

ΤΑ ΕΛΙΚΟΠΤΕΡΑ ΚΑΙ Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥΣ

ΟΝΟΜΑ ΑΝΔΡΙΑΝΟΣ ΚΟΥΤΟΥΛΑΚΗΣ Α'3

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα ελικόπτερα,είναι οι πιο περίπλοκες πτητικές μηχανές που έχουν υπάρξει ως τώρα.

Σιγά - σιγά, θα ξεφυλλίσουμε την Ιστορία των Ελικοπτέρων από το χθες ως την σύγχρονη εποχή. Μέσα εδώ, εκτός από το να μάθουμε, θα δούμε και ποιά ελικόπτερα, υπάρχουν και σαν μοντέλα για αερομοντελιστές, ποιες είναι οι δυνατότητες τους, πότε κατασκευάστηκαν και ποια πορεία ακολούθησαν μέχρι να φτάσουν στην τελική τους μορφή.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιδέα της κάθετης πτήσης, μπορεί να αναβιώσει, πηγαίνοντας πίσω στο χρόνο, όταν πρώτο χρησιμοποιήθηκε σαν ένα παιδικό παιχνίδι, το 400 π.χ. Οι Everett-Heath (1986) και ο Liberatore (1998) μας δίνουν μια λεπτομερή ιστορία για αυτές τις κατασκευές. Η πιο παλαιά έκδοση, αν μπορούμε να την ονομάσουμε έτσι, μιας μηχανής σε κάθετη πτήση, ήταν αυτή με ένα ραβδί και στην άκρη του έναν έλικα, όπου του επέτρεπε να ανεβαίνει ψηλά, στρίβοντας το μεσα στα χέρια μας, και αφήνοντας το μετά. Πραγματικά πετούσε.

Περίπου 2000 χρόνια αργότερα, το 1754, ο Ρώσος Mikhail Lomonosov, δημιούργησε μια νέα μηχανή, που της έδινε ώθηση όχι με τα χέρια πια, αλλά με καύσιμο. Αυτό την έκανε να φτάνει ακόμα ψηλότερα.

Το 1783, ο Γάλλος φυσικός Launoy, με τον φίλο του και επιστήμονα



μηχανικής, Bienvenu, χρησιμοποίησαν μια νέα εκδοχή της ίδιας μηχανής, αλλά με κάποιες σημαντικές παραλλαγές. Τοποθέτησε, κατ αρχήν τον έλικα πάνω στην ράβδο, μετά τοποθέτησε ένα σχοινί που έκανε ένα ημικόκλιο, κάτω από τον έλικα, και το τέντωσε στο τέλος του ραβδίου. Αυτό φανταστείτε πως έμοιαζε με βέλος, και την στιγμή που τραβούσαν το σχοινί πίσω , ο έλικας γυρνούσε από την αντίθετη πλευρά, όταν το άφηναν, εκείνο είχε μια κάθετα ανοδική πορεία και κατάφερνε να πηγαίνει ακόμα πιο ψηλά.

Αυτό τάραξε πολύ, την τότε κοινότητα των επιστημόνων και έκανε να συζητηθεί πολύ το όνομα του. Μάλιστα ο μεγάλος τότε Γάλλος μαθηματικός, A. J. P. Paucton, έγραψε το πρώτο

του βιβλίου σχετικά, με την θεωρία της περιστροφικής κίνησης των πτερών. Υπάρχουν πολλά παλιά έγγραφα και μερικές φωτογραφίες, που δείχνουν την πρώτη πτητική μηχανή μηχανή μεταφοράς ανθρώπου, και είναι από τον γνωστό σε όλους Leonardo da Vinci. Φυσικά αυτό έγινε το 1438 αλλά παρουσιάστηκε για πρώτη φορά μετά από τρεις περίπου αιώνες. Πάντως οι ιδέες του da Vinci, ήταν για πολλούς πολύ τραβηγμένες, αλλά ήταν και ο μόνος που μπορούσε να δει καθαρά, ποια ήταν η λύση για μια σωστή κάθετη πτήση. Έφτιαξε μια μηχανή, αφού πρώτα μελέτησε τα φτερά, το υλικό και την απόσταση που πρέπει να έχει το ένα από το άλλο, με δύο έλικες αλλά περιστρεφόμενες αντίστροφα.

Πολλές σημειώσεις του, βοήθησαν πολύ αργότερα τους επιστήμονες και μηχανικούς που θα βελτίωναν και θα έφταναν σε άλλα επίπεδα τις πτητικές μηχανες κάθετης πτήσης. Όπως ο Sir George Cayley, γνωστός για τις μελέτες του σε βασικά θέματα πτήσης, από το 1790. Από παιδί έπαιζε με τις μηχανες-παιχνίδια, ώσπου έφτασε σιγά σιγά να δημιουργεί τα δικά του μοντέλα.

Ένα απ όλα, ήταν το 1810, όπου έφτιαξε μια κατασκευή με ξύλινο σκελετό και ήταν η πρώτη επιστημονική απόπειρα για σωστή πτήση, αφού είχε πολλά στρογγυλά πλαίσια, που πάνω τους είχαν ύφασμα και περιστρεφόντουσαν όχι όλα με την ίδια φορά. Το σχέδιο έμεινε σχέδιο και αυτή η κατασκευή δεν μπορούσε φυσικά να αντέξει σε πραγματική πτήση, αφού ήταν πολύ βαριά για να κρατηθεί στον αέρα. Όμως η αρχή είχε γίνει και οι ιδέες σε πολλούς επιστήμονες ήταν ακόμη πιο έντονες, για μια μηχανή που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η πρώτη πραγματική προσπάθεια και το πρώτο φως, δόθηκε από τον Γάλλο Ponton d'Amecourt το 1860. Εκείνος ήταν που κατασκεύασε την πρώτη πτητική μηχανή με καυσίμο, όχι από ξύλο, που απέδωσε τουλάχιστον στην μικρή της μορφή. Το καύσιμο ήταν άπλα ένας μικρός βραστήρας, που απελευθέρωνε ατμό και πάνω του υπήρχε ένα μεταλλικό κομμάτι που συνδεόταν με έναν διπλό έλικα. Ο ατμός έκανε το κομμάτι να εκτοξεύεται και η μικρή αυτή μηχανή να μπορεί να πετά. Την ονόμασε *helicopteres*, από την Ελληνική λέξη Ελικοειδής, που σημαίνει σπινάλ.

Από τότε πολλές πτητικές μηχανές έκαναν την εμφάνιση τους, όπως το 1861 έως και το 1877. Όμως το 1874, ήταν η εποχή που ο Γερμανός Wilhelm von Achenbach, δημιούργησε την πρώτη μηχανή που είχε ουρά, η κάτι σαν ουρά, για καλύτερη ισορροπία και πιο σταθερότητα στην πτήση. Το 1878 ένα Ρωσικό ελικόπτερο έκανε την εμφάνιση του από τον Lodygin. Αλλά και ο Enrico Forlanini, την ίδια χρονιά δημιούργησε μια πτητική μηχανή που λέγεται πως μπορούσε να πετάξει για 20 δευτερόλεπτα, σε ύψος γύρω στα 40 πόδια.

Θα συνεχίσουμε με τα πρώτα ελικόπτερα που παρουσιάστηκαν και άνοιξαν το δρόμο από το 1907 και μετά, θα μιλήσουμε για τις πολλές αλλαγές στα σχέδια των πτητικών αυτών μηχανών, αλλά θα πούμε πολλά και για την εξέλιξη σχετικά με τα μηχανικά μέρη και τους κινητήρες των ελικοπτέρων.

Το 1900 οι Igor Ivanovitch Sikorsky και Boris Yurev, κατασκεύασαν μηχανές που είχαν κάποια χαρακτηριστικά, που θύμιζαν ελικόπτερα. Κατασκεύασαν ένα κλουβί, χωρίς πιλότο, αλλά δεν κατάφεραν να πετάξουν ποτέ, γιατί υπήρχαν προβλήματα, σχετικά με την σταθερότητα, αλλά και την αδυναμία του κινητήρα να την σηκώσουν ψηλά.

Το 1904 ένας Γάλλος φυσικός ο Charles Richet, είχε κατασκευάσει ένα μικρό ελικόπτερο αλλά δεν είχε καμία επιτυχία. Το 1906 έγιναν πολλές προσπάθειες από τον ίδιο αλλά και σε συνεργασία με τους αδελφούς Louis and Jacques Breguet. Κατάφεραν να δημιουργήσουν μια κατασκευή που λέγεται πως μπορούσε να μεταφέρει και έναν πιλότο. Ήταν ένα τεράστιο ελικόπτερο, με διπλούς έλικες σε κάθε πλευρά, δεξιά και αριστερά, με τον πιλότο στην μέση

της κατασκευής, με έναν σκελετό πολύ λεπτό και πολλές ιδέες για να τοποθετηθούν μέρη που θα κρατούσαν την ισορροπία στο σκάφος.

Το 1907, περίπου 4 χρόνια μετά, από τις πρώτες επιτυχημένες πτήσεις των αδελφών Ράιτ, ένα Γαλλικό ποδήλατο με το όνομα, Paul Cornu, δημιουργήθηκε και κατάφερε να κάνει κάθετη πτήση για πρώτη φορά. Η κατασκευή του ήταν πολύ απλή, υπήρχε ένα στροφέιο σε κάθε άκρη του. Η δύναμη που αντλούσε, ήταν από μια μηχανή με βενζίνη.

Κάθε στροφέιο είχε συνδεδεμένους δύο μεγάλους έλικες, τοποθετημένους στην περιφέρεια, με μια μεγάλη ρόδα ο καθένας τους. Στα άκρα τους υπήρχαν δύο φτερά που θα βοηθούσαν στην σταθεροποίηση του ελικοπτερου. Η πτητική αυτή μηχανή, έχει καταγραφεί, πως έκανες αρκετές πτήσεις, σε χαμηλό ύψος, αλλά αυτό δεν έχει απόλυτα και με ακρίβεια, εξακριβωθεί.

Λογικά η μηχανή, που χρησιμοποιούσε, δεν είχε την ισχύ να κάνει τις σταθερές κινήσεις πάνω από το έδαφος.

Πολλές παραλλαγές είδαν το φως για τα επόμενα χρόνια, έως το 1912 που ο Boris Yur'ev κατασκεύασε μια μηχανή που ήταν λιγότερο περίπλοκη από όλες εκείνες που είχαν δημιουργηθεί ως τότε. Φανταστείτε ένα μακρόστενο όχημα, με σκελετό ελαφρύ, με ρόδες στην μπροστινή πλευρά, δεξιά και αριστερά, πιο στενό στο πίσω μέρος του, με έναν άξονα που συνδεόταν με μεγάλους έλικες. Είχε επίσης έναν δυνατό κινητήρα. Οι μετατροπές ήταν πολλές και οι δοκιμές ακόμα περισσότερες. Καμία μηχανή όμως δεν κατάφερε τελικά να πετάξει σωστά.

Το 1914 ο Jen C.Ellehammer, κατασκεύασε μια πτητική μηχανή, με πολλά πλεονεκτήματα. Υπήρχε ένα καλάθι τριγωνικό που επέτρεπε να βρίσκεται μέσα ο πιλότος. Ένας άξονας, στο κέντρο του ήταν συνδεδεμένος με δύο πολύ μικρότερους έλικες, σε σχέση με ότι είχε δημιουργηθεί από άλλους ως τότε, ήταν από αλουμίνιο και ο πιλότος είχε την δυνατότητα από το κάθισμα του, να μετακινεί δεξιά και αριστερά την κατασκευή. Δυστυχώς και αυτή δεν μπόρεσε να κάνει πολλά αλλά ήταν μια καλή αρχή για τις επόμενες προσπάθειες.



Το 1917 -1920 ο Stephan Petroczy, μαζί με τον βοηθό του, αεροδυναμική Theodore von Kármán, ξεκίνησαν να κατασκευάζουν επίσης ένα ελικοπτερο. Κάτω από τα στροφέια, υπήρχε μια θέση για πιλότο, είχε ένα μηχανισμό που μπορούσε να βοηθήσει στην σταθερότητα, στο πίσω μέρος αλλά και στην προσγείωση του, ενώ είχε τρεις κινητήριες μηχανές. Χρησιμοποίησε επίσης δύο έλικες δεξιά και αριστερά τις κατασκευής, ενώ έγιναν πολλές δοκιμές. Οι αναλύσεις και τα σχέδια τους, έκαναν πολλούς να αρχίσουν να μελετάνε, τις δυνατότητες των στροφείων σε διάφορα σχήματα και την σχέση τους με την κάθετη πτήση.

Στις ΗΠΑ οι Emile και Henry Berliner, πατέρας και γιός, κατασκεύασαν ένα καινούργιο σχέδιο ελικοπτέρου, δίνοντας για πρώτη φορά σημασία, στην δύναμη του στροφείου και κατά πόσο εκείνη επηρεάζει την σταθερότητα της πτήσης σε μεγαλύτερα ύψη, απ ότι σε χαμηλές πτήσης.

Το 1918 και το 1919 έγιναν ακόμα κάποιες κατασκευές και το 1920 ο Louis Brennan εργάστηκε πάνω σε σχέδια στροφείων, με δύο έλικες κατά βάση, και χρησιμοποίησε servo-flaps, η ailerons ενσωματωμένα στους έλικες. Η μηχανή αυτή είχε ισχύ 230 ίππων. Το 1921 και ενώ εξακολουθούσε να δουλεύει πάνω σε αυτό το σχέδιο, η Royal Aircraft Establishment (RAE), του πρόσφερε στέγη στις εγκαταστάσεις της και ότι χρειαζόταν για την μελέτη και κατασκευή της μηχανής. Το 1922 η πτητική μηχανή, μεταφέρθηκε σε ένα υπόστεγο αερόστατου, όπου και πέταξε και σε ανοικτό χώρο, αλλά σε πολύ χαμηλό υψος. Στην 7η πτήση της η μηχανή, κατέπεσε και η προσπάθεια εγκαταλείφθηκε αλλά όχι για πολύ.

Είχαν μπει κάποια θεμέλια για να δημιουργηθεί μια ακόμα μηχανή από τον Αργεντινό Raul Pescara, όπου ζούσε στην Γαλλία και την Ισπανία. Στην δική του κατασκευή που ήταν τεραστία και πολύπλοκη, υπήρχαν 4 στροφεία, όπου το καθένα από αυτά είχε από 4 ζεύγη blades. Αυτό έκανε την πτητική μηχανή να έχει ώθηση 20 φορές περισσότερη από τις υπόλοιπες κατασκευές. Όμως και αυτή ήταν αδύνατον να σταθεί σταθερή στον αέρα. Έτσι το 1925, μετά από αρκετές ζημιές σε δοκιμαστικές πτήσεις αλλά και την πλήρη καταστροφή της, ο Raul Pescara εγκατέλειψε την προσπάθειά του.

Την ίδια δεκαετία, ο Αυστραλός μηχανικός Raoul Hafner, κατασκεύασε μια μηχανή, με ένα στροφείο, δύο φτερών, αλλά και με φτερό στην ουρά του ελικοπτέρου, που θα παρείχε την δυνατότητα της εναλλαγής πορείας.

Μετά από λίγα χρόνια, μετακόμισε στην Αγγλία και συνεργάστηκε με τον Juan de la Cierva, όπου ασχολήθηκαν ο καθένας ξεχωριστά, επάνω στον σχεδιασμό για καλύτερη απόδοση των στροφείων αλλά και των blades όπου και χρησιμοποίησαν με επιτυχία λίγο μετέπειτα στον αυτόγυρο, αλλά και στα πρώτα ελικόπτερα.

Πλησιάζοντας προς την μορφή του ελικοπτέρου

Ο Ισπανός μηχανικός Juan de la Cierva το 1923 δημιούργησε μια μηχανή, τον αυτόγυρο που έμοιαζε περισσότερο με αεροπλάνο παρά με ελικόπτερο. Είχε έναν άξονα τοποθετημένο στο πάνω μέρος της ατράκτου, είχε σταθερή πτέρυγα και ένα στροφείο με δύο blades μεγάλα. Τα πτερύγια της ουράς ήταν επίπεδα και είχαν flaps που μπορούσαν να αλλάξουν την πορεία της μηχανής σε ανοδική και καθοδική.

Ο Juan de la Cierva μηχανικός και πιλότος, ο οποίος, μετά την πτώση ενός τρικινητήριου αεροπλάνου που είχε κατασκευάσει τέσσερα χρόνια νωρίτερα, λόγω απώλειας στήριξη, αποζητούσε ένα πιο ασφαλές πτητικό μέσο, που να πραγματοποιεί κάθετες απογειώσεις και προσγειώσεις σε χαμηλές ταχύτητες, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η λύση βρισκόταν στα φτερά και όχι στο σώμα του αεροπλάνου.

Έτσι, άρχισε να πειραματίζεται το 1920 με την κατασκευή ενός αεροσκάφους με περιστρεφόμενο πτερύγιο, θεωρώντας το ως μία πιο σταθερή κατασκευή από το αεροπλάνο. Η πρώτη επιτυχημένη επίδειξη έγινε στο αεροδρόμιο 'Κουάτρο Βιέντος' της Μαδρίτης στις 9 Ιανουαρίου 1923.

Το αυτόγυρο ήταν εφοδιασμένο με μια συμβατική μηχανή για την πτήση και ένα περιστρεφόμενο πτερύγιο, στηριγμένο σ' ένα ιστό που μπορούσε να κρατήσει σε ευστάθεια το αεροσκάφος κατά τη διάρκεια της πτήσης. Φυσικά ήταν νωρίς ακόμη για κάθετες προσαπογειώσεις.



Ο Juan de la Cierva κατασκεύασε ακόμα 3 μοντέλα ενώ άφησε την Ισπανία για τη Σκωτία το 1925, όπου με τη χρηματοδότηση ενός ντόπιου βιομηχάνου, του Τζέιμς Γουίρ, ίδρυσε μια εταιρεία κατασκευής αυτόγυρων. Πέθανε το 1936, σε ηλικία μόλις 41 ετών, σε αεροπορικό δυστύχημα. Πολλοί πιστεύουν ότι αν ζούσε θα είχε αυτός την πρωτιά της κατασκευής του ελικοπτέρου και όχι ο Σικόρσκι.

Η τεχνολογική αυτή λύση αποτέλεσε τομή στην αεροναυτική, καθώς πάνω της στηρίχθηκε η κατασκευή του ελικοπτέρου, είκοσι χρόνια αργότερα, από τον ρώσο Εμιγκρέ Ιγκόρ Σικόρσκι.

Τα πρώτα επιτυχημένα ελικόπτερα

Το 1920 ο Etienne Oemichen, υπάλληλος της Γαλλικής εταιρίας Peugeot, κατασκεύασε μια μηχανή, σχεδόν στο ίδιο στυλ με του Bothezat, αλλά με 8 στροφεία για καλύτερο έλεγχο και σταθερότητα. Είχε κάποια χαρακτηριστικά ίδια με τα ελικόπτερα που είχαν δημιουργηθεί ως τότε. Η συγκεκριμένη μηχανή είχε για κινητήρια δύναμη, ένα μπαλόνι με υδρογόνο για να μπορεί να κινείται και να έχει καλύτερη άνωση. Όμως ούτε αυτό κατάφερε να βοηθήσει πολύ στην πτήση.

Το 1922, ένας Ρώσος μηχανικός, που ήταν μετανάστης και ζούσε στις ΗΠΑ, ο Georges de Bothezat, δημιούργησε ένα από τα μεγαλύτερα ελικόπτερα του Αμερικάνικου στρατού. Ήταν μαθητής του μεγάλου Ρώσου καθηγητή Zhukowski, που είχε ασχοληθεί αλλά και γράψει μελέτες του, σχετικά με την κάθετη πτήση. Η κατασκευή αποτελείτο από ένα ελαφρύ σκελετό, με δύο στροφεία σε κάθε άκρη του, με ένα κεντρικό σημείο που μπορούσε ο πιλότος να ελεγχεί το ελικόπτερο. Κάθε στροφείο είχε από 6 πλατιά blades, ενώ υπήρχαν και blades στην ουρά που ο πιλότος κινούσε ανάλογα με το πώς ήθελε να πετάξει.

Η κατασκευή αυτή που ονομάστηκε Ίπτάμενο Χταποδί πέταξε αρκετές φορές, σε χαμηλές πτήσεις και με όχι μεγάλη ταχύτητα, αλλά ήταν επιτυχής. Όμως σε λίγο καιρό, πέρασε στην ιστορία, αφού το ενδιαφέρον για τον αυτόγυρο ήταν πολύ μεγαλύτερο από όλους.

Εγιναν πολλές και σημαντικές προσπάθειες, όπως το 1930 ο Ιταλός Corradino d'Ascanio, το 1930 ο Maitland Bleeker και το 1929 - 1930 ο Nicolas Florine

Η επιτυχία θα ερχόταν τα επόμενα χρόνια με την δημιουργία ελικοπτέρων όπως τα γνωρίζουμε σήμερα. Τουλάχιστον στην εμφάνιση γιατί από τότε ως τώρα οι αλλαγές είναι πολλές κυρίως σε θέματα τεχνολογίας, αεροδυναμικής και υλικών. Θα τα δούμε όλα αναλυτικά.

Κατά την διάρκεια του 1930 - 1936 οι διάσημοι μηχανικοί, Louis Breguet και Rene Dorand κατασκεύασαν επιτέλους ένα ελικόπτερο που έμοιαζε πολύ με τα σημερινά. Σε ένα στροφείο υπήρχαν 2 ζευγάρια blades και στην ουρά επίσης ένας ακόμα έλικας. Τα blades είχαν βήμα κυκλικό, ενώ το σχήμα τους ήταν πιο φαρδύ κοντά στο στροφείο και πιο λεπτό προς την άκρη του.

Στην ουρά χρησιμοποιήθηκαν οριζόντια και κάθετα συστήματα για να μπορέσουν να δώσουν μεγαλύτερη σταθερότητα στην κατασκευή. Για πρώτη φορά στην ιστορία, καταγράφηκαν πολλές πτήσεις, με πολλές επιτυχίες και με πρώτη απ όλες την πτήση που διήρκησε 62 λεπτά και έκανε απόσταση 44 χιλιομέτρων. Η εξέλιξη του ελικοπτέρου όμως, δυστυχώς διεκόπη από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο.

Καθώς τα ελικόπτερα γινόντουσαν ολοένα και πιο επιτυχή, πολλοί ακόμα μηχανικοί και αεροδυναμιστές, άρχισαν να ασχολούνται περισσότερο με την μελέτη των στοιχείων αλλά και με την κατασκευή τους.

Ο Heinrich Focke το 1933 ξεκίνησε την εργασία του και πήρε την άδεια να δημιουργήσει με βάση τον αυτόγυρο, ένα νέο ελικόπτερο. Έκανε κάποιες μετατροπές και από αυτές γεννήθηκε το C-19 και το C-30. Με την εμπειρία που απέκτησε κατασκευάζοντας από την αρχή αυτές τις μηχανές, ήρθε στο φως σε το 1934 ένα νέο μοντέλο. Το ελικόπτερο FW-61.



Ήταν ένα μοντέλο που αποτελείτο από δύο στροφεία. Τα blades ήταν συνδεδεμένα με τα στροφεία με μια μικρή κατασκευή ελαφριά και λειτουργική. Με το σχήμα τους μπορούσε ο πιλότος να δίνει μικρή ώθηση στο ελικόπτερο, μπροστά αλλά όλη την δουλειά την έκανε η ουρά. Αυτή είχε ένα κάθετο φτερό και ένα οριζόντια τοποθετημένο flap, που λειτουργούσε για την σταθερότητα του ελικοπτέρου.

Μπροστά υπήρχε μια προπέλα η οποία απλά ήταν για να κινώνει τον κινητήρα. Τα μοντέλα που ακολούθησαν ήταν το Fa-61 όπου κατάφερε να κάνει 233 χιλιόμετρα σε ευθεία γραμμή, με ταχύτητα τα 122 χιλιόμετρα την ώρα και να φτάσει σε ύψος τα 3.427 μέτρων και το Fa-266 (Fa-233E), το οποίο μάλιστα είχε και μια εταιρία καυσίμων που βοηθούσε στις δοκιμές, κάτι σαν σπόνσορας.

Μετά από αυτό δημιουργήθηκε ακόμα ένα μοντέλο, σχεδόν με τα ίδια χαρακτηριστικά αλλά λίγο πιο ελαφρύ στην κατασκευή.

πηγή: aeromodelistis.com

