



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ  
ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



## ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ Η/Υ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟΥ

ΟΝ/ΝΟ ΦΟΙΤΗΤΗ: ΛΑΔΑΣ ΠΑΥΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: Π. ΨΑΡΑΚΗ

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : Φ. ΜΕΡΤΖΑΝΗΣ

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2014





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ Η/Υ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ  
ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟΥ

ΟΝ/ΝΟ ΦΟΙΤΗΤΗ: ΛΑΔΑΣ ΠΑΥΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: Π. ΨΑΡΑΚΗ

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Φ. ΜΕΡΤΖΑΝΗΣ

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2014



## Περίληψη

Τίτλος: Ανάπτυξη Προγράμματος Η/Υ Για Τον Έλεγχο Υψομέτρων Στην Περιοχή Αεροδρομίου  
Σπουδαστής: Λαδάς Παύλος  
Επιβλέπων: Π. Ψαράκη, Συνεπιβλέπων: Φ. Μερτζάνης

Τα αεροδρόμια αποτελούν έναν από τους κύριους συντελεστές στη μεταφορά αγαθών και προσώπων. Η κατασκευή, η μελέτη και η λειτουργία τους διέπονται από αρκετούς παράγοντες. Ειδικότερα, ο καθορισμός της θέσης του αεροδρομίου γίνεται μέσω της ανάλυσης στοιχείων όπως ο εναέριος χώρος, οι επιφάνειες περιορισμού εμποδίων, η πρόσβαση στο αεροδρόμιο, οι καιρικές συνθήκες, η διαθεσιμότητα και το κόστος γης. **Η παρούσα Διπλωματική Εργασία βρίσκει εφαρμογή στις επιφάνειες περιορισμού εμποδίων ήδη κατασκευασμένων αεροδρομίων, όπου ορίζει και ελέγχει τα υψόμετρα εμποδίων ή και μελλοντικών κατασκευών.**

Για λόγους ασφαλείας, στις προσγειώσεις και στις απογειώσεις των αεροσκαφών, επιβάλλεται συγκεκριμένη έκταση γύρω από τον διάδρομο του αεροδρομίου να είναι ελεύθερη εμποδίων ή να υφίστανται περιορισμοί για τυχόν μη αφαιρούμενα εμπόδια. Οι οριακές επιφάνειες που ορίζουν την έκταση αυτή λέγονται (οριακές) επιφάνειες (προσέγγισης - απογείωσης) περιορισμού εμποδίων. Όσον αφορά τον έλεγχο των υψομέτρων στις επιφάνειες περιορισμού εμποδίων, αυτός γίνεται μετά το σχεδιασμό του αεροδρομίου, με δεδομένο μόνο τις ήδη ορισμένες συντεταγμένες του κέντρου του διαδρόμου και τον προσανατολισμό (αζιμούθιο) αυτού. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία (Δ.Ε.) σχεδιάζονται οι εν λόγω επιφάνειες για τις εκάστοτε ανάγκες και δεδομένα, και υπολογίζονται τα μέγιστα επιτρεπόμενα υψόμετρα για τα σημεία των επιφανειών αυτών. Πρέπει να τονίσουμε πως σε κάθε περίπτωση απαιτείται να λάβει χώρα επι τόπου αεροναυτιλιακός έλεγχος, τα αποτελέσματα του οποίου είναι κρίσιμα για την τελική απόφαση έγκρισης ή απόρριψης μιας κατασκευής ή ενός εμποδίου λόγω των επιφανειών περιορισμού εμποδίων.

## Abstract

Title: Development Of A Computer Program For The Examination Of The Obstacle Heights In The Airport Area

Student: Ladas Pavlos

Supervisor: P. Psaraki, Co-Supervisor: F. Mertzanis

Airports comprise one of the main common means of the transportation of goods and people. Their construction, design and operation are related to many elements. The determination of airport position considers several aspects such as the airspace, the obstacle limitation surfaces, the airport access, the weather conditions and the value of the land. **This Thesis' objective, is the examination of the heights of the ground and the obstacles, in the obstacle limitation surfaces.**

The area around the airport should be maintained free from obstacles for the safety of landing and takeoff operations, though there are exceptions for possible non-removable objects. The surfaces which define this airspace are named as obstacle limitation surfaces (approach – takeoff). Regarding the examination of the heights in the obstacle limitation surfaces, this can be done after the design of the airport, given the coordinates of the runway center and the runway's orientation (azimuth) . In this Thesis, we design the obstacle limitation surfaces for the given needs and we calculate the maximum heights for every point in them. It should be noted that the mandatory in situ investigation



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Καταρχήν θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κυρία Π. Ψαράκη για τη πολύτιμη βοήθεια της στη διάρκεια της διπλωματικής αυτής εργασίας αλλά και των τελευταίων ετών της φοίτησης μου στο Πολυτεχνείο.

Οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κύριο Φ. Μερτζάνη για την αρωγή του και την υπομονή του καθ' όλη την διάρκεια της έρευνας και της σύνταξης της παρούσης Διπλωματικής Εργασίας.

Ευχαριστώ την κυρία Ι. Παγώνη για τις πολύ χρήσιμες παρατηρήσεις και τη βοήθεια της στη τελική σύνταξη του κειμένου.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, φυσική και πνευματική, για τη πολύτιμη βοήθεια και στήριξη κατά τη διάρκεια της εργασίας αυτής, καθώς και τους φίλους μου και συμφοιτητές.

Τέλος, ευχαριστώ το Θεό, για τη αλλαγή που κάνει και τη δύναμη που δίνει καθημερινά στη ζωή μου.





## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

<b>1.</b>	<b>Περίληψη</b>	<b>1</b>
1.1	Περίληψη	2
1.2	Abstract	3
<b>2.</b>	<b>Στόχοι</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Εισαγωγή</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>Βιβλιογραφική Επισκόπηση</b>	<b>10</b>
4.1	Βιβλιογραφική Επισκόπηση	11
4.2	Επιφάνειες Περιορισμού Εμποδίων	15
4.2.1	Διάδρομος Και Ζώνη Ασφαλείας	15
4.2.2	Εσωτερική Οριζόντια Επιφάνεια	19
4.2.3	Κολουροκωνική Επιφάνεια	21
4.2.4	Επιφάνεια Προσέγγισης	23
4.2.5	Επιφάνεια Απογείωσης	25
4.2.6	Μεταβατική Επιφάνεια	27
4.2.7	Εσωτερική Επιφάνεια Προσέγγισης	29
4.2.8	Επιφάνεια Ματαιούμενης Προσγείωσης	31
4.2.9	Εσωτερική Μεταβατική Επιφάνεια	33
<b>5.</b>	<b>Γεωμετρική Ανάλυση Ζωνών</b>	<b>36</b>
5.1	Διάδρομος Και Ζώνη Ασφαλείας	37
5.2	Εσωτερική Οριζόντια Επιφάνεια Και Κολουροκωνική Επιφάνεια	40
5.3	Επιφάνεια Προσέγγισης	44
5.4	Επιφάνεια Απογείωσης	50
5.5	Μεταβατική Επιφάνεια	56
5.6	Εσωτερική Επιφάνεια Προσέγγισης	63
5.7	Επιφάνεια Ματαιούμενης Προσγείωσης	66
5.8	Εσωτερική Μεταβατική Επιφάνεια	70
<b>6.</b>	<b>Προετοιμασία Για την Ανάπτυξη Προγράμματος</b>	<b>77</b>
6.1	Στόχοι Προγράμματος	78
6.2	Βήματα, Διερεύνηση	79

---

---

<b>7.</b>	<b>Ανάλυση Προγράμματος</b>	<b>80</b>
7.1	Εισαγωγή Δεδομένων	81
7.2	Υπολογισμός Συντεταγμένων Και Σχεδίαση Επιφανειών	85
7.2.1	Επιφάνεια Διαδρόμου και Ζώνης Ασφαλείας	85
7.2.2	Κολουροκωνική Επιφάνεια	85
7.2.3	Επιφάνεια Απογείωσης	86
7.2.4	Επιφάνεια Προσέγγισης	86
7.2.5	Εσωτερική Επιφάνεια Προσέγγισης	86
7.2.6	Επιφάνεια Ματαιούμενης Προσγείωσης	87
7.2.7	Μεταβατική Επιφάνεια	88
7.2.8	Εσωτερική Μεταβατική Επιφάνεια	88
7.3	Έλεγχος Υψομέτρων	89
7.4	Χρησιμοποιούμενες Υπορουτίνες	96
7.4.1	Υπορουτίνα "LINE"	96
7.4.2	Υπορουτίνα "ARC"	97
7.4.3	Υπορουτίνα "POINTS"	98
7.4.4	Υπορουτίνα "RTRI"	100
7.4.5	Υπορουτίνα "HEIGHT"	100
7.4.6	Υπορουτίνα "INTERVAL"	100
<b>8.</b>	<b>Απαιτήσεις Και Δεδομένα Για Τη Λειτουργία Του Προγράμματος</b>	<b>101</b>
<b>9.</b>	<b>Λειτουργία Και Περιβάλλον Προγράμματος</b>	<b>104</b>
9.1	Λειτουργία Και Περιβάλλον Προγράμματος	105
9.1.1	Σχέδια Επιφανειών Περιορισμού Εμποδίων	105
9.1.2	Αρχείο Αποτελεσμάτων "zedef.prm"	114

<b>10. Παράδειγμα</b>	<b>115</b>
10.1 Τοποθεσία	116
10.2 Εισαγωγή Δεδομένων	117
10.3 Εισαγωγή Σημείων Ελέγχου	119
10.4 Εκτέλεση Προγράμματος	124
10.5 Αποτελέσματα Προγράμματος	126
10.5.1 Σχέδια Επιφανειών	126
10.5.2 Στοιχεία Σημείων Ελέγχου Επιφανειών	127
<b>11. Συμπεράσματα - Προτάσεις</b>	<b>129</b>
<b>12. Βιβλιογραφία</b>	<b>131</b>
<b>13. Παράρτημα</b>	<b>133</b>

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

## 1.1 Περίληψη

Τα αεροδρόμια αποτελούν έναν από τους κύριους συντελεστές στη μεταφορά αγαθών και προσώπων. Η κατασκευή, η μελέτη, και η λειτουργία τους διέπονται από αρκετούς παράγοντες. Ειδικότερα η Μελέτη Σχεδιασμού ενός αεροδρομίου περιλαμβάνει τα εξής στάδια :

- Καθορισμός Αναγκών
- Επιλογή Θέσης
- Γενικό Σχέδιο Ανάπτυξης (Master Plan)
- Σχέδιο Χρηματοδότησης

Ειδικότερα ο καθορισμός της θέσης γίνεται μέσω της ανάλυσης στοιχείων όπως ο εναέριος χώρος, οι επιφάνειες περιορισμού εμποδίων, η πρόσβαση στο αεροδρόμιο, οι καιρικές συνθήκες, η διαθεσιμότητα και το κόστος γης. **Η παρούσα Διπλωματική Εργασία βρίσκει εφαρμογή στις επιφάνειες περιορισμού εμποδίων ήδη κατασκευασμένων αεροδρομίων, όπου ορίζει και ελέγχει τα υψόμετρα εμποδίων ή και μελλοντικών κατασκευών.**

Για λόγους ασφάλειας στις προσγειώσεις και στις απογειώσεις των αεροσκαφών, επιβάλλεται συγκεκριμένη έκταση γύρω από το αεροδρόμιο και τον διάδρομο να είναι ελεύθερη εμποδίων ή να υφίστανται περιορισμοί για τυχόν μη αφαιρούμενα εμπόδια. Οι οριακές επιφάνειες που ορίζουν την έκταση αυτή λέγονται (οριακές) επιφάνειες (προσέγγισης - απογείωσης) περιορισμού εμποδίων.

Όσον αφορά τον έλεγχο των υψομέτρων στις επιφάνειες περιορισμού εμποδίων, αυτός γίνεται μετά το σχεδιασμό του αεροδρομίου, με δεδομένο μόνο τις ήδη ορισμένες συντεταγμένες του κέντρου του διαδρόμου και τον προσανατολισμό (αζιμούθιο) αυτού. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία (Δ.Ε.) σχεδιάζονται οι εν λόγω επιφάνειες για τις εκάστοτε ανάγκες και δεδομένα, και υπολογίζονται τα μέγιστα επιτρεπόμενα υψόμετρα για τα σημεία των επιφανειών αυτών. Πρέπει να τονίσουμε πως σε κάθε περίπτωση απαιτείται να λάβει χώρα επι τόπου αεροναυτιλιακός έλεγχος, τα αποτελέσματα του οποίου είναι κρίσιμα για την τελική απόφαση έγκρισης ή απόρριψης μιας κατασκευής ή ενός εμποδίου λόγω των επιφανειών περιορισμού εμποδίων.

Εξαιτίας όλων αυτών, η παρούσα Διπλωματική εργασία πραγματεύεται την ανάπτυξη ενός προγράμματος στον Η/Υ, που θα σχεδιάζει τις επιφάνειες περιορισμού εμποδίων και θα ελέγχει τα υψόμετρα εδάφους και κατασκευών μέσα σε αυτές.

## 1.2 Abstract

Airports comprise one of the main common means of the transportation of goods and people. Their construction, design, and operation are related to many elements. In particular, an Airport Planning Design is composed by the following stages:

- Determination of Needs
- Selection of the Position
- Master Plan
- Finance Plan

The determination of airport position considers several aspects such as the airspace, the obstacle limitation surfaces, the airport access, the weather conditions and the value of the land. **This Thesis' objective, is the examination of the heights of the ground and the obstacles, in the obstacle limitation surfaces.**

The area around the airport should be maintained free from obstacles for the safety of landing and takeoff operations, though there are exceptions for possible non-removable objects. The surfaces which define this airspace are named as obstacle limitation surfaces (approach – takeoff).

Regarding the examination of the heights in the obstacle limitation surfaces, this can be done after the design of the airport, given the coordinates of the runway centre and the runway's orientation (azimuth) . In this Thesis, we design the obstacle limitation surfaces for the given needs and we calculate the maximum heights for every point in them. It should be noted that the mandatory in situ investigation from the responsible administrations has the final saying on what will be done concerning a specific point with a specific height.

In light of all these, this Thesis deals with the programming of a simple program where the calculation and designing of the obstacle limitation surfaces could be made, with a goal to check the heights of the ground and constructions or obstacles in these areas.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΤΟΧΟΙ



## Στόχοι

Ξεκινώντας την περιγραφή των στόχων της Δ.Ε., σκόπιμο είναι να αναφέρουμε πως η εργασία αυτή και τα αποτελέσματά της, βρίσκουν εφαρμογή είτε σε κάποιο στάδιο λειτουργίας ενός υπάρχοντος αεροδρομίου, ή σε κάποιο στάδιο Μελέτης Σχεδιασμού ενός νέου αεροδρομίου. Στην πρώτη περίπτωση υπάρχοντος αεροδρομίου, ο στόχος της παρούσης Δ.Ε., είναι ο έλεγχος του τελικού υψομέτρου μιας νέας κατασκευής ή ο περιορισμός υψομέτρου μιας ήδη υπάρχουσας κατασκευής. Το πρόγραμμα που δημιουργήσαμε μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στη Μελέτη Σχεδιασμού ενός νέου αεροδρομίου για μια πρώτη ανάλυση στον υψομετρικό έλεγχο των εμποδίων στη θέση του υπό κατασκευή αερολιμένα.

Στην δεύτερη περίπτωση, ο σχεδιασμός ενός αεροδρομίου προκύπτει από τα στοιχεία, που εξάγονται από μια σειρά μελετών. Η σειρά εκτέλεσης των μελετών είναι η εξής :

- Απογραφές
- Προβλέψεις
- Ανάλυση ζήτησης – Χωρητικότητας
- Μελέτες καθορισμού τάξεως μεγέθους απαιτούμενων εγκαταστάσεων
- Περιβαλλοντικές μελέτες
- Επιλογή Θέσης
- Γενικό Σχέδιο Ανάπτυξης.

Περισσότερες λεπτομέρειες για τα στοιχεία που απαρτίζουν κάθε μια μελέτη χωριστά, παρατίθενται στα βιβλία "Συστήματα Αεροδρομίων" των R. De Neufville και A. Odoni σε απόδοση και προσαρμογή Π. Ψαράκη και "Αεροδρόμια" του Κ.Γ. Αμπακούμκιν.

Το αντικείμενο της παρούσης Δ.Ε, ανεξάρτητα από το στάδιο λειτουργίας ή κατασκευής ενός αεροδρομίου, είναι ο έλεγχος των υψομέτρων στις περιοχές περιορισμού εμποδίων γύρω από τον διάδρομο και στην περιοχή αυτού.

Στη παρούσα Δ.Ε. με τη βοήθεια του Η/Υ εκτελούμε με ταχύτητα και ακρίβεια όλους τους αναγκαίους υπολογισμούς για μια τέτοια εργασία. Ταυτόχρονα, έχουμε τη δυνατότητα να καλύψουμε μια μεγάλη περιοχή ελέγχου με μεγάλο εύρος συνδυασμών. Ωστόσο, όπως αναφέραμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, η τελική απόφαση για το υψόμετρο κάποιου σημείου, θα παρθεί από τον επί τόπου αεροναυτιλιακό έλεγχο. Είναι κατανοητό πως κάποιο σημείο με απαγορευτικό από το πρόγραμμα υψόμετρο μπορεί να μην επηρεάζει τη λειτουργία του αεροδρομίου ή αντίστοιχα κάποιο σημείο με επιτρεπτό υψόμετρο να κριθεί ακατάλληλο και απαγορευτικό.

Συνεπώς, στοχεύουμε στη δημιουργία ενός πλήρους εγχειριδίου με το οποίο ο μηχανικός θα δύναται **να σχεδιάσει κάθε επιφάνεια περιορισμού εμποδίων και να ελέγξει την κρισιμότητα των υψομέτρων τυχόν κατασκευών ή εμποδίων μέσα στις επιφάνειες αυτές.**

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## Εισαγωγή

Όπως γνωρίζουμε, ο έλεγχος υψομέτρου μιας κατασκευής ή εμποδίου στην περιοχή ενός αεροδρομίου είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, καθώς πρέπει να προηγηθούν άλλες εργασίες και υπολογισμοί. Στη παρούσα Δ.Ε. δημιουργήσαμε ένα πρόγραμμα στον Η/Υ σε γλώσσα προγραμματισμού FORTRAN 77, και με τη χρήση άλλων προγραμμάτων όπως το σημειωματάριο (notepad), υπολογιστικό φύλο (excel) και σχεδιαστικό πρόγραμμα Autocad. Το πρόγραμμα αυτό θα μπορεί να σχεδιάζει τις επιφάνειες περιορισμού εμποδίων για έναν υπάρχοντα ή υπο κατασκευή διάδρομο, και να υπολογίζει τα μέγιστα επιτρεπόμενα υψόμετρα σε οποιοδήποτε σημείο των επιφανειών αυτών.

Πριν την έναρξη του προγράμματος, ο μελετητής και ο χρήστης του προγράμματος οφείλει να συλλέξει πληροφορίες για τη περιοχή του αεροδρομίου και ειδικότερα τα στοιχεία του διαδρόμου.

Κατά την έναρξη του προγράμματος, ορίζουμε τις μεταβλητές του διαδρόμου (μήκος, κλίση, αζιμούθιο), τις συντεταγμένες του κέντρου του διαδρόμου, τους κωδικούς απογείωσης και προσγείωσης, τις αποστάσεις των κατωφλίων από τα άκρα του διαδρόμου και την παραμόρφωση των υψών για λόγους ευχρηστίας στην ανάγνωση των σχεδίων.

Επίσης, εισάγουμε τα σημεία του ψηφιοποιημένου χάρτη της περιοχής που εξετάζουμε ώστε να δημιουργηθούν τα απαραίτητα αρχεία τριγώνων του ψηφιακού μοντέλου εδάφους που θα χρειαστούν στην ανάπτυξη του προγράμματος.

Η Δ.Ε. αναπτύσσεται σε επτά ενότητες, ολοκληρώνεται με ένα παράδειγμα (στη περιοχή της Σαμοθράκης) στο οποίο βρίσκει εφαρμογή το πρόγραμμα που δημιουργήσαμε και στο τέλος παρατίθενται τα συμπεράσματα και οι προτάσεις που απορρέουν από την ανάπτυξη του θέματος.

Στο κεφάλαιο 4, κάνουμε έναν συνοπτικό σχολιασμό του διαδρόμου, των ζωνών του και των επιφανειών περιορισμού εμποδίων, ενώ αναφέρουμε και κάποιες παραδοχές που κάναμε κατά το σχεδιασμό διάφορων στοιχείων των επιφανειών.

Στο κεφάλαιο 5, γίνεται γεωμετρική ανάλυση όλων των επιφανειών και παρατίθενται τα σχέδια αυτών. Για κάθε επιφάνεια, δίνουμε τη σχετική θέση των χαρακτηριστικών σημείων που χρησιμοποιούμε για τη σχεδίαση και τον ακριβή ορισμό της επιφάνειας, ως προς το κέντρο του άξονα του διαδρόμου και τον προσανατολισμού αυτού.

Στο κεφάλαιο 6, αναφέρουμε τους στόχους του προγράμματος και παραθέτουμε και σχολιάζουμε τις απαραίτητες προαπαιτούμενες εργασίες που έγιναν πριν την ανάπτυξη του προγράμματος.

Στο κεφάλαιο 7 γίνεται λεπτομερής ανάλυση του προγράμματος που δημιουργήσαμε. Ένα πρόγραμμα αποτελείται από πολλές εντολές. Ολόκληρο το πρόγραμμα αλλά και οι υπορουτίνες που χρησιμοποιήθηκαν, παρατίθενται στο παράρτημα της εργασίας αυτής.

Για τη λειτουργία του προγράμματος είναι αναγκαίο να δημιουργηθούν κάποια αρχεία με δεδομένα, πριν την έναρξη λειτουργίας του, ενώ δημιουργούνται κάποια άλλα αρχεία δεδομένων κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του. Η ανάλυση αυτών των αρχείων γίνεται στο κεφάλαιο 8.

Στο κεφάλαιο 9, παραθέτουμε μια σειρά εικόνων που αποσκοπεί στην καλύτερη κατανόηση του περιβάλλοντος και της λειτουργίας του προγράμματος.

Εν συνεχεία, στο κεφάλαιο 10 εκτελέσαμε ένα παράδειγμα στη περιοχή της Σαμοθράκης για να δείξουμε ένα μέρος των δυνατοτήτων του προγράμματος.

Τέλος, παραθέτουμε τα συμπεράσματα και τις προτάσεις μας όσον αφορά το πρόγραμμα και τις δυνατότητες του αλλά και τις προοπτικές εξέλιξης του.

Κλείνοντας θα θέλαμε να αναφέρουμε πως στο παράρτημα της Δ.Ε. παρατίθενται το πρόγραμμα μαζί με τις υπορουτίνες που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και το κεφάλαιο 4 του ANNEX 14 που αφορά τον περιορισμό εμποδίων.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

## 4.1 Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Στα πλαίσια της παρούσης Διπλωματικής Εργασίας έγινε μια επισκόπηση σε ήδη υπάρχοντες κανονισμούς, εργασίες, δημοσιεύσεις που αφορούν τον έλεγχο υψομέτρων των εμποδίων στις επιφάνειες περιορισμού, καθώς και την ανάπτυξη λογισμικού για ταχύτερο και αξιόπιστο έλεγχο. Επίσης, παρουσιάζονται και σχολιάζονται εκτενέστερα οι επιφάνειες περιορισμού εμποδίων.

### 1. Federal Aviation Regulations Part 77.

Ένα σημαντικό κομμάτι πάνω στο οποίο “πατάει” η παρούσα διπλωματική εργασία έχει καλυφθεί από την FAA και αφορά τις συνθήκες κάτω από τις οποίες μια κατασκευή στο χώρο του αεροδρομίου αποτελεί εμπόδιο ή όχι. Το Part 77 της FAA (FAA, 2010) περιλαμβάνει τους κανονισμούς με τους οποίους αξιολογούμε το πόσο επηρεάζει μια κατασκευή τις διαδικασίες λειτουργίας του αεροδρομίου. Έτσι μπορούμε να προσδιορίσουμε ως εμπόδιο ή μη-εμπόδιο κάθε προϋπάρχον ή μελλοντικό, φυσικό ή τεχνητό, αντικείμενο στο χώρο του αεροδρομίου. Τα αποτελέσματα από μια μελέτη που βασίζεται στους κανονισμούς του Part 77 μπορεί να είναι τρία.

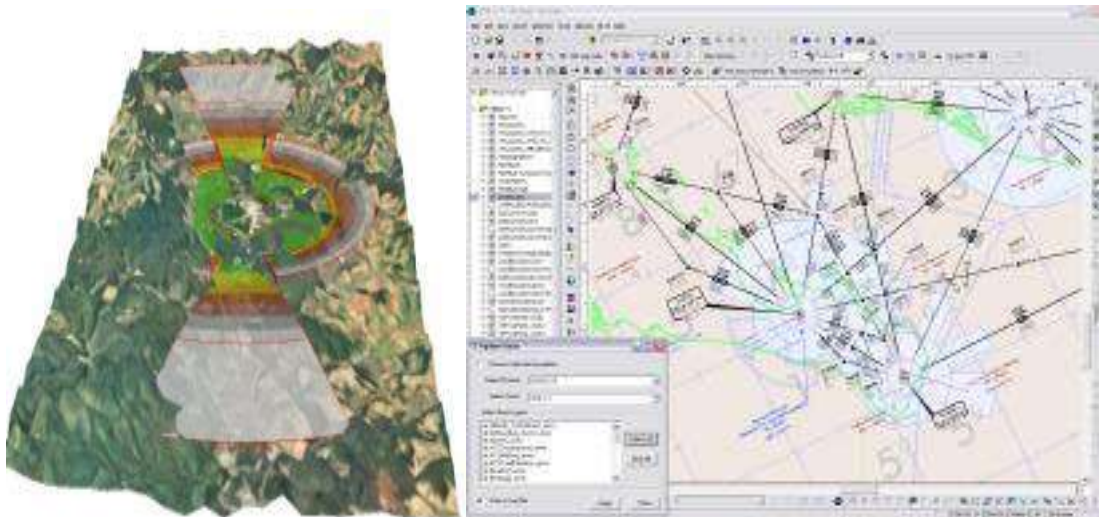
- Μη-Εμπόδιο. “Το υψόμετρο του αντικείμενο δεν ξεπερνά τις ορισμένες τιμές για τις οποίες μπορεί να θεωρηθεί εμπόδιο και συνεπώς δεν χρειάζεται φωτισμός ή ανάλογη σήμανση στη τοποθεσία.”
- Ανεκτό υπό συνθήκες. “Το αντικείμενο/υψόμετρο θα ήταν αποδεκτό αν εφαρμόζονταν κάποια μέτρα σήμανσης/φωτισμού στη τοποθεσία.”
- Εμπόδιο. “ Το υψόμετρο του αντικειμένου ξεπερνά τους κανονισμούς, θεωρείται επικίνδυνο και συνεπώς πρέπει να απομακρυνθεί ή να μην κατασκευασθεί. ”

Οι κανονισμοί και τα αποτελέσματα αυτά χρησιμοποιούνται ως στοιχεία για το σχεδιασμό των επιφανειών περιορισμού εμποδίων αλλά και ως έναυσμα για τη δημιουργία ενός προγράμματος Η/Υ που θα αυτοματοποιεί τις διαδικασίες αυτές. Ωστόσο, η FAA δεν δίνει κανονισμούς για όλες τις επιφάνειες, αλλά αφήνει έξω αυτές που συναντάμε αποκλειστικά σε διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης (Εσωτερική Επιφάνεια Προσέγγισης, Εσωτερική Μεταβατική Επιφάνεια και Επιφάνεια Μатаιούμενης Προσγείωσης). Αξίζει να τονιστεί πως υπάρχουν διαφοροποιήσεις στις τιμές που δίνονται από την FAA σε σχέση με τις αντίστοιχες του ICAO. Η παρούσα Δ.Ε. χρησιμοποιεί τα κριτήρια του ICAO για τον έλεγχο εμποδίων, πράγμα που τη διαφοροποιεί από το Part 77 της FAA.

2. Esri Aeronautical Solution. (Αεροναυτιλιακές Λύσεις από την Esri. Επέκταση προγράμματος ArcGIS για τις ανάγκες αεροδρομίων)

Η πολυεθνική εταιρεία Esri, ειδικεύεται στο τομέα ανάπτυξης προγραμμάτων και εφαρμογών που ως αντικείμενο μελέτης έχουν τη τοπογραφία και τη γεωγραφία. Σε αυτό το πλαίσιο, και ειδικότερα για ένα ήδη υπάρχον πρόγραμμα Η/Υ με την ονομασία "ArcGIS", αναπτύχθηκαν κάποιες επεκτάσεις ώστε αυτό να βρει εφαρμογή στον σχεδιασμό αεροδρομίων (Esri, 2012). Χρησιμοποιώντας γεωπληροφορικά συστήματα, το πρόγραμμα μπορεί να δώσει σημαντικές λύσεις στο τομέα των αεροδρομίων, και ειδικότερα σε θέματα που αφορούν τη γη και το ανάγλυφο της. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται για δημιουργία διαγραμμάτων τήρησης απαιτήσεων της FAA σε οτιδήποτε εφάπτεται στους κανονισμούς αυτής.

Σε σχέση με τη παρούσα Δ.Ε., το πρόγραμμα αυτό θεωρείται γενικής εφαρμογής και όχι ειδικότερης σε κάποιο συγκεκριμένο, μεμονωμένο πρόβλημα εμποδίου. Η εταιρεία έχει προχωρήσει και σε ανάπτυξη εφαρμογής μέσα στο πρόγραμμα για αναγνώριση εμποδίων (AIROBS). Το πρόβλημα όμως συνεχίζει να υπάρχει διότι δεν μας ενδιαφέρει η κατασκευή ενός διαγράμματος για την τήρηση ή όχι των απαιτήσεων, αλλά μια πιο ξεκάθαρη απάντηση για το αν μια κατασκευή αποτελεί εμπόδιο και για πόσα μέτρα ξεπερνά τις απαιτήσεις και ούτω καθεξής. Επίσης, το πρόγραμμα παρόλο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για κανονισμούς ICAO (Παγκόσμια κλίμακα), είναι σχεδιασμένο κυρίως για να πληροί τις προϋποθέσεις της FAA (Αμερικανική κλίμακα) και να λειτουργεί με βάση τα πρότυπα αυτής, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τα αποτελέσματα για μεμονωμένα προβλήματα αεροδρομίων εκτός των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής.



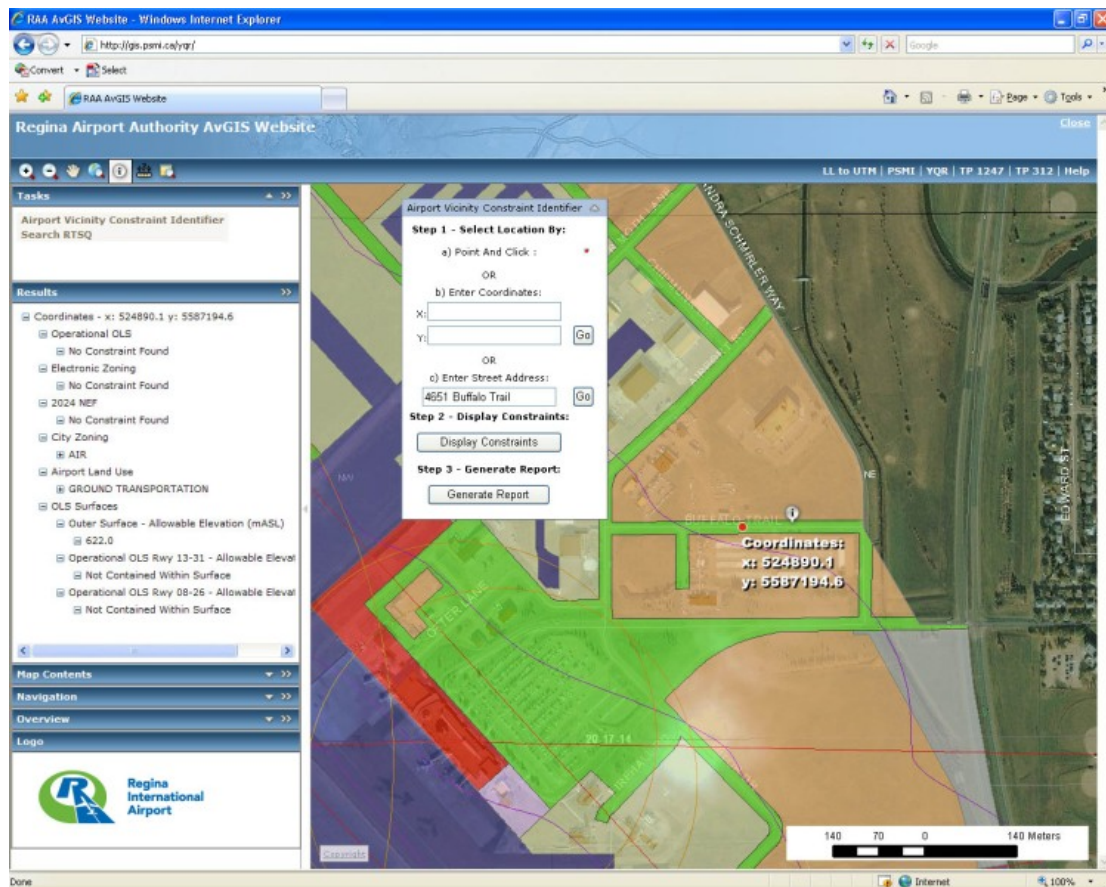
Εικόνες 4.1: Εικόνες από το πρόγραμμα της Esri



### 3. AvGIS - Airport Vicinity Land Use Analysis and Management Software. (Πρόγραμμα Ανάλυσης Και Διαχείρισης Γης Αεροδρομίου – AvGIS)

Η καναδέζικη εταιρεία PSMI προσφέρει υπηρεσίες συμβουλευτικής στη βιομηχανία της αεροναυτιλίας. Στο πλαίσιο αυτό έχει δημιουργήσει το πρόγραμμα AvGIS (PSMI, 2001) το οποίο βοηθάει στην αναγνώριση των περιορισμών εντός και εκτός της έκτασης ενός αεροδρομίου. Τέτοιοι περιορισμοί μπορεί να αφορούν τις επιφάνειες περιορισμού εμποδίων, κινδύνους από ζώνες δραστηριότητας πτηνών, τα επίπεδα θορύβου στην περιοχή γύρω του αεροδρομίου και άλλα. Πιο συγκεκριμένα, το πρόγραμμα επιτρέπει στο χρήστη να εισάγει μια τοποθεσία στο διαδραστικό χάρτη που παρέχει το ίδιο το πρόγραμμα και μέσω των γεωπληροφοριακών συστημάτων, το πρόγραμμα βγάζει ως αποτελέσματα προτάσεις για την ασφαλή λειτουργία αεροδρομίου στη τοποθεσία αυτή.

Όπως και σε άλλες περιπτώσεις, το παρόν πρόγραμμα δεν καλύπτει την ανάγκη διερεύνησης για το αν μια κατασκευή αποτελεί εμπόδιο ή όχι σε ήδη υπάρχοντα αεροδρόμια. Είναι ένα πρόγραμμα που παρέχει προτάσεις για ασφαλή λειτουργία ενός αεροδρομίου σε μια συγκεκριμένη περιοχή αλλά δεν εξετάζει υψόμετρα μεμονωμένων σημείων. Το τελευταίο είναι και ο τομέας στο οποίο εξειδικεύεται η παρούσα Διπλωματική Εργασία.



Εικόνα 4.2: Εικόνα από το πρόγραμμα AvGIS της Psmi

4. Airport Obstacle Extraction By Aerial Photograph Stereo Matching. (Αφαίρεση Εμποδίων σε Αεροδρόμιο, μέσω Στερεογραφικής Απεικόνισης Αεροφωτογραφίας)

Αναγνωρίζοντας το πρόβλημα για τον έλεγχο υψομέτρων των εμποδίων στις επιφάνειες περιορισμού ενός αεροδρομίου, οι Toshiyuki et al. (2009), ανέπτυξαν πρόγραμμα που ελέγχει τα υψόμετρα αυτά μέσω αεροφωτογραφιών. Το πρόγραμμα αρχικά δημιουργεί το ψηφιακό μοντέλο του εδάφους της περιοχής του αεροδρομίου μέσω αεροφωτογραφιών και με τη διαδικασία rixel-by-rixel. Στη συνέχεια, συγκρίνει το υψόμετρο κάθε rixel με αυτό που προκύπτει για το εν λόγω σημείο από τις επιφάνειες περιορισμού εμποδίων. Αν το υψόμετρο που δείχνει η αεροφωτογραφία ξεπερνά το επιτρεπτό υψόμετρο στο σημείο αυτό, θεωρείται πως εκεί υπάρχει εμπόδιο.

Μειονέκτημα της παρούσης εργασίας είναι πως εξετάζουν μόνο περιοχές μέχρι και 10 χιλιόμετρα πέραν του τέλους και αρχής των διαδρόμων, ενώ στη πραγματικότητα η επιφάνεια απογείωσης και προσγείωσης μπορούν να φτάσουν μέχρι και 15 χιλιόμετρα πέραν των σημείων αυτών.

Επιπλέον, αυτό που δεν καλύπτει η παραπάνω μελέτη αλλά εξετάζει η παρούσα Δ.Ε. είναι η περίπτωση μελλοντικής κατασκευής σε κάποιο σημείο μέσα στις επιφάνειες περιορισμού εμποδίων, και το μέγιστο επιτρεπτό υψόμετρο στο οποίο μπορεί να φτάσει.

Εν κατακλείδι, η καινοτομία που προσφέρει η παρούσα Δ.Ε. και το πρόγραμμα που αναπτύχθηκε παρουσιάζεται στα εξής:

- Χρήση του σχεδιαστικού προγράμματος AutoCAD για αποτύπωση των επιφανειών περιορισμού εμποδίων, αντί για χρήση του προγράμματος GIS
- Ενσωμάτωση επιφανειών που δεν αναφέρονται στο Part 77 της FAA (Επιφάνεια Ματαιούμενης Προσγείωσης, Εσωτερική Επιφάνεια Προσέγγισης και Εσωτερική Μεταβατική Επιφάνεια)
- Σχεδιασμός με βάση τους κανονισμούς του ICAO (International Civil Aviation Organization)
- Διερεύνηση προβλήματος και πρόταση λύσης πριν την ανέγερση μιας κατασκευής (Πρόληψη)
- Εφαρμογή προγράμματος σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας υπάρχοντος αεροδρομίου

## 4.2 Επιφάνειες Περιορισμού Εμποδίων

### 4.2.1 Διάδρομος & Ζώνη Ασφαλείας (Runway & Safety Zone)

Τα χαρακτηριστικά του διαδρόμου προκύπτουν από τις ανάγκες και τους στόχους του αεροδρομίου που με τη σειρά τους προκύπτουν από την τιμή του βασικού μήκους του αεροσκάφους (α/φ) σχεδιασμού. Το βασικό μήκος του α/φ υπολογίζεται μέσω διαδικασιών (τύπος α/φ, προβλέψεις κίνησης αερολιμένα κτλ.), οι οποίες δεν αποτελούν αντικείμενο μελέτης της παρούσης διπλωματικής εργασίας.

Κάθε αεροδρόμιο χαρακτηρίζεται από έναν κωδικό (κατά ICAO) που έχει ως σκοπό να παράσχει τη δυνατότητα σχεδιασμού των επιμέρους χαρακτηριστικών του αεροδρομίου. Ο κωδικός αυτός, αποτελείται από ένα αριθμητικό ψηφίο και ένα γράμμα. Το αριθμητικό ψηφίο συνδέεται με το μήκος του διαδρόμου αναφοράς του α/φ, και το γράμμα (λατινικού αλφάβητου) με το άνοιγμα πτερυγίων και την απόσταση βάσης του συστήματος κυρίων τροχών.

Πίνακας 4.1: Κωδικός Αναφοράς Αεροδρομίου του ICAO (Πηγή: Συστήματα Αεροδρομίων, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2009)

Αριθμός	Βασικό Μήκος Διαδρόμου για το α/φ σχεδιασμού (RFL)	Γράμμα	Άνοιγμα Πτερυγίων (WS)	Απόσταση Βάσης Εξωτερικών Κύριων Τροχών (OMG)
1	RFL < 800 m	A	WS < 15 m	OMG < 4.5m
2	800 m ≤ RFL < 1200 m	B	15 m ≤ WS < 24 m	4.5 m ≤ OMG < 6 m
3	1200 m ≤ RFL < 1800 m	C	24 m ≤ WS < 36 m	6 m ≤ OMG < 9 m
4	1800 m ≤ RFL	D	36 m ≤ WS < 52 m	9 m ≤ OMG < 14 m
		E	52 m ≤ WS < 65 m	9 m ≤ OMG < 14 m
		F	65 m ≤ WS < 80 m	14 m ≤ OMG < 16 m

Συνοπτικά, μπορούμε να αναφέρουμε πως το μήκος του διαδρόμου προκύπτει από το βασικό μήκος του α/φ σχεδιασμού, δηλαδή του πιο απαιτητικού α/φ, αφού αυτό (το μήκος) πολλαπλασιαστεί με τους τρεις διορθωτικούς συντελεστές αύξησης λόγω :

- Θερμοκρασίας
- Κατά μήκος κλίσης
- Υψομέτρου

Το πλάτος του διαδρόμου υπολογίζεται με βάση το κωδικό γράμμα και το κωδικό αριθμό του τύπου του διαδρόμου. Με βάση τους κωδικούς και το πίνακα στο κεφάλαιο 3 του ANNEX (βλέπε Παράρτημα) βρίσκουμε το ελάχιστο πλάτος του διαδρόμου.

Πίνακας 4.2: Ελάχιστο Πλάτος Διαδρόμου (m) (Πηγή: ANNEX 14, ICAO)

Κωδικός Αριθμός	Γράμμα					
	A	B	C	D	E	F
1	18	18	23	-	-	-
2	23	23	30	-	-	-
3	30	30	30	45	-	-
4	-	-	45	45	45	60

Σημειώνεται ότι το πλάτος του διαδρόμου που χρησιμοποιείται για προσγειώσεις αεροσκαφών με ενόργανη ακριβή προσέγγιση δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 30 m για τις κατηγορίες 1 και 2.

Όσον αφορά την μέγιστη κατά μήκος κλίση του διαδρόμου, αυτή συνδέεται με τον κωδικό αριθμό. Οι περιορισμοί κατά ICAO, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.3: Μέγιστη κατά μήκος κλίση διαδρόμου (Πηγή: ANNEX 14, ICAO)

	Κωδικός Αριθμός			
	1	2	3	4
Μέγιστη κλίση	2%	2%	1%	1%

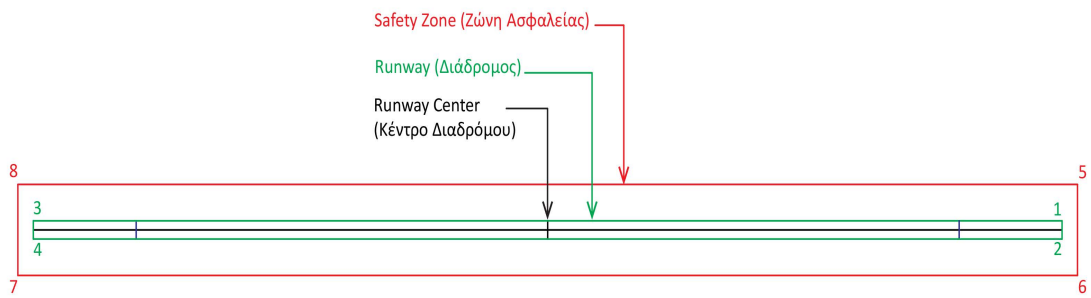
**Παραδοχές :** Στην παρούσα διπλωματική εργασία θεωρήσαμε ότι η κατα μήκος κλίση παραμένει σταθερή καθ'όλο το μήκος του διαδρόμου με συνέπεια να μην υφίστανται περιορισμοί για τμήματα με διαφορετικές κλίσεις. Στην πραγματικότητα, μπορούμε να έχουμε δύο ή και τρεις διαφορετικές διαδοχικές κατα μήκος κλίσεις. Σημαντικότερη παραδοχή αποτελεί το γεγονός ότι δεν λαμβάνουμε υπόψη την εγκάρσια κλίση του διαδρόμου, αφού κάτι τέτοιο δεν επηρεάζει αρνητικά την επίτευξη των στόχων της εργασίας αυτής.

Η Ζώνη Ασφαλείας (Safety Zone) εκτείνεται εκατέρωθεν του μήκους του διαδρόμου και πέραν το τέλος αυτού. Κύριος σκοπός της είναι η μείωση του κινδύνου καταστροφής του α/φ εφόσον αυτό είτε προσγειωθεί προ του διαδρόμου είτε απογειωθεί μετά αυτού. Ο σχεδιασμός της γίνεται με βάση κάποιους περιορισμούς του ICAO, οι οποίοι παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Ως πλάτος, ορίζεται η απόσταση του εξωτερικού πλευρικού ορίου της ζώνης ασφαλείας από τον άξονα του διαδρόμου, και ως μήκος, θεωρούμε την απόσταση στην οποία εκτείνεται η ζώνη ασφαλείας πέραν του διαδρόμου.

Πίνακας 4.4: Ελάχιστες Απαιτήσεις Ζώνης Ασφαλείας (m) (Πηγή: ANNEX 14, ICAO)

Κωδικός Αριθμός	Μη Ενόργανη Προσέγγιση		Ενόργανη Προσέγγιση	
	Πλάτος	Μήκος	Πλάτος	Μήκος
<b>1</b>	30	30	75	60
<b>2</b>	40	60	75	60
<b>3</b>	75	60	150	60
<b>4</b>	75	60	150	60

Τέλος, το κατώφλι (Threshold) είναι εκείνο το σημείο πάνω στον διάδρομο, πέρα του οποίου δύναται να χρησιμοποιηθεί για προσγείωση. Το κατώφλι μπορεί να είναι στο άκρο του διαδρόμου ή πιο μέσα. Στη δεύτερη περίπτωση ονομάζεται «μετατοπισμένο κατώφλι». Η ονομασία του κατωφλιού είναι το μαγνητικό αζιμούθιο (δηλαδή, η ως προς τον μαγνητικό βορρά γωνία μετρούμενη κατά την ωρολογιακή φορά) του διαμήκους άξονα του διαδρόμου κατά τη φορά κίνησης του α/φ. Η ονομασία εκφράζεται σε δεκάδες μοιρών και η τιμή του είναι η εγγύτερη προς την ακριβή γωνιά. Έτσι, η ονομασία του κατωφλιού διαδρόμου που έχει μαγνητικό αζιμούθιο 33° είναι 03, εκείνου που έχει 327° είναι 33 κ.ο.κ. Ο προσανατολισμός του διαδρόμου δηλώνεται με την ονομασία του κατωφλιού του, διάδρομος 03-21 για το προηγούμενο παράδειγμα. Η απόσταση του κατωφλιού από το πέρασ του διαδρόμου δεν είναι δεδομένη, γι' αυτό και εμείς επιλέγουμε συνήθως η απόσταση αυτή να είναι το 10% περίπου του μήκους του διαδρόμου.



Σχέδιο 4.1: Διάδρομος & Ζώνη Ασφαλείας

### 4.2.2. Εσωτερική Οριζόντια Επιφάνεια (Inner Horizontal Surface)

Η εσωτερική οριζόντια επιφάνεια είναι ένα οριζόντιο επίπεδο το οποίο εκτείνεται πάνω από τον αερολιμένα και την ευρύτερη περιοχή. Ο ορισμός της επιφάνειας αυτής είναι απλός και εξαρτάται από τον τύπο και την κατηγορία του διαδρόμου στον οποίο αντιστοιχεί. Τα δύο βασικά χαρακτηριστικά, και συνεπώς οι μεταβλητές από τις οποίες ορίζεται η εσωτερική οριζόντια επιφάνεια, είναι το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται πάνω από το διάδρομο και η ακτίνα-απόσταση από το ή τα σημεία αναφοράς.

Το ύψος της εσωτερικής οριζόντιας επιφάνειας, πρέπει να μετριέται από κάποιο συγκεκριμένο υψόμετρο, το οποίο έχει οριστεί και για αυτό το σκοπό. Στην περίπτωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας το υψόμετρο αυτό είναι το υψόμετρο του άξονα του διαδρόμου. Συνεπώς, η εσωτερική οριζόντια επιφάνεια βρίσκεται σε τόσο ύψος πάνω από τον άξονα του διαδρόμου όσο είναι το ύψος που ορίζει από τους πίνακες του, το ANNEX 14 του ICAO (εφεξής "ANNEX"). Στην περίπτωση που ο διάδρομος έχει κλίση, το ορθογώνιο μέρος της επιφάνειας εκατέρωθεν του διαδρόμου είναι και αυτό κεκλιμένο, με κλίση ίση με αυτή του διαδρόμου, ώστε να ικανοποιείται ο παραπάνω χαρακτηρισμός. Πέραν της αρχής και πέραν του τέλους του διαδρόμου, η εσωτερική οριζόντια επιφάνεια ακολουθεί οριζόντια επίπεδα με υψόμετρα όσο παραπάνω ορίζει το ANNEX από το υψόμετρα στα ακραία σημεία του διαδρόμου.

Η απόσταση (ή ακτίνα) στην οποία εκτείνεται η εσωτερική οριζόντια επιφάνεια, μετριέται από κάποια σημεία αναφοράς. Ως σχόλιο μπορεί να παρατεθεί το γεγονός ότι παλαιότερα ή ακόμα και σήμερα για σχετικά μικρά αεροδρόμια, οριζόνταν ένα μόνο σημείο αναφοράς το κεντρικό σημείο του διαδρόμου ή η τομή των διασταυρούμενων διαδρόμων. Πλέον, οι σύγχρονες αντιλήψεις θεωρούν ως σημεία αναφοράς εκατέρωθεν του διαδρόμου τον άξονα του διαδρόμου, ενώ πέρα αυτού τα σημεία αναφοράς είναι τα άκρα του άξονα. Η απόσταση-ακτίνα αυτή δίνεται από τους πίνακες του ANNEX. Ως εκ τούτου η εσωτερική οριζόντια επιφάνεια είναι ορθογώνια κατά μήκος του διαδρόμου και ημικυκλική στο πέρασ αυτού με ακτίνα την προαναφερόμενη.

Συνοψίζοντας τους παραπάνω χαρακτηρισμούς, σε περίπτωση που ο διάδρομος έχει κατά μήκος κλίση, η κατά μήκος τομή της εσωτερικής οριζόντιας επιφάνειας, θα μας παρουσιάζει τρία διαφορετικά επίπεδα : ένα κεκλιμένο με κλίση ίση με αυτή του διαδρόμου και δύο οριζόντια που θα εκτείνονται πέρα από τα άκρα αυτού. Αυτή η διαμόρφωση μας εξασφαλίζει έναντι της διατήρησης του υψομέτρου από τα σημεία αναφοράς του άξονα του διαδρόμου.

Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι η εσωτερική οριζόντια επιφάνεια είναι μία από τις σημαντικότερες επιφάνειες περιορισμού εμποδίων, αφού καταλαμβάνει μία μεγάλη έκταση γύρω από το διάδρομο και συνεπώς και το αεροδρόμιο και σε σχετικά μικρό ύψος (45m για όλους τους τύπους των διαδρόμων). Ενδεικτικά μπορούμε να αναφέρουμε ότι η εσωτερική οριζόντια επιφάνεια μπορεί να εκτείνεται μέχρι και 4000m εκατέρωθεν του άξονα του διαδρόμου σχηματίζοντας εκτός του ορθογώνιου τμήματος και ένα ημικυκλικό ακτίνας 4000m ( τα 4000m αφορούν την ακτίνα, για τύπο διαδρόμου 3 ή 4).

**Παραδοχή** : Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θεωρούμε ως σημείο αναφοράς για το υψόμετρο της εσωτερικής οριζόντιας επιφάνειας, το κέντρο του διαδρόμου. Ως εκ τούτου, η το επίπεδο της εσωτερικής οριζόντιας επιφάνειας δεν είναι κεκλιμένο αλλά οριζόντιο, με υψός, όσο ορίζει το ANNEX 14 πάνω απο το κέντρο του διαδρόμου.



### 4.2.3 Κολουροκωνική Επιφάνεια (Conical Surface)

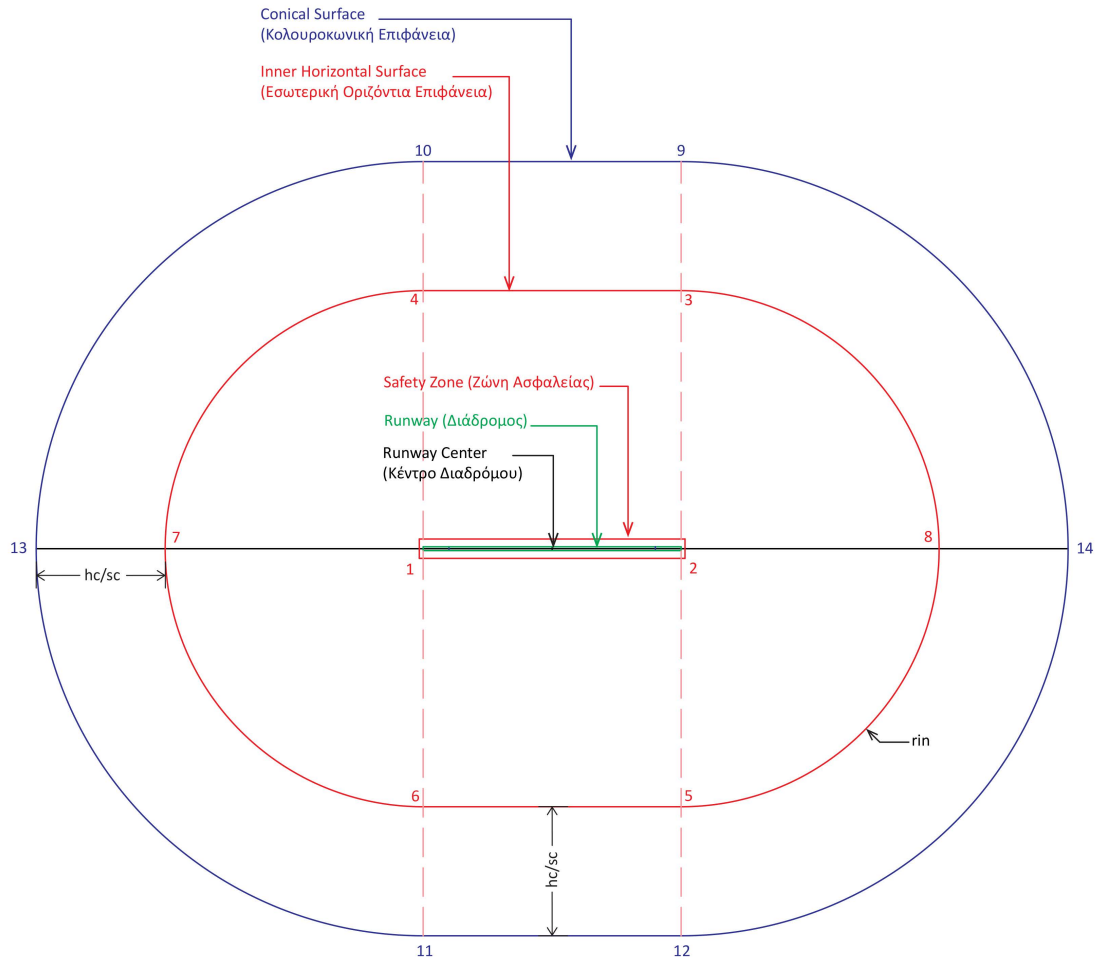
Η κολουροκωνική επιφάνεια μπορεί να θεωρηθεί ως συνέχεια της εσωτερικής οριζόντιας επιφάνειας. Πρόκειται για μία κεκλιμένη επιφάνεια που ξεκινά από το εξωτερικό όριο της περιφέρειας της εσωτερικής οριζόντιας επιφάνειας. Ο ορισμός της επιφάνειας αυτής είναι εξίσου απλός και όπως και για όλες τις επιφάνειες, εξαρτάται από τον τύπο και την κατηγορία του διαδρόμου στον οποίο αντιστοιχεί. Τα κύρια χαρακτηριστικά της επιφάνειας και συνεπώς οι μεταβλητές από τις οποίες ορίζεται η κολουροκωνική επιφάνεια, είναι δυο. Το υψόμετρο πάνω από το εξωτερικό όριο της εσωτερικής οριζόντιας επιφάνειας στο οποίο βρίσκεται, και η κλίση.

Το ύψος του εξωτερικού ορίου της κολουροκωνικής επιφάνειας μετριέται, όπως προαναφέρθηκε, από το εξωτερικό όριο της εσωτερικής οριζόντιας επιφάνειας. Εφόσον ο διάδρομος είναι κεκλιμένος τότε είναι κεκλιμένη και η εσωτερική οριζόντια επιφάνεια και συνεπώς και η κολουροκωνική, με την ίδια κλίση έτσι ώστε να διατηρείται η απαιτούμενη υψομετρική διαφορά από το εξωτερικό όριο της εσωτερικής οριζόντιας επιφάνειας. Το ίδιο ισχύει και για τις περιοχές πέραν του τέλους του διαδρόμου, όπου η εσωτερική οριζόντια επιφάνεια είναι οριζόντια και εκτείνεται σε συγκεκριμένο ύψος. Εκεί, το εξωτερικό όριο της κολουροκωνικής επιφάνειας είναι οριζόντιο, και διατηρείται η μεταξύ τους υψομετρική διαφορά.

Η κλίση της κολουροκωνικής επιφάνειας πρέπει να μετριέται σε ένα κατακόρυφο επίπεδο κάθετα στο εξωτερικό όριο (περιφέρεια) της εσωτερικής οριζόντιας επιφάνειας. Η κλίση αυτή είναι ίδια για όλους τους τύπους και τις κατηγορίες διαδρόμων (ίση με 5%).

Όπως και η εσωτερική οριζόντια επιφάνεια, έτσι και η κολουροκωνική είναι πολύ σημαντική στην εύρεση κατάλληλης θέσης αεροδρομίου, αφού εκτείνεται σε όλη σχεδόν την περιοχή γύρω από το αεροδρόμιο. Προτείνεται οι επιφάνειες αυτές να είναι ελεύθερες από εμπόδια και σε περίπτωση που αυτά προϋπάρχουν να αφαιρούνται. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της κατασκευής του διεθνούς αερολιμένα Ελ.Βενιζέλος στα Σπάτα όπου χρειάστηκε να μετακινηθεί ολόκληρος ναός. Βέβαια, συχνά λόγω έλλειψης χώρου θεωρούμε ως παραδοχή την ισχύ του παραπάνω στη μισή έκταση των επιφανειών.

Συνεπώς, η κολουροκωνική επιφάνεια μαζί με την εσωτερική οριζόντια επιφάνεια παίζουν καθοριστικό ρόλο στο να βρεθεί η θέση με τις λιγότερες απαιτήσεις για ορύγματα αφού, λόγω της μορφής τους, είναι και οι μεγαλύτερες σε έκταση. Συνηθίζεται να θεωρούνται σαν μία επιφάνεια. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο σχεδιασμό τους, στην περίπτωση όπου διάδρομος έχει κατά μήκος κλίση.



Σχέδιο 4.2: Εσωτερική Οριζόντια Επιφάνεια & Κολουροκωνική Επιφάνεια

#### 4.2.4 Επιφάνεια Προσέγγισης (Approach Surface)

Η επιφάνεια προσέγγισης αποτελείται από ένα ή περισσότερα κεκλιμένα επίπεδα τα οποία προηγούνται του κατωφλίου. Ο ορισμός της επιφάνειας αυτής, όπως και για όλες τις επιφάνειες, εξαρτάται από τον τύπο και την κατηγορία του διαδρόμου στον οποίο αντιστοιχεί. Τα επίπεδα που ορίζουν την επιφάνεια προσέγγισης έχουν τη μορφή τραπεζίου. Ο αριθμός τους καθορίζεται από τον τύπο και την κατηγορία του διαδρόμου.

Τα όρια της επιφάνεια προσέγγισης, όπως ορίζει το ANNEX, αποτελούνται από :

- Το εσωτερικό όριο, συγκεκριμένου μήκους, κάθετο στον άξονα του διαδρόμου και σε συγκεκριμένη απόσταση από το κατώφλι,
- Δύο πλευρές που ξεκινάνε από τα άκρα του εσωτερικού ορίου και διευρύνονται κατά τον ίδιο τρόπο με συγκεκριμένη κλίση ως προς τον άξονα του διαδρόμου, και από
- Το εξωτερικό όριο που είναι παράλληλο προς το εσωτερικό

Στον πίνακα του ANNEX, για την επιφάνεια προσέγγισης, δίνονται ως χαρακτηριστικά και συνεπώς μεταβλητές που πρέπει να ληφθούν υπόψη, οι ακόλουθες διαστάσεις :

- πλάτος ίχνους αρχής (Length of Inner Edge - **wa**)
- απόσταση του ίχνους αρχής από το κατώφλι (Distance from Threshold: **las**)
- διεύρυνση των πλευρών (Divergence: **da**)
- το μήκος και η κλίση του πρώτου τμήματος (Length of First Section: **la1**, Slope of First Section: **sa1**)
- το μήκος και η κλίση του δεύτερου τμήματος (Length of Second Section: **la2**, Slope of Second Section: **sa2**)
- το μήκος του τρίτου τμήματος (Length of Third Section: **la3**)

Σε όποιους τύπους ή κατηγορίες διαδρόμων δεν υπάρχουν κάποιες από τις παραπάνω διαστάσεις, αυτές θεωρούνται μηδενικές.

Οι κλίσεις των τμημάτων της επιφάνειας προσέγγισης μετριοούνται ως προς ένα κατακόρυφο επίπεδο που περιέχει τον άξονα του διαδρόμου. Τα πρώτα δύο τμήματα της επιφάνειας είναι κεκλιμένα ενώ το τρίτο οριζόντιο.

Σύμφωνα με το ANNEX το υψόμετρο του εσωτερικού ορίου της επιφάνειας προσέγγισης πρέπει να ισούται με το υψόμετρο του κέντρου του κατωφλίου.

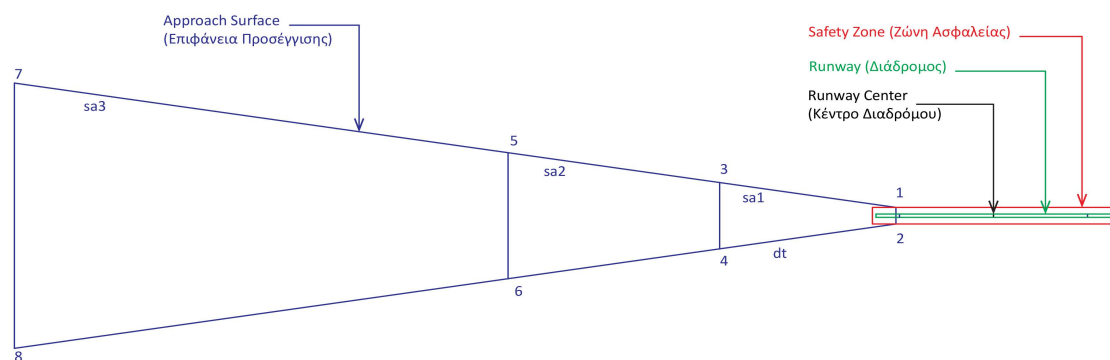
**Παραδοχή :** Το υψόμετρο του εσωτερικού ορίου της επιφάνειας προσέγγισης στην διπλωματική αυτή εργασία, έχει θεωρηθεί ίσο με το υψόμετρο του άξονα του διαδρόμου ή της προέκτασης αυτού στη θέση αυτή.

Η παραδοχή αυτή έγινε ώστε να αποτραπούν προβλήματα που μπορεί να αντιμετωπίζαμε, όταν υπήρχε κλίση στο διάδρομο και τότε το εσωτερικό όριο της επιφάνειας προσέγγισης από το ένα άκρο του διαδρόμου θα έβγαινε κάτω από το υψόμετρο του διαδρόμου. Η θεώρηση αυτή, δεν πιστεύουμε πως είναι ανατρεπτική στον όσο το δυνατόν ακριβέστερο τρόπο υπολογισμού των εμποδίων.

Όπως αναφέρεται στο ANNEX για τύπο διαδρόμου 3 και 4 και κατηγορίες ενόργανης μη ακριβής ή ακριβής προσέγγισης το δεύτερο τμήμα κλίσης 2.5%, γίνεται οριζόντιο από το σημείο εκείνο και πέρα που διασταυρώνεται με ένα οριζόντιο επίπεδο που βρίσκεται 150m πάνω από το υψόμετρο του κέντρου του κατωφλίου ή από το σημείο εκείνο και πέρα που διασταυρώνεται με ένα οριζόντιο επίπεδο που καθορίζεται από το Υψόμετρο /Ύψος ελεύθερο εμποδίων (obstacle clearance altitude / height, OCA/H). Ανάμεσα στα δύο παραπάνω σημεία, επιλέγεται αυτό που είναι ψηλότερο.

**Παραδοχή 2:** Στην παρούσα διπλωματική εργασία ,το δεύτερο τμήμα της επιφάνειας προσέγγισης θεωρείται μονοκλινές σε όλο το μήκος του, χωρίς να γίνεται οριζόντιο σε κάποια στιγμή λόγω των προαναφερθέντων συνθηκών.

Η δεύτερη αυτή παραδοχή έγινε γιατί ήταν αρκετό δύσκολο να φτιάξουμε ένα γενικό τύπο στον οποίο θα βάζαμε και τα δύο αυτά προαπαιτούμενα του ANNEX. Βέβαια, στην περίπτωση κατά την οποία στόχος μας θα ήταν να ορίσουμε σε μία συγκεκριμένη θέση με συγκεκριμένα εμπόδια κάποιο αερολιμένα, θα μπορούσαμε να λάβουμε υπόψη και αυτές τις απαιτήσεις.



Σχέδιο 4.3: Επιφάνεια Προσέγγισης

## 4.2.5 Επιφάνεια Απογείωσης (TakeOff Surface)

Η επιφάνεια απογείωσης είναι ένα κεκλιμένο επίπεδο πέραν του τέλους του διαδρόμου ή της ακραίας ζώνης ασφαλείας απογείωσης.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία δεν έχουμε θεωρήσει ότι μπορεί να υπάρχει ακραία ζώνη ασφαλείας.

Η επιφάνεια απογείωσης υφίσταται σε όλους τους διαδρόμους και είναι η μόνη επιφάνεια που εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από τον τύπο του διαδρόμου και όχι από την κατηγορία στη οποία ανήκει.

Τα όρια της επιφάνειας απογείωσης αποτελούνται, όπως ορίζει το ANNEX, από:

- Το εσωτερικό όριο, συγκεκριμένου μήκους, κάθετο στον άξονα του διαδρόμου, και σε συγκεκριμένη απόσταση μετά το τέλος του διαδρόμου ή μετά την ακραία ζώνη ασφαλείας,
- Δύο Πλευρές που διευρύνονται από τα άκρα του εσωτερικού ορίου με συγκεκριμένη κλίση ως ένα τελικό εύρος και από κει και πέρα εκτείνονται παράλληλα μέχρι την απόσταση που ορίζεται από τους πίνακες, και από
- Το εξωτερικό όριο το οποίο είναι παράλληλο στο εσωτερικό σε απόσταση ίση με το μήκος της επιφάνειας απογείωσης.

Στον πίνακα του ANNEX, για την επιφάνεια απογείωσης δίνονται ως χαρακτηριστικά και συνεπώς μεταβλητές που πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθες διαστάσεις :

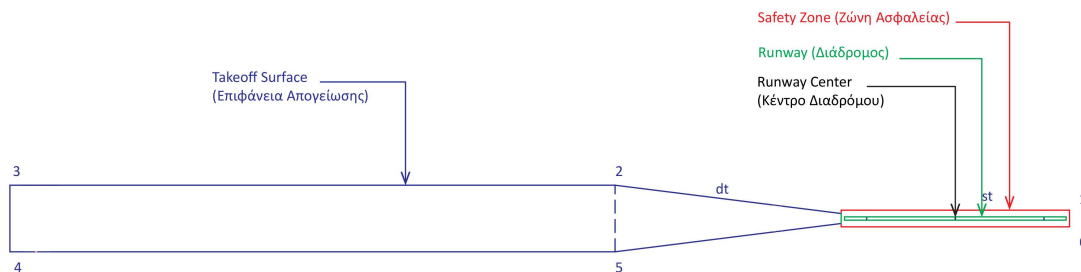
- Το πλάτος ίχνους αρχής (Length of Inner Edge: wts)
- Η απόσταση του ίχνους αρχής από το άκρο του διαδρόμου (Distance from Runway End: lts)
- Η διεύρυνση των πλευρών (Divergence: dt)
- Το τελικό εύρος (Final Width: wtf)
- Η κλίση (Slope: st)
- Το μήκος (Length: lt)

Η επιφάνεια απογείωσης για τύπους διαδρόμων 1 και 2 είναι, τελικά, ένα τραπέζιο. Το τελικό μήκος που δίνει το ANNEX μέσω των πινάκων του είναι και το απαιτούμενο μήκος ώστε να προκύψει το συγκεκριμένο τελικό εύρος με το δεδομένο ποσοστό διεύρυνσης. Αντιθέτως για τους άλλους δύο τύπους διαδρόμων, δηλαδή 3 και 4, το μήκος στο οποίο εκτείνεται η επιφάνεια απογείωσης είναι τόσο μεγάλο (15000m και για τους δυο) που το τελικό εύρος επιτυγχάνεται και εν συνέχεια οι δύο πλευρές συνεχίζουν παράλληλα, όπως αναφέραμε παραπάνω. Αξιοσημείωτο είναι πως για τους διαδρόμους τύπου 3 και 4 τα τελικά εύρη είναι δύο (1200m και 1800m). Το τελικό εύρος 1800m, δίνεται όταν γνωρίζουμε ότι ο διάδρομος που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί περιλαμβάνει αλλαγές κατεύθυνσης μεγαλύτερες από 15° για

λειτουργίες που γίνονται στην IMC (Instrumental Meteorological Conditions) , VMC (Visual Meteorological Conditions) το βράδυ.

Το υψόμετρο του εσωτερικού ορίου πρέπει να είναι ίσο με το ψηλότερο υψόμετρο της επέκτασης του άξονα του διαδρόμου μεταξύ του τέλους του διαδρόμου και του ίχνους αρχής.

Η κλίση της επιφάνειας απογείωσης μετρείται σε κατακόρυφο επίπεδο που περιλαμβάνει και τον άξονα του διαδρόμου. Στη διπλωματική αυτή εργασία, θα εξεταστούν διάδρομοι στους οποίους η απογείωση του α/φ γίνεται σε ευθύγραμμη πορεία και δεν περιέχει στροφή κατά τη διάρκεια της απογείωσης.



Σχέδιο 4.4: Επιφάνεια Απογείωσης

## 4.2.6 Μεταβατική Επιφάνεια (Transitional Surface)

Η μεταβατική επιφάνεια ή επιφάνεια προσαρμογής, είναι ένας συνδυασμός επιπέδων κατά μήκος της πλευράς της ζώνης ασφαλείας και τμήματος της πλευράς της επιφάνειας προσέγγισης, τα οποία κλείνουν προς τα άνω και προς τα έξω από τις προαναφερόμενες πλευρές, ως την εσωτερική οριζόντια επιφάνεια.

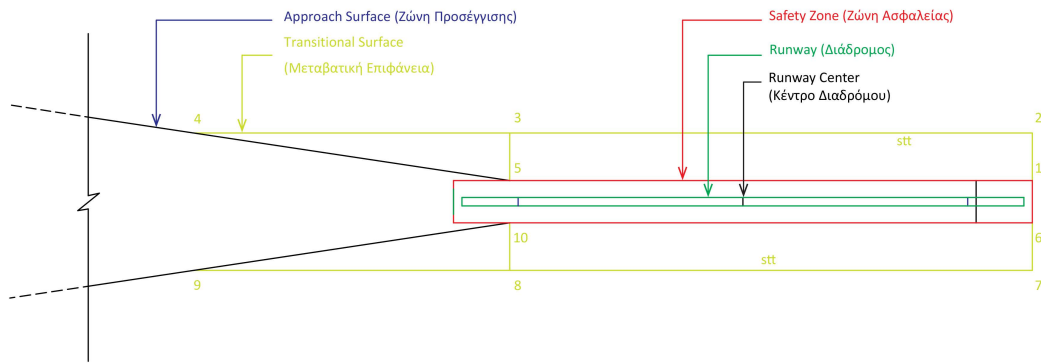
Η μεταβατική επιφάνεια υπάρχει σε όλους τους τύπους και τις κατηγορίες διαδρόμων. Τα όρια της επιφάνειας προσέγγισης αποτελούνται, όπως ορίζει το ANNEX, από μία χαμηλότερη σε ύψος άκρη που ξεκινάει από τη συμβολή της πλευράς της επιφάνειας προσέγγισης με την εσωτερική οριζόντια επιφάνεια και συνεχίζει κάτω, όπως εκτείνεται η πλευρά της επιφάνειας προσέγγισης, ως το άκρο του εσωτερικού ίχνους της επιφάνειας προσέγγισης. Εν συνεχεία, το χαμηλότερο όριο συνεχίζει από το άκρο του ίχνους αρχής παράλληλα στον άξονα του διαδρόμου ως το τέλος της ζώνης ασφαλείας. Το δεύτερο όριο είναι αυτό που βρίσκεται στο επίπεδο της εσωτερικής οριζόντιας επιφάνειας. Η επιφάνεια προσαρμογής αποτελείται από δύο συμμετρικά επίπεδα, όπως αυτό που αναλύσαμε παραπάνω, εκατέρωθεν του διαδρόμου.

Όπως παρατηρούμε από τους πίνακες του ANNEX, η μεταβατική επιφάνεια έχει ως κύρια μεταβλητή την κλίση που έχουν τα επιμέρους τμήματα εκατέρωθεν του διαδρόμου και κατά μήκος της ζώνης ασφαλείας. Ως δευτερεύοντες μεταβλητές μπορεί να θεωρηθούν οι διαστάσεις της επιφάνειας προσέγγισης που επηρεάζουν το σημείο συμβολής της επιφάνειας προσέγγισης με την εσωτερική οριζόντια.

Το χαμηλότερο όριο κατά μήκος της πλευράς της επιφάνειας προσέγγισης έχει υψόμετρο ίσο με το υψόμετρο της επιφάνειας προσέγγισης σε εκείνο το σημείο, ενώ κατά μήκος της ζώνης ασφάλειας το υψόμετρο της μεταβατικής είναι ίσο με το υψόμετρο του πιο κοντινού σημείου από τον άξονα του διαδρόμου ή της επέκτασης του. Συνεπώς, στη περίπτωση κεκλιμένου διαδρόμου τα σημεία του εσωτερικού ορίου της μεταβατικής που βρίσκονται παράλληλα στη ζώνη ασφαλείας θα έχουν διαφορετικό υψόμετρο, όπως αυτό προκύπτει από την κλίση του διαδρόμου.

Η κλίση της επιφάνειας προσαρμογής μετριέται σε κάθετα επίπεδα σε ορθές γωνίες με τον άξονα του διαδρόμου.

Από το σχεδιασμό της μεταβατικής επιφάνειας, θεωρούμε ότι από κάθε πλευρά του διαδρόμου, αποτελείται από τρία τμήματα, το ένα ορθογωνικό, που σχηματίζεται μεταξύ του χαμηλότερου ορίου κατά μήκος της ζώνης ασφαλείας και του υψηλότερου, και τα άλλα δύο είναι τριγωνικά, που σχηματίζονται από το εσωτερικό όριο της μεταβατικής στην πλευρά της επιφάνειας προσέγγισης και το αντίστοιχο υψηλότερο όριο. Οι θεωρήσεις των παραπάνω τμημάτων θα μας βοηθήσουν εν συνέχεια στη σχεδίαση της επιφάνειας προσαρμογής.



Σχέδιο 4.5: Μεταβατική Επιφάνεια



## 4.2.7 Εσωτερική Επιφάνεια Προσέγγισης (Inner Approach Surface)

Η εσωτερική επιφάνεια προσέγγισης είναι κεκλιμένη και αποτελεί ένα ορθογώνιο τμήμα της επιφάνειας προσέγγισης που βρίσκεται ακριβώς πριν το κατώφλι. Η επιφάνεια αυτή, όπως και οι άλλες που ακολουθούν ( Εσωτερική επιφάνεια προσαρμογής και επιφάνεια ματαιούμενης προσέγγισης), υπάρχουν μόνο για τη κατηγορία διαδρόμου ακριβής ενόργανης προσέγγισης.

Τα όρια της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης, σύμφωνα και με το ANNEX, αποτελούνται από :

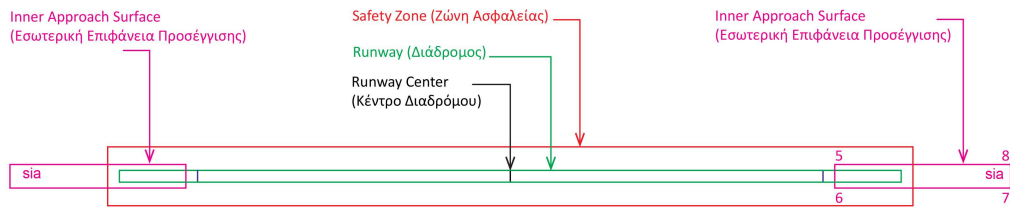
- Ένα εσωτερικό όριο στην ίδια θέση με αυτή τους εσωτερικού ορίου της επιφάνειας προσέγγισης, αλλά έχει ένα συγκεκριμένο πλάτος που εξαρτάται από τον τύπο του διαδρόμου.
- Δύο πλευρές που ξεκινούν από τα άκρα του εσωτερικού ορίου και εκτείνονται παράλληλα, στο κάθετο επίπεδο που περιλαμβάνει τον άξονα του διαδρόμου, για συγκεκριμένο μήκος, και από
- Το εξωτερικό όριο που είναι παράλληλο στο εσωτερικό.

Επίσης, στους πίνακες του ANNEX, παρατηρούμε πως για την εσωτερική επιφάνεια προσέγγισης, δίνονται ως χαρακτηριστικά και συνεπώς μεταβλητές που πρέπει να ληφθούν υπόψη, οι ακόλουθες διαστάσεις :

- Το πλάτος ίχνους αρχής (Width:  $wia$ )
- Η απόσταση ίχνους αρχής από το κατώφλι (Distance From Threshold:  $lias$ )
- Το μήκος (Length:  $lia$ )
- Η κλίση (Slope:  $sia$ )

Οι κλίσεις των τμημάτων της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης μετριοούνται ως προς ένα κατακόρυφο επίπεδο που περιέχει τον άξονα του διαδρόμου. Όπως ορίζει το ANNEX, το υψόμετρο του εσωτερικού ορίου της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης πρέπει να είναι ίσο με το υψόμετρο του εσωτερικού ορίου της επιφάνειας προσέγγισης και συνεπώς ίσο με το υψόμετρο του κέντρου του κατωφλίου.

**Παραδοχή :** Το υψόμετρο του εσωτερικού ορίου της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης, στην παρούσα διπλωματική εργασία, έχει θεωρηθεί ίσο με το υψόμετρο του άξονα του διαδρόμου ή της προέκτασης αυτού στη θέση αυτή, όπως έγινε και για το εσωτερικό όριο της επιφάνειας προσέγγισης.



Σχέδιο 4.6: Εσωτερική Επιφάνεια Προσέγγισης

## 4.2.8 Επιφάνεια Μатаιούμενης Προσγείωσης (Balked Landing Surface)

Η επιφάνεια ματαιούμενης προσγείωσης είναι ένα κεκλιμένο επίπεδο που βρίσκεται σε συγκεκριμένη απόσταση μετά το κατώφλι. Η επιφάνεια αυτή, όπως είπαμε και παραπάνω, υπάρχει μόνο για τη κατηγορία διαδρόμου ακριβής ενόργανης προσέγγισης.

Τα όρια της επιφάνειας ματαιούμενης προσγείωσης, σύμφωνα και με το ANNEX, αποτελούνται από :

- Το εσωτερικό όριο που είναι οριζόντιο και κάθετο στον άξονα του διαδρόμου και σε συγκεκριμένη απόσταση μετά το κατώφλι.
- Δύο πλευρές που ξεκινούν από τα άκρα του ίχνους αρχής και διίστανται ομοιόμορφα με μια συγκεκριμένη διεύρυνση ως προς το κάθετο επίπεδο που περιέχει τον άξονα του διαδρόμου, και από
- Το εξωτερικό όριο που είναι παράλληλο στο εσωτερικό και βρίσκεται στο επίπεδο της εσωτερικής οριζόντιας επιφάνειας.

Επίσης, στους πίνακες του ANNEX, παρατηρούμε πως για την επιφάνεια ματαιούμενης προσγείωσης, δίνονται ως χαρακτηριστικά και συνεπώς μεταβλητές που πρέπει να ληφθούν υπόψη, οι ακόλουθες διαστάσεις :

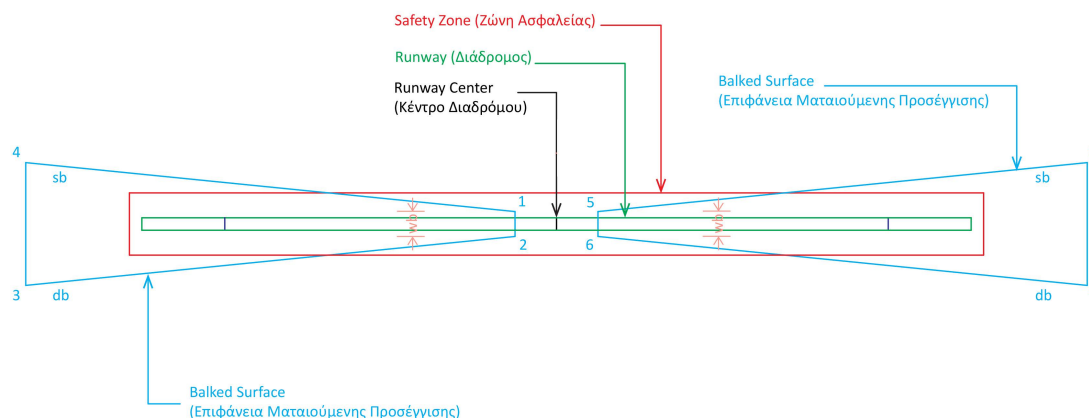
- Το πλάτος ίχνους αρχής (Length of Inner Edge: wb)
- Η απόσταση ίχνους αρχής από το κατώφλι (Distance From Threshold: lbs)
- Η διεύρυνση των πλευρών (Divergence: db)
- Η κλίση (Slope: sb)

Το υψόμετρο του εσωτερικού ορίου της επιφάνειας ματαιούμενης προσγείωσης, είναι ίδιο με το υψόμετρο του άξονα του διαδρόμου στο σημείο του ίχνους αρχής. Όπως άλλωστε γίνεται για όλες τις επιφάνειες, έτσι για εδώ, η κλίση της μετρείται σε ένα κάθετο επίπεδο που περιέχει τον άξονα του διαδρόμου.

Όπως αναφέραμε παραπάνω, το εξωτερικό όριο βρίσκεται στην εσωτερική οριζόντια επιφάνεια. Εξαιτίας αυτής της συνθήκης, όταν ο διάδρομος έχει κλίση, οι επιφάνειες ματαιούμενης προσγείωσης που σχεδιάζονται και από τις δύο μεριές του διαδρόμου δεν είναι συμμετρικές, παρότι ξεκινούν απο συμμετρικά σε θέση σημεία πάνω στο διάδρομο. Η ιδιομορφία και διαφορά αυτής της επιφάνειας από τις άλλες που έχουμε συναντήσει μέχρι τώρα οφείλεται στο ότι εκτείνεται μέχρι ένα συγκεκριμένο υψόμετρο, δηλαδή το υψόμετρο της εσωτερικής οριζόντιας επιφάνειας, και με την ίδια κλίση και στις δύο μεριές.

Κατά το σχεδιασμό της επιφάνειας ματαιούμενης προσέγγισης, πρέπει να δοθεί προσοχή στο μέγεθος της απόστασης του ίχνους αρχής από το κατώφλι. Το ANNEX, στους πίνακές του δεν θεωρεί σταθερή τη μεταβλητή για κάθε τύπο διαδρόμου, όπως συμβαίνει για όλες τις μεταβλητές των άλλων επιφανειών που εξαρτώνται από τον τύπο και την κατηγορία του διαδρόμου. Αντιθέτως, το μήκος αυτό εξαρτάται από το μήκος του διαδρόμου και το μήκος της ζώνης ασφαλείας που εκτείνεται πέραν του τέλους του διαδρόμου. Συνοπτικά, μπορούμε να αναφέρουμε ότι, για τύπους διαδρόμου 1 και 2, η απόσταση του ίχνους αρχής από το κατώφλι είναι ίση με την απόσταση του κατωφλίου μέχρι το τέλος της ζώνης ασφαλείας, ενώ για κατηγορίες διαδρόμου 3 και 4, η απόσταση του ίχνους αρχής από το κατώφλι παίρνεται ως η μικρότερη από τα 1800m και την απόσταση του κατωφλίου από το πέραν του διαδρόμου.

Όλες οι παραπάνω απαιτήσεις αναφέρονται στο ANNEX και είναι καταχωρημένες στους πίνακες που αναφέρονται στην επιφάνεια ματαιούμενης προσέγγισης.



Σχέδιο 4.7: Επιφάνεια Ματαιούμενης Προσέγγισης

### 4.2.9 Εσωτερική Μεταβατική Επιφάνεια (Inner Transitional Surface)

Η εσωτερική μεταβατική επιφάνεια ή εσωτερική επιφάνεια προσαρμογής, είναι παρόμοια με την μεταβατική επιφάνεια, μόνο που βρίσκεται πιο κοντά στο διάδρομο και ο σχεδιασμός της εξαρτάται από την εσωτερική επιφάνεια προσέγγισης και την επιφάνεια ματαιούμενης προσγείωσης. Η επιφάνεια αυτή, όπως είπαμε και παραπάνω, υπάρχει μόνο για τη κατηγορία διαδρόμου ακριβής ενόργανης προσέγγισης.

Τα όρια της εσωτερικής μεταβατικής επιφάνειας αποτελούνται, όπως ορίζει το ANNEX, από μία χαμηλότερη σε ύψος άκρη που ξεκινάει από το άκρο του τέλους της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης και συνεχίζει κάτω, όπως εκτείνεται η πλευρά της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης, ως το άκρο του εσωτερικού ίχνους της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης, από εκεί και πέρα κατά μήκος της ζώνης ασφαλείας παράλληλα στον άξονα του διαδρόμου ως το άκρο του ίχνους αρχής της επιφάνειας ματαιούμενης προσγείωσης. Επίσης, η χαμηλότερη άκρη συνεχίζεται πάνω, όπως εκτείνεται η πλευρά της επιφάνειας ματαιούμενης προσγείωσης, ως το άκρο του εξωτερικού ορίου αυτής. Το δεύτερο όριο είναι αυτό που βρίσκεται στο επίπεδο της εσωτερικής οριζόντιας επιφάνειας. Η εσωτερική επιφάνεια προσαρμογής αποτελείται από δύο συμμετρικά επίπεδα, όπως αυτό που αναλύσαμε παραπάνω, εκατέρωθεν του διαδρόμου.

Όπως παρατηρούμε από τους πίνακες του ANNEX, η εσωτερική μεταβατική επιφάνεια έχει ως κύρια μεταβλητή την κλίση που έχουν τα επιμέρους τμήματα εκατέρωθεν του διαδρόμου και κατά μήκος της ζώνης ασφαλείας. Ως δευτερεύουσες μεταβλητές μπορεί να θεωρηθούν οι διαστάσεις της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης και της επιφάνειας ματαιούμενης προσγείωσης που επηρεάζουν τα άκρα των αντίστοιχων εξωτερικών ορίων.

Το χαμηλότερο όριο κατά μήκος της πλευράς της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης έχει υψόμετρο ίσο με το υψόμετρο της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης σε εκείνο το σημείο, ενώ κατά μήκος της ζώνης ασφάλειας το υψόμετρο της εσωτερικής μεταβατικής είναι ίσο με το υψόμετρο του πιο κοντινού σημείου από τον άξονα του διαδρόμου ή της επέκτασης του. Τέλος, κατά μήκος της πλευράς της επιφάνειας ματαιούμενης προσγείωσης, έχει υψόμετρο ίσο με το υψόμετρο αυτής σε αυτά τα σημεία. Συνεπώς, στη περίπτωση κεκλιμένου διαδρόμου τα σημεία του εσωτερικού ορίου της εσωτερικής μεταβατικής που βρίσκονται παράλληλα στη ζώνη ασφαλείας θα έχουν διαφορετικό υψόμετρο, όπως αυτό προκύπτει από την κλίση του διαδρόμου.

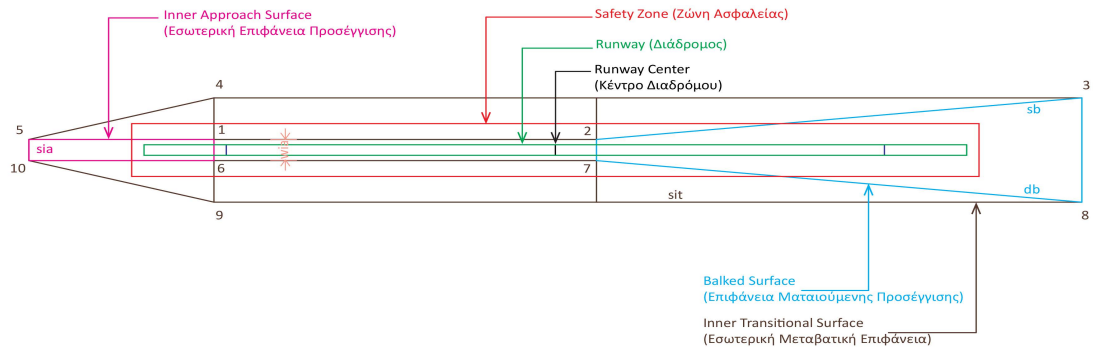
Η κλίση της εσωτερικής επιφάνειας προσαρμογής μετριέται σε κάθετα επίπεδα σε ορθές γωνίες με τον άξονα του διαδρόμου.

Από το σχεδιασμό της εσωτερικής μεταβατικής επιφάνειας, θεωρούμε ότι από κάθε πλευρά του διαδρόμου, αποτελείται από τρία τμήματα, το ένα ορθογωνικό, που σχηματίζεται μεταξύ του χαμηλότερου ορίου κατά μήκος της ζώνης ασφαλείας και του υψηλότερου, και τα άλλα δύο είναι τριγωνικά, που σχηματίζονται από το εσωτερικό όριο της εσωτερικής μεταβατικής στην πλευρά της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης και το αντίστοιχο υψηλότερο όριο. Οι θεωρήσεις των παραπάνω τμημάτων θα μας βοηθήσουν εν συνέχεια στη σχεδίαση της επιφάνειας προσαρμογής.

Όπως μπορούμε να φανταστούμε, το ορθογωνικό τμήμα της εσωτερικής μεταβατικής επιφάνειας είναι κεκλιμένο επίπεδο, όπως ισχύει και για το τριγωνικό τμήμα από τη μεριά της επιφάνειας ματαιούμενης προσέγγισης. Αντιθέτως, το τριγωνικό τμήμα από τη μεριά της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης είναι στρεβλό επίπεδο, διότι το τμήμα αυτό ορίζεται από τέσσερα σημεία. Το ένα σημείο (1) είναι το άκρο του ίχνους αρχής της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης, το δεύτερο σημείο (2) είναι αυτό που βρίσκεται στην εσωτερική οριζόντια επιφάνεια και προκύπτει από τη συμβολή της ευθείας, με κλίση αυτή της εσωτερικής μεταβατικής επιφάνειας σε ορθή γωνία με τον άξονα του διαδρόμου, με αρχή το άκρο του ίχνους αρχής. Το τρίτο σημείο (3) είναι το άκρο του εξωτερικού ορίου της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης και το τέταρτο σημείο (4) έχει τις ίδιες συντεταγμένες (x,y) με το τρίτο, μόνο που βρίσκεται στην εσωτερική οριζόντια επιφάνεια (διαφορετικό υψόμετρο).

**Παραδοχή** : Στην παρούσα διπλωματική εργασία, θεωρήσαμε πως το τριγωνικό τμήμα της εσωτερικής επιφάνειας προσαρμογής από τη μεριά της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης είναι απλώς ένα κεκλιμένο επίπεδο και όχι στρεβλό. Η θεώρηση αυτή έγινε παίρνοντας το σημείο (4), από τα (3) και (4), που βρίσκεται στην εσωτερική οριζόντια επιφάνεια. Κάνοντας αυτή τη παραδοχή, η χαμηλότερη άκρη στο τμήμα της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης, δεν εκτείνεται στην πλευρά της επιφάνειας αυτής αλλά είναι μια ευθεία που ξεκινά από το άκρο του ίχνους αρχής και καταλήγει στο σημείο (4), με συντεταγμένες αυτές που αναφέραμε παραπάνω.

Η παραδοχή αυτή έγινε ώστε να αποφευχθεί το πρόβλημα που θα αντιμετωπίζαμε στη σχεδίαση και ολοκλήρωση της εσωτερικής μεταβατικής επιφάνειας λόγω της ύπαρξης στρεβλού επιπέδου. Όπως θα δούμε, τα εμπόδια που μπορεί να βρίσκουμε λόγω αυτής της θεώρησης είναι πολύ λίγα.



Σχέδιο 4.8: Εσωτερική Μεταβατική Επιφάνεια

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΖΩΝΩΝ



## 5.1 Διάδρομος & Ζώνη Ασφαλείας (Runway & Safety Zone)

Κατά την ανάλυση των ζωνών, και προτού ξεκινήσουμε τον σχεδιασμό τους παρατηρούμε πως ο διάδρομος και η ζώνη ασφαλείας θα μπορούσαν να αποτυπωθούν σε ένα ενιαίο επίπεδο. Στην παρατήρηση αυτή μας οδήγησε το γεγονός ότι τόσο ο διάδρομος όσο και η ζώνη ασφαλείας βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο και παράλληλα είναι οι μόνες επιφάνειες που μπορούν να βρίσκονται και σε όρυγμα αλλά και σε επίχωμα.

Σύμφωνα με το ANNEX 14 το κατάστρωμα του διαδρόμου πρέπει να βρίσκεται λίγο υψηλότερα από την ζώνη ασφαλείας. Ωστόσο, για τα δεδομένα της δικιάς μας ανάλυσης το στοιχείο αυτό αποτελεί λεπτομέρεια η οποία δεν επηρεάζει τους υπολογισμούς.

Στο σχέδιο (5.1.1) φαίνεται με πράσινο χρώμα ο διάδρομος και με κόκκινο η ζώνη ασφαλείας περιμετρικά αυτού. Με μπλε γραμμές φαίνονται τα κατώφλια του διαδρόμου. Επίσης, στο ίδιο σχέδιο φαίνονται και διάφορες βοηθητικές γραμμές που βοηθούν στην χάραξη του διαδρόμου και της ζώνης ασφαλείας. Παράλληλα, έχουν διαστασιολογηθεί όλα τα χαρακτηριστικά του διαδρόμου και της ζώνης ασφαλείας έτσι ώστε να γίνονται κατανοητά τα χαρακτηριστικά μεγέθη των δύο ζωνών. Το κατώφλι είναι ένα σημαντικό τμήμα του διαδρόμου και αυτό γιατί καθορίζει τις θέσεις των περισσοτέρων ζωνών. Για να προχωρήσουμε στον σχεδιασμό των δύο αυτών ζωνών, είναι απαραίτητο να ορίσουμε τις άκρες του διαδρόμου και τις άκρες της ζώνης ασφαλείας.

Οι άκρες των ζωνών συμβολίζονται με τα σημεία 1,2,3,4,5,6,7,8. Τα σημεία αυτά έχουν επισημανθεί πάνω στο σχέδιο. Επίσης, στο σχέδιο φαίνεται καθαρά και το κέντρο του διαδρόμου. Τα χαρακτηριστικά του διαδρόμου είναι το πλάτος του και το μήκος του, τα οποία τα συμβολίζουμε με  $(wr)$  και  $(lr)$  αντίστοιχα. Τα χαρακτηριστικά της ζώνης ασφαλείας είναι το πλάτος της  $(wsz)$ , το μήκος της  $(lsz)$ , και η απόσταση του τέλους της από το τέλος του διαδρόμου  $(dstrip)$ . Από τα χαρακτηριστικά αυτά στοιχεία των ζωνών, και δεδομένου ότι έχουμε τη δυνατότητα ο διάδρομος να είναι υπό κλίση  $(sc)$ , υπολογίζουμε τις συντεταγμένες  $(x,y,z)$  των σημείων 1,2,3,4,5,6,7,8.

Οι συντεταγμένες του κέντρου του διαδρόμου  $(x_0,y_0,z_0)$ , ορίζονται από τη θέση που εμείς αποφασίζουμε να τοποθετήσουμε τον διάδρομο πάνω στο χάρτη. Θεωρούμε επίσης ότι ο διάδρομος δεν έχει εγκάρσια κλίση. Στην επόμενη σελίδα παραθέτουμε τις συντεταγμένες των σημείων που βοηθούν στον σχεδιασμό των δύο ζωνών.

Συντεταγμένες (x,y,z) των σημείων P<sub>i</sub> (i=1,2,...,8):

$$P1 = \begin{bmatrix} (x0 + lr/2) \\ (y0 + wr/2) \\ (z0 + g \times (x0 + lr/2)) \end{bmatrix}$$

$$P2 = \begin{bmatrix} (x0 + lr/2) \\ (y0 - wr/2) \\ (z0 + g \times (x0 + lr/2)) \end{bmatrix}$$

$$P3 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2) \\ (y0 - wr/2) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2)) \end{bmatrix}$$

$$P4 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2) \\ (y0 + wr/2) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2)) \end{bmatrix}$$

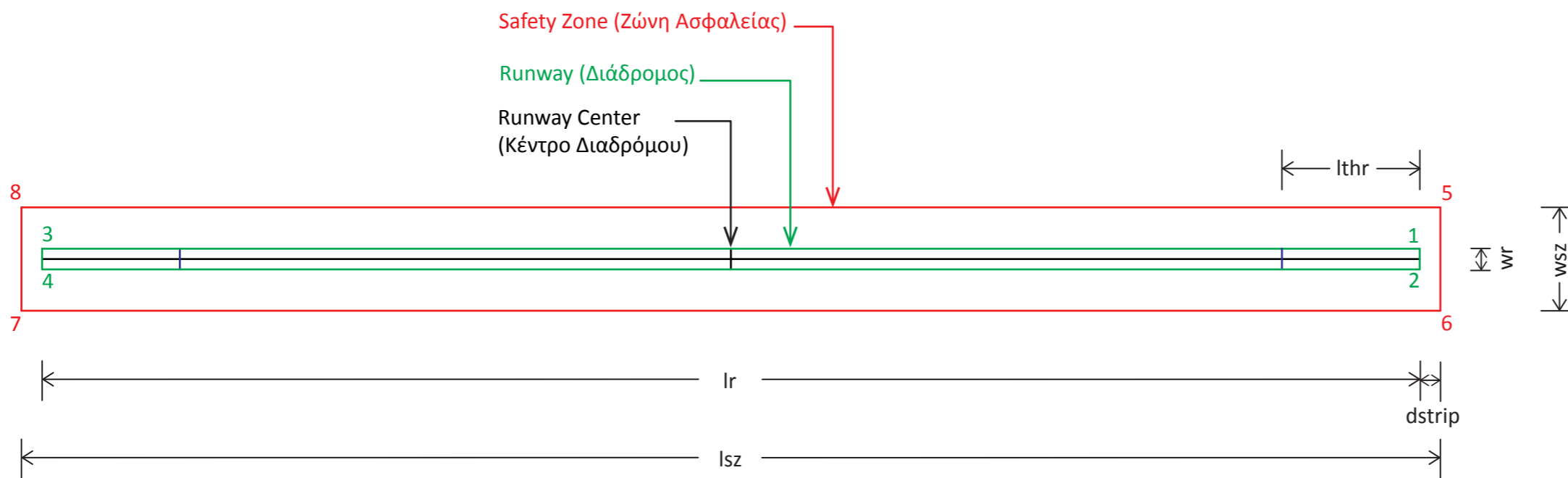
$$P5 = \begin{bmatrix} (x0 + lr/2 + dstrip) \\ (y0 + wstrip) \\ (z0 + g \times (x0 + lr/2 + dstrip)) \end{bmatrix} \quad P6 = \begin{bmatrix} (x0 + lr/2 + dstrip) \\ (y0 - wstrip) \\ (z0 + g \times (x0 + lr/2 + dstrip)) \end{bmatrix}$$

$$P7 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2 - dstrip) \\ (y0 - wstrip) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2 - dstrip)) \end{bmatrix} \quad P8 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2 - dstrip) \\ (y0 + wstrip) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2 - dstrip)) \end{bmatrix}$$

Πλέον, αφού έχουν υπολογιστεί οι συντεταγμένες αυτές, μπορούμε με συγκεκριμένες εντολές να σχεδιάσουμε τον αντίστοιχο κάθε φορά διάδρομο και ζώνη ασφαλείας. Βέβαια οι συντεταγμένες αυτές υπόκεινται σε τροποποίηση σχετικά με τη γωνία του αζιμουθίου (γωνία διεύθυνσης του διαδρόμου).

### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Ir: Μήκος Διαδρόμου
- lthr: Μήκος Κατωφλίου
- wr: Πλάτος Διαδρόμου
- dstrip: Μήκος Ζώνης Ασφαλείας
- wsz: Πλάτος Ζώνης Ασφαλείας
- lsz: Μήκος Ζώνης Ασφαλείας



Σχέδιο 5.1.1

Διάδρομος και Ζώνη Ασφαλείας  
(Runway & Safety Zone)

## 5.2 Εσωτερική Οριζόντια και Κολουροκωνική Επιφάνεια (Inner Horizontal – Conical Surfaces)

Η εσωτερική οριζόντια επιφάνεια και η κολουροκωνική είναι επίσης δύο επιφάνειες τις οποίες αποφασίσαμε να σχεδιάσουμε και να αναλύσουμε ταυτόχρονα. Ο συνδυασμός των δύο αυτών επιφανειών δημιουργεί την μεγαλύτερη από πλευράς μεγέθους και έκτασης επιφάνεια περιορισμού εμποδίων. Η θέση στην οποία τοποθετούνται οι ζώνες αυτές καθορίζονται, όπως αναφέραμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, από τους περιορισμούς του ANNEX 14.

Σε γενικές γραμμές όσον αφορά την εσωτερική οριζόντια επιφάνεια, αυτή βρίσκεται πάντα σε υψόμετρο 45 μέτρων πάνω από το διάδρομο και εκτείνεται γύρω από αυτόν σε μια ακτίνα ( $r_{in}$ ) όπως φαίνεται και στο σχέδιο (5.2.1). Σημειώνουμε πως με ( $r_{in}$ ) συμβολίζουμε την ακτίνα της εσωτερικής οριζόντιας επιφάνειας.

Το ορθογώνιο τμήμα της εσωτερικής οριζόντιας επιφάνειας που βρίσκεται πάνω από το διάδρομο, ακολουθεί την κλίση ( $sc$ ) αυτού. Συνεπώς όλα τα σημεία του ορθογώνιου τμήματος βρίσκονται πάντα σε υψόμετρο 45 μέτρων πάνω από τον διάδρομο. Τα κυκλικά τμήματα εκτός του διαδρόμου δεν έχουν κλίση και βρίσκονται σε υψόμετρο 45 μέτρων πάνω από τα δύο άκρα του διαδρόμου.

Η κολουροκωνική επιφάνεια βρίσκεται εξωτερικά της εσωτερικής οριζόντιας και υπερυψωμένη κατά ( $hc$ ), όπως φαίνεται και στο σχέδιο (5.2.1). Ως ( $hc$ ) ορίζουμε τη μεταβλητή που χαρακτηρίζει την υψομετρική διαφορά της κολουροκωνικής με την εσωτερική οριζόντια επιφάνεια. Η οριζόντια απόσταση μεταξύ κολουροκωνικής και εσωτερικής οριζόντιας υπολογίζεται κάθε φορά με το λόγο ( $hc/sc$ ), όπου ( $sc$ ) είναι η κλίση της κολουροκωνικής επιφάνειας. Οι μεταβλητές αυτές δίνονται από τους πίνακες του ANNEX 14.

Στο σχέδιο (5.2.1) φαίνεται η θέση του διαδρόμου και κάποια βασικά χαρακτηριστικά του όπως έχουν ήδη παρουσιαστεί στο σχέδιο (5.1.1) και αναλυθεί προηγουμένως. Η εσωτερική οριζόντια επιφάνεια απεικονίζεται με κόκκινο χρώμα ενώ η κολουροκωνική επιφάνεια έχει σχεδιασθεί με μπλε χρώμα. Επίσης, στο σχέδιο έχουν διαστασιολογηθεί όλες οι μεταβλητές από τις οποίες εξαρτάται ο σχεδιασμός των δύο επιφανειών.

Για να σχεδιάσουμε τις δύο ζώνες είναι απαραίτητο να ορίσουμε κάποια χαρακτηριστικά σημεία. Τα σημεία αυτά φαίνονται στο σχέδιο (5.2.1) και είναι τα 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14. Το κέντρο του διαδρόμου έχει επισημανθεί στο σχέδιο και οι συντεταγμένες του έχουν αναλυθεί στο προηγούμενο υποκεφάλαιο. Με βάση λοιπόν τις μεταβλητές των επιφανειών του διαδρόμου, της εσωτερικής οριζόντιας και της κολουροκωνικής επιφάνειας, είμαστε σε θέση να ορίσουμε τις συντεταγμένες ( $x,y,z$ ) των παραπάνω σημείων. Έχουμε λοιπόν :

Συντεταγμένες (x,y,z) των σημείων P<sub>i</sub> (i=1,2,...,14) :

$$P1 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2) \\ (y0) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2) + 45) \end{bmatrix}$$

$$P2 = \begin{bmatrix} (x0 + lr/2) \\ (y0) \\ (z0 + g \times (x0 + lr/2) + 45) \end{bmatrix}$$

$$P3 = \begin{bmatrix} (x0 + lr/2) \\ (y0 - rin) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2) + 45) \end{bmatrix}$$

$$P4 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2) \\ (y0 + rin) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2) + 45) \end{bmatrix}$$

$$P5 = \begin{bmatrix} (x0 + lr/2) \\ (y0 - rin) \\ (z0 + g \times (x0 + lr/2) + 45) \end{bmatrix}$$

$$P6 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2) \\ (y0 - rin) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2) + 45) \end{bmatrix}$$

$$P7 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2 - rin) \\ (y0) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2) + 45) \end{bmatrix}$$

$$P8 = \begin{bmatrix} (x0 + lr/2 + rin) \\ (y0) \\ (z0 + g \times (x0 + lr/2) + 45) \end{bmatrix}$$

$$P9 = \begin{bmatrix} (x0 + lr/2) \\ (y0 + rin + hc/sc) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2) + 45 + hc) \end{bmatrix}$$

$$P10 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2) \\ (y0 + rin + hc/sc) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2) + 45 + hc) \end{bmatrix}$$

$$P11 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2) \\ (y0 - rin - hc/sc) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2) + 45 + hc) \end{bmatrix}$$

$$P12 = \begin{bmatrix} (x0 + lr/2) \\ (y0 - rin - hc/sc) \\ (z0 + g \times (x0 + lr/2) + 45 + hc) \end{bmatrix}$$

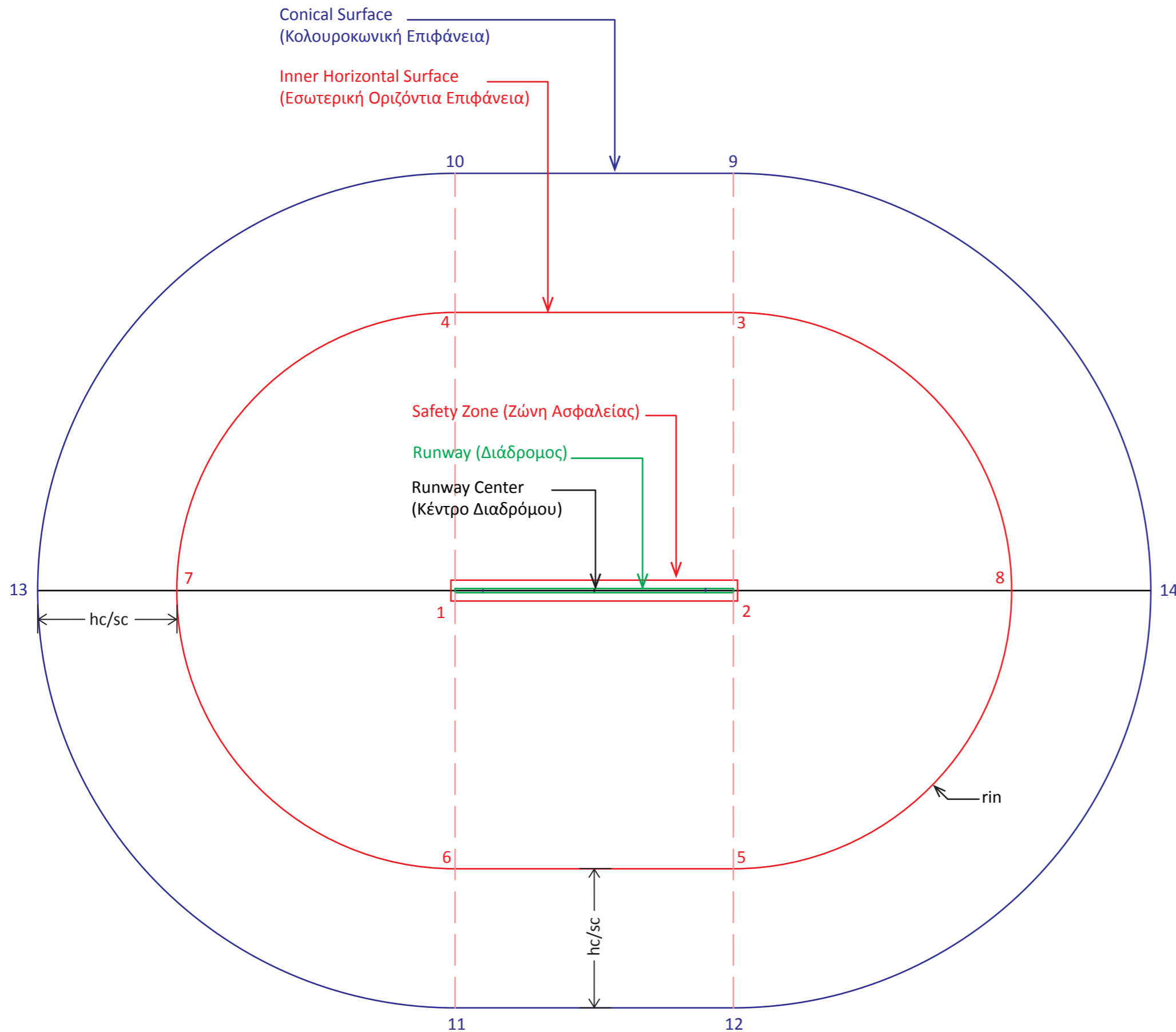
---

$$P13 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2 - rin) \\ (y0) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2) + 45 + hc) \end{bmatrix}$$

$$P14 = \begin{bmatrix} (x0 + lr/2 + rin) \\ (y0) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2) + 45 + hc) \end{bmatrix}$$

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

rin: Ακτίνα Εσωτερικής Οριζόντιας  
hc: Ύψος Κωνικής  
sc: Κλίση Κωνικής



Σχέδιο 5.2.1

Εσωτερική Οριζόντια Επιφάνεια και  
Κολουροκωνική Επιφάνεια  
(Inner Horizontal and Conical Surface)

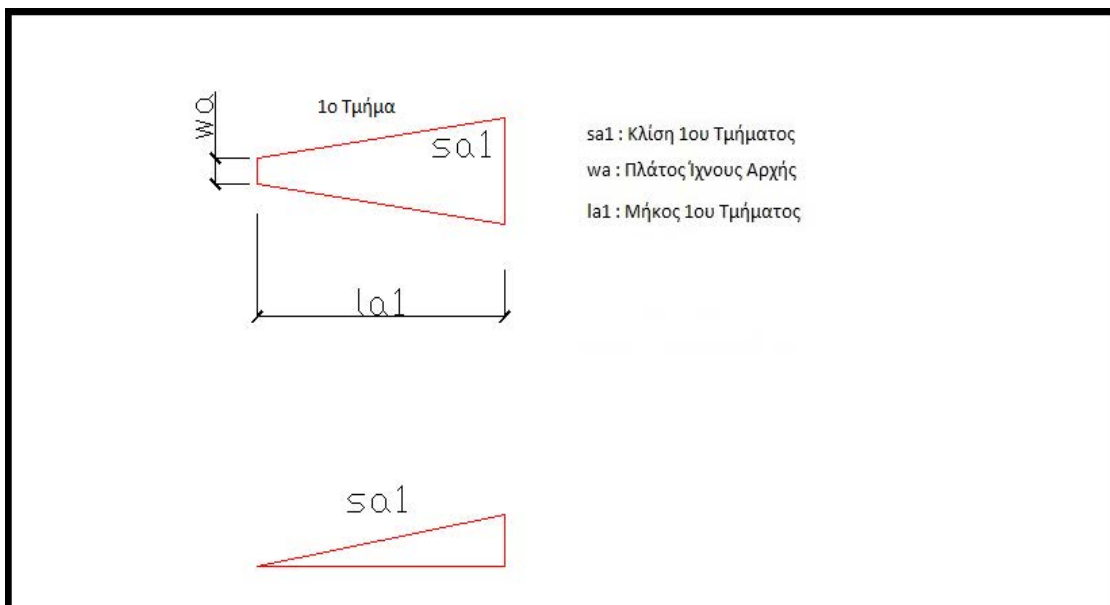
### 5.3 Επιφάνεια Προσέγγισης (Approach Surface)

Η επιφάνεια προσέγγισης ή με άλλα λόγια η επιφάνεια προσγείωσης είναι από τις πιο πολύπλοκες στο σχεδιασμό και αυτό γιατί αποτελείται από ένα έως τρία τμήματα των οποίων τα χαρακτηριστικά αλλάζουν ανάλογα με τα δεδομένα μας (π.χ. κωδικός προσγείωσης).

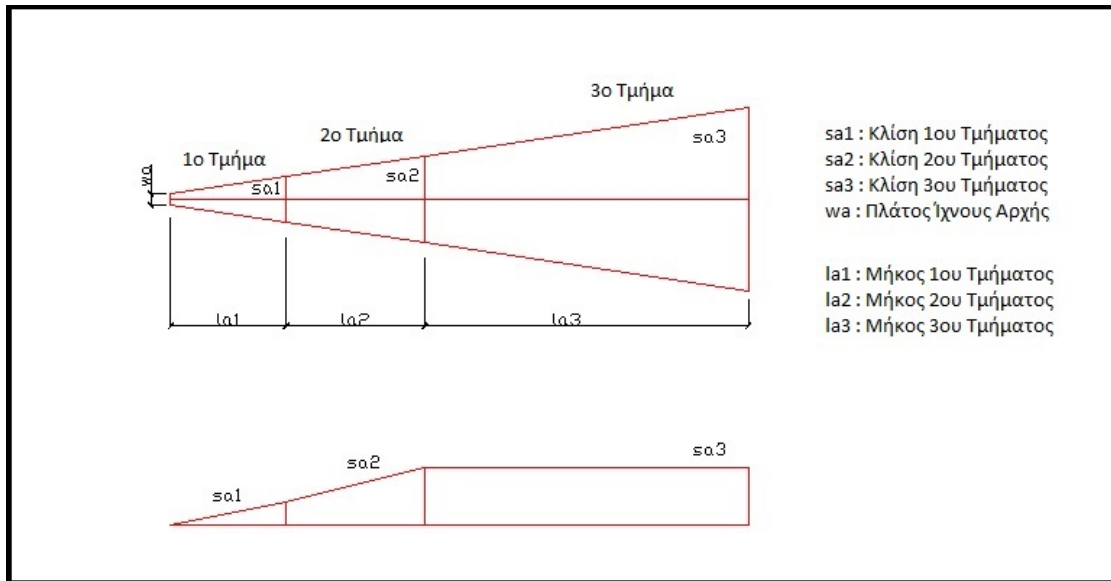
Για την ανάλυση της επιφάνειας αυτής και για την καλύτερη κατανόηση της δημιουργήσαμε δυο σχέδια, (5.3.1) και (5.3.2.). Στο σχέδιο (5.3.1) απεικονίζεται η επιφάνεια προσγείωσης από το ένα τμήμα του διαδρόμου και συγκεκριμένα το αριστερό, ενώ στο σχέδιο (5.3.2), δείχνουμε την ίδια επιφάνεια από την άλλη πλευρά, την δεξιά. Ο διαχωρισμός αυτός έγινε για να είναι τα σχέδια πιο ευκρινή και ευανάγνωστα.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της επιφάνειας προσέγγισης είναι ότι το δεύτερο και το τρίτο τμήμα της δεν σχεδιάζεται σε κάποιες κατηγορίες διαδρόμων. Ακολουθούν δύο παραδείγματα εκ των οποίων στο ένα σχεδιάζονται και τα τρία τμήματα της επιφάνειας, ενώ στο δεύτερο μόνο το ένα. Στο πρώτο παράδειγμα έχουμε μη ενόργανη προσέγγιση με κωδικό αριθμό διαδρόμου 1, ενώ στο δεύτερο ακριβή προσέγγιση με κωδικό αριθμό διαδρόμου 4.

#### Επιφάνεια προσέγγισης (μη ενόργανη). Κατηγορία διαδρόμου 1





**Επιφάνεια προσέγγισης (ακριβείας). Κατηγορία διαδρόμου 4.**

Συνεχίζοντας την ανάλυση μας πάνω στην επιφάνεια προσέγγισης, είναι απαραίτητο να αναφέρουμε τις μεταβλητές που χαρακτηρίζουν κάθε τμήμα της επιφάνειας αυτής. Αυτές είναι τα μήκη ( $la1$ ), ( $la2$ ) και ( $la3$ ), και αντίστοιχα οι κλίσεις ( $sa1$ ), ( $sa2$ ) και ( $sa3$ ) των τριών τμημάτων. Ορίζεται επίσης το πλάτος επί του εδάφους (στο ίχνος αρχής) ως ( $wa$ ), η απόσταση του ίχνους αρχής από το κατώφλι ( $las$ ), και τέλος, η διεύρυνση δεξιά και αριστερά της επιφάνειας ως ( $da$ ). Σημειώνουμε εδώ ότι η διεύρυνση είναι ενιαία για όλα τα τμήματα της επιφάνειας.

Στο σημείο αυτό πρέπει να κάνουμε ιδιαίτερη αναφορά στην παραδοχή που έχουμε κάνει όσον αφορά το ίχνος αρχής στο κεφάλαιο (1.3) του ANNEX 14 που αναφέρεται στις επιφάνειες περιορισμού των εμποδίων. Η παραδοχή αυτή αναφέρει ότι το ίχνος αρχής βρίσκεται επί του διαδρόμου, πάνω στο έδαφος. Όλες αυτές οι μεταβλητές, φαίνονται καθαρά στα δύο σχέδια (5.3.1) και (5.3.2). Από τις μεταβλητές αυτές και του διαδρόμου μπορούμε πλέον να προσδιορίσουμε τα σημεία εκείνα τα οποία θα μας βοηθήσουν να σχεδιάσουμε την επιφάνεια αυτή.

Τα σημεία αυτά για το σχέδιο (5.3.1) είναι τα 1,2,3,4,5,6,7,8, ενώ για το σχέδιο (5.3.2) είναι τα 1',2',3',4',5',6',7',8'. Για το κέντρο του διαδρόμου (Runway Center) το οποίο φαίνεται και στα δύο σχέδια, ισχύουν τα ίδια που αναφέραμε στα προηγούμενα κεφάλαια. Έχουμε λοιπόν για την αριστερή μεριά του διαδρόμου:

Συντεταγμένες (x,y,z) των σημείων P<sub>i</sub> (i=1,2,...,8):

$$P1 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2 + lthr - las) \\ (y0 + wa) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2 + lthr - las)) \end{bmatrix}$$

$$P2 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2 + lthr - las) \\ (y0 - wa) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2 + lthr - las)) \end{bmatrix}$$

$$P3 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2 + lthr - las - la1) \\ (y0 + wa + la1 \times da) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2 + lthr - las) + sa1 \times la1) \end{bmatrix}$$

$$P4 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2 + lthr - las - la1) \\ (y0 - wa - la1 \times da) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2 + lthr - las) + sa1 \times la1) \end{bmatrix}$$

$$P5 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2 + lthr - las - la1 - la2) \\ (y0 + wa + la1 \times da + la2 \times da) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2 + lthr - las) + sa1 \times la1 + sa2 \times la2) \end{bmatrix}$$

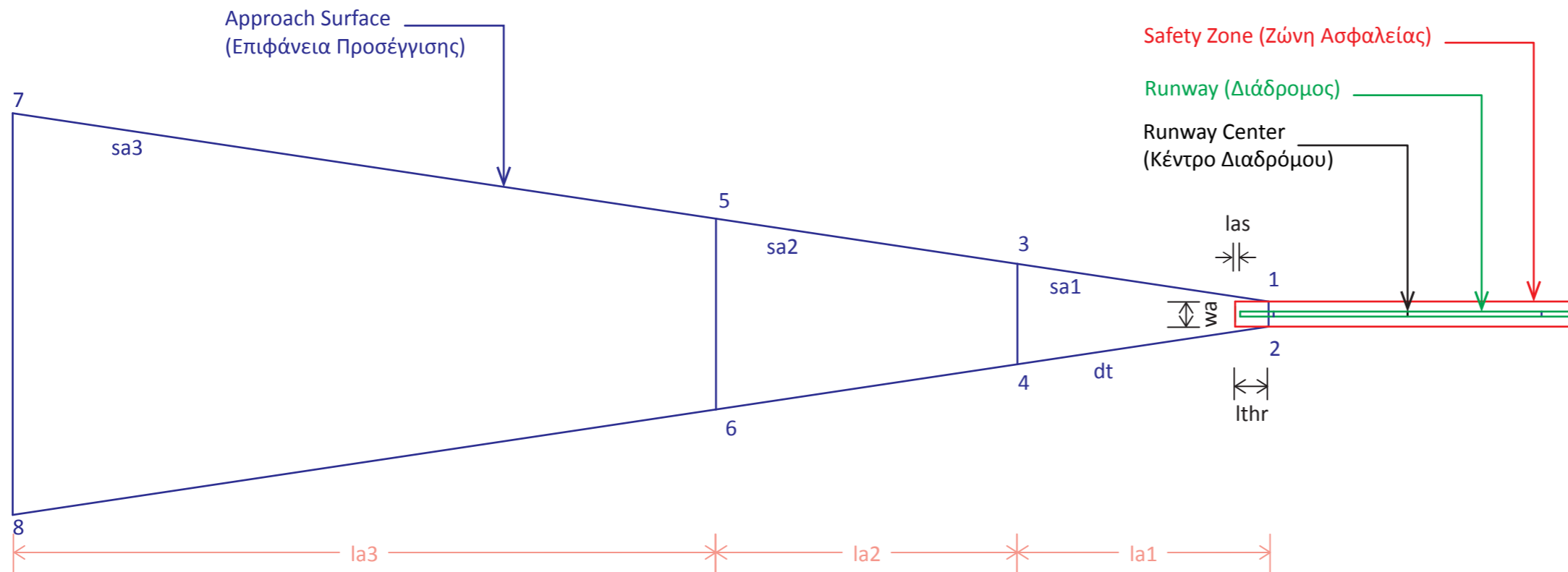
$$P6 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2 + lthr - las - la1 - la2) \\ (y0 - wa - la1 \times da - la2 \times da) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2 + lthr - las) + sa1 \times la1 + sa2 \times la2) \end{bmatrix}$$

$$P7 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2 + lthr - las - la1 - la2 - la3) \\ (y0 + wa + la1 \times da + la2 \times da + la3 \times da) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2 + lthr - las) + sa1 \times la1 + sa2 \times la2 + sa3 \times la3) \end{bmatrix}$$

$$P8 = \begin{bmatrix} (x0 - lr/2 + lthr - las - la1 - la2 - la3) \\ (y0 - wa - la1 \times da - la2 \times da - la3 \times da) \\ (z0 + g \times (x0 - lr/2 + lthr - las) + sa1 \times la1 + sa2 \times la2 + sa3 \times la3) \end{bmatrix}$$

## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- sa1: Κλίση 1ου Τμήματος
- sa2: Κλίση 2ου Τμήματος
- sa3: Κλίση 3ου Τμήματος
- wa: Μήκος Ίχνος Αρχής
- la1: Μήκος 1ου Τμήματος
- la2: Μήκος 2ου Τμήματος
- la3: Μήκος 3ου Τμήματος
- lthr: Μήκος Κατωφλίου
- dt: Διεύρυνση (σε κάθε πλευρά)



Σχέδιο 5.3.1

Επιφάνεια Προσέγγισης 1  
(Approach Surface 1)

Για να ολοκληρώσουμε όμως την ανάλυση της επιφάνειας προσέγγισης πρέπει να υπολογίσουμε και τις συντεταγμένες των σημείων 1',2',3',4',5',6',7',8', που αφορούν το δεξιό τμήμα του διαδρόμου. Έχουμε λοιπόν :

$$P1' = \begin{bmatrix} (x_0 + lr/2 - lthr + las) \\ (y_0 + wa) \\ (z_0 + g \times (x_0 + lr/2 - lthr + las)) \end{bmatrix}$$

$$P2' = \begin{bmatrix} (x_0 + lr/2 - lthr + las) \\ (y_0 - wa) \\ (z_0 + g \times (x_0 + lr/2 - lthr + las)) \end{bmatrix}$$

$$P3' = \begin{bmatrix} (x_0 + lr/2 - lthr + las + la1) \\ (y_0 + wa + la1 \times da) \\ (z_0 + g \times (x_0 + lr/2 - lthr + las) + sa1 \times la1) \end{bmatrix}$$

$$P4' = \begin{bmatrix} (x_0 + lr/2 - lthr + las + la1) \\ (y_0 - wa - la1 \times da) \\ (z_0 + g \times (x_0 + lr/2 - lthr + las) + sa1 \times la1) \end{bmatrix}$$

$$P5' = \begin{bmatrix} (x_0 + lr/2 - lthr + las + la1 + la2) \\ (y_0 + wa + la1 \times da + la2 \times da) \\ (z_0 + g \times (x_0 + lr/2 - lthr + las) + sa1 \times la1 + sa2 \times la2) \end{bmatrix}$$

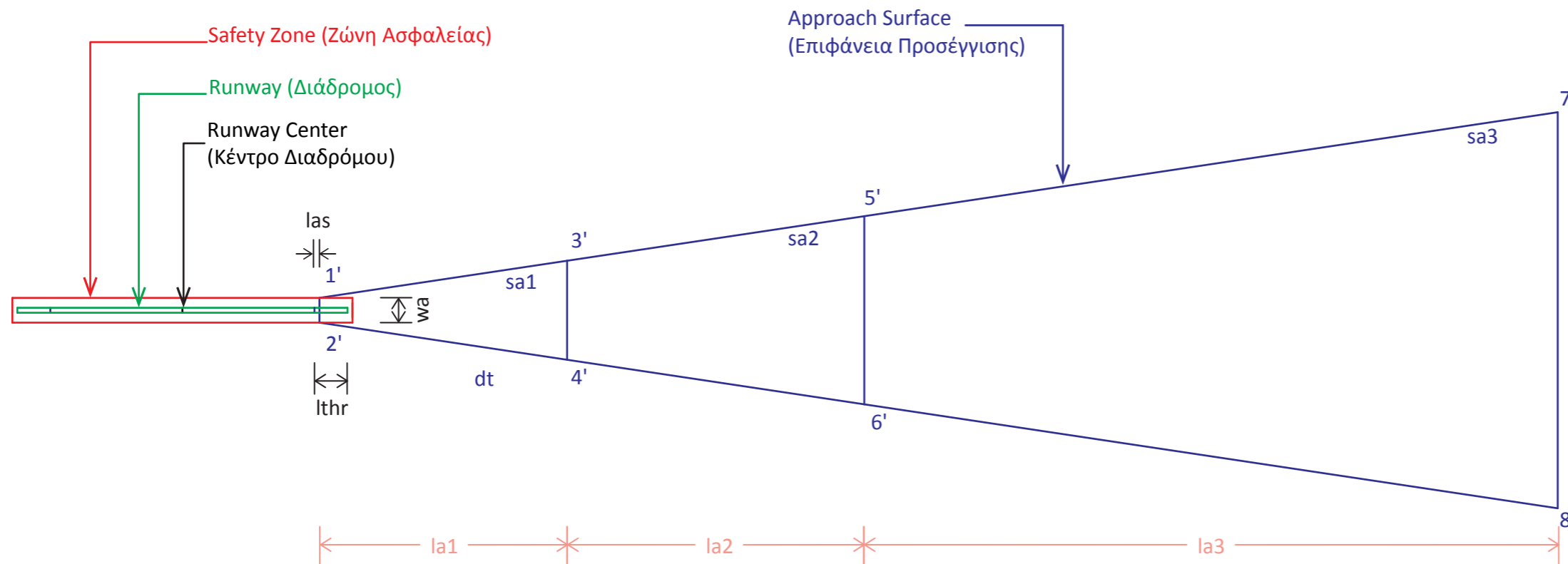
$$P6' = \begin{bmatrix} (x_0 + lr/2 - lthr + las + la1 + la2) \\ (y_0 - wa - la1 \times da - la2 \times da) \\ (z_0 + g \times (x_0 + lr/2 - lthr + las) + sa1 \times la1 + sa2 \times la2) \end{bmatrix}$$

$$P7' = \begin{bmatrix} (x_0 + lr/2 - lthr + las + la1 + la2 + la3) \\ (y_0 + wa + la1 \times da + la2 \times da + la3 \times da) \\ (z_0 + g \times (x_0 + lr/2 - lthr + las) + sa1 \times la1 + sa2 \times la2 + sa3 \times la3) \end{bmatrix}$$

$$P8' = \begin{bmatrix} (x_0 + lr/2 - lthr + las + la1 + la2 + la3) \\ (y_0 - wa - la1 \times da - la2 \times da - la3 \times da) \\ (z_0 + g \times (x_0 + lr/2 - lthr + las) + sa1 \times la1 + sa2 \times la2 + sa3 \times la3) \end{bmatrix}$$

## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- sa1: Κλίση 1ου Τμήματος
- sa2: Κλίση 2ου Τμήματος
- sa3: Κλίση 3ου Τμήματος
- wa: Μήκος Ίχνος Αρχής
- la1: Μήκος 1ου Τμήματος
- la2: Μήκος 2ου Τμήματος
- la3: Μήκος 3ου Τμήματος
- lthr: Μήκος Κατωφλίου
- dt: Διεύρυνση (σε κάθε πλευρά)



Σχέδιο 5.3.2

Επιφάνεια Προσέγγισης 2  
(Approach Surface 2)

## 5.4 Επιφάνεια Απογείωσης (Take Off Surface)

Η μορφή της επιφάνειας απογείωσης εξαρτάται όπως περιγράφεται στο προηγούμενο κεφάλαιο από τις παρακάτω πέντε μεταβλητές :

- Το πλάτος ίχνους αρχής (wts)
- Τη διεύρυνση των πλευρώ (dt)
- Το τελικό εύρος (wtf)
- Την κλίση (st), και
- Το μήκος (lt)

Και στην περίπτωση της επιφάνειας απογείωσης θεωρήσαμε σκόπιμο για την καλύτερη κατανόηση της γεωμετρίας της επιφάνειας να σχεδιάσουμε δύο ξεχωριστά σχέδια, (5.4.1) και (5.4.2). Η γεωμετρική ανάλυση έχει ως εξής : Το ίχνος αρχής της ζώνης απογείωσης ορίζεται από την μεταβλητή (wts) και απέχει απόσταση (lts) από το πέρας του διαδρόμου. Η επιφάνεια έχει συνεχή ανοδική κλίση που ορίζεται από τη μεταβλητή (st). Από το αρχικό πλάτος (wts) έχουμε διεύρυνση της ζώνης με κλίση (dt) μέχρις ότου επιτευχθεί το τελικό εύρος (wtf). Όταν το πλάτος της ζώνης απογείωσης πάρει τη τελική του τιμή (wtf), τότε η διεύρυνση αριστερά και δεξιά του άξονα σταματάει, ενώ η ανοδική κλίση παραμένει ίδια. Το τελικό μήκος ορίζεται από το ίχνος αρχής και σε απόσταση (lt). Οι χρησιμοποιούμενες μεταβλητές φαίνονται καθαρά και στα δύο σχέδια. Για το κέντρο του διαδρόμου το οποίο φαίνεται σε κάθε σχέδιο ισχύουν τα ίδια με αυτά που ισχύουν στα προηγούμενα κεφάλαια.

Έχοντας πλέον κάνει την ανάλυση αυτή, είμαστε σε θέση να ορίζουμε τα σημεία εκείνα τα οποία και είναι απαραίτητα για να σχεδιάσουμε την ζώνη. Για το σχέδιο (5.4.1) το οποίο απεικονίζει το τμήμα εκείνο της ζώνης απογείωσης που βρίσκεται αριστερά του διαδρόμου έχουμε τα σημεία 1, 2, 3, 4, 5, 6. Ενώ αντίστοιχα για το σχέδιο (5.4.2) το οποίο απεικονίζει το δεξιό τμήμα έχουμε τα σημεία 1', 2', 3', 4', 5', 6'. Οι συντεταγμένες των σημείων αυτών σε σχέση με τις συντεταγμένες του κέντρου του διαδρόμου (x0, y0, z0) παρουσιάζονται παρακάτω.

**Συντεταγμένες (x,y,z) των σημείων Pi (i=1,2,...,6):**

$$P_i = \begin{bmatrix} (x_0 + (wts/2) \times \cos(az) - (-lr/2 - lts) \times \sin(az)) \\ (y_0 + (-lr/2 - lts) \times \cos(az) + (wts/2) \times \sin(az)) \\ (z_0 - (lr/2 \times g) - lts \times g) \end{bmatrix}$$

$$P2 = \begin{bmatrix} (x0 + (wtf/2) \times \cos(az) - [-lr/2 - lts - \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right)]) \times \sin(az) \\ (y0 + \left[-lr/2 - lts - \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right)\right]) \times \cos(az) + (wtf/2) \times \sin(az) \\ (z0 - (lr/2 \times g) - lts \times g + \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) \times (st)) \end{bmatrix}$$

$$P3 = \begin{bmatrix} (x0 + \left(\frac{wtf}{2}\right) \times \cos(az) - \left[-\frac{lr}{2} - lts - \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) - \left(lt - \frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right)\right]) \times \sin(az) \\ (y0 + \left[-\frac{lr}{2} - lts - \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) - \left(lt - \frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right)\right]) \times \cos(az) + \left(\frac{wtf}{2}\right) \times \sin(az) \\ (z0 - (lr/2 \times g) - lts \times g + \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) \times (st) + \left(lt - \frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) \times (st)) \end{bmatrix}$$

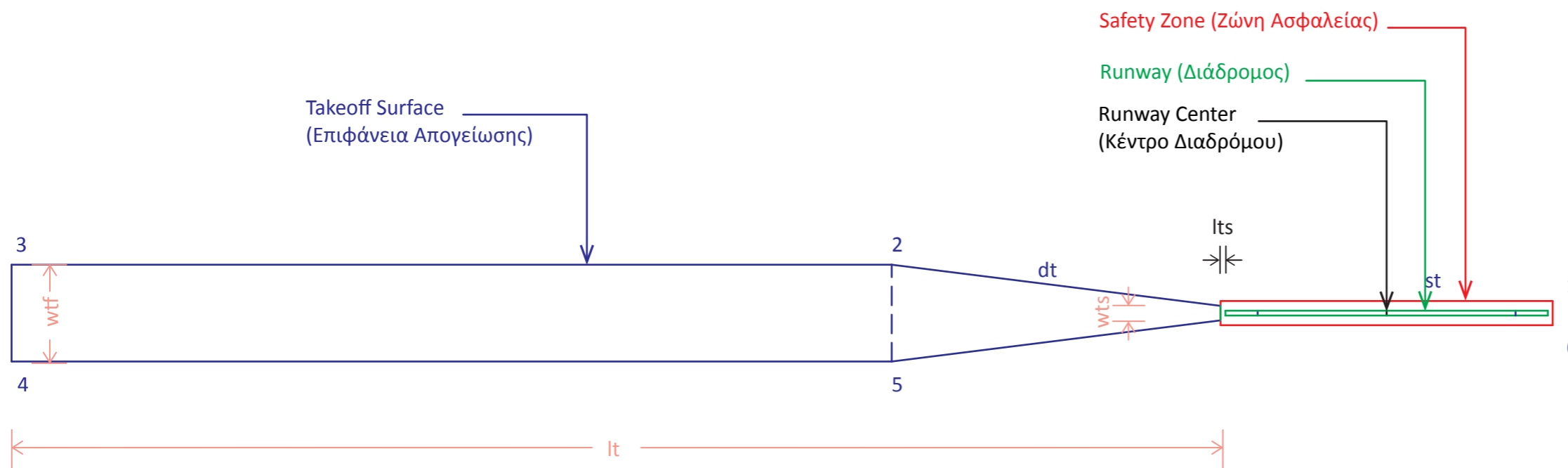
$$P4 = \begin{bmatrix} (x0 + \left(-\frac{wtf}{2}\right) \times \cos(az) - \left[-\frac{lr}{2} - lts - \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) - \left(lt - \frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right)\right]) \times \sin(az) \\ (y0 + \left[-\frac{lr}{2} - lts - \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) - \left(lt - \frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right)\right]) \times \cos(az) + \left(-\frac{wtf}{2}\right) \times \sin(az) \\ (z0 - (lr/2 \times g) - lts \times g + \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) \times (st) + \left(lt - \frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) \times (st)) \end{bmatrix}$$

$$P5 = \begin{bmatrix} (x0 + (-wtf/2) \times \cos(az) - [-lr/2 - lts - \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right)]) \times \sin(az) \\ (y0 + \left[-lr/2 - lts - \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right)\right]) \times \cos(az) + (-wtf/2) \times \sin(az) \\ (z0 - (lr/2 \times g) - lts \times g + \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) \times (st)) \end{bmatrix}$$

$$P6 = \begin{bmatrix} (x0 + (-wts/2) \times \cos(az) - (-lr/2 - lts) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-lr/2 - lts) \times \cos(az) + (-wts/2) \times \sin(az)) \\ (z0 - (lr/2 \times g) - lts \times g) \end{bmatrix}$$

### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- wts: Αρχικό Εύρος Επιφάνειας
- wtf: Τελικό Εύρος Επιφάνειας
- lt: Ολικό Μήκος Επιφάνειας
- st: Κλίση Επιφάνειας
- dt: Διεύρυνση Επιφάνειας
- lts: Απόσταση Ίχνους Αρχής
- lthr: Μήκος Κατωφλίου



Σχέδιο 5.4.1

Επιφάνεια Απογείωσης 1  
(TakeOff Surface 1)



Για να ολοκληρώσουμε όμως την ανάλυση της επιφάνειας απογείωσης πρέπει να υπολογίσουμε και τις συντεταγμένες των σημείων 1', 2', 3', 4', 5', 6' που αφορούν το δεξιό τμήμα του διαδρόμου. Έχουμε λοιπόν :

$$P1' = \begin{bmatrix} (x0 + (wts/2) \times \cos(az) - (lr/2 + lts) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 + lts) \times \cos(az) + (wts/2) \times \sin(az)) \\ (z0 + (lr/2 \times g) + lts \times g) \end{bmatrix}$$

$$P2' = \begin{bmatrix} (x0 + (wtf/2) \times \cos(az) - [lr/2 + lts + \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right)] \times \sin(az)) \\ (y0 + [lr/2 + lts + \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right)] \times \cos(az) + (wtf/2) \times \sin(az)) \\ (z0 + (lr/2 \times g) + lts \times g + \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) \times (st)) \end{bmatrix}$$

$$P3' = \begin{bmatrix} (x0 + \frac{wtf}{2} \times \cos(az) - \left[\frac{lr}{2} + lts + \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) + \left(lt - \frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right)\right] \times \sin(az)) \\ (y0 + \left[\frac{lr}{2} + lts + \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) + \left(lt - \frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right)\right] \times \cos(az) + \frac{wtf}{2} \times \sin(az)) \\ (z0 + (lr/2 \times g) + lts \times g + \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) \times (st) + \left(lt - \frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) \times (st)) \end{bmatrix}$$

$$P4' = \begin{bmatrix} (x0 + \left(-\frac{wtf}{2}\right) \times \cos(az) - \left[\frac{lr}{2} + lts + \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) + \left(lt - \frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right)\right] \times \sin(az)) \\ (y0 + \left[\frac{lr}{2} + lts + \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) + \left(lt - \frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right)\right] \times \cos(az) + \left(-\frac{wtf}{2}\right) \times \sin(az)) \\ (z0 + (lr/2 \times g) + lts \times g + \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) \times (st) + \left(lt - \frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) \times (st)) \end{bmatrix}$$

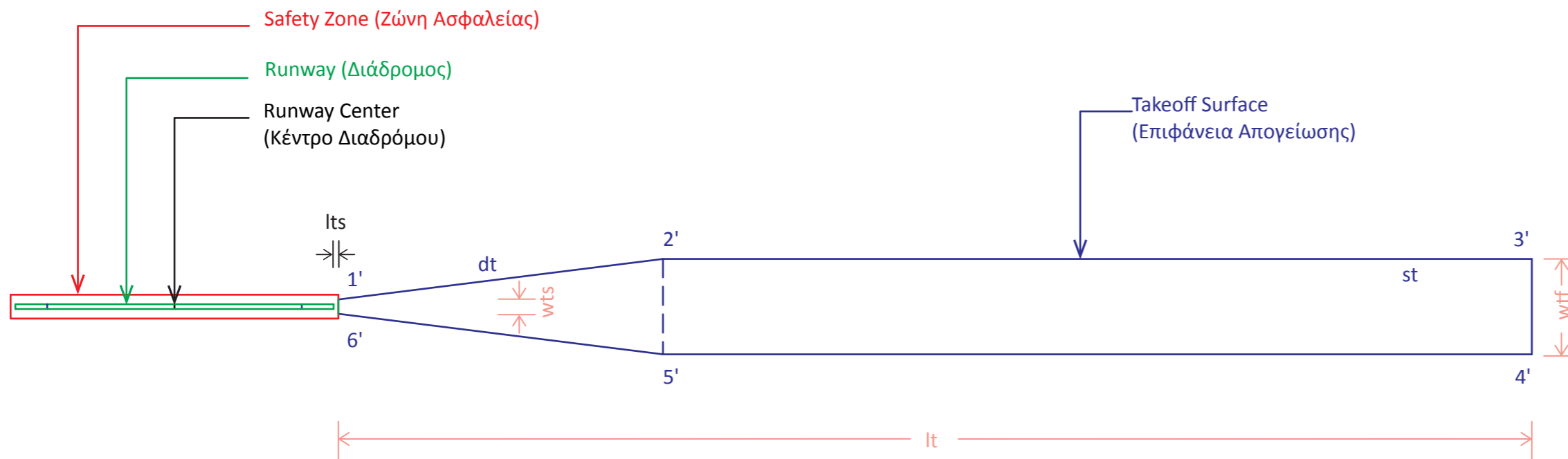
$$P5' = \begin{bmatrix} (x0 + (-wtf/2) \times \cos(az) - [lr/2 + lts + \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right)] \times \sin(az)) \\ (y0 + [lr/2 + lts + \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right)] \times \cos(az) + (-wtf/2) \times \sin(az)) \\ (z0 + (lr/2 \times g) + lts \times g + \left(\frac{(wtf-wts)}{2} \frac{dt}\right) \times (st)) \end{bmatrix}$$

---

$$\mathbf{P6}' = \begin{bmatrix} (x_0 + (-wts/2) \times \cos(az) - (lr/2 + lts) \times \sin(az)) \\ (y_0 + (lr/2 + lts) \times \cos(az) + (-wts/2) \times \sin(az)) \\ (z_0 + (lr/2 \times g) + lts \times g) \end{bmatrix}$$

### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- wt<sub>s</sub>: Αρχικό Εύρος Επιφάνειας
- wt<sub>f</sub>: Τελικό Εύρος Επιφάνειας
- l<sub>t</sub>: Ολικό Μήκος Επιφάνειας
- st: Κλίση Επιφάνειας
- dt: Διεύρυνση Επιφάνειας
- l<sub>ts</sub>: Απόσταση Ίχνους Αρχής
- l<sub>thr</sub>: Μήκος Κατωφλίου



Σχέδιο 5.4.2

Επιφάνεια Απογείωσης 2  
(TakeOff Surface 2)

## 5.5 Μεταβατική Επιφάνεια (Transitional Surface)

Η επιφάνεια προσαρμογής παρότι ορίζεται από μια μόνο μεταβλητή, παρουσιάζει ιδιαίτερη δυσκολία στον σχεδιασμό της γιατί αυτή εξαρτάται από άλλες δύο επιφάνειες – Την επιφάνεια προσέγγισης (approach), και τη ζώνη ασφαλείας (strip) περιμετρικά του διαδρόμου.

Σημαντικό επίσης χαρακτηριστικό, είναι το τελικό υψόμετρο στο οποίο φτάνει η επιφάνεια προσαρμογής, που είναι τα 45 μέτρα πάνω από τον διάδρομο. Υπενθυμίζουμε ότι το υψόμετρο αυτό είναι το ίδιο με αυτό στο οποίο βρίσκεται η εσωτερική οριζόντια επιφάνεια (inner horizontal). Η μοναδική μεταβλητή που χαρακτηρίζει την επιφάνεια προσαρμογής, είναι η κλίση αυτής (stt). Όπως και στις επιφάνειες προσγείωσης και απογείωσης, για την καλύτερη κατανόηση της γεωμετρίας της επιφάνειας έχουμε σχεδιάσει δύο ξεχωριστά σχέδια της κάτοψης της επιφάνειας (5.5.1) και (5.5.2).

Το σχέδιο (5.5.1) αναφέρεται στο σχεδιασμό της επιφάνειας προσαρμογής για το αριστερά του διαδρόμου τμήμα της επιφάνειας προσέγγισης, ενώ το σχέδιο (5.5.2), για το δεξιά του διαδρόμου τμήμα της. Κατά μήκος του διαδρόμου η επιφάνεια προσαρμογής ξεκινάει από το ίχνος αρχής της επιφάνειας προσέγγισης και φτάνει στο τέλος της ζώνης ασφαλείας επί του εδάφους. Από το δύο αυτά σημεία αρχίζει να ανεβαίνει με κλίση (stt) μέχρι να συναντήσει το υψόμετρο των 45 μέτρων και την εσωτερική οριζόντια επιφάνεια. Επίσης, από το σημείο στο άκρο του ίχνους αρχής της επιφάνειας προσέγγισης συνεχίζει κατά μήκος της εξωτερικής πλευράς του πρώτου τμήματος της επιφάνειας προσέγγισης, μέχρι την εσωτερική οριζόντια επιφάνεια. Τέλος, έχουμε ένωση της άνω αυτής ευθείας με το σημείο της επιφάνειας προσέγγισης στο υψόμετρο των 45 μέτρων.

Ουσιαστικά, σχηματίζονται ένα ορθογωνικό επίπεδο εκατέρωθεν του διαδρόμου, το οποίο έχει κλίση (stt), και ένα τριγωνικό επίπεδο του οποίου τα σημεία είναι το ένα άκρο του ίχνους αρχής της επιφάνειας προσέγγισης, η τομή της επιφάνειας προσέγγισης με την άνω ευθεία του ορθογωνικού επιπέδου στο ύψος των 45 μέτρων, και το άκρο της άνω ευθείας του ορθογωνικού επιπέδου.

Στο σημείο αυτό πρέπει να κάνουμε ιδιαίτερη αναφορά στην παραδοχή που έχουμε κάνει, όσον αφορά το ίχνος αρχής της επιφάνειας προσέγγισης. Η παραδοχή αυτή αναφέρει ότι το ίχνος αρχής της επιφάνειας προσέγγισης βρίσκεται επί του άξονα του διαδρόμου.

Μετά την ανάλυση αυτή είμαστε έτοιμοι να ορίσουμε τα σημεία εκείνα που καθορίζουν την επιφάνεια προσαρμογής. Για το σχέδιο (5.5.1), έχουμε τα σημεία 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, ενώ για το σχέδιο (5.5.2), τα 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7', 8', 9', 10'. Οι συντεταγμένες των σημείων αυτών σε σχέση με τις συντεταγμένες του κέντρου του διαδρόμου ( $x_0, y_0, z_0$ ) το οποίο φαίνεται και στα δύο σχέδια, είναι οι εξής :

Συντεταγμένες (x,y,z) των σημείων P<sub>i</sub> (i=1,2,...,10):

$$P1 = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wa}{2}) \times \cos(az) - (-lr/2 - dstrip) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-lr/2 - dstrip) \times \cos(az) + (\frac{wa}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2} - dstrip) \times g) \end{bmatrix}$$

$$P2 = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wa}{2} + \frac{45}{stt}) \times \cos(az) - (-lr/2 - dstrip) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-lr/2 - dstrip) \times \cos(az) + (\frac{wa}{2} + \frac{45}{stt}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2} - dstrip) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P3 = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wa}{2} + \frac{45}{stt}) \times \cos(az) - (lr/2 - lthr + las) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 - lthr + las) \times \cos(az) + (\frac{wa}{2} + \frac{45}{stt}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (\frac{lr}{2} - lthr + las) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P4 = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wa}{2} + da \times (\frac{(45+(lthr-las) \times g)}{sa1})) \times \cos(az) - \\ - (\frac{lr}{2} - lthr + las + (\frac{(45+(lthr-las) \times g)}{sa1})) \times \sin(az)) \\ (y0 + (\frac{lr}{2} - lthr + las + (\frac{(45+(lthr-las) \times g)}{sa1})) \times \cos(az) + \\ + (\frac{wa}{2} + da \times (\frac{(45+(lthr-las) \times g)}{sa1})) \times \sin(az)) \\ (z0 + (\frac{lr}{2}) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P5 = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wa}{2}) \times \cos(az) - (lr/2 - lthr + las) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 - lthr + las) \times \cos(az) + (\frac{wa}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (\frac{lr}{2} - lthr + las) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P6 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wa}{2}) \times \cos(az) - (-lr/2 - dstrip) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-lr/2 - dstrip) \times \cos(az) + (-\frac{wa}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2} - dstrip) \times g) \end{bmatrix}$$

$$P7 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wa}{2} - \frac{45}{stt}) \times \cos(az) - (-lr/2 - dstrip) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-lr/2 - dstrip) \times \cos(az) + (-\frac{wa}{2} - \frac{45}{stt}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2} - dstrip) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

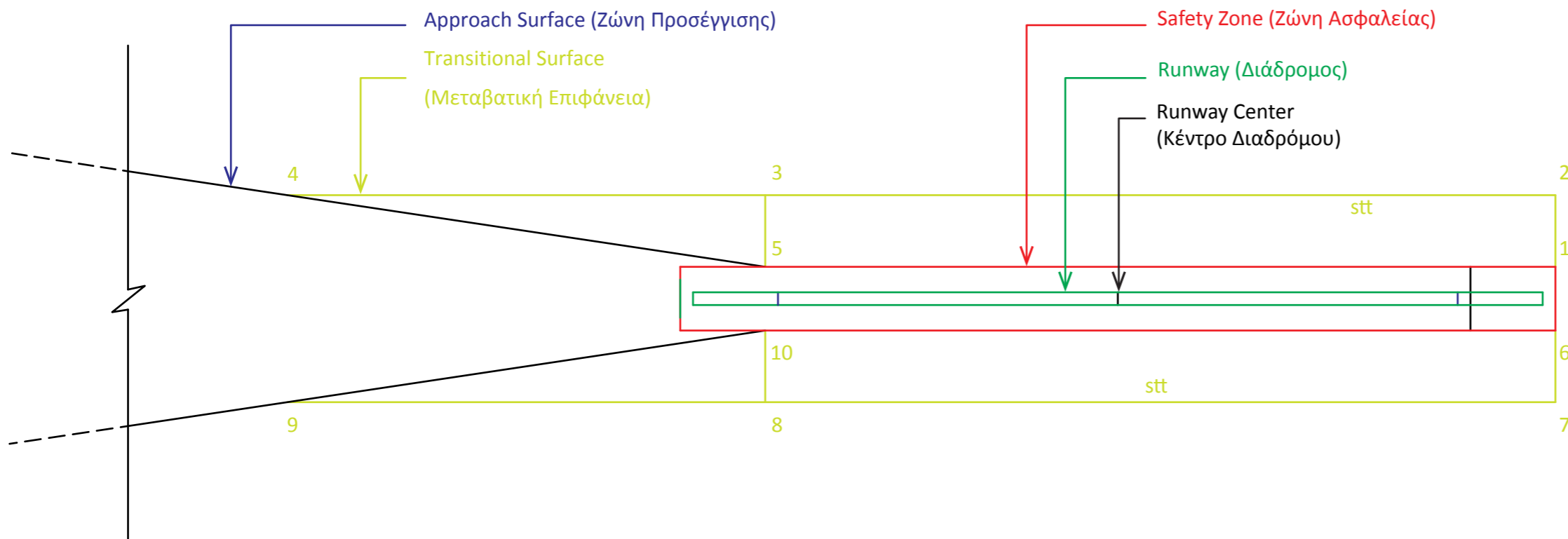
$$P8 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wa}{2} - \frac{45}{stt}) \times \cos(az) - (lr/2 - lthr + las) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 - lthr + las) \times \cos(az) + (-\frac{wa}{2} - \frac{45}{stt}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (\frac{lr}{2} - lthr + las) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P9 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wa}{2} - da \times (\frac{(45+(lthr-las) \times g)}{sa1}))) \times \cos(az) - \\ - (\frac{lr}{2} - lthr + las + (\frac{(45+(lthr-las) \times g)}{sa1})) \times \sin(az)) \\ (y0 + (\frac{lr}{2} - lthr + las + (\frac{(45+(lthr-las) \times g)}{sa1}))) \times \cos(az) + \\ + (-\frac{wa}{2} - da \times (\frac{(45+(lthr-las) \times g)}{sa1})) \times \sin(az) \\ (z0 + (\frac{lr}{2}) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P10 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wa}{2}) \times \cos(az) - (lr/2 - lthr + las) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 - lthr + las) \times \cos(az) + (-\frac{wa}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (\frac{lr}{2} - lthr + las) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

stt: Κλίση Επιφάνειας Προσαρμογής  
wa: Μήκος Ίχνους Αρχής  
lthr: Μήκος Κατωφλίου



Σχέδιο 5.5.1

Επιφάνεια Προσαρμογής 1  
(Transitional Surface 1)

Για να ολοκληρώσουμε όμως την ανάλυση των συντεταγμένων της επιφάνειας προσαρμογής, πρέπει να υπολογίσουμε και τις συντεταγμένες της επιφάνειας δεξιά του διαδρόμου. Οι συντεταγμένες των σημείων 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7', 8', 9', 10' που φαίνονται και στο σχέδιο (5.5.2) είναι οι εξής :

$$P1' = \begin{bmatrix} (x0 + \frac{wa}{2}) \times \cos(az) - (lr/2 + dstrip) \times \sin(az) \\ (y0 + (lr/2 + dstrip) \times \cos(az) + \frac{wa}{2}) \times \sin(az) \\ (z0 + (lr/2 + dstrip) \times g) \end{bmatrix}$$

$$P2' = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wa}{2} + \frac{45}{stt}) \times \cos(az) - (lr/2 + dstrip) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 + dstrip) \times \cos(az) + (\frac{wa}{2} + \frac{45}{stt}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (lr/2 + dstrip) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P3' = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wa}{2} + \frac{45}{stt}) \times \cos(az) - (lr/2 + lthr - las) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 + lthr - las) \times \cos(az) + (\frac{wa}{2} + \frac{45}{stt}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (lr/2 + lthr - las) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P4' = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wa}{2} + da \times (\frac{(45+(lthr-las) \times g)}{sa1}))) \times \cos(az) - \\ - (-\frac{lr}{2} + lthr - las + (\frac{(45+(lthr-las) \times g)}{sa1})) \times \sin(az) \\ (y0 + (-\frac{lr}{2} + lthr - las - (\frac{(45+(lthr-las) \times g)}{sa1}))) \times \cos(az) + \\ + (\frac{wa}{2} + da \times (\frac{(45+(lthr-las) \times g)}{sa1})) \times \sin(az) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2}) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P5' = \begin{bmatrix} (x0 + \frac{wa}{2}) \times \cos(az) - (-lr/2 + lthr - las) \times \sin(az) \\ (y0 + (-lr/2 + lthr - las) \times \cos(az) + \frac{wa}{2}) \times \sin(az) \\ (z0 + (-lr/2 + lthr - las) \times g + 45) \end{bmatrix}$$



$$P6' = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wa}{2}) \times \cos(az) - (lr/2 + dstrip) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 + dstrip) \times \cos(az) + (-\frac{wa}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (lr/2 + dstrip) \times g) \end{bmatrix}$$

$$P7' = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wa}{2} - \frac{45}{stt}) \times \cos(az) - (lr/2 + dstrip) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 + dstrip) \times \cos(az) + (-\frac{wa}{2} - \frac{45}{stt}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (lr/2 + dstrip) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

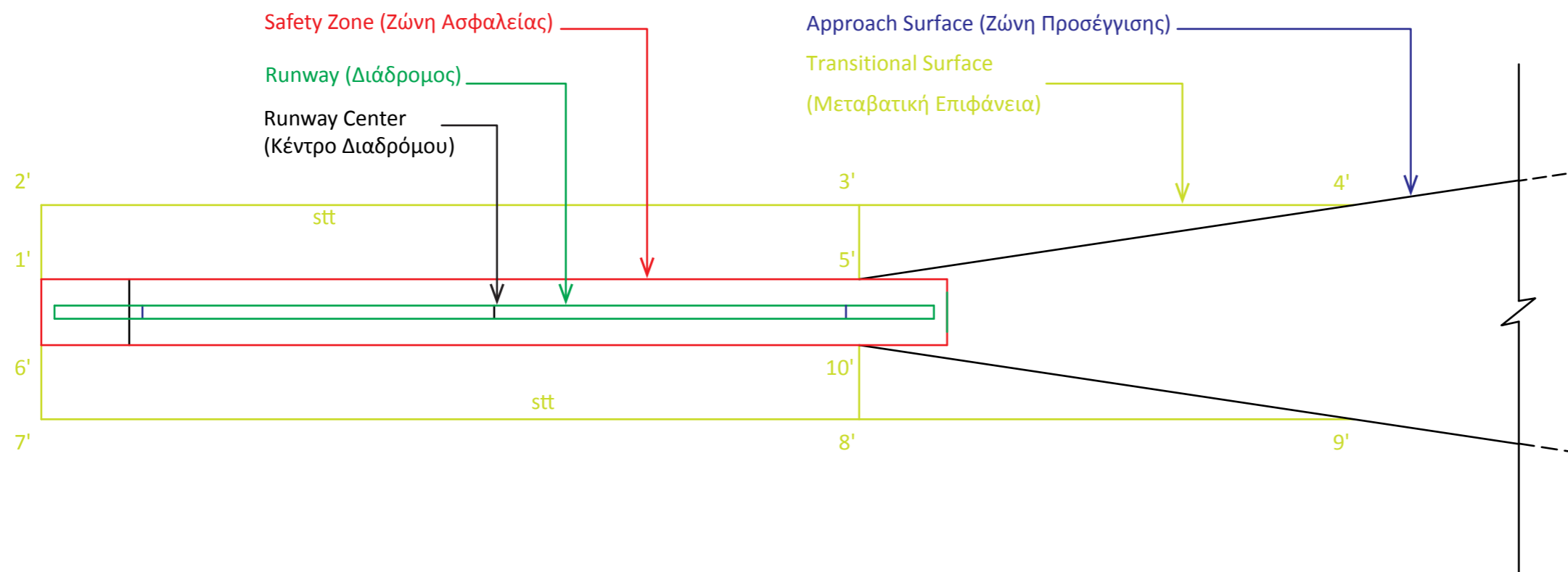
$$P8' = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wa}{2} - \frac{45}{stt}) \times \cos(az) - (-lr/2 + lthr - las) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-lr/2 + lthr - las) \times \cos(az) + (-\frac{wa}{2} - \frac{45}{stt}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (-lr/2 + lthr - las) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P9' = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wa}{2} - da \times (\frac{(45+(lthr-las) \times g)}{sa1}))) \times \cos(az) - \\ - \left( -\frac{lr}{2} + lthr - las + \left( \frac{(45+(lthr-las) \times g)}{sa1} \right) \right) \times \sin(az) \\ (y0 + \left( -\frac{lr}{2} + lthr - las + \left( \frac{(45+(lthr-las) \times g)}{sa1} \right) \right)) \times \cos(az) + \\ + \left( -\frac{wa}{2} - da \times \left( \frac{(45+(lthr-las) \times g)}{sa1} \right) \right) \times \sin(az) \\ (z0 + (\frac{lr}{2}) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P10' = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wa}{2}) \times \cos(az) - (-\frac{lr}{2} + lthr - las) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-\frac{lr}{2} + lthr - las) \times \cos(az) + (-\frac{wa}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (\frac{lr}{2} - lthr + las) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

stt: Κλίση Επιφάνειας Προσαρμογής  
wa: Μήκος Ίχνους Αρχής  
lthr: Μήκος Κατωφλίου



Σχέδιο 5.5.2  
Επιφάνεια Προσαρμογής 2  
(Transitional Surface 2)

## 5.6 Εσωτερική Επιφάνεια Προσέγγισης (Inner Approach Surface)

Η εσωτερική επιφάνεια προσέγγισης είναι μαζί με την επιφάνεια ματαιούμενης προσγείωσης η πιο μικρή σε μέγεθος επιφάνεια. Κύριο χαρακτηριστικό της είναι ότι εμφανίζεται μόνο σε διαδρόμους προσγείωσης κατηγορίας ακριβούς προσέγγισης. Συνεπώς, είναι αρκετές οι περιπτώσεις στις οποίες και δεν εμφανίζεται.

Οι μεταβλητές που χαρακτηρίζουν την επιφάνεια αυτή, είναι τέσσερις. Για τη κατανόηση της γεωμετρίας της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης καθώς επίσης και των μεταβλητών που την χαρακτηρίζουν, έχουμε σχεδιάσει το σχέδιο (5.6.1). Λόγω του ότι η επιφάνεια είναι μικρή, έχουμε σχεδιάσει και τις δύο ζώνες που προκύπτουν αριστερά και δεξιά του διαδρόμου σε ένα σχέδιο. Η πρώτη μεταβλητή είναι η απόσταση του ίχνους αρχής της επιφάνειας από το κατώφλι του διαδρόμου (*lias*). Αυτή η απόσταση είναι ίδια για κάθε κωδικό αεροδρομίου και ίση με 60m. Επίσης ορίζεται το πλάτος του ίχνους αρχής (*wia*), το μήκος της επιφάνειας (*lia*), και η κλίση της (*sia*). Το μήκος (*lia*), είναι πάντα ίδιο ανεξάρτητα του κωδικού διαδρόμου και ίσο με 900m.

Παρατηρώντας το σχέδιο (5.6.1), είναι εύκολο να καταλάβουμε πως η εσωτερική επιφάνεια προσέγγισης αποτελείται από δύο ορθογωνικά επίπεδα που τοποθετούνται αριστερά και δεξιά του διαδρόμου και ανεβαίνουν με κλίση (*sia*). Έχοντας κάνει την ανάλυση αυτή μπορούμε πλέον να προχωρήσουμε στο προσδιορισμό των συντεταγμένων των σημείων εκείνων που μας ενδιαφέρουν για το σχεδιασμό της επιφάνειας. Τα σημεία αυτά όπως φαίνεται και στο σχέδιο (5.6.1) είναι τα 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 και 8. Έχουμε λοιπόν :

**Συντεταγμένες (x,y,z) των σημείων Pi (i=1,2,...,8):**

$$P1 = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wia}{2}) \times \cos(az) - (\frac{lr}{2} - lthr + lias) \times \sin(az)) \\ (y0 + (\frac{lr}{2} - lthr + lias) \times \cos(az) + (\frac{wia}{2}) \times \cos(az)) \\ (z0 + (\frac{lr}{2} - lthr + lias) \times g) \end{bmatrix}$$

$$P2 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wia}{2}) \times \cos(az) - (\frac{lr}{2} - lthr + lias) \times \sin(az)) \\ (y0 + (\frac{lr}{2} - lthr + lias) \times \cos(az) + (-\frac{wia}{2}) \times \cos(az)) \\ (z0 + (\frac{lr}{2} - lthr + lias) \times g) \end{bmatrix}$$

$$P3 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wia}{2}) \times \cos(az) - (\frac{lr}{2} - lthr + lias + lia) \times \sin(az)) \\ (y0 + (\frac{lr}{2} - lthr + lias + lia) \times \cos(az) + (-\frac{wia}{2}) \times \cos(az)) \\ (z0 + (\frac{lr}{2} - lthr + lias) \times g + lia \times sia) \end{bmatrix}$$

$$P4 = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wia}{2}) \times \cos(az) - (\frac{lr}{2} - lthr + lias + lia) \times \sin(az)) \\ (y0 + (\frac{lr}{2} - lthr + lias + lia) \times \cos(az) + (\frac{wia}{2}) \times \cos(az)) \\ (z0 + (\frac{lr}{2} - lthr + lias) \times g + lia \times sia) \end{bmatrix}$$

$$P5 = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wia}{2}) \times \cos(az) - (-\frac{lr}{2} + lthr - lias) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-\frac{lr}{2} + lthr - lias) \times \cos(az) + (\frac{wia}{2}) \times \cos(az)) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2} + lthr - lias) \times g) \end{bmatrix}$$

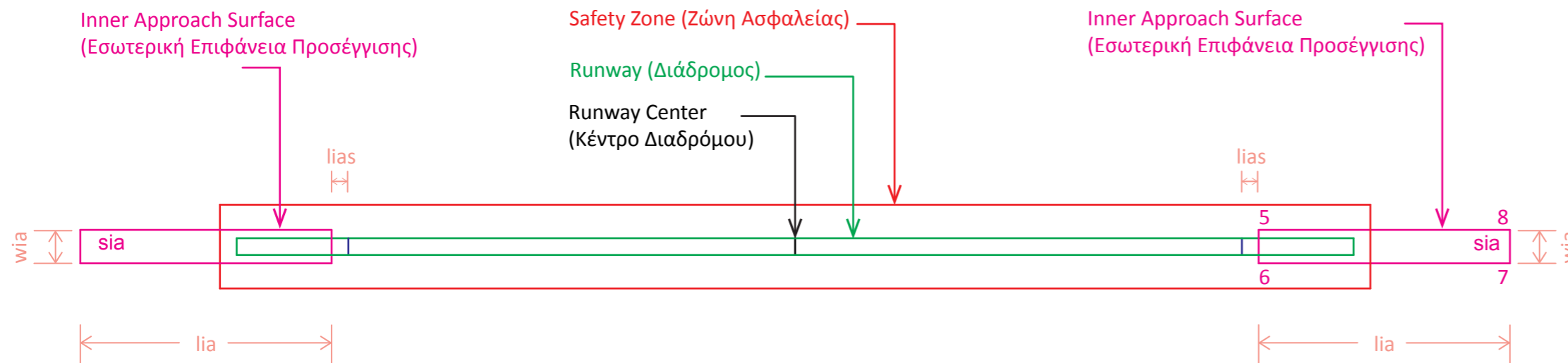
$$P6 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wia}{2}) \times \cos(az) - (-\frac{lr}{2} + lthr - lias) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-\frac{lr}{2} + lthr - lias) \times \cos(az) + (-\frac{wia}{2}) \times \cos(az)) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2} + lthr - lias) \times g) \end{bmatrix}$$

$$P7 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wia}{2}) \times \cos(az) - (-\frac{lr}{2} + lthr - lias - lia) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-\frac{lr}{2} + lthr - lias - lia) \times \cos(az) + (-\frac{wia}{2}) \times \cos(az)) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2} + lthr - lias) \times g + lia \times sia) \end{bmatrix}$$

$$P8 = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wia}{2}) \times \cos(az) - (-\frac{lr}{2} + lthr - lias - lia) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-\frac{lr}{2} + lthr - lias - lia) \times \cos(az) + (\frac{wia}{2}) \times \cos(az)) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2} + lthr - lias) \times g + lia \times sia) \end{bmatrix}$$

## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- lias: Απόσταση Πλάτους Ίχνους Αρχής Εσωτερικής Επιφάνειας Προσέγγισης απο Κατώφλι
- sia: Κλίση Εσωτερικής Επιφάνειας Προσέγγισης
- wia: Πλάτος Ίχνους Αρχής Εσωτερικής Επιφάνειας Προσέγγισης
- lia: Ολικό Μήκος Εσωτερικής Επιφάνειας Προσέγγισης
- lthr: Μήκος Κατωφλίου



Σχέδιο 5.6.1

Εσωτερική Επιφάνεια Προσέγγισης  
(Inner Approach Surface)

## 5.7 Επιφάνεια Μатаιούμενης Προσγείωσης (Balked Landing Surface)

Η επιφάνεια ματαιούμενης προσγείωσης μαζί με την εσωτερική επιφάνεια προσέγγισης είναι από τις πιό μικρές σε έκταση επιφάνειες. Κοινό χαρακτηριστικό τους είναι πως εμφανίζονται μόνο σε κατηγορίες διαδρόμων προσγείωσης ακριβούς προσέγγισης.

Για τη κατανόηση της γεωμετρίας της επιφάνειας ματαιούμενης προσγείωσης, έχουμε σχεδιάσει το σχέδιο (5.7.1.) στο οποίο φαίνεται ο διάδρομος, η επιφάνεια ματαιούμενης προσγείωσης καθώς επίσης και όλες οι μεταβλητές που ορίζουν το σχεδιασμό της. Οι μεταβλητές που χαρακτηρίζουν την επιφάνεια αυτή είναι τέσσερις : Το πλάτος του ίχνους αρχής της επιφάνειας ( $wb$ ), η διεύρυνση της επιφάνειας απο κάθε μεριά ( $db$ ), η κλίση της επιφάνειας ( $sb$ ), και η απόσταση του ίχνους αρχής απο το κατώφλι ( $lbs$ ).

Όσον αφορά την απόσταση του ίχνους αρχής της επιφάνειας από το κατώφλι, οφείλουμε να κάνουμε ειδική αναφορά μιας και παρουσιάζονται κάποιες ιδιαιτερότητες και ιδιομορφίες. Εξετάζοντας αναλυτικά το εγχειρίδιο του ANNEX 14, καταλήξαμε στο ότι η επιφάνεια ματαιούμενης προσγείωσης δεν έχει μια δεδομένη θέση αρχής που να ισχύει σε όλους τους διαδρόμους, αλλά αλλάζει με βάση το μήκος του διαδρόμου.

Το μήκος του διαδρόμου υπεισέρχεται στους υπολογισμούς για την απόσταση του ίχνους αρχής της επιφάνειας ματαιούμενης προσγείωσης από το κατώφλι. Το εγχειρίδιο του ANNEX 14, έχει ορισμένες συνθήκες για κάθε κατηγορία διαδρόμου. Παρατηρώντας το πίνακα στον οποίο ορίζονται οι διαστάσεις της μεταβλητής της απόστασης του ίχνους αρχής από το κατώφλι ( $lbs$ ), φαίνονται όλες οι παράμετροι που παρουσιάζονται. Συνεπώς, το μήκος αρχής και κατ'επέκταση η θέση του ίχνους αρχής της επιφάνειας ματαιούμενης προσγείωσης, είναι διαφορετική από διάδρομο σε διάδρομο. Επειδή η κλίση της επιφάνειας είναι δεδομένη και το άνω όριο της είναι στην οριζόντια εσωτερική επιφάνεια, όταν έχουμε κλίση στο διάδρομο, η επιφάνεια ματαιούμενης προσγείωσης απο τις δύο μεριές του διαδρόμου είναι διαφορετικού σχήματος. Όπως φαίνεται και στο σχέδιο (5.7.1), η επιφάνεια έχει σχήμα τραπεζίου. Το τελικό ύψος στο οποίο φτάνει είναι αυτό της οριζόντιας εσωτερικής επιφάνειας – ίσο με 45m).

Τα σημεία όπως φαίνεται και στο σχέδιο (5.7.1) είναι τα 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 και 8. Οι συντεταγμένες τους σε σχέση με τις συντεταγμένες του κέντρου του διαδρόμου ( $x0, y0, z0$ ), είναι οι εξής :

Συντεταγμένες (x,y,z) των σημείων P<sub>i</sub> (i=1,2,...,8):

$$P1 = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wb}{2}) \times \cos(az) - (-\frac{lr}{2} + lthr - lbs) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-\frac{lr}{2} + lthr - lbs) \times \cos(az) + (\frac{wb}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2} + lthr + lbs) \times g) \end{bmatrix}$$

$$P2 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wb}{2}) \times \cos(az) - (-\frac{lr}{2} + lthr - lbs) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-\frac{lr}{2} + lthr - lbs) \times \cos(az) + (-\frac{wb}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2} + lthr + lbs) \times g) \end{bmatrix}$$

$$P3 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wb}{2} - (\frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db) \times \cos(az) - \\ -(-\frac{lr}{2} + lthr + lbs + (\frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-\frac{lr}{2} + lthr + lbs + (\frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db) \times \cos(az) + \\ + (-\frac{wb}{2} - (\frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db) \times \sin(az)) \\ (z0 + (\frac{lr}{2}) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P4 = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wb}{2} + (\frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db) \times \cos(az) - \\ -(-\frac{lr}{2} + lthr + lbs + (\frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-\frac{lr}{2} + lthr + lbs + (\frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db) \times \cos(az) + \\ + (\frac{wb}{2} + (\frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db) \times \sin(az)) \\ (z0 + (\frac{lr}{2}) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P5 = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wb}{2}) \times \cos(az) - (\frac{lr}{2} - lthr - lbs) \times \sin(az)) \\ (y0 + (\frac{lr}{2} - lthr - lbs) \times \cos(az) + (\frac{wb}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (\frac{lr}{2} - lthr - lbs) \times g) \end{bmatrix}$$

$$P6 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wb}{2}) \times \cos(az) - (\frac{lr}{2} - lthr - lbs) \times \sin(az)) \\ (y0 + (\frac{lr}{2} - lthr - lbs) \times \cos(az) + (-\frac{wb}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (\frac{lr}{2} - lthr - lbs) \times g) \end{bmatrix}$$

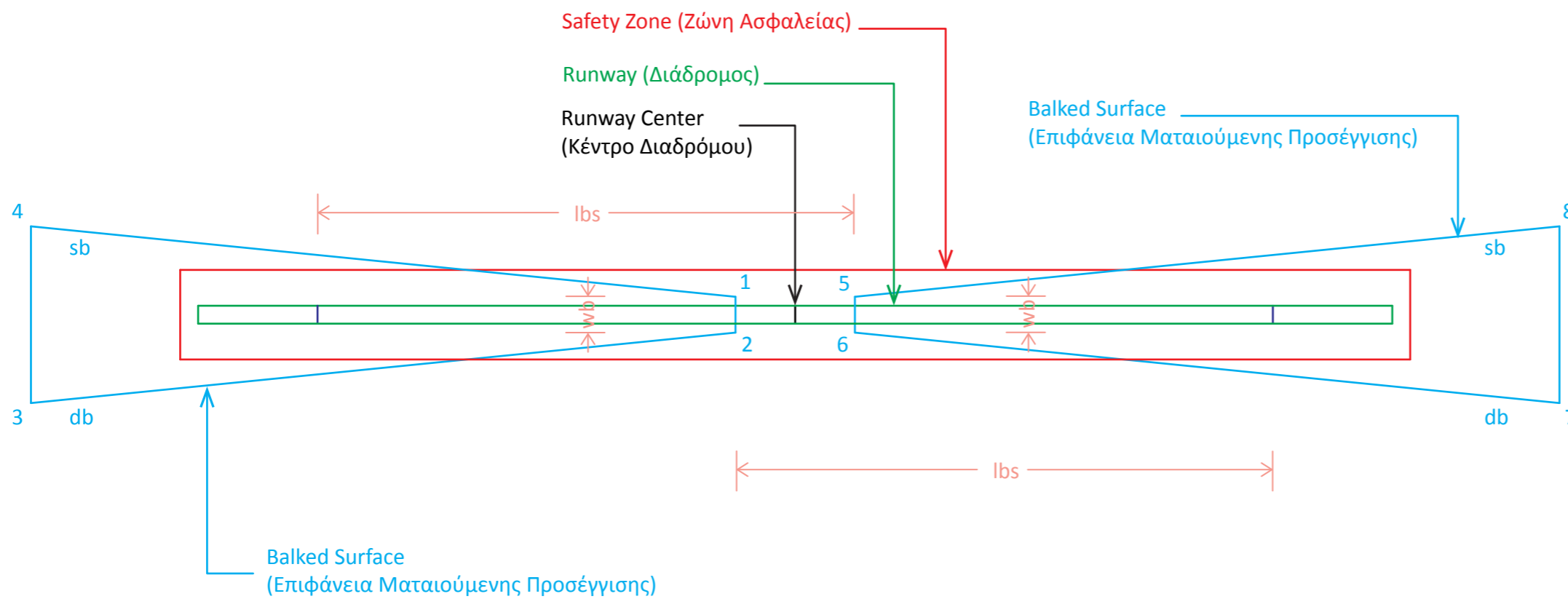
$$P7 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wb}{2} - (\frac{45+(lr-lthr-lbs) \times g}{sb}) \times db) \times \cos(az) - \\ -(\frac{lr}{2} - lthr - lbs - (\frac{45+(lr-lthr-lbs) \times g}{sb}) \times db) \times \sin(az)) \\ (y0 + (\frac{lr}{2} - lthr - lbs - (\frac{45+(lr-lthr-lbs) \times g}{sb}) \times db) \times \cos(az) + \\ + (-\frac{wb}{2} - (\frac{45+(lr-lthr-lbs) \times g}{sb}) \times db) \times \sin(az)) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2}) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P8 = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wb}{2} + (\frac{45+(lr-lthr-lbs) \times g}{sb}) \times db) \times \cos(az) - \\ -(\frac{lr}{2} - lthr - lbs - (\frac{45+(lr-lthr-lbs) \times g}{sb}) \times db) \times \sin(az)) \\ (y0 + (\frac{lr}{2} - lthr - lbs - (\frac{45+(lr-lthr-lbs) \times g}{sb}) \times db) \times \cos(az) + \\ + (\frac{wb}{2} + (\frac{45+(lr-lthr-lbs) \times g}{sb}) \times db) \times \sin(az)) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2}) \times g + 45) \end{bmatrix}$$



### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- sb: Κλίση Επιφάνειας  
Ματαιούμενης Προσγείωσης
- db: Διεύρυνση Επιφάνειας  
Ματαιούμενης Προσγείωσης
- lbs: Απόσταση απο το κατώφλι
- wb: Πλάτος Ίχνους Αρχής



Σχέδιο 5.7.1

Επιφάνεια Ματαιούμενης Προσγείωσης  
(Balked Surface)

## 5.8 Εσωτερική Μεταβατική Επιφάνεια (Inner Transitional Surface)

Η εσωτερική επιφάνεια προσαρμογής παρότι ορίζεται από μια μόνο μεταβλητή (τη κλίση της ( $str$ )), είναι από τις πιο πολύπλοκες στο σχεδιασμό της. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι ο σχεδιασμός της εξαρτάται από άλλες δύο επιφάνειες. Την επιφάνεια ματαιούμενης προσγείωσης και την εσωτερική επιφάνεια προσέγγισης.

Όπως ήδη αναφέραμε, οι δύο παραπάνω επιφάνειες, υπάρχουν μόνο σε διαδρόμους προσγείωσης κατηγορίας ακριβούς προσέγγισης. Συνεπώς και η εσωτερική μεταβατική επιφάνεια, εμφανίζεται μόνο σε αυτή τη περίπτωση. Για τη καλύτερη κατανόηση της γεωμετρίας της επιφάνειας έχουμε σχεδιάσει δύο ξεχωριστά σχέδια – Τα (5.8.1) και (5.8.2).

Το σχέδιο (5.8.1) αναφέρεται στη περίπτωση που η επιφάνεια ματαιούμενης προσγείωσης βρίσκεται στα δεξιά του διαδρόμου και η επιφάνεια εσωτερικής προσέγγισης αριστερά αυτού, ενώ το σχέδιο (5.8.2) αναφέρεται στη περίπτωση που η επιφάνεια ματαιούμενης προσγείωσης βρίσκεται στα αριστερά του διαδρόμου και η επιφάνεια εσωτερικής προσέγγισης στα δεξιά αυτού.

Η εσωτερική επιφάνεια προσαρμογής ξεκινάει από το άκρο του ίχνους αρχής της επιφάνειας ματαιούμενης προσέγγισης, και ενώνεται με το άκρο του ίχνους αρχής της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης επί του εδάφους. Από το σημείο αυτό αρχίζει και ανεβαίνει με την ίδια κλίση που ανεβαίνει και η εσωτερική επιφάνεια προσέγγισης, μέχρις ότου φτάσει στο άκρο που τελειώνει αυτή. Από την άλλη μεριά, δηλαδή από το άκρο του ίχνους αρχής της επιφάνειας ματαιούμενης προσγείωσης, η εσωτερική επιφάνεια προσαρμογής ανεβαίνει κατά μήκος του εξωτερικού ορίου της ματαιούμενης προσγείωσης μαζί με αυτήν, μέχρις ότου φτάσει το υψόμετρο των 45 μέτρων.

Όπως έχουμε αναφέρει, για την αποφυγή προβλημάτων στη ροή του προγράμματος, ορίζουμε ένα σημείο αντί για δύο στην περιοχή που συνδέεται με την εσωτερική επιφάνεια προσέγγισης και την εσωτερική οριζόντια. Αυτό το σημείο είναι στο επίπεδο της εσωτερικής οριζόντιας επιφάνειας.

Κατά μήκος της πλευράς του διαδρόμου, η εσωτερική μεταβατική επιφάνεια, ανεβαίνει με τη κλίση της ( $str$ ) μέχρι να συναντήσει την εσωτερική οριζόντια επιφάνεια.

Τέλος, από τα σημεία στη περιοχή των επιφανειών εσωτερικής προσέγγισης και ματαιούμενης προσγείωσης, ξεκινάει το εξωτερικό όριο που συνδέεται με αυτό που βρίσκεται κατά μήκος του διαδρόμου. Το ίδιο ισχύει και για την άλλη πλευρά κατά μήκος του διαδρόμου.

Αυτή είναι σε γενικές γραμμές η ανάλυση που προκύπτει για την εσωτερική μεταβατική επιφάνεια. Για το σχέδιο (5.8.1) έχουμε τα σημεία 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 και 10, ενώ για το σχέδιο (5.8.2) έχουμε αντίστοιχα τα 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7', 8', 9' και 10'. Οι συντεταγμένες αυτών σε σχέση με τις συντεταγμένες του κέντρου του διαδρόμου ( $x_0, y_0, z_0$ ) είναι οι εξής :

**Συντεταγμένες ( $x, y, z$ ) των σημείων  $P_i$  ( $i=1,2,\dots,10$ ):**

$$P1 = \begin{bmatrix} (x_0 + \frac{wia}{2}) \times \cos(az) - (-lr/2 + lthr - lias) \times \sin(az) \\ (y_0 + (-lr/2 + lthr - lias) \times \cos(az) + \frac{wia}{2}) \times \sin(az) \\ (z_0 + (-\frac{lr}{2} + lthr - lias) \times g) \end{bmatrix}$$

$$P2 = \begin{bmatrix} (x_0 + \frac{wb}{2}) \times \cos(az) - (-lr/2 + lthr + lbs) \times \sin(az) \\ (y_0 + (-lr/2 + lthr + lbs) \times \cos(az) + \frac{wb}{2}) \times \sin(az) \\ (z_0 + (-\frac{lr}{2} + lthr + lbs) \times g) \end{bmatrix}$$

$$P3 = \begin{bmatrix} (x_0 + \frac{wb}{2} + \frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db \times \cos(az) - \\ - (-lr/2 + lthr + lbs + \frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db \times \sin(az) \\ (y_0 + (-lr/2 + lthr + lbs + \frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db) \times \cos(az) + \\ + \frac{wb}{2} + \frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db \times \sin(az) \\ (z_0 + (\frac{lr}{2}) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P4 = \begin{bmatrix} (x_0 + \frac{wia}{2} + \frac{45}{str}) \times \cos(az) - (-lr/2 + lthr - lias) \times \sin(az) \\ (y_0 + (-lr/2 + lthr - lias) \times \cos(az) + \frac{wia}{2} + \frac{45}{str}) \times \sin(az) \\ (z_0 + (-\frac{lr}{2} + lthr - lias) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P5 = \begin{bmatrix} (x_0 + \frac{wia}{2}) \times \cos(az) - (-lr/2 + lthr - lias - lia) \times \sin(az) \\ (y_0 + (-lr/2 + lthr - lias - lia) \times \cos(az) + \frac{wia}{2}) \times \sin(az) \\ (z_0 + (-\frac{lr}{2}) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P6 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wia}{2}) \times \cos(az) - (-lr/2 + lthr - lias) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-lr/2 + lthr - lias) \times \cos(az) + (-\frac{wia}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2} + lthr - lias) \times g) \end{bmatrix}$$

$$P7 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wb}{2}) \times \cos(az) - (-lr/2 + lthr + lbs) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-lr/2 + lthr + lbs) \times \cos(az) + (-\frac{wb}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (-lr/2 + lthr + lbs) \times g) \end{bmatrix}$$

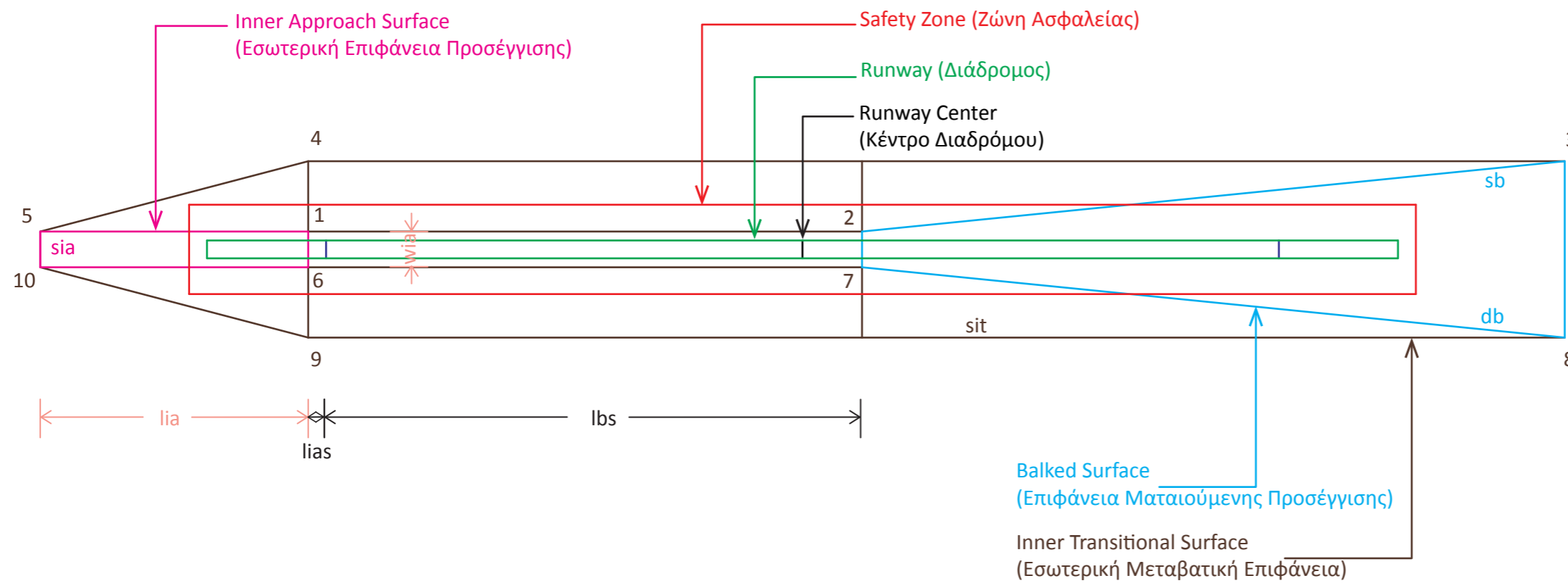
$$P8 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wb}{2} - (\frac{45+(lr-lthr-lbs) \times g}{sb}) \times db) \times \cos(az) - \\ -(-lr/2 + lthr + lbs + (\frac{45+(lr-lthr-lbs) \times g}{sb}) \times db) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-lr/2 + lthr + lbs + (\frac{45+(lr-lthr-lbs) \times g}{sb}) \times db) \times \cos(az) + \\ + (-\frac{wb}{2} - (\frac{45+(lr-lthr-lbs) \times g}{sb}) \times db) \times \sin(az)) \\ (z0 + (\frac{lr}{2}) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P9 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wia}{2} - \frac{45}{str}) \times \cos(az) - (-lr/2 + lthr - lias) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-lr/2 + lthr - lias) \times \cos(az) + (-\frac{wia}{2} - \frac{45}{str}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2} + lthr - lias) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P10 = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wia}{2}) \times \cos(az) - (-lr/2 + lthr - lias - lia) \times \sin(az)) \\ (y0 + (-lr/2 + lthr - lias - lia) \times \cos(az) + (-\frac{wia}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2}) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- wia: Πλάτος Ίχνους Αρχής Εσωτερικής Επιφάνειας Προσέγγισης
- lia: Ολικό Μήκος Εσωτερικής Επιφάνειας Προσέγγισης
- sia: Κλίση Εσωτερικής Επιφάνειας Προσέγγισης
- lias: Απόσταση Πλάτους Ίχνους Αρχής Εσωτερικής Επιφάνειας Προσέγγισης Απο το Κατώφλι
- sit: Κλίση Εσωτερικής Επιφάνειας Προσαρμογής
- sb: Κλίση Επιφάνειας Μатаιούμενης Προσγείωσης
- db: Διεύρυνση Επιφάνειας Μатаιούμενης Προσγείωσης
- lbs: Απόσταση Ίχνους Αρχής Επιφάνειας Μатаιούμενης Προσγείωσης απο το Κατώφλι



Σχέδιο 5.8.1

Εσωτερική Επιφάνεια Προσαρμογής 1  
(Inner Transitional Surface 1)

Για να ολοκληρώσουμε την ανάλυση της εσωτερικής μεταβατικής επιφάνειας, πρέπει να υπολογίσουμε και τις συντεταγμένες των σημείων 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7', 8', 9' και 10', που αφορούν τη δεύτερη περίπτωση σχεδιασμού. Έχουμε λοιπόν :

**Συντεταγμένες (x,y,z) :**

$$P1' = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wia}{2}) \times \cos(az) - (lr/2 - lthr + lias) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 - lthr + lias) \times \cos(az) + (\frac{wia}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (lr/2 - lthr + lias) \times g) \end{bmatrix}$$

$$P2' = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wb}{2}) \times \cos(az) - (lr/2 - lthr + lbs) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 - lthr + lbs) \times \cos(az) + (\frac{wb}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (lr/2 - lthr + lbs) \times g) \end{bmatrix}$$

$$P3' = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wb}{2} + (\frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db) \times \cos(az) - \\ - (lr/2 - lthr - lbs - (\frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 - lthr - lbs - (\frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db) \times \cos(az) + \\ + (\frac{wb}{2} + (\frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db) \times \sin(az)) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2}) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P4' = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wia}{2} + \frac{45}{str}) \times \cos(az) - (lr/2 - lthr + lias) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 - lthr + lias) \times \cos(az) + (\frac{wia}{2} + \frac{45}{str}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (lr/2 - lthr + lias) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P5' = \begin{bmatrix} (x0 + (\frac{wia}{2}) \times \cos(az) - (lr/2 - lthr + lias + lia) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 - lthr + lias + lia) \times \cos(az) + (\frac{wia}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (\frac{lr}{2}) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P6' = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wia}{2}) \times \cos(az) - (lr/2 - lthr + lias) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 - lthr + lias) \times \cos(az) + (-\frac{wia}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (lr/2 - lthr + lias) \times g) \end{bmatrix}$$

$$P7' = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wb}{2}) \times \cos(az) - (lr/2 - lthr - lbs) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 - lthr - lbs) \times \cos(az) + (-\frac{wb}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (lr/2 - lthr - lbs) \times g) \end{bmatrix}$$

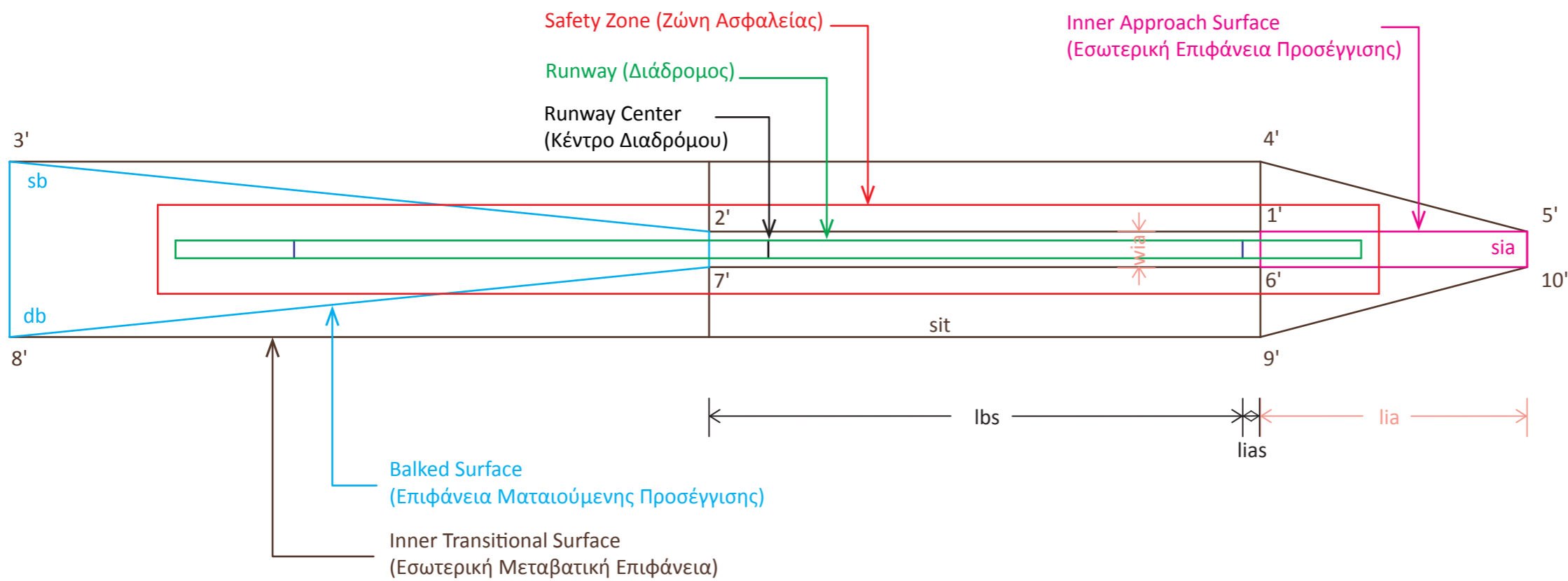
$$P8' = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wb}{2} - (\frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db) \times \cos(az) - \\ - (lr/2 - lthr - lbs - (\frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 - lthr - lbs - (\frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db) \times \cos(az) + \\ + (-\frac{wb}{2} - (\frac{(45+(lr-lthr-lbs) \times g)}{sb}) \times db) \times \sin(az)) \\ (z0 + (-\frac{lr}{2}) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P9' = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wia}{2} - \frac{45}{str}) \times \cos(az) - (lr/2 - lthr + lias) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 - lthr + lias) \times \cos(az) + (-\frac{wia}{2} - \frac{45}{str}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (lr/2 - lthr + lias) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

$$P10' = \begin{bmatrix} (x0 + (-\frac{wia}{2}) \times \cos(az) - (lr/2 - lthr + lias + lia) \times \sin(az)) \\ (y0 + (lr/2 - lthr + lias + lia) \times \cos(az) + (-\frac{wia}{2}) \times \sin(az)) \\ (z0 + (\frac{lr}{2}) \times g + 45) \end{bmatrix}$$

## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- wia: Πλάτος Ίχνους Αρχής Εσωτερικής Επιφάνειας Προσέγγισης
- lia: Ολικό Μήκος Εσωτερικής Επιφάνειας Προσέγγισης
- sia: Κλίση Εσωτερικής Επιφάνειας Προσέγγισης
- lias: Απόσταση Πλάτους Ίχνους Αρχής Εσωτερικής Επιφάνειας Προσέγγισης Απο το Κατώφλι
- sit: Κλίση Εσωτερικής Επιφάνειας Προσαρμογής
- sb: Κλίση Επιφάνειας Μатаιούμενης Προσγείωσης
- db: Διεύρυνση Επιφάνειας Μатаιούμενης Προσγείωσης
- lbs: Απόσταση Ίχνους Αρχής Επιφάνειας Μатаιούμενης Προσγείωσης απο το Κατώφλι



Σχέδιο 5.8.2

Εσωτερική Επιφάνεια Προσαρμογής 2  
(Inner Transitional Surface 2)



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

## 6.1 Στόχοι Προγράμματος

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε την πορεία ανάπτυξης της διπλωματικής μέχρι την δημιουργία του προγράμματος.

Για την καλύτερη δυνατή λειτουργία του προγράμματος, χρειάζεται η κατάλληλη προετοιμασία και οι κατάλληλες προεργασίες. Οι προεργασίες που έγιναν λοιπόν και θα αναφερθούν παρακάτω, είχαν ως στόχο **την ανάπτυξη και ολοκλήρωση ενός εύχρηστου προγράμματος με ξεκάθαρο προσανατολισμό, το οποίο θα έδινε τα σωστά αποτελέσματα με ελάχιστη έως ανύπαρκτη πιθανότητα λάθους.**

## 6.2 Βήματα, Διερεύνηση

Αφού θέσαμε το πρώτο γενικό αλλά κυρίαρχο στόχο που μας δίνει την απαραίτητη κατεύθυνση, διερευνήσαμε τις καταστάσεις και τις προϋποθέσεις ώστε αυτό να γίνει εφικτό. Σε αυτό το πλαίσιο, έγιναν οι ακόλουθες εργασίες.

- Προσδιορισμός Δεδομένων Για Το Σχεδιασμό Αεροδρομίου.

Σε αυτό το αρχικό βήμα έγινε μια προσπάθεια καταγραφής των δεδομένων που απαιτούνται ώστε να σχεδιαστούν ο διάδρομος ενός αεροδρομίου και οι επιφάνειες περιορισμού εμποδίων.

Το αντικείμενο της παρούσας Δ.Ε. όπως έχουμε ήδη αναφέρει, αφορά στον έλεγχο των υψομέτρων κατασκευών και εμποδίων στο χώρο του αεροδρομίου. Με αυτή τη κατεύθυνση, τα δεδομένα που χρειαζόμαστε πριν την λειτουργία του προγράμματος είναι ο χάρτης της περιοχής, το υπόβαθρο εδάφους, το μήκος και πλάτος του διαδρόμου, οι κωδικοί απογείωσης και προσγείωσης. Έχοντας αυτά τα δεδομένα, καθώς και τον προσανατολισμό (αζιμούθιο) του διαδρόμου, το πρόγραμμα μπορεί να λειτουργήσει με δεδομένα εισόδου αυτά που θα αναφέρουμε σε μεταγενέστερο κεφάλαιο και να αποτυπώσει το διάδρομο και όλες τις επιφάνειες.

- Σχεδιασμός Επιφανειών Περιορισμού Εμποδίων.

Αφού υπολογίσαμε τις συντεταγμένες του διαδρόμου και των επιφανειών, δημιουργήθηκαν κάποια σκαριφήματα των επιφανειών, αρχικά χωρίς διαστάσεις και μετέπειτα με διαστάσεις για κωδικό διαδρόμου 4D – Ενόργανη Ακριβής Προσέγγιση.

- Ορισμός Αποτελεσμάτων Προγράμματος.

Ήταν απαραίτητο να οριστούν οι στόχοι του προγράμματος σε μεταβλητές και αποτελέσματα που θα επιθυμούσαμε να παρέχει. Έτσι ορίστηκαν τα μεγέθη τα οποία επιζητούμε ως αποτελέσματα, κάτι το οποίο έδωσε εκ νέου προσανατολισμό στις εργασίες μας. Κύριο αποτέλεσμα του προγράμματος είναι η διαφορά του υψομέτρου που φτάνει ένα εμπόδιο από το επιτρεπτό υψόμετρο στο σημείο αυτό. Με αυτή τη κατεύθυνση ορίστηκαν και όλα τα υπόλοιπα αποτελέσματα όπως θα δούμε και σε επόμενο κεφάλαιο.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

## 7.1 Εισαγωγή Δεδομένων

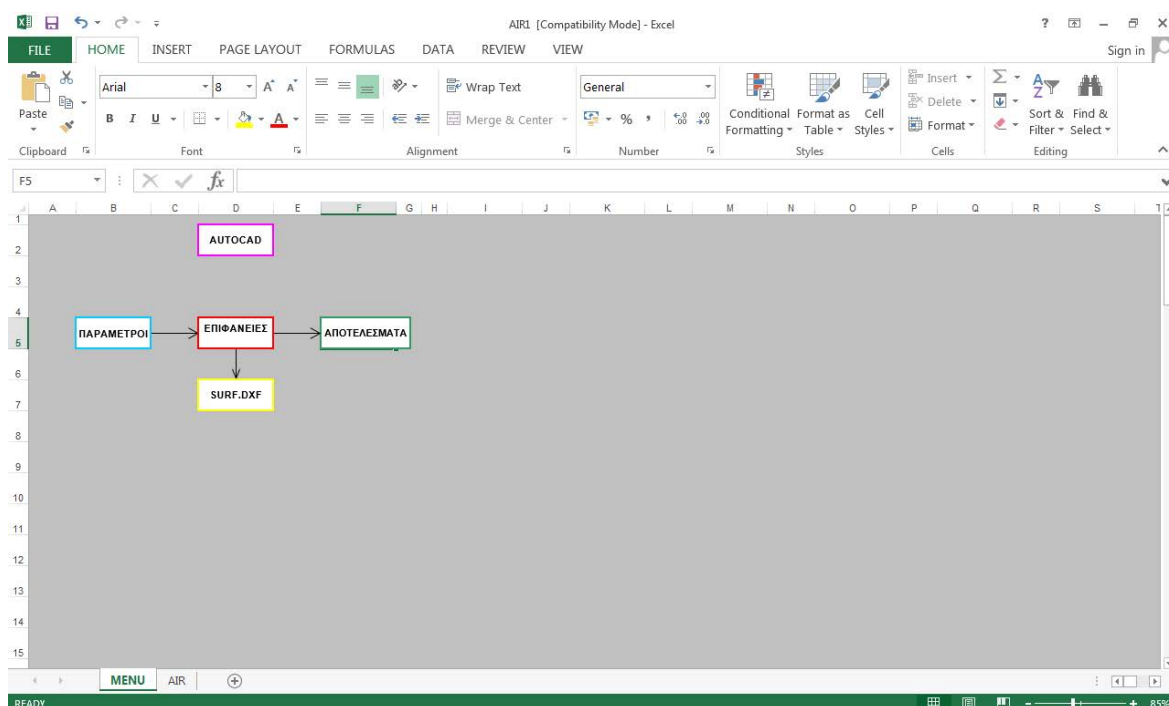
Στο σημείο αυτό θα γίνει η εισαγωγή των δεδομένων που απαιτούνται για να λειτουργήσει το πρόγραμμα και να πραγματοποιήσει το σχεδιασμό των επιφανειών αλλά και τους ελέγχους που θα αναφέρουμε παρακάτω. Το πρόγραμμα το οποίο χρησιμοποιούμε για την ανάπτυξη του προγράμματος είναι το σημειωματάριο (Notepad) και το αρχείο του προγράμματος λέγεται SURF.FOR. Ορίζουμε τις μεταβλητές που χρειαζόμαστε είτε ως `real*8` για να έχουμε υψηλής ακρίβειας αριθμούς, είτε ως `integer*4` όταν αυτοί είναι ακέραιοι. Για την πιο εύκολη ανάγνωση του προγράμματος, οι μεταβλητές αυτές έχουν κατηγοριοποιηθεί με βάση τις επιφάνειες και γενικότερα τα χαρακτηριστικά τμήματα του προγράμματος που αντιπροσωπεύουν. Στη δομή του προγράμματος υπάρχουν οι τίτλοι από τους οποίους αντιλαμβανόμαστε τις επιφάνειες που αφορούν οι μεταβλητές. Στο πρόγραμμα SURF.FOR έχουν ορισθεί αναλυτικά όλες οι μεταβλητές και παρουσιάζονται ως εξής.

- **Files:** Είναι τα ονόματα των αρχείων τα οποία χρησιμοποιεί το πρόγραμμα είτε ως αρχεία με δεδομένα εισόδου είτε ως αρχεία με δεδομένα εξόδου.
- **Common:** Είναι οι μεταβλητές αυτές οι οποίες χρησιμοποιούνται και για το κυρίως πρόγραμμα αλλά και για τις υπορουτίνες.
- **Parameters:** Είναι οι μεταβλητές που ορίζονται από το χρήστη ως δεδομένα εισόδου για να λειτουργήσει το πρόγραμμα (Συμπεριλαμβάνονται οι μεταβλητές για το σχεδιασμό του διαδρόμου)
- **Conical:** Οι μεταβλητές που αφορούν τη Κολουροκωνική επιφάνεια.
- **Approach:** Οι μεταβλητές που αφορούν την Επιφάνεια Προσέγγισης.
- **Inner Approach:** Οι μεταβλητές που αφορούν την Εσωτερική Επιφάνεια Προσγείωσης.
- **Transitional:** Οι μεταβλητές που αφορούν τη Επιφάνεια Προσαρμογής.
- **Inner Transitional:** Οι μεταβλητές που αφορούν τη Εσωτερική Μεταβατική Επιφάνεια
- **Balked Landing:** Οι μεταβλητές που αφορούν την Επιφάνεια Μатаιούμενης Προσγείωσης.
- **TakeOff:** Οι μεταβλητές που αφορούν την Επιφάνεια Απογείωσης.
- **Runway Axis – Runway – Threshold – Safety Zone:** Οι μεταβλητές που αφορούν τον Άξονα του διαδρόμου, το Διάδρομο, το Κατώφλι του διαδρόμου και την Επιφάνεια Ασφαλείας γύρω από το Διάδρομο.

Επίσης, πριν αρχίσει ο υπολογισμός όλων αυτών των επιφανειών, ορίζονται και οι μεταβλητές κάτω από τον τίτλο "POINTS" που είναι οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται από την αντίστοιχη υπορουτίνα για τον έλεγχο των εμποδίων. Θα γίνει αναλυτικότερη αναφορά και παρουσίαση αυτών στην αντίστοιχη ενότητα.

Οι γνώσεις που έχουμε και οι δυνατότητες της FORTRAN, δεν μας επέτρεψαν να φτάσουμε σε εντυπωσιακά αποτελέσματα ευχρηστότητας και περιβάλλοντος χρήστη. Πιστεύουμε όμως πως η επικοινωνία προγράμματος και χρήστη γίνεται εύκολα και επιτυγχάνεται η ακριβής εισαγωγή δεδομένων αφού βέβαια ο χρήστης διαβάσει προσεκτικά το παρόν τεύχος που λειτουργεί και ως εγχειρίδιο χρήσης του προγράμματος.

Το πρώτο και μοναδικό “αρχείο διαλόγου” που επιτρέπει την επικοινωνία προγράμματος και χρήστη είναι το αρχείο υπολογιστικού φύλλου AIR1.xls. Αυτό βρίσκεται σε κάθε περίπτωση στην εξής θέση : 'c:\LADAS\AIR1.xls'. Ανοίγοντας το αρχείο αυτό, φαίνεται η παρακάτω εικόνα:



**Εικόνα 7.1: Λογιστικό φύλλο αλληλεπίδρασης χρήστη-προγράμματος για εισαγωγή δεδομένων, εκτέλεση εντολών προγράμματος και εξαγωγή τελικών αποτελεσμάτων "AIR1.XLS"**

Στο .xls αυτό αρχείο, εισάγονται οι μεταβλητές που χρειάζονται για την έναρξη και λειτουργία του προγράμματος. Πατώντας το κελί “ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ”, οδηγούμαστε στο φύλλο “AIR”. Εκεί, ο χρήστης ορίζει τις συντεταγμένες του κέντρου του διαδρόμου (xc,yc,zc), το αζιμούθιο του διαδρόμου, το μήκος του διαδρόμου, την ενιαία κλίση του διαδρόμου, την παραμόρφωση υψών, τους κωδικούς προσγείωσης και απογείωσης και τέλος τις αποστάσεις των κατωφλίων από την αρχή και το πέρας του διαδρόμου (οι αποστάσεις αυτές μπορεί να είναι ίσες αλλά και διαφορετικές ανάλογα με τις απαιτήσεις σχεδιασμού του διαδρόμου). Τελειώνοντας την εισαγωγή, πατώντας το κουμπί “MENU”, δημιουργείται στον ίδιο φάκελο το αρχείο “fm.air” το οποίο και θα ανοίγει το κυρίως πρόγραμμα ώστε να δέχεται τα δεδομένα εισόδου.

	A	B	C	D	E	F	G
1	NAME	VALUE					
2	Κέντρο Διαδρόμου / Runway Axis Center - xc	628600					
3	Κέντρο Διαδρόμου / Runway Axis Center - yc	4480100					
4	Κέντρο Διαδρόμου / Runway Axis Center - zc	156		MENU			
5	Αζιμούθιο / Azimuth - az	30					
6	Μήκος Διαδρόμου / Runway Length - ln	1800					
7	Κλίση Διαδρόμου / Runway Slope - srln	0,005					
8	Παραμόρφωση Υψίων / Z Distortion - zdt	10					
9	Κωδικός Προσγείωσης / Code of Approach - ca	8					
10	Κωδικός Απογείωσης / Code of Takeoff - ct	3					
11	Απόσταση Κατωφλίου από πέρασ διαδρόμου A / Threshold from runway end A - thra	400					
12	Απόσταση Κατωφλίου από πέρασ διαδρόμου B / Threshold from runway end B - thrb	300					
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

Εικόνα 7.2: Εισαγωγή μεταβλητών εισόδου απο το χρήστη στο λογιστικό φύλλο AIR1.XLS

Το πρόγραμμα μας ακολουθώντας τις εντολές που παρατίθενται στο παράρτημα, προχωρά σε κατηγοριοποίηση και ορισμό των παραμέτρων για κάθε κωδικό απογείωσης και προσγείωσης όπως αυτοί ορίζονται στο ANNEX 14 του ICAO. Πριν από αυτό υπολογίζει την αρχή και το τέλος των κυκλικών τόξων για την κολουροκωνική και εσωτερική οριζόντια επιφάνεια. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια του αζιμούθιου.

Η κατηγοριοποίηση και ο ορισμός των παραμέτρων για κάθε κωδικό απογείωσης και προσγείωσης, γίνεται με μια απλά εντολή IF ... THEN. Για κάθε κωδικό απογείωσης (ca) από το 1 μέχρι το 10, ορίζονται με τη σειρά οι παρακάτω μεταβλητές:

- sc: Κλίση Κολουροκωνικής Επιφάνειας
- hc: Ύψος Κολουροκωνικής Επιφάνειας
- hh: Ύψος Εσωτερικής Οριζόντιας Επιφάνειας
- r1c: Ακτίνα Εσωτερική Οριζόντιας Επιφάνειας
- wia: Πλάτος Εσωτερικής Επιφάνειας Προσέγγισης
- lias: Απόσταση Ίχνους Αρχής Εσωτερικής Επιφάνειας Προσέγγισης από το Κατώφλι
- lia: Μήκος Εσωτερικής Οριζόντιας Επιφάνειας
- sia: Κλίση Εσωτερικής Οριζόντιας Επιφάνειας
- wa: Πλάτος επι του εδάφους (στο ίχνος αρχής) επιφάνειας Προσέγγισης
- las: Απόσταση ίχνους Αρχής Επιφάνειας Προσέγγισης από το Κατώφλι
- dar: Διεύρυνση (από κάθε πλευρά) της επιφάνειας Προσέγγισης
- la1: Μήκος Πρώτου Τμήματος Επιφάνειας Προσέγγισης
- sa1: Κλίση Πρώτου Τμήματος Επιφάνειας Προσέγγισης
- la2: Μήκος Δεύτερου Τμήματος Επιφάνειας Προσέγγισης
- sa2: Κλίση Δεύτερου Τμήματος Επιφάνειας Προσέγγισης
- la3: Μήκος Τρίτου Τμήματος Επιφάνειας Προσέγγισης
- stt: Κλίση Μεταβατικής Επιφάνειας
- str: Κλίση Εσωτερικής Μεταβατικής Επιφάνειας
- wb: Πλάτους επι του εδάφους (στο ίχνος αρχής) Επιφάνειας Μатаιούμενης Προσγείωσης
- lbs: Απόσταση ίχνους αρχής από το κατώφλι επιφάνειας Μатаιούμενης Προσγείωσης
- db: Διεύρυνση (από κάθε πλευρά) της Επιφάνειας Μатаιούμενης Προσγείωσης
- sb: Κλίσης Επιφάνειας Μатаιούμενης Προσγείωσης

Επίσης, για κάθε κωδικό απογείωσης (ct) από το 1 μέχρι το 4 ορίζονται με τη σειρά οι παρακάτω μεταβλητές:

- wts: Μήκος Ίχνους Αρχής (επι του εδάφους) της επιφάνειας Απογείωσης
- lts: Απόσταση Ίχνους Αρχής της επιφάνειας Απογείωσης από το άκρο του διαδρόμου
- dt: Διεύρυνση (από κάθε πλευρά) της επιφάνειας Απογείωσης
- wtf: Τελικό εύρος επιφάνειας Απογείωσης
- lt: Μήκος επιφάνειας Απογείωσης
- st: Κλίση Επιφάνειας Απογείωσης

Με τον ορισμό όλων των παραπάνω παραμέτρων, μπορούμε πλέον να προχωρήσουμε στο σχεδιασμό κάθε επιφάνειας με τις κατάλληλες εντολές.



## 7.2 Υπολογισμός Συντεταγμένων & Σχεδίαση Επιφανειών

Όλα τα σχέδια των επιφανειών που προκύπτουν από τους παρακάτω υπολογισμούς, μπορούμε να τα δούμε μαζί στο αρχείο SURF.DXF που δημιουργείται από το πρόγραμμα, είτε το καθένα ξεχωριστά επιλέγοντας να κρύψουμε ή να εμφανίσουμε το συγκεκριμένο layer στο οποίο ανήκει.

### 7.2.1 Επιφάνεια Διαδρόμου Και Ζώνης Ασφαλείας

Οι μεταβλητές που χρειάζονται για το σχεδιασμό της επιφάνειας του διαδρόμου, έχουν ήδη οριστεί με το ίδιο format που αναφέραμε παραπάνω (real\*8, integer\*4).

Αρχικά θα σχεδιάσουμε τον άξονα του διαδρόμου. Έχοντας ως δεδομένα τις συντεταγμένες του κέντρου του διαδρόμου και το μήκος του, υπολογίζουμε τις συντεταγμένες των δύο ακραίων σημείων του άξονα (a1 και b1). Στη συνέχεια, κάνοντας χρήση της υπορουτίνας LINE, ενώνουμε αυτά τα δύο σημεία. Η γραμμή που προκύπτει, αποτυπώνεται στο αρχείο SURF.DXF. Αναφέρουμε εδώ ότι ο άξονας διαδρόμου, έχει το δικό του layer στο αρχείο SURF.DXF, κάτι που ορίζεται μέσω της υπορουτίνας LINE (Θα γίνει εκτενέστερη αναφορά και επεξήγηση λειτουργίας της υπορουτίνας LINE σε μεταγενέστερο κεφάλαιο).

Με την ίδια λογική προχωρούμε στον υπολογισμό των συντεταγμένων των σημείων του διαδρόμου και των κατωφλίων, και ένωση αυτών σε διαφορετικό layer και με διαφορετικό χρώμα.

Εν συνεχεία, και πάλι σε διαφορετικό layer και με διαφορετικό χρώμα, υπολογίζουμε τα σημεία της ζώνης ασφαλείας, συνδέοντας τα.

### 7.2.2 Κολουροκωνική Επιφάνεια

Πριν προχωρήσουμε στον υπολογισμό των συντεταγμένων των σημείων που συνθέτουν την κολουροκωνική επιφάνεια, υπολογίζουμε την εξωτερική ακτίνα της κολουροκωνικής επιφάνειας. Έτσι, προχωρούμε στον υπολογισμό των συντεταγμένων.

Για την ένωση των σημείων αυτών και τη μόρφωση της κολουροκωνικής επιφάνειας, χρησιμοποιούμε τις υπορουτίνες LINE και ARC. Δίνουμε τα δεδομένα έτσι ώστε να επιστρέψουν το σχέδιο στο ίδιο layer και με διαφορετικό χρώμα για τη κολουροκωνική και την εσωτερική οριζόντια επιφάνεια.

### 7.2.3 Επιφάνεια Απογείωσης

Η μοναδική ποσότητα που δεν ορίζεται από τον ANNEX 14 για την επιφάνεια απογείωσης και την οποία πρέπει να υπολογίσουμε, είναι το μήκος του 1<sup>ου</sup> τμήματος της.

Έχοντας πλέον όλες τις μεταβλητές που χρειαζόμαστε, μπορούμε να υπολογίσουμε τις συντεταγμένες όλων των απαραίτητων σημείων για το σχεδιασμό της επιφάνειας απογείωσης καθώς και να τη σχεδιάσουμε σε διαφορετικό layer από τις υφιστάμενες επιφάνειες και με διαφορετικό χρώμα.

### 7.2.4 Επιφάνεια Προσέγγισης

Υπολογίζουμε τις συντεταγμένες των σημείων και σχεδιάζουμε την επιφάνεια σε διαφορετικό layer από τις υπάρχουσες επιφάνειες και με διαφορετικό χρώμα.

Αφού υπολογίσαμε τις συντεταγμένες και σχεδιάσαμε την επιφάνεια προσέγγισης, υπολογίζουμε τα τελικά πλάτη κάθε τμήματος, που θα χρειαστούν μετέπειτα, στον υπολογισμό των αποστάσεων και των κρίσιμων υψομέτρων των σημείων ελέγχου στην υπορουτίνα “POINTS”.

### 7.2.5 Εσωτερική Επιφάνεια Προσέγγισης

Η εσωτερική επιφάνεια προσέγγισης, όπως αναφέραμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, εμφανίζεται μόνο σε διαδρόμους προσγείωσης κατηγορίας ακριβούς προσέγγισης. Έχοντας χωρίσει σε 10 συνολικά κατηγορίες τις επιφάνειες ανάλογα με τον τύπο προσέγγισης, μπορούμε να πούμε πως η εσωτερική επιφάνεια προσέγγισης θα υπάρχει και θα αποτυπώνεται στο σχέδιό μας, μόνο αν ο κωδικός προσγείωσης (ca) είναι μεγαλύτερος ή ίσος του 8. Αυτό επιτυγχάνεται με την εξής απλή εντολή:

```
if (ca.ge.8) then
.....
End if
```

Μέσα στην εντολή αυτή, θα υπολογίσουμε τις συντεταγμένες της επιφάνειας και θα την σχεδιάσουμε σε διαφορετικό layer και με διαφορετικό χρώμα.

## 7.2.6 Επιφάνεια Μатаιούμενης Προσγείωσης

Όπως και η Εσωτερική Επιφάνεια Προσέγγισης, έτσι και η Επιφάνεια Μатаιούμενης Προσγείωσης, εμφανίζεται μόνο σε διαδρόμους προσγείωσης κατηγορίας ακριβούς προσέγγισης. Έχοντας χωρίσει σε 10 συνολικά κατηγορίες τις επιφάνειες ανάλογα με τον τύπο προσέγγισης, μπορούμε να πούμε πως η επιφάνεια Μатаιούμενης Προσγείωσης θα υπάρχει και θα αποτυπώνεται στο σχέδιό μας, μόνο αν ο κωδικός προσγείωσης (ca) είναι μεγαλύτερος ή ίσος του 8. Αυτό επιτυγχάνεται με την εξής απλή εντολή:

```
if (ca.ge.8) then  
.....  
End if
```

Μέσα στην εντολή αυτή, θα υπολογίσουμε τις συντεταγμένες της επιφάνειας και θα την σχεδιάσουμε σε διαφορετικό layer και με διαφορετικό χρώμα. Επίσης, υπολογίζουμε το μήκος της επιφάνειας και από τις δυο μεριές του διαδρόμου, μιας και αυτό αλλάζει αν αλλάζει και η θέση του κατωφλίου.

## 7.2.7 Μεταβατική Επιφάνεια

Η μεταβατική επιφάνεια, μια από τις πιο δύσκολες επιφάνειες στο σχεδιασμό, έχει την εξής ιδιαιτερότητα που παρουσιάστηκε και ως πρόβλημα για επίλυση κατά τη διάρκεια της διπλωματικής. Ενώ η μεταβλητή που την ορίζει είναι μόνο μία (Η κλίση της,  $stt$ ) ο σχεδιασμός εξαρτάται από άλλες δύο επιφάνειες. Την επιφάνεια προσέγγισης και τη ζώνη ασφαλείας. Η δεύτερη μένει σταθερή για κάθε κωδικό προσγείωσης, η πρώτη όμως μεταβάλλεται ριζικά. Έτσι, δεν μπορούσαμε να σχεδιάσουμε μόνο μια επιφάνεια προσαρμογής για κάθε κωδικό, αλλά αυτή θα έπρεπε να εξαρτάται από την επιφάνεια προσαρμογής. Προχωρήσαμε λοιπόν στην εξής λύση: Χρησιμοποιήσαμε διαφορετικές εξισώσεις για τον υπολογισμό των συντεταγμένων της, για κωδικό προσγείωσης από 4 και κάτω, και διαφορετικές εξισώσεις για κωδικό προσγείωσης από 5 και πάνω. Αυτό που ουσιαστικά αλλάζει είναι η διεύρυνση για κάθε πλευρά της επιφάνειας προσέγγισης, κάτι που επηρεάζει και πολύ σημαντικά το σχεδιασμό της μεταβατικής επιφάνειας. Αυτό το πρόβλημα ξεπερνιέται με τη λύση που μόλις αναφέραμε.

Πριν καλεστεί η υπορουτίνα LINE και σχεδιαστούν οι γραμμές που συνθέτουν τη μεταβατική επιφάνεια, υπολογίσαμε κάποιες αποστάσεις που θα φανούν στο σχέδιο και θα μας βοηθήσουν λίγο αργότερα για τον έλεγχο των εμποδίων.

## 7.2.8 Εσωτερική Μεταβατική Επιφάνεια

Η εσωτερική μεταβατική επιφάνεια δεν εμφανίζει το ίδιο πρόβλημα με τη μεταβατική και αυτό γιατί όπως και η εσωτερική επιφάνεια προσέγγισης αλλά και η επιφάνεια ματαιούμενης προσγείωσης, εμφανίζεται μόνο σε διαδρόμους προσγείωσης κατηγορίας ακριβούς προσέγγισης.

Και εδώ, όμως, όπως και στην μεταβατική επιφάνεια, πριν καλεστεί η υπορουτίνα LINE και σχεδιαστούν οι γραμμές που συνθέτουν την επιφάνεια, υπολογίσαμε κάποιες αποστάσεις που θα φανούν στο σχέδιο και θα μας βοηθήσουν λίγο αργότερα για τον έλεγχο των εμποδίων.

## 7.3 Έλεγχος Υψομέτρων

Σε αυτό το σημείο της Δ.Ε. και αφού έχουμε τελειώσει με τον υπολογισμό και τη σχεδίαση όλων των επιφανειών, προχωράμε στον έλεγχο των υψομέτρων, για σημεία όπου υπάρχουν εμπόδια. Χρειαζόμαστε ένα πρόγραμμα που θα κάνει τη διερεύνηση αν ένα δεδομένο σημείο είναι μέσα σε μια ή παραπάνω από τις επιφάνειες περιορισμού εμποδίων και αν το υψόμετρο αυτού, αποτελεί εμπόδιο ή όχι.

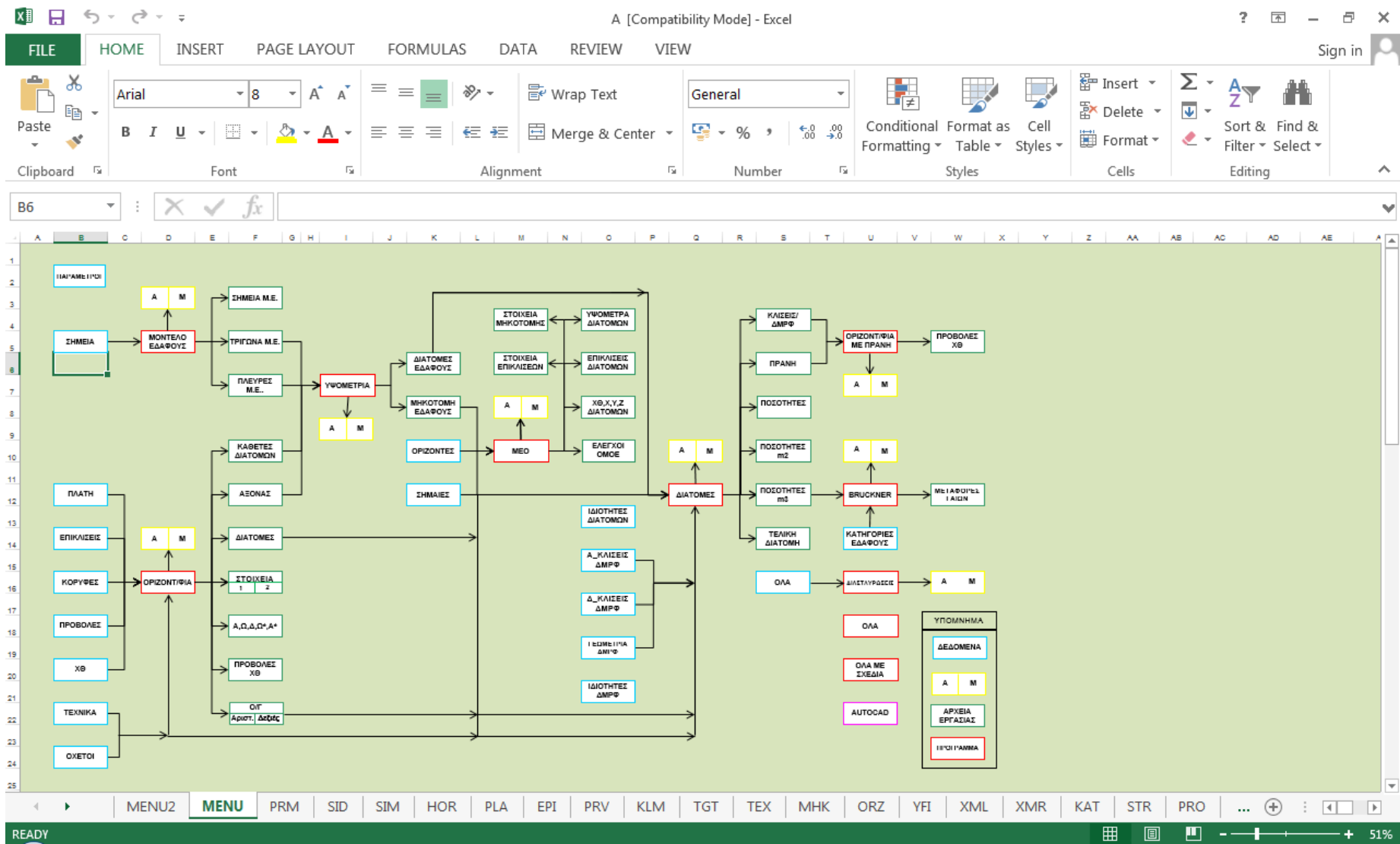
Η εισαγωγή των σημείων γίνεται μέσω υπολογιστικού φύλλου excel. Χρησιμοποιήθηκε εδώ το ίδιο excel αρχείο που χρησιμοποιήσαμε στο μάθημα του 9<sup>ου</sup> εξαμήνου “Ειδικά Θέματα Σχεδιασμού Οδών”. Το μετονομάσαμε σε AXLE.XLS και παρακάτω δίνεται μια εικόνα του παραθύρου που βλέπει ο χρήστης μόλις ανήξει το αρχείο (Εικόνα 3). Το AXLE.xls βρίσκεται στον ίδιο φάκελο με το κυρίως πρόγραμμα: 'c:\LADAS\AXLE.xls'.

Πριν εισάγουμε τις συντεταγμένες των σημείων για έλεγχο, πρέπει να αλλάξουμε κάποια δεδομένα τα οποία ισχύουν για το πρόγραμμα της οδοποιίας και να τα προσαρμόσουμε στις δικές μας ανάγκες και όχι σε αυτές μιας οριζοντιογραφίας οδοποιίας. Αυτές οι αλλαγές γίνονται στο παράθυρο PRM που αντιστοιχεί στο κελί “ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ”. Το αρχείο αυτό παρατίθεται στο παράρτημα.

Σκοπός μας είναι να υπολογίσουμε την κάθετη απόσταση κάθε σημείου από τον άξονα του διαδρόμου, και τη χιλιομετρική του θέση, πάνω σε αυτόν. Συνεπώς, το μοναδικό κομμάτι του αρχείου AXLE.XLS που μας ενδιαφέρει εδώ είναι το κομμάτι “ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ”.

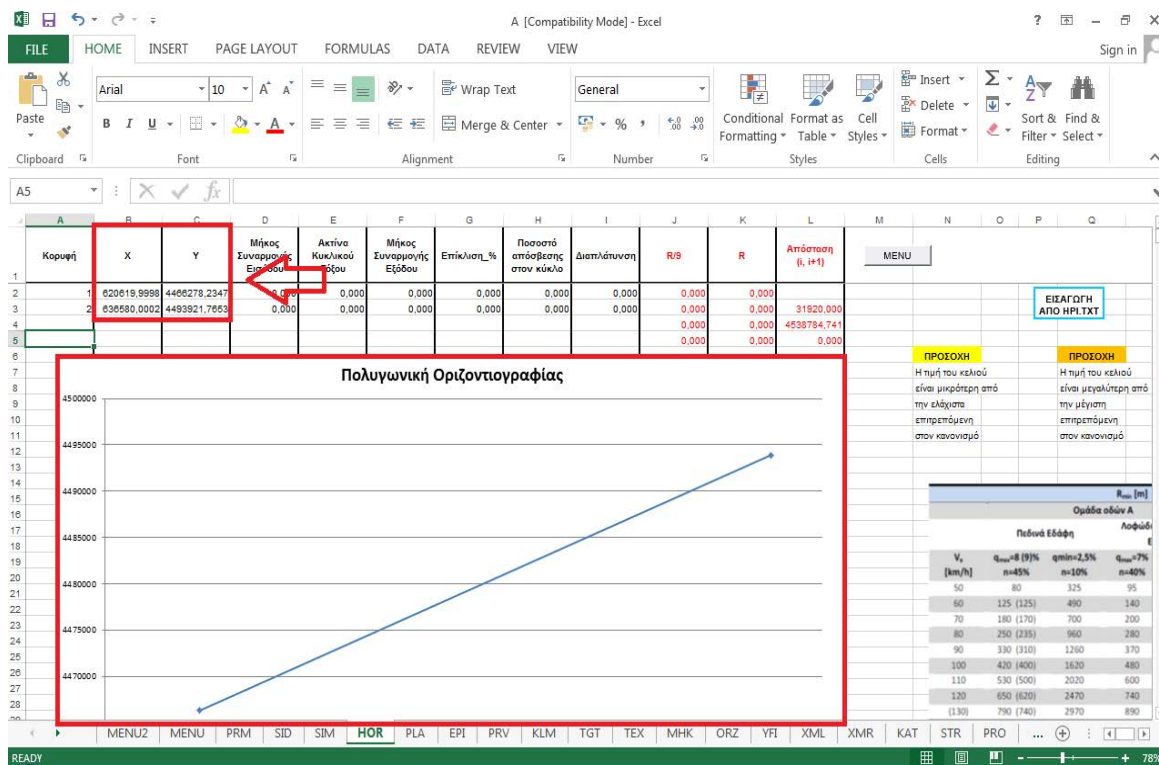
Το παράθυρα “ΠΛΑΤΗ”, “ΕΠΙΚΛΙΣΕΙΣ”, “ΧΘ”, “ΤΕΧΝΙΚΑ”, “ΟΧΕΤΟΙ” δεν μας απασχολούν και για αυτό το λόγο τα αφήνουμε κενά.

Το πρώτο παράθυρο στο οποίο πρέπει να εισάγουμε στοιχεία είναι το αρχείο “HOR” που αντιστοιχεί στο κουτί “ΚΟΡΥΦΕΣ”. Σε αυτό θα εισάγουμε τις συντεταγμένες x,y της αρχής και του πέρατος του εκτεταμένου άξονα του διαδρόμου. Ως αρχή και πέρας του εκτεταμένου άξονα διαδρόμου ορίζουμε τα σημεία όπου βρίσκονται τα ίχνη πέρατος της επιφάνειας απογείωσης (Η πιο μεγάλη σε μήκος επιφάνεια) και από τις δυο μεριές του διαδρόμου, για κωδικό αριθμό προσέγγισης 10 και κωδικό αριθμό απογείωσης 4. Σε αυτή τη κατηγορία (4D κατά ICAO) η επιφάνεια απογείωσης εκτείνεται στο μέγιστο μήκος της. Αυτές τις συντεταγμένες τις διαβάζουμε πολύ εύκολα από το αρχείο .dxf που έχει δημιουργηθεί, είτε υπολογίζοντας 15000 μέτρα οριζόντια απόσταση από το πέρας της ζώνης ασφαλείας (15000 μέτρα είναι το μέγιστο συνολικό μήκος της επιφάνειας απογείωσης). Έτσι, στο ίδιο παράθυρο “HOR” θα μας εμφανιστεί μια γραμμή που είναι αυτός ο άξονας.



Εικόνα 7.3: Λογιστικό φύλλο αλληλεπίδρασης χρήστη-προγράμματος για εισαγωγή στοιχείων εμποδίων και οριζοντιογραφίας διαδρόμου, εκτέλεσης εντολών και εξαγωγή δεδομένων εμποδίων προς χρήση απο το πρόγραμμα "AXLE.XLS"

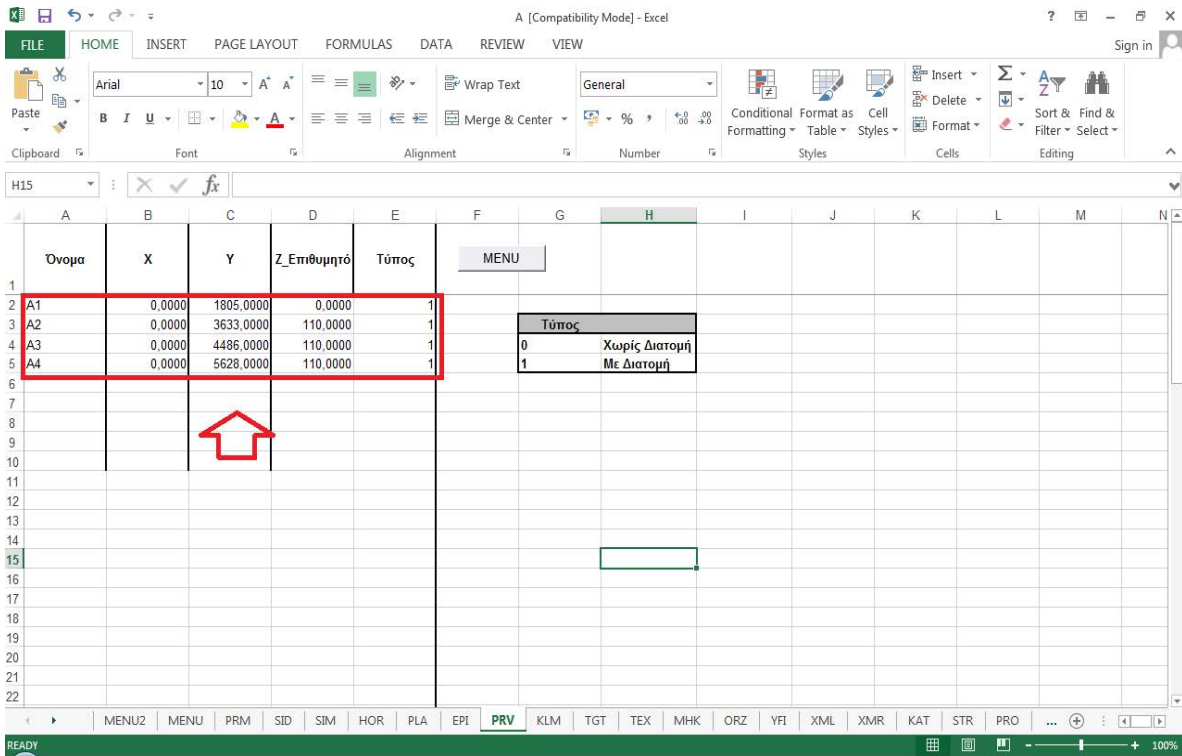
Στην εικόνα 4 φαίνεται ένα παράδειγμα του αρχείου "HOR". Στο μικρότερο κόκκινο ορθογώνιο είναι τα κελιά όπου εισάγουμε τις προαναφερθείσες συντεταγμένες και στο μεγαλύτερο κόκκινο ορθογώνιο δείχνουμε την πολυγωνική της οριζοντιογραφίας που προκύπτει από αυτά τα δυο σημεία.



Εικόνα 7.4: Εισαγωγή στοιχείων οριζοντιογραφίας διαδρόμου στο λογιστικό φύλλο "AXLE.xls" '

Αφού εισάγουμε τα δύο αυτά σημεία, πατάμε το κουμπί "MENU" που βρίσκεται επάνω δεξιά του παραθύρου.

Επόμενο παράθυρο στο οποίο πρέπει να εισάγουμε στοιχεία είναι το αρχείο "PRV" που αντιστοιχεί στο κελί "ΠΡΟΒΟΛΕΣ". Σε αυτό το παράθυρο εισάγουμε τις συντεταγμένες των σημείων που θέλουμε να διερευνήσουμε αν βρίσκονται μέσα σε κάποια επιφάνεια και αν το υψόμετρο τους επηρεάζει την ασφαλή λειτουργία του αεροδρομίου. Δίνουμε ένα όνομα σε κάθε σημείο, τις συντεταγμένες του x,y,z και τον τύπο του ("1" – Με διατομή).



Εικόνα 7.5: Εισαγωγή δεδομένων εμποδίων απο το χρήστη στο λογιστικό φύλλο "AXLE.xls"

Αφού εισάγουμε τα σημεία μας, πατάμε το κουμπί "MENU" και οδηγούμαστε ξανά στο αρχικό παράθυρο του προγράμματος. Εκεί πατάμε το κόκκινο κουμπί "ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ", και ανήγει ένα παράθυρο διαλόγου (.exe) όπου βλέπουμε να εκτελείται το πρόγραμμα. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία, στο παράθυρο διαλόγου εμφανίζεται η φράση "Αντε Γειά". Οι προβολές των σημείων, και οι χιλιομετρικές τους αποστάσεις, έχουν καταγραφεί και σωθεί στο αρχείο fm20.dat, το οποίο μπορούμε να ανοίξουμε πατώντας το πράσινο κουμπί "ΠΡΟΒΟΛΕΣ ΧΘ". Σε αυτό το αρχείο εμφανίζονται με τη σειρά, το όνομα του σημείου, η χιλιομετρική του θέση, οι συντεταγμένες του x,y,z, οι συντεταγμένες της προβολής αυτού πάνω στον άξονα x,y καθώς και η απόσταση του σημείου από τον άξονα.



ονομακ	χρ	Χ_Σημελου	Υ_Σημελου	Ζ_Επιθυμητο	Χ_προβολης	Υ_προβολης	Αποσπαση	Τυπος
K1L	16448.092	627385.0000	4481365.0000	140.0000	628844.0111	4480522.6396	-1664.721	1
K1R	16310.365	630288.0000	4479530.0000	460.0000	628515.1827	4480403.4134	1746.851	1
K2L	16127.545	624915.0000	4482421.0000	20.0000	628683.7725	4480245.0983	-4351.804	1
K2R	16240.157	632737.0000	4478035.0000	1400.0000	628740.0787	4480342.6234	4615.247	1
K3L	18956.511	626950.0000	4493358.0000	1300.0000	630098.2544	4482695.0542	-1325.891	1
K3R	18856.302	631966.0000	4481501.0000	70.0000	630048.1508	4482608.2707	2214.541	1
K4L	13292.579	625548.0000	4478782.0000	50.0000	627266.2893	4477789.9453	-1984.109	1
K4R	13002.310	628655.0000	4476653.0000	70.0000	627121.1552	4477538.5637	1771.131	1
K5L	19978.740	628192.0000	4484976.0000	20.0000	630609.3700	4483580.3309	-2791.338	1
K5R	20254.748	633088.0000	4482468.0000	780.0000	630747.3741	4483819.2702	2702.232	1
K6L	11743.579	624163.0000	4477793.0000	20.0000	626491.7597	4478448.4727	-2689.055	1
K6R	11173.456	628451.0000	4474659.0000	20.0000	626206.7278	4475954.7311	2591.462	1
A1L	29695.788	633981.0000	4492854.0000	20.0000	635467.8942	4491995.5413	-1716.918	1
A1R	30711.130	637115.0000	4492217.0000	20.0000	635975.5651	4492874.8530	1315.706	1
A2L	22210.292	631266.0000	4485778.0000	20.0000	631725.1462	4485512.9118	-530.176	1
A2R	21530.729	631897.0000	4484629.0000	50.0000	631385.3646	4484924.3928	590.786	1
A3L	18864.931	629813.0000	4482754.0000	300.0000	630052.4658	4482615.7444	-276.511	1
A3R	18653.462	630192.0000	4482291.0000	500.0000	629946.7309	4482432.6062	283.212	1
A4L	12909.142	626844.0000	4475991.0000	50.0000	627074.5711	4477457.8797	-266.241	1
A4R	12768.617	627306.0000	4477162.0000	50.0000	627004.3086	4477336.1816	348.363	1
A5L	11115.700	625753.0000	4476150.0000	20.0000	626177.8498	4475904.7129	-490.574	1
A5R	10000.760	626116.0000	4474653.0000	20.0000	625620.3797	4474939.1465	572.293	1
A6L	3753.392	621632.0000	4470028.0000	20.0000	622496.6959	4469528.7676	-998.465	1
A6R	1961.547	622879.0000	4467239.0000	20.0000	621600.7734	4467976.9844	1475.969	1
T1L	27956.226	634205.0000	4490716.0000	300.0000	634598.1130	4490499.0361	-453.928	1
T1R	31665.985	636922.0000	4493431.0000	20.0000	636452.9925	4493701.7816	541.563	1
T2L	20934.360	630609.0000	4484684.0000	300.0000	631087.1803	4484407.9225	-552.155	1
T2R	20742.820	631376.0000	4484020.0000	200.0000	629961.4098	4484242.0432	444.086	1
T3L	11096.032	625802.0000	4476099.0000	20.0000	626168.0161	4475887.6805	-422.639	1
T3R	11278.464	626612.0000	4475842.0000	20.0000	626259.2318	4476045.6708	407.342	1
T4L	283.538	620273.0000	4466806.0000	20.0000	62761.7789	4466523.8034	-564.393	1
T4R	343.543	621162.0000	4466362.0000	20.0000	620791.7713	4466575.7516	427.503	1
IA1L	17000.779	629095.0000	4481016.0000	300.0000	629120.3896	4481001.3413	-29.317	1
IA1R	16966.988	629140.0000	4480951.0000	300.0000	629103.4938	4480972.0769	42.154	1
IA2L	15342.124	628329.0000	4479543.0000	200.0000	628291.0619	4479564.9036	33.807	1
B1L	20485.759	629289.0000	4481464.0000	300.0000	629362.8793	4481421.3457	-85.309	1
B1R	16879.304	629098.0000	4480874.0000	300.0000	629059.6518	4480896.1403	44.281	1
B2L	15038.232	628104.0000	4479322.0000	300.0000	628139.1161	4479301.7257	-40.549	1
B2R	14535.318	627959.0000	4478825.0000	300.0000	627887.6588	4478866.1899	82.378	1
TR1L	16124.583	628342.0000	4480439.0000	220.0000	628682.2913	4480242.5327	-392.935	1
TR1R	16043.385	628817.0000	4480071.0000	200.0000	628641.6926	4480172.2138	202.428	1
TR2L	17532.241	629065.0000	4481647.0000	250.0000	629386.1207	4481461.6009	-370.798	1
TR2R	18468.462	630184.0000	4482082.0000	580.0000	629854.2312	4482272.3921	380.784	1
TR3L	14007.452	627267.0000	4478615.0000	110.0000	627623.7261	4478409.0441	-411.912	1
TR3R	14193.616	628081.0000	4483360.0000	200.0000	627716.8079	4478570.2664	420.533	1
ITR1L	15785.189	628311.0000	4480065.0000	200.0000	628512.5946	4479948.6093	-232.781	1
ITR1R	15606.279	628646.0000	4479665.0000	200.0000	628423.1395	4479793.6686	257.337	1
ITR2L	16755.490	628814.0000	4480895.0000	400.0000	628997.7451	4480738.9147	-212.171	1
ITR2R	16740.134	629173.0000	4480670.0000	400.0000	628990.0672	4480775.6163	211.233	1
ITR3L	14824.828	627937.0000	4479172.0000	200.0000	628032.4142	4479116.9126	-110.173	1
ITR3R	15197.955	628394.0000	4479339.0000	200.0000	628218.9773	4479440.0494	202.099	1

Εικόνα 7.6: Εξαγωγή δεδομένων για τα εμπόδια απο το λογιστικό φύλλο "AXLE.xls" προς χρήση απο το πρόγραμμα "fm20.dat"

Αφού ολοκληρώσουμε τις παραπάνω ενέργειες, επιστρέφουμε στο πρόγραμμά μας. Πριν ανοίξουμε το παραπάνω αρχείο για να διαβάσουμε τις αντίστοιχες τιμές, υπολογίζουμε τις συντεταγμένες, και σχεδιάζουμε τον εκτεταμένο άξονα του διαδρόμου, και με βάση τις συντεταγμένες του άξονα αυτού, υπολογίζουμε τις χιλιομετρικές θέσεις όπου ξεκινάει και τελειώνει κάθε επιφάνεια:

- kcb, kce: Χιλιομετρικές Θέσεις Έναρξης και πέρατος Κολουροκωνικής Επιφάνειας
- kab, kae: Χιλιομετρικές Θέσεις Έναρξης και πέρατος Επιφάνειας Προσέγγισης
- ktb, kte: Χιλιομετρικές Θέσεις Έναρξης και πέρατος Επιφάνειας Απογείωσης
- kiab, kiae: Χιλιομετρικές Θέσεις Έναρξης και πέρατος Εσωτερικής Επιφάνειας Προσγείωσης
- kbb, kbe: Χιλιομετρικές Θέσεις Έναρξης και πέρατος Επιφάνειας Ματαιούμενης Προσγείωσης

Με αυτά τα μεγέθη διαθέσιμα, μπορούμε πλέον να διαβάσουμε το αρχείο fm20.dat (το οποίο το ονομάζουμε fm20 στο πρόγραμμα για χάριν ευκολίας όπως φαίνεται και παρακάτω), να καλέσουμε την υπορουτίνα "POINTS" και να παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα της σε ένα καινούριο αρχείο "zedef.prm". Στο βρόγχο "do i=1,..." βάζουμε τον αριθμό των σημείων που θέλουμε να ελέγξουμε. Εδώ, χάριν ευκολίας (αλλά και για χάριν του παραδείγματος που θα παρατεθεί αργότερα), η διαδικασία επαναλαμβάνεται 52 φορές, όσα και τα σημεία ελέγχου.

---

Το αρχείο εξόδου “zedef.prm” είναι ένα αρχείο που δημιουργείται από το πρόγραμμά μας και μας παραθέτει:

- Τα ονόματα των σημείων που δόθηκαν ως προβολές για έλεγχο
- Τις συντεταγμένες τους x,y,z
- Τις χιλιομετρικές τους θέσεις ΧΘ
- Την απόσταση του κάθε σημείου από τον εκτεταμένο άξονα του διαδρόμου
- Ανάλογα με τη θέση του σημείου, το επιτρεπόμενο υψόμετρο της επιφάνειας περιορισμού εμποδίων στην οποία βρίσκεται στο σημείο αυτό
- Το μικρότερο και Κρίσιμο υψόμετρο αν ένα σημείο βρίσκεται ταυτόχρονα σε παραπάνω από μια επιφάνειες, και τέλος
- Τη διαφορά υψομέτρου σημείου-κρίσιμου υψομέτρου.
- Το υψόμετρο του εδάφους στο σημείου αυτό
- Τη διαφορά υψομέτρου του σημείου από το έδαφος.

Η διαφορά υψομέτρου του σημείου από το κρίσιμο υψόμετρο είναι ουσιαστικά και το αποτέλεσμα του προγράμματος, δείχνοντας μας αν το υψόμετρο στο οποίο φτάνει ένα εμπόδιο είναι κρίσιμο ή όχι, και συνεπώς αν πρέπει να αφαιρεθεί ή όχι.

Τις ακριβείς λειτουργίες και υπολογισμούς της υπορουτίνας “POINTS” θα δούμε στο επόμενο υποκεφάλαιο.



## 7.4 Χρησιμοποιούμενες Υπορουτίνες

Χρησιμοποιήθηκαν 6 συνολικά υπορουτίνες, για τις οποίες θα αναλύσουμε εδώ τη λειτουργία τους. Παρατίθενται και στο παράρτημα για λεπτομερέστερη ανάγνωση.

### 7.4.1 Υπορουτίνα “LINE”

Η Υπορουτίνα “LINE” είναι μία από τις πιο βασικές υπορουτίνες για το σχεδιασμό των επιφανειών. Παίρνει ως δεδομένα εισόδου τις συντεταγμένες δύο σημείων, το layer στο οποίο θέλουμε να ενταχθεί η γραμμή, το χρώμα της και το συμβολισμό της, και αποτυπώνει τη γραμμή αυτή στο αρχείο .dxf.

Το Layer της κάθε γραμμής, έχουμε τη δυνατότητα να το ορίσουμε μέσα στην υπορουτίνα. Για τις ανάγκες της παρούσης Δ.Ε. έχουμε ορίσει δέκα layers, ένα για κάθε επιφάνεια, τον άξονα του διαδρόμου, το διάδρομο και τη ζώνη ασφαλείας. Το Χρώμα της γραμμής ορίζεται με τη σειρά χρωμάτων του AutoCAD, δηλαδή το 1 αντιστοιχεί στο κόκκινο, το 2 στο κίτρινο, το 3 στο πράσινο, το 4 στο θαλασσί, το 5 στο μπλε, το 6 στο ροζ. Ο συμβολισμός ακολουθεί και αυτός το συμβολισμό του AutoCAD και έχουμε ορίσει 8 διαφορετικούς, αλλά ουσιαστικά χρησιμοποιούμε μόνο τον έναν με κωδικό 0 για τη συνεχή γραμμή. Τα δεδομένα δίνονται με την εξής σειρά:

```
subroutine line(lr,cl,sm,xa,ya,za,xb,yb,zb)

integer*4    lr                ! Layer
integer*4    cl                ! Color
integer*4    sm                ! Symbol
real*8       xa,ya,za          ! Point 1
real*8       xb,yb,zb          ! Point 2
```

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, ολόκληρη την υπορουτίνα “LINE” που χρησιμοποιήθηκε για την παρούσα Δ.Ε., μπορεί κάποιος να διαβάσει και να εξετάσει στο παράρτημα. Εννοείται πως το αρχείο LINE.FOR επιδέχεται και μεταβολών και προσαρμογών στις εκάστοτε ανάγκες του προγραμματιστή.

## 7.4.2 Υπορουτίνα “ARC”

Η υπορουτίνα ARC λειτουργεί περίπου όπως η υπορουτίνα LINE με κάποιες διαφορές που θα αναφέρουμε παρακάτω. Χρησιμοποιείται για το σχεδιασμό κυκλικών τόξων, τα οποία και αποτυπώνονται μαζί με τις γραμμές στο αρχείο εξόδου .dxf. Συνεπώς, η υπορουτίνα αυτή χρησιμοποιήθηκε μονάχα για το σχεδιασμό των καμπύλων επιπέδων της κολουροκωνικής επιφάνειας.

Όπως και η υπορουτίνα LINE, έτσι και η ARC, παίρνει ως δεδομένα εισόδου αρχικά το layer στο οποίο θέλουμε να ενταχθεί το κυκλικό τόξο, το χρώμα και το συμβολισμό του, και τέλος τις συντεταγμένες του σημείου που είναι το κέντρο του κύκλου στον οποίο ανήκει το τόξο, την ακτίνα του τόξου, τη γωνία αρχής και τη γωνία τέλους του τόξου.

Το Layer στο οποίο θα ενταχθεί το τόξο, έχουμε τη δυνατότητα να το ορίσουμε μέσα στην υπορουτίνα. Τα layer, το χρώμα και ο συμβολισμός εδώ, είναι ίδια με αυτά της υπορουτίνας LINE.

Τα δεδομένα δίνονται με την εξής σειρά:

```
subroutine arc(lr,cl,sm,xc,yc,zc,ra,sang,eang)

integer*4    lr           ! Layer
integer*4    cl           ! Color
integer*4    sm           ! Symbology
real*8       xc,yc,zc     ! XYZ Arc Center
real*8       ra           ! Arc Radius
real*8       sang         ! Arc Start Angle
real*8       eang         ! Arc End Angle
```

Ολόκληρη η υπορουτίνα παρατίθεται στο παράρτημα για περαιτέρω ανάλυση. Όπως και η υπορουτίνα LINE, έτσι και αυτή, επιδέχεται μεταβολών και προσαρμογών στις εκάστοτε ανάγκες του προγραμματιστή.

### 7.4.3 Υπορουτίνα “POINTS”

Η χρησιμότητα και η δυσκολία ανάπτυξης της υπορουτίνας “POINTS” είναι εξίσου ίδιας σημασίας με την ανάπτυξη του κυρίως προγράμματος. Παρατίθεται και αυτή ολόκληρη στο παράρτημα αλλά λόγω της σημασίας της για την εξέλιξη του προγράμματος και της Δ.Ε., θα αναλύσουμε λεπτομερώς τη λειτουργία της και εδώ.

Μια εργασία που προηγήθηκε της ανάπτυξης της υπορουτίνας και η οποία είναι αρκετά σημαντική για αυτή, ήταν ο χωρισμός της κάθε επιφάνειας περιορισμού εμποδίων σε μικρότερα κομμάτια-επιφάνειες, ώστε να γίνεται ευκολότερα ο έλεγχος των σημείων που ανήκουν σε κάθε επιφάνεια. Με αυτή τη λογική, η κολουροκωνική επιφάνεια χωρίστηκε σε 6 κομμάτια, η επιφάνεια προσέγγισης σε επίσης 6 κομμάτια, η επιφάνεια απογείωσης σε 4, η εσωτερική επιφάνεια προσγείωσης και η επιφάνεια ματαιούμενης προσγείωσης σε 2, και τέλος η μεταβατική επιφάνεια και η εσωτερική μεταβατική σε 3 κομμάτια η κάθε μια. Ο χωρισμός έγινε γεωμετρικά, με σκοπό να προκύψουν μικρότερα σχήματα των οποίων τα όρια του μπορούν να οριστούν εύκολα. Τον χωρισμό αυτόν μπορεί να τον δει κάποιος στο παράρτημα.

Σκοπός της υπορουτίνας είναι να υπολογίζει σε ποια επιφάνεια βρίσκεται κάθε εξεταζόμενο σημείο, και το επιτρεπόμενο υψόμετρο της επιφάνειας στο σημείο αυτό. Με το χωρισμό των επιφανειών σε κομμάτια αυτό γίνεται πιο εύκολα, αφού για κάθε σημείο θα γίνονται τόσοι έλεγχοι όσα είναι συνολικά τα κομμάτια. Πιο συγκεκριμένα, οι έλεγχοι που θα γίνονται είναι πάντα δύο. Ο πρώτος έλεγχος εξετάζει το αν η χιλιομετρική θέση (Χ.Θ.) της προβολής ενός σημείου βρίσκεται ανάμεσα στις Χ.Θ. έναρξης και τέλους κάποιου κομματιού μιας επιφάνειας. Ο δεύτερος έλεγχος εξετάζει το κατά πόσον η απόσταση του σημείου από τον εκτεταμένο άξονα του διαδρόμου είναι τέτοια ώστε το σημείο να βρίσκεται μέσα στο κομμάτι αυτό. Αν ικανοποιούνται και οι δύο αυτοί έλεγχοι, θα πρέπει να ελέγχεται το επιτρεπόμενο υψόμετρο στη σημείο αυτό, να υπολογίζεται η υψομετρική διαφορά και να προσδιορίζεται σε ποιο κομμάτι, ποιας επιφάνειας, βρίσκεται το σημείο.

Πρώτη ενέργεια, είναι να ορίσουμε τις μεταβλητές της υπορουτίνας. Αυτές ορίζονται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο που ορίζονται οι μεταβλητές στο κυρίως πρόγραμμα (common/real\*8/integer\*4). Όσα μεγέθη θα μας χρειαστούν εδώ και δεν χρειάστηκαν στο κυρίως πρόγραμμα έχουν ήδη αναφερθεί παραπάνω.

Ως δεδομένα εισόδου, δίνονται τα στοιχεία του κάθε σημείου προς έλεγχο (Χ.Θ. προβολής του σημείου, απόσταση σημείου από τον άξονα διαδρόμου, συντεταγμένες σημείου). Ως δεδομένα εξόδου, η υπορουτίνα επιστρέφει στο πρόγραμμα το επιτρεπόμενο υψόμετρο ανα επιφάνεια, και το τελικό επιτρεπόμενο υψόμετρο στη θέση αυτή, το οποίο είναι το μικρότερο από τα προηγούμενα.

Ξεκινάμε από τη κολουροκωνική επιφάνεια την οποία έχουμε ήδη χωρίσει σε 6 μικρότερα κομμάτια. Πριν χρησιμοποιήσουμε τις εντολές τύπου if(...) then... , θέτουμε ως

οριακό υψόμετρο κολουροκωνικής επιφάνειας το μηδέν ( $z_{fc}=0$ ). Επίσης, έχουμε ορίσει μια μεταβλητή ( $it$ ) η οποία στην αρχή ελέγχου κάθε επιφάνειας παίρνει τη τιμή 0. Αν οι συνθήκες  $if$  ικανοποιηθούν, δηλαδή αν το σημείο βρεθεί σε κάποιο κομμάτι μιας επιφάνειας, αυτή η μεταβλητή αλλάζει και παίρνει τη τιμή 1. Στην αρχή ελέγχου για κάθε κομμάτι επιφάνειας, γίνεται πάντα ο έλεγχος αν η μεταβλητή  $it$  είναι ίση με μηδέν. Αν ικανοποιηθεί, που σημαίνει πως το σημείο μέχρι στιγμής δεν ανήκει σε κάποιο άλλο κομμάτι της επιφάνειας, εκτελούνται οι εντολές  $if$  και εξετάζουμε τη θέση και το υψόμετρο του. Αν όμως η συνθήκη αυτή δεν ικανοποιηθεί, που σημαίνει πως η μεταβλητή  $it$  έχει γίνει 1, προσπερνιούνται οι εντολές μέχρι το αντίστοιχο  $end\ if$  – τέλος του βρόγχου. Αυτό συμβαίνει διότι ένα σημείο δεν γίνεται να βρίσκεται ταυτόχρονα σε παραπάνω από ένα κομμάτια της ίδιας επιφάνειας.

Αφού πραγματοποιηθεί ο παραπάνω έλεγχος, ελέγχεται η θέση του σημείου με δύο τουλάχιστον βρόγχους  $if$ , ο ένας μέσα στον άλλο. Ο πρώτος πάντα έλεγχος αφορά τη Χ.Θ. της προβολής του σημείου, και αν αυτή βρίσκεται ανάμεσα στις Χ.Θ. έναρξης και πέρατος κάθε κομματιού επιφάνειας. Όλες οι μεταβλητές που ορίζουν τις Χ.Θ., είναι ορισμένες πάνω στον εκτεταμένο άξονα διαδρόμου. Αν η συνθήκη ικανοποιηθεί, ελέγχεται και η απόσταση του σημείου από τον άξονα, αν είναι από την απόσταση του πιο μακρινού άκρου του κομματιού της επιφάνειας. Αν όλες οι παραπάνω συνθήκες ικανοποιηθούν ταυτόχρονα, αυτό σημαίνει πως το σημείο μας βρίσκεται μέσα στο κομμάτι της επιφάνειας που εξετάζουμε και πλέον ορίζουμε το ελάχιστο επιτρεπτό υψόμετρο σε εκείνο το σημείο, σύμφωνα με την επιφάνεια αυτή. Τέλος, εμφανίζεται στο παράθυρο διαλόγου η ονομασία του κομματιού της επιφάνειας στο οποίο ανήκει το σημείο, καθώς και το ελάχιστο επιτρεπτό υψόμετρο της επιφάνειας στο σημείο αυτό.

Είναι δυνατόν, ένα σημείο να βρίσκεται σε παραπάνω από ένα κομμάτια διαφορετικών επιφανειών. Για αυτό το λόγο και η υπορουτίνα υπολογίζει για κάθε σημείο, για κάθε ξεχωριστή επιφάνεια το ελάχιστο υψόμετρο (για αυτές στις οποίες ανήκει το σημείο) και επιστρέφει ως τελική τιμή το μικρότερο εξ αυτών.

Αφού ελεγχθεί για κάθε σημείο, η θέση του και το υψόμετρό του, το πρόγραμμα της υπορουτίνας "POINTS" φτιάχνει πίνακα με τις τιμές των ελάχιστων επιτρεπτών υψομέτρων κάθε επιφάνειας. Πολλές από αυτές τις τιμές είναι μηδενικές που σημαίνει πως το σημείο δεν βρίσκεται σε αυτές τις επιφάνειες. Για τις μη μηδενικές τιμές, με την εντολή "minval" με περιορισμό για τις μηδενικές τιμές του πίνακα, ελέγχεται η μικρότερη τιμή και επιστρέφεται μαζί με τη μεταβλητή στην οποία αντιστοιχείται στο κυρίως πρόγραμμα.

#### 7.4.4 Υπορουτίνα “RTRI”

Η Υπορουτίνα RTRI χρησιμοποιείται για τη κατασκευή τριγώνων (μοντέλο εδάφους) στη περιοχή που εξετάζεται. Δέχεται ως δεδομένο το αρχείο fmtri το οποίο και προκύπτει από το αρχείο .XLS της εκάστοτε περιοχής που εξετάζουμε, αν εκτελέσουμε την επιλογή “ΤΡΙΓΩΝΑ”. Πιο λεπτομερής περιγραφή της λειτουργίας της υπορουτίνας RTRI θα γίνει κατά την εκτέλεση του παραδείγματος.

#### 7.4.5 Υπορουτίνα “HEIGHTS”

Η Υπορουτίνα HEIGHTS χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των υψομέτρων του εδάφους σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο. Αυτός ο υπολογισμός γίνεται χρησιμοποιώντας τα τρίγωνα που έχουν προκύψει από την υπορουτίνα RTRI και με μόνα δεδομένα εισόδου τις συντεταγμένες x,y του σημείου.

#### 7.4.6 Υπορουτίνα “INTERVAL”

Η Υπορουτίνα INTERVAL χρησιμοποιείται στο τέλος του προγράμματος για να ορίσει το χρονικό διάστημα που θα επιτρέπεται στο χρήστη να παρακολουθεί την επιφάνεια εργασίας μετά την εκτέλεση του προγράμματος.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να καταγραφεί πως μόνο η υπορουτίνα “POINTS” κατασκευάσθηκε και λειτούργησε από εμάς, για αυτό γίνεται και λεπτομερέστερη περιγραφή σε αυτήν. Οι υπόλοιπες μας δόθηκαν έτοιμες προς χρήση και λειτουργία και δεν προσαρμόσαμε καθόλου τις λειτουργίες της κάθε μιας.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΗ  
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

## Απαιτούμενα Και Δημιουργούμενα Αρχεία Και Φάκελοι

Το πρώτο πράγμα που κάναμε όταν ξεκινήσαμε να φτιάχνουμε το πρόγραμμα ήταν να δημιουργήσουμε τα αρχεία και τους φακέλους, με τα δεδομένα που χρειαζόμασταν στην πορεία του προγράμματος. Κρίναμε απαραίτητο για την φιλικότητα του προγράμματος ως προς τον χρήστη, όλα τα αρχεία να τοποθετηθούν σε ένα φάκελο. Αυτό το φάκελο τον ονομάζουμε **LADAS** και περιέχει τα εξής κύρια αρχεία, τα οποία μπορούμε να εντοπίσουμε στη τοποθεσία 'c:\LADAS\...'

### **AXLE.xls**

Είναι το αρχείο .xls στο οποίο χρήστης εισάγει τα σημεία τα οποία αποτελούν πιθανές θέσεις εμποδίων και για τα οποία θα ελεγχθεί το υψόμετρο κατά τη διάρκεια του προγράμματος.

Μετά την εκτέλεση των εντολών στο AXLE.xls, ο φάκελος γεμίζει από διάφορα αρχεία που λειτουργούν ως έξοδοι του προγράμματος. Το μοναδικό αρχείο του οποίου το περιεχόμενο χρειαζόμαστε είναι το αρχείο "fm20.dat" στο οποίο καταγράφονται τα δεδομένα των προβολών αυτών των σημείων όπως παρουσιάστηκε αναλυτικά στο κεφάλαιο 8.

### **AIR1.xls**

Είναι το υπολογιστικό φύλο .xls στο οποίο γίνεται η εισαγωγή των απαραίτητων δεδομένων για την έναρξη και λειτουργία του προγράμματος. Αφού εισαχθούν οι παράμετροι και πατηθεί το "MENU", τότε δημιουργείται ένα αρχείο "fm.prm" το οποίο περιέχει αυτά τα δεδομένα σε μορφή αναγνώσιμη από το πρόγραμμα.

Εκτός αυτού, είναι το κυρίως περιβάλλον αλληλεπίδρασης χρήστη-προγράμματος, αφού μπορεί να εκτελεί τα αρχεία .exe που χρειάζονται για το πρόγραμμα και να εμφανίζει τα αποτελέσματα αυτού. Λειτουργεί ως "συντόμευση" για τη πιο γρήγορη και εύκολη χρήση του προγράμματος.

**SURF.FOR, LINE.FOR, ARC.FOR, POINTS.FOR, RTRI.FOR, HEIGHTS.FOR**

Είναι το κυρίως πρόγραμμα SURF.FOR, οι απαραίτητες υπορουτίνες για την εκτέλεση του προγράμματος (LINE.FOR, ARC.FOR, POINTS.FOR, RTRI.FOR, και HEIGHTS.FOR), και το αρχείο "M" που είναι Windows Batch File, με το οποίο εκτελούνται όλα τα παραπάνω.

Με την εκτέλεση των παραπάνω, στον ίδιο φάκελο δημιουργούνται τα αρχεία "SURF.DXF" και "zedef.prm". Το πρώτο μπορούμε να το ανοίξουμε με το σχεδιαστικό πρόγραμμα AutoCAD, πατώντας δεξί κλικ στο αρχείο και "Open with > AutoCAD". Εμφανίζει όλα τα δημιουργούμενα σχέδια των επιφανειών. Το δεύτερο αρχείο αποτελεί αρχείο notepad στο οποίο καταγράφονται τα σημεία και τα στοιχεία αυτών, που έχουν δοθεί για έλεγχο θέσης και υψομέτρου στην υπορουτίνα "POINTS". Μας παρουσιάζει σε ποια επιφάνεια βρίσκεται κάθε σημείο, το κρίσιμο υψόμετρο ανά επιφάνεια στο σημείο αυτό και το τελικό κρίσιμο υψόμετρο.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

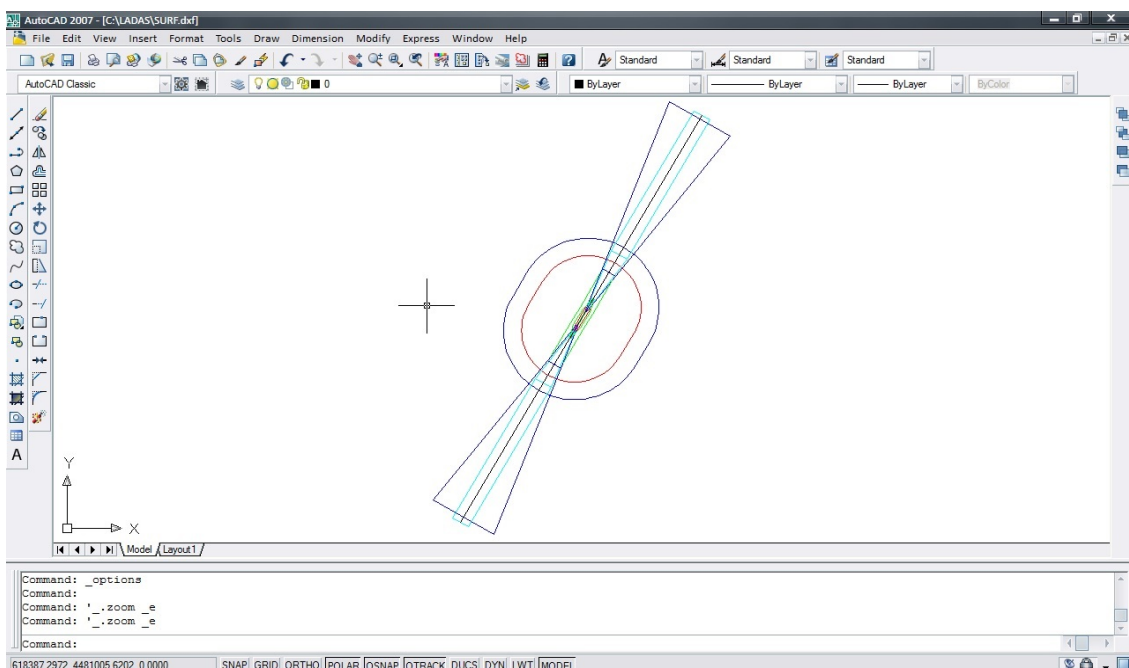
## 9.1 Λειτουργία Και Περιβάλλον Προγράμματος

Οι περιπτώσεις για τις οποίες απαιτείται επικοινωνία προγράμματος-χρήστη για εισαγωγή δεδομένων, έχουν ήδη παρουσιαστεί αναλυτικά στο κεφάλαιο 8. Εδώ θα αναλύσουμε και θα παρουσιάσουμε με εικόνες τα αποτελέσματα του προγράμματος και την επεξεργασία αυτών. Θα ασχοληθούμε κυρίως με την ανάγνωση των σχεδίων των επιφανειών περιορισμού εμποδίων αλλά και του αρχείου zedef.prm που παρουσιάζει τα σημεία ελέγχου πιθανών εμποδίων.

### 9.1.1 Σχέδια Επιφανειών Περιορισμού Εμποδίων

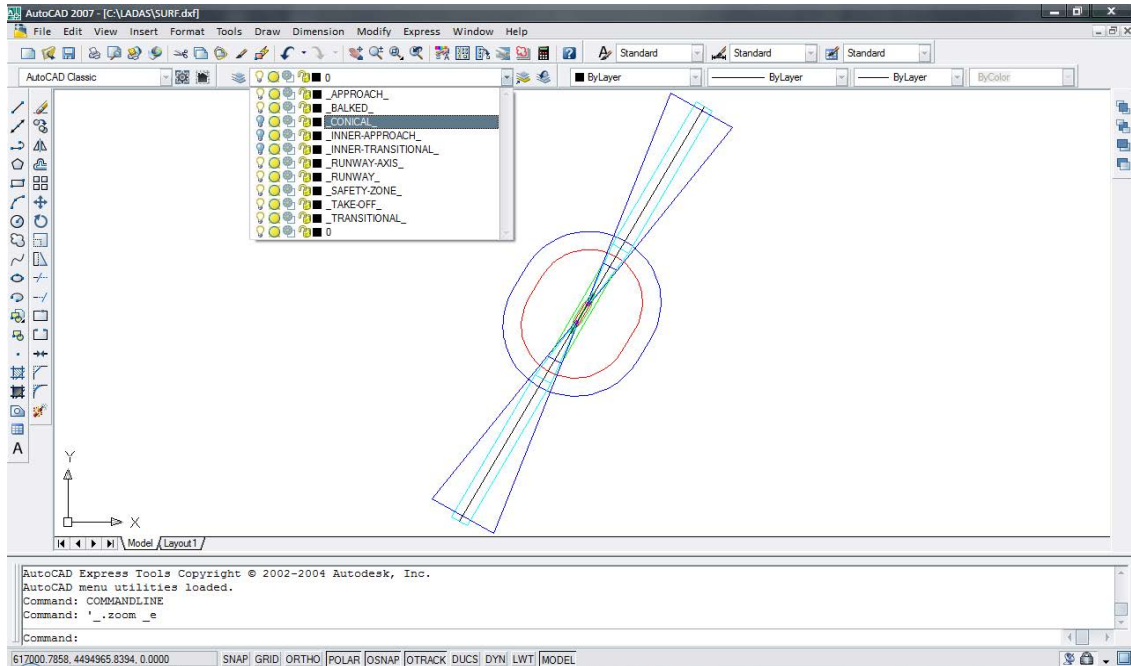
Αφού εκτελεστεί το πρόγραμμα, δημιουργείται στον ίδιο φάκελο το αρχείο "SURF.dxf". Αυτό μπορούμε να το ανοίξουμε είτε με δεξί κλικ και ανοίγοντάς το με κάποιο σχεδιαστικό πρόγραμμα (για χάριν της διπλωματικής χρησιμοποιείται το AutoCAD 2007) ή για χάριν ευκολίας, αν έχουμε ήδη ανοιχτό το Autocad, πατώντας το κουμπί "SURF.DXF" στο υπολογιστικό φύλλο "AIR1.xls". Έτσι, παρουσιάζεται το παρακάτω σχέδιο το οποίο περιλαμβάνει το διάδρομο, τον άξονα του, τη ζώνη ασφαλείας και όλες τις επιφάνειες περιορισμού εμποδίων.

Παρατήρηση: Τα παρακάτω σχέδια είναι αποτέλεσμα του προγράμματος για δεδομένα που έχουν δοθεί στο παράδειγμα που θα ακολουθήσει. Τα σχέδια αυτά δύναται να αλλάζουν μεγέθη και προσανατολισμό ανάλογα με τα δεδομένα που δίνει ο εκάστοτε χρήστης.



Εικόνα 9.1: Επιφάνειες Περιορισμού Εμποδίων "SURF.dxf "

Το παραπάνω σχέδιο παρουσιάζει σε οριζοντιογραφία όλες τις επιφάνειες περιορισμού εμποδίων. Κάθε επιφάνεια βρίσκεται και σε διαφορετικό layer, και έτσι από την επιλογή για εμφάνιση/απόκρυψη layer (Turn layer on/off), μπορούμε να εξετάσουμε κάθε επιφάνεια χωριστά. Η επιλογή αυτή γίνεται εφικτή κάνοντας κλικ στο βελάκι που παρουσιάζει τα layers, και πατώντας πάνω στο εικονίδιο της λάμπας, όπως φαίνεται στη παρακάτω εικόνα. Όταν η λάμπα είναι κίτρινη το αντίστοιχο layer είναι ανοιχτό, όταν γίνεται μαύρη, το αντίστοιχο layer είναι κλειστό.



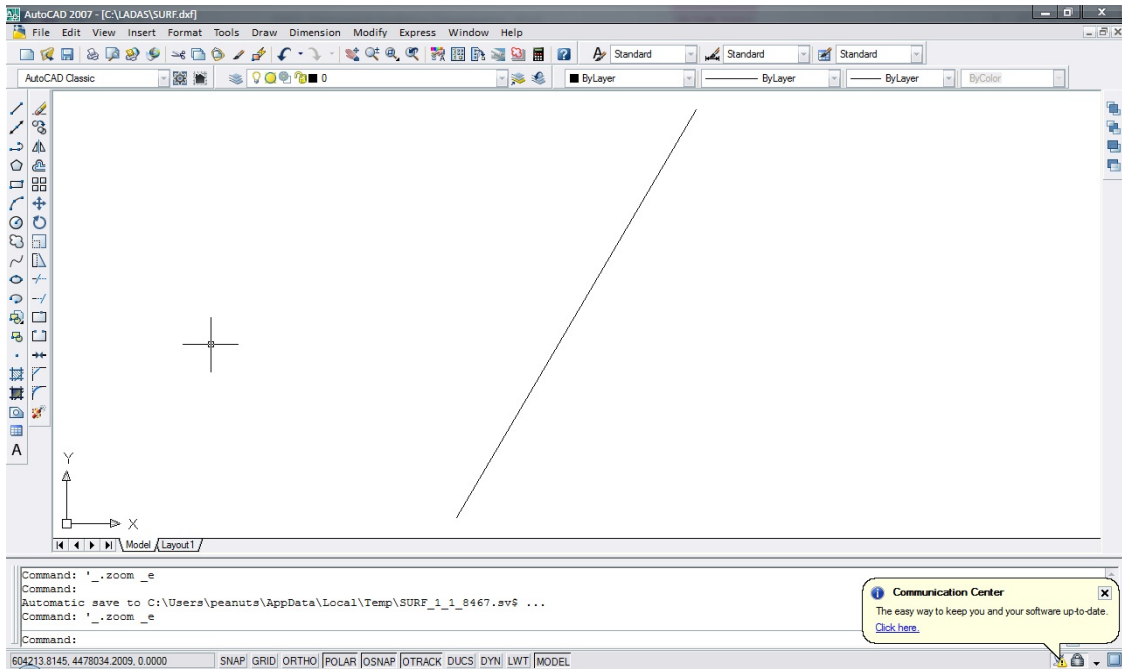
**Εικόνα 9.2: SURF.dxf - Layers - Επιλογή ξεχωριστού layer για κάθε επιφάνεια**

Σβήνοντας όλα τα layers και ανοίγοντας με τη σειρά ένα ένα διαφορετικό, μπορούμε να εξετάσουμε όλες τις επιφάνειες ξεχωριστά.

Αφού δείξουμε σε εικόνες το διάδρομο, τον άξονα του, και τη ζώνη ασφαλείας ξεχωριστά, στα σχέδια που φαίνονται οι επιφάνειες περιορισμού εμποδίων, τα αντίστοιχα layers θα είναι πάντα ανοιχτά, για να φαίνεται η θέση της εκάστοτε επιφάνειας σε σχέση με τη θέση του διαδρόμου.

**\_RUNWAY-AXIS\_**

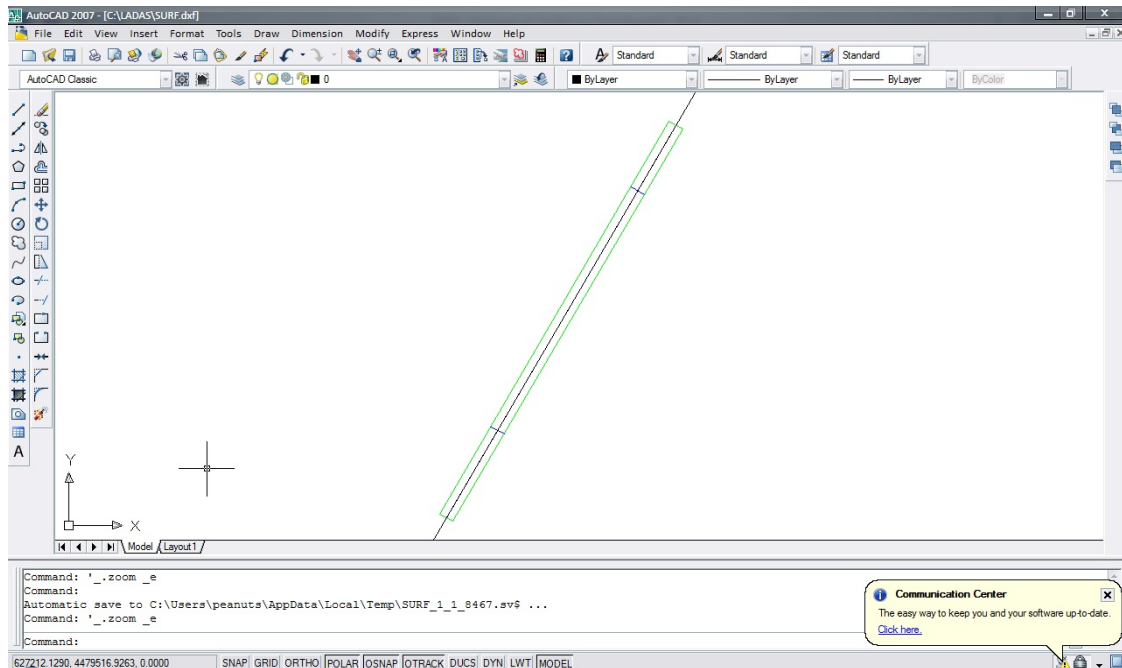
Στο παρακάτω σχέδιο εμφανίζεται ο εκτεταμένος άξονας του διαδρόμου.



**Εικόνα 9.3: SURF.dxf - Runway Axis - Εκτεταμένος Άξονας Διαδρόμου**

**\_RUNWAY\_**

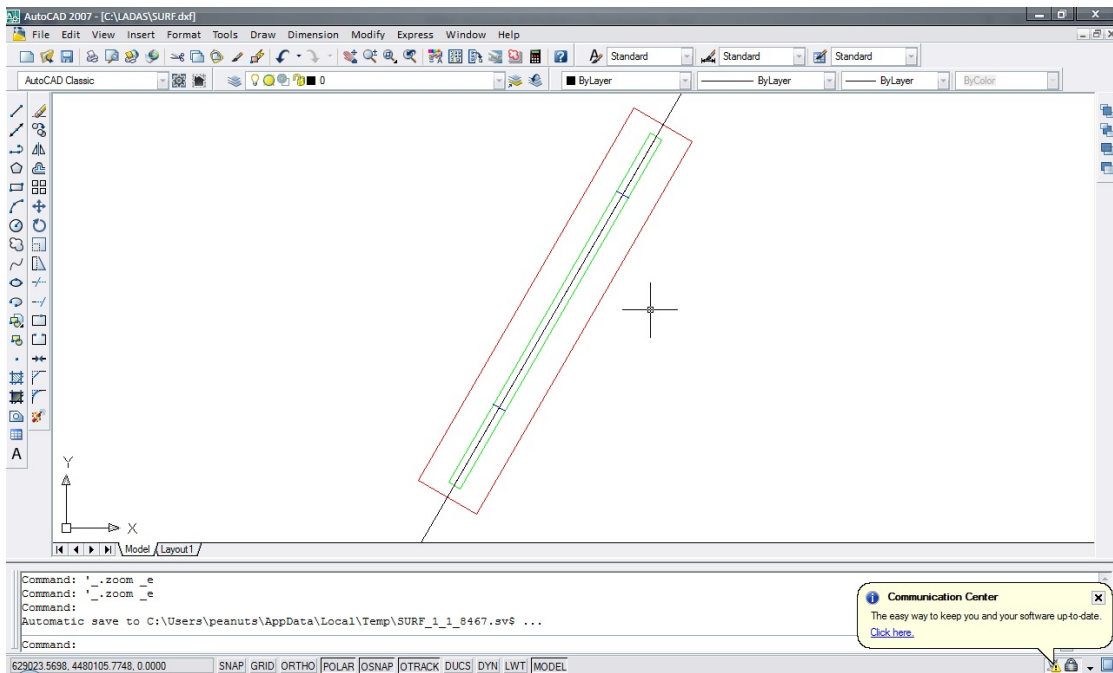
Στο παρακάτω σχέδιο εμφανίζεται ο διάδρομος μαζί με τον άξονα του, οποίος επεκτείνεται και πέραν των άκρων του. Επίσης φαίνονται με μπλε γραμμή τα κατώφλια του διαδρόμου.



**Εικόνα 9.4: SURF.dxf – Runway - Διάδρομος**

**\_SAFETY-ZONE\_**

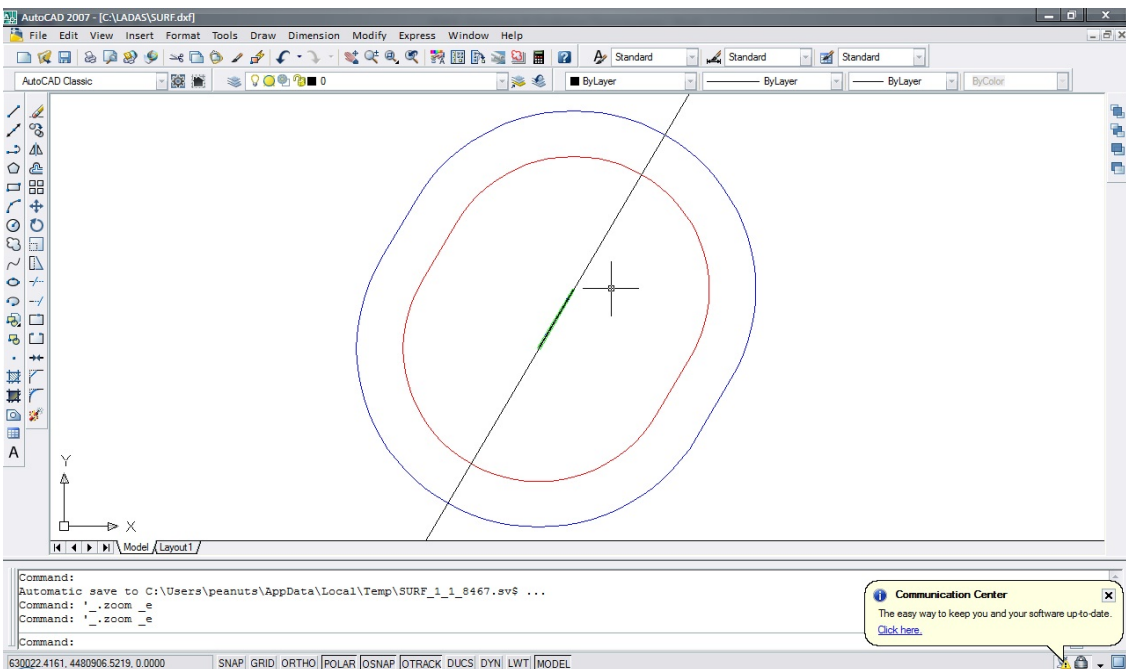
Αν στο παραπάνω σχέδιο εμφανίσουμε και τη ζώνη ασφαλείας, παρουσιάζεται το εξής σχέδιο:



**Εικόνα 9.5: SURF.dxf - Safety Zone - Ζώνη Ασφαλείας Διαδρόμου**

**\_CONICAL\_**

Εδώ φαίνεται η κολουροκωνική επιφάνεια. Με κόκκινο χρώμα είναι η εσωτερική οριζόντια επιφάνεια και με μπλε η κωνική.

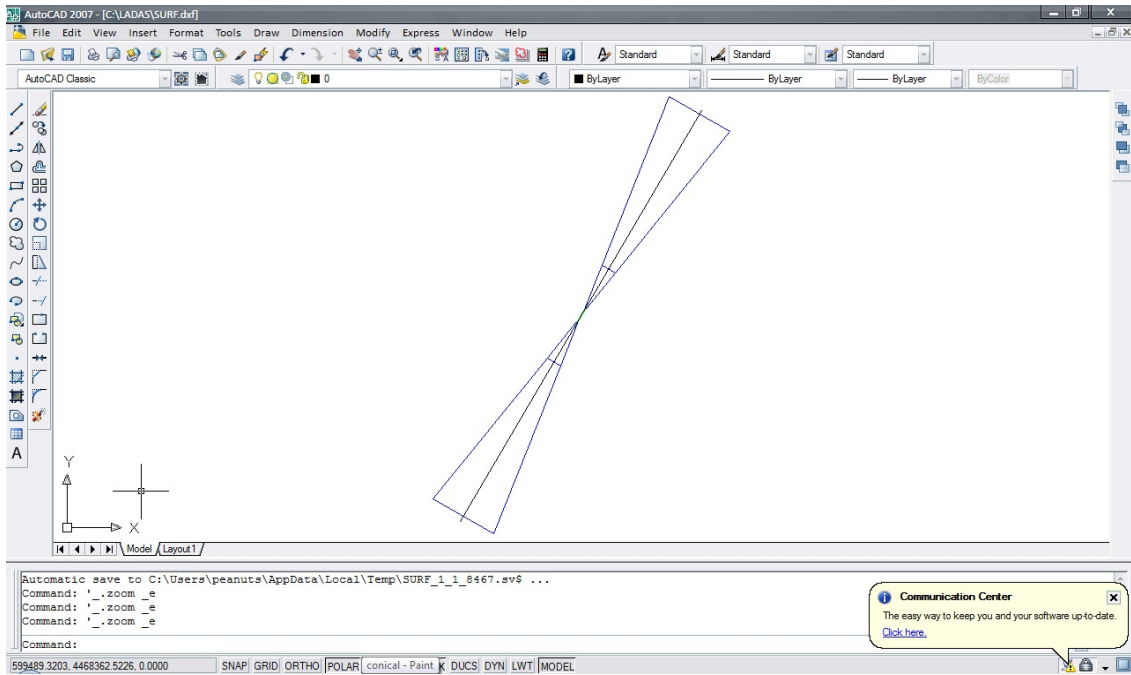


**Εικόνα 9.6: SURF.dxf - Conical - Κολουροκωνική Επιφάνεια & Εσωτερική Οριζόντια Επιφάνεια**



**\_APPROACH\_**

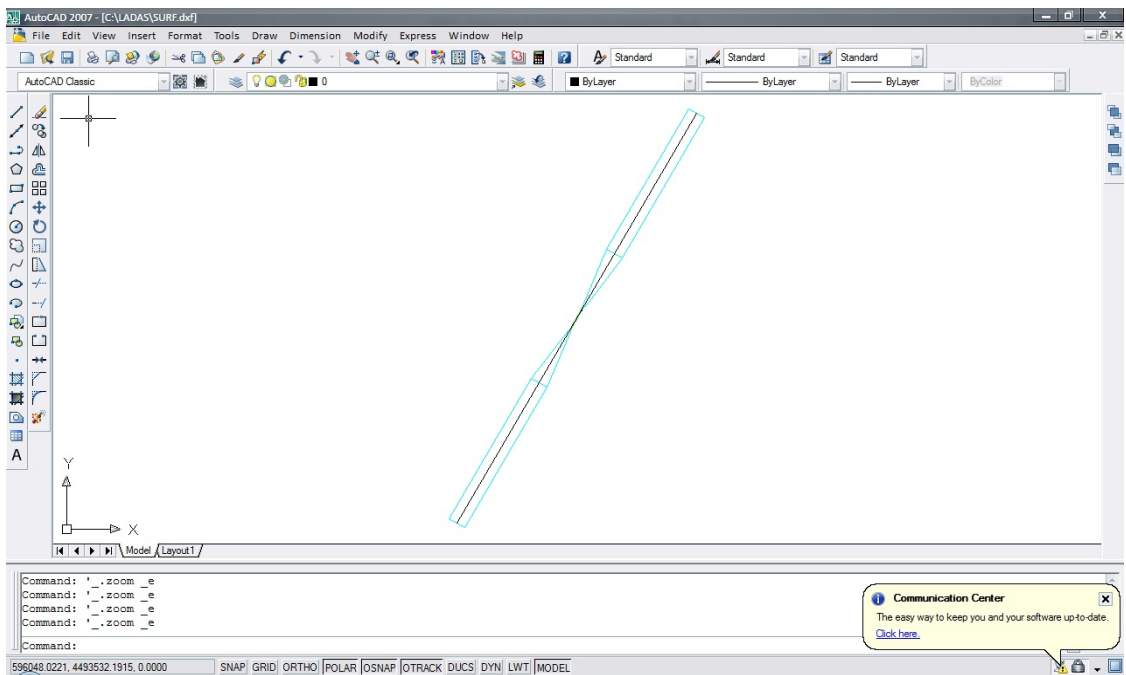
Εδώ φαίνεται η επιφάνεια προσέγγισης με μπλε χρώμα.



**Εικόνα 9.7: SURF.dxf – Approach - Επιφάνεια Προσέγγισης**

**\_TAKE-OFF\_**

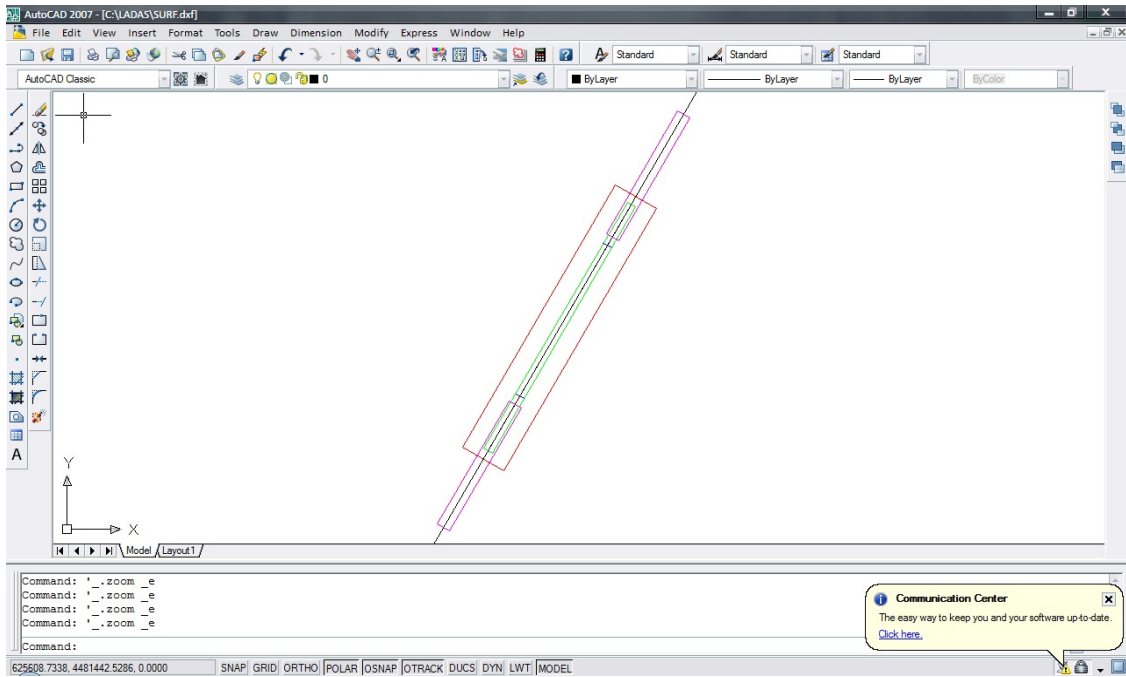
Εδώ φαίνεται η επιφάνεια απογείωσης με χρώμα τρκουάζ.



**Εικόνα 9.8: SURF.dxf - Take Off - Επιφάνεια Απογείωσης**

**\_INNER-APPROACH\_**

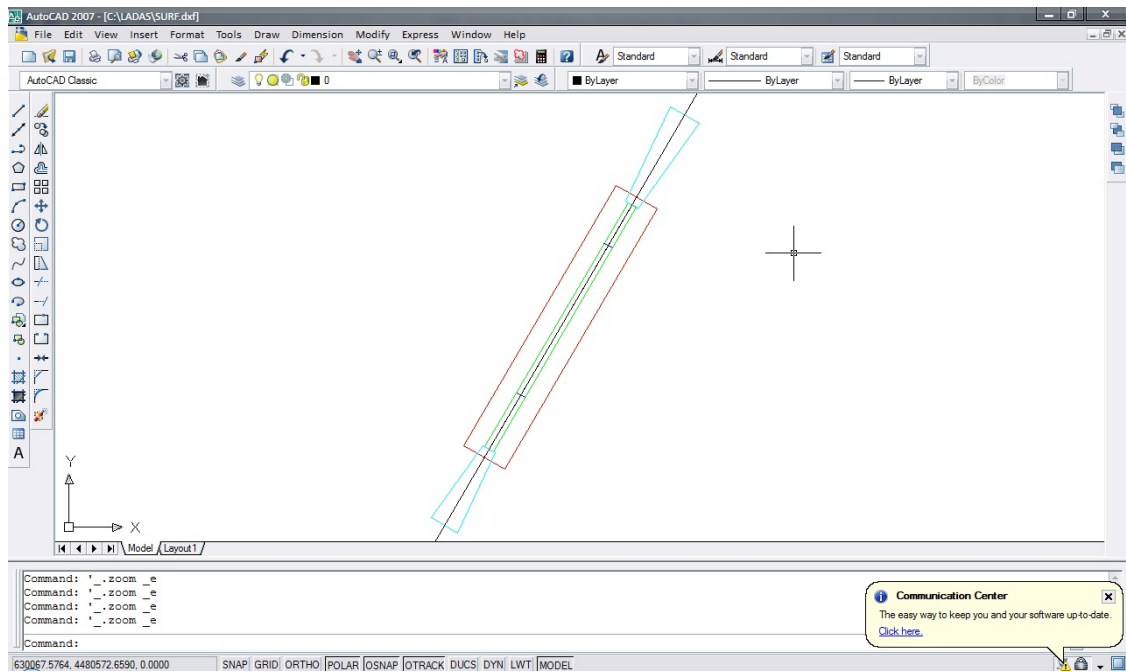
Εδώ φαίνεται η επιφάνεια εσωτερικής προσέγγισης με χρώμα ματζέντα.



**Εικόνα 9.9: SURF.dxf - Inner Approach - Εσωτερική Επιφάνεια Προσέγγισης**

**\_BALKED\_**

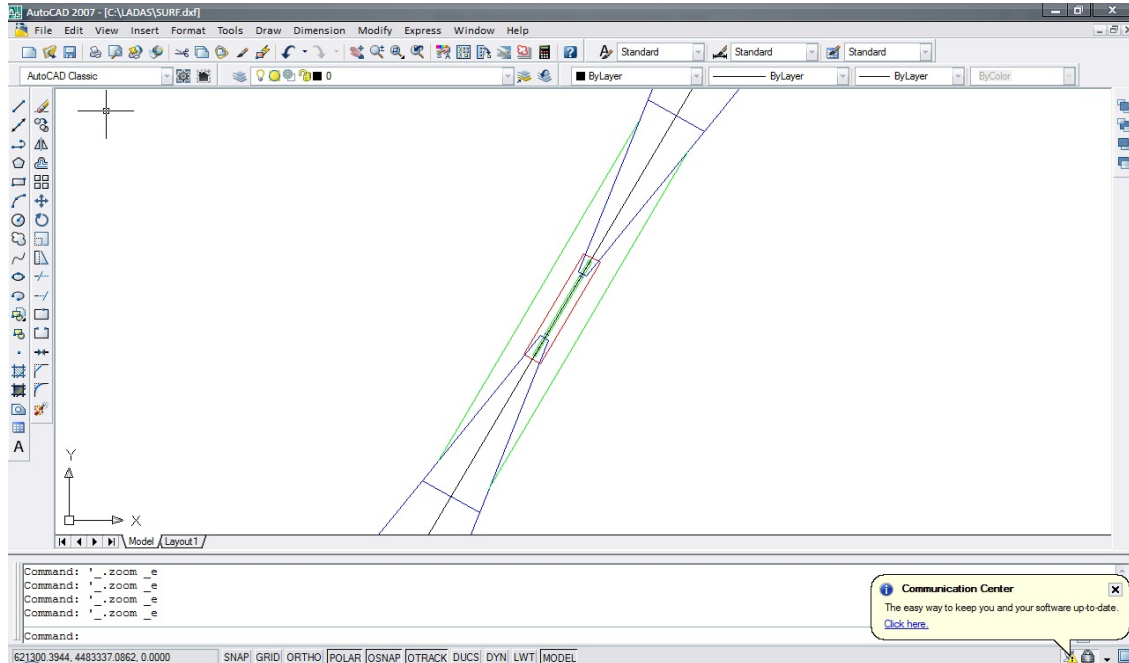
Εδώ φαίνεται η επιφάνεια ματαιούμενης προσγείωσης με χρώμα τικουάζ.



**Εικόνα 9.30: SURF.dxf – Balked - Επιφάνεια Ματαιούμενης Προσγείωσης**

**\_TRANSITIONAL\_**

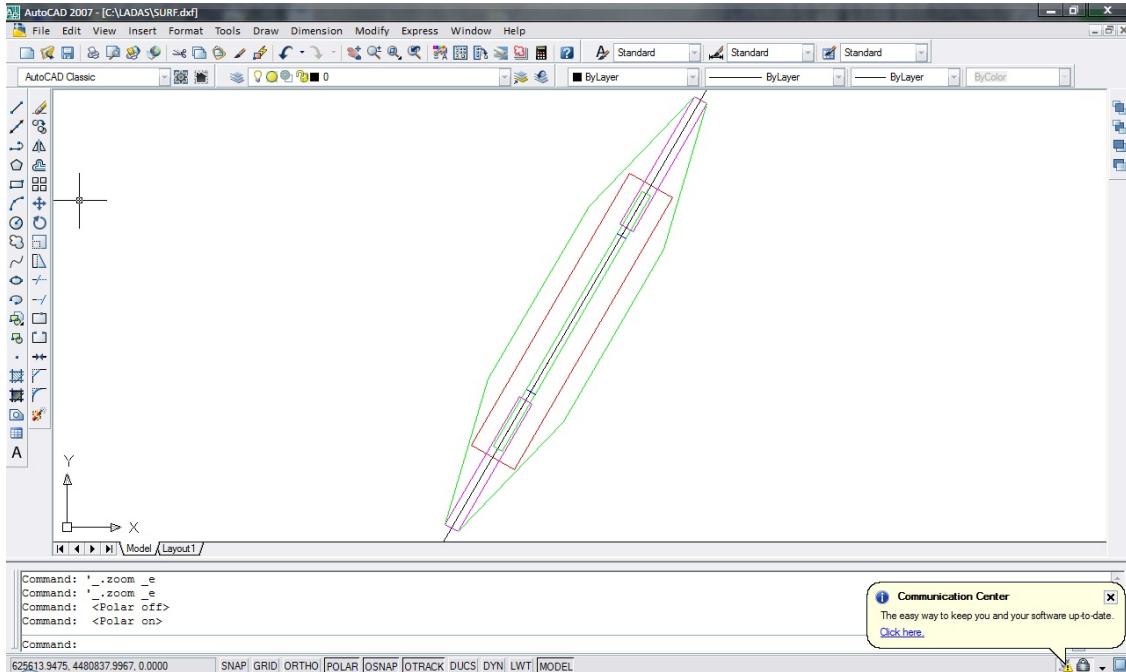
Για να εμφανιστεί σωστά η μεταβατική επιφάνεια στη παρακάτω εικόνα, αφήνουμε ανοιχτό και το layer της επιφάνειας προσέγγισης. Η μεταβατική επιφάνεια φαίνεται με πράσινο χρώμα.



**Εικόνα 9.41: SURF.dxf – Transitional - Μεταβατική Επιφάνεια**

**\_INNER-TRANSITIONAL\_**

Αντίστοιχα, για να εμφανιστεί σωστά η εσωτερική μεταβατική επιφάνεια στη παρακάτω εικόνα, αφήνουμε ανοιχτό το layer της εσωτερικής επιφάνειας προσέγγισης. Η εσωτερική μεταβατική επιφάνεια φαίνεται με πράσινο χρώμα.



**Εικόνα 9.52: SURF.dxf - Inner Transitional - Εσωτερική Μεταβατική Επιφάνεια**

### 9.1.2 Αρχείο Αποτελεσμάτων “zedef.prm”

Παρατίθενται στην εικόνα 13 τα αποτελέσματα του προγράμματος που αποθηκεύονται στο αρχείο zedef.prm. Όπως και το αρχείο surf.dxf έτσι και αυτό, ανοίγει είτε κατευθείαν από το φάκελο με το Σημειωματάριο ή για χάριν ευκολίας, πατώντας το κουμπί “Αποτελέσματα” στο υπολογιστικό φύλλο “AIR1.xls”.

Οι ονομασίες και οι τιμές των αποτελεσμάτων που παρουσιάζονται στην Εικόνα 13 είναι δοσμένες για χάριν του παραδείγματος που θα δούμε στο επόμενο κεφάλαιο.

Παρατηρούμε πως για κάθε σημείο που έχει δοθεί για έλεγχο υψομέτρου, ο χρήστης μπορεί να διαβάσει τα εξής στο παρόν αρχείο:

- Το όνομα του Σημείου (Το οποίο έχει εισάγει ο ίδιος ο χρήστης στο AXLE.xls)
- Τις Συντεταγμένες Χ,Υ του Σημείου (Ομοίως)
- Τη Χ.Θ. του σημείου επάνω στον εκτεταμένο άξονα του διαδρόμου, ποσότητα που υπολογίζεται από το AXLE.xls
- Την κάθετη απόσταση του σημείου από τον εν λόγω άξονα, ποσότητα που υπολογίζεται από το AXLE.xls
- Το Υψόμετρο Z του Σημείου (Ομοίως)
- Τα κρίσιμα υψόμετρα ανα επιφάνεια, σειρά παρουσίασης για Κολουροκωνική, Προσέγγισης, Απογείωσης, Μεταβατική, Εσωτερική Προσγείωσης, Μатаιούμενης Προσγείωσης, Εσωτερική Μεταβατική. Κάθε σημείο ανήκει σε τουλάχιστον μια από αυτές τις επιφάνειες
- Το Κρίσιμο Υψόμετρο για το σημείο. Είναι η μικρότερη και πιο κρίσιμη τιμή από τις παραπάνω, σε περίπτωση που ένα σημείο ανήκει σε περισσότερες από μια επιφάνειες. Αν ένα σημείο ανήκει σε μόνο μια επιφάνεια, τότε αυτή η τιμή ταυτίζεται με το κρίσιμο υψόμετρο για την επιφάνεια αυτή.
- Τη διαφορά Κρίσιμου Υψομέτρου-Υψομέτρου Σημείου. Όταν αυτή η τιμή έχει θετικό πρόσημο, τότε το σημείο δεν αποτελεί εμπόδιο και δεν χρειάζεται να περιοριστεί το υψόμετρό του. Αν η τιμή είναι αρνητική, το υψόμετρο του στο σημείο εκείνο θεωρείται επικίνδυνο και πρέπει να περιοριστεί κατά τόσα μέτρα όσα ορίζει αυτή η διαφορά κατά απόλυτη τιμή.
- Το υψόμετρο εδάφους στη θέση του σημείου αυτού.
- Τη διαφορά υψομέτρου εδάφους – υψομέτρου σημείου.

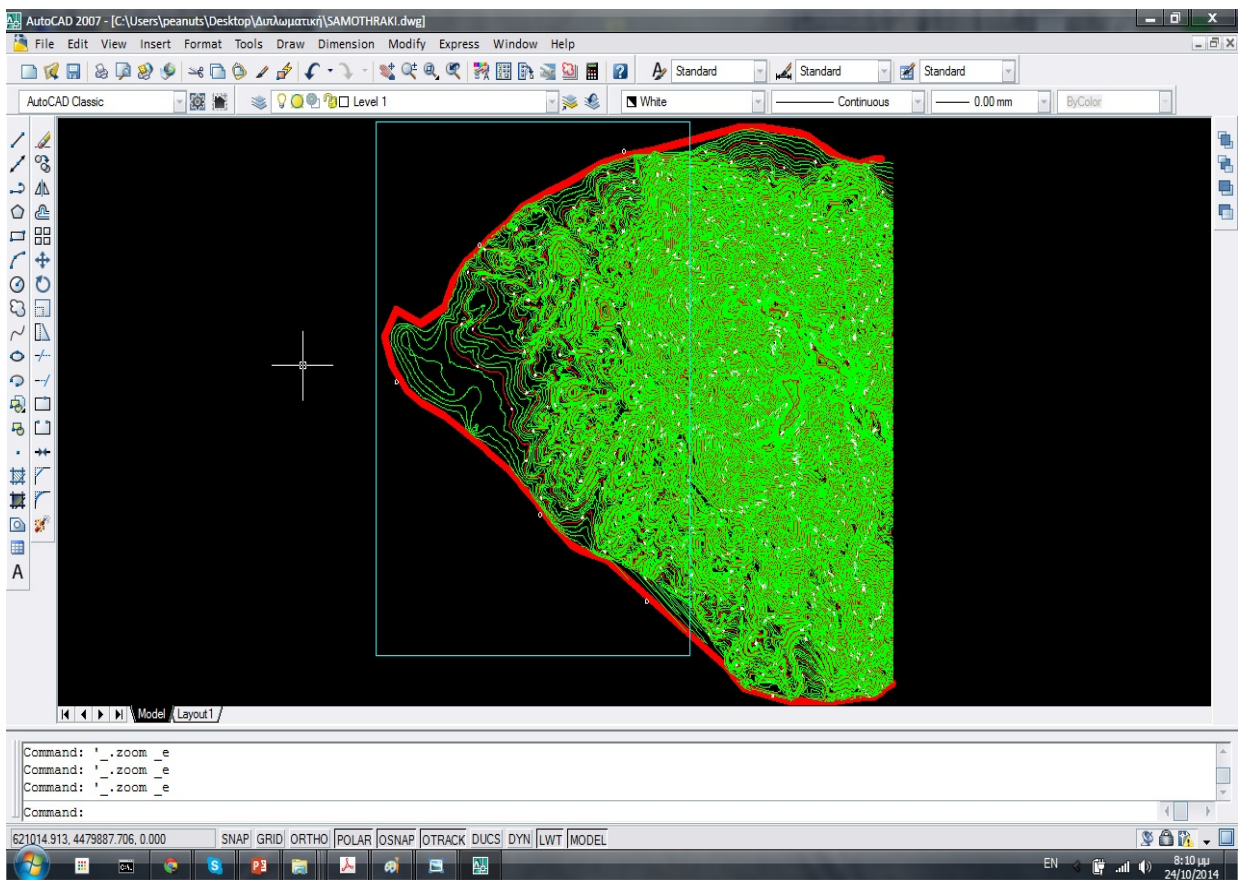


# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

## 10.1 Τοποθεσία

Στο κεφάλαιο αυτό παραθέτουμε ένα παράδειγμα με σκοπό να δείξουμε τις δυνατότητες του προγράμματος μας. Η έμπνευση για το παρόν παράδειγμα πάρθηκε από άσκηση του 9<sup>ου</sup> εξαμήνου για το μάθημα “Σχεδιασμός Αεροδρομίων”. Το παράδειγμα βρίσκεται εφαρμογή στο δυτικό άκρο της Σαμοθράκης. Παρατίθεται λοιπόν ο χάρτης του άκρου αυτού με τις ισοΰψεις του. Το κομμάτι γης που βρίσκεται μέσα στο πλαίσιο, είναι και αυτό που μας ενδιαφέρει για την ανάπτυξη του παραδείγματος.



Εικόνα 10.1: Χάρτης Δυτικού Άκρου Σαμοθράκης με Ισοΰψεις (SAMOTHRAKI.dwg)

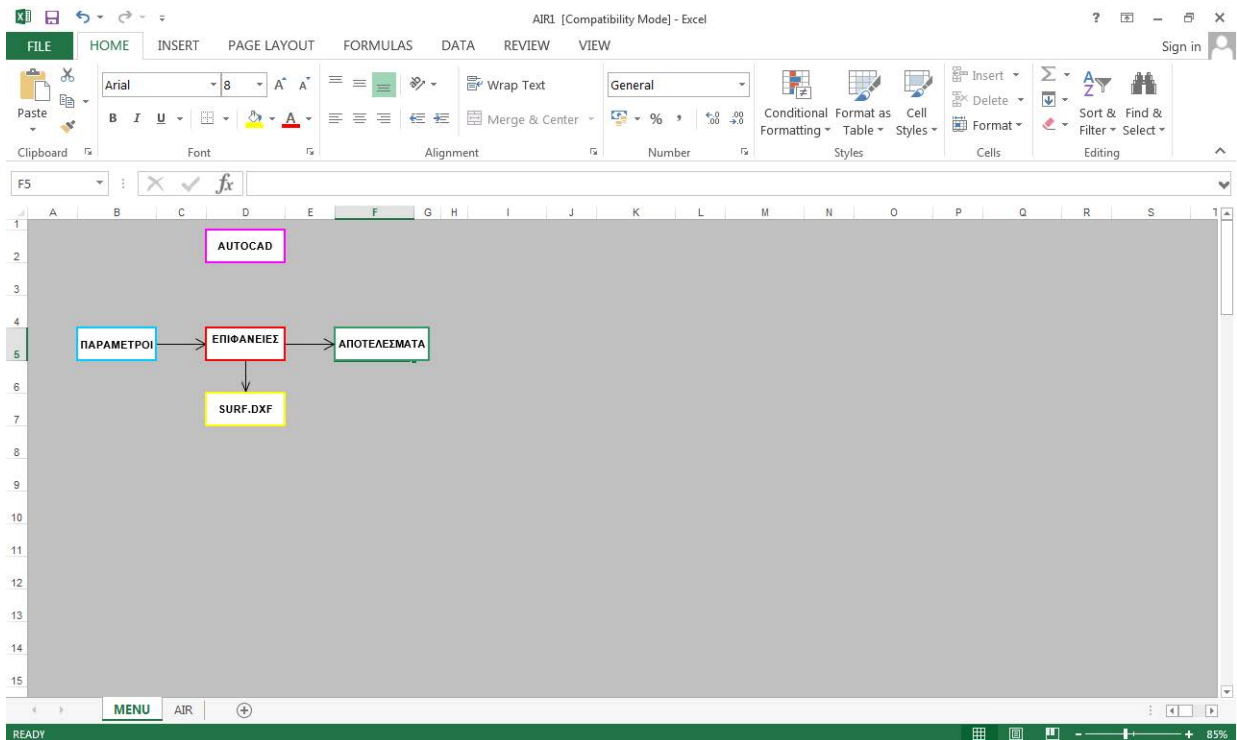


## 10.2 Εισαγωγή Δεδομένων

Για το συγκεκριμένο παράδειγμα, μας δόθηκαν τα εξής στοιχεία και απαιτήσεις, τα οποία και θα πρέπει να εισάγουμε ως δεδομένα εισόδου για τη λειτουργία του προγράμματος:

- Κατηγορία προσέγγισης 8 και κατηγορία απογείωσης 3. Θα θέλαμε να βάλουμε κατηγορία διαδρόμου 4D όπου πρόκειται για κατηγορία διαδρόμου για ακριβή ενόργανη προσέγγιση, γεγονός που μας δίνει τις μέγιστες από πλευράς επιφανειών απαιτήσεις, αλλά η περιοχή προφανώς δεν ενδείκνυται για τόσο μεγάλο από άποψη μεγέθους αεροδρόμιο.
- Μήκος διαδρόμου: 1800 m
- Αζιμούθιο διαδρόμου: 30°
- Ενιαία κατά μήκος κλίση διαδρόμου: 0,5%
- Συντεταγμένες κέντρου διαδρόμου:  $\begin{pmatrix} x_0=628600 \\ y_0=4480100 \\ z_0=156 \end{pmatrix}$
- Για χάρη ευκρίνειας των σχεδίων δόθηκε παραμόρφωση υψών ίση με 10
- Μας ζητήθηκε τα δύο κατώφλια να βρίσκονται σε διαφορετικές θέσεις και όχι συμμετρικά του κέντρου, οπότε δόθηκαν αποστάσεις από τα άκρα 400m από το αριστερό άκρο A του διαδρόμου και 300m από το δεξιό άκρο του διαδρόμου B.

Οι παραπάνω τιμές εισάγονται στο αρχείο AIR1.xls που βρίσκεται στο φάκελο "LADAS" με το εξής path 'c:\LADAS\...'. Ανοίγοντας το εν λόγω υπολογιστικό φύλλο, συναντάμε την εξής επιφάνεια:



**Εικόνα 10.2: Λογιστικό Φύλλο αλληλεπίδρασης χρήστη-προγράμματος για εισαγωγή δεδομένων, εκτέλεση προγράμματος και εξαγωγή τελικών αποτελεσμάτων "AIR1.XLS"**

Κάνοντας κλικ στο κελί “ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ”, εισάγουμε τις παραπάνω τιμές στα αντίστοιχα κελιά ως εξής και τελειώνοντας πατάμε το κελί “MENU”:

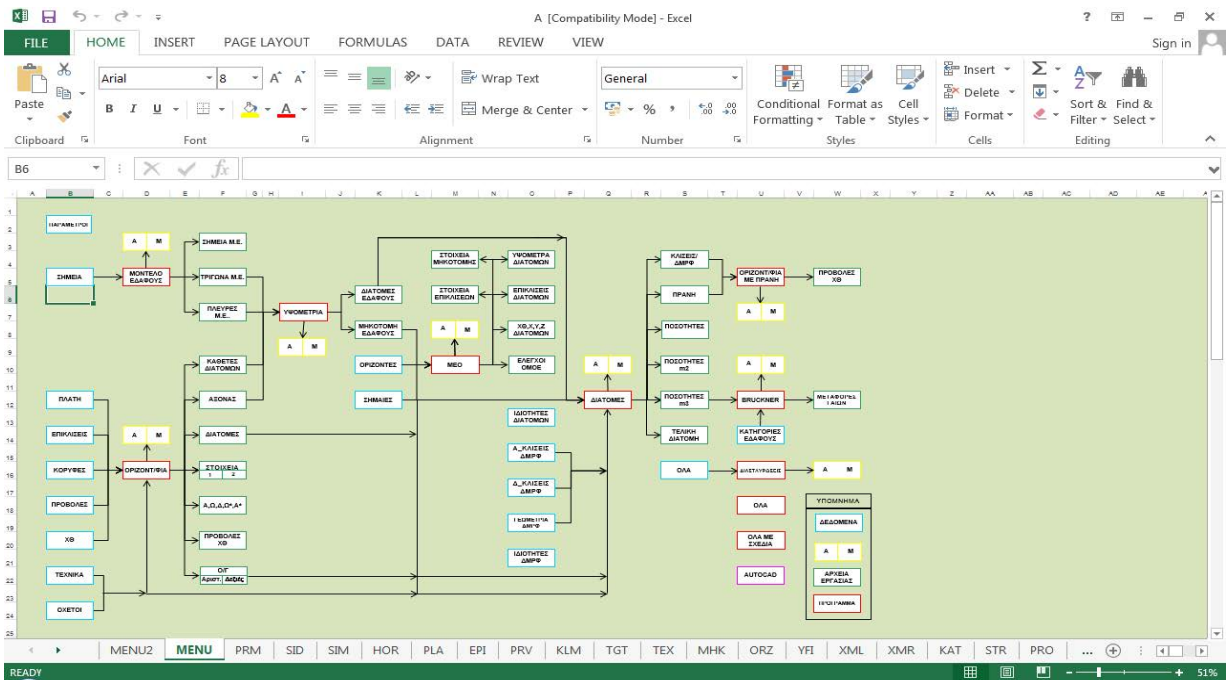
	A	B	C	D	E	F	G
1	NAME	VALUE					
2	Κέντρο Διαδρόμου / Runway Axis Center - xc	628600					
3	Κέντρο Διαδρόμου / Runway Axis Center - yc	4480100					
4	Κέντρο Διαδρόμου / Runway Axis Center - zc	156		MENU			
5	Αζιμούθιο / Azimuth - az	30					
6	Μήκος Διαδρόμου / Runway Length - ln	1800					
7	Κλίση Διαδρόμου / Runway Slope - srpn	0,005					
8	Παραμόρφωση Υψών / Z Distortion - zdt	10					
9	Κωδικός Προσέγγισης / Code of Approach - ca	8					
10	Κωδικός Απογείωσης / Code of Takeoff - ct	3					
11	Απόσταση Κατωφλίου από πέρασ διαδρόμου A / Threshold from runway end A - thra	400					
12	Απόσταση Κατωφλίου από πέρασ διαδρόμου B / Threshold from runway end B - thrb	300					
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

**Εικόνα 10.3: Εισαγωγή μεταβλητών εισόδου απο το χρήστη στο λογιστικό φύλλο AIR1.XLS**

Πλέον, τα δεδομένα μας έχουν αποθηκευτεί στο αρχείο fm.rpm στον ίδιο φάκελο και είναι έτοιμα προς χρήση από το πρόγραμμα.

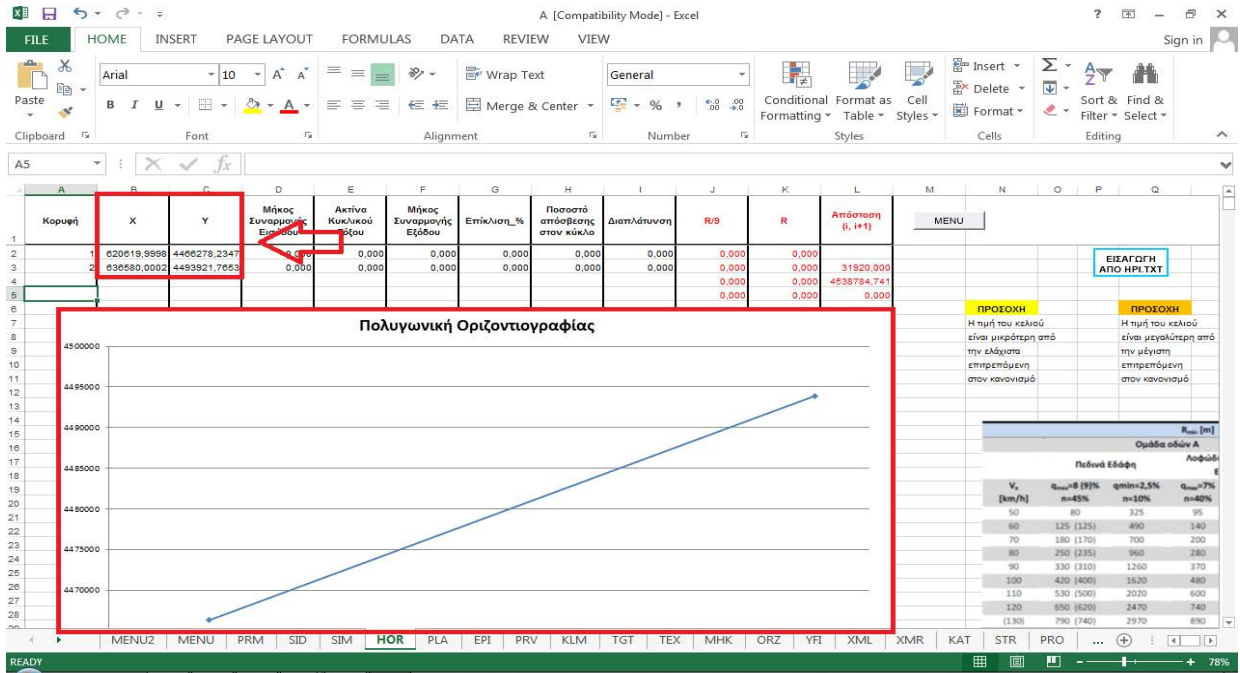
### 10.3 Εισαγωγή Σημείων Ελέγχου

Επόμενο βήμα είναι ο χρήστης να εισάγει τα σημεία όπου αποτελούν θέσεις ελέγχου υψομέτρων (θέσεις εμποδίων ή κατασκευών). Τα παραπάνω σημεία εισάγονται στο αρχείο AXLE.xls που βρίσκεται στο path 'c:\LADAS\...'. Ανοίγοντας το αρχείο αυτό συναντάμε την εξής επιφάνεια:



**Εικόνα 10.4:** Εικόνα 7.3: Λογιστικό φύλλο αλληλεπίδρασης χρήστη-προγράμματος για εισαγωγή στοιχείων εμποδίων και οριζοντιογραφίας διαδρόμου, εκτέλεσης εντολών και εξαγωγή δεδομένων εμποδίων προς χρήση απο το πρόγραμμα "AXLE.XLS"

Πατώντας στο κελί “ΚΟΡΥΦΕΣ” οδηγούμαστε στο παράθυρο “HOR” στο οποίο πρέπει να εισάγουμε τις συντεταγμένες x,y των δύο σημείων αρχής και πέρατος του εκτεταμένου άξονα διαδρόμου όπως αυτός ορίστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Έχοντας ως δεδομένα τις συντεταγμένες του κέντρου του διαδρόμου, το αζιμούθιο αυτού, τις κατηγορίες απογείωσης και προσγείωσης, μπορούμε να υπολογίσουμε τα άκρα του άξονα, θεωρώντας ότι βρίσκονται σε απόσταση 15000 m από την αρχή και το πέρας της ζώνης ασφαλείας. Για το παράδειγμα μας, υπολογίσαμε τις συντεταγμένες αυτές και τις εισαγάγαμε στο παραπάνω αρχείο ως εξής. Στο αρχείο αυτό υπολογίζεται και σχεδιάζεται η οριζοντιογραφία του άξονα σύμφωνα με τη διεύθυνση του διαδρόμου. Τελειώνοντας της εισαγωγή των συντεταγμένων, πατάμε το κελί “MENU” και επιστρέφουμε στο αρχικό μας παράθυρο:



Εικόνα 10.5: Εισαγωγή στοιχείων οριζοντιογραφίας διαδρόμου στο λογιστικό φύλλο "AXLE.xls" '

Επόμενο βήμα είναι να εισάγουμε τις συντεταγμένες και τα ύψη των σημείων ελέγχου. Πατάμε στο κελί "ΠΡΟΒΟΛΕΣ" και οδηγούμαστε στο παράθυρο "PRV". Εκεί εισάγουμε το όνομα του κάθε σημείου, τις συντεταγμένες του και το τύπο διατομής. Τα σημεία που δίνονται για το παράδειγμα μας είναι τυχαία. Έγινε επιτυχώς προσπάθεια να υπάρχει τουλάχιστον ένα σημείο ανά κομμάτι επιφάνειας. Έτσι δόθηκαν συνολικά 51 σημεία. Οι πρώτες δέκα θέσεις πρέπει να αφεθούν κενές καθώς το πρόγραμμα τις προσπερνάει. Η εισαγωγή γίνεται ως εξής (παρατίθενται 3 εικόνες διότι τα σημεία είναι πολλά και επιθυμούμε να εμφανιστούν όλα). Τελειώνοντας πατάμε το κουμπί "MENU" και επιστρέφουμε στην αρχική επιφάνεια:

Όνομα	X	Y	Z_Επιθυμητό	Τύπος
A1	0.0000	0.0000	0.0000	1
A2	0.0000	0.0000	0.0000	1
A3	0.0000	0.0000	0.0000	1
A4	0.0000	0.0000	0.0000	1
A5	0.0000	0.0000	0.0000	1
A6	0.0000	0.0000	0.0000	1
A7	0.0000	0.0000	0.0000	1
A8	0.0000	0.0000	0.0000	1
A9	0.0000	0.0000	0.0000	1
K1L	627385	4481365	140.0000	1
K1R	630288	4479530	460.0000	1
K2L	624915	4482421	20.0000	1
K2R	632737	4478035	1400.0000	1
K3L	628950	4483358	110.0000	1
K3R	631966	4481501	1300.0000	1
K4L	625548	4478782	50.0000	1
K4R	628655	4476653	70.0000	1
K5L	628192	4484976	20.0000	1
K5R	633088	4482468	780.0000	1
K6L	624163	4477793	20.0000	1
K6R	628451	4474659	20.0000	1

Εικόνα 10.6: Εισαγωγή δεδομένων εμποδίων απο το χρήστη στο λογιστικό φύλλο "AXLE.xls" (1)

Όνομα	X	Y	Z_Επιθυμητό	Τύπος
A1L	633981	4492854	20.0000	1
A1R	637115	4492217	20.0000	1
A2L	631266	4485778	20.0000	1
A2R	631897	4484629	50.0000	1
A3L	629813	4482754	300.0000	1
A3R	630192	4482291	500.0000	1
A4L	626844	4477591	50.0000	1
A4R	627306	4477162	50.0000	1
A5L	625753	4476150	20.0000	1
A5R	626116	4474653	20.0000	1
A6L	621632	4470028	20.0000	1
A6R	622879	4467239	20.0000	1
T1L	634205	4490716	20.0000	1
T1R	636922	4493431	20.0000	1
T2L	630609	4484684	30.0000	1
T2R	631376	4484020	200.0000	1
T3L	625802	4476099	20.0000	1
T3R	626612	4475842	20.0000	1
T4L	620273	4466806	20.0000	1
T4R	621162	4466362	20.0000	1
IA1L	629095	4481016	300.0000	1

Εικόνα 10.7: Εισαγωγή δεδομένων εμποδίων απο το χρήστη στο λογιστικό φύλλο "AXLE.xls" (2)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	Όνομα	X	Y	Z_Επιθυμητό	Τύπος	MENU								
3	IA1L	629095	4481016	300,0000	1									
4	IA1R	629140	4480951	300,0000	1									
5	IA2L	627860	4478879	200,0000	1									
6	IA2R	628329	4479543	200,0000	1									
7	B1L	629289	4481464	300,0000	1									
8	B1R	629098	4480874	300,0000	1									
9	B2L	628104	4479322	300,0000	1									
0	B2R	627959	4478825	300,0000	1									
1	TR1L	628342	4480439	220,0000	1									
2	TR1R	628817	4480071	200,0000	1									
3	TR2L	629065	4481647	250,0000	1									
4	TR2R	630184	4482082	580,0000	1									
5	TR3L	627267	4478615	110,0000	1									
6	TR3R	628081	4478360	200,0000	1									
7	ITR1L	628311	4480065	200,0000	1									
8	ITR1R	628646	4479665	200,0000	1									
9	ITR2L	628814	4480895	400,0000	1									
0	ITR2R	629173	4480670	400,0000	1									
1	ITR3L	627937	4479172	200,0000	1									
2	ITR3R	628394	4479339	200,0000	1									

**Εικόνα 10.8:** Εισαγωγή δεδομένων εμποδίων από το χρήστη στο λογιστικό φύλλο "AXLE.xls" (3)

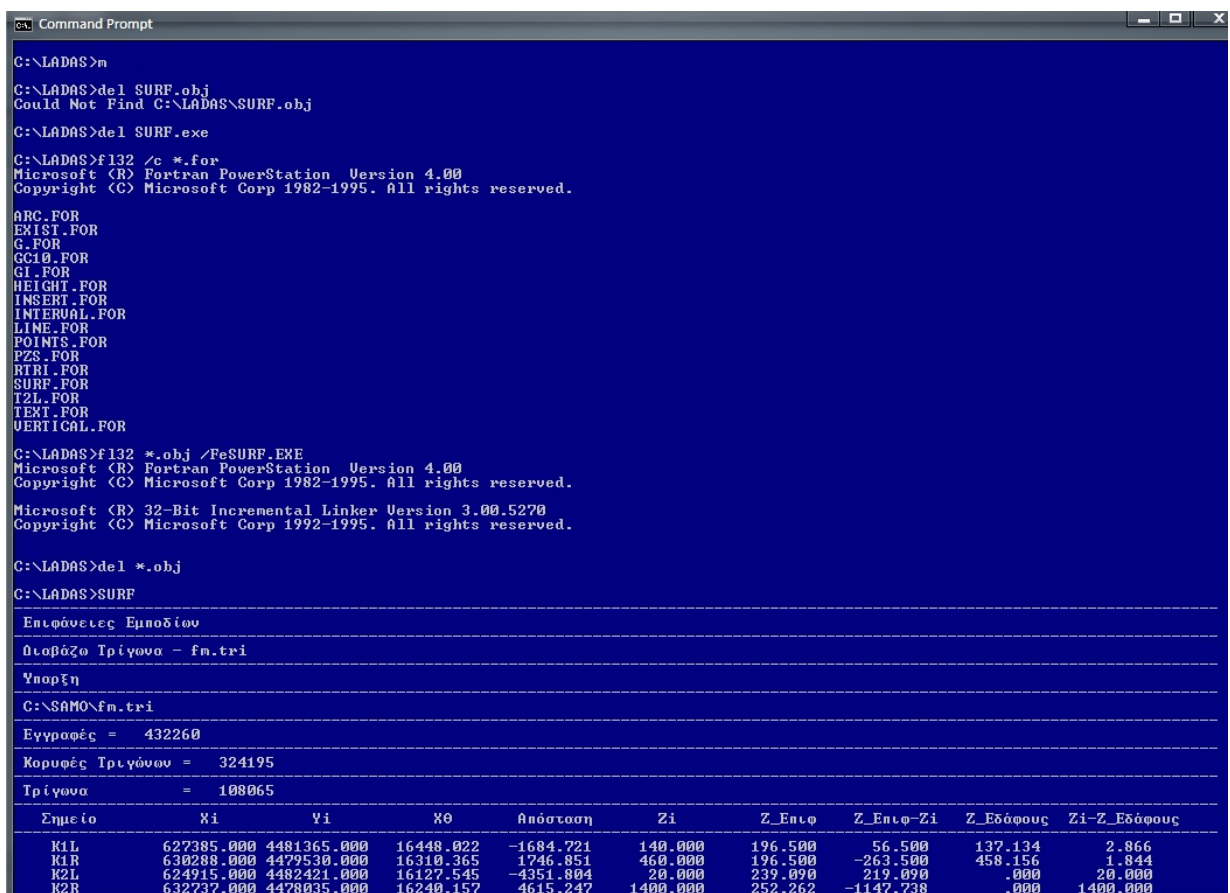
Αφού ολοκληρώσαμε την εισαγωγή των απαραίτητων στοιχείων, μπορούμε να πατήσουμε στο κόκκινο κελί "ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ" ώστε να εκτελεστεί το αντίστοιχο πρόγραμμα. Αν έχουμε κάνει σωστά τη διαδικασία μέχρι εδώ, στο παράθυρο γραμμής εντολών που θα ανοίξει, θα εμφανιστεί η φράση "Αντε Γειά" στο τέλος της διαδικασίας. Μετέπειτα μπορούμε να ανοίξουμε το αρχείο fm20.dat πατώντας στο κελί "ΠΡΟΒΟΛΕΣ ΧΘ". Σε αυτό το αρχείο, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα, παρουσιάζονται αναλυτικά τα στοιχεία της προβολής κάθε σημείου στον άξονα του διαδρόμου. Πιο συγκεκριμένα, μπορεί κάποιος να διαβάσει το όνομα του σημείου, τη Χ.Θ. του, τις συντεταγμένες του, τις συντεταγμένες της προβολής του και την απόσταση του σημείου από τον άξονα. Αυτό είναι και το αρχείο τα στοιχεία του οποίου διαβάζει το πρόγραμμα μας. Η απόσταση εδώ φαίνεται αρνητική ή θετική, ανάλογα με το αν το σημείο βρίσκεται αριστερά ή δεξιά του άξονα αντίστοιχα. Εμάς μας ενδιαφέρει η απόλυτη τιμή και την οποία χρησιμοποιούμε με τους κατάλληλους υπολογισμούς.

fm20.dat - Notepad									
File Edit Format View Help									
-----									
ΕΜΠ-Η14 : Φωτσης Σ. Μερτζάνης									
Έργο : ΑΡΘΗΡΙΑ									
Χρόνος : 15/ 9/2014 - 16 hr 31 min									
-----									
Προβολές / χθ - L9									
Όνομα	Χθ	Χ_Σημείου	Υ_Σημείου	Ζ_Επιθυμητό	Χ_Προβολής	Υ_Προβολής	Απόσταση	Τύπος	
K1L	16448.022	627385.0000	4481365.0000	140.0000	628844.0111	4480522.6396	-1684.721	1	
K1R	16310.365	630288.0000	4479530.0000	460.0000	628775.1827	4480403.4254	1746.851	1	
K2L	16127.545	624915.0000	4482421.0000	20.0000	628683.7723	4480245.0983	-4351.804	1	
K2R	16240.157	632737.0000	4478035.0000	1400.0000	628740.0787	4480342.6234	4615.247	1	
K3L	18956.511	628950.0000	4483358.0000	110.0000	630098.2554	4482695.0545	-1325.891	1	
K3R	18856.302	631966.0000	4481501.0000	1300.0000	630048.1508	4482608.2707	2214.541	1	
K4L	13292.579	625548.0000	4478782.0000	50.0000	627266.2893	4477789.9453	-1984.109	1	
K4R	13002.310	628655.0000	4476653.0000	70.0000	627121.1552	4477538.5657	1771.131	1	
K5L	19978.740	628192.0000	4484976.0000	20.0000	630609.3700	4483580.3309	-2791.338	1	
K5R	20254.748	633088.0000	4482468.0000	780.0000	630747.3741	4483819.3609	2702.722	1	
K6L	11743.579	624163.0000	4477793.0000	20.0000	626491.7897	4476448.4727	-2689.055	1	
K6R	11173.456	628451.0000	4474659.0000	20.0000	626206.7278	4475954.7311	2591.462	1	
A1L	29695.788	633981.0000	4492854.0000	20.0000	635467.8942	4491995.5413	-1716.918	1	
A1R	30711.130	637115.0000	4492217.0000	20.0000	635975.5651	4492874.8530	1315.706	1	
A2L	22210.292	631266.0000	4485778.0000	20.0000	631725.1462	4485512.9118	-276.176	1	
A2R	21530.729	631897.0000	4484629.0000	50.0000	631385.3646	4484924.3928	590.786	1	
A3L	18864.931	629813.0000	4482754.0000	300.0000	630052.4658	4482615.7444	-276.511	1	
A3R	18653.462	630192.0000	4482291.0000	500.0000	629946.7309	4482432.6062	283.212	1	
A4L	12909.142	626844.0000	4477591.0000	50.0000	627074.5711	4477457.8797	-266.241	1	
A4R	12768.617	627306.0000	4477162.0000	50.0000	627004.3086	4477336.1816	348.363	1	
A5L	11115.700	625753.0000	4476150.0000	20.0000	626177.8498	4475904.7129	-490.574	1	
A5R	10000.760	626116.0000	4474653.0000	20.0000	625620.3797	4474939.1465	572.293	1	
A6L	3753.392	621632.0000	4470028.0000	20.0000	623496.6959	4469528.7676	-998.465	1	
A6R	3961.547	622879.0000	4467239.0000	20.0000	621600.7734	4467976.9844	1475.969	1	
T1L	27956.226	634205.0000	4490716.0000	20.0000	634598.1130	4490489.0361	-453.928	1	
T1R	31665.985	636922.0000	4493431.0000	20.0000	636452.9925	4493701.7816	541.563	1	
T2L	20934.360	630609.0000	4484684.0000	30.0000	631087.1803	4484407.9225	-552.155	1	
T2R	20742.820	631376.0000	4484020.0000	200.0000	630991.4098	4484242.0432	444.086	1	
T3L	11096.032	625802.0000	4476099.0000	20.0000	626168.0161	4475887.6805	-422.639	1	
T3R	11278.464	626612.0000	4475842.0000	20.0000	626259.2318	4476045.6708	407.342	1	
T4L	283.558	620273.0000	4466806.0000	20.0000	620761.7789	4466523.8034	-564.393	1	
T4R	343.543	621162.0000	4466362.0000	20.0000	620791.7713	4466575.7516	427.503	1	
IA1L	17000.779	629095.0000	4481016.0000	300.0000	629120.3896	4481001.3413	-29.317	1	
IA1R	16966.988	629140.0000	4480951.0000	300.0000	629103.4938	4480972.0769	42.154	1	
IA2L	14532.583	627860.0000	4478879.0000	200.0000	627886.2915	4478863.8206	-30.359	1	
IA2R	15342.124	628329.0000	4479543.0000	200.0000	628291.0619	4479564.9036	43.807	1	
B1L	17485.759	629289.0000	4481464.0000	300.0000	629362.8793	4481421.3457	-85.309	1	
B1R	16879.304	629098.0000	4480874.0000	300.0000	629059.6518	4480896.1403	44.281	1	
B2L	15038.232	628104.0000	4479322.0000	300.0000	628139.1161	4479301.7257	-40.549	1	
B2R	14535.318	627959.0000	4478825.0000	300.0000	627887.6588	4478866.1889	82.378	1	
TR1L	16124.583	628342.0000	4480439.0000	220.0000	628682.2913	4480242.5327	-392.935	1	
TR1R	16043.385	628817.0000	4480071.0000	200.0000	628641.6926	4480172.2138	202.428	1	
TR2L	17532.241	629065.0000	4481647.0000	250.0000	629386.1207	4481461.6009	-370.798	1	
TR2R	18468.462	630184.0000	4482082.0000	580.0000	629854.2312	4482272.3921	380.784	1	
TR3L	14007.452	627267.0000	4478615.0000	110.0000	627623.7261	4478409.0441	-411.912	1	
TR3R	14193.616	628081.0000	4478360.0000	200.0000	627716.8079	4478570.2664	420.533	1	
ITR1L	15785.189	628311.0000	4480065.0000	200.0000	628512.5946	4479948.6093	-232.781	1	
ITR1R	15606.279	628646.0000	4479665.0000	200.0000	628423.1395	4479793.6686	257.337	1	
ITR2L	16755.490	628814.0000	4480895.0000	400.0000	628997.7451	4480788.9147	-212.171	1	
ITR2R	16740.134	629173.0000	4480670.0000	400.0000	628990.0672	4480775.6163	211.233	1	
ITR3L	14824.828	627937.0000	4479172.0000	200.0000	628032.4142	4479116.9126	-110.175	1	
ITR3R	15197.955	628394.0000	4479339.0000	200.0000	628218.9773	4479440.0494	202.099	1	

Εικόνα 10.9: Εξαγωγή δεδομένων για τα εμπόδια απο το λογιστικό φύλλο "AXLE.xls" προς χρήση απο το πρόγραμμα "fm20.dat"

## 10.4 Εκτέλεση Προγράμματος

Σε αυτό το σημείο μπορούμε να εκτελέσουμε το πρόγραμμα μας αφού έχουν δοθεί όλα τα απαραίτητα στοιχεία που χρειάζονται. Πηγαίνοντας στο φάκελο LADAS ('c:\LADAS\...'), εντοπίζουμε το αρχείο "M" και το εκτελούμε. Αν θέλουμε να παρακολουθήσουμε λεπτομερώς τη διαδικασία αυτή και τα αποτελέσματα της μπορούμε να ανοίξουμε ένα νέο παράθυρο γραμμής εντολών (Command Prompt) και αλλάζοντας τη τοποθεσία, πηγαίνοντας στο φάκελο H14, να πληκτρολογήσουμε "M" και να πατήσουμε Enter. Τότε θα εμφανιστεί όλη η διαδικασία εκτέλεσης του προγράμματος που μπορεί κανείς να δει παρακάτω. Άπαξ και εκτελεστεί το αρχείο "M", τότε ο χρήστης μπορεί να εκτελεί το πρόγραμμα και από το υπολογιστικό φύλλο "AIR1.xls" πατώντας το κουμπί "ΕΠΙΦΑΝΕΙΣ".



```

C:\LADAS>m
C:\LADAS>del SURF.obj
Could Not Find C:\LADAS\SURF.obj
C:\LADAS>del SURF.exe
C:\LADAS>f132 /c *.for
Microsoft (R) Fortran PowerStation Version 4.00
Copyright (C) Microsoft Corp 1982-1995. All rights reserved.
ARC_FOR
EXIST_FOR
G_FOR
GC10_FOR
GI_FOR
HEIGHT_FOR
INSERT_FOR
INTERVAL_FOR
LINE_FOR
POINTS_FOR
PZS_FOR
RTRI_FOR
SURF_FOR
T2L_FOR
TEXT_FOR
VERTICAL_FOR
C:\LADAS>f132 *.obj /FeSURF.EXE
Microsoft (R) Fortran PowerStation Version 4.00
Copyright (C) Microsoft Corp 1982-1995. All rights reserved.
Microsoft (R) 32-Bit Incremental Linker Version 3.00.5270
Copyright (C) Microsoft Corp 1992-1995. All rights reserved.
C:\LADAS>del *.obj
C:\LADAS>SURF
-----
Επιφάνειες Εμποδίου
-----
Οιαβόζω Τρίγωνο - fm.tri
-----
Ύψος
-----
C:\SAMO\fm.tri
-----
Εγγραφές = 432260
-----
Κορυφές Τριγώνου = 324195
-----
Τρίγωνο = 108065
-----


| Σημείο | Xi         | Yi          | X0        | Απόσταση  | Zi       | Z_Επιφ  | Z_Επιφ-Zi | Z_Εδάφους | Zi-Z_Εδάφους |
|--------|------------|-------------|-----------|-----------|----------|---------|-----------|-----------|--------------|
| K1L    | 627385.000 | 4481365.000 | 16448.022 | -1684.721 | 140.000  | 196.500 | 56.500    | 137.134   | 2.866        |
| K1R    | 630288.000 | 4479530.000 | 16310.365 | 1746.851  | 460.000  | 196.500 | -263.500  | 458.156   | 1.844        |
| K2L    | 624915.000 | 4482421.000 | 16127.545 | -4351.804 | 20.000   | 239.090 | 219.090   | .000      | 20.000       |
| K2R    | 632737.000 | 4478035.000 | 16240.157 | 4615.247  | 1400.000 | 252.262 | -1147.738 | .000      | 1400.000     |


```

Εικόνα 10.10: Εκτέλεση Προγράμματος μέσω Γραμμής Εντολών Command Prompt (1)



Command Prompt

Τρίγωνα = 100065

Σημείο	Xi	Yi	X0	Απόσταση	Zi	Z_Επιφ	Z_Επιφ-Zi	Z_Εδάφους	Zi-Z_Εδάφους
K1L	627385.000	4481365.000	16448.022	-1684.721	140.000	196.500	56.500	137.134	2.866
K1R	630288.000	4479530.000	16310.365	1746.851	460.000	196.500	-263.500	458.156	1.844
K2L	624915.000	4482421.000	16127.545	-4351.804	20.000	239.000	219.000	.000	20.000
K2R	632737.000	4478035.000	16240.157	4615.247	1400.000	252.262	-1147.738	.000	1400.000
K3L	628950.000	4483358.000	18956.511	-1325.891	110.000	205.500	95.500	75.968	34.032
K3R	631966.000	4481501.000	18856.302	2214.541	1300.000	205.500	-1094.500	.000	1300.000
K4L	625548.000	4478782.000	13292.579	-1984.109	50.000	196.500	146.500	17.871	32.129
K4R	628655.000	4476653.000	13002.310	1771.131	70.000	196.500	126.500	38.932	31.068
K5L	628192.000	4484976.000	19778.740	-2791.338	20.000	239.773	219.773	.000	20.000
K5R	633088.000	4482468.000	20254.748	2702.722	780.000	247.462	-532.538	.000	780.000
K6L	624163.000	4477793.000	11743.579	-2689.055	20.000	243.981	223.981	.000	20.000
K6R	628451.000	4474659.000	11173.456	2591.462	20.000	264.064	244.064	.000	20.000
A1L	633981.000	4492854.000	29695.788	-1716.918	20.000	536.574	516.574	.000	20.000
A1R	637115.000	4492217.000	30711.130	1315.706	20.000	567.034	547.034	.000	20.000
A2L	631266.000	4485778.000	22210.292	-530.176	20.000	266.306	246.306	.000	20.000
A2R	631897.000	4484629.000	21530.729	590.786	50.000	252.715	202.715	.000	50.000
A3L	629813.000	4482754.000	18864.931	-276.511	300.000	199.399	-100.601	244.085	55.915
A3R	630192.000	4482921.000	18653.462	289.212	500.000	195.169	-304.831	457.968	42.032
A4L	626844.000	4477591.000	12909.142	-266.241	50.000	193.317	143.317	30.529	11.471
A4R	627306.000	4477162.000	12768.617	348.363	50.000	196.128	146.128	45.331	4.669
A5L	625753.000	4476150.000	11115.700	-490.574	20.000	229.186	209.186	.000	20.000
A5R	626116.000	4474653.000	10000.760	572.293	20.000	251.485	231.485	.000	20.000
A6L	621632.000	4470028.000	3753.392	-998.465	20.000	487.598	467.598	.000	20.000
A6R	622879.000	4467239.000	1961.547	1475.969	20.000	541.354	521.354	.000	20.000
I1L	634205.000	4490716.000	27956.226	-453.928	20.000	381.225	361.225	.000	20.000
I1R	636922.000	4493431.000	31665.985	541.563	20.000	455.420	435.420	.000	20.000
I2L	630609.000	4484684.000	20934.360	-552.155	30.000	236.000	206.000	.000	30.000
I2R	631376.000	4484020.000	20742.820	444.086	200.000	225.907	25.907	.000	200.000
I3L	625802.000	4476099.000	11096.032	-422.639	20.000	229.579	209.579	.000	20.000
I3R	626612.000	4475842.000	11278.464	407.342	20.000	220.671	200.671	.000	20.000
T4L	620273.000	4466806.000	283.558	-564.393	20.000	445.829	425.829	.000	20.000
T4R	621162.000	4466362.000	343.543	427.503	20.000	444.629	424.629	.000	20.000
I41L	629095.000	4481016.000	17000.779	-29.317	300.000	9.177	-290.823	262.158	37.842
I41R	629140.000	4480951.000	16966.988	42.154	300.000	7.825	-292.175	276.103	23.897
I42L	627860.000	4478879.000	14532.583	-30.359	200.000	21.097	-178.903	123.551	76.449
I42R	628329.000	4479543.000	15342.124	43.807	200.000	154.647	-45.353	119.557	80.443
B1L	629289.000	4481464.000	17485.759	-85.309	300.000	171.815	-128.185	239.740	60.260
B1R	629098.000	4480874.000	16879.304	44.281	300.000	4.318	-295.682	252.296	47.704
B2L	628104.000	4479322.000	15038.232	-40.549	300.000	.871	-299.129	157.040	142.960
B2R	627959.000	4478825.000	14535.318	82.378	300.000	20.987	-279.013	166.753	133.247
TR1L	628342.000	4480439.000	16124.583	-392.935	220.000	196.500	-23.500	194.816	25.184
TR1R	628817.000	4480071.000	16043.385	202.428	200.000	196.500	-3.500	189.588	10.412
TR2L	629065.000	4481647.000	17532.241	-370.798	250.000	205.500	-44.500	181.290	68.710
TR2R	630184.000	4482002.000	18468.462	300.784	500.000	205.500	-374.500	560.303	19.697
TR3L	627267.000	4478615.000	14007.452	-411.912	110.000	196.500	86.500	62.535	47.465
TR3R	628081.000	4478360.000	14193.616	420.533	200.000	196.500	-3.500	159.924	40.076
ITR1L	628311.000	4480065.000	15785.189	-232.781	200.000	196.500	-3.500	137.856	62.144
ITR1R	628646.000	4479665.000	15606.279	257.337	200.000	196.500	-3.500	181.054	18.946
ITR2L	628814.000	4480895.000	16755.490	-212.171	400.000	196.500	-203.500	296.998	103.002
ITR2R	629173.000	4480670.000	16740.134	211.233	400.000	196.500	-203.500	246.669	153.331
ITR3L	627937.000	4479172.000	14824.828	-110.175	200.000	155.003	-44.977	163.944	36.056
ITR3R	628394.000	4479339.000	15197.955	202.099	200.000	196.500	-3.500	139.475	60.525

Επιφάνειες Εμποδίου

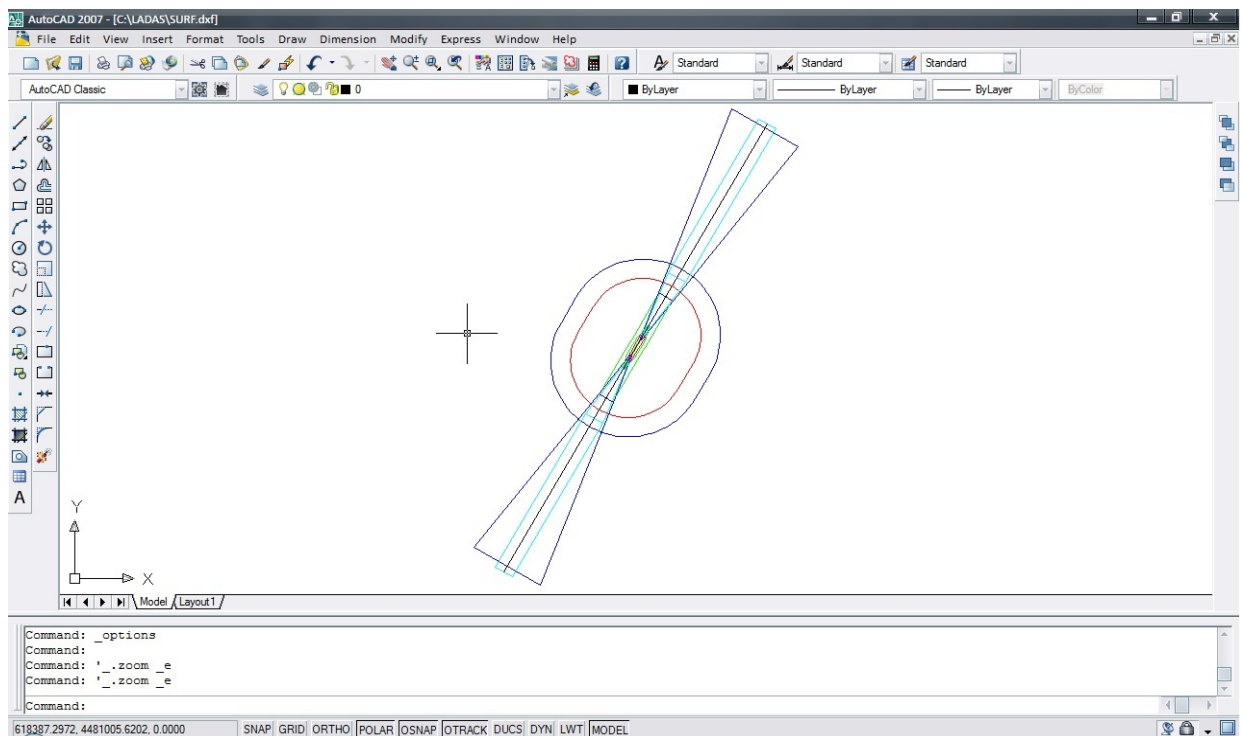
Εικόνα 10.11: Εκτέλεση Προγράμματος μέσω Γραμμής Εντολών Command Prompt (2)

## 10.5 Αποτελέσματα Προγράμματος

Αφού εκτελέσαμε με επιτυχία το πρόγραμμα, τώρα μπορούμε να περάσουμε στη παρουσίαση των αποτελεσμάτων του.

### 10.5.1 Σχέδια Επιφανειών

Όλα τα σχέδια των επιφανειών συνδυασμένα, είναι στο αρχείο SURF.dxf στον ίδιο φάκελο με το κυρίως πρόγραμμα, όπως δείξαμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο. Ανοίγοντας το αρχείο αυτό, μας δίνεται η ακριβής θέση του διαδρόμου αλλά και κάθε μίας επιφάνειας.



**Εικόνα 10.12: Σχέδια Επιφανειών Περιορισμού Εμποδίων SURF.dxf**

Σε αυτό το σημείο, προτρέπουμε το χρήστη να ανατρέξει στο αντίστοιχο υποκεφάλαιο του κεφαλαίου 10 (10.1.1 Σχέδια Επιφανειών Περιορισμού Εμποδίων) όπου καταγράφεται λεπτομερώς η διαδικασία ανάγνωσης των σχεδίων. Τα σχέδια είναι τα ακριβώς τα ίδια μιας και χρησιμοποιήθηκαν αυτά του παραδείγματος για την επεξήγηση της λειτουργίας του προγράμματος)

## 10.5.2 Στοιχεία Σημείων Ελέγχου Επιφανειών

Από το πρόγραμμα δημιουργείται το αρχείο "zedef.prm" στον ίδιο φάκελο. Αυτό το αρχείο παρουσιάζει τα αποτελέσματα του ελέγχου υψομέτρων για τα σημεία που έχουν δοθεί στο AXLE.xls.

Σημείο	Xί	Υί	ΧΘ	Απόσταση	Zί	Z_κωνικής	Z_προσυ	Z_Απογ	Z_Μεταβ	Z_Εσωτ_προσυ	Z_Μκτ	Z_Εσωτ_Μεταβ	Z_Επιφ	Z_Επιφ-Zί	Z_Εδάφους	Zί-Z_Εδάφους
K1L	627385.000	4481365.000	16448.022	-1684.721	140.000	196.500	.000	.000	.000	.000	.000	.000	196.500	56.500	137.134	2.866
K1R	630288.000	4479530.000	16310.365	1746.851	460.000	196.500	.000	.000	.000	.000	.000	.000	196.500	-263.500	458.156	1.844
K2L	624915.000	4482421.000	16127.545	-4351.804	20.000	239.090	.000	.000	.000	.000	.000	.000	239.090	219.090	.000	20.000
K2R	632737.000	4478035.000	16240.157	4615.247	1400.000	252.262	.000	.000	.000	.000	.000	.000	252.262	-1147.738	.000	1400.000
K3L	626950.000	4483358.000	18956.511	-1325.891	110.000	205.500	.000	.000	.000	.000	.000	.000	205.500	95.500	75.968	34.032
K3R	631866.000	4481501.000	18856.302	2214.541	1300.000	205.500	.000	.000	.000	.000	.000	.000	205.500	-1094.500	.000	1300.000
K4L	625548.000	4478782.000	13292.579	-1984.109	50.000	196.500	.000	.000	.000	.000	.000	.000	196.500	146.500	17.871	32.129
K4R	628655.000	4476653.000	13002.310	1771.131	70.000	196.500	.000	.000	.000	.000	.000	.000	196.500	126.500	38.932	31.068
K5L	628192.000	4484976.000	19978.740	-2791.338	20.000	239.773	.000	.000	.000	.000	.000	.000	239.773	219.773	.000	20.000
K5R	633088.000	4482468.000	20254.748	2702.722	780.000	247.462	.000	.000	.000	.000	.000	.000	247.462	-532.538	.000	780.000
K6L	624163.000	4477793.000	11743.579	-2689.055	20.000	243.981	.000	.000	.000	.000	.000	.000	243.981	223.981	.000	20.000
K6R	628451.000	4474659.000	11173.456	2591.462	20.000	264.064	.000	.000	.000	.000	.000	.000	264.064	244.064	.000	20.000
A1L	633981.000	4492854.000	29695.788	-1716.918	20.000	.000	538.574	.000	.000	.000	.000	.000	538.574	516.574	.000	20.000
A1R	637115.000	4492217.000	30711.130	1315.706	20.000	.000	567.034	.000	.000	.000	.000	.000	567.034	547.034	.000	20.000
A2L	631266.000	4485778.000	22210.292	-530.176	20.000	.000	312.009	266.306	.000	.000	.000	.000	266.306	246.306	.000	20.000
A2R	631897.000	4484629.000	21530.729	590.786	50.000	.000	291.622	252.715	.000	.000	.000	.000	252.715	202.715	.000	50.000
A3L	629813.000	4482754.000	18884.931	-276.511	300.000	205.500	215.423	199.399	.000	.000	.000	.000	199.399	-109.601	244.085	55.915
A3R	630192.000	4482291.000	18653.462	283.212	500.000	205.500	210.137	195.169	.000	.000	.000	.000	195.169	-304.831	457.968	42.032
A4L	626844.000	4477591.000	12909.142	-266.241	50.000	196.500	215.471	193.317	.000	.000	.000	.000	193.317	143.317	38.529	11.471
A4R	627306.000	4477162.000	12768.617	348.363	50.000	196.500	218.985	196.128	.000	.000	.000	.000	196.128	146.128	45.331	4.669
A5L	625753.000	4476150.000	11115.700	-490.574	20.000	229.235	266.729	229.186	.000	.000	.000	.000	229.186	209.186	.000	20.000
A5R	626116.000	4474653.000	10000.760	572.293	20.000	.000	300.177	251.485	.000	.000	.000	.000	251.485	231.485	.000	20.000
A6L	621632.000	4470028.000	3753.392	-998.465	20.000	.000	487.598	.000	.000	.000	.000	.000	487.598	467.598	.000	20.000
A6R	622879.000	4467239.000	1961.547	1475.969	20.000	.000	541.354	.000	.000	.000	.000	.000	541.354	521.354	.000	20.000
T1L	634205.000	4490716.000	27956.226	-453.928	20.000	.000	484.387	381.225	.000	.000	.000	.000	381.225	361.225	.000	20.000
T1R	636922.000	4493431.000	31885.985	541.563	20.000	.000	455.420	.000	.000	.000	.000	.000	455.420	435.420	.000	20.000
T2L	630609.000	4484684.000	20924.360	-552.155	30.000	236.080	273.731	240.787	.000	.000	.000	.000	236.080	206.080	.000	30.000
T2R	631376.000	4484020.000	20742.820	444.086	200.000	225.907	267.985	236.956	.000	.000	.000	.000	225.907	25.907	.000	200.000
T3L	625802.000	4476099.000	11096.032	-422.639	20.000	229.822	267.319	229.579	.000	.000	.000	.000	229.579	209.579	.000	20.000
T3R	626612.000	4475842.000	11278.464	407.342	20.000	220.671	261.846	225.931	.000	.000	.000	.000	220.671	200.671	.000	20.000
T4L	620273.000	4466806.000	283.558	-564.393	20.000	.000	.000	445.829	.000	.000	.000	.000	445.829	425.829	.000	20.000
T4R	621162.000	4466362.000	343.543	427.503	20.000	.000	.000	444.629	.000	.000	.000	.000	444.629	424.629	.000	20.000
IA1L	629095.000	4481016.000	17000.779	-29.317	300.000	205.500	168.819	162.116	.000	170.019	9.177	.000	9.177	-290.823	262.158	37.842
IA1R	629140.000	4480951.000	16966.988	42.154	300.000	205.500	167.975	161.440	.000	169.175	7.825	.000	7.825	-292.175	276.103	23.897
IA2L	627860.000	4478879.000	14532.583	-30.359	200.000	196.500	174.885	160.848	.000	182.185	21.097	.000	21.097	-178.903	123.551	76.449
IA2R	628329.000	4479543.000	15342.124	43.807	200.000	196.500	154.647	.000	.000	161.947	.000	.000	154.647	-45.353	119.557	80.443
B1L	629289.000	4481464.000	17485.759	-85.309	300.000	205.500	180.944	171.815	.000	.000	.000	.000	171.815	-128.185	239.740	60.260
B1R	629098.000	4480874.000	16879.304	44.281	300.000	205.500	165.783	.000	.000	166.983	4.318	.000	4.318	-295.682	252.296	47.704
B2L	628104.000	4479322.000	15038.232	-40.549	300.000	196.500	162.244	.000	.000	169.544	.871	.000	.871	-299.129	157.040	142.960
B2R	627959.000	4478825.000	14535.318	82.378	300.000	196.500	174.817	160.794	.000	20.987	.000	.000	20.987	-279.013	166.753	133.247
TR1L	628342.000	4480439.000	16124.583	-392.935	220.000	196.500	.000	.000	243.665	.000	.000	.000	196.500	-23.500	194.816	25.184
TR1R	628817.000	4480071.000	16043.385	202.428	200.000	196.500	.000	.000	216.422	.000	.000	249.171	196.500	-3.500	189.588	10.412
TR2L	629065.000	4481647.000	17532.241	-370.798	250.000	205.500	.000	.000	.000	.000	.000	.000	205.500	-44.500	181.290	68.710
TR2R	630184.000	4482082.000	18468.462	380.784	580.000	205.500	.000	.000	.000	.000	.000	.000	205.500	-374.500	560.303	19.697
TR3L	627267.000	4478615.000	14007.452	-411.912	110.000	196.500	.000	.000	.000	.000	.000	.000	196.500	86.500	62.533	47.465
TR3R	628081.000	4478360.000	14193.616	420.533	200.000	196.500	.000	.000	.000	.000	.000	.000	196.500	-3.500	159.924	40.076
ITR1L	628311.000	4480065.000	15785.189	-22.781	200.000	196.500	.000	.000	220.763	.000	.000	261.312	196.500	3.500	137.856	62.144
ITR1R	628646.000	4479665.000	15606.279	257.337	200.000	196.500	.000	.000	224.274	.000	.000	271.135	196.500	-3.500	181.054	18.946
ITR2L	628814.000	4480895.000	16755.490	-212.171	400.000	196.500	.000	.000	.000	.000	.000	.000	196.500	-203.500	296.998	103.002
ITR2R	629173.000	4480670.000	16740.134	211.233	400.000	196.500	.000	.000	.000	.000	.000	.000	196.500	-203.500	246.669	153.331
ITR3L	627937.000	4479172.000	14824.828	-110.175	200.000	196.500	167.579	155.003	.000	.000	.000	.000	155.003	-44.997	163.944	36.056
ITR3R	628394.000	4479339.000	15197.955	202.099	200.000	196.500	.000	.000	.000	.000	.000	.000	196.500	-3.500	139.475	60.525

Εικόνα 10.13: "zedef.prm" - Τελικά αποτελέσματα εμποδίων απο το λογιστικό φύλλο "AIR1.xls". Διακρίνονται με σειρά εμφάνισης για κάθε σημείο, η ονομασία, οι συντεταγμένες x,y η απόσταση απο τον άξονα διαδρόμου, το υψόμετρο, τα κρίσιμα υψόμετρα ανα επιφάνεια, το τελικό κρίσιμο υψόμετρο, η διαφορά κρίσιμου υψομέτρου-υψομέτρου σημείου, το υψόμετρο εδάφους στο σημείο και η διαφορά υψομέτρου σημείου -υψομέτρου εδάφους

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

## Συμπεράσματα - Προτάσεις

Τα αποτελέσματα που παίρνουμε από τη λειτουργία του προγράμματος είναι άκρως ικανοποιητικά. Αυτά βεβαίως, όπως αναφέρθηκε, είτε επαληθεύονται ή αναιρούνται από τον απαραίτητο αεροναυτιλιακό έλεγχο όπου και λαμβάνεται η τελική απόφαση για το υψόμετρο ενός σημείου.

Το πρόγραμμα αποδεικνύεται εύκολο στη χρήση και ευέλικτο στις εκάστοτε ανάγκες κάθε διαφορετικού αεροδρομίου και κατασκευής στο χώρο αυτού. Αυτό επιτυγχάνεται με απλή εισαγωγή και αλλαγή των δεδομένων εισόδου.

Η λειτουργία του προγράμματος επιδέχεται βελτιώσεων, τόσο στις πληροφορίες που μπορεί να δίνει ως αποτελέσματα όσο και στις παραμέτρους που μπορεί να δέχεται ως δεδομένα και που ορίζουν τη θέση του διαδρόμου ενός αεροδρομίου.

Όσες περισσότερες θέσεις εξετάζουμε σε μια περιοχή, τόσο περισσότερος χρόνος χρειάζεται για την εισαγωγή δεδομένων όπως ορίστηκε στην παρούσα Δ.Ε. Αυτό μπορεί να λυθεί προσαρμόζοντας το πρόγραμμα να δέχεται ως δεδομένο ένα ψηφιοποιημένο μορφολογικό χάρτη και να εξετάζει πολλές θέσεις με βήμα που θα του δίνεται από το χρήστη. Στο ίδιο μήκος κύματος, θα μπορούσε το πρόγραμμα να ελέγχει τα υψόμετρα των σημείων του εδάφους σε μια ακτίνα που θα ορίζει ο χρήστης και θα περιλαμβάνει όλες τις επιφάνειες περιορισμού εμποδίων.

Ο ίδιος ψηφιοποιημένος μορφολογικός χάρτης εδάφους θα μπορούσε να περιέχει τις κατασκευές προς εξέταση υψομέτρου και να ενοποιηθεί με τα σχέδια των επιφανειών περιορισμού εμποδίων για πιο παραστατική παρουσίαση της κατασκευής και του προβλήματος.

Εκτός του ελέγχου υψομέτρων, με τον παραπάνω τρόπο, θα μπορούσε να επιτευχθεί και ο υπολογισμός των αναγκαίων χωματουργικών εργασιών (παρόμοια διαδικασία είχε γίνει στα πλαίσια του μαθήματος του 10<sup>ου</sup> εξαμήνου “Ειδικά Θέματα Σχεδιασμού Οδών” με το ίδιο πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε και εδώ).

Το πρόγραμμα, όπως και κάθε πρόγραμμα δεν μπορεί να αντικαταστήσει την εμπειρία του μελετητή, αλλά αντιθέτως μπορεί να τον βοηθήσει να βρει όσο το δυνατόν πιο γρήγορα και πιο λεπτομερέστερα το μέγιστο επιτρεπόμενο υψόμετρο για κάθε σημείο που βρίσκεται στις επιφάνειες περιορισμού εμποδίων. Αν η εργασία αυτή γίνεται σε στάδιο μελέτης και ειδικότερα στο στάδιο επιλογής θέσης του αερολιμένα, μπορεί να βοηθήσει κατά πολύ στην επιλογή αυτή.

Τέλος, θέλουμε να σημειώσουμε πως το πρόγραμμα που φτιάξαμε είναι γραμμένο σε μια απλή γλώσσα προγραμματισμού (Fortran 77) και συνεπώς επιδέχεται πολλές βελτιώσεις τόσο στο περιβάλλον λειτουργίας του ώστε να είναι πιο φιλικό προς τον χρήστη όσο και στις δυνατότητες του.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

## Βιβλιογραφία :

Τα παρακάτω συγγράμματα χρησιμοποιήθηκαν είτε για αναφορές ή για την κατάρτιση του συγγραφέα της παρούσης Διπλωματικής Εργασίας.

1. International Civil Aviation Organization (ICAO), *“Annex 14, Volume 1”*, July 2009
2. Federal Aviation Administration (FAA), *“Federal Aviation Regulations PART 77”* 2010, [www.faa.gov](http://www.faa.gov)
3. R. De Neufville, A. R. Odoni, Απόδοση και Προσαρμογή Β. Ψαράκη-Καλουπποΐδη, *“Συστήματα Αεροδρομίων”*, Εκδόσεις Παπασωτηρίου 2009
4. Κ. Αμπακούμκιν, *“Αεροδρόμια”*, Εκδόσεις Συμμετρία 1990
5. Esri, *“Esri Aeronautical Solution”*, 2012, [www.esri.com](http://www.esri.com)
6. PSMI, *“AvGIS – Airport Vicinity Land Use Analysis And Management Software”*, 2001, [www.psmi.ca](http://www.psmi.ca)
7. Toshiyuki Kamiya, Hirokazu Koizumi, Hirouyuki Yagyu, Kazuaki Hashizume, Nagisa Numano, Jung Wang, Hideo Shimazu, *“Airport Obstacle Extraction By Aerial Photograph Stereo Matching”*, System Technology Laboratory, NEC System Technologies, Ltd., 2009
8. Γ. Κανελλαΐδης , Φ. Μερτζάνης , Ι. Παγώνη , *“Σχεδιασμός Οδών Με Τη Χρήση Ηλεκτρονικού Υπολογιστή”* Εκδόσεις Ε.Μ.Π 2011
9. Π. Γιαννόπουλος, Ειρήνη-Μαρία Κανιτάκη, Γερτρούδη-Μαρία Λάππα, *“Προγραμματισμός Με Ηλεκτρονική Υπολογιστή”*, Εκδόσεις Ε.Μ.Π 2007



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΚΥΡΙΩΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ – SURF.FOR

SURF

```
C*****
C
C   EPIFANEIES EMPODIWN.FOR
C
C   EXAMPLE
C
C*****
```

```
C-----
C   program EPIFANEIES EMPODIWN
C-----
```

```
C-----
C   FILES
C-----
```

```
character*50 airprm
character*999 fm20          ! fm20.dat
character*999 fmtri        ! fm.tri
character*50 zedef
C character*10 a10          ! Name of Points
character*10 ai            ! Name of Points
```

```
C-----
C   COMMON
C-----
```

```
common /prm_zdt/zdt
common /general /ca,ct,kcb,kce,kab,kae,ktb,kte,kiae,kiab,kbb,kbe
common /conical /sc,hc,hh,r1c,r2c
common /approach /wa,las,dap,la1,sa1,wa2,la2,sa2,wa3,la3,wa4
common /transit /stt
common /takeoff /wts,lts,dt,wtf,lt,st,lt1
common /integr_1/xca,yca,zca,xcb,ycb,zcb
common /integr_2/zac,zad,zae,zaf,zabl,zagl
common /integr_3/ztc,ztd
common /integr_4/dytrb,dxtrd,dxtra
common /integr_5/ztrb,ztrc,zitrb,zitrc
common /integr_6/zbb,zbc
common /integr_7/dyitrb,dxitr,dxitra
common /inner_approach /wia,lia,sia,lias
common /balked /wb,wb1,wb2,lb11,lb12,sb,db,lbs
common /inner_transit /str

common /fmtri/itri,xtri,ytri,ztri
```

```
C-----
C   PARAMETERS
C-----
```

```
real*8      xc,yc,zc      ! RUNWAY CENTRE
real*8      az            ! RUNWAY AZIMUTH
real*8      ln            ! RUNWAY LENGTH
real*8      srun          ! RUNWAY Slope

real*8      pi            ! π=3.14159265

integer*4    type         ! Typos

integer*4    it           ! Status
```

```
C-----
C   CONICAL
C-----
```

```
real*8      sc            ! Conical Slope
real*8      hc            ! Conical Height

real*8      hh            ! Conical Inner Height
```

```

SURF
real*8      r1c,r2c      ! Conical Inner Radius
real*8      sang1       ! Arc Start Angle -conical
real*8      eang1       ! Arc End Angle   -conical

real*8      sang2       ! Arc Start Angle -conical
real*8      eang2       ! Arc End Angle   -conical

real*8      xia,yia,zia  ! Inner_h - A
real*8      xial,yial,zial ! Inner_h - A_Left
real*8      xiar,yiar,ziar ! Inner_h - A_Right
real*8      xib,yib,zib  ! Inner_h - B
real*8      xibl,yibl,zibl ! Inner_h - B_Left
real*8      xibr,yibr,zibr ! Inner_h - B_Right

real*8      xca,yca,zca  ! Conical - A
real*8      xcal,ycal,zcal ! Conical - A_Left
real*8      xcar,ycar,zcar ! Conical - A_Right
real*8      xcb,ycb,zcb  ! Conical - B
real*8      xcb1,ycb1,zcb1 ! Conical - B_Left
real*8      xcbr,ycbr,zcbr ! Conical - B_Right

```

```

C-----
C APPROACH
C-----

```

```

real*8      wa          ! Approach Length of Inner Edge
real*8      las        ! Approach Distance from Threshold
real*8      dap        ! Approach Divergence
real*8      la1        ! Approach Length_1
real*8      sa1        ! Approach Slope_1
real*8      wa2        ! Approach width_2
real*8      la2        ! Approach Length_2
real*8      sa2        ! Approach Slope_2
real*8      wa3        ! Approach width_3
real*8      la3        ! Approach Length_3
real*8      wa4        ! Approach Width_4

real*8      xaa,yaa,zaa  ! Approach - A
real*8      xaa1,yaa1,zaa1 ! Approach - A_Left
real*8      xaar,yaar,zaar ! Approach - A_Right

real*8      xab,yab,zab  ! Approach - B
real*8      xab1,yab1,zab1 ! Approach - B_Left
real*8      xabr,yabr,zabr ! Approach - B_Right

real*8      xac,yac,zac  ! Approach - C
real*8      xac1,yac1,zac1 ! Approach - C_Left
real*8      xacr,yacr,zacr ! Approach - C_Right

real*8      xad,yad,zad  ! Approach - D
real*8      xad1,yad1,zad1 ! Approach - D_Left
real*8      xadr,yadr,zadr ! Approach - D_Right

real*8      xae,yae,zae  ! Approach - E
real*8      xae1,yae1,zae1 ! Approach - E_Left
real*8      xaer,yaer,zaer ! Approach - E_Right

real*8      xaf,yaf,zaf  ! Approach - F
real*8      xaf1,yaf1,zaf1 ! Approach - F_Left
real*8      xافر,yافر,zافر ! Approach - F_Right

real*8      xag,yag,zag  ! Approach - G
real*8      xag1,yag1,zag1 ! Approach - G_Left
real*8      xagr,yagr,zagr ! Approach - G_Right

real*8      xah,yah,zah  ! Approach - H

```

## SURF

```

real*8    xahl,yahl,zahl    ! Approach - H_Left
real*8    xahr,yahr,zahr    ! Approach - H_Right

```

```

C-----
C    INNER APPROACH
C-----

```

```

real*8    wia                ! Inner Approach Width
real*8    lias               ! Inner Approach Distance from Threshold
real*8    lia                ! Inner Approach Length
real*8    sia                ! Inner Approach Slope

real*8    xiaa,yiaa,ziaa     ! Inner Approach - A
real*8    xiaal,yiaal,ziaal ! Inner Approach - A_Left
real*8    xiaar,yiaar,ziaar ! Inner Approach - A_Right

real*8    xiab,yiab,ziab     ! Inner Approach - B
real*8    xiabl,yiabl,ziabl ! Inner Approach - B_Left
real*8    xiabr,yiabr,ziabr ! Inner Approach - B_Right

real*8    xiac,yiac,ziac     ! Inner Approach - C
real*8    xiACL,yiACL,ziACL ! Inner Approach - C_Left
real*8    xiacr,yiacr,ziacr ! Inner Approach - C_Right

real*8    xiad,yiad,ziad     ! Inner Approach - D
real*8    xiadl,yiadl,ziadl ! Inner Approach - D_Left
real*8    xiadr,yiadr,ziadr ! Inner Approach - D_Right

```

```

C-----
C    TRANSITIONAL
C-----

```

```

real*8    stt                ! Transitional Slope

real*8    xtra,ytra,ztra     ! Transitional - A
real*8    xtral,ytral,ztral ! Transitional - A_Left
real*8    xtrar,ytrar,ztrar ! Transitional - A_Right

real*8    xtrb,ytrb,ztrb     ! Transitional - B
real*8    xtrbl,ytrbl,ztrbl ! Transitional - B_Left
real*8    xtrbr,ytrbr,ztrbr ! Transitional - B_Right

real*8    xtrc,ytrc,ztrc     ! Transitional - C
real*8    xtrcl,ytrcl,ztrcl ! Transitional - C_Left
real*8    xtrcr,ytrcr,ztrcr ! Transitional - C_Right

real*8    xtrd,ytrd,ztrd     ! Transitional - D
real*8    xtrdl,ytrdl,ztrdl ! Transitional - D_Left
real*8    xtrdr,ytrdr,ztrdr ! Transitional - D_Right

real*8    dxtra,dxtrd,dytrb ! Transitional - D_Right

```

```

C-----
C    INNER TRANSITIONAL
C-----

```

```

real*8    str                ! Inner Transitional Slope

real*8    xitra,yitra,zitra  ! Inner Transitional - A
real*8    xitral,yitral,zitral ! Inner Transitional - A_Left
real*8    xitar,yitar,zitar  ! Inner Transitional - A_Right

real*8    xitrB,yitrB,zitrB  ! Inner Transitional - B
real*8    xitrbl,yitrbl,zitrbl ! Inner Transitional - B_Left
real*8    xitrbr,yitrbr,zitrbr ! Inner Transitional - B_Right

```

		SURF	
real*8	xitrc,yitrc,zitrc		! Inner Transitional - C
real*8	xitrcl,yitrcl,zitrcl		! Inner Transitional - C_Left
real*8	xitrcr,yitrcr,zitrcr		! Inner Transitional - C_Right
real*8	xitrd,yitrd,zitrd		! Inner Transitional - D
real*8	xitrdl,yitrdl,zitrdl		! Inner Transitional - D_Left
real*8	xitrdr,yitrdr,zitrdr		! Inner Transitional - D_Right

C-----  
C     BALKED LANDING  
C-----

real*8	wb		! Balked Length of Inner Edge
real*8	lbs		! Balked Distance from Threshold
real*8	db		! Balked Divergence
real*8	sb		! Balked Slope
real*8	xba,yba,zba		! Balked - A
real*8	xbal,ybal,zbal		! Balked - A_Left
real*8	xbar,ybar,zbar		! Balked - A_Right
real*8	xbb,ybb,zbb		! Balked - B
real*8	xbbl,ybb1,zbb1		! Balked - B_Left
real*8	xbb1,ybb1,zbb1		! Balked - B_Right
real*8	xbc,ybc,zbc		! Balked - C
real*8	xbc1,ybc1,zbc1		! Balked - C_Left
real*8	xbc1,ybc1,zbc1		! Balked - C_Right
real*8	xbd,ybd,zbd		! Balked - D
real*8	xbd1,ybd1,zbd1		! Balked - D_Left
real*8	xbd1,ybd1,zbd1		! Balked - D_Right

C-----  
C     TAKEOFF  
C-----

real*8	wts		! Take Off Length of Inner Edge
real*8	lts		! Take Off Distance from Runway End
real*8	dt		! Take Off Divergence
real*8	wtf		! Take Off Final Width
real*8	lt		! Take Off Length
real*8	st		! Take Off Slope
real*8	lt1		! Take Off Divergence distance
real*8	xta,yta,zta		! Take_off - A
real*8	xtal,ytal,ztal		! Take_off - A_Left
real*8	xtar,ytar,ztar		! Take_off - A_Right
real*8	xtb,ytb,ztb		! Take_off - B
real*8	xtbl,ytbl,ztbl		! Take_off - B_Left
real*8	xtbr,ytbr,ztbr		! Take_off - B_Right
real*8	xtc,ytc,ztc		! Take_off - C
real*8	xtc1,ytc1,ztc1		! Take_off - C_Left
real*8	xtcr,ytcr,ztcr		! Take_off - C_Right
real*8	xtd,ytd,ztd		! Take_off - D
real*8	xtd1,ytd1,ztd1		! Take_off - D_Left
real*8	xtdr,ytdr,ztdr		! Take_off - D_Right
real*8	xte,yte,zte		! Take_off - E
real*8	xte1,yte1,zte1		! Take_off - E_Left
real*8	xter,yter,zter		! Take_off - E_Right
real*8	xtf,ytf,ztf		! Take_off - F

```

                                SURF
real*8      xtf1,ytf1,ztf1      ! Take_off - F_Left
real*8      xtfr,ytfr,ztfr      ! Take_off - F_Right

C-----
C  RUNWAY AXIS - RUNWAY - THRESHOLD - SAFETY ZONE
C-----

real*8      xa1,ya1,za1          ! AXIS A1
real*8      xb1,yb1,zb1          ! AXIS B1

real*8      xra,yra,zra          ! Runway A
real*8      xra1,yra1,zra1       ! Runway A_Left
real*8      xrar,yrar,zrar       ! Runway A_Right
real*8      xrb,yrb,zrb          ! Runway B
real*8      xrb1,yrb1,zrb1       ! Runway B_Left
real*8      xrbr,yrbr,zrbr       ! Runway B_Right

real*8      xtha1,ytha1,ztha1    ! THRESHOLD A_Left
real*8      xthar,ythar,zthar    ! THRESHOLD A_Right
real*8      xthb1,ythb1,zthb1    ! THRESHOLD B_Left
real*8      xthbr,ythbr,zthbr    ! THRESHOLD B_Right

real*8      xsa,ya1,zsa          ! Safety Zone A
real*8      xsa1,ya1,zsa1        ! Safety Zone A_Left
real*8      xsar,ya1,zsar        ! Safety Zone A_Right
real*8      xsb,yb1,zsb          ! Safety Zone B
real*8      xsb1,yb1,zsb1        ! Safety Zone B_Left
real*8      xsbr,yb1,zsbr        ! Safety Zone B_Right

C-----
C  POINTS
C-----

real*8      xi,yi,zi,dyi         ! Point

real*8      xlr1b,ylr1b,zlr1b    ! LR - Begin
real*8      xlr2b,ylr2b,zlr2b    ! LR - End

real*8      kcb,kce              ! Begin-End Conical
real*8      kab,kae              ! Begin-End Approach
real*8      ktb,kte              ! Begin-End Takeoff
real*8      kiab,kiae            ! Begin-End Inner Approach
real*8      kbb,kbe              ! Begin-End Balked

real*8      klm                  ! Kilometrage

real*8      dxitra,dxitr,d,yitrb ! Transitional

real*8      zf                   ! Z_Final

real*8      zfc                  ! Z_Final_Conical
real*8      zfa                  ! Z_Final_Approach
real*8      zft                  ! Z_Final_TakeOff
real*8      zftt                 ! Z_Final_Transitional
real*8      zfia                 ! Z_Final_InnerApproach
real*8      zfb                  ! Z_Final_Balked
real*8      zfit                 ! Z_Final_InnerTransitional

C-----
C  FM.TRI
C-----

integer*4   itri                 ! No
real*8      xtri(500000)         ! X
real*8      ytri(500000)         ! Y
real*8      ztri(500000)         ! Z

real*8      zh                   ! Zh

```

SURF

```
C-----  
C   START PROGRAM  
C-----
```

```
call g('Επιφάνειες Εμποδίων',19,1)
```

```
C-----  
C   AIR.PRM  
C-----
```

```
airprm='C:\LADAS\fm.air'  
open(1,file=airprm,status='unknown')  
read(1,*) xc,yc,zc,az,ln,srun,zdt,ca,ct,thra,thrb  
! ca = Code of Approach  
! ct = code of Takeoff  
! thra = Threshold from runway end A  
! thrb = Threshold from runway end B  
close (1)
```

```
sang1=-az  
eang1=sang1+180
```

```
sang2=eang1  
eang2=sang2+180
```

```
C-----  
C   SURFACES PARAMETERS  
C-----
```

```
if (ca.eq.1) then
```

```
sc=0.05  
hc=35  
hh=45  
r1c=2000
```

```
wa=60  
las=30  
dap=0.10  
lal=1600  
sal=0.05
```

```
stt=0.20
```

```
end if
```

```
if (ca.eq.2) then
```

```
sc=0.05  
hc=55  
hh=45  
r1c=2500
```

```
wa=80  
las=60  
dap=0.10  
lal=2500  
sal=0.04
```

```
stt=0.20
```

```
end if
```

```
if (ca.eq.3) then
```

```
sc=0.05  
hc=75
```



SURF

```
hh=45
r1c=4000

wa=150
las=60
dap=0.10
la1=3000
sa1=0.0333

stt=0.143

end if

if (ca.eq.4) then

sc=0.05
hc=100
hh=45
r1c=4000

wa=150
las=60
dap=0.10
la1=3000
sa1=0.025

stt=0.143

end if

if (ca.eq.5) then

sc=0.05
hc=60
hh=45
r1c=3500

wa=150
las=60
dap=0.15
la1=2500
sa1=0.0333

stt=0.20

end if

if (ca.eq.6) then

sc=0.05
hc=75
hh=45
r1c=4000

wa=300
las=60
dap=0.15
la1=3000
sa1=0.02
la2=3600
sa2=0.025
la3=8400

stt=0.143

end if

if (ca.eq.7) then
```

SURF

sc=0.05  
hc=100  
hh=45  
r1c=4000

wa=300  
las=60  
dap=0.15  
la1=3000  
sa1=0.02  
la2=3600  
sa2=0.025  
la3=8400

stt=0.143

end if

if (ca.eq.8) then

sc=0.05  
hc=60  
hh=45  
r1c=3500

wia=90  
lias=60  
lia=900  
sia=0.025

wa=150  
las=60  
dap=0.15  
la1=3000  
sa1=0.025  
la2=12000  
sa2=0.03  
la3=0

stt=0.143

str=0.40

wb=90  
lbs=1800  
db=0.10  
sb=0.04

end if

if (ca.eq.9) then

sc=0.05  
hc=100  
hh=45  
r1c=4000

wia=120  
lias=60  
lia=900  
sia=0.02

wa=300  
las=60  
dap=0.15  
la1=3000  
sa1=0.02

SURF

la2=3600  
sa2=0.025  
la3=8400

stt=0.143

str=0.333

wb=120  
lbs=1800  
db=0.10  
sb=0.0333

end if

if (ca.eq.10) then

sc=0.05  
hc=100  
hh=45  
r1c=4000

wia=120  
lias=60  
lia=900  
sia=0.02

wa=300  
las=60  
dap=0.15  
la1=3000  
sa1=0.02  
la2=3600  
sa2=0.025  
la3=8400

stt=0.143

str=0.333

wb=120  
lbs=1800  
db=0.10  
sb=0.0333

end if

C-----  
C TAKE OFF PARAMETERS  
C-----

if (ct.eq.1) then

wts=60  
lts=30  
dt=0.10  
wtf=380  
lt=1600  
st=0.05

end if

if (ct.eq.2) then

wts=80  
lts=60  
dt=0.10  
wtf=580

## SURF

```

lt=2500
st=0.04

```

```

end if

```

```

if (ct.eq.3) then

```

```

wts=180
lts=60
dt=0.125
wtf=1200
lt=15000
st=0.02

```

```

end if

```

```

if (ct.eq.4) then

```

```

wts=180
lts=60
dt=0.125
wtf=1800
lt=15000
st=0.02

```

```

end if

```

```

pi=3.14159265

```

```

C-----
C   DXF FILE
C-----

```

```

open(2,file='SURF.dxf',status='unknown')

```

```

c-----Start

```

```

write(2,('( ' 0 '))')
write(2,('( 'SECTION' '))')
write(2,('( ' 2 '))')
write(2,('( 'ENTITIES' '))')
write(2,('( ' 0 '))')

```

```

c-----Runway Axis

```

```

xa1=xc-ln/2*sin(az*pi/180)
ya1=yc-ln/2*cos(az*pi/180)
za1=zc-srun*(ln/2)

```

```

xb1=xc+ln/2*sin(az*pi/180)
yb1=yc+ln/2*cos(az*pi/180)
zb1=zc+srun*(ln/2)

```

```

call line(1,0,3,xa1,ya1,za1*zdt,xb1,yb1,zb1*zdt)

```

```

c-----Runway

```

```

xrb=xc+ln/2*sin(az*pi/180)
yrb=yc+ln/2*cos(az*pi/180)
zrb=zb1

```

```

xrb1=xc+ln/2*sin(az*pi/180)-30*sin(pi/2-az*pi/180)
yrb1=yc+ln/2*cos(az*pi/180)+30*cos(pi/2-az*pi/180)
zrb1=zb1

```

```

xrbr=xc+ln/2*sin(az*pi/180)+30*sin(pi/2-az*pi/180)
yrbr=yc+ln/2*cos(az*pi/180)-30*cos(pi/2-az*pi/180)

```

## SURF

zrbr=zb1

xra=xc- $\ln/2$ \*sin(az\*pi/180)  
 yra=yc- $\ln/2$ \*cos(az\*pi/180)  
 zra=za1

xral=xc- $\ln/2$ \*sin(az\*pi/180)-30\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
 yral=yc- $\ln/2$ \*cos(az\*pi/180)+30\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
 zral=za1

xrar=xc- $\ln/2$ \*sin(az\*pi/180)+30\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
 yrar=yc- $\ln/2$ \*cos(az\*pi/180)-30\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
 zrar=za1

xthbl=xc+( $\ln/2$ -thrb)\*sin(az\*pi/180)-30\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
 ythbl=yc+( $\ln/2$ -thrb)\*cos(az\*pi/180)+30\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
 zthbl=zc+srn\*( $\ln/2$ -thrb)

xthbr=xc+( $\ln/2$ -thrb)\*sin(az\*pi/180)+30\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
 ythbr=yc+( $\ln/2$ -thrb)\*cos(az\*pi/180)-30\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
 zthbr=zc+srn\*( $\ln/2$ -thrb)

xthal=xc-( $\ln/2$ -thra)\*sin(az\*pi/180)-30\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
 ythal=yc-( $\ln/2$ -thra)\*cos(az\*pi/180)+30\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
 zthal=zc-srn\*( $\ln/2$ -thra)

xthar=xc-( $\ln/2$ -thra)\*sin(az\*pi/180)+30\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
 ythar=yc-( $\ln/2$ -thra)\*cos(az\*pi/180)-30\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
 zthar=zc-srn\*( $\ln/2$ -thra)

call line(2,3,0,xral,yral,zral\*zdt,xrar,yrar,zrar\*zdt)  
 call line(2,3,0,xral,yral,zral\*zdt,xrb1,yrb1,zrb1\*zdt)  
 call line(2,3,0,xrar,yrar,zrar\*zdt,xrbr,yrbr,zrbr\*zdt)  
 call line(2,3,0,xrb1,yrb1,zrb1\*zdt,xrbr,yrbr,zrbr\*zdt)

call line(2,5,0,xthal,ythal,zthal\*zdt,xthar,ythar,zthar\*zdt)  
 call line(2,5,0,xthbl,ythbl,zthbl\*zdt,xthbr,ythbr,zthbr\*zdt)

## c-----Safety Zone

xsb=xc+( $\ln/2$ +60)\*sin(az\*pi/180)  
 ysb=yc+( $\ln/2$ +60)\*cos(az\*pi/180)  
 zsb=zb1

xsbl=xc+( $\ln/2$ +60)\*sin(az\*pi/180)-150\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
 ysb1=yc+( $\ln/2$ +60)\*cos(az\*pi/180)+150\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
 zsb1=zb1

xsbr=xc+( $\ln/2$ +60)\*sin(az\*pi/180)+150\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
 ysbr=yc+( $\ln/2$ +60)\*cos(az\*pi/180)-150\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
 zsbr=zb1

xsa=xc-( $\ln/2$ +60)\*sin(az\*pi/180)  
 ysa=yc-( $\ln/2$ +60)\*cos(az\*pi/180)  
 zsa=za1

xsal=xc-( $\ln/2$ +60)\*sin(az\*pi/180)-150\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
 ysal=yc-( $\ln/2$ +60)\*cos(az\*pi/180)+150\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
 zsal=za1

xsar=xc-( $\ln/2$ +60)\*sin(az\*pi/180)+150\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
 ysar=yc-( $\ln/2$ +60)\*cos(az\*pi/180)-150\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
 zsar=za1

call line(3,1,0,xsal,ysal,zsal\*zdt,xsar,ysar,zsar\*zdt)  
 call line(3,1,0,xsal,ysal,zsal\*zdt,xsbl,ysbl,zsb1\*zdt)  
 call line(3,1,0,xsar,ysar,zsar\*zdt,xsbr,ysbr,zsbr\*zdt)

SURF

call line(3,1,0,xsb1,ysb1,zsb1\*zdt,xsbr,ysbr,zsbr\*zdt)

c-----Conical - Inner Horizontal

r2c=r1c+hc/sc

xib=xc+ln/2\*sin(az\*pi/180)  
yib=yc+ln/2\*cos(az\*pi/180)  
zib=zb1

xibl=xc-r1c\*sin(pi/2-az\*pi/180)+ln/2\*sin(az\*pi/180)  
yibl=yc+r1c\*cos(pi/2-az\*pi/180)+ln/2\*cos(az\*pi/180)  
zibl=zb1+hh

xia=xc-ln/2\*sin(az\*pi/180)  
yia=yc-ln/2\*cos(az\*pi/180)  
zia=za1

xial=xc-r1c\*sin(pi/2-az\*pi/180)-ln/2\*sin(az\*pi/180)  
yial=yc+r1c\*cos(pi/2-az\*pi/180)-ln/2\*cos(az\*pi/180)  
zial=za1+hh

xibr=xc+r1c\*sin(pi/2-az\*pi/180)+ln/2\*sin(az\*pi/180)  
yibr=yc-r1c\*cos(pi/2-az\*pi/180)+ln/2\*cos(az\*pi/180)  
zibr=zb1+hh

xiar=xc+r1c\*sin(pi/2-az\*pi/180)-ln/2\*sin(az\*pi/180)  
yiar=yc-r1c\*cos(pi/2-az\*pi/180)-ln/2\*cos(az\*pi/180)  
ziar=za1+hh

xca=xc-ln/2\*sin(az\*pi/180)  
yca=yc-ln/2\*cos(az\*pi/180)  
zca=za1

xcb=xc+ln/2\*sin(az\*pi/180)  
ycb=yc+ln/2\*cos(az\*pi/180)  
zcb=zb1

xcb1=xc-(r1c+hc/sc)\*sin(pi/2-az\*pi/180)+ln/2\*sin(az\*pi/180)  
ycb1=yc+(r1c+hc/sc)\*cos(pi/2-az\*pi/180)+ln/2\*cos(az\*pi/180)  
zcb1=zb1+hh+hc

xca1=xc-(r1c+hc/sc)\*sin(pi/2-az\*pi/180)-ln/2\*sin(az\*pi/180)  
yca1=yc+(r1c+hc/sc)\*cos(pi/2-az\*pi/180)-ln/2\*cos(az\*pi/180)  
zca1=za1+hh+hc

xcbr=xc+(r1c+hc/sc)\*sin(pi/2-az\*pi/180)+ln/2\*sin(az\*pi/180)  
ycbr=yc-(r1c+hc/sc)\*cos(pi/2-az\*pi/180)+ln/2\*cos(az\*pi/180)  
zcbr=zb1+hh+hc

xcar=xc+(r1c+hc/sc)\*sin(pi/2-az\*pi/180)-ln/2\*sin(az\*pi/180)  
ycar=yc-(r1c+hc/sc)\*cos(pi/2-az\*pi/180)-ln/2\*cos(az\*pi/180)  
zcar=za1+hh+hc

call line(4,1,0,xial,yial,zial\*zdt,xibl,yibl,zibl\*zdt)  
call line(4,1,0,xiar,yiar,ziar\*zdt,xibr,yibr,zibr\*zdt)

call line(4,5,0,xca1,yca1,zca1\*zdt,xcb1,ycb1,zcb1\*zdt)  
call line(4,5,0,xcar,ycar,zcar\*zdt,xcbr,ycbr,zcbr\*zdt)

call arc(4,1,0,xb1,yb1,zibr\*zdt,r1c,sang1,eang1)  
call arc(4,1,0,xa1,ya1,ziar\*zdt,r1c,sang2,eang2)

call arc(4,5,0,xb1,yb1,zcb1\*zdt,r1c+hc/sc,sang1,eang1)  
call arc(4,5,0,xa1,ya1,zca1\*zdt,r1c+hc/sc,sang2,eang2)

c-----Take off zone

$$l_{t1} = (w_{tf}/2 - w_{ts}/2) / dt$$

$$\begin{aligned} x_{td} &= x_c + (l_n/2 + l_{ts}) * \sin(az * \pi / 180) \\ y_{td} &= y_c + (l_n/2 + l_{ts}) * \cos(az * \pi / 180) \\ z_{td} &= z_{b1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{tdr} &= x_c + (l_n/2 + l_{ts}) * \sin(az * \pi / 180) + w_{ts}/2 * \sin(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ y_{tdr} &= y_c + (l_n/2 + l_{ts}) * \cos(az * \pi / 180) - w_{ts}/2 * \cos(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ z_{tdr} &= z_{b1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{tdl} &= x_c + (l_n/2 + l_{ts}) * \sin(az * \pi / 180) - w_{ts}/2 * \sin(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ y_{tdl} &= y_c + (l_n/2 + l_{ts}) * \cos(az * \pi / 180) + w_{ts}/2 * \cos(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ z_{tdl} &= z_{b1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{te} &= x_c + (l_n/2 + l_{ts} + (w_{tf}/2 - w_{ts}/2) / dt) * \sin(az * \pi / 180) \\ y_{te} &= y_c + (l_n/2 + l_{ts} + (w_{tf}/2 - w_{ts}/2) / dt) * \cos(az * \pi / 180) \\ z_{te} &= z_{b1} + st * ((w_{tf}/2 - w_{ts}/2) / dt) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{tel} &= x_c + (l_n/2 + l_{ts} + (w_{tf}/2 - w_{ts}/2) / dt) * \sin(az * \pi / 180) - \\ & 1w_{tf}/2 * \sin(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ y_{tel} &= y_c + (l_n/2 + l_{ts} + (w_{tf}/2 - w_{ts}/2) / dt) * \cos(az * \pi / 180) + \\ & 1w_{tf}/2 * \cos(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ z_{tel} &= z_{b1} + st * ((w_{tf}/2 - w_{ts}/2) / dt) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{ter} &= x_c + (l_n/2 + l_{ts} + (w_{tf}/2 - w_{ts}/2) / dt) * \sin(az * \pi / 180) + \\ & 1w_{tf}/2 * \sin(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ y_{ter} &= y_c + (l_n/2 + l_{ts} + (w_{tf}/2 - w_{ts}/2) / dt) * \cos(az * \pi / 180) - \\ & 1w_{tf}/2 * \cos(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ z_{ter} &= z_{b1} + st * ((w_{tf}/2 - w_{ts}/2) / dt) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{tf} &= x_c + (l_n/2 + l_{ts} + l_t) * \sin(az * \pi / 180) \\ y_{tf} &= y_c + (l_n/2 + l_{ts} + l_t) * \cos(az * \pi / 180) \\ z_{tf} &= z_{b1} + st * l_t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{tfl} &= x_c + (l_n/2 + l_{ts} + l_t) * \sin(az * \pi / 180) - w_{tf}/2 * \sin(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ y_{tfl} &= y_c + (l_n/2 + l_{ts} + l_t) * \cos(az * \pi / 180) + w_{tf}/2 * \cos(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ z_{tfl} &= z_{b1} + st * l_t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{tfr} &= x_c + (l_n/2 + l_{ts} + l_t) * \sin(az * \pi / 180) + w_{tf}/2 * \sin(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ y_{tfr} &= y_c + (l_n/2 + l_{ts} + l_t) * \cos(az * \pi / 180) - w_{tf}/2 * \cos(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ z_{tfr} &= z_{b1} + st * l_t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{tc} &= x_c - (l_n/2 + l_{ts}) * \sin(az * \pi / 180) \\ y_{tc} &= y_c - (l_n/2 + l_{ts}) * \cos(az * \pi / 180) \\ z_{tc} &= z_{a1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{tcl} &= x_c - (l_n/2 + l_{ts}) * \sin(az * \pi / 180) - w_{ts}/2 * \sin(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ y_{tcl} &= y_c - (l_n/2 + l_{ts}) * \cos(az * \pi / 180) + w_{ts}/2 * \cos(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ z_{tcl} &= z_{a1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{tcr} &= x_c - (l_n/2 + l_{ts}) * \sin(az * \pi / 180) + w_{ts}/2 * \sin(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ y_{tcr} &= y_c - (l_n/2 + l_{ts}) * \cos(az * \pi / 180) - w_{ts}/2 * \cos(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ z_{tcr} &= z_{a1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{tb} &= x_c - (l_n/2 + l_{ts} + (w_{tf}/2 - w_{ts}/2) / dt) * \sin(az * \pi / 180) \\ y_{tb} &= y_c - (l_n/2 + l_{ts} + (w_{tf}/2 - w_{ts}/2) / dt) * \cos(az * \pi / 180) \\ z_{tb} &= z_{a1} + st * ((w_{tf}/2 - w_{ts}/2) / dt) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{tbl} &= x_c - (l_n/2 + l_{ts} + (w_{tf}/2 - w_{ts}/2) / dt) * \sin(az * \pi / 180) - \\ & 1w_{tf}/2 * \sin(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ y_{tbl} &= y_c - (l_n/2 + l_{ts} + (w_{tf}/2 - w_{ts}/2) / dt) * \cos(az * \pi / 180) + \\ & 1w_{tf}/2 * \cos(\pi/2 - az * \pi / 180) \\ z_{tbl} &= z_{a1} + st * ((w_{tf}/2 - w_{ts}/2) / dt) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{tbr} &= x_c - (l_n/2 + l_{ts} + (w_{tf}/2 - w_{ts}/2) / dt) * \sin(az * \pi / 180) + \\ & 1w_{tf}/2 * \sin(\pi/2 - az * \pi / 180) \end{aligned}$$

```

SURF
ytbr=yc-(ln/2+lts+(wtf/2-wts/2)/dt)*cos(az*pi/180)-
lwtf/2*cos(pi/2-az*pi/180)
ztbr=za1+st*((wtf/2-wts/2)/dt)

xta=xc-(ln/2+lts+lt)*sin(az*pi/180)
yta=yc-(ln/2+lts+lt)*cos(az*pi/180)
zta=za1+st*lt

xtal=xc-(ln/2+lts+lt)*sin(az*pi/180)-wtf/2*sin(pi/2-az*pi/180)
ytal=yc-(ln/2+lts+lt)*cos(az*pi/180)+wtf/2*cos(pi/2-az*pi/180)
zta1=za1+st*lt

xtar=xc-(ln/2+lts+lt)*sin(az*pi/180)+wtf/2*sin(pi/2-az*pi/180)
ytar=yc-(ln/2+lts+lt)*cos(az*pi/180)-wtf/2*cos(pi/2-az*pi/180)
zta1=za1+st*lt

call line(5,4,0,xtal,ytal,zta1*zdt,xtar,ytar,zta1*zdt)
call line(5,4,0,xtal,ytal,zta1*zdt,xtbl,ytbl,ztbl*zdt)
call line(5,4,0,xtbl,ytbl,ztbl*zdt,xtcl,ytcl,ztcl*zdt)
call line(5,4,0,xtcl,ytcl,ztcl*zdt,xtcr,ytcr,ztcr*zdt)
call line(5,4,0,xtcr,ytcr,ztcr*zdt,xtbr,ytbr,ztbr*zdt)
call line(5,4,0,xtbr,ytbr,ztbr*zdt,xtar,ytar,zta1*zdt)
call line(5,4,0,xtbl,ytbl,ztbl*zdt,xtbr,ytbr,ztbr*zdt)

call line(5,4,0,xtdl,ytdl,ztdl*zdt,xtdr,ytdr,ztdr*zdt)
call line(5,4,0,xtdl,ytdl,ztdl*zdt,xtel,ytel,ztel*zdt)
call line(5,4,0,xtel,ytel,ztel*zdt,xtfl,ytfl,ztfl*zdt)
call line(5,4,0,xtfl,ytfl,ztfl*zdt,xtfr,ytfr,ztfr*zdt)
call line(5,4,0,xtfr,ytfr,ztfr*zdt,xter,yter,zter*zdt)
call line(5,4,0,xter,yter,zter*zdt,xtdr,ytdr,ztdr*zdt)
call line(5,4,0,xter,yter,zter*zdt,xtel,ytel,ztel*zdt)

```

c-----Approach Zone

```

xae=xc+(ln/2-thrb+las)*sin(az*pi/180)
yae=yc+(ln/2-thrb+las)*cos(az*pi/180)
zae=zc+0.5/100*(ln/2-thrb+las)

xae1=xc+(ln/2-thrb+las)*sin(az*pi/180)-wa/2*sin(pi/2-az*pi/180)
yae1=yc+(ln/2-thrb+las)*cos(az*pi/180)+wa/2*cos(pi/2-az*pi/180)
zae1=zc+0.5/100*(ln/2-thrb+las)

xae2=xc+(ln/2-thrb+las)*sin(az*pi/180)+wa/2*sin(pi/2-az*pi/180)
yae2=yc+(ln/2-thrb+las)*cos(az*pi/180)-wa/2*cos(pi/2-az*pi/180)
zae2=zc+0.5/100*(ln/2-thrb+las)

xaf=xc+(ln/2-thrb+las+la1)*sin(az*pi/180)
yaf=yc+(ln/2-thrb+las+la1)*cos(az*pi/180)
zaf=zae+sa1*la1

xaf1=xc+(ln/2-thrb+las+la1)*sin(az*pi/180)-
1(wa/2+la1*dap)*sin(pi/2-az*pi/180)
yaf1=yc+(ln/2-thrb+las+la1)*cos(az*pi/180)+
1(wa/2+la1*dap)*cos(pi/2-az*pi/180)
zaf1=zae1+sa1*la1

xaf2=xc+(ln/2-thrb+las+la1)*sin(az*pi/180)+
1(wa/2+la1*dap)*sin(pi/2-az*pi/180)
yaf2=yc+(ln/2-thrb+las+la1)*cos(az*pi/180)-
1(wa/2+la1*dap)*cos(pi/2-az*pi/180)
zaf2=zae2+sa1*la1

xag=xc+(ln/2-thrb+las+la1+la2)*sin(az*pi/180)
yag=yc+(ln/2-thrb+las+la1+la2)*cos(az*pi/180)
zag=zaf+sa2*la2

xag1=xc+(ln/2-thrb+las+la1+la2)*sin(az*pi/180)-
1(wa/2+(la1+la2)*dap)*sin(pi/2-az*pi/180)

```





## SURF

```
zabr=zacr+sa2*la2
```

```
xaa=xc-(ln/2-thra+las+la1+la2+la3)*sin(az*pi/180)
yaa=yc-(ln/2-thra+las+la1+la2+la3)*cos(az*pi/180)
zaa=zab
```

```
xaa1=xc-(ln/2-thra+las+la1+la2+la3)*sin(az*pi/180)-
1(wa/2+(la1+la2+la3)*dap)*sin(pi/2-az*pi/180)
yaa1=yc-(ln/2-thra+las+la1+la2+la3)*cos(az*pi/180)+
1(wa/2+(la1+la2+la3)*dap)*cos(pi/2-az*pi/180)
zaa1=zab1
```

```
xaar=xc-(ln/2-thra+las+la1+la2+la3)*sin(az*pi/180)+
1(wa/2+(la1+la2+la3)*dap)*sin(pi/2-az*pi/180)
yaar=yc-(ln/2-thra+las+la1+la2+la3)*cos(az*pi/180)-
1(wa/2+(la1+la2+la3)*dap)*cos(pi/2-az*pi/180)
zaar=zabr
```

```
call line(6,5,0,xaa1,yaa1,zaa1*zdt,xaar,yaar,zaar*zdt)
call line(6,5,0,xaa1,yaa1,zaa1*zdt,xab1,yab1,zab1*zdt)
call line(6,5,0,xab1,yab1,zab1*zdt,xabr,yabr,zabr*zdt)
call line(6,5,0,xab1,yab1,zab1*zdt,xac1,yac1,zac1*zdt)
call line(6,5,0,xac1,yac1,zac1*zdt,xacr,yacr,zacr*zdt)
call line(6,5,0,xac1,yac1,zac1*zdt,xad1,yad1,zad1*zdt)
call line(6,5,0,xad1,yad1,zad1*zdt,xadr,yadr,zadr*zdt)
call line(6,5,0,xadr,yadr,zadr*zdt,xacr,yacr,zacr*zdt)
call line(6,5,0,xacr,yacr,zacr*zdt,xabr,yabr,zabr*zdt)
call line(6,5,0,xabr,yabr,zabr*zdt,xaar,yaar,zaar*zdt)
```

```
call line(6,5,0,xae1,yae1,zae1*zdt,xaer,yaer,zaer*zdt)
call line(6,5,0,xae1,yae1,zae1*zdt,xaf1,yaf1,zaf1*zdt)
call line(6,5,0,xaf1,yaf1,zaf1*zdt,xafr,yafr,zafr*zdt)
call line(6,5,0,xaf1,yaf1,zaf1*zdt,xag1,yag1,zag1*zdt)
call line(6,5,0,xag1,yag1,zag1*zdt,xagr,yagr,zagr*zdt)
call line(6,5,0,xag1,yag1,zag1*zdt,xah1,yah1,zah1*zdt)
call line(6,5,0,xah1,yah1,zah1*zdt,xahr,yahr,zahr*zdt)
call line(6,5,0,xahr,yahr,zahr*zdt,xagr,yagr,zagr*zdt)
call line(6,5,0,xagr,yagr,zagr*zdt,xafr,yafr,zafr*zdt)
call line(6,5,0,xafr,yafr,zafr*zdt,xaer,yaer,zaer*zdt)
```

```
wa2=sqrt((xac1-xacr)**2+(yac1-yacr)**2)
wa3=sqrt((xab1-xabr)**2+(yab1-yabr)**2)
wa4=sqrt((xaa1-xaar)**2+(yaa1-yaar)**2)
```

c-----Inner Approach Zone

```
if (ca.ge.8) then
```

```
xiac=xc+(ln/2-thrb+lias)*sin(az*pi/180)
yiac=yc+(ln/2-thrb+lias)*cos(az*pi/180)
ziac=zc+0.5/100*(ln/2-thrb+lias)
```

```
xiacl=xc+(ln/2-thrb+lias)*sin(az*pi/180)
1-wia/2*sin(pi/2-az*pi/180)
yiacl=yc+(ln/2-thrb+lias)*cos(az*pi/180)
1+wia/2*cos(pi/2-az*pi/180)
ziacl=zc+0.5/100*(ln/2-thrb+lias)
```

```
xiacr=xc+(ln/2-thrb+lias)*sin(az*pi/180)
1+wia/2*sin(pi/2-az*pi/180)
yiacr=yc+(ln/2-thrb+lias)*cos(az*pi/180)
1-wia/2*cos(pi/2-az*pi/180)
ziacr=zc+0.5/100*(ln/2-thrb+lias)
```

```
xiad=xc+(ln/2-thrb+lias+lia)*sin(az*pi/180)
yiad=yc+(ln/2-thrb+lias+lia)*cos(az*pi/180)
ziad=ziac+sia*lia
```

SURF

```

xiadl=xc+(ln/2-thrb+lias+lia)*sin(az*pi/180)-
1wia/2*sin(pi/2-az*pi/180)
yiadl=yc+(ln/2-thrb+lias+lia)*cos(az*pi/180)+
1wia/2*cos(pi/2-az*pi/180)
ziadl=ziac1+sia*lia

```

```

xiadr=xc+(ln/2-thrb+lias+lia)*sin(az*pi/180)+
1wia/2*sin(pi/2-az*pi/180)
yiadr=yc+(ln/2-thrb+lias+lia)*cos(az*pi/180)-
1wia/2*cos(pi/2-az*pi/180)
ziadr=ziacr+sia*lia

```

```

xiab=xc-(ln/2-thra+lias)*sin(az*pi/180)
yiab=yc-(ln/2-thra+lias)*cos(az*pi/180)
ziab=zc-0.5/100*(ln/2-thra+lias)

```

```

xiabl=xc-(ln/2-thra+lias)*sin(az*pi/180)
1-wia/2*sin(pi/2-az*pi/180)
yiabl=yc-(ln/2-thra+lias)*cos(az*pi/180)
1+wia/2*cos(pi/2-az*pi/180)
ziabl=zc-0.5/100*(ln/2-thra+lias)

```

```

xiabr=xc-(ln/2-thra+lias)*sin(az*pi/180)
1+wia/2*sin(pi/2-az*pi/180)
yiabr=yc-(ln/2-thra+lias)*cos(az*pi/180)
1-wia/2*cos(pi/2-az*pi/180)
ziabr=zc-0.5/100*(ln/2-thra+lias)

```

```

xiaa=xc-(ln/2-thra+lias+lia)*sin(az*pi/180)
yiaa=yc-(ln/2-thra+lias+lia)*cos(az*pi/180)
ziaa=ziab+sia*lia

```

```

xiaal=xc-(ln/2-thra+lias+lia)*sin(az*pi/180)-
1wia/2*sin(pi/2-az*pi/180)
yiaal=yc-(ln/2-thra+lias+lia)*cos(az*pi/180)+
1wia/2*cos(pi/2-az*pi/180)
ziaal=ziabl+sia*lia

```

```

xiaar=xc-(ln/2-thra+lias+lia)*sin(az*pi/180)+
1wia/2*sin(pi/2-az*pi/180)
yiaar=yc-(ln/2-thra+lias+lia)*cos(az*pi/180)-
1wia/2*cos(pi/2-az*pi/180)
ziaar=ziabr+sia*lia

```

```

call line(7,6,0,xiaal,yiaal,ziaal*zdt,xiaar,yiaar,ziaar*zdt)
call line(7,6,0,xiaal,yiaal,ziaal*zdt,xiabl,yiabl,ziabl*zdt)
call line(7,6,0,xiabl,yiabl,ziabl*zdt,xiabr,yiabr,ziabr*zdt)
call line(7,6,0,xiabr,yiabr,ziabr*zdt,xiaar,yiaar,ziaar*zdt)

```

```

call line(7,6,0,xiac1,yiac1,ziac1*zdt,xiacr,yiacr,ziacr*zdt)
call line(7,6,0,xiac1,yiac1,ziac1*zdt,xiadl,yiadl,ziadl*zdt)
call line(7,6,0,xiacr,yiacr,ziacr*zdt,xiadr,yiadr,ziadr*zdt)
call line(7,6,0,xiadl,yiadl,ziadl*zdt,xiadr,yiadr,ziadr*zdt)

```

end if

c-----Balked Landing

```

if (ca.ge.8) then

```

```

1b11=lia+lias-thrb-60

```

```

1b12=lia+lias-thra-60

```

```

xbc=xc+(ln/2)*sin(az*pi/180)
ybc=yc+(ln/2)*cos(az*pi/180)
zbc=zc+0.5/100*(ln/2)

```

SURF

```

xbc1=xc+(ln/2)*sin(az*pi/180)-wb/2*sin(pi/2-az*pi/180)
ybc1=yc+(ln/2)*cos(az*pi/180)+wb/2*cos(pi/2-az*pi/180)
zbc1=zc+0.5/100*(ln/2)

xbcr=xc+(ln/2)*sin(az*pi/180)+wb/2*sin(pi/2-az*pi/180)
ybcr=yc+(ln/2)*cos(az*pi/180)-wb/2*cos(pi/2-az*pi/180)
zbcr=zc+0.5/100*(ln/2)

xbd=xc+(ln/2-thrb+lias+lia)*sin(az*pi/180)
ybd=yc+(ln/2-thrb+lias+lia)*cos(az*pi/180)
zbd=zbc+sb*lb1

xbd1=xc+(ln/2-thrb+lias+lia)*sin(az*pi/180)-
1(lb1*db+wb/2)*sin(pi/2-az*pi/180)
ybd1=yc+(ln/2-thrb+lias+lia)*cos(az*pi/180)+
1(lb1*db+wb/2)*cos(pi/2-az*pi/180)
zbd1=zbc1+sb*lb1

xldr=xc+(ln/2-thrb+lias+lia)*sin(az*pi/180)+
1(lb1*db+wb/2)*sin(pi/2-az*pi/180)
yldr=yc+(ln/2-thrb+lias+lia)*cos(az*pi/180)-
1(lb1*db+wb/2)*cos(pi/2-az*pi/180)
zldr=zbcr+sb*lb1

xbb=xc-(ln/2)*sin(az*pi/180)
ybb=yc-(ln/2)*cos(az*pi/180)
zbb=zc-0.5/100*(ln/2)

xbb1=xc-(ln/2)*sin(az*pi/180)-wb/2*sin(pi/2-az*pi/180)
ybb1=yc-(ln/2)*cos(az*pi/180)+wb/2*cos(pi/2-az*pi/180)
zbb1=zc-0.5/100*(ln/2)

xbr=xc-(ln/2)*sin(az*pi/180)+wb/2*sin(pi/2-az*pi/180)
ybr=yc-(ln/2)*cos(az*pi/180)-wb/2*cos(pi/2-az*pi/180)
zbr=zc-0.5/100*(ln/2)

xba=xc-(ln/2-thra+lias+lia)*sin(az*pi/180)
yba=yc-(ln/2-thra+lias+lia)*cos(az*pi/180)
zba=zbb+sb*lb2

xba1=xc-(ln/2-thra+lias+lia)*sin(az*pi/180)-
1(lb2*db+wb/2)*sin(pi/2-az*pi/180)
yba1=yc-(ln/2-thra+lias+lia)*cos(az*pi/180)+
1(lb2*db+wb/2)*cos(pi/2-az*pi/180)
zba1=zbb1+sb*lb2

xbar=xc-(ln/2-thra+lias+lia)*sin(az*pi/180)+
1(lb2*db+wb/2)*sin(pi/2-az*pi/180)
ybar=yc-(ln/2-thra+lias+lia)*cos(az*pi/180)-
1(lb2*db+wb/2)*cos(pi/2-az*pi/180)
zbar=zbr+sb*lb2

call line(8,4,0,xba1,yba1,zba1*zdt,xbar,ybar,zbar*zdt)
call line(8,4,0,xba1,yba1,zba1*zdt,xbb1,ybb1,zbb1*zdt)
call line(8,4,0,xbb1,ybb1,zbb1*zdt,xbr,ybr,zbr*zdt)
call line(8,4,0,xbr,ybr,zbr*zdt,xbar,ybar,zbar*zdt)

call line(8,4,0,xbc1,ybc1,zbc1*zdt,xbcr,ybcr,zbcr*zdt)
call line(8,4,0,xbc1,ybc1,zbc1*zdt,xbd1,ybd1,zbd1*zdt)
call line(8,4,0,xbd1,ybd1,zbd1*zdt,xldr,yldr,zldr*zdt)
call line(8,4,0,xldr,yldr,zldr*zdt,xbcr,ybcr,zbcr*zdt)

wb1=sqrt((xba1-xbar)**2+(yba1-ybar)**2)
wb2=sqrt((xbd1-xbr)**2+(ybd1-ybr)**2)

end if

```

c-----Transitional Zone

if (ca.ge.5) then

xtrc=xc+(ln/2-thrb+las)\*sin(az\*pi/180)  
ytrc=yc+(ln/2-thrb+las)\*cos(az\*pi/180)  
ztrc=zae+hh

xtrcl=xc+(ln/2-thrb+las)\*sin(az\*pi/180)-  
1(150+hh/stt)\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
ytrcl=yc+(ln/2-thrb+las)\*cos(az\*pi/180)+  
1(150+hh/stt)\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
ztrcl=zael+hh

xtrcr=xc+(ln/2-thrb+las)\*sin(az\*pi/180)+  
1(150+hh/stt)\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
ytrcr=yc+(ln/2-thrb+las)\*cos(az\*pi/180)-  
1(150+hh/stt)\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
ztrcr=zaer+hh

xtrb=xc-(ln/2-thra+las)\*sin(az\*pi/180)  
ytrb=yc-(ln/2-thra+las)\*cos(az\*pi/180)  
ztrb=zad+hh

xtrbl=xc-(ln/2-thra+las)\*sin(az\*pi/180)-  
1(150+hh/stt)\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
ytrbl=yc-(ln/2-thra+las)\*cos(az\*pi/180)+  
1(150+hh/stt)\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
ztrbl=zadl+hh

xtrbr=xc-(ln/2-thra+las)\*sin(az\*pi/180)+  
1(150+hh/stt)\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
ytrbr=yc-(ln/2-thra+las)\*cos(az\*pi/180)-  
1(150+hh/stt)\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
ztrbr=zadr+hh

xtrd=xc+(ln/2-thrb+las+(hh/stt+150-wa/2)/dap)\*sin(az\*pi/180)  
ytrd=yc+(ln/2-thrb+las+(hh/stt+150-wa/2)/dap)\*cos(az\*pi/180)  
ztrd=zae+((hh/stt+150-wa/2)/dap)\*sa1

xtrdl=xc+(ln/2-thrb+las+(hh/stt+150-wa/2)/dap)\*sin(az\*pi/180)-  
1(150+hh/stt)\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
ytrdl=yc+(ln/2-thrb+las+(hh/stt+150-wa/2)/dap)\*cos(az\*pi/180)+  
1(150+hh/stt)\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
ztrdl=zael+((hh/stt+150-wa/2)/dap)\*sa1

xtrdr=xc+(ln/2-thrb+las+(hh/stt+150-wa/2)/dap)\*sin(az\*pi/180)+  
1(150+hh/stt)\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
ytrdr=yc+(ln/2-thrb+las+(hh/stt+150-wa/2)/dap)\*cos(az\*pi/180)-  
1(150+hh/stt)\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
ztrdr=zaer+((hh/stt+150-wa/2)/dap)\*sa1

xtra=xc-(ln/2-thra+las+(hh/stt+150-wa/2)/dap)\*sin(az\*pi/180)  
ytra=yc-(ln/2-thra+las+(hh/stt+150-wa/2)/dap)\*cos(az\*pi/180)  
ztra=zad+((hh/stt+150-wa/2)/dap)\*sa1

xtral=xc-(ln/2-thra+las+(hh/stt+150-wa/2)/dap)\*sin(az\*pi/180)-  
1(150+hh/stt)\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
ytral=yc-(ln/2-thra+las+(hh/stt+150-wa/2)/dap)\*cos(az\*pi/180)+  
1(150+hh/stt)\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
ztral=zadl+((hh/stt+150-wa/2)/dap)\*sa1

xtrar=xc-(ln/2-thra+las+(hh/stt+150-wa/2)/dap)\*sin(az\*pi/180)+  
1(150+hh/stt)\*sin(pi/2-az\*pi/180)  
ytrar=yc-(ln/2-thra+las+(hh/stt+150-wa/2)/dap)\*cos(az\*pi/180)-  
1(150+hh/stt)\*cos(pi/2-az\*pi/180)  
ztrar=zadr+((hh/stt+150-wa/2)/dap)\*sa1

## SURF

```

end if

if (ca.le.4) then

xtrc=xc+(ln/2-thrb+las)*sin(az*pi/180)
ytrc=yc+(ln/2-thrb+las)*cos(az*pi/180)
ztrc=zae+hh

xtrcl=xc+(ln/2-thrb+las)*sin(az*pi/180)-
1(150+hh/stt)*sin(pi/2-az*pi/180)
ytrcl=yc+(ln/2-thrb+las)*cos(az*pi/180)+
1(150+hh/stt)*cos(pi/2-az*pi/180)
ztrcl=zael+hh

xtrcr=xc+(ln/2-thrb+las)*sin(az*pi/180)+
1(150+hh/stt)*sin(pi/2-az*pi/180)
ytrcr=yc+(ln/2-thrb+las)*cos(az*pi/180)-
1(150+hh/stt)*cos(pi/2-az*pi/180)
ztrcr=zaer+hh

xtrb=xc-(ln/2-thra+las)*sin(az*pi/180)
ytrb=yc-(ln/2-thra+las)*cos(az*pi/180)
ztrb=zad+hh

xtrbl=xc-(ln/2-thra+las)*sin(az*pi/180)-
1(150+hh/stt)*sin(pi/2-az*pi/180)
ytrbl=yc-(ln/2-thra+las)*cos(az*pi/180)+
1(150+hh/stt)*cos(pi/2-az*pi/180)
ztrbl=zadl+hh

xtrbr=xc-(ln/2-thra+las)*sin(az*pi/180)+
1(150+hh/stt)*sin(pi/2-az*pi/180)
ytrbr=yc-(ln/2-thra+las)*cos(az*pi/180)-
1(150+hh/stt)*cos(pi/2-az*pi/180)
ztrbr=zadr+hh

xtrd=xc+(ln/2-thrb+las+hh/sa1)*sin(az*pi/180)
ytrd=yc+(ln/2-thrb+las+hh/sa1)*cos(az*pi/180)
ztrd=zae+hh

xtrdl=xc+(ln/2-thrb+las+hh/sa1)*sin(az*pi/180)-
1(150+hh*dap/sa1-150+wa/2)*sin(pi/2-az*pi/180)
ytrdl=yc+(ln/2-thrb+las+hh/sa1)*cos(az*pi/180)+
1(150+hh*dap/sa1-150+wa/2)*cos(pi/2-az*pi/180)
ztrdl=zael+hh

xtrdr=xc+(ln/2-thrb+las+hh/sa1)*sin(az*pi/180)+
1(150+hh*dap/sa1-150+wa/2)*sin(pi/2-az*pi/180)
ytrdr=yc+(ln/2-thrb+las+hh/sa1)*cos(az*pi/180)-
1(150+hh*dap/sa1-150+wa/2)*cos(pi/2-az*pi/180)
ztrdr=zaer+hh

xtra=xc-(ln/2-thra+las+hh/sa1)*sin(az*pi/180)
ytra=yc-(ln/2-thra+las+hh/sa1)*cos(az*pi/180)
ztra=zad+hh

xtral=xc-(ln/2-thra+las+hh/sa1)*sin(az*pi/180)-
1(150+hh*dap/sa1-150+wa/2)*sin(pi/2-az*pi/180)
ytral=yc-(ln/2-thra+las+hh/sa1)*cos(az*pi/180)+
1(150+hh*dap/sa1-150+wa/2)*cos(pi/2-az*pi/180)
ztral=zadl+hh

xtrar=xc-(ln/2-thra+las+hh/sa1)*sin(az*pi/180)+
1(150+hh*dap/sa1-150+wa/2)*sin(pi/2-az*pi/180)
ytrar=yc-(ln/2-thra+las+hh/sa1)*cos(az*pi/180)-
1(150+hh*dap/sa1-150+wa/2)*cos(pi/2-az*pi/180)
ztrar=zadr+hh

```

## SURF

```
end if
```

```
dxtra=sqrt((xtrbr-xtrar)**2+(ytrbr-ytrar)**2)
dxtrd=sqrt((xtrdr-xtrcr)**2+(ytrdr-ytrcr)**2)
```

```
c
dytrb=sqrt((xtrbl-xad)**2+(ytrbl-yad)**2)
print *,dxtra,dxtrd,dytrb,wa/2
```

```
call line(9,3,0,xtrbl,ytrbl,ztrbl*zdt,xtrcl,ytrcl,ztrcl*zdt)
call line(9,3,0,xtrcr,ytrcr,ztrcr*zdt,xtrbr,ytrbr,ztrbr*zdt)
```

```
call line(9,3,0,xtrbl,ytrbl,ztrbl*zdt,xtral,ytral,ztral*zdt)
call line(9,3,0,xtrcr,ytrcr,ztrcr*zdt,xtrdr,ytrdr,ztrdr*zdt)
```

```
call line(9,3,0,xtrcl,ytrcl,ztrcl*zdt,xtrdl,ytrdl,ztrdl*zdt)
call line(9,3,0,xtrar,ytrar,ztrar*zdt,xtrbr,ytrbr,ztrbr*zdt)
```

```
c-----Inner Transitional Zone
```

```
if (ca.ge.8) then
```

```
xitrc=xc+(ln/2-thrb+lias)*sin(az*pi/180)
yitrc=yc+(ln/2-thrb+lias)*cos(az*pi/180)
zitrc=ziac+hh
```

```
xitrc1=xc+(ln/2-thrb+lias)*sin(az*pi/180)-
1(150+hh/str)*sin(pi/2-az*pi/180)
yitrc1=yc+(ln/2-thrb+lias)*cos(az*pi/180)+
1(150+hh/str)*cos(pi/2-az*pi/180)
zitrc1=ziac1+hh
```

```
xitrcr=xc+(ln/2-thrb+lias)*sin(az*pi/180)+
1(150+hh/str)*sin(pi/2-az*pi/180)
yitrcr=yc+(ln/2-thrb+lias)*cos(az*pi/180)-
1(150+hh/str)*cos(pi/2-az*pi/180)
zitrcr=ziacr+hh
```

```
xitrbr=xc-(ln/2-thra+lias)*sin(az*pi/180)
yitrbr=yc-(ln/2-thra+lias)*cos(az*pi/180)
zitrbr=ziabr+hh
```

```
xitrbl=xc-(ln/2-thra+lias)*sin(az*pi/180)-
1(150+hh/str)*sin(pi/2-az*pi/180)
yitrbl=yc-(ln/2-thra+lias)*cos(az*pi/180)+
1(150+hh/str)*cos(pi/2-az*pi/180)
zitrbl=ziabl+hh
```

```
xitrbr=xc-(ln/2-thra+lias)*sin(az*pi/180)+
1(150+hh/str)*sin(pi/2-az*pi/180)
yitrbr=yc-(ln/2-thra+lias)*cos(az*pi/180)-
1(150+hh/str)*cos(pi/2-az*pi/180)
zitrbr=ziabr+hh
```

```
xitra=xiaa
yitra=yiaa
zitra=zitrbr-lia*0.5/100
```

```
xitral=xiaa1
yitral=yiaa1
zitral=zitrbl-lia*0.5/100
```

```
xitrar=xiaar
yitrar=yiaar
zitrar=zitrbr-lia*0.5/100
```

```
xitrdr=xjad
yitrdr=yiad
zitrdr=zitrc+lia*0.5/100
```

## SURF

```

xitrdl=xiadl
yitrdl=yiadl
zitrdl=zitrcl+lia*0.5/100

xitrdr=xiadr
yitrdr=yiadr
zitrdr=zitrdr+lia*0.5/100

call line(0,3,0,xitrbl,yitrbl,zitrbl*zdt,xitrcl,yitrcl,zitrcl*zdt)
call line(0,3,0,xitrdr,yitrdr,zitrdr*zdt,xitrbr,yitrbr,zitrbr*zdt)

call line(0,3,0,xitrbl,yitrbl,zitrbl*zdt,xitrcl,yitrcl,zitrcl*zdt)
call line(0,3,0,xitrdr,yitrdr,zitrdr*zdt,xitrbr,yitrbr,zitrbr*zdt)

call line(0,3,0,xitrcl,yitrcl,zitrcl*zdt,xitrdr,yitrdr,zitrdr*zdt)
call line(0,3,0,xitrar,yitrar,zitrar*zdt,xitrbr,yitrbr,zitrbr*zdt)

dxitra=sqrt((xitrbr-xitar)**2+(yitrbr-yitar)**2)
dxitrdr=sqrt((xitrdr-xitrdr)**2+(yitrdr-yitrdr)**2)

dyitrbr=sqrt((xitrbr-xad)**2+(yitrbr-yad)**2)

end if

```

```

C-----
C      LR
C-----

```

```

x1rb=xc-(ln/2+60+15000)*sin(az*pi/180)
y1rb=yc-(ln/2+60+15000)*cos(az*pi/180)
z1rb=zsa

x1re=xc+(ln/2+60+15000)*sin(az*pi/180)
y1re=yc+(ln/2+60+15000)*cos(az*pi/180)
z1re=zs

call line(1,0,0,x1rb,y1rb,z1rb*zdt,x1re,y1re,z1re*zdt)

kcb=sqrt((xca-x1rb)**2+(yca-y1rb)**2)
kce=sqrt((xcb-x1rb)**2+(ycb-y1rb)**2)

kab=sqrt((xad-x1rb)**2+(yad-y1rb)**2)
kae=sqrt((xae-x1rb)**2+(yae-y1rb)**2)

ktb=sqrt((xtc-x1rb)**2+(ytc-y1rb)**2)
kte=sqrt((xtd-x1rb)**2+(ytd-y1rb)**2)

kiab=sqrt((xiab-x1rb)**2+(yiab-y1rb)**2)
kiae=sqrt((xiac-x1rb)**2+(yiac-y1rb)**2)

kbb=sqrt((xbb-x1rb)**2+(ybb-y1rb)**2)
kbe=sqrt((xbc-x1rb)**2+(ybc-y1rb)**2)

fmtri='C:\SAMO\fm.tri'

call rtri (fmtri)

zedef='C:\LADAS\zedef.prm'

open(3,file=zedef,status='unknown')
write(3,('-----
1-----
1-----
1-----'))
write(3,('      EMP-H14      : Παύλος Λαδάς'))
write(3,('      ZEDEF'))

```



```

                                SURF
write(3,('-----
1-----
1-----
1-----'))
write(3,('      Σημεία Ελέγχου Υπορουτινας POINTS'))
write(3,('-----
1-----
1-----
1-----'))
write(3,('      Σημείο           χι           Υι           ΧΘ
1 Απόσταση           Ζι           Ζ_Κωνικής           Ζ_Προσγ           Ζ_Απογ           Ζ_Μ
1εταβ           Ζ_Εσωτ_Προσγ           Ζ_Ματ           Ζ_Εσωτ_Μεταβ Ζ_Επιφ           Ζ_Επιφ-Ζι
1 Ζ_Εδάφους           Ζι-Ζ_Εδάφους'))
1')
write(3,('-----
1-----
1-----
1-----'))

fm20='C:\LADAS\fm20.dat'
open(1,file=fm20,status='unknown')
do k=1,9
read(1,'(1x)')
end do

call g('      Σημείο           χι           Υι           ΧΘ           '
1// ' Απόσταση           Ζι           Ζ_Επιφ           Ζ_Επιφ-Ζι           Ζ_Εδάφους'
1// ' Ζι-Ζ_Εδάφους',124,2)

do i=1,52
read(1,'(5x,a10,7F15.4,I8)') ai,klm,xi,yi,zi,xpri,ypri,dyi,type
call points (klm,dyi,xi,yi,zi,zfc,zfa,zft,zftt,zfia,zfb,zfit,zf)

call height (xi,yi,zh,it)

write(3,'(5x,a10,16F12.3)') ai,xi,yi,klm,dyi,zi,zfc,zfa,zft,zftt
1,zfia,zfb,zfit,zf,zf-zi,zh,zi-zh
write(*,'(5x,a10,10F12.3)') ai,xi,yi,klm,dyi,zi,zf,zf-zi,zh,zi-zh
end do
close (1)

C-----Finish

write(2,('ENDSEC'))
write(2,(' 0'))
write(2,('EOF'))

C-----
C      FINISH PROGRAM
C-----

call g('Επιφάνειες Εμποδίων',19,1)
write(*,'(130(''-'))')

call interval

C-----
end
C-----

```

ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ – POINTS.FOR

POINTS

```
C*****
C
C   POINTS.FOR
C
C*****
```

```
C-----
C   subroutine POINTS (klm,dyi,xi,yi,zi,zfc,zfa,zft,zftt,zfia,zfb,
C   1zfit,zf)
C-----
```

```
C-----
C   COMMON
C-----
```

```
common /prm_zdt/zdt
common /general /ca,ct,kcb,kce,kab,kae,ktb,kte,kiae,kiab,kbb,kbe
common /conical /sc,hc,hh,r1c,r2c
common /approach /wa,las,dap,la1,sa1,wa2,la2,sa2,wa3,la3,wa4
common /transit /stt
common /takeoff /wts,lts,dt,wtf,lt,st,lt1
common /integr_1/xca,yca,zca,xcb,ycb,zcb
common /integr_2/zac,zad,zae,zaf,zab1,zag1
common /integr_3/ztc,ztd
common /integr_4/dytrb,dxtrd,dxtra
common /integr_5/ztrb,ztrc,zitrb,zitrc
common /integr_6/zbb,zbc
common /integr_7/dyitrb,dxitr,dxitra
common /inner_approach /wia,lia,sia,lias
common /balked /wb,wb1,wb2,lb11,lb12,sb,db,lbs
common /inner_transit /str
```

```
real*8      xi,yi,zi      ! Point
```

```
C-----
C   VARIOUS
C-----
```

```
real*8      zf           ! Z Final
real*8      zfc          ! Z Final_Conical
real*8      zfa          ! Z Final_Approach
real*8      zft          ! Z Final_TakeOff
real*8      zftt         ! Z Final_Transitional
real*8      zfia         ! Z Final_InnerApproach
real*8      zfb          ! Z Final_Balked
real*8      zfit         ! Z Final_InnerTransitional

real*8      srf          ! Cut
```

```
C-----
C   PRM
C-----
```

```
real*8      zdt          ! Z Distortion
```

```
C-----
C   SURF
C-----
```

```
integer*4   ca           ! Code for Approach
integer*4   ct           ! Code for Takeoff

real*8      kcb,kce      ! Begin-End Conical
real*8      kab,kae      ! Begin-End Approach
real*8      ktb,kte      ! Begin-End Takeoff
real*8      kiab,kiae    ! Begin-End Inner Approach
real*8      kbb,kbe      ! Begin-End Balked
```

POINTS

```

C   Conical
C-----
      real*8      sc          ! Conical Slope
      real*8      hc          ! Conical Height

      real*8      hh          ! Conical Inner Height
      real*8      r1c        ! Conical Inner Radius
      real*8      r2c        ! Conical Radius

```

```

C-----
C   APPROACH
C-----

```

```

      real*8      wa          ! Approach Length of Inner Edge
      real*8      las        ! Approach Distance from Threshold
      real*8      dap        ! Approach Divergence
      real*8      la1        ! Approach Length_1
      real*8      sa1        ! Approach Slope_1
      real*8      wa2        ! Approach width_2
      real*8      la2        ! Approach Length_2
      real*8      sa2        ! Approach Slope_2
      real*8      wa3        ! Approach width_3
      real*8      la3        ! Approach Length_3
      real*8      wa4        ! Approach width_4

      real*8      wap        ! width

```

```

C-----
C   TRANSITIONAL
C-----

```

```

      real*8      stt          ! Transitional Slope

      real*8      ztrb,ztrc,dytrb,dxtra,dxtrd ! Transitional

```

```

C-----
C   TAKEOFF
C-----

```

```

      real*8      wts          ! Take Off Length of Inner Edge
      real*8      lts        ! Take Off Distance from Runway End
      real*8      dt          ! Take Off Divergence
      real*8      wtf        ! Take Off Final width
      real*8      lt         ! Take Off Length
      real*8      st         ! Take Off Slope

      real*8      lt1        ! Take Off Divergence distance

```

```

C-----
C   INNER APPROACH
C-----

```

```

      real*8      wia          ! Inner Approach width
      real*8      lias       ! Inner Approach Distance from Threshold
      real*8      lia        ! Inner Approach Length
      real*8      sia        ! Inner Approach Slope

```

```

C-----
C   INNER TRANSITIONAL
C-----

```

```

      real*8      str          ! Inner Transitional Slope

```

```

C-----
C   BALKED LANDING
C-----

```

## POINTS

```

real*8      wb      ! Balked Length of Inner Edge
real*8      lbs     ! Balked Distance from Threshold
real*8      db      ! Balked Divergence
real*8      sb      ! Balked Slope

```

```

C-----
C      POINTS
C-----

```

```

real*8      klm      ! Kilometrage
real*8      dyi      ! Distance y

real*8      dz       ! Distance y

real*8      xca,yca,zca,xcb,ycb,zcb ! Conical
real*8      zac,zad,zae,zaf        ! Approach
real*8      zab1,zag1               ! Approach
real*8      ztc,ztd                 ! TakeOff

real*8      dxitra,dxitr,d,yitr,b,zitr,b,zitr,c ! Inner_Transitional

real*8      zfinal(7)               ! Pinakas Z_Final

```

```

c      write (*,'(5F12.3)') klm,dyi,xi,yi,zi

```

```

C-----
C      MAIN
C-----

```

```

C-----CONICAL-1

```

```

zfc=0
it=0
if(klm.ge.kcb) then
if(klm.le.kce) then
if(abs(dyi).le.r1c) then
zfc=zca+hh
c      print *,'CONICAL-1',zfc
it=1
end if
end if
end if

```

```

C-----CONICAL-2

```

```

if(it.eq.0) then
if(klm.ge.kcb) then
if(klm.le.kce) then
if(abs(dyi).ge.r1c) then
if(abs(dyi).le.r2c) then
zfc=zca+hh+(abs(dyi)-r1c)*sc
c      print *,'CONICAL-2',zfc
it=1
end if
end if
end if
end if
end if

```

```

C-----CONICAL-3

```

```

if(it.eq.0) then
if(klm.ge.kce) then
dst=sqrt((xi-xcb)**2+(yi-ycb)**2)
if(dst.le.r1c) then
zfc=zcb+hh
c      print *,'CONICAL-3',zfc
it=1
end if

```

## POINTS

```
end if
end if
```

```
c-----CONICAL-4
  if(it.eq.0) then
    if(klm.le.kcb) then
      dst=sqrt((xi-xca)**2+(yi-yca)**2)
      if(dst.le.r1c) then
        zfc=zca+hh
c      print *, 'CONICAL-4', zfc
        it=1
      end if
    end if
  end if
```

```
c-----CONICAL-5
  if(it.eq.0) then
    if(klm.ge.kce) then
      if(klm.le.kce+r2c) then
        dst=sqrt((xi-xcb)**2+(yi-ycb)**2)
        if(dst.ge.r1c) then
          if(dst.le.r2c) then
            zfc=zcb+hh+(dst-r1c)*sc
c      print *, 'CONICAL-5', zfc
            it=1
          end if
        end if
      end if
    end if
  end if
```

```
c-----CONICAL-6
  if(it.eq.0) then
    if(klm.le.kcb) then
      if(klm.ge.kcb-r2c) then
        dst=sqrt((xi-xca)**2+(yi-yca)**2)
        if(dst.ge.r1c) then
          if(dst.le.r2c) then
            zfc=zcb+hh+(dst-r1c)*sc
c      print *, 'CONICAL-6', zfc
            it=1
          end if
        end if
      end if
    end if
  end if
```

```
  if(it.eq.1) then
    srf=zi-zfc
  end if
```

```
c-----APPROACH-1
  zfa=0
  it=0
  if(klm.lt.kae+la1+la2+la3) then
    if(klm.gt.kae+la1+la2) then
      wap=wa+(klm-kae)/(la1+la2+la3)*(wa4-wa)
      if(abs(dyi).lt.wap/2) then
        zfa=zagl
c      print *, 'APPROACH-1', zfa
        it=1
      end if
    end if
  end if
```

POINTS

```

C-----APPROACH-2
  if(it.eq.0) then
    if(klm.le.(kae+la1+la2)) then
      if(klm.ge.(kae+la1)) then
        wap=wa+(klm-kae)/(la1+la2+la3)*(wa4-wa)
        if(abs(dyi).le.(wap/2)) then
          zfa=zaf+(klm-kae-la1)*sa2
C      print *, 'APPROACH-2', zfa
          it=1
        end if
      end if
    end if
  end if

```

```

C-----APPROACH-3
  if(it.eq.0) then
    if(klm.lt.kae+la1) then
      if(klm.gt.kae) then
        wap=wa+(klm-kae)/(la1+la2+la3)*(wa4-wa)
        if(abs(dyi).lt.wap/2) then
          zfa=zae+(klm-kae)*sa1
C      print *, 'APPROACH-3', zfa
          it=1
        end if
      end if
    end if
  end if

```

```

C-----APPROACH-4
  if(it.eq.0) then
    if(klm.lt.kab) then
      if(klm.gt.kab-la1) then
        wap=wa+(kab-klm)/(la1+la2+la3)*(wa4-wa)
        if(abs(dyi).lt.wap/2) then
          zfa=zad+(kab-klm)*sa1
C      print *, 'APPROACH-4', zfa
          it=1
        end if
      end if
    end if
  end if

```

```

C-----APPROACH-5
  if(it.eq.0) then
    if(klm.lt.kab-la1) then
      if(klm.gt.kab-la1-la2) then
        wap=wa+(kab-klm)/(la1+la2+la3)*(wa4-wa)
        if(abs(dyi).lt.wap/2) then
          zfa=zac+(kab-klm-la1)*sa2
C      print *, 'APPROACH-5', zfa
          it=1
        end if
      end if
    end if
  end if

```

```

C-----APPROACH-6
  if(it.eq.0) then
    if(klm.lt.kab-la1-la2) then
      if(klm.gt.kab-la1-la2-la3) then
        wap=wa+(kab-klm)/(la1+la2+la3)*(wa4-wa)
        if(abs(dyi).lt.wap/2) then
          zfa=zab1
C      print *, 'APPROACH-6', zfa
          it=1
        end if
      end if
    end if
  end if

```

## POINTS

```

end if
end if
end if

```

```

if(it.eq.1) then
srf=zi-zfa
end if

```

```

C-----TAKEOFF-1

```

```

zft=0
it=0
if(klm.lt.kte+lt) then
if(klm.gt.kte+lt1) then
if(abs(dyi).lt.wtf/2) then
zft=ztd+(klm-kte)*st
C print *, 'TAKEOFF-1', zft
it=1
end if
end if
end if

```

```

C-----TAKEOFF-2

```

```

if(it.eq.0) then
if(klm.gt.kte) then
if(klm.lt.kte+lt1) then
wto=wts+(klm-kte)/lt1*(wtf-wts)
if(abs(dyi).lt.wto/2) then
zft=ztd+(klm-kte)*st
C print *, 'TAKEOFF-2', zft
it=1
end if
end if
end if
end if

```

```

C-----TAKEOFF-3

```

```

if(it.eq.0) then
if(klm.gt.ktb-lt1) then
if(klm.lt.ktb) then
wto=wts+(ktb-klm)/lt1*(wtf-wts)
if(abs(dyi).lt.wto/2) then
zft=ztc+(ktb-klm)*st
C print *, 'TAKEOFF-3', zft
it=1
end if
end if
end if
end if

```

```

C-----TAKEOFF-4

```

```

if(it.eq.0) then
if(klm.gt.ktb-lt) then
if(klm.lt.ktb-lt1) then
if(abs(dyi).lt.wtf/2) then
zft=ztc+(ktb-klm)*st
C print *, 'TAKEOFF-4', zft
it=1
end if
end if
end if
end if

```

```

if(it.eq.1) then
srf=zi-zft
end if

```



POINTS

```

C-----TRANSITIONAL-1
zftt=0
it=0
C    print *,k1m,kae,kab,dyi,dytrb,wa/2,ztrb,stt
      if(k1m.lt.kae) then
      if(k1m.gt.kab) then
      if(abs(dyi).lt.dytrb) then
      if(abs(dyi).gt.wa/2) then
zftt=ztrb+(abs(dyi)-wa/2)*stt
C    print *,'TRANSITIONAL-1',zftt
      it=1
      end if
      end if
      end if
      end if

C-----TRANSITIONAL-2
      if(it.eq.0) then

      if(k1m.lt.kae+dxtrd) then
      if(k1m.gt.kae) then

      wap=wa+(k1m-kae)*(wa4-wa)/(1a1+1a2+1a3)
      dz=(k1m-kae)*sa1
      wmt=wap+2/100*(hh-dz)/stt

      if(abs(dyi).lt.wmt/2) then
      if(abs(dyi).gt.wap/2) then
zftt=ztrc+(k1m-kae)*sa1+(abs(dyi)-wap/2)*stt
C    print *,'TRANSITIONAL-2',zftt
      it=1
      end if
      end if
      end if
      end if
      end if

C-----TRANSITIONAL-3
      if(it.eq.0) then
      if(k1m.gt.kab-dxtra) then
      if(k1m.lt.kab) then
      wap=wa+(kab-k1m)/(1a1+1a2+1a3)*(wa4-wa)
      dz=(kab-k1m)*sa1
      wmt=wap+2/100*(hh-dz)/stt
      if(abs(dyi).lt.wmt/2) then
      if(abs(dyi).gt.wap/2) then
zftt=ztrb+(kab-k1m)*sa1+(abs(dyi)-wap/2)*stt
C    print *,'TRANSITIONAL-3',zftt
      it=1
      end if
      end if
      end if
      end if
      end if

      if(it.eq.1) then
      srf=zi-zftt
      end if

C-----INNER_APPROACH-1
      if(ca.ge.8) then

```

## POINTS

```

zfia=0
it=0
if(klm.lt.kiae+lia) then
if(klm.gt.kiae) then
if(abs(dyi).lt.wia/2) then
zfia=ztd+(klm-kiae)*sia
c print *, 'INNER_APPROACH-1', zfia
it=1
end if
end if
end if

c-----INNER_APPROACH-2
if(it.eq.0) then
if(klm.gt.kiab-lia) then
if(klm.lt.kiab) then
if(abs(dyi).lt.wia/2) then
zfia=ztd+(kiab-klm)*sia
c print *, 'INNER_APPROACH-2', zfia
it=1
end if
end if
end if
end if

if(it.eq.1) then
srf=zi-zfia
end if

end if

c-----BALKED-1

if(ca.ge.8) then

zfb=0
it=0
if(klm.lt.kbe+lb12) then
if(klm.gt.kbe) then
wap=wb+(klm-kbe)/(lb12)*(wb2-wb)
if(abs(dyi).lt.wap/2) then
zfb=zbc+(klm-kbe)*sb
c print *, 'BALKED-1', zfb
it=1
end if
end if
end if

c-----BALKED-2
if(it.eq.0) then
if(klm.lt.kbb) then
if(klm.gt.kbb-lb11) then
wap=wa+(kbb-klm)/(lb11)*(wb1-wb)
if(abs(dyi).lt.wap/2) then
zfb=zbb+(kbb-klm)*sb
c print *, 'BALKED-2', zfb
it=1
end if
end if
end if
end if

if(it.eq.1) then
srf=zi-zfb
end if

end if

```

POINTS

C-----INNER\_TRANSITIONAL-1

```

    if(ca.ge.8) then
        zfit=0
        it=0
    C    print *,k1m,kae,kab,dyi,dyitr,wa/2,zitr,str
        if(k1m.lt.kae) then
            if(k1m.gt.kab) then
                if(abs(dyi).lt.dyitr) then
                    if(abs(dyi).gt.wa/2) then
                        zfit=zitr+(abs(dyi)-wa/2)*str
    C    print *,'INNER_TRANSITIONAL-1',zfit
            it=1
        end if
    end if
    end if
    end if

```

C-----INNER\_TRANSITIONAL-2

```

    if(it.eq.0) then
        if(k1m.lt.kae+dxitr) then
            if(k1m.gt.kae) then
                wap=wa+(k1m-kae)/(1a1+1a2+1a3)*(wa4-wa)
                dz=(k1m-kae)*sa1
                wmt=wap+2/100*(hh-dz)/stt
                if(abs(dyi).lt.wmt/2) then
                    if(abs(dyi).gt.wap/2) then
                        zfit=zitr+(k1m-kae)*sa1+(abs(dyi)-wap/2)*str
    C    print *,'INNER_TRANSITIONAL-2',zfit
            it=1
        end if
    end if
    end if
    end if
    end if

```

C-----INNER\_TRANSITIONAL-3

```

    C    print *,k1m,kae,kab,dxitra,dyi,dyitr,wa/2,zitr,str

    if(it.eq.0) then
        if(k1m.gt.kab-dxitra) then
            if(k1m.lt.kab) then

                wap=wa+(kab-k1m)/(1a1+1a2+1a3)*(wa4-wa)
                dz=(kab-k1m)*sa1
                wmt=wap+2/100*(hh-dz)/stt

    C    print *,wap,dz,wmt

                if(abs(dyi).lt.wmt/2) then
                    if(abs(dyi).gt.wap/2) then
                        zfit=zitr+(kab-k1m)*sa1+(abs(dyi)-wap/2)*str
    C    print *,'INNER_TRANSITIONAL-3',zfit
            it=1
        end if
    end if
    end if
    end if
    end if

    if(it.eq.1) then
        srf=zi-zfit
    end if

    end if

```

POINTS

```
zfinal(1)=zfc  
zfinal(2)=zfa  
zfinal(3)=zft  
zfinal(4)=zftt  
zfinal(5)=zfia  
zfinal(6)=zfb  
zfinal(7)=zfit
```

```
zf=minval(zfinal,mask=zfinal.gt.0)
```

```
C-----  
      end  
C-----
```

ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ – LINE.FOR

## LINE

```

C*****
C   LINE
C*****

C-----
C   subroutine line(lr,c1,sm,xa,ya,za,xb,yb,zb)
C-----

C-----
C   CALL
C-----
C   integer*4    lr                ! Layer
C   integer*4    c1                ! Color
C   integer*4    sm                ! Symbol
C   real*8       xa,ya,za          ! Point 1
C   real*8       xb,yb,zb          ! Point 2
C-----

C-----
C   DXF LINE
C-----
C-----Start Line
C   write(2,('LINE'))

C-----Layer
C   write(2,(' 8'))
C   if(lr.eq.1) write(2,('_RUNWAY-AXIS_'))
C   if(lr.eq.2) write(2,('_RUNWAY_'))
C   if(lr.eq.3) write(2,('_SAFETY-ZONE_'))
C   if(lr.eq.4) write(2,('_CONICAL_'))
C   if(lr.eq.5) write(2,('_TAKE-OFF_'))
C   if(lr.eq.6) write(2,('_APPROACH_'))
C   if(lr.eq.7) write(2,('_INNER-APPROACH_'))
C   if(lr.eq.8) write(2,('_BALKED_'))
C   if(lr.eq.9) write(2,('_TRANSITIONAL_'))
C   if(lr.eq.0) write(2,('_INNER-TRANSITIONAL_'))

C-----Color
C   write(2,(' 62'))
C   write(2,('i3')) c1

C-----Symbology
C   write(2,(' 6'))
C   if(sm.eq.0) write(2,('CONTINUOUS'))
C   if(sm.eq.1) write(2,('DOT'))
C   if(sm.eq.2) write(2,('HIDDEN'))
C   if(sm.eq.3) write(2,('DASHED'))
C   if(sm.eq.4) write(2,('DASHDOT'))
C   if(sm.eq.5) write(2,('BORDER'))
C   if(sm.eq.6) write(2,('PHANTOM'))
C   if(sm.eq.7) write(2,('CENTER'))

C-----X1
C   write(2,(' 10'))
C   write(2,('f15.6')) xa

C-----Y1
C   write(2,(' 20'))
C   write(2,('f15.6')) ya

C-----Z1
C   write(2,(' 30'))
C   write(2,('f15.6')) za

C-----X2
C   write(2,(' 11'))
C   write(2,('f15.6')) xb

```

LINE

```
c-----Y2  
      write(2,('( ' 21'))')  
      write(2,'(f15.6)') yb
```

```
c-----z2  
      write(2,('( ' 31'))')  
      write(2,'(f15.6)') zb
```

```
c-----End Line  
      write(2,('( ' 0'))')
```

```
c-----  
      end  
c-----
```

ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ – ARC.FOR



ARC

```
C*****
C
C   ARC.FOR
C
C*****
```

```
C-----
C   subroutine arc(lr,cl,sm,xc,yc,zc,ra,sang,eang)
C-----
```

```
C-----
C   VARIABLES
C-----
```

```
integer*4   lr           ! Layer
integer*4   cl           ! Color
integer*4   sm           ! Symbology
real*8      xc,yc,zc     ! XYZ Arc Center
real*8      ra           ! Arc Radius
real*8      sang         ! Arc Start Angle
real*8      eang         ! Arc End Angle
```

```
C-----
C   CALCULATE ARC AZIMUTHS
C-----
```

```
C   call arcazimuths(xc,yc,xs,ys,xe,ye,sang,eang)
```

```
C-----
C   DRAW ARC
C-----
```

```
C-----Start
write(2,(' 'ARC'))
```

```
C-----Layer
write(2,(' ' 8))
if(lr.eq.1) write(2,('_RUNWAY-AXIS_'))
if(lr.eq.2) write(2,('_RUNWAY_'))
if(lr.eq.3) write(2,('_SAFETY-ZONE_'))
if(lr.eq.4) write(2,('_CONICAL_'))
if(lr.eq.5) write(2,('_TAKE-OFF_'))
if(lr.eq.6) write(2,('_APPROACH_'))
if(lr.eq.7) write(2,('_INNER-APPROACH_'))
if(lr.eq.8) write(2,('_BALKED_'))
if(lr.eq.9) write(2,('_TRANSITIONAL_'))
if(lr.eq.0) write(2,('_INNER-TRANSITIONAL_'))
```

```
C-----Color
write(2,(' ' 62))
write(2,(i3)) cl
```

```
C-----Symbol
write(2,(' ' 6))
if(sm.eq.0) write(2,('CONTINUOUS'))
if(sm.eq.1) write(2,('DOT'))
if(sm.eq.2) write(2,('HIDDEN'))
if(sm.eq.3) write(2,('DASHED'))
if(sm.eq.4) write(2,('DASHDOT'))
if(sm.eq.5) write(2,('BORDER'))
if(sm.eq.6) write(2,('PHANTOM'))
if(sm.eq.7) write(2,('CENTER'))
```

```
C-----X Center
write(2,(' ' 10))
write(2,(f15.6)) xc
```

```
C-----Y Center
write(2,(' ' 20))
```

ARC

```
write(2, '(f15.6)') yc
c-----Z Center
write(2, '(' 30''')')
write(2, '(f15.6)') zc
c-----Radius
write(2, '(' 40''')')
write(2, '(f15.6)') ra
c-----Start Angle
write(2, '(' 50''')')
write(2, '(f10.6)') sang
c-----End Angle
write(2, '(' 51''')')
write(2, '(f10.6)') eang
write(2, '(' 0''')')
c-----
end
c-----
```

ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ – RTRI.FOR

RTRI

```

C*****
C
C      RTRI.FOR
C
C      Read fm.tri
C
C*****
C-----
C      subroutine rtri(fmtri)
C-----
C
C      COMMON
C-----
C      common /fmtri/itri,xtri,ytri,ztri
C-----
C
C      FILES
C-----
C      character*999 fmtri                ! fm.tri
C-----
C      FM.TRI
C-----
C      integer*4      itri                ! No
C      real*8         xtri(500000)        ! X
C      real*8         ytri(500000)        ! Y
C      real*8         ztri(500000)        ! Z
C-----
C      START
C-----
C      call g('Δλαβ&ζω Τριγων& - fm.tri',24,1)
C-----
C
C      EXIST
C-----
C      call exist(fmtri,itri,'fm.tri    ')
C
C      if(itri.eq.0) return
C-----
C
C      READ FM.TRI
C-----
C      open(1,file=fmtri,status='unknown')
C
C      do i=1,9
C      read(1,'(1x)',end=100)
C      end do
C
C      i=0
C
C      do while(.not.eof(1))
C
C      i=i+1
C      j=j+1
C
C      read(1,*,err=100) xtri(i),ytri(i),ztri(i),jtri
C      write(*,'(i8,3f12.3,2i8)') i,xtri(i),ytri(i),ztri(i),jtri,j
C      if(jtri.eq.0) then
C      write(*,'(130(''-'))')
C      write(*,'(i8,3f12.3,2i8)') i,xtri(i),ytri(i),ztri(i),jtri,j
C      write(*,'(130(''-'))')
C      print *,jtri
C      call pzs
C      end if

```

RTRI

```

i=i+1
j=j+1
c read(1,*,err=100) xtri(i),ytri(i),ztri(i),jtri
write(*,'(i8,3f12.3,2i8)') i,xtri(i),ytri(i),ztri(i),jtri,j
if(jtri.eq.1) then
write(*,'(130(''-'))')
write(*,'(i8,3f12.3,2i8)') i,xtri(i),ytri(i),ztri(i),jtri,j
write(*,'(130(''-'))')
print *,jtri
call pzs
end if

i=i+1
j=j+1
c read(1,*,err=100) xtri(i),ytri(i),ztri(i),jtri
write(*,'(i8,3f12.3,2i8)') i,xtri(i),ytri(i),ztri(i),jtri,j
if(jtri.eq.1) then
write(*,'(130(''-'))')
write(*,'(i8,3f12.3,2i8)') i,xtri(i),ytri(i),ztri(i),jtri,j
write(*,'(130(''-'))')
print *,jtri
call pzs
end if

i=i+1
j=j+1
c read(1,*,err=100) xtri(i),ytri(i),ztri(i),jtri
write(*,'(i8,3f12.3,2i8)') i,xtri(i),ytri(i),ztri(i),jtri,j
if(jtri.eq.1) then
write(*,'(130(''-'))')
write(*,'(i8,3f12.3,2i8)') i,xtri(i),ytri(i),ztri(i),jtri,j
write(*,'(130(''-'))')
print *,jtri
call pzs
end if

if(int(xtri(i)*1000).ne.int(xtri(i-3)*1000)) then
call g('x1 <> x4',8,1)
write(*,'(130(''-'))')
write(*,'(i8,3f12.3,2i8)') i,xtri(i),ytri(i),ztri(i),jtri,j
call pzs
end if

if(int(ytri(i)*1000).ne.int(ytri(i-3)*1000)) then
call g('y1 <> y4',8,1)
write(*,'(130(''-'))')
write(*,'(i8,3f12.3,2i8)') i,xtri(i),ytri(i),ztri(i),jtri,j
call pzs
end if

if(int(ztri(i)*1000).ne.int(ztri(i-3)*1000)) then
call g('z1 <> z4',8,1)
write(*,'(130(''-'))')
write(*,'(i8,3f12.3,2i8)') i,xtri(i),ytri(i),ztri(i),jtri,j
call pzs
end if

i=i-1

end do

itri=i

close (1)

call gi('Κορυφές Τριγώνων = ',19,itri ,1)
call gi('Τριγώνα = ',19,itri/3,1)

```

## RTRI

```
C-----  
      return  
C-----  
  
C-----  
      ERRORS  
C-----  
100  call g('Λάθος στά Τρίγωνο - fm.tri',28,1)  
      call pzs  
  
C-----  
      end  
C-----  
→
```

ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ – HEIGHT.FOR

## HEIGHT

```

C*****
C
C   HEIGHT.FOR
C
C   z=a*x+b*y+c
C
C*****

```

subroutine height(xt,yt,zt,it)

```

C-----
C   COMMON
C-----
common /fmtri/itri,xtri,ytri,ztri

```

```

C-----
C   CALL
C-----
      real*8    xt,yt,zt          ! XYZ
      integer*4 it              ! Status

```

```

C-----
C   FM.TRI
C-----
      integer*4  itri            ! No
      real*8     xtri(500000)    ! Point X
      real*8     ytri(500000)    ! Point Y
      real*8     ztri(500000)    ! Point Z

```

```

C-----
C   WORKING VALUES
C-----
      real*8     s1,s2,s3        ! Sides
      real*8     d1,d2,d3        ! Sides_Center_Gravity
      real*8     w1,w2,w3        ! Angles
      real*8     xa,ya,za        ! XYZ_Point_1
      real*8     xb,yb,zb        ! XYZ_Point_2
      real*8     xc,yc,zc        ! XYZ_Center
      real*8     a,b,c           ! Line_Equation_Coeff.
      real*8     xp,yp           ! Projection
      real*8     dst             ! Distance

      real*8     xab,yab,zab
      real*8     xac,yac,zac
      real*8     xbc,ybc,zbc

```

```

C-----
C   INITIAL VALUES
C-----
      zt=0
      it=0

```

```

C-----
C   HEIGHT IF POINT IS EQUAL TO A VERTEX OF A TRIANGLE
C-----
      print *, 'VERTEX'

      do i=1,itri
      if(int(xt*1000).eq.int(xtri(i)*1000)) then
      if(int(yt*1000).eq.int(ytri(i)*1000)) then
      zt=ztri(i)
      it=1
      return
      end if
      end if
      end do

```



HEIGHT

C HEIGHT IF POINT IS ON ONE OF THE 3 SIDES OF THE TRIANGLE

```

C-----
C   print *, 'SIDE'
C
C   do i=1, itri, 3
C
C     xa=xtri(i)
C     ya=ytri(i)
C     za=ztri(i)
C     xb=xtri(i+1)
C     yb=ytri(i+1)
C     zb=ztri(i+1)
C     xc=xtri(i+2)
C     yc=ytri(i+2)
C     zc=ztri(i+2)
C
C     if((xa-xt)*(xb-xt).lt.0) then
C       call vertical(xa,ya,xb,yb,dst,xt,yt,xp,yp)
C       if(int(dst*1000).le.1) then
C         if(int(xa*1000).ne.int(xb*1000)) then
C           call insert(xa,za,xb,zb,xt,zt)
C         else
C           call insert(ya,za,yb,zb,yt,zt)
C         end if
C         it=1
C       return
C     end if
C
C     if((xb-xt)*(xc-xt).lt.0) then
C       call vertical(xb,yb,xc,yc,dst,xt,yt,xp,yp)
C       if(int(dst*1000).le.1) then
C         if(int(xb*1000).ne.int(xc*1000)) then
C           call insert(xb,zb,xc,zc,xt,zt)
C         else
C           call insert(yb,zb,yc,zc,yt,zt)
C         end if
C         it=1
C       return
C     end if
C
C     if((xc-xt)*(xa-xt).lt.0) then
C       call vertical(xc,yc,xa,ya,dst,xt,yt,xp,yp)
C       if(int(dst*1000).le.1) then
C         if(int(xc*1000).ne.int(xa*1000)) then
C           call insert(xc,zc,xa,za,xt,zt)
C         else
C           call insert(yc,zc,ya,za,yt,zt)
C         end if
C         it=1
C       return
C     end if
C
C   end do

```

C-----  
 C HEIGHT FROM TRIANGLE

```

C-----
C   print *, 'TRIANGLE'
C
C   do i=1, itri, 3
C
C     xa=xtri(i)
C     ya=ytri(i)
C     za=ztri(i)
C     xb=xtri(i+1)

```

## HEIGHT

```

yb=ytri(i+1)
zb=ztri(i+1)
xc=xtri(i+2)
yc=ytri(i+2)
zc=ztri(i+2)

if(int(xa*1000).eq.int(xb*1000)) xb=xb+0.00001
if(int(xa*1000).eq.int(xc*1000)) xc=xc+0.00001
if(int(xb*1000).eq.int(xc*1000)) xc=xc+0.00001
if(int(ya*1000).eq.int(yb*1000)) yb=yb+0.00001
if(int(ya*1000).eq.int(yc*1000)) yc=yc+0.00001
if(int(yb*1000).eq.int(yc*1000)) yc=yc+0.00001

s1=sqrt((xa-xb)**2+(ya-yb)**2)
s2=sqrt((xb-xc)**2+(yb-yc)**2)
s3=sqrt((xc-xa)**2+(yc-ya)**2)

d2=sqrt((xa-xt)**2+(ya-yt)**2)
d3=sqrt((xb-xt)**2+(yb-yt)**2)
d1=sqrt((xc-xt)**2+(yc-yt)**2)

if(int(d1*1000).eq.0) d1=0.001
if(int(d2*1000).eq.0) d2=0.001
if(int(d3*1000).eq.0) d3=0.001

w1=(d2**2+d3**2-s1**2)/2/d2/d3
w2=(d3**2+d1**2-s2**2)/2/d3/d1
w3=(d1**2+d2**2-s3**2)/2/d1/d2

if(w1.gt.1) w1= 0.999999
if(w1.lt.-1) w1=-0.999999
if(w2.gt.1) w2= 0.999999
if(w2.lt.-1) w2=-0.999999
if(w3.gt.1) w3= 0.999999
if(w3.lt.-1) w3=-0.999999

w1=(acos(w1)+acos(w2)+acos(w3))*200/3.14159265

if(int(w1*1000).ge.399999) then
c   call g('',0,1)
c   write(*,'(3f12.3)') xa,ya,za
c   write(*,'(3f12.3)') xb,yb,zb
c   write(*,'(3f12.3)') xc,yc,zc

if(int(xa*1000).eq.int(xb*1000)) then
c   print *, 'a=b'
c   call t21(xb,yb,xc,yc,xt,yt,xt,yt+1000,xbc,ybc,itm)
c   zbc=zb+(zc-zb)*(xt-xb)/(xc-xb)
c   call number(1,4,0,78,xbc,ybc,z,z,z,z+1.5,zbc,3)
c   call t21(xa,ya,xc,yc,xt,yt,xt,yt+1000,xac,yac,itm)
c   zac=za+(zc-za)*(xt-xa)/(xc-xa)
c   call number(1,4,0,78,xac,yac,z,z,z,z,z+1.5,zac,3)
c   if(int(ybc*1000).eq.int(yac*1000)) ybc=ybc+0.001
c   zt=zac+(zbc-zac)*(yt-yac)/(ybc-yac)
c   call number(1,4,0,78,xt,yt,z,z,z,z,z+1.5,zt,3)
c   it=1
c   stop 'ab'
c   return
c   end if

if(int(xa*1000).eq.int(xc*1000)) then
c   print *, 'a=c'
c   call t21(xb,yb,xa,ya,xt,yt,xt,yt+1000,xab,yab,itm)
c   zab=za+(zb-za)*(xt-xa)/(xb-xa)
c   call number(1,4,0,78,xab,yab,z,z,z,z,z+1.5,zab,3)
c   call t21(xb,yb,xc,yc,xt,yt,xt,yt+1000,xbc,ybc,itm)
c   zbc=zb+(zc-zb)*(xt-xb)/(xc-xb)

```

```

                                HEIGHT
c   call number(1,4,0,78,xbc,ybc,z,z,z,z,z+1.5,zbc,3)
    if(int(yab*1000).eq.int(ybc*1000)) ybc=ybc+0.001
    zt=zab+(zbc-zab)*(yt-yab)/(ybc-yab)
c   call number(1,4,0,78,xt,yt,z,z,z,z,z+1.5,zt,3)
    it=1
c   stop 'ac'
    return
    end if

    if(int(xb*1000).eq.int(xc*1000)) then
c   print *, 'b=c'
    call t21(xa,ya,xb,yb,xt,yt,xt,yt+1000,xab,yab,itm)
    zab=za+(zb-za)*(xt-xa)/(xb-xa)
c   call number(1,4,0,78,xab,yab,z,z,z,z,z+1.5,zab,3)
    call t21(xa,ya,xc,yc,xt,yt,xt,yt+1000,xac,yac,itm)
    zac=za+(zc-za)*(xt-xa)/(xc-xa)
c   call number(1,4,0,78,xac,yac,z,z,z,z,z+1.5,zac,3)
    if(int(yab*1000).eq.int(yac*1000)) yac=yac+0.001
    zt=zab+(zac-zab)*(yt-yab)/(yac-yab)
c   call number(1,4,0,78,xt,yt,z,z,z,z,z+1.5,zt,3)
    it=1
c   stop 'bc'
    return
    end if

    b=(za-zb)*(xb-xc)-(zb-zc)*(xa-xb)
    b=b/((ya-yb)*(xb-xc)-(yb-yc)*(xa-xb))
    a=((zb-zc)-b*(yb-yc))/(xb-xc)
    c=za-a*xa-b*ya
    zt=a*xt+b*yt+c
    it=1
c   write(*,'(3f12.3,i8)') xt,yt,zt,it
    return
    end if

    end do

    end

```

ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ – INTERVAL.FOR

INTERVAL

```
C*****
C
C   INTERVAL.FOR
C
C   Interval for 1 sec
C
C*****
C-----
C   subroutine interval
C-----
C
C   VARIOUS
C-----
C   integer*4    ihr1,ihr2           ! Hour
C   integer*4    imin1,imin2         ! Minute
C   integer*4    isec1,isec2         ! Second
C   integer*4    i100th1,i100th2    ! 100th_of_Second
C-----
C   MAIN
C-----
C   write(*,'(1x)')
C
C   i=0
C   call gettim (ihr1,imin1,isec1,i100th1)
C   do while(i.eq.0)
C   call gettim (ihr2,imin2,isec2,i100th2)
C   if(abs(isec2-isec1).gt.5.) return
C   end do
C   write(*,'(''...''')')
C-----
C   end
C-----
→
```

**ANNEX 14 – ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: OBSTACLE  
RESTRICTION AND REMOVAL**

## CHAPTER 4. OBSTACLE RESTRICTION AND REMOVAL

*Note 1.— The objectives of the specifications in this chapter are to define the airspace around aerodromes to be maintained free from obstacles so as to permit the intended aeroplane operations at the aerodromes to be conducted safely and to prevent the aerodromes from becoming unusable by the growth of obstacles around the aerodromes. This is achieved by establishing a series of obstacle limitation surfaces that define the limits to which objects may project into the airspace.*

*Note 2.— Objects which penetrate the obstacle limitation surfaces contained in this chapter may in certain circumstances cause an increase in the obstacle clearance altitude/height for an instrument approach procedure or any associated visual circling procedure or have other operational impact on flight procedure design. Criteria for flight procedure design are contained in the Procedures for Air Navigation Services — Aircraft Operations (PANS-OPS, Doc 8168).*

*Note 3.— The establishment of, and requirements for, an obstacle protection surface for visual approach slope indicator systems are specified in 5.3.5.41 to 5.3.5.45.*

### 4.1 Obstacle limitation surfaces

*Note.— See Figure 4-1.*

#### **Outer horizontal surface**

*Note.— Guidance on the need to provide an outer horizontal surface and its characteristics is contained in the Airport Services Manual (Doc 9137), Part 6.*

#### **Conical surface**

4.1.1 *Description.— Conical surface.* A surface sloping upwards and outwards from the periphery of the inner horizontal surface.

4.1.2 *Characteristics.—* The limits of the conical surface shall comprise:

- a) a lower edge coincident with the periphery of the inner horizontal surface; and
- b) an upper edge located at a specified height above the inner horizontal surface.

4.1.3 The slope of the conical surface shall be measured in a vertical plane perpendicular to the periphery of the inner horizontal surface.

#### **Inner horizontal surface**

4.1.4 *Description.— Inner horizontal surface.* A surface located in a horizontal plane above an aerodrome and its environs.

4.1.5 *Characteristics.*— The radius or outer limits of the inner horizontal surface shall be measured from a reference point or points established for such purpose.

*Note.*— *The shape of the inner horizontal surface need not necessarily be circular. Guidance on determining the extent of the inner horizontal surface is contained in the Airport Services Manual (Doc 9137), Part 6.*

4.1.6 The height of the inner horizontal surface shall be measured above an elevation datum established for such purpose.

*Note.*— *Guidance on determining the elevation datum is contained in the Airport Services Manual (Doc 9137), Part 6.*

### **Approach surface**

4.1.7 *Description.*— *Approach surface.* An inclined plane or combination of planes preceding the threshold.

4.1.8 *Characteristics.*— The limits of the approach surface shall comprise:

- a) an inner edge of specified length, horizontal and perpendicular to the extended centre line of the runway and located at a specified distance before the threshold;
- b) two sides originating at the ends of the inner edge and diverging uniformly at a specified rate from the extended centre line of the runway;
- c) an outer edge parallel to the inner edge; and
- d) The above surfaces shall be varied when lateral offset, offset or curved approaches are utilized, specifically, two sides originating at the ends of the inner edge and diverging uniformly at a specified rate from the extended centre line of the lateral offset, offset or curved ground track.

4.1.9 The elevation of the inner edge shall be equal to the elevation of the midpoint of the threshold.

4.1.10 The slope(s) of the approach surface shall be measured in the vertical plane containing the centre line of the runway and shall continue containing the centre line of any lateral offset or curved ground track.

*Note.*— *See Figure 4-2.*

### **Inner approach surface**

4.1.11 *Description.*— *Inner approach surface.* A rectangular portion of the approach surface immediately preceding the threshold.

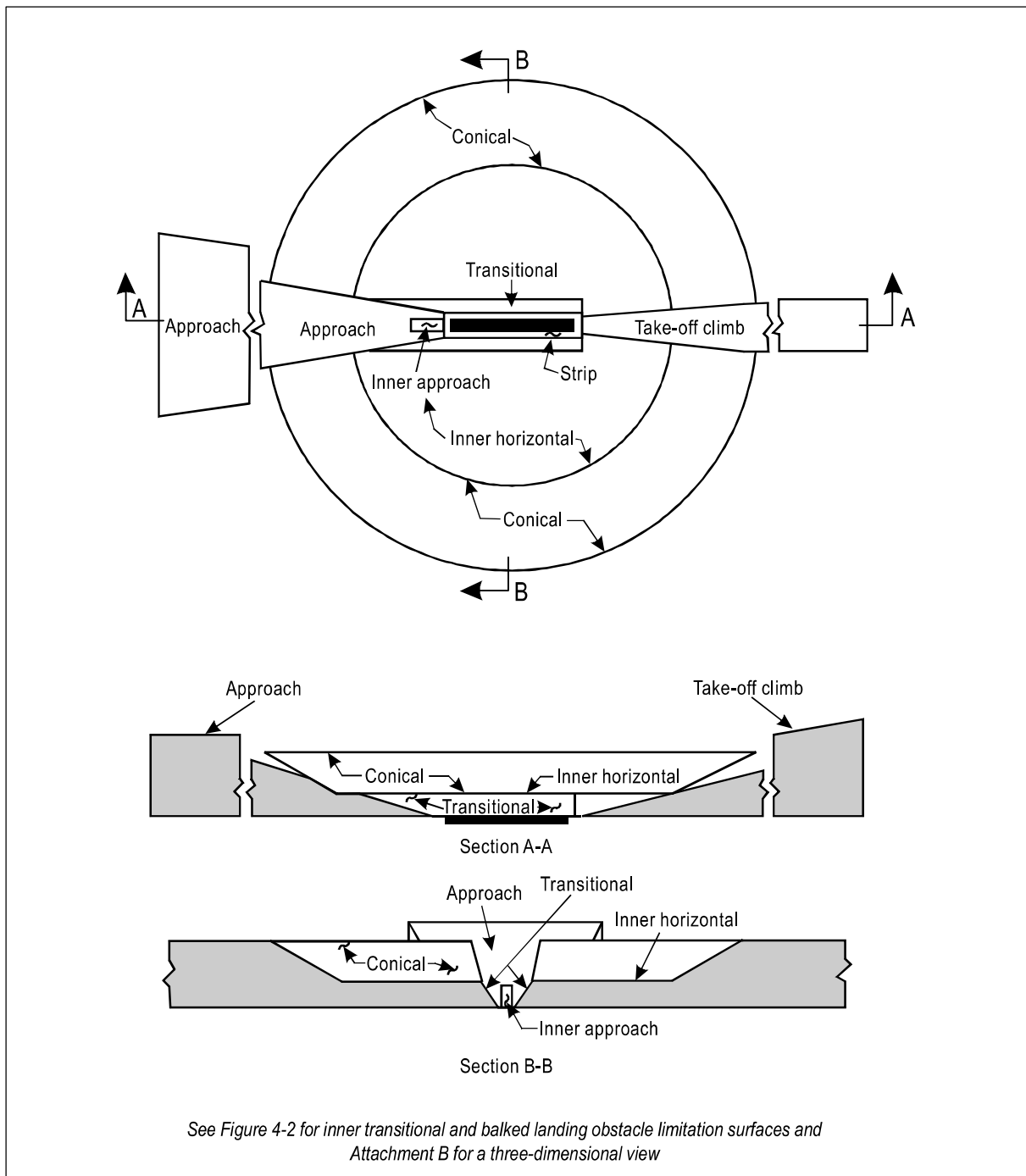
4.1.12 *Characteristics.*— The limits of the inner approach surface shall comprise:

- a) an inner edge coincident with the location of the inner edge of the approach surface but of its own specified length;
- b) two sides originating at the ends of the inner edge and extending parallel to the vertical plane containing the centre line of the runway; and
- c) an outer edge parallel to the inner edge.

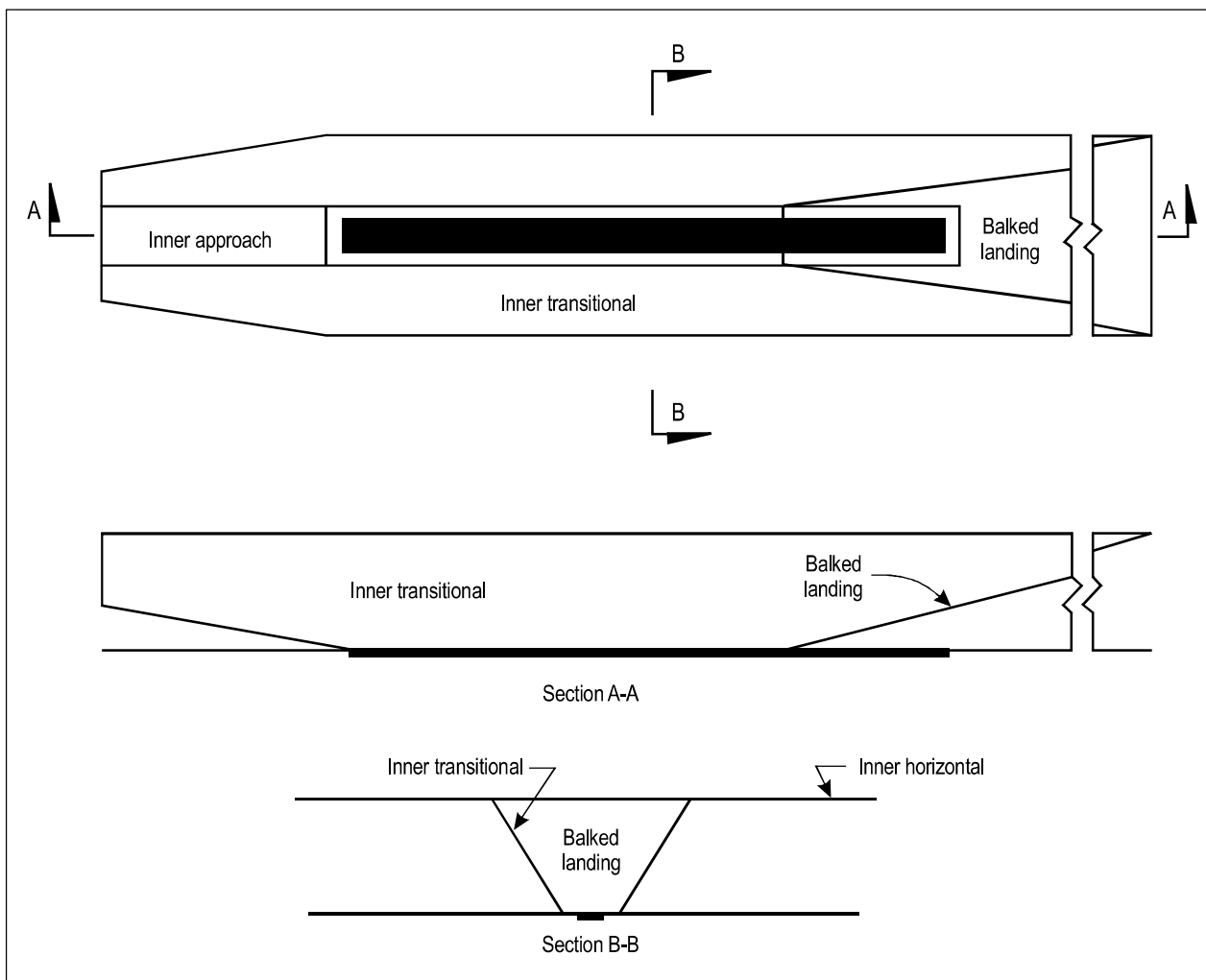
### **Transitional surface**

4.1.13 *Description.*— *Transitional surface.* A complex surface along the side of the strip and part of the side of the approach surface, that slopes upwards and outwards to the inner horizontal surface.





**Figure 4-1. Obstacle limitation surfaces**



**Figure 4-2. Inner approach, inner transitional and balked landing obstacle limitation surfaces**

4.1.14 *Characteristics.*— The limits of a transitional surface shall comprise:

- a) a lower edge beginning at the intersection of the side of the approach surface with the inner horizontal surface and extending down the side of the approach surface to the inner edge of the approach surface and from there along the length of the strip parallel to the runway centre line; and
- b) an upper edge located in the plane of the inner horizontal surface.

4.1.15 The elevation of a point on the lower edge shall be:

- a) along the side of the approach surface — equal to the elevation of the approach surface at that point; and
- b) along the strip — equal to the elevation of the nearest point on the centre line of the runway or its extension.

*Note.— As a result of b) the transitional surface along the strip will be curved if the runway profile is curved, or a plane if the runway profile is a straight line. The intersection of the transitional surface with the inner horizontal surface will also be a curved or a straight line depending on the runway profile.*

4.1.16 The slope of the transitional surface shall be measured in a vertical plane at right angles to the centre line of the runway.

#### **Inner transitional surface**

*Note.— It is intended that the inner transitional surface be the controlling obstacle limitation surface for navigation aids, aircraft and other vehicles that must be near the runway and which is not to be penetrated except for frangible objects. The transitional surface described in 4.1.13 is intended to remain as the controlling obstacle limitation surface for buildings, etc.*

4.1.17 *Description.— Inner transitional surface.* A surface similar to the transitional surface but closer to the runway.

4.1.18 *Characteristics.—* The limits of an inner transitional surface shall comprise:

- a) a lower edge beginning at the end of the inner approach surface and extending down the side of the inner approach surface to the inner edge of that surface, from there along the strip parallel to the runway centre line to the inner edge of the balked landing surface and from there up the side of the balked landing surface to the point where the side intersects the inner horizontal surface; and
- b) an upper edge located in the plane of the inner horizontal surface.

4.1.19 The elevation of a point on the lower edge shall be:

- a) along the side of the inner approach surface and balked landing surface — equal to the elevation of the particular surface at that point; and
- b) along the strip — equal to the elevation of the nearest point on the centre line of the runway or its extension.

*Note.— As a result of b) the inner transitional surface along the strip will be curved if the runway profile is curved or a plane if the runway profile is a straight line. The intersection of the inner transitional surface with the inner horizontal surface will also be a curved or straight line depending on the runway profile.*

4.1.20 The slope of the inner transitional surface shall be measured in a vertical plane at right angles to the centre line of the runway.

#### **Balked landing surface**

4.1.21 *Description.— Balked landing surface.* An inclined plane located at a specified distance after the threshold, extending between the inner transitional surface.

4.1.22 *Characteristics.—* The limits of the balked landing surface shall comprise:

- a) an inner edge horizontal and perpendicular to the centre line of the runway and located at a specified distance after the threshold;
- b) two sides originating at the ends of the inner edge and diverging uniformly at a specified rate from the vertical plane containing the centre line of the runway; and

c) an outer edge parallel to the inner edge and located in the plane of the inner horizontal surface.

4.1.23 The elevation of the inner edge shall be equal to the elevation of the runway centre line at the location of the inner edge.

4.1.24 The slope of the balked landing surface shall be measured in the vertical plane containing the centre line of the runway.

### **Take-off climb surface**

4.1.25 *Description.*— *Take-off climb surface.* An inclined plane or other specified surface beyond the end of a runway or clearway.

4.1.26 *Characteristics.*— The limits of the take-off climb surface shall comprise:

- a) an inner edge horizontal and perpendicular to the centre line of the runway and located either at a specified distance beyond the end of the runway or at the end of the clearway when such is provided and its length exceeds the specified distance;
- b) two sides originating at the ends of the inner edge, diverging uniformly at a specified rate from the take-off track to a specified final width and continuing thereafter at that width for the remainder of the length of the take-off climb surface; and
- c) an outer edge horizontal and perpendicular to the specified take-off track.

4.1.27 The elevation of the inner edge shall be equal to the highest point on the extended runway centre line between the end of the runway and the inner edge, except that when a clearway is provided the elevation shall be equal to the highest point on the ground on the centre line of the clearway.

4.1.28 In the case of a straight take-off flight path, the slope of the take-off climb surface shall be measured in the vertical plane containing the centre line of the runway.

4.1.29 In the case of a take-off flight path involving a turn, the take-off climb surface shall be a complex surface containing the horizontal normals to its centre line, and the slope of the centre line shall be the same as that for a straight take-off flight path.

## **4.2 Obstacle limitation requirements**

*Note.*— *The requirements for obstacle limitation surfaces are specified on the basis of the intended use of a runway, i.e. take-off or landing and type of approach, and are intended to be applied when such use is made of the runway. In cases where operations are conducted to or from both directions of a runway, then the function of certain surfaces may be nullified because of more stringent requirements of another lower surface.*

### **Non-instrument runways**

4.2.1 The following obstacle limitation surfaces shall be established for a non-instrument runway:

- conical surface;
- inner horizontal surface;
- approach surface; and
- transitional surfaces.

4.2.2 The heights and slopes of the surfaces shall not be greater than, and their other dimensions not less than, those specified in Table 4-1.

4.2.3 New objects or extensions of existing objects shall not be permitted above an approach or transitional surface except when, in the opinion of the appropriate authority, the new object or extension would be shielded by an existing immovable object.

*Note.*— *Circumstances in which the shielding principle may reasonably be applied are described in the Airport Services Manual (Doc 9137), Part 6.*

4.2.4 **Recommendation.**— *New objects or extensions of existing objects should not be permitted above the conical surface or inner horizontal surface except when, in the opinion of the appropriate authority, the object would be shielded by an existing immovable object, or after aeronautical study it is determined that the object would not adversely affect the safety or significantly affect the regularity of operations of aeroplanes.*

4.2.5 **Recommendation.**— *Existing objects above any of the surfaces required by 4.2.1 should as far as practicable be removed except when, in the opinion of the appropriate authority, the object is shielded by an existing immovable object, or after aeronautical study it is determined that the object would not adversely affect the safety or significantly affect the regularity of operations of aeroplanes.*

*Note.*— *Because of transverse or longitudinal slopes on a strip, in certain cases the inner edge or portions of the inner edge of the approach surface may be below the corresponding elevation of the strip. It is not intended that the strip be graded to conform with the inner edge of the approach surface, nor is it intended that terrain or objects which are above the approach surface beyond the end of the strip, but below the level of the strip, be removed unless it is considered they may endanger aeroplanes.*

4.2.6 **Recommendation.**— *In considering proposed construction, account should be taken of the possible future development of an instrument runway and consequent requirement for more stringent obstacle limitation surfaces.*

#### **Non-precision approach runways**

4.2.7 The following obstacle limitation surfaces shall be established for a non-precision approach runway:

- conical surface;
- inner horizontal surface;
- approach surface; and
- transitional surfaces.

4.2.8 The heights and slopes of the surfaces shall not be greater than, and their other dimensions not less than, those specified in Table 4-1, except in the case of the horizontal section of the approach surface (see 4.2.9).

4.2.9 The approach surface shall be horizontal beyond the point at which the 2.5 per cent slope intersects:

- a) a horizontal plane 150 m above the threshold elevation; or
- b) the horizontal plane passing through the top of any object that governs the obstacle clearance altitude/height (OCA/H);

whichever is the higher.

4.2.10 New objects or extensions of existing objects shall not be permitted above an approach surface within 3 000 m of the inner edge or above a transitional surface except when, in the opinion of the appropriate authority, the new object or extension would be shielded by an existing immovable object.

*Note.*— *Circumstances in which the shielding principle may reasonably be applied are described in the Airport Services Manual (Doc 9137), Part 6.*

Table 4-1. Dimensions and slopes of obstacle limitation surfaces — Approach runways

Surface and dimensions <sup>a</sup> (1)	RUNWAY CLASSIFICATION									
	Non-instrument Code number				Non-precision approach Code number			Precision approach category		
	1 (2)	2 (3)	3 (4)	4 (5)	1,2 (6)	3 (7)	4 (8)	I Code number 1,2 3,4 (9)	II or III Code number 3,4 (10)	3,4 (11)
<b>CONICAL</b>										
Slope	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Height	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	75 m	100 m	60 m	100 m	100 m
<b>INNER HORIZONTAL</b>										
Height	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
Radius	2 000 m	2 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m
<b>INNER APPROACH</b>										
Width	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m <sup>e</sup>	120 m <sup>e</sup>
Distance from threshold	—	—	—	—	—	—	—	60 m	60 m	60 m
Length	—	—	—	—	—	—	—	900 m	900 m	900 m
Slope	—	—	—	—	—	—	—	2.5%	2%	2%
<b>APPROACH</b>										
Length of inner edge	60 m	80 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m	150 m	300 m	300 m
Distance from threshold	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Divergence (each side)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
<b>First section</b>										
Length	1 600 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m
Slope	5%	4%	3.33%	2.5%	3.33%	2%	2%	2.5%	2%	2%
<b>Second section</b>										
Length	—	—	—	—	—	3 600 m <sup>b</sup>	3 600 m <sup>b</sup>	12 000 m	3 600 m <sup>b</sup>	3 600 m <sup>b</sup>
Slope	—	—	—	—	—	2.5%	2.5%	3%	2.5%	2.5%
<b>Horizontal section</b>										
Length	—	—	—	—	—	8 400 m <sup>b</sup>	8 400 m <sup>b</sup>	—	8 400 m <sup>b</sup>	8 400 m <sup>b</sup>
Total length	—	—	—	—	—	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m
<b>TRANSITIONAL</b>										
Slope	20%	20%	14.3%	14.3%	20%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%
<b>INNER TRANSITIONAL</b>										
Slope	—	—	—	—	—	—	—	40%	33.3%	33.3%
<b>BALKED LANDING SURFACE</b>										
Length of inner edge	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m <sup>e</sup>	120 m <sup>e</sup>
Distance from threshold	—	—	—	—	—	—	—	c	1 800 m <sup>d</sup>	1 800 m <sup>d</sup>
Divergence (each side)	—	—	—	—	—	—	—	10%	10%	10%
Slope	—	—	—	—	—	—	—	4%	3.33%	3.33%

a. All dimensions are measured horizontally unless specified otherwise.

b. Variable length (see 4.2.9 or 4.2.17).

c. Distance to the end of strip.

d. Or end of runway whichever is less.

e. Where the code letter is F (Column (3) of Table 1-1), the width is increased to 155 m. For information on code letter F aeroplanes equipped with digital avionics that provide steering commands to maintain an established track during the go-around manoeuvre, see Circular 301 — *New Larger Aeroplanes — Infringement of the Obstacle Free Zone: Operational Measures and Aeronautical Study*.

4.2.11 **Recommendation.**— *New objects or extensions of existing objects should not be permitted above the approach surface beyond 3 000 m from the inner edge, the conical surface or inner horizontal surface except when, in the opinion of the appropriate authority, the object would be shielded by an existing immovable object, or after aeronautical study it is determined that the object would not adversely affect the safety or significantly affect the regularity of operations of aeroplanes.*

4.2.12 **Recommendation.**— *Existing objects above any of the surfaces required by 4.2.7 should as far as practicable be removed except when, in the opinion of the appropriate authority, the object is shielded by an existing immovable object, or after aeronautical study it is determined that the object would not adversely affect the safety or significantly affect the regularity of operations of aeroplanes.*

*Note.*— *Because of transverse or longitudinal slopes on a strip, in certain cases the inner edge or portions of the inner edge of the approach surface may be below the corresponding elevation of the strip. It is not intended that the strip be graded to conform with the inner edge of the approach surface, nor is it intended that terrain or objects which are above the approach surface beyond the end of the strip, but below the level of the strip, be removed unless it is considered they may endanger aeroplanes.*

#### **Precision approach runways**

*Note 1.*— *See 9.9 for information regarding siting of equipment and installations on operational areas.*

*Note 2.*— *Guidance on obstacle limitation surfaces for precision approach runways is given in the Airport Services Manual (Doc 9137), Part 6.*

4.2.13 The following obstacle limitation surfaces shall be established for a precision approach runway category I:

- conical surface;
- inner horizontal surface;
- approach surface; and
- transitional surfaces.

4.2.14 **Recommendation.**— *The following obstacle limitation surfaces should be established for a precision approach runway category I:*

- *inner approach surface;*
- *inner transitional surfaces; and*
- *balked landing surface.*

4.2.15 The following obstacle limitation surfaces shall be established for a precision approach runway category II or III:

- conical surface;
- inner horizontal surface;
- approach surface and inner approach surface;
- transitional surfaces;
- inner transitional surfaces; and
- balked landing surface.

4.2.16 The heights and slopes of the surfaces shall not be greater than, and their other dimensions not less than, those specified in Table 4-1, except in the case of the horizontal section of the approach surface (see 4.2.17).

4.2.17 The approach surface shall be horizontal beyond the point at which the 2.5 per cent slope intersects:

- a) a horizontal plane 150 m above the threshold elevation; or
- b) the horizontal plane passing through the top of any object that governs the obstacle clearance limit;

whichever is the higher.

4.2.18 Fixed objects shall not be permitted above the inner approach surface, the inner transitional surface or the balked landing surface, except for frangible objects which because of their function must be located on the strip. Mobile objects shall not be permitted above these surfaces during the use of the runway for landing.

4.2.19 New objects or extensions of existing objects shall not be permitted above an approach surface or a transitional surface except when, in the opinion of the appropriate authority, the new object or extension would be shielded by an existing immovable object.

*Note.*— *Circumstances in which the shielding principle may reasonably be applied are described in the Airport Services Manual (Doc 9137), Part 6.*

4.2.20 **Recommendation.**— *New objects or extensions of existing objects should not be permitted above the conical surface and the inner horizontal surface except when, in the opinion of the appropriate authority, an object would be shielded by an existing immovable object, or after aeronautical study it is determined that the object would not adversely affect the safety or significantly affect the regularity of operations of aeroplanes.*

4.2.21 **Recommendation.**— *Existing objects above an approach surface, a transitional surface, the conical surface and inner horizontal surface should as far as practicable be removed except when, in the opinion of the appropriate authority, an object is shielded by an existing immovable object, or after aeronautical study it is determined that the object would not adversely affect the safety or significantly affect the regularity of operations of aeroplanes.*

*Note.*— *Because of transverse or longitudinal slopes on a strip, in certain cases the inner edge or portions of the inner edge of the approach surface may be below the corresponding elevation of the strip. It is not intended that the strip be graded to conform with the inner edge of the approach surface, nor is it intended that terrain or objects which are above the approach surface beyond the end of the strip, but below the level of the strip, be removed unless it is considered they may endanger aeroplanes.*

### **Runways meant for take-off**

4.2.22 The following obstacle limitation surface shall be established for a runway meant for take-off:

- take-off climb surface.

4.2.23 The dimensions of the surface shall be not less than the dimensions specified in Table 4-2, except that a lesser length may be adopted for the take-off climb surface where such lesser length would be consistent with procedural measures adopted to govern the outward flight of aeroplanes.

4.2.24 **Recommendation.**— *The operational characteristics of aeroplanes for which the runway is intended should be examined to see if it is desirable to reduce the slope specified in Table 4-2 when critical operating conditions are to be catered to. If the specified slope is reduced, corresponding adjustment in the length of the take-off climb surface should be made so as to provide protection to a height of 300 m.*

*Note.*— *When local conditions differ widely from sea level standard atmospheric conditions, it may be advisable for the slope specified in Table 4-2 to be reduced. The degree of this reduction depends on the divergence between local conditions and sea level standard atmospheric conditions, and on the performance characteristics and operational requirements of the aeroplanes for which the runway is intended.*



Table 4-2. Dimensions and slopes of obstacle limitation surfaces

Surface and dimensions <sup>a</sup> (1)	Code number		
	1 (2)	2 (3)	3 or 4 (4)
TAKE-OFF CLIMB			
Length of inner edge	60 m	80 m	180 m
Distance from runway end <sup>b</sup>	30 m	60 m	60 m
Divergence (each side)	10%	10%	12.5%
Final width	380 m	580 m	1 200 m 1 800 m <sup>c</sup>
Length	1 600 m	2 500 m	15 000 m
Slope	5%	4%	2% <sup>d</sup>
a. All dimensions are measured horizontally unless specified otherwise. b. The take-off climb surface starts at the end of the clearway if the clearway length exceeds the specified distance. c. 1 800 m when the intended track includes changes of heading greater than 15° for operations conducted in IMC, VMC by night. d. See 4.2.24 and 4.2.26.			

4.2.25 New objects or extensions of existing objects shall not be permitted above a take-off climb surface except when, in the opinion of the appropriate authority, the new object or extension would be shielded by an existing immovable object.

*Note.*— Circumstances in which the shielding principle may reasonably be applied are described in the Airport Services Manual (Doc 9137), Part 6.

4.2.26 **Recommendation.**— If no object reaches the 2 per cent (1:50) take-off climb surface, new objects should be limited to preserve the existing obstacle free surface or a surface down to a slope of 1.6 per cent (1:62.5).

4.2.27 **Recommendation.**— Existing objects that extend above a take-off climb surface should as far as practicable be removed except when, in the opinion of the appropriate authority, an object is shielded by an existing immovable object, or after aeronautical study it is determined that the object would not adversely affect the safety or significantly affect the regularity of operations of aeroplanes.

*Note.*— Because of transverse slopes on a strip or clearway, in certain cases portions of the inner edge of the take-off climb surface may be below the corresponding elevation of the strip or clearway. It is not intended that the strip or clearway be graded to conform with the inner edge of the take-off climb surface, nor is it intended that terrain or objects which are above the take-off climb surface beyond the end of the strip or clearway, but below the level of the strip or clearway, be removed unless it is considered they may endanger aeroplanes. Similar considerations apply at the junction of a clearway and strip where differences in transverse slopes exist.

### 4.3 Objects outside the obstacle limitation surfaces

4.3.1 **Recommendation.**— *Arrangements should be made to enable the appropriate authority to be consulted concerning proposed construction beyond the limits of the obstacle limitation surfaces that extend above a height established by that authority, in order to permit an aeronautical study of the effect of such construction on the operation of aeroplanes.*

4.3.2 **Recommendation.**— *In areas beyond the limits of the obstacle limitation surfaces, at least those objects which extend to a height of 150 m or more above ground elevation should be regarded as obstacles, unless a special aeronautical study indicates that they do not constitute a hazard to aeroplanes.*

*Note.*— *This study may have regard to the nature of operations concerned and may distinguish between day and night operations.*

### 4.4 Other objects

4.4.1 **Recommendation.**— *Objects which do not project through the approach surface but which would nevertheless adversely affect the optimum siting or performance of visual or non-visual aids should, as far as practicable, be removed.*

4.4.2 **Recommendation.**— *Anything which may, in the opinion of the appropriate authority after aeronautical study, endanger aeroplanes on the movement area or in the air within the limits of the inner horizontal and conical surfaces should be regarded as an obstacle and should be removed in so far as practicable.*

*Note.*— *In certain circumstances, objects that do not project above any of the surfaces enumerated in 4.1 may constitute a hazard to aeroplanes as, for example, where there are one or more isolated objects in the vicinity of an aerodrome.*

