

# ΠΗΓΕΣ ΚΑΙ ΣΚΑΝΔΑΛΕΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ



ΠΕΤΡΟΣ ΚΟΥΡΓΙΑΛΗΣ

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα θερμικά είναι ο κινητήρας του αθλήματός μας. Χωρίς αυτά κάθε πτήση θα ήταν μία απλή ‘κατολίσθηση’ ή στην καλύτερη περίπτωση θα μπορούσαμε να κρατηθούμε σε ένα δυναμικό ανοδικό ρεύμα δίπλα στη πλαγιά.

Δεν έχει σημασία αν χρειαζόμαστε το θερμικό σαν ‘καύσιμο’ για να πάμε κάποια χιλιόμετρα πιο μακριά στο αέρινο μας ταξίδι ή αν απλά μας αρέσει να βλέπουμε το γνωστό μας χώρο με την προοπτική του αετού. Όσο πιο καλά γνωρίζουμε πως λειτουργούν τα θερμικά, τόσο πιο πολλή χαρά και ασφάλεια θα νιώθουμε στην εξάσκηση αυτού του μαγικού αθλήματος.

Η εργασία αυτή αποτελεί μια εισαγωγή πάνω στις πηγές και τις σκανδάλες θερμικών.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Δύο από τα βασικά στοιχεία του θερμικού είναι οι πηγές και οι σκανδάλες.

Η ανάπτυξη θερμικής δραστηριότητας ξεκινάει με ένα υπερθερμαινόμενο στρώμα αέρα, που βρίσκεται κολλημένο στο έδαφος (υπεραδιαβατικό στρώμα). Η θερμοβαθμίδα αυτού του στρώματος μπορεί να φτάσει μέχρι και  $10^{\circ}\text{C}$  ανά 100 m ύψους. Το πάχος και ο βαθμός αστάθειας του υπεραδιαβατικού στρώματος καθορίζεται από το μέγεθος της ακτινοβολίας, των αναταράξεων (λόγω του ανέμου) και το είδος του εδάφους. Πάνω από έρημο το πάχος μπορεί να φτάσει πάνω από 100 m, ενώ κοντά στην θάλασσα δεν υπερβαίνει μερικές δεκάδες μέτρα.

Πηγές θερμικών είναι περιοχές όπου ο αέρας μεταβάλλεται, έτσι ώστε να είναι πιο ελαφρύς από τον περιβάλλοντα αέρα. Με άλλα λόγια οι πηγές θερμικών κάνουν τον αέρα κοντά στο έδαφος ασταθή.

Από αυτές πρέπει να ξεχωρίσουμε τις σκανδάλες θερμικών, οι οποίες ελευθερώνουν την ασταθή μάζα του θερμού αέρα από το έδαφος και αφήνουν το θερμικό να ανέβει στην ελεύθερη τροπόσφαιρα μέχρι που να φτάσει σε ίδιο επίπεδο θερμοκρασίας με τον περιβάλλοντα αέρα μετά από αδιαβατική ψύξη.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## ΠΗΓΕΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ

Υπάρχουν πάρα πολλοί παράγοντες που ευνοούν ή εμποδίζουν τη δημιουργία ασταθούς μάζας αέρα στο έδαφος.

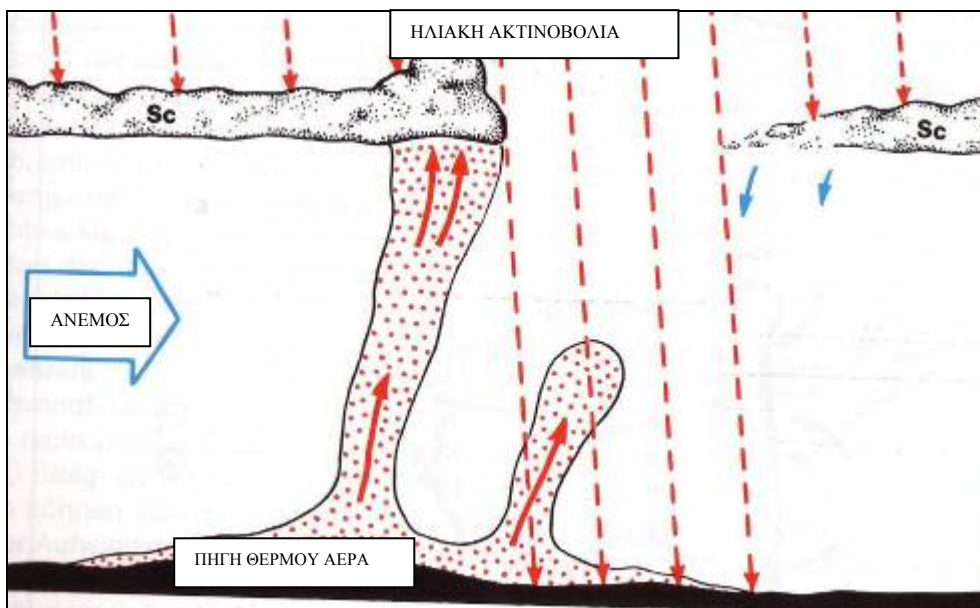
Παρακάτω θα αναφέρουμε μερικούς από αυτούς, πριν όμως να θυμηθούμε κάποια **βασικά χαρακτηριστικά του αέρα**:

- Είναι πιο ελαφρύς αν είναι ζεστός.
- Είναι κακός αγωγός της θερμότητας. Γι' αυτό μια πιο θερμή μάζα αέρα κρατάει για πολλή ώρα την θερμοκρασία αν δεν αναμιχθεί με άλλο αέρα ή προσαρμοστεί με την πίεση του περιβάλλοντος( αδιαβατική ψύξη).
- Το έδαφος (όχι ο ήλιος) τον ζεσταίνουν.

### Δημιουργία ασταθούς αέρα στο έδαφος

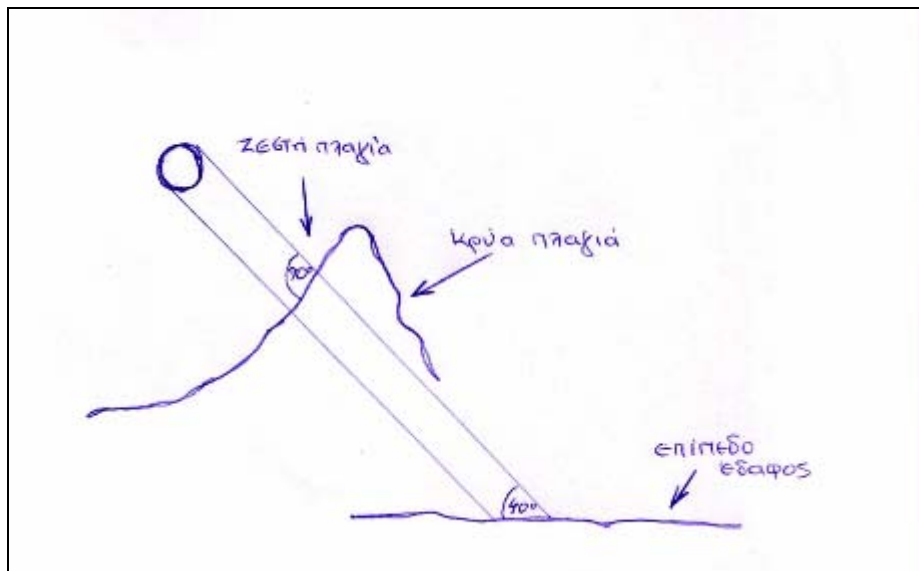
1. Ποσοστό ακτινοβολίας του ήλιου πάνω στο έδαφος.

- Περαιστικές σκιές νεφών διακόπτουν τη θέρμανση του εδάφους. Στα σημεία που **προηγουμένως** ήταν σκιασμένα για πολλή ώρα δεν μπορούμε να περιμένουμε θερμικά. Μόνο αν το απόθεμα της πιο ζεστής μάζας του αέρα πάνω από το έδαφος είναι αρκετά μεγάλο θα παραμείνει αρκετή ενέργεια για να διατηρηθεί ένα υγιές θερμικό.



Εικόνα 1 : Τοποθεσία της πηγής με Stratocumulus και κενά ανάμεσα τους (Reichmann).

- Γενικές σκιάσεις μεγάλων περιοχών από συμπαγή στρώματα ‘Cirrus’ εμποδίζουν την δημιουργία θερμικών.
- Τοπικές σκιάσεις από ενωμένα Cumuli ή άκμονες από cumulonimbus αποτρέπουν στην περιοχή τους, συνήθως ολικά, την θερμική δραστηριότητα, ενώ η δραστηριότητα εκτός περιοχής προχωρά κανονικά.
- Σκόνη, καταχνιά και smog σε βιομηχανικές περιοχές μπορούν να αποτρέψουν τη δημιουργία θερμικών, ιδίως τις πρωινές ώρες.



Εικόνα 2 : Διαφορετική γωνία πρόπτωσης σε πλαγιά και πεδιάδα.

- Η γωνία πρόπτωσης των ακτινών του ήλιου καθορίζει σε πόση επιφάνεια από το έδαφος θα μοιραστεί η ενέργεια. Πιο ευνοϊκές είναι οι ορεινές περιοχές γιατί δημιουργούνται διάφορες θερμοκρασίες λόγω της διαφορετικής θέρμανσης των πλαγιών.

## 2. Διαφορές θέρμανσης ανάλογα με το είδος της επιφάνειας

- Υγρά εδάφη χρειάζονται πολλή ενέργεια για την εξάτμιση, ενώ παράλληλα εμποδίζεται η θέρμανση του εδάφους. Επίσης μεταφέρουν θερμότητα γρήγορα σε πιο βαθιά στρώματα γιατί το νερό είναι καλός αγωγός. Αυτό προκαλεί αποθήκευση ενέργειας χωρίς σημαντική άνοδο στη θερμοκρασία της επιφάνειας.
- Χλωρά φυτά εξατμίζουν νερό. Όσο πιο ξερά είναι τα φυτά, τόσο καλύτερη είναι η θέρμανσή τους. Για το λόγο αυτό τα κωνοφόρα δένδρα είναι πιο πιθανή πηγή από τα φυλλοβόλα (ένα φυλλοβόλο δένδρο εξατμίζει μέχρι και 3 τόνους νερό την ημέρα!).

Η απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας πάλι διαφέρει ανάλογα με το έδαφος.

Πίνακας 1 : Ποσοστό **απώλειας ενέργειας** ανάλογα με την επιφάνεια του εδάφους (Wallington).

Είδος της επιφάνειας	Αντανάκλαση
Χωράφια με σιτάρι	3-15 %
Μαύρο χώμα	8-14 %
Υγρές αμμώδεις επιφάνειες	Μέχρι 10 %
Ξηρές αμμώδεις επιφάνειες	Μέχρι 18 %
Διάφορες επιφάνειες με χόρτο	14-37 %
Στεγνό οργωμένο χωράφι	20-25 %
Έρημο	24-28 %
Χιόνι και πάγος	46-86 %

Φαίνεται ότι η απώλεια ενέργειας λόγω **αντανάκλασης** είναι πιο μεγάλη σε ανοιχτόχρωμες λείες επιφάνειες.

Ο επόμενος πίνακας δείχνει μερικές μετρήσεις του μετεωρολόγου Yves Collier πάνω από διάφορες επιφάνειες εδάφους (2-5 cm ύψος).

Πίνακας 2 : Θερμοκρασίες αέρα πάνω από διάφορες επιφάνειες εδάφους.

Είδος επιφάνειας	Θερμοκρασία αέρα (°C)
Θερμοκρασία του αέρα	18,0
Μικρά δάση	13,0
Επιφάνειες με χορτάρι	18,1
Στεγνή άμμος	23,8
Ασφαλτωμένος αεροδιάδρομος (1 m ύψος)	28,7

3. Χρόνος μετάδοσης της θερμοκρασίας του εδάφους στον αέρα  
**Δυνατός άνεμος** ανακατεύει τον αέρα κοντά στο έδαφος και η θερμότητα μοιράζεται αναγκαστικά σε ένα πιο παχύ στρώμα και λιγότερο ζεστό. Επίσης το έδαφος ψύχεται συνεχώς. Θα δημιουργηθούν πολύ πιο σπάνια εκμεταλλεύσιμες πηγές θερμικών.

**Προστατευόμενες από τον άνεμο περιοχές** μεγαλώνουν το χρόνο θέρμανσης. Για παράδειγμα σε μετρήσεις του παγιδευμένου αέρα ανάμεσα στις καλαμιές του σιταριού η θερμοκρασία ήταν 2-3 βαθμούς υψηλότερη από ότι ήταν 50 cm πιο ψηλά (Wallington). Σε ψηλό ξερό χορτάρι και θάμνους βλέπουμε κάτι παρόμοιο. Μέχρι και σπίτια μπορούν να κρατήσουν παραπάνω το ζεστό στρώμα του αέρα. Επίσης καλές

περιοχές θα είναι υπήνεμες πλαγιές και προστατευόμενες από τον άνεμο κοιλάδες.

### Πηγές θερμικών στα βουνά

Στην ουσία ισχύουν τα ίδια που αναφέραμε και πριν. **Η κλίση του εδάφους όμως αφήνει το θερμό αέρα να ρέει προς τα πάνω** σε αναζήτηση ισορροπίας με τον περιβάλλοντα αέρα.

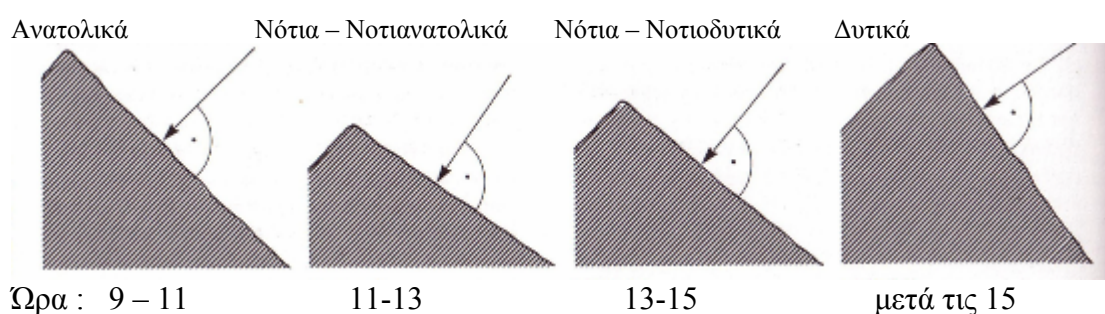
Οι πλαγιές θερμαίνουν αυτό τον αέρα όλο και πιο πολύ με αποτέλεσμα την επιτάχυνσή του. Έτσι μεγαλώνει η ταχύτητα και το πάχος αυτού του θερμού στρώματος, αν η θερμοβαθμίδα του περιβάλλοντα αέρα είναι ευνοϊκή.

Αυτός ο θερμός ανοδικός αέρας βρίσκεται συνήθως σε όλο το μήκος της πλαγιάς. Φτάνοντας στην κορυφογραμμή συγκεντρώνεται σε διάφορα θερμικά.

Εικόνα 3 : Συγκέντρωση του θερμού αναβατικού αέρα σε διάφορα θερμικά (Dinges).

Η συνεχόμενη αλλαγή θέσης του ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας έχει πολλή μεγαλύτερη σημασία εδώ από ότι σε μία πεδιάδα.

Πηγές θερμικών θα ψάξουμε κατά προτίμηση τις πρωινές ώρες σε ανατολικές πλαγιές με μεγάλη κλίση, το μεσημέρι σε νότιες πλαγιές με λιγότερη κλίση και το απόγευμα σε δυτικές πλαγιές με μεγάλη κλίση.



Εικόνα 4 : Ιδανική κλίση και κατεύθυνση πλαγιάς ανάλογα με την ώρα (Kalckreuth).

### Πηγές θερμικών το χειμώνα

Το πρόβλημα το χειμώνα είναι η κρύα αέρια μάζα που βρίσκεται συνήθως κάτω από την αναστροφή στο έδαφος. Ο ήλιος κατά την διάρκεια της ημέρας δεν μπορεί να ζεστάνει τις πεδιάδες για να παράγουν ασταθή αέρα. Η λύση πολλές φορές βρίσκεται σε νότιες πλαγιές με αρκετή κλίση ώστε η ακτίνες του ήλιου να εισβάλλουν κάθετα, με την προϋπόθεση βέβαια ότι δεν είναι σκεπασμένες με χιόνι.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΣΚΑΝΔΑΛΕΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ

Ακόμα και πολύ ζεστός (πολύ ελαφρύς) αέρας μπορεί να παραμείνει παγιδευμένος για πολύ ώρα στο έδαφος αν δεν υπάρχει κάτι που θα τον αναγκάσει να ξεκολλήσει. Από την άλλη και ένα πολύ μικρό ερέθισμα μπορεί να φτάνει να ξεκινήσει τον τεράστιο μηχανισμό ενός θερμικού ρεύματος το οποίο μπορεί να μετακινήσει χιλιάδες τόνους αέρα.

Το μέρος που το θερμικό θα ξεκολλήσει από το έδαφος εξαρτάται από πολλούς παράγοντες :

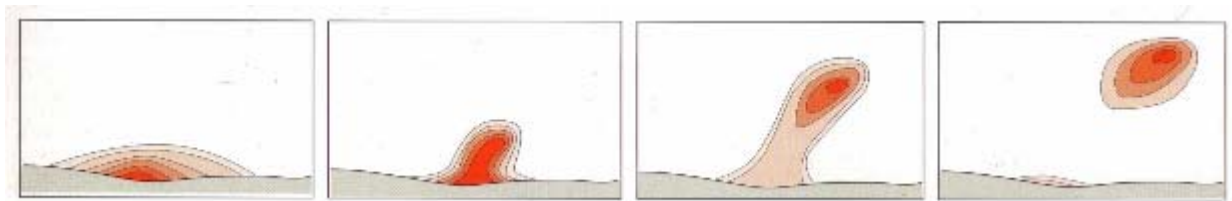
#### **1) Σε άπνοια :**

Το θερμικό ξεκολλάει **στον τόπο που δημιουργείται**, δηλαδή εκεί που βρίσκεται η πηγή.

##### **α) Ξεκόλλημα λόγω θερμότητας**

Ο αέρας στο έδαφος θερμαίνεται έως ότου η διαφορά θερμοκρασίας με το περιβάλλον τον αναγκάσει να ξεκολλήσει. Μία πρόσθετη πηγή θερμότητας, όπως φωτιά ή βιομηχανική θερμότητα, πολλές φορές λειτουργεί ως σκανδάλη.





Εικόνα 5 : Ξεκόλλημα μίας ‘φούσκας’ λόγω υπερβολικής θερμότητας (Bender, Janssen, Taenzler).

β) Ξεκόλλημα σε σύνορα (γραμμές) διαφορετικών θερμοκρασιών.

Όταν συνορεύει ο θερμός με τον ψυχρό αέρα, τότε ξεκολλάει κατά μήκος του συνόρου. Ο πιο πυκνός ψυχρός αέρας εισχωρεί κάτω από τον θερμό και κόβει την επαφή του με το έδαφος.

Σύνορα θερμοκρασίας είναι σκιές από νέφη, άκρες από δάση, δρόμοι, παραλίες, όχθες, σύνορα χιονιού και κορυφογραμμές λόγω διαφορετικής θέρμανσης των πλαγιών από τον ήλιο.

γ) Ξεκόλλημα λόγω αναταράξεων

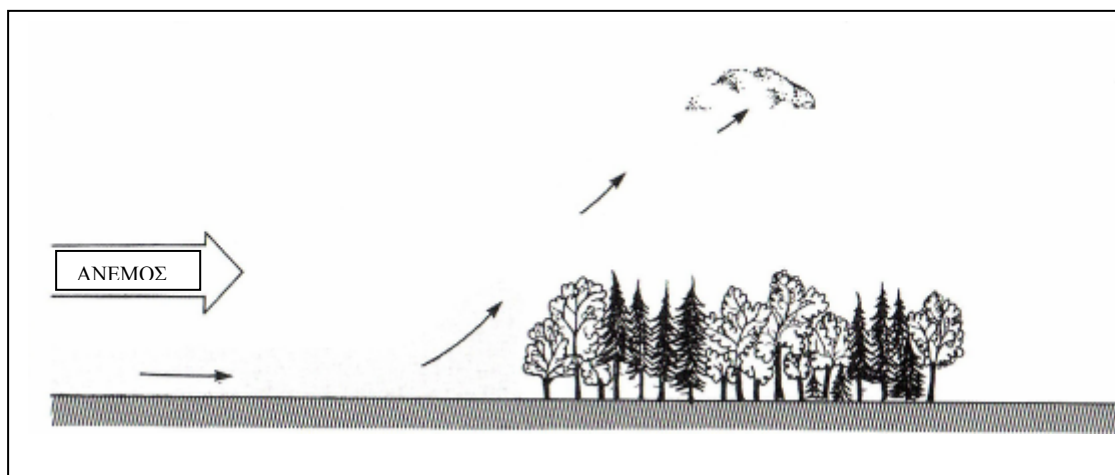
Αλεξιπτώτα πλαγιές για παράδειγμα όταν προσγειώνονται δημιουργούν στροβιλισμούς που μπορούν να ξεκολλήσουν ένα θερμικό. Επίσης και η ρυμούλκηση ενός αλεξιπτώτου πλαγιές μπορεί να ξεκολλήσει θερμικό. Οχήματα εν κινήσει μπορούν να φέρουν το ίδιο αποτέλεσμα, όπως και αναταράξεις από γειτονικά θερμικά.

**2) Με ασθενείς ανέμους**

Εδώ το θερμικό ξεκολλάει **κοντά στην πηγή.**

α) Σκαλοπάτια στο έδαφος

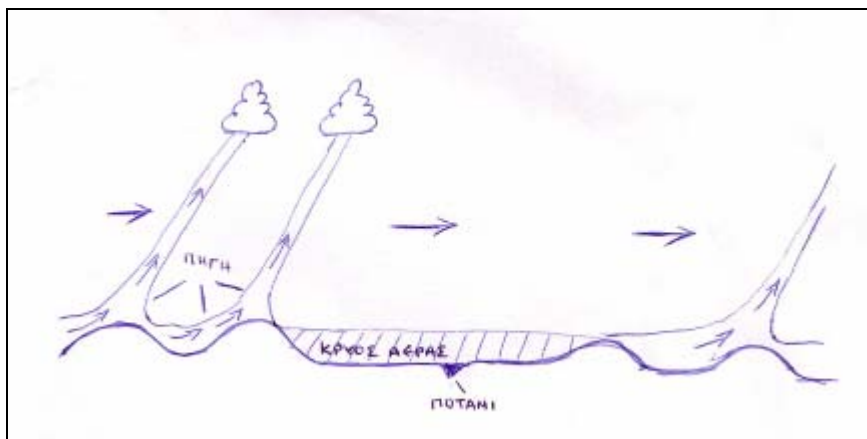
Σε ανώμαλο έδαφος ο αέρας σπρώχνει θερμό αέρα σε σκαλοπάτια και τον ξεκολλάει. π.χ. σύνορα δασών, σκαλοπάτια (επίπεδα) εδάφους κ.α.



Εικόνα 6 : Ασθενής άνεμος σπρώχνει την πηγή στη άκρη του δάσους(Bender, Janssen, Taenzler).

β) Σύνορα θερμοκρασίας

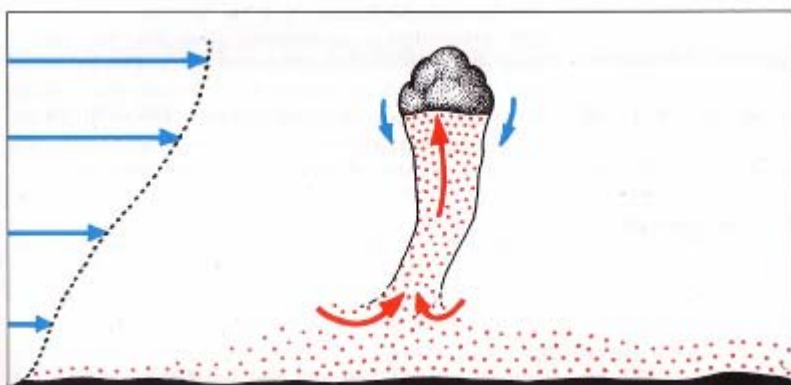
Ο αέρας σπρώχνει θερμό αέρα πάνω από τον ψυχρό.



Εικόνα 7 : Ξεκόλλημα του θερμικού στην προσήνεμη πλευρά της υγρής όχθης του ποταμού (Weinholtz).

γ) Ρούφηγμα

Ήδη απελευθερωμένο θερμικό κινείται πάνω από πηγές θερμού αέρα και ρουφάει τον ζεστό αέρα προς τα πάνω.



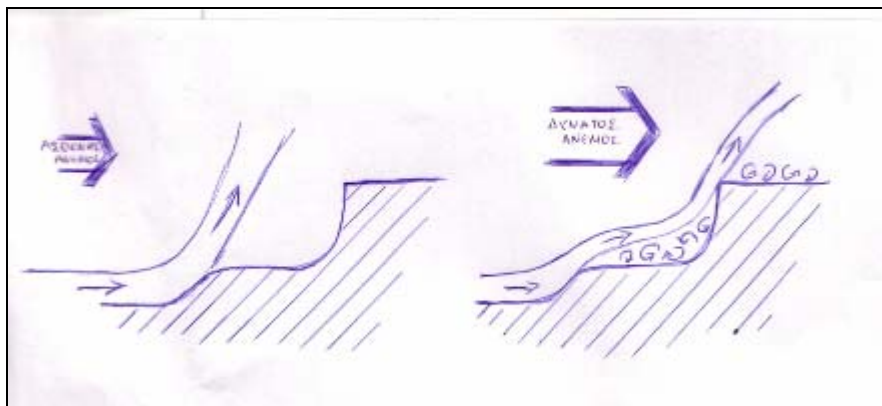
Εικόνα 8 : Ρούφηγμα από ήδη απελευθερωμένο θερμικό (Reichmann).

**3) Με δυνατούς ανέμους.**

Το ανοδικό ρεύμα ξεκολλάει ανεξαρτήτως της πηγής του. Φούσκες θερμικών φεύγουν από το έδαφος πριν όμως έχουν μαζέψει αρκετή

ενέργεια. Αυτά τα συχνά ξεκολλήματα μειώνουν την ένταση κάθε ανοδικού.

Επειδή η πηγή κινείται στις εκτεθειμένες στον αέρα επιφάνειες, ξεκολλάει σε ανώμαλο έδαφος σε μεγάλα εμπόδια και σε επίπεδο έδαφος από αναταράξεις που δημιουργούνται από τον ίδιο τον άνεμο. Μικρά εμπόδια και σύνορα θερμοκρασίας δεν λειτουργούν πια σαν σκανδάλες.

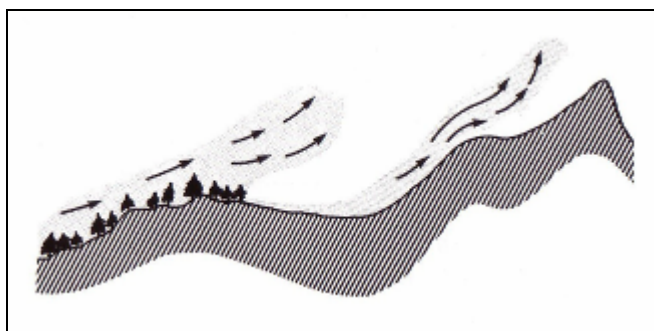


Εικόνα 9 : Διαφορετικές σκανδάλες ανάλογα με την τάση του ανέμου.

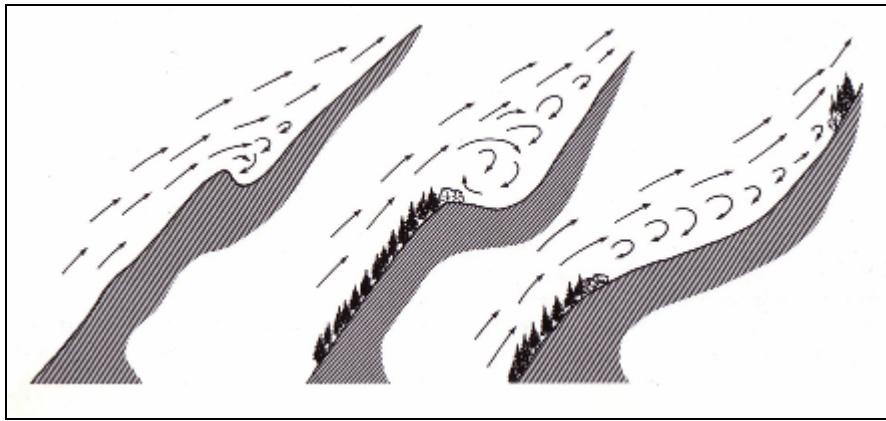
#### 4) Σκανδάλες στο βουνό

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο συνήθως υπάρχει μία ροή του θερμού αέρα προς τα πάνω σε επαφή με τις πλαγιές. Αν φτάσει αυτό το ρεύμα μέχρι τις κορυφογραμμές ξεκολλάει πολλές φορές μαζί με ανοδικά ρεύματα άλλων πλαγιών (βλέπε εικόνα 3). Αυτό ισχύει ιδιαίτερος με ελαφρύ προσήνεμο άνεμο και δυνατή θερμική δραστηριότητα πάνω από τις κορυφές.

Αν αυτό το αναβατικό ρεύμα ξεκολλήσει λόγω εμποδίων από την πλαγιά (όπως μικρά σκαλοπάτια, χλωρίδα ή σκιασμένες περιοχές) επιστρέφει πάλι στην πλαγιά αν το επιτρέπει η κλίση. Δεν υπάρχει επιστροφή σε μεγάλα οριζόντια σκαλοπάτια όπως για παράδειγμα σε οροπέδια, εκεί που ξεκινάει δάσος (εφόσον είναι σημαντικά πιο ψυχρός αέρας πάνω από αυτό) και εκεί που ξεκινάει το χιόνι.



Εικόνα 10 : Το θερμικό χάνει την επαφή με το έδαφος (Bender, Janssen, Taenzler).

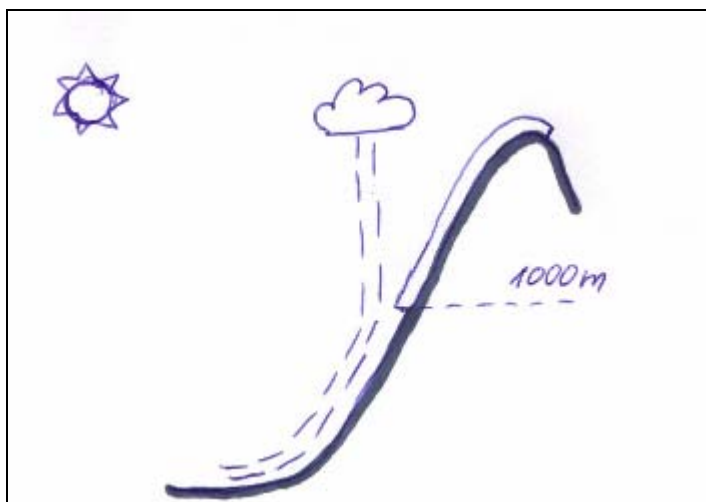


Εικόνα 11 : Το θερμικό ξαναβρίσκει την επαφή με την πλαγιά (Bender, Janssen, Taenzler).

### **5) Σκανδάλες στα βουνά με χιονισμένες κορυφές**

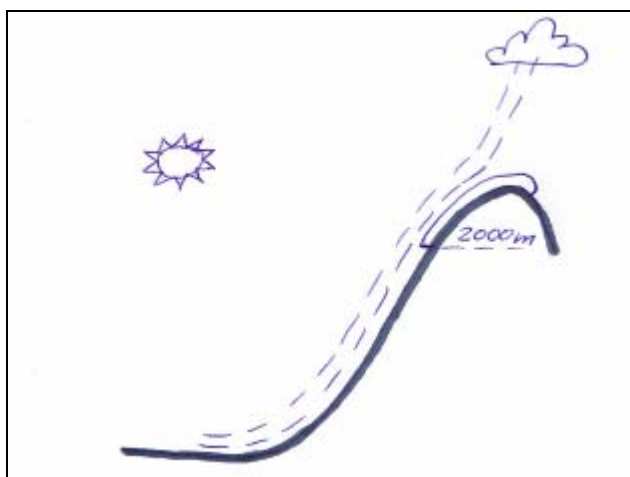
Μία πιο αναλυτική περιγραφή του M. Dinges μας δείχνει που μπορεί να βρίσκονται σκανδάλες θερμικών όταν οι πλαγιές από ένα ύψος και μετά είναι καλυμμένες με χιόνι.

Η πιο επικρατούσα άποψη και πολλές φορές η πραγματικότητα είναι ότι το αναβατικό θερμό ρεύμα ξεκολλάει από την πλαγιά όταν φτάσει στα όρια του χιονιού.



Εικόνα 12 : Θερμικό ξεκολλάει στα όρια του χιονιού.

Υπάρχει όμως και η περίπτωση το αναβατικό ρεύμα να συνεχίσει την πορεία του και πάνω από το χιόνι. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν η περιβαλλοντική θερμοκρασία είναι υπό το μηδέν και οι ακτίνες του ήλιου που δεν ανακλώνται αρχίζουν να λιώνουν το χιόνι ανεβάζοντας έτσι τη θερμοκρασία του από πάνω αέρα μέχρι το μηδέν. Εδώ το θερμικό θα ξεκολλήσει πιο ψηλά, πολλές φορές και στην κορυφογραμμή.



Εικόνα 13 : Θερμικό ξεκολλάει στην κορυφή.

Αν υπολογίσουμε ότι στις χιονισμένες πλαγιές υπάρχει καταβατικό ρεύμα τότε τα πράγματα διαφέρουν. Η σκανδάλη τότε βρίσκεται στο σημείο που ο καταβατικός άνεμος συγκλίνει με το αναβατικό ρεύμα, όχι απαραίτητα όμως στα όρια του χιονιού.



Εικόνα 14 : Διαφορετικές σκανδάλες σε σύγκληση αναβατικού και καταβατικού ανέμου.

## **ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ**

Πώς μπορούν όλα αυτά να μας βοηθήσουν στην πτήση μας; Το πρώτο βήμα μπορεί να είναι σε κάθε ανοδικό ρεύμα που βρίσκουμε, να προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε την πηγή και τη σκανδάλη του ανάλογα με το πώς το παρασύρει ο αέρας. Όταν βρισκόμαστε αρκετά ψηλά μπορούμε να εντοπίσουμε πιο εύκολα τις πηγές γιατί δεν κολλάει το μάτι μας στη λεπτομέρεια.

Δεν πρέπει να ξεχνάμε πως κάθε πτήση είναι διαφορετική ακόμα και αν πετάμε στο ίδιο βουνό. Οι ίδιες πηγές κάθε μέρα λειτουργούν διαφορετικά.

Ενώ με διαφορετικούς ανέμους συνήθως μένουν ίδιες οι πηγές το ανοδικό ρεύμα θα το βρούμε αλλού επειδή αλλάζει οι σκανδάλες.

Επίσης καλό είναι όταν βρισκόμαστε στη δυσάρεστη κατάσταση να «πατώσουμε» να δοκιμάσουμε όλες τις πιθανές σκανδάλες κοντά στο χώρο που έχουμε επιλέξει για προσγείωση.

Καμιά φορά η λύτρωση έρχεται την τελευταία στιγμή. Δεν υπάρχει πιο μεγάλη συγκίνηση από αυτό το ‘θερμικό της τελευταίας στιγμής’ που θα μας πάει και πάλι ψηλά ανοίγοντας κυριολεκτικά καινούριους ορίζοντες.

Εύχομαι σε όλους δυνατά θερμικά και καλές προσγειώσεις!!!

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Bender,Janssen,Taenzler: Gleitschirmfliegen fuer Meister, 2003

Dinges Martin: Windsysteme und Thermik im Gebirge, 2000

Kreipl Manfred: Das Thermikhandbuch, 1993

Reichmann Helmut: Streckensegelflug, 1999