία έρευνα του SRI International του 1990 έδειξε ότι η οικονομική δραστηριότητα η σχετιζόμενη με την εμπορική αεροπορία πλησίαζε τα 75 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως παρέχοντας 2.5 εκατομμύρια θέσεις εργασίας . Η ετήσια αύξηση αριθμού επιβατών έφτανε στα 6% με 500.000.000 επιβάτες μόνο στην Ευρώπη. (Banister and Button 1993)

Σύμφωνα με την ετήσια Έκθεση του Συμβουλίου του ICAO για το 2009 , Μεταξύ Ιανουαρίου και Απριλίου 2008 οι Αφίξεις διεθνών τουριστών έφτασαν τα 924 εκατομμύρια παρουσιάζοντας αύξηση 2% σε σχέση με το ίδιο διάστημα του 2008 , Η μεγαλύτερη αύξηση σημειώθηκε στην μέση Ανατολή 11% , Στην Αφρική 5%, στην Αμερικανική ήπειρο 4%, Ασία και Ειρηνικός 2%, ενώ στην Ευρώπη 0.1% (http://www.icao.int/icaonet/dcs/9916/9916_en.pdf) (Στοιχεία του UNWTO). Να σημειώσουμε ότι σύμφωνα με την ίδια έρευνα ο αριθμός των διεθνών αφίξεων το 1999 ήταν περίπου 630 εκατομμύρια .

Το 2008 είχαμε στις 190 χώρες του ICAO 2.271 εκατομμύρια Επιβάτες και 41 εκατομμύρια τόνους φορτίου που μεταφέρθηκαν με εμπορικές αεροπορικές γραμμές συγκρινόμενους με 1562 εκατομμύρια επιβάτες του 1999 και 28 εκατομμύρια τόνους φορτίου

Table 1. World total revenue traffic — international and domestic (scheduled services of airlines of ICAO Contracting States, 1999–2008)

Year	Passengers		Passenger-km		Freight tonnes		Freight tonne-km performed		Mail tonne-km performed		Total tonne-km performed	
	Millions	Annual increase %	Millions	Annual increase %	Millions	Annual increase %	Millions	Annual increase %	Millions	Annual increase %	Millions	Annual increase %
1999	1 562	6.2	2 797 800	6.5	28.1	6.0	108 660	6.7	5 720	-0.7	370 420	6.3
2000	1 672	7.0	3 037 530	8.6	30.4	8.2	118 080	8.7	6 050	5.8	403 960	9.1
2001	1 640	-1.9	2 949 550	-2.9	28.8	-5.3	110 800	-6.2	5 310	-12.2	388 150	-3.9
2002	1 639	-0.1	2 964 530	0.5	31.4	9.0	119 840	8.2	4 570	-13.9	397 120	2.3
2003 ¹	1 691	3.2	3 019 100	1.8	33.5	6.7	125 760	4.9	4 530	-0.9	407 670	2.7
2004	1 888	11.6	3 445 300	14.1	36.7	9.6	139 040	10.6	4 580	1.1	458 910	12.6
2005	2 022	7.1	3 721 690	8.0	37.6	2.5	142 520	2.5	4 660	1.7	487 850	6.3
2006	2 124	5.0	3 938 770	5.8	39.8	5.9	151 230	6.1	4 530	-2.8	516 700	5.9
2007	2 281	7.4	4 228 330	7.4	41.8	5.0	158 280	4.7	4 500	-0.7	546 670	5.8
2008	2 271	-0.4	4 282 870	1.3	40.5	-3.1	156 310	-1.2	4 790	6.4	549 730	0.6

1. On 1 October 2002, the United States Department of Transportation implemented new air traffic data reporting rules which, inter alia, have affected the reporting of domestic all-cargo operations. Consequently, compared with 2002, the reported data for the United States for 2003 shows a significant shift of domestic freight traffic from non-scheduled operations to scheduled services with a corresponding impact on the world traffic shown above. It is estimated that if the traffic for United States carriers had been reported under the old rules, the increases for freight tonnes carried (6.7 per cent), freight tonne-kilometres (4.9 per cent) and total tonne-kilometres performed (2.7 per cent) would have been reduced to 2.4, 2.7 and 1.6 per cent, respectively.

Source.— ICAO Air Transport Reporting Form A plus ICAO estimates for non-reporting States.

Επιπτώσεις του κλάδου των αερομεταφορών

Οι επιπτώσεις του κλάδου των αερομεταφορών είναι

A) Θετικές επιπτώσεις

α) Βελτίωση της ποιότητας ζωής

β) αύξηση της απασχόλησης

B) Αρνητικές επιπτώσεις

α) καταστροφές στο περιβάλλον που οφείλονται

- Στον σχεδιασμό του μεταφορικού συστήματος με βάση την αλόγιστη χρήση του περιβάλλοντος

-Στην ρύπανση από την λειτουργία των μέσων μεταφοράς (καυσαέρια
-λύματα)

-Στην ηχορύπανση

β) Θάνατοι και υλικές καταστροφές από μεταφορικά ατυχήματα.

Κεφάλαιο 4^ο

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι βασικότερες εξελίξεις κυρίως τεχνολογικές οι οποίες σχετίζονται με την βελτίωση του περιβάλλοντος

A) Ο Υπολογιστής του Κέντρου βάρους στα αεροσκάφη

CENTER OF GRAVITY CONTROL COMPUTER

Από την έναρξη των αεροπορικών ταξιδιών είχε επισημανθεί η σπουδαιότητα του έλεγχου του κέντρου βάρους του αεροπλάνου. Συγκεκριμένα το κέντρο βάρους πρέπει να συμπίπτει με το θεωρητικό κέντρο βάρους του αεροσκάφους ώστε να μπορεί το αεροπλάνο να ταξιδεύει με ευστάθεια στην φάση του κανονικού δρομολογίου...

Πράγματι αν το κέντρο βάρους του αεροπλάνου βρίσκεται πιο μπροστά ή πιο πίσω από το θεωρητικό το οποίο βρίσκεται κάπου κοντά στο οπτικό κέντρο του αεροπλάνου, το αεροπλάνο θα έχει την τάση να ανεβαίνει σε ύψος ή να κατεβαίνει .

Μεγάλη σημασία δόθηκε από την έναρξη των εμπορικών πτήσεων στον τρόπο φόρτωσης του αεροσκάφους , ακόμα και στον τρόπο που κάθονταν οι επιβάτες στο αεροσκάφος.

Ακόμα και σήμερα αυτές οι παλιές δοκιμασμένες πρακτικές βρίσκονται σε ισχύ έστω και αν το αεροπλάνο μπορεί να ρυθμίζεται μόνο του με χρήση της υψηλής τεχνολογίας .

Έτσι υπάρχουν ακόμα πρακτικές φόρτωσης για ελαφρό φορτίο (όλα στην κεντρική αποθήκη) ή για μεγάλο φορτίο (1/3 μπροστά , 1/3 στο κέντρο , 1/3 στην πίσω αποθήκη)

Σε κάθε περίπτωση το κέντρο βάρους πρέπει να ρυθμιστεί ώστε το αεροπλάνο να βρίσκεται ευθυγραμμισμένο κατά την διάρκεια του ταξιδιού. Στα παλιά αεροπλάνα αυτό γινόταν με την μόνη δυνατή επιλογή που ήταν η ρύθμιση των επιφανειών του αεροπλάνου. Άλλες φορές σε

περίπτωση μεταφοράς ειδικού φορτίου ήταν πιθανόν να φορτωθεί έρμα στο αεροπλάνο προκειμένου να πετύχουμε την ζητούμενη ευστάθεια

Σε κάθε περίπτωση όμως υπήρχε μεγάλη επίπτωση στην κατανάλωση καυσίμου , πρόκειται δηλαδή για αναποτελεσματικές μεθόδους διαχείρισης του κέντρου βάρους

Πράγματι η μετακίνηση του πίσω οριζόντιου φτερού του αεροπλάνου μπορεί να ρυθμίσει τις δυνάμεις που ασκούνται σε ένα αεροπλάνο και κατά συνέπεια το κέντρο βάρους, ώστε αυτό να βρίσκεται σε οριζόντια θέση σε σχέση με την Γή, κατά την διάρκεια του ταξιδιού.

Όμως καθώς το πίσω φτερό φεύγει από την οριζόντια θέση , η αντίσταση του αεροπλάνου στον αέρα αυξάνεται με άμεσο αποτέλεσμα την μείωση της ταχύτητας του αεροσκάφους και την αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου προκειμένου το αεροπλάνο να συνεχίσει να βρίσκεται σε ευθεία οριζόντια θέση.

Η βελτίωση επήλθε με τον CGCC (Center of Gravity control Computer) ένα υπολογιστή ο οποίος ανέλαβε να σταθεροί το κέντρο βάρους του αεροσκάφους μια παρόμοια μέθοδο, με αυτήν που γνωρίζαμε ως μετακίνησης έρματος.

Σε κάθε αεροπλάνο υπάρχουν πάνω από μία δεξαμενές καυσίμου ,

Η μεγάλη κεντρική βρίσκεται συνήθως στα φτερά του αεροσκάφους και στον χώρο κάτω από τα φτερά στο κέντρο του αεροσκάφους.

Όμως μικρότερες δεξαμενές ανάλογα με τον τύπο του αεροσκάφους μπορούν να βρίσκονται στα πίσω φτερά ή και σε άλλα σημεία του αεροσκάφους π.χ. στο μπροστινό τμήμα .

Έτσι ο CGCC αναλαμβάνει να ρυθμίζει το κέντρο βάρους του αεροπλάνου , όχι πια μετακινώντας το πίσω οριζόντιο φτερό, αλλά μετακινώντας καύσιμο από την μία δεξαμενή του αεροσκάφους στην άλλη.

Αυτή η εργασία είναι μία συνεχής διαδικασία μια και το καύσιμο δεν παραμένει σταθερό αλλά καταναλώνετε κατά την διάρκεια της πτήσης με έναν συνεχή ρυθμό .

Επίσης κατά την διάρκεια της πτήσης μικρές μετακινήσεις θα συμβούν έτσι και αλλιώς μέσα στο αεροσκάφος .Τόσο οι επιβάτες όσο και το

πλήρωμα έχουν την δυνατότητα να μετακινούνται συνεχώς από θέση σε θέση . Την ίδια στιγμή αεροπορικό καύσιμο ρέει από την μια δεξαμενή στην άλλη με μοναδικό σκοπό την διατήρηση της οριζόντιας θέσης του αεροσκάφους χωρίς απόκλιση των αεροπορικών επιφανειών (φτερά)

Στην πραγματικότητα η ρύθμιση των φτερών εξακολουθεί να γίνεται από τους υπόλοιπους υπολογιστές πτήσης του αεροσκάφους, Η μετακίνηση καυσίμου ποτέ δεν μπορεί να γίνει τόσο γρήγορα όσο η μετακίνηση των επιφανειών . Σε κάθε περίπτωση η μέση απόκλιση είναι πια πολύ μικρότερη.

Το εγχειρίδιο πτήσεως του Airbus 340 απαιτεί όπως το αεροπλάνο φορτωθεί με 3% περισσότερο καύσιμο σε περίπτωση βλάβης στον CGCC Αυτό μας δείχνει και την οικονομία καυσίμου που επιτεύχθηκε με την συγκεκριμένη τεχνολογία.

Από πρώτη άποψη θα μπορούσε να εκτιμήσει κανείς ότι δεν πρόκειται για σπουδαία εξέλιξη

Όμως γνωρίζουμε ότι πολλές και διαφορετικές τεχνολογίες έχουν εφαρμοστεί στα αεροσκάφη με σκοπό την μείωση της κατανάλωσης .

Πολλές από αυτές έχουν εξαντλήσει πλέον την δυνατότητα περαιτέρω βελτίωσης ή έχουν ήδη φτάσει κοντά στα τεχνολογικά όρια .

Έτσι κάθε δυνατότητα που προστίθεται στις ήδη υπάρχουσες πρόκειται για μια σημαντική εξέλιξη

B) Πιστοποίηση ETOPS και τα οφέλη για το περιβάλλον.

Ως ETOPS (extended-range twin-engined Operational Performance Standards) χαρακτηρίζεται η πιστοποίηση που δίδεται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας σε αεροσκάφη που πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές. Η πιστοποίηση αυτή επιτρέπει σε δικινητήρια πολιτικά αεροσκάφη να πετάξουν σε διαδρομές των οποίων η απόκλιση από το πλησιέστερο αεροδρόμιο να είναι μεγαλύτερη από 60 λεπτά. Ο προϊσχύων περιορισμός αναφερόταν στο ενδεχόμενο παύσης λειτουργίας μιας εκ των δύο κυρίων μηχανών του αεροσκάφους, και στην ικανότητα του αεροσκάφους αυτού να φτάσει στο πλησιέστερο αεροδρόμιο. Η πιστοποίηση δίδεται στα αεροπλάνα τα οποία συμπληρώνουν συγκεκριμένο αριθμό ωρών πτήσης χωρίς κάποιος κινητήρας να σβήσει.

Η περιβαλλοντική σημαντικότητα της πιστοποίησης αυτής έγκειται στο γεγονός ότι πολλές αεροπορικές εταιρίες που διαθέτουν δικινητήρια αεροσκάφη, εκτελούν δρομολόγια με σημαντικά μεγάλη απόκλιση από τη συντομότερη διαδρομή, λόγω του περιορισμού των 60 λεπτών. Αυτό συμβαίνει συνήθως στις υπεριοκενικές, υπερηπειρωτικές, και υπερατλαντικές πτήσεις. Όπως θα διαπιστώσετε στον επόμενο χάρτη, η διαδρομή Λος Άντζελες-Τόκιο έχει πολλά νεκρά σημεία που δεν καλύπτονται από τον περιορισμό των 60λεπτών.



Με σκίαση οι περιοχές που δεν καλύπτονται από αεροδρόμιο προσβάσιμο σε λιγότερο από 60 λεπτά.

Πηγή: Great Circle Mapper

Με κόκκινο χρώμα αποτυπώνεται η πλησιέστερη διαδρομή. Η καμπυλότητά της οφείλεται στην καμπυλότητα της Γης. Ωστόσο, μια εταιρία με δικινητήριο αεροσκάφος μη πιστοποιημένο με ETOPS θα αναγκαστεί να ακολουθήσει πολύ μεγαλύτερη διαδρομή ώστε να βρίσκεται διαρκώς σε εντός μιας ώρας απόσταση από το πλησιέστερο αεροδρόμιο. Η διαδρομή αυτή καλύπτεται πλήρως από την πιστοποίηση ETOPS 180, όχι όμως και η διαδρομή Γιοχάνεσμπουργκ-Σύδνεϋ:



Πηγή: Great Circle Mapper

Είναι εύκολο να διαπιστώσουμε το οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος που μπορεί να προκύπτει ελλείψει της πιστοποίησης. Η πιο πρόσφατη εξέλιξη στην πιστοποίηση αυτή αναφέρεται στο μοντέλο A330 της Airbus το οποίο είναι και το πρώτο αεροσκάφος το οποίο πιστοποιήθηκε από την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Αεροπορικής Ασφάλειας (EASA-European Aviation Safety Agency) ως ETOPS-240. Αυτό επιτρέπει στις αεροπορικές εταιρίες κατόχους του συγκεκριμένου τύπου αεροσκάφους να ακολουθούν διαδρομές που έχουν μέχρι και τεσσάρων ωρών πτήσης απόκλιση από το πλησιέστερο αεροδρόμιο. Το γεγονός αυτό τους δίνει την δυνατότητα να εξυπηρετήσουν διαδρομές που μέχρι πρότινος ήταν αδύνατο βάσει της προϊσχύουσας πιστοποίησης (ETOPS-180). Ειδικότερα για το αεροσκάφος A330, κάποιες ενδεικτικές διαδρομές που είναι δυνατές πλέον είναι αυτές στο Νότιο Ατλαντικό (π.χ. Ρίο Ντε Τζανέιρο-Γιοχάνεσμπουργκ), Μέσο και Νότιο Ειρηνικό, καθώς και Μέσο Ινδικό (ο Νότιος Ινδικός απαιτεί μεγαλύτερης βαθμίδας πιστοποίησης).

Οι αεροπορικές εταιρίες με τη σειρά τους θα επωφεληθούν από τον νέο κανονισμό, από τη στιγμή που θα τους γίνει επιτρεπτό να δρομολογούν τα αεροσκάφη τους με μικρότερη απόκλιση από τη συντομότερη διαδρομή, αλλά

και με πιο φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο. Κάποιες εκτιμήσεις δείχνουν έως και 10% μείωση στην κατανάλωση καυσίμου και τις ανάλογες μειώσεις στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, αφού πλέον οι συγκεκριμένες διαδρομές είναι δυνατόν να εκτελούνται και από δικινητήρια και όχι μόνο τετρακινητήρια αεροσκάφη.

Πηγές:

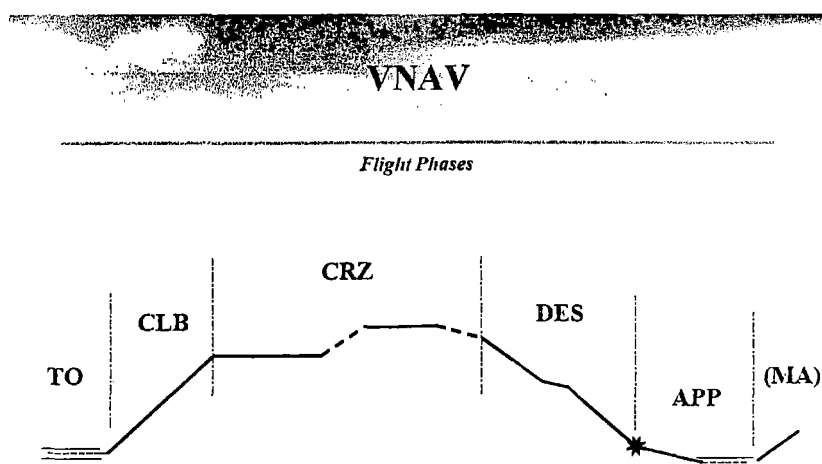
- http://www.eads.net/1024/en/pressdb/pressdb/20091113_airbus_a330_etops.html
- gc.kls2.com
- <http://en.wikipedia.org/wiki/ETOPS>
- www.faa.gov
- www.easa.europa.eu

Γ)Εξοικονόμηση καυσίμου με χρήση του Flight Management System (FMS)

Το Flight Management System -FMS εν συντομία- αποτελεί το θεμελιώδες σύστημα ελέγχου πλοήγησης του αεροσκάφους. Πρωτοεμφανίστηκε το 1979 όπου και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε δύο αεροσκάφη τύπου Boeing 737-200 και 727-200, και τα οφέλη για το περιβάλλον δεν άργησαν να φανούν: 3% εξοικονόμηση καυσίμου για το μεν 737, 4% για το δε 727.

Η λειτουργία του βασίζεται στην συνεχή ροή πληροφοριών από διάφορους αισθητήρες του αεροσκάφους, βάση των οποίων καθορίζεται η σχετική του θέση. Δεδομένης της θέσης καθώς επίσης και του σχεδίου πτήσεως, το FMS καθοδηγεί το αεροσκάφος με δύο τρόπους: Είτε μεταβιβάζοντας τις σχετικές πληροφορίες στον κυβερνήτη, και αυτός με τη θέση του προχωράει στους ανάλογους χειρισμούς, είτε μεταβιβάζοντάς τις ίδιες στον αυτόματο πιλότο, οπότε και οι αλλαγές στην πτήση είναι αμεσότερες.

Το σημαντικότερο, ωστόσο, υποσύστημα του FMS είναι το VNAV (Vertical Navigation). Εκτός από τον σχεδιασμό πτήσης επί χάρτιου, την οριζόντια διαδρομή εκείνη που θα ακολουθήσει το αεροσκάφος από την απογείωση μέχρι την προσγείωση, υπάρχει και εξειδικευμένος σχεδιασμός για κάθετη πλοήγηση. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να κάνουμε αναφορά στις φάσεις της πτήσης: απογείωση - άνοδος, πλεύση, κάθοδος, προσγείωση.



Miller Sam (2006), Flight Management Computer System Vertical Navigation aka VNAV

Το ύψος και ο ρυθμός μεταβολής του ύψους παίζει καθοριστικό ρόλο στην ποσότητα καυσίμου που καταναλώνει ένα αεροπλάνο όταν ιπταται. Ιδιαίτερως σημαντική είναι η κατανάλωση καυσίμου ανά μονάδα απόστασης κατά την απογείωση. Έπεται η κατανάλωση κατά την πλεύση, που είναι και το μεγαλύτερο κομμάτι της διαδρομής, ενώ τρίτη έρχεται η κάθοδος και τέλος η προσγείωση.

Πριν την απογείωση, για να μπορέσει το σύστημα VNAV να προβλέψει και να βελτιστοποιήσει την κάθετη διαδρομή είναι απαραίτητο να τροφοδοτηθεί με τις κατάλληλες πληροφορίες, όπως το απόβαρο του αεροπλάνου, το βάρος των καυσίμων, το κέντρο βαρύτητας, καθώς και το οριζόντιο σχέδιο πτήσης. Η χρήση του συστήματος μπορεί να είναι δύσκολη και κοστοβόρα, ωστόσο οι αεροπορικές εταιρίες και το περιβάλλον μπορούν ταυτόχρονα να επωφεληθούν από την δραστική μείωση καυσίμου σε όλες τις φάσεις τη πτήσης.

Ειδικότερα, κατά την απογείωση υπάρχει η δυνατότητα ευέλικτης "αναρρίχησης" με μειωμένη καταπόνηση των κινητήρων. Στη φάση της πλεύσης, η εξοικονόμηση καυσίμου γίνεται με ποικίλους τρόπους. Καθώς ένα αεροσκάφος καταναλώνει καύσιμα, γίνεται συνολικά ελαφρύτερο, και κατά συνέπεια μπορεί να αναρριχηθεί σε μεγαλύτερο ύψος, που θεωρείται και πιο οικονομικό. Το σύστημα υπολογίζει σε πραγματικό χρόνο την κατανάλωση καυσίμου, και προβαίνει στις ανάλογες μεταβολές ύψους ώστε να ελαχιστοποιείται η κατανάλωσή του. Παράλληλα χρησιμοποιεί έναν δείκτη κόστους, που λαμβάνει τις τιμές από 0 έως 999, όπου μηδέν είναι η μέγιστη εξοικονόμηση καυσίμου και 999 η μέγιστη ταχύτητα, χωρίς να λαμβάνει υπόψη την κατανάλωση. Το συγκεκριμένο υποσύστημα χρησιμοποιείται ευρέως κατά την πλεύση από τις αεροπορικές εταιρίες, ωστόσο είναι ελεύθερες να επιλέξουν την τιμή του δείκτη κόστους. Εδώ θα μπορούσαμε να σημειώσουμε ως ενδεχόμενη πρόταση πολιτικής την υποχρεωτική χρήση της τιμής μηδεν ή μιας μέγιστης τιμής ώστε να επιτυγχάνεται γενικότερη εξοικονόμηση, λαμβάνοντας όμως υπόψιν τις τυχόν αλλαγές στο ωρολόγιο πρόγραμμα των πτήσεων από τις πιο χρονοβόρες πτήσεις.

Όσον αφορά την κάθοδο, το σύστημα VNAV χρησιμοποιεί το υποσύστημα Κορυφή της Καθόδου - Top of Descent point (TOD). Ως κορυφή της καθόδου ορίζεται το σημείο αυτό της πτήσης όπου μια αποδοτική και άνετη κάθοδος μπορεί να αρχίσει μέχρι τη προσγείωση. Το σημείο αυτό υπολογίζεται

από το υποσύστημα ξεκινώντας από το σημείο προσγείωσης σχεδιάζοντας προς τα πίσω τη διαδρομή μέχρι την πλεύση, ενώ επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες: τύπος αεροσκάφους, μεικτό βάρος, αντιψυκτική λειτουργία (υψηλότερο 'ρελαντί', και τις εκάστοτε καιρικές συνθήκες. Η ιδανική κάθοδος γίνεται με τους κινητήρες σε κατάσταση "ρελαντί" (idle) και χαρακτηρίζεται ως 'πράσινη κάθοδος' καθώς ελαχιστοποιείται η κατανάλωση καυσίμου, η μόλυνση τόσο της ατμόσφαιρας, όσο και της ποιότητας αέρα του αεροδρομίου, καθώς και η ηχορρύπανση. Εδώ μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι σύμφωνα με τις τρέχουσες συνθήκες, ενώ τα περισσότερα πολιτικά αεροσκάφη έχουν τη δυνατότητα για 'πράσινη κάθοδο', τα περισσότερα συστήματα ελέγχου πτήσεως του Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας (Air Traffic Control) αδυνατούν να διαχειριστούν τις πολλαπλές προσεγγίσεις αεροσκαφών. Σε όλους μας έχει τύχει άλλωστε να κάνουμε έναν κύκλο πάνω από αεροδρόμιο πριν την προσγείωση, αποκλίνοντας από τη βέλτιστη προσέγγιση.

Βιβλιογραφία:

- http://en.wikipedia.org/wiki/Flight_management_system
- Brady Chris, 1999, The 737 Information Site - <http://www.b737.org.uk/>
- Miller Sam (2006), Flight Management Computer System Vertical Navigation aka VNAV, workshop presentation.

Βιοκαύσιμα: Η εναλλακτική λύση για τον οικολογικό εξορθολογισμό των αερομεταφορών.

A. Εισαγωγή

Ο κλάδος των αερομεταφορών μπορεί να είναι από τους πλέον κατακριτέους για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, ωστόσο οι τρέχουσες τεχνολογικές εξελίξεις μας επιτρέπουν να βλέπουμε μια διεύρυνση της προσπάθειας εξορθολογισμού του. Στην προσπάθεια περικοπών των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα εντάσσεται και η διεύρυνση της χρήσης βιοκαυσίμων, με τους περιορισμούς αλλά και τα πλεονεκτήματά της.

Τα εναλλακτικά καύσιμα, και ιδίως τα βιοκαύσιμα έχουν ταυτοποιηθεί ως δυνητικά υποκατάστατα, τα οποία και θα μπορούν να οδηγήσουν στην επίτευξη του στόχου της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Τα βιοκαύσιμα από βιομάζα όπως άλγη, το φυτό *jatropha*, και το φυτό *camelina* - το οποίο χρησιμοποιείται και ως τροφή ωδικών πιτηνών - μπορούν να μειώσουν το οικολογικό τους αποτύπωμα έως και 80% καθόλον τον κύκλο ζωής τους (παραγωγή - επεξεργασία - καύση). Επιπλέον έχουν πραγματοποιηθεί και τέσσερις σχετικές δοκιμαστικές πιθήσεις με χρήση βιοκαυσίμων, με στόχο να αποδείξουν την αποτελεσματικότητά τους, αλλά και την ωφελιμότητά τους για τον κλάδο. Αυτή τη στιγμή, τα βιοκαύσιμα βρίσκονται στο στάδιο της πιστοποίησης για την χρήση στις επιβατικές αερομεταφορές.

Εάν ο κλάδος των αερομεταφορών κατάφερε χρήση βιοκαυσίμων 6% έως το 2020, αυτό θα σήμαινε και ταυτόχρονη μείωση του οικολογικού του ίχνους κατά 5%. Επιπλέον, τα εναλλακτικά καύσιμα συμβάλλουν σε μεγαλύτερη ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια καυσίμων για τον κλάδο, και λειτουργούν ως προστασία απέναντι στη μεταβλητότητα των τιμών και της προσφοράς των συμβατικών καυσίμων.

B. Τρέχουσες εξελίξεις

Με την παραγωγή του συμβατικού πετρελαίου να πλησιάζει το μέγιστό της και τα περιβαλλοντικά ζητήματα να απασχολούν όλο και περισσότερο τον κλάδο των αερομεταφορών, γίνεται μια ευρύτερη προσπάθεια περιορισμού των

ρύπων, αύξησης της αποτελεσματικότητας και ανάπτυξης εναλλακτικών καυσίμων.

Η τελευταία σημαντική εξέλιξη στην προσπάθεια αυτή αποτελεί η πρώτη εμπορική πτήση με επιβάτες όπου χρησιμοποιήθηκε πιστοποιημένο εναλλακτικό καύσιμο: Λονδίνο-Ντόχα στις 12 Οκτωβρίου 2009. Του γεγονότος αυτού προηγήθηκε η πρώτη πιστοποίηση ημισυνθετικού αεροπορικού καυσίμου (ASTM D7566) η οποία και θα αποτελέσει μελλοντικά το πλαίσιο για την πιστοποίηση νέων βιοκαυσίμων καθώς αυτά αναπτύσσονται. Το συγκεκριμένο καύσιμο που πιστοποιήθηκε αποτελείται από μείγμα 50-50 κοινού αεροπορικού καυσίμου και συνθετικής παραφινικής κηροζίνης. Έκτοτε έχουν πραγματοποιηθεί τρεις επιτυχείς δοκιμές εν πτήσει από επιβατικές αερογραμμές. Τέλος, αναφέρουμε ενδεικτικά ότι ο στόχος που έχει τεθεί από την Διεθνή Αρχή Αερομεταφορών (IATA) είναι χρήση βιοκαυσίμου σε ποσοστό 10%.

Γ. Από τη βιομάζα στο βιοκαύσιμο

Θεωρώντας τη δυνατότητα παραγωγής βιομάζας δεδομένη, τον κλάδο θα τον ενδιέφερε μια αποτελεσματική μέθοδος παραγωγής βιοκαυσίμων ικανών να χρησιμοποιηθούν όχι μόνο στους κινητήρες των αεροσκαφών, αλλά σε όλων των ειδών τις μηχανές καύσης που εμπλέκονται άμεσα ή έμμεσα με τις αερομεταφορές. Στην προσπάθεια αυτή έχουν αναγνωρισθεί πέντε μέθοδοι οι οποίες και μελετώνται:

- Σύνθεση κηροζίνης με τη μέθοδο Fischer-Tropsch
- Σύνθεση Μεθανόλης
- Σύνθεση Εθανόλης
- Υδροξυγόνωση βιοελαίου
- Βιοχημική μετατροπή σε αιθανόλη.

Οι διάφορες μορφές βιομάζας που εξετάζονται αποτελούνται από διάφορες μορφές ξύλου, μαλακού και σκληρού, από αγροτικά κατάλοιπα, καλαμπόκι, στερεά απορρίμματα και τέλος καλλιέργειες "ενεργειακά αποδοτικών" φυτών.

Χρησιμοποιούνται τρεις μέθοδοι για την μέτρηση της αποδοτικότητας της διαδικασίας μετατροπής της βιομάζας σε βιοκαύσιμο. Πρώτον, ο λόγος μάζας

καυσίμου προς μάζα βιομάζας. Δεύτερον, ο ίδιο λόγος πολλαπλασιασμένος με τον λόγο του ενεργειακού περιεχομένου καυσίμου προς μάζα. Τέλος, η προηγούμενη μονάδα μέτρησης, προσθέτοντας στον παρονομαστή και την ποσότητα ενέργειας που δαπανήθηκε για την διαδικασία της μετατροπής.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η μέθοδος Fischer-Tropsch είναι η πλέον αποτελεσματική μέθοδος στην παραγωγή βιοκαυσίμων, και φτάνει το 75-80%, ξεπερνώντας την απόδοση του φυσικού αερίου. Παράλληλα, η πηγή της βιομάζας δεν δίνει πολύ διαφορετικά αποτελέσματα στην παραγωγή βιοκαυσίμου, εκτός από τα στερεά απορρίμματα.

Δ. Βιωσιμότητα και Περιβάλλον

Εκτός από την ικανοποίηση κριτηρίων πιητικής επάρκειας των βιοκαυσίμων, απαιτείται τα καύσιμα αυτά να είναι συμβατά και με μια σειρά κριτηρίων βιωσιμότητας. Αν και ακούγεται κάπως παράδοξο, δηλαδή εάν τα βιοκαύσιμα είναι λιγότερο βιώσιμα από τα εξόρυκτα, εντούτοις θα διαπιστώσουμε στη συνέχεια ότι ανακλύπει πληθώρα ζητημάτων. Τα κριτήρια βιωσιμότητας καλύπτουν όλο το φάσμα περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων από την παραγωγή έως τη χρήση των βιοκαυσίμων. Παραδειγματικά θα μπορούσαμε να αναφερθούμε στον πιθανό ανταγωνισμό με την παραγωγή τροφίμων, δεδομένων των καλλιεργητικών εκτάσεων, καθώς και στην ανάλυση της εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διαδικασία παραγωγής, επεξεργασίας και καύσης.

Στην πορεία δημιουργίας μιας λίστας κριτηρίων βιωσιμότητας των βιοκαυσίμων έχει δημιουργηθεί η Στρογγυλή Τράπεζα για τα Βιώσιμα Βιοκαύσιμα (Roundtable on Sustainable Biofuels). Είναι μια παγκόσμια πρωτοβουλία που συγκεντρώνει πάσης φύσεως ενδιαφερόμενους για τον κλάδο αυτό, από αγρότες, παραγωγούς βιοκαυσίμων έως κυβερνήσεις, ΜΚΟ και αεροπορικές εταιρίες. Η τρέχουσα έκδοση του καταλόγου βιώσιμων αρχών και κριτηρίων για τα βιοκαύσιμα είναι η 0,5 ενώ αναμένεται η πρώτη έκδοση μέσα στο 2010. Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε συνοπτικά τα κριτήρια αυτά.

α. Νομιμότητα

Η παραγωγή βιοκαυσίμων θα πρέπει να υπόκειται στους διεθνείς, εθνικούς και ειδικούς κανονισμούς. Ως διεθνείς αναφέρουμε ενδεικτικά την Διακήρυξη των Ανθρωπίνων Δικαιωμάτων, την Βιοποικιλότητα κλπ. Ως εθνικούς θα μπορούσαμε να πούμε το κατά χώρα οικονομικό δίκαιο, και ως ειδικούς, τα κριτήρια βιωσιμότητας καθαυτά.

β. Προγραμματισμός, έλεγχος και συμβουλευτική

Οι επιχειρήσεις βιώσιμων βιοκαυσίμων θα πρέπει να έχουν σαφές πρόγραμμα, να ενσαρκώνονται και να βελτιώνονται διαρκώς μέσα από συγκεκριμένες διαδικασίες αξιολόγησης, από τις οποίες αναλύεται και η οικονομική βιωσιμότητα των επιχειρήσεων αυτών.

γ. Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου

Τα βιοκαύσιμα θα πρέπει να συμβάλλουν στον περιορισμό των κλιματικών αλλαγών μέσα από τον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου καθόλο τον κύκλο ζωής τους συγκριτικά με τα παραδοσιακά καύσιμα. Εδώ στόχος είναι η δημιουργία μιας τυποποιημένης μεθοδολογίας για την σύγκριση των διαφόρων μορφών βιοκαυσίμων και της ωφελιμότητάς τους για το περιβάλλον.

δ. Ανθρώπινα και εργατικά δικαιώματα

Η παραγωγή βιοκαυσίμων δεν θα πρέπει να παραβιάζει τα ανθρώπινα δικαιώματα ή τα δικαιώματα των εργαζομένων. Επιπλέον θα πρέπει να επιβραβεύει την παραγωγική εργασία καθώς και να μεριμνά για την ευημερία τους. Εδώ το ζήτημα της ισότητας δεν θα μπορούσε παρά να θεωρείται δεδομένο. Η αρχή αυτή προσπαθεί να θίξει το ζήτημα της άνομης αγροτικής και βιομηχανικής εργασίας που θα μπορούσε δυνητικά να εμφανιστεί στον κλάδο της παραγωγής βιοκαυσίμων.

ε. Τοπική και κοινωνική ανάπτυξη

Στις περιοχές που επικρατεί φτώχεια, η παραγωγή βιοκαυσίμων θα πρέπει να συμβάλλει στην κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη των τοπικών, ιθαγενών και επαρχιακών πληθυσμών και κοινοτήτων. Σύμφωνα με αυτή την αρχή στοιχειοθετείται μεθοδολογία καταγραφής και ταυτοποίησης των περιοχών φτώχειας, ενώ ταυτόχρονα χρησιμοποιούνται δείκτες φτώχειας, ανθρώπινης

ανάπτυξης και άλλα εργαλεία που στόχο έχουν να μετρήσουν την επίδραση των δραστηριοτήτων παραγωγής βιοκαυσίμων στις τοπικές κοινότητες.

στ. Ασφάλεια τροφίμων

Σύμφωνα με αυτή την αρχή η παραγωγή βιοκαυσίμων πρέπει να διασφαλίζει την επαρκή προσφορά τροφίμων καθώς και να αυξάνει την ασφάλειά τους σε περιοχές αμφισβητούμενης ποιότητας. Ειδικότερα εδώ δίνεται βάση σε περιοχές με μειωμένη πρόσβαση σε τρόφιμα και όπου τα τρόφιμα ανταλλάσσονται τοπικά. Η υποκατάσταση των καλλιεργειών τροφίμων με καλλιέργειες βιομάζας πρέπει να γίνεται με προγραμματισμό και ex ante καταγραφή των πιθανών κινδύνων. Επιπλέον, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στις μακροοικονομικές επιπτώσεις των τιμών των τροφίμων που μπορεί να έχει η αυξανόμενη ζήτηση για βιοκαύσιμα. Μια σχετική έρευνα του Παγκόσμιου Νομισματικού Ταμείου (IMF) στα τέλη του 2007 είχε χαρακτηρίσει το συγκεκριμένο ζήτημα ως "δίλημμα των βιοκαυσίμων", και ήταν προφητικό ως προς το τι επρόκειτο να επακολουθήσει την επόμενη χρονιά.

ζ. βιοποικιλότητα - έδαφος - νερό - αέρας

Η Στρογγυλή Τράπεζα για την Βιωσιμότητα των Βιοκαυσίμων προβλέπει και ειδικές αρχές που έχουν ως στόχο την εξασφάλιση της βιοποικιλότητας, των οικοσυστημάτων και των περιοχών υψηλής περιβαλλοντικής αξίας (π.χ. NATURA). Επιπλέον μεριμνά για την προστασία της ποιότητας του εδάφους από την υποβάθμιση, για την ποιότητα και την ποσοτική επάρκεια των υδάτων-επιφανειακών και υπόγειων, καθώς και για την ελαχιστοποίηση της ρύπανσης του αέρα καθόλη την εφοδιαστική αλυσίδα της παραγωγής βιοκαυσίμων.

η. Χρήση τεχνολογίας, εισροών και διαχείριση απορριμμάτων.

Εδώ στόχος είναι η μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας παραγωγής των βιοκαυσίμων με κατάλληλη χρήση των μεθόδων που είδαμε σε προηγούμενο σημείο. Επιπλέον στόχος είναι η μεγιστοποίηση της κοινωνικής και περιβαλλοντικής απόδοσης. Τέλος, πρέπει να ελαχιστοποιούνται οι κίνδυνοι για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

θ. Ιδιοκτησιακά δικαιώματα

Ξεχωριστή νομική μνεία γίνεται για τον σεβασμό των ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων και των δικαιωμάτων χρήσης.

Στην προσπάθεια να συγκρίνουμε και να αξιολογήσουμε την πληθώρα εναλλακτικών βιοκαυσίμων πρέπει να αναλύσουμε την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου στη διάρκεια του κύκλου ζωής του. Στόχος είναι η συμφωνία μιας καθολικά αποδεκτής μεθοδολογίας. Μέχρι στιγμής έχουν αναπτυχθεί διάφορες μεθοδολογίες από κυβερνήσεις, ΜΚΟ, Αεροπορικές εταιρίες, εταιρίες βιοενέργειας και διεθνείς οργανισμούς. Από αυτές, πολύ λίγες μπορούν να εφαρμοστούν στην αεροπορία, και ακόμα λιγότερες συμπεριλαμβάνουν άμεσα τον αεροπορικό κλάδο στην ανάλυσή τους. Εδώ μελλοντικός στόχος είναι η δημιουργία ενός εναρμονισμένου πλαισίου ανάλυσης των αερίων του θερμοκηπίου που θα είναι εφαρμοστέο και από τον αεροπορικό κλάδο, ενώ ταυτόχρονα θα είναι αποδοτικό, συμβατό, αξιόπιστο και θα επιτρέπει διεθνείς συγκρίσεις.

Ε. Πιστοποίηση αεροπορικού καυσίμου

Όπως είδαμε και σε προηγούμενο κομμάτι, εγκρίθηκε η πρώτη πιστοποίηση ημισυνθετικού αεροπορικού τύπου καυσίμου. Έχει τίτλο ASTM D7566 "Τυπική Πιστοποίηση για Αεροπορικό Καύσιμο Εμπεριέχον Συνθετικούς Υδρογονάνθρακες" (Standard Specification for Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons). Η εξέλιξη αυτή θα αποτελέσει σημείο αναφοράς για την διεύρυνση της χρήσης βιοκαυσίμων στον αεροπορικό κλάδο, καθώς θα χρησιμοποιηθεί από τις εταιρίες κατασκευής αεροσκαφών και κινητήρων, και τις Υπηρεσίες Πολιτικής Αεροπορίας που θα καθορίσουν τους κανόνες για την χρήση των καυσίμων αυτών σε πολιτικά αεροσκάφη. Η ίδια πιστοποίηση θα αποτελέσει κανόνα για τις εταιρίες παραγωγής αεροπορικών καυσίμων που με τη σειρά τους θα τυποποιήσουν και θα ελέγχουν τις ιδιότητες και την ποιότητα των αεροπορικών καυσίμων καθώς αυτό θα κινείται κατά μήκος του συστήματος διανομής. Ουσιαστικά πρόκειται για μια σύζευξη της αεροπορικής κοινότητας που διέπεται από αυστηρούς κανονισμούς και των υποδομών προσφοράς καυσίμων υψηλής απόδοσης.

Η πιστοποίηση αεροπορικού καυσίμου χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των ιδιοτήτων απόδοσης του καυσίμου αυτού. Αυτό επιτρέπει τον συστηματικό έλεγχο του καυσίμου ώστε να είναι συμβατό με την πιστοποίηση καθόλη τη

διάρκεια της πορείας του από την παραγωγή έως και το τελικό του προορισμό, το αεροπλάνο. Στην πορεία αυτή το αεροπορικό καύσιμο υπόκειται σε συνεχείς μεταφορές και αλλαγές ιδιοκτησίας. Επομένως είναι προφανές ότι όλοι οι εμπλεκόμενοι στο συγκεκριμένο κομμάτι εισροών πρέπει να πραγματοποιούν συνεχείς ελέγχους. Από τον παραγωγό που πρέπει να φτιάξει το καύσιμο με συγκεκριμένες ιδιότητες, τον διανομέα που πρέπει να πιστοποιήσει ότι το καύσιμο παραδίδεται με τους κατάλληλους ελέγχους, και τον σχεδιαστή κινητήρων που εγγυάται ότι η μηχανή που θα φτιάξει μπορεί να λειτουργήσει με το συγκεκριμένο τύπο καυσίμου. Τέλος, η αεροπορική εταιρία που θα πρέπει να είναι βέβαια ότι πριν την αναχώρηση το αεροπλάνο εφοδιάστηκε με τον κατάλληλο τύπο καυσίμου.

Η πιστοποίηση D7566 έχει σχεδιαστεί με στόχο να αποτελεί πλαίσιο αποδοχής εναλλακτικών καυσίμων καθώς αυτά αναπτύσσονται και κρίνονται επαρκή. Έχει δομηθεί ώστε να ενσωματώνει τα βιοκαύσιμα ως συστατικά μείγματος με συμβατικά καύσιμα σε συγκεκριμένες αναλογίες. Το κυρίως μέρος της πιστοποίησης καθορίζει κριτήρια για το μείγμα, καθώς επίσης και για τα συστατικά του μείγματος. Νέα είδη βιοκαυσίμων θα προστίθενται στην πιστοποίηση σε ξεχωριστά κεφάλαια, καθώς αυτά θα ικανοποιούν τα κριτήρια. Το αποτέλεσμα είναι ιδιαίτερα αισιόδοξο καθώς αφού τα μείγματα θα έχουν πιστοποιηθεί ως D7566, θα μπορούν να επανασχεδιαστούν ώστε να πιστοποιηθούν και ως συμβατικά καύσιμα με στόχο την ολοκληρωμένη χρήση τους στις αερομεταφορές.

ΣΤ. Πρόγραμμα Πτητικών και Μηχανικών Ελέγχων

Μετά την απόλυτη επιτυχία της πτήσης με βιοκαύσιμα της εταιρίας Virgin Atlantic Airways με αεροσκάφος τύπου 747-400 το Φεβρουάριο του 2008 (χρήση βιοκαυσίμων σε έναν από τους 4 κινητήρες), έχει γίνει σημαντική πρόοδος στην έρευνα για εξεύρεση κατάλληλης βιομάζας και μεθόδων παραγωγής για την αποδοτική παραγωγή συνθετικής παραφινικής κηροζίνης

(SPK). Όπως είδαμε προηγουμένως το βιοκαύσιμο αυτό χρησιμοποιείται σε μείγμα 50-50 με συμβατικό αεροπορικό καύσιμο τύπου Jet A ή Jet A-1. Μια ομάδα εταιριών του κλάδου αποτελούμενη από τις Boeing, Air New Zealand, Continental Airlines, Japan Airlines, General Electric Aviation, CFM International, Pratt & Whitney, Rolls-Royce και Honeywell's UOP κατέχει ενεργό δράση στην ανάπτυξη καυσίμου που θα εξυπηρετεί το στόχο της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα του αεροπορικού κλάδου.

Στη συνέχεια θα προσπαθήσουμε να περιγράψουμε την πρόοδο στη χρήση βιοκαυσίμων που παρήχθησαν με βιώσιμο και φυσικό τρόπο, και ελέγχθηκαν σε επιβατηγά αεροσκάφη με τη μορφή 50% bio-SPK μείγματος.



Πηγή: IATA: Report on Alternative Fuels, 2009 p.37

Το βιώσιμο εναλλακτικό καύσιμο ορίζεται ως το καύσιμο που δεν έχει αρνητικές περιβαλλοντικές οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Εκτός από τις χαμηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, τα βιοκαύσιμα δεν θα πρέπει να ανταγωνίζονται με τα τρόφιμα, με τη παροχή φρέσκου νερού, και η καλλιέργειά τους δεν θα πρέπει να προέρχεται από εδάφη που προέρχονται από αποψίλωση δασών. Επιπλέον θα πρέπει να παρέχουν κοινωνικοοικονομική προστιθέμενη αξία στις τοπικές κοινότητες. Τα βιοκαύσιμα που ικανοποιούν αυτά τα κριτήρια βιωσιμότητας είναι τα φυτά *jatropha*, *camelina* και τα άλγη, και όχι το καλαμπόκι ή η σόγια που χρησιμοποιούνται προς το παρόν στην παραγωγή αιθανόλης και βιοντίζελ. Στο πρόγραμμα πτητικών και μηχανικών ελέγχων των προαναφερθέντων εταιριών χρησιμοποιήθηκε βιοκαύσιμο προερχόμενο από αυτά τα φυτά.

	Petroleum Jet	Camelina bio-SPK
Cultivation, raw material acquisition	6.41	4.44
Processing		
Oil production	0.00	1.90
Fuel production	5.72	6.85
Transportation	2.23	0.56
Net combustion	73.65	0.00
Total	88.01	13.75
Savings (%)	-	84.38%

Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια κύκλου ζωής. Σύγκριση Jet A-1 συμβατικού καυσίμου με bio-SPK παραχθέν από το φυτό Camelina.

Πηγή: IATA: *Report on Alternative Fuels*, 2009 p.39

Ενδεικτικά για τη σημαντικότητα της έρευνας των βιοκαυσίμων αναφέρουμε την μειωμένη παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου κατά 84% στο κύκλο ζωής του καυσίμου συγκριτικά με τα συμβατικά καύσιμα. Χρησιμοποιήθηκαν 45 τόνοι βιοκαύσιμο από *Jatropha*, 4 τόνοι από άγλη και 19 τόνοι από *Camelina*. Το τελευταίο παράγεται σε εναλλασσόμενη καλλιέργεια με σιτάρι, ενώ αν δεν καλλιεργούνταν, θα ήταν υποχρεωτική η αγρανάπαυση, και χρησιμοποιούνται τα ίδια μηχανήματα για τη σπορά και την συγκομιδή. Κάτι τέτοιο καθιστά το φυτό *camelina* εξαιρετικά βιώσιμο, τόσο οικονομικά όσο και περιβαλλοντικά.

Στους μηχανικούς ελέγχους επί εδάφους που έγιναν συλλέχθηκαν όλα τα απαραίτητα δεδομένα για την πιητική επάρκεια των βιοκαυσίμων. Οι έλεγχοι υπερέβησαν κατά πολύ τις διαδικασίες του κανονισμού πιστοποίησης, ενώ καταμετρήθηκε η απόδοση, η λειτουργικότητα, οι εκπομπές καυσαερίων καθώς και ο έλεγχος του εξοπλισμού για φθορές μετά τον έλεγχο καυσίμων.

Μετέπειτα πραγματοποιήθηκαν τρεις πιητικοί έλεγχοι με επιβατικά αεροσκάφη τέλος του 2008 και το 2009. Στον πίνακα που ακολουθεί βλέπουμε συνοπτικά την εταιρία που πραγματοποίησε τον έλεγχο, το αεροσκάφος, τους κινητήρες, τη βιομάζα που χρησιμοποιήθηκε για τη παραγωγή βιοκαυσίμου, τη παραγωγό εταιρία βιοκαυσίμου, τους ελέγχους που έγιναν και τα αποτελέσματα.

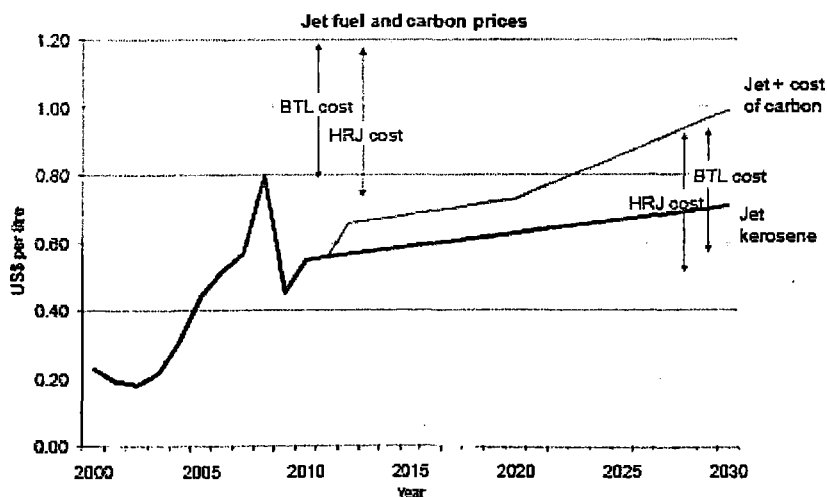
Airline	Air New Zealand	Continental Airlines	Japan Airlines
Aircraft	Boeing 747-400	Boeing 737-800	Boeing 747-300
Engine	Rolls-Royce RB211-524G2-T	CFM International CFM56-7B	Pratt & Whitney JT9D-7R4G2
Plant Feedstock	50% jatropha	47.5% jatropha, 2.5% algae	42% camelina, 8% jatropha and algae
Fuel Provider for Test Flight	UOP	UOP	Nikki Universal/UOP
Flight Date	30 December 2008	7 January 2009	30 January 2009
Highlights of Engine Tests/ Ground Run Results	Sea level static steady state performance to compare fuel flow with heat of combustion. Accels and decels to compare transient operability characteristics.	Sea level static steady state calibrations and accels and decels to obtain engine performance, transient operability and emissions data for various blend percentages	Sea level static steady state performance, accels and decels to obtain engine operability and emissions data on Neste Oil provided paraffins (for ground engine test only).
Flight Test Summary and Objectives	Climb to FL 350, Mach 0.84 accels and decels, engine windmill restarts, starter-assisted engine relights, simulated missed approach, suction feed test	Climb to FL390, Mach 0.78, accels and decels, engine windmill restarts, starter-assisted engine relights, simulated missed approach, suction feed test	Climb to FL390, Mach 0.80, accels and decels, engine windmill restart, suction feed test. It was the only hydro-mechanical engine fuel control used for this series of flight tests.

Πηγή: IATA: Report on Alternative Fuels, 2009 p.38

Οι έλεγχοι στέφθηκαν με απόλυτη επιτυχία, και το μέλλον των βιοκαυσίμων και ειδικότερα του 50% bio-SPK κρίνεται ιδιαίτερα ευοίωνα.

Z. Οικονομικά

Στόχος μας σε αυτό το κομμάτι είναι να ερευνήσουμε την οικονομική βιωσιμότητα των βιοκαυσίμων. Το κατά πόσο δηλαδή τα βιοκαύσιμα θα έχουν κόστος ανταγωνιστικό με τα παραδοσιακά καύσιμα και κατά πόσο θα χρειάζεται ή όχι η κρατική παρέμβαση στη προσπάθεια διεύρυνσης της χρήσης βιοκαυσίμων.



στα πρώτα στάδια ανάπτυξης. Η μελέτη του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης προτείνει τις εξής μεθόδους κρατικής παρέμβασης:

- Δημοσιονομικά κίνητρα όπως μείωση των φόρων βιοκαυσίμων και μείωση των φόρων στις επενδύσεις του κλάδου
- Κάλυψη κεφαλαίου για προγράμματα επίδειξης
- Εγγυημένες τιμές αγοράς των βιοκαυσίμων
- Ρυθμίσεις για ποσοστό χρήσης βιοκαυσίμου
- Εμπόριο των ποσοστών χρήσης στην αγορά
- Χρήση των βιοκαυσίμων από το δημόσιο, π.χ. στην πολεμική αεροπορία
- Επιδότηση διασύνδεσης παραγωγών βιοκαυσίμων με την αγορά
- Παροχή εγγυήσεων

Συνοπτικά μπορούμε να πούμε ότι το πρόβλημα ανάγεται στο ευρύτερο πρόβλημα των θεσμικών οικονομικών και την παρουσία ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων. Τα ίδια τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα, και ειδικότερα τα δικαιώματα ευρεσιτεχνίας αποτελούν τα κίνητρα για την έρευνα και την τεχνολογική ανάπτυξη. Ωστόσο δημιουργούν ταυτόχρονα και ασυμμετρίες στην αγορά με τη μορφή μονοπωλίων, που καθιστούν την διάδοση των νέων τεχνολογιών δύσκολη. Εν προκειμένω όμως, όταν πρόκειται για ζήτημα που αφορά άμεσα τη βιώσιμη ανάπτυξη στις αερομεταφορές και στο μέλλον του κλάδου γενικότερα, θα είναι αναγκαία η κρατική παρέμβαση για την ρύθμιση του κόστους των νέων τεχνολογιών και την ταχύτερη διάδοσή τους (και παράδοσή τους) στον ανταγωνισμό.

Βιβλιογραφία

- <http://medgreece.gr> αναζήτηση "jatropha"
- http://www.airlines.org/news/releases/2009/news_12-15-09.htm
- <http://cgse.epfl.ch/page65660-en.html>

Στο διάγραμμα αυτό απεικονίζονται οι ιστορικές τιμές της κηροζίνης ανά λίτρο καθώς και οι προβλέψεις τους έως το 2030. Με κόκκινη γραμμή αποτυπώνεται συνολικά το κόστος της κηροζίνης καθώς και των εξωτερικότητων που παράγει ως κόστος άνθρακα. Οι κάθετες γραμμές μας δίνουν μια ιδέα για το κόστος παραγωγής βιοκαυσίμων με δύο διαφορετικές μεθόδους, τις BTL και HRJ. Τα βιοκαύσιμα προβλέπεται να μην παράγουν συγκριτικό πλεονέκτημα πριν το 2025 εν προκειμένω.

Ωστόσο το κόστος των αεροπορικών βιοκαυσίμων δεν προβλέπεται να μειωθεί χωρίς εξωτερικές επιδράσεις. Η υποτιθέμενη μείωση της τιμής των βιοκαυσίμων που είδαμε πριν, βασίζεται στην υπόθεση ότι η μείωση θα ακολουθήσει την ίδια πορεία με άλλα ανανεώσιμα καύσιμα όπως η αιθανόλη, ή όπως το κόστος παραγωγής ενέργειας από τον άνεμο. Αυτό μπορεί μόνο να επιτευχθεί εάν δημιουργηθούν οικονομίες κλίμακας και μάθησης, μέσω ευρείας έκτασης επενδύσεων στην παραγωγή βιοκαυσίμων καθώς και στην έρευνα και ανάπτυξή τους. Προς το παρόν, η επέκταση της χρήσης των βιοκαυσίμων στην αεροπορία προϋποθέτει την κρατική στήριξη.

Τα εναλλακτικά σενάρια που αποτυπώνουν προβλέψεις για την επέκταση της χρήσης των βιοκαυσίμων στις αερομεταφορές δείχνουν ότι θα χρειαστεί αρκετός χρόνος ώστε η τεχνολογική μετάβαση να είναι βιώσιμη και η παραγωγική δυνατότητα αναβαθμισμένη. Κοινός παρονομαστής φαίνεται να είναι ότι σημαντικές εμπορικές ποσότητες δεν θα μπορούν να είναι διαθέσιμες στην αγορά πριν το 2020, ενώ η πλήρης αντικατάσταση της εξόρυκτης κηροζίνης με βιοκηροζίνη θα λάβει χώρα στην καλύτερα των περιπτώσεων μετά το 2035. Τα σενάρια αυτά υιοθετούν μόνο τις ενδογενείς συνιστώσες ενώ δεν είναι απίθανο να εμφανιστούν στην ιστορική πορεία κάποιες τεχνολογίες που θα αλλάξουν ριζικά την εικόνα των προβλέψεών τους.

Η μεγαλύτερη πρόκληση νέων τεχνολογιών όπως τα αεροπορικά βιοκαύσιμα είναι η μετακίνηση της παραγωγής από το χημείο στο εργοστάσιο. Ωστόσο η μετάβαση αυτή στα πλαίσια της ελεύθερης αγοράς μπορεί να χαρακτηριστεί από ατέλειες όπως ασύμμετρη πληροφόρηση μεταξύ των παραγωγών εταιριών καθώς και από αβεβαιότητα. Σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι η κρατική παρέμβαση είναι απαραίτητη, τουλάχιστον

- <http://www.imf.org/external/pubs/ft/survey/so/2007/RES1017A.htm>
- Working Party on Agricultural Policies and Markets, November 2005, 'Supportive Study for the OECD on Alternative Developments in Biofuel Production across the World', OECD Paris.
- *IATA: Report on Alternative Fuels, 2009*

E) INERTIAL NAVIGATION SYSTEM, ΚΑΙ GPS NAVIGATION SYSTEM

Η τεχνολογία του INS ξεκίνησε από την δεκαετία του 1950 και χρησιμοποιήθηκε αρχικά σε πυραύλους.

Από την δεκαετία του 70 άρχισε να αναπτύσσεται η τεχνολογία και να ενσωματώνεται σε αεροσκάφη

Χοντρικά η μεγάλη χρήση του συστήματος ξεκίνησε την δεκαετία του 1980 όταν οι μεγάλες αεροπορικές κατασκευαστικές εταιρείες υιοθέτησαν το σύστημα μετά και από τις αναγκαίες αλλαγές των αεροπορικών κατασκευών .

Βασικά ένα INS είναι ένα σύστημα που μας προσδιορίζει την θέση στην οποία βρίσκεται το αεροπλάνο χωρίς καμία αναφορά από το έδαφος

Η τεχνολογία στηρίζεται σε γυροσκόπια ή επιτάχυνση-μετρητές και στα ανάλογα υπολογιστικά κυκλώματα τα οποία υπολογίζουν το ολοκλήρωμα των επιταχύνσεων που έχουν καταμετρηθεί στους τρεις άξονες του αεροσκάφους ανά πάσα χρονική στιγμή .

Μία σύντομη μαθηματική αναφορά στο ότι το ολοκλήρωμα της επιτάχυνσης είναι η ταχύτητα ενώ δεύτερο ολοκλήρωμα της επιτάχυνσης είναι η διανυθείσα απόσταση

Έτσι το INS ήδη από την δεκαετία του 80 επέτρεψε στα αεροσκάφη να αποσυνδέσουν τις διαδρομές τους από τους ραδιοφάρους εδάφους .

Μέχρι τότε για παράδειγμα μία διαδρομή από την Αθήνα στην Θεσσαλονίκη έπρεπε να στηριχτεί σε ραδιοφάρους .

Υπήρχε ένας ραδιοφάρος στην νότια Εύβοια ένας στην Σκιάθο , ένας στην Λήμνο , ένας στην Θάσο και ένας στην Θεσσαλονίκη .

Έτσι η διαδρομή ήταν Αθήνα Εύβοια- Σκιάθος-Λήμνος –Θάσος – Θεσσαλονίκη

Το INS επέτρεψε μία διαδρομή βασισμένη σε απλά γεωγραφικά σημεία τα οποία δεν είχαν ραδιοφάρο .

Έτσι και αν ακόμα η διαδρομή δεν μπορούσε να γίνει σε μία λογική μεγίστου κύκλου , μπορούσαμε να χαράξουμε κατάλληλους αεροδιαδρόμους με μεγαλύτερη ευκολία .

Υπήρχε ακόμα μια δυσκολία , Οι τοπικές αρχές ελέγχου δεν είχαν την τεχνολογία ώστε να επιτρέψουν απευθείας πτήσεις αλλά επιδείκνυαν επιμονή στο να ακολουθηθούν συγκεκριμένοι αεροδιάδρομοι, Ακόμα και σήμερα η λογική του αεροδιαδρόμου παραμένει για λόγους ασφάλειας και παρακολούθησης των αεροσκαφών . Όμως οι αεροδιάδρομοι σήμερα είναι πολλοί περισσότεροι με αποτέλεσμα την συντόμευση των διαδρομών.

Οι αεροπορικές εταιρίες χρησιμοποιούν τρία συστήματα INS σε κάθε αεροσκάφος και υπολογίζουν τον μέσο όρο των ενδείξεων για να πετυχαίνουν ακόμα μεγαλύτερη ακρίβεια , από αυτήν που θα παρείχε ένα και μόνο σύστημα

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο τα αεροπλάνα εξοπλίζονται ταυτόχρονα και με την τεχνολογία GPS ,για την οποία δεν χρειάζεται να αναφέρουμε περισσότερα μια και χρησιμοποιείτε πλέον σχεδόν παντού .

Οι τεχνολογίες αυτές οδηγούν τους υπολογιστές του αεροπλάνου έτσι ώστε να ταξιδεύουμε ακριβώς στην επιθυμητή διαδρομή με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια .

Απομένει η θέληση των κυβερνήσεων για δημιουργία κατάλληλων αεροδιαδρόμων 'ετσι ώστε να εξασφαλίζετε η βέλτιστη διαδρομή για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο κομμάτι αεροπορικού έργου .

Επίσης ένα μεγάλο πρόβλημα αποτελεί ο χωρισμός του εναέριου χώρου σε κρατικές δικαιοδοσίες , Πολλές αεροπορικές εταιρείες χαράσσουν τα δρομολόγια τους ώστε να διέρχονται από λιγώτερες χώρες και να αποφύγουν την καταβολή τελών διελεύσεως

Π.χ. Η διαδρομή Αθήνα –Λάρνακα δεν θα περάσει ποτέ από τον Τουρκικό εναέριο χώρο , Αλλά θα προτιμηθεί η διαδρομή Αθήνα – Ρόδος – Καστελόριζο – Λάρνακα, τουλάχιστον για όσο η διαφορά κατανάλωσης καυσίμου είναι μικρότερη από τα αναλογούντα τέλη διέλευσης, από τον εναέριο χώρο της Τουρκίας.

Η Λύση Του ευρωπαϊκού ενιαίου αεροπορικού χώρου, που λύνει τα προβλήματα στις χώρες της Ευρωπαϊκής ένωσης εξετάζετε σε άλλο σημείο αυτής εδώ της εργασίας.

Τα WINGLETS ή Αναδιπλωμένα ακροπτερύγια

Όλο και περισσότερο παρατηρώντας τα αεροπλάνα παρατηρούμε να εξοπλίζονται με αναδιπλωμένα στην άκρη πτερύγια ή να φέρουν πρόσθετα ακροπτερύγια

Τι είναι αυτή η τεχνολογία ?

Η πτήση στηρίζεται στην ειδική σχεδίαση της πτέρυγας η οποία επιτρέπει να Υπάρχει μεγαλύτερη πίεση στην κάτω μεριά της πτέρυγας από την πίεση η οποία υπάρχει στην επάνω μεριά (Νόμος του Bernoulli) όμως αυτή η διαφορά πίεσης ανάμεσα στην επάνω και την κάτω μεριά της πτέρυγας σχηματίζει δίνες αέρα στα σημεία που συναντούνται οι δύο επιφάνειες με μεγαλύτερο πρόβλημα τον σχηματισμό μεγάλων δινών στα άκρα της πτέρυγας.

Αυτές οι δίνες είναι αρκετά ισχυρές ώστε να μειώνουν την ταχύτητα του αεροσκάφους

Έτσι με την τοποθέτηση των WINGLETS ο σχηματισμός ανεπιθύμητων δινών μειώνεται και το αεροπλάνο μπορεί να αυξήσει την ταχύτητα του .

Στην πραγματικότητα οι εταιρείες μειώνουν την ταχύτητα του αεροσκάφους και κερδίζουν από την χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου και από την καλύτερη και οικονομικότερη λειτουργία των μηχανών

Το 1976 αμέσως σχεδόν μετά την κρίση του πετρελαίου ο Richard Whitcomb αεροδυναμικός μηχανικός της NASA Δημοσίευσε μια εργασία στην οποία περιέγραφε τα οφέλη από την χρήση των πτερυγίων αυτού του τύπου

Η AIRBUS χρησιμοποιεί αυτήν την τεχνολογία στα αεροσκάφη A-319 και A-320 A-340 κ.τ.λ.

Η BOEING ενσωμάτωσε αυτήν την τεχνολογία στα αεροπλάνα 737 NEW Generation από την σειρά 737-700 και μετά. Επίσης στα 737-300/-500/-700/-800/-900, 757-200/-300, and 767-300ER

Περισσότερα από 2850 αεροπλάνα BOEING χρησιμοποιούν αυτήν την τεχνολογία σήμερα,

Η εταιρεία υπολογίζει ότι μόνο από τα winglets ένα 767 εξοικονομεί 500.000 γαλόνια αεροπορικού καυσίμου (περίπου 2.000.000 λίτρα) μειώνοντας τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 4790 τόνους για κάθε αεροσκάφος.

Η ίδια εταιρεία αναφέρει στην ιστοσελίδα της ότι υπάρχουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα για ένα αεροσκάφος και για την αντίστοιχη αεροπορική εταιρεία

Ανάλογα με το αεροσκάφος, το βάρος του την διαδρομή που ακολουθεί και άλλους συντελεστές τα winglets έχουν την τάση να :

1) Μειώνουν το αεροπορικό κόστος μειώνοντας την κατανάλωση καυσίμου κατά 3.5 το 4.0 τα εκατό σε διαδρομές μεγαλύτερες από 1000 ναυτικά μίλια

2) Μειώνουν το κόστος συντήρησης των μηχανών

3) Να αυξάνουν την εμβέλεια του αεροσκάφους μέχρι 130 ναυτικά μίλια

4) Αυξάνουν το ωφέλιμο φορτίο μέχρι 6,000 pounds (.5 to 3 μετρικούς τόνους)

5) Αυξάνουν την δυνατότητα απογείωση

6) Αυξάνουν το μέγιστο ύψος πτήσης (κάτι που έχει συνέπεια στην αύξηση της οικονομίας καυσίμου)

7) Μειώνουν το θόρυβο κατά .5 to .7 EPNdB (Effective Perceived Noise Level in Decibels) κατά την απογείωση και ελαφρά βελτίωση κατά την προσγείωση (όπου έχουμε πάντα χαμηλότερο θόρυβο)

8) Μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα λόγω λειτουργίας των μηχανών σε χαμηλότερο επίπεδο στο τμήμα της κανονικής πτήσης.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζουμε την μείωση καυσίμου που μπορεί να επιτευχθεί ανάλογα τον τύπο του αεροπλάνου και την απόσταση της πτήσης

Figure 5: Estimated fuel savings on airplanes equipped with blended winglets

Estimate will vary depending on the mission parameters.

MODEL	LOAD (PASSENGERS)	MISSION (NAUTICAL MILES)	FUEL USE WITHOUT WINGLETS (LBS)	FUEL USE WITH WINGLETS (LBS)	ESTIMATED FUEL SAVINGS
737-800	162	500	7,499	7,316	2.5%
		1,000	13,386	12,911	3.5%
757-200	200	1,000	16,975	16,432	3.2%
767-300ER	218	3,000	65,288	62,419	4.4%

Πηγή Aeromagazine QUARTER 3 2009

- Παραπομπές
- How Things Work: Winglets By George Larson, Air & Space Magazine, September 01, 2001 <http://www.airspacemag.com/flight-today/16044082.html>
- BOEING Next-Generation 737 Production Winglets <http://www.boeing.com/commercial/737family/winglets/wing2.html>
- BOEING AEROMAGAZINE By William Freitag, Winglet Program Manager, Commercial Aviation Services; and E. Terry Schulze, Manager, Aerodynamics http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_03_09/article_03_1.html
-

Ανταγωνισμός τραίνου με Αεροπλάνο

Σύγχρονες τάσεις στις σχέσεις σιδηροδρόμου και αεροσκάφους.

Τον 1989 η Κοινότητα των ευρωπαϊκών σιδηροδρόμων έδωσε στην δημοσιότητα ένα σχέδιο πρότασης για εγκατάσταση και λειτουργία ενός διεθνούς δικτύου σιδηροδρόμου υψηλών ταχυτήτων

(Σ.Υ.Τ.) μέχρι το έτος 2005

Το Συμβούλιο των Ευρωπαϊκών κοινοτήτων έδωσε την απαραίτητη χρηματοδότηση της βασικής υποδομής με κεφάλαια από το διορθωτικό ταμείο .

Ήδη από το 1989 που ξεκίνησε ο σχεδιασμός για το Σ.Υ.Τ. η κοινότητα προέβλεπε ότι τουλάχιστον σε 110 διαδρομές από τις 528 που εκτελούσαν οι αερομεταφορείς μέλη της **ΑΕΑ (Association of European Airlines)** το 1998

Οι κοινότητα προσδοκούσε ότι θα υπάρξει σημαντική υποκατάσταση των αεροπορικών δρομολογίων από τα σιδηροδρομικές με όλα τα οφέλη που μπορούσαν να προκύψουν σε επίπεδο περιβάλλοντος αλλά και αποτελεσματικότητας .

Από τον αρχικό σχεδιασμό προσδοκούσαν αποτελέσματα όπως τα παρακάτω όταν θα ολοκληρωνόταν το σύστημα

Είναι ενδιαφέρον να παρακολουθήσουμε ποιί ήταν οι αρχικοί στόχοι και κατά πόσο επετεύχθησαν.

Ζεύγη πόλεων	Χρόνος Ταξιδιού	Μερίδιο σιδηροδρόμου σε σχέση με αεροσκάφος
Παρίσι-Λυών	2 ώρες	90%
Παρίσι-Νιμέα	4 ώρες	50%
Παρίσι-Μασαλία	4	50%
Παρίσι-Νίκαια	7 ώρες	10%

Να σημειώσουμε εδώ ότι στην Γαλλία είχαν ήδη προχωρήσει τα συστήματα τρενών υψηλών ταχυτήτων ήδη από τον χειμώνα του 1983 και είχαν καταγραφεί τα παρακάτω αποτελέσματα

ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ 1981-1984 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ, ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥ Α/Φ ΣΤΗΝ ΕΠΙΒΑΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΣΤΟ ΖΕΥΓΟΣ ΠΟΛΕΩΝ ΠΑΡΙΣΙ ΛΥΩΝ

ΜΕΣΑ	1981	1984
ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΣ	21%	7%
ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΣ	47%	74%
ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ	32%	19%

ΚΑΙ ΠΑΡΙΣΙ-ΓΕΝΕΥΗ

ΧΕΙΜΩΝ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΧΙΛ.	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ Σ.Υ.Τ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ Α/Φ
1982/83	604	5,42	-	10
1983/84	562	4,15	9	10
1984/85	552	3,31	10	8
1985/86	552	3,31	18	10

Παρατηρούμε ότι όλη η αύξηση που παρατηρήθηκε στην γραμμή οφείλετε στον σιδηρόδρομο . Αντιθέτως η αεροπορική κίνηση δεν αυξήθηκε καθόλου στην συγκεκριμένη γραμμή.

Είναι λοιπόν ξεκάθαρο ότι ο ρόλος του αεροσκάφους στα δρομολόγια μικρών αποστάσεων γίνεται όλο και μικρότερος όσο αναπτύσσονται τα τρένα υψηλών ταχυτήτων ,Απεναντίας σε δρομολόγια μεγάλων αποστάσεων ο ρόλος του αεροσκάφους αναμένεται να γίνει πιο σημαντικός

Σήμερα έτος 2010 το ταξίδι Παρίσι Λυών εξακολουθεί να εκτελείτε σε 2 ώρες και 10 λεπτά και το παρίσι Γενεύη σε 3 ώρες και 45 λεπτά από τα τρένα υψηλής ταχύτητας, δεν υπάρχει δηλαδή περαιτέρω αύξηση της ταχύτητας αλλά αυτά έχουν εξαπλωθεί σε κάθε γωνιά της Ευρώπης εξυπηρετώντας 200 προορισμούς σε όλη την Ευρώπη με τα TGV τρένα της Γαλλίας ενώ τα ICE της Γερμανίας εκτελούν 32 διαδρομές . Ανάλογες προσπάθειες γίνονται Στην Ισπανία Ιταλία και Βέλγιο .

Να σημειώσουμε ότι τα χρόνια αυτά υπήρξε εντυπωσιακή και η βελτίωση του Ελληνικού τρένου τουλάχιστον στην διαδρομή Αθήνα Θεσσαλονίκη

Οι πιο δημοφιλείς διαδρομές είναι

- Paris to Avignon in 2 hours 36 minutes
- Paris to Nice in 5 hours 35 minutes
- Paris to Bordeaux in 3 hours 10 minutes
- Paris to Lausanne in 3 hours 54 minutes
- Paris to Dijon in a 1 hour 40 minutes

- Paris to Lyon in a 2 hours 10 minutes
- Paris to Marseille in 3 hours 20 minutes
- Paris to Frankfurt in a 4 hours
- Paris to Luxembourg in a 2 hours 12 minutes
- Paris to Stuttgart in 3 hours 39 minutes
- Brussels to Avignon in 4 hours 58 minutes
- Brussels to Paris CDG Airport in 1 hour 42 minutes
- Brussels to Nice in 7 hour 34 minutes
- Geneva to Lyon in 1 hour 38 minutes

(<http://www.raileurope.com/train-faq/european-trains/tgv/how-to-book.html>)

Πηγές

- 1) Μεταφορές και Περιφερειακή Ανάπτυξη .Η πολιτική Υποδομών μεταφορών . Μανώλης Σ. Χριστοφάκης Αθήνα 2007
- 2) Οικονομική Εναέριων μεταφορών Ι.Σ.Λαϊνος Εκδόσεις Α. Σταμούλης. Αθήνα-Πειραιάς 1995
- 3) Οικονομική του περιβάλλοντος και των Φυσικών Πόρων Τόμοι Α και Β, TOM TIETENBERG Μετάφραση Παύλος Γρεβενίτης , Νικηφόρος Σταματάκης Πρόλογος Ελληνικής έκδοσης Ανδρέας Παπανδρέου 1997-1998
- 4) Transport Economics Second Edition , Kennet J. Button 1993
- 5) The role of Transportation in Regional Economic Development, Gerald Kraft, John Meyer Jean-Paul Valette Lexington Books 1971
- 6) Transport, The Environment and Sustainable Development David Banister and Kenneth Button 1996
- 7) Transport, The Environment and Economics policy Kenneth Button 1993
- 8) The European Community Transport policy ,Toward a Common Transport Policy , Dr Jurgen Edmenger 19836
- 9) Transport Policy and the environment. David Banister 1998





ΠΑΝΤΕΙΟΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Τηλ. 210 - 92 01 001

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ

--	--	--

