

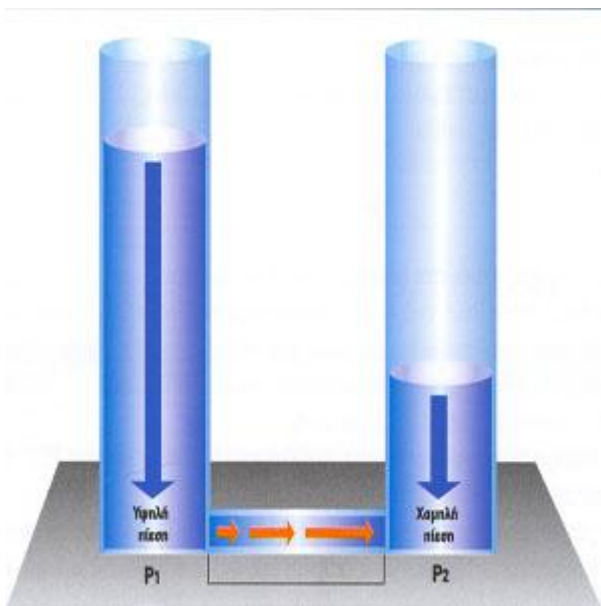
# Άνεμος

Άνεμος ονομάζεται κάθε οριζόντια μετακίνηση μάζας ατμοσφαιρικού αέρα. Ο άνεμος είναι αποτέλεσμα των διαφορετικών πιέσεων που επικρατούν από τόπο σε τόπο.

Οι δυνάμεις που καθορίζουν την κίνηση μιας αέριας μάζας είναι οι παρακάτω:

**Δύναμη βαροβαθμίδας**, ονομάζεται η δύναμη που ασκείται σε μια αέρια μάζα εξαιτίας των διαφορετικών πιέσεων που υπάρχουν σ' αυτήν και η οποία ωθεί την αέρια μάζα από τις ψηλές πιέσεις προς τις χαμηλές.

Η **δύναμη Coriolis** ασκείται σε κάθε σώμα που κινείται πάνω στη γη. Η δύναμη αυτή είναι ανάλογη της γωνιακής ταχύτητας της γης, της ταχύτητας του σώματος (δηλαδή, της αέριας μάζας, στην περίπτωση του ανέμου) και επίσης είναι ανάλογη του ημιτόνου του γεωγραφικού πλάτους του τόπου στον οποίο λαμβάνει χώρα η κίνηση, είναι δηλαδή πιο μεγάλη στους πόλους (γεωγραφικό πλάτος 90ο) και μηδέν στον ισημερινό, όπου το γεωγραφικό πλάτος είναι μηδέν. Στο Βόρειο Ημισφαίριο, εξαιτίας της δύναμης αυτής, τα σώματα αποκλίνουν δεξιά από την κίνησή τους, ενώ στο Νότιο Ημισφαίριο αποκλίνουν αριστερά.



Η διαφορά πίεσης στα άκρα του σωλήνα που ενώνει τα δύο δοχεία, δημιουργεί ροή του υγρού από τις ψηλές στις χαμηλές πιέσεις.

Η **δύναμη τριβής** αναπτύσσεται εξαιτίας της τραχύτητας που παρουσιάζει η επιφάνεια του εδάφους και της θάλασσας, πάνω στην οποία υποχρεώνεται να κινηθεί η αέρια μάζα. Επομένως έχει νόημα και ενδιαφέρον όταν η μελέτη της κίνησης περιορίζεται στα χαμηλά τμήματα της Τροπόσφαιρας. Το μέτρο της δύναμης αυτής είναι ανάλογο της ταχύτητας με την οποία κινείται η αέρια μάζα κι έχει φορά αντίθετη με εκείνη της ταχύτητας.

Η **φυγόκεντρη δύναμη** είναι η δύναμη με την οποία αντιδρά κάθε σώμα, το οποίο κινείται σε κυκλική τροχιά. Η δύναμη αυτή είναι ανάλογη της κεντρομόλου επιτάχυνσης και ανάλογη της ακτίνας καμπυλότητας της τροχιάς.

## Χαρακτηριστικά του ανέμου

Ο άνεμος προσδιορίζεται από δύο στοιχεία, τη διεύθυνση (direction) και την ένταση (speed), δηλαδή την ταχύτητα με την οποία κινείται η αέρια μάζα. Ως διεύθυνση ορίζεται το σημείο του ορίζοντα από το οποίο πνέει ο άνεμος. Στα μετεωρολογικά τηλεγραφήματα και στις συνομιλίες α/φων με τον πύργο ελέγχου, η διεύθυνση δίνεται σε μοίρες με τρία ψηφία πάντα και η ένταση σε κόμβους (knots) π.χ. wind 040°/ 8 knots σημαίνει ότι ο άνεμος πνέει από διεύθυνση 40 μοιρών και η έντασή του είναι 8 κόμβοι (8 μίλια την ώρα).

Στους μετεωρολογικούς χάρτες ο άνεμος απεικονίζεται με ένα βέλος, πάνω στο οποίο κάθετες γραμμές συμβολίζουν την έντασή του. Κάθε κάθετη γραμμή παριστά 10 κόμβους, κάθε μισή γραμμή 5 κόμβους και κάθε μαύρο τριγωνάκι συμβολίζει 50 κόμβους άνεμο. Η διεύθυνση του ανέμου είναι από τις κάθετες γραμμές προς το σταθμό (ο σταθμός είναι ο μικρός κύκλος). Στο παρακάτω σχήμα ο άνεμος είναι από 240 μοίρες, 65 κόμβοι.



Η διεύθυνση του ανέμου δεν είναι πάντα εντελώς σταθερή, αλλά μεταβάλλεται ανάμεσα σε δύο ακραίες τιμές. Ως διεύθυνση δίνεται η μέση τιμή των δύο ακραίων τιμών του τελευταίου δεκαλέπτου.

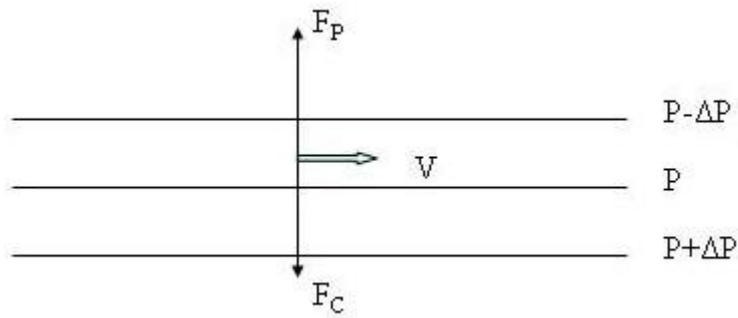
**Μεταβλητός (variable)** ονομάζεται ο άνεμος όταν οι ακραίες αυτές τιμές διαφέρουν περισσότερο από 60ο από τη μέση τιμή του τελευταίου δεκαλέπτου.

**Ριπαίος (gusty)**, ονομάζεται ο άνεμος, του οποίου η ένταση ξεπερνάει κατά 10 knots τουλάχιστον τη μέση τιμή του τελευταίου δεκάλεπτου.

## Γεωστροφικός άνεμος (geostrophic wind)

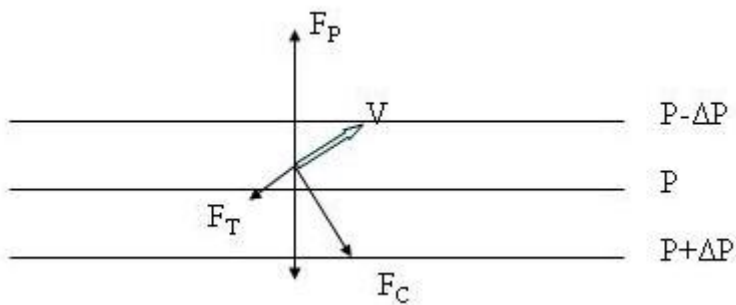
Όταν οι ισοβαρείς είναι ευθείες παράλληλες, τότε ο ατμοσφαιρικός αέρας, δέχεται την επίδραση της δύναμης βαροβαθμίδας (FP), που τον μετακινεί αρχικά από τις ψηλές προς τις χαμηλές πιέσεις και της δύναμης Coriolis (Fc), που τον εκτρέπει προς τα δεξιά (στο Βόρειο Ημισφαίριο). Αν δεν υπάρχουν τριβές στην κίνηση της αέριας μάζας, τότε ο άνεμος πνέει τελικά, όπως δείχνει το πιο κάτω σχήμα, παράλληλα προς τις ισοβαρείς. Ο άνεμος που δημιουργείται από την ισορροπία των

δύο αυτών δυνάμεων, ονομάζεται γεωστροφικός άνεμος.



Όσο πιο πυκνές είναι οι ισοβαρείς καμπύλες σε ένα χάρτη επιφανείας, τόσο πιο μεγάλη είναι η δύναμη βαροβαθμίδας και άρα τόσο μεγαλύτερη και η ταχύτητα του ανέμου.

Στην περίπτωση που οι ισοβαρείς είναι ευθείες παράλληλες, αλλά η κίνηση γίνεται κοντά στο έδαφος, τότε η δύναμη της βαροβαθμίδας ( $F_P$ ) αντισταθμίζεται από τη συνισταμένη της δύναμης Coriolis ( $F_C$ ) και της δύναμης της τριβής ( $F_T$ ), όπως φαίνεται στο σχήμα 3. Στην περίπτωση αυτή ο άνεμος δεν πνέει παράλληλα προς τις ισοβαρείς, αλλά έχει στραφεί προς τις χαμηλές πιέσεις.

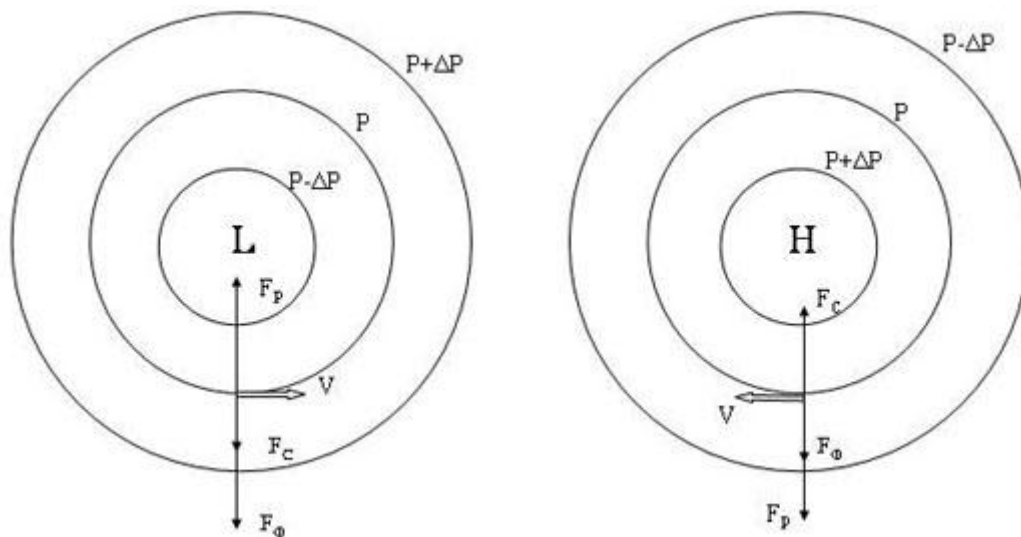


## Άνεμος βαροβαθμίδας (gradient wind)

Όταν οι ισοβαρείς είναι καμπύλες και η κίνηση του ανέμου εκτελείται σε περιοχές της ατμόσφαιρας που η δράση της τριβής είναι αμελητέα, τότε αυτή είναι αποτέλεσμα της δράσης τριών δυνάμεων, της δύναμης βαροβαθμίδας ( $F_P$ ), της δύναμης Coriolis ( $F_C$ ) και της φυγόκεντρης δύναμης ( $F_\Phi$ ).

**Περίπτωση 1:** Περίπτωση κέντρου χαμηλών πιέσεων. Ο άνεμος πνέει εφαπτομενικά στις ισοβαρείς κι έχει φορά αντίθετη εκείνης των δεικτών του ρολογιού.

**Περίπτωση 2:** Περίπτωση κέντρου υψηλών πιέσεων. Ο άνεμος πνέει εφαπτομενικά στις ισοβαρείς κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού.

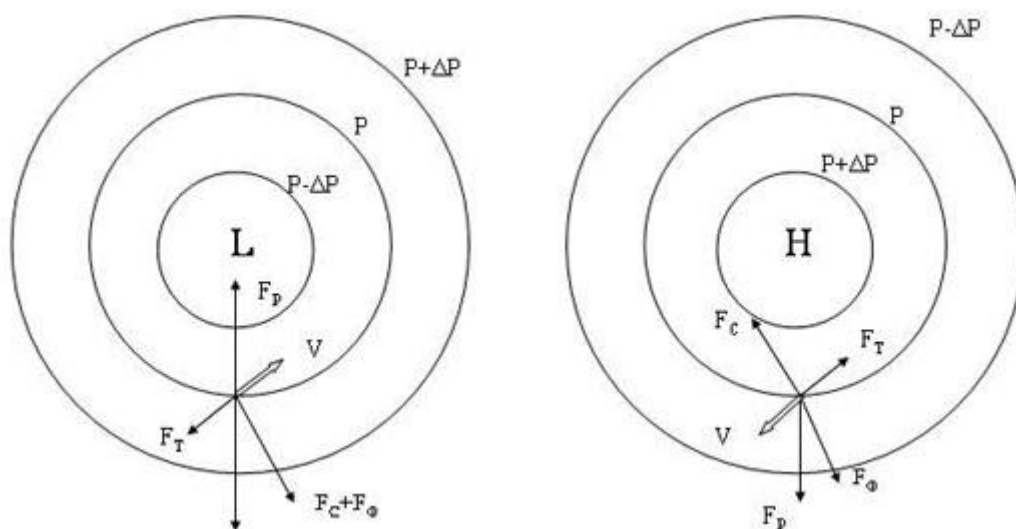


Άνεμος βαροβαθμίδας σε κέντρο χαμηλών πιέσεων (αριστερά) και υψηλών πιέσεων (δεξιά).

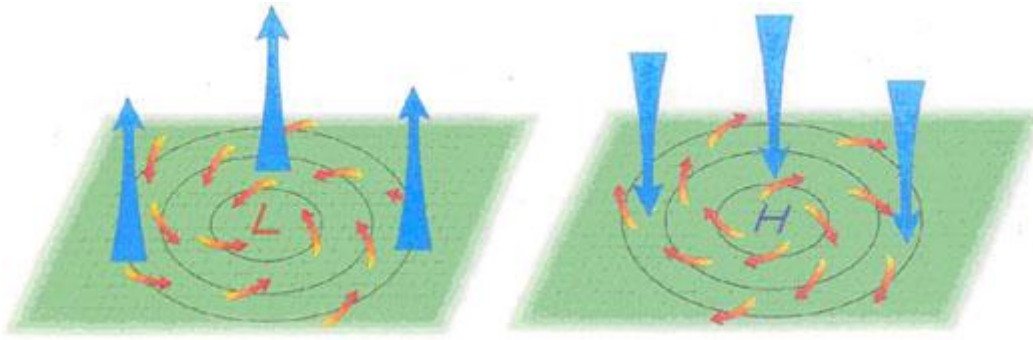
Όταν οι ισοβαρείς είναι καμπύλες και η κίνηση γίνεται κοντά στο έδαφος, τότε έχουμε και πάλι τη δύναμη τριβής να παίζει ρόλο στη διαμόρφωση της έντασης και της διεύθυνσης του ανέμου. Τώρα πλέον η κίνηση του ανέμου είναι αποτέλεσμα της ισορροπίας των δυνάμεων βαροβαθμίδας, τριβής, φυγόκεντρης και Coriolis, όπως φαίνεται στο σχήμα 5. Η δύναμη της τριβής έχει πάντα φορά αντίθετη από εκείνη της ταχύτητας του ανέμου.

Στο κυκλωνικό σύστημα των ισοβαρών, εξαιτίας της συγκεκριμένης ισορροπίας των δυνάμεων, παρατηρείται σύγκλιση (convergence) του ανέμου προς το κέντρο του συστήματος, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ανοδικές κινήσεις στο κέντρο. Αντίθετα στο αντικυκλωνικό σύστημα, η ισορροπία των δυνάμεων δημιουργεί απόκλιση (divergence) του ανέμου από το κέντρο του συστήματος, με συνέπεια τη δημιουργία καθοδικών κινήσεων στο κέντρο.

Συνέπεια των ανοδικών κινήσεων στο κέντρο ενός κυκλωνικού συστήματος είναι η δημιουργία νεφών με μεγάλη κατακόρυφη ανάπτυξη, όταν φυσικά υπάρχει αρκετή υγρασία στην ατμόσφαιρα. Αντίθετα, οι καθοδικές κινήσεις σε ένα βαρομετρικό υψηλό τείνουν να κάνουν την ατμόσφαιρα πιο ευσταθή.



Άνεμος τριβής σε τμήμα κυκλωνικού (αριστερά) και αντικυκλωνικού συστήματος (δεξιά).



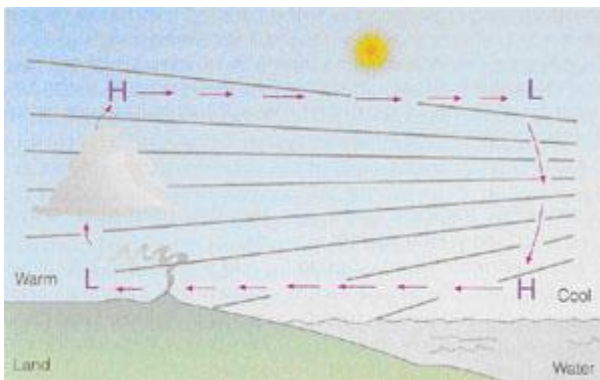
Η σύγκλιση αερίων μαζών στην επιφάνεια σε μια περιοχή χαμηλών πιέσεων προκαλεί ανοδικές κινήσεις, ενώ η απόκλιση αερίων μαζών σε περιοχή ψηλών πιέσεων προκαλεί καθοδικές κινήσεις. (Jeppesen, Aviation Weather)

## Ημερήσιοι άνεμοι

Στην κατηγορία αυτή των ανέμων, ανήκουν οι άνεμοι εκείνοι που δημιουργούνται στη διάρκεια του 24ώρου, εξαιτίας της διαφοράς θερμοκρασίας που παρατηρείται τόσο κατά την ημέρα όσο και κατά τη νύχτα, ανάμεσα στην ξηρά και στη θάλασσα ή ανάμεσα σε πεδινές και ορεινές περιοχές.

## Θαλάσσια αύρα (sea breeze)

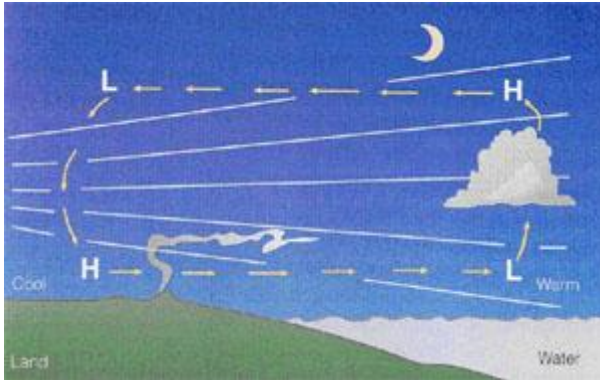
Στη διάρκεια της μέρας η ξηρά θερμαίνεται γρηγορότερα και ισχυρότερα από τη θάλασσα, γιατί η θάλασσα έχει μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα και είναι διαπερατή σε μεγάλο βάθος από τις ηλιακές ακτίνες.



Ο αέρας που βρίσκεται πάνω από την ξηρά θερμαίνεται κι αυτός πιο γρήγορα και πιο ισχυρά από τον αέρα που βρίσκεται πάνω από τη θάλασσα με αποτέλεσμα η πίεση πάνω από την ξηρά να είναι μικρότερη από ό,τι πάνω από τη θάλασσα και να δημιουργείται μια ροή ατμοσφαιρικού αέρα από τη θάλασσα προς την ξηρά. Ο άνεμος αυτός ονομάζεται θαλάσσια αύρα ή μπάτης.

Η ένταση της θαλάσσιας αύρας αυξάνεται όσο αυξάνει η θερμοκρασία και γίνεται μέγιστη κατά τις πρώτες απογευματινές ώρες, όταν σημειώνεται η μέγιστη θερμοκρασιακή διαφορά ανάμεσα στην ξηρά και τη θάλασσα. Στη συνέχεια ελαττώνεται και η θαλάσσια αύρα παύει να πνέει τις πρώτες νυχτερινές ώρες.

## Απόγεια αύρα (land breeze)



Κατά τη διάρκεια της νύχτας η ξηρά ψύχεται γρηγορότερα από τη θάλασσα με αποτέλεσμα η πίεση πάνω από την ξηρά να γίνεται μεγαλύτερη από ότι πάνω από τη θάλασσα και να δημιουργείται μια ροή αέρα από την ξηρά προς τη θάλασσα. Ο άνεμος αυτός λέγεται απόγεια αύρα και πνέει περίπου μέχρι την ανατολή του ήλιου. Η ένταση και το ύψος της απόγειας αύρας είναι πολύ μικρότερα από την ένταση και το ύψος της θαλάσσιας αύρας. Αυτό συμβαίνει, γιατί οι θερμοκρασιακές μεταβολές ξηράς-θάλασσας είναι μεγαλύτερες την ημέρα παρά τη νύχτα.

## Τοπικοί άνεμοι

Η τοπογραφική διαμόρφωση διαφόρων περιοχών της γης, σε συνάρτηση και με ορισμένες καιρικές συνθήκες, δημιουργεί τοπικούς ανέμους με χαρακτηριστικές πολλές φορές ονομασίες. Οι άνεμοι αυτοί, που χαρακτηρίζονται τοπικοί, είναι μικρής κλίμακας.

## Ετησίες (μελτέμια)(Etesians)

Είναι σταθεροί άνεμοι, συνήθως ΒΑ-ΒΔ διεύθυνσης που πνέουν στην ανατολική λεκάνη της Μεσογείου και ιδιαίτερα στο Αιγαίο πέλαγος από το Μάιο μέχρι και τον Οκτώβριο. Η μεγαλύτερη συχνότητα των ανέμων αυτών παρατηρείται από τα μέσα Ιουλίου μέχρι τα μέσα Σεπτεμβρίου. Η έντασή τους είναι μέτρια στο Ιόνιο και ισχυρή στο Αιγαίο. Οφείλονται στο θερινό βαρομετρικό χαμηλό των Ινδιών που εκτείνεται μέχρι την Κύπρο και τον Αντικυκλώνα των Αζορών, που επεκτείνεται μέχρι τα Βαλκάνια το καλοκαίρι, ή και σε επεκτάσεις αντικυκλώνων της Ευρώπης και της Ρωσίας.

# Άνεμος τύπου Foehn

Είναι ισχυρός, ξηρός και θερμός άνεμος που αναπτύσσεται στην υπήνεμη πλευρά ενός ορεινού όγκου όταν ο ατμοσφαιρικός αέρας αναγκαστεί να υπερπηδήσει τον ορεινό αυτό όγκο.

Οι αέριες μάζες, κατά την ανύψωσή τους στην προσήνεμη πλευρά, εκτονώνονται αδιαβατικά και ψύχονται στην αρχή με ρυθμό ίσο με την ξηρή αδιαβατική θερμοβαθμίδα ( $\Xi$ .Α.Θ.  $10^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$ ). Από το επίπεδο συμπύκνωσης και πάνω ο ρυθμός ψύξης ελαττώνεται και είναι ίσος με την τιμή της υγρής αδιαβατικής θερμοβαθμίδας ( $\Upsilon$ .Α.Θ.). Τα ορογραφικά νέφη που σχηματίζονται δίνουν, συνήθως, βροχή κι έτσι ελευθερώνονται μεγάλα ποσά υδρατμών. Στη συνέχεια, ο αέρας που ξεπερνά τις κορυφές των ορεινών όγκων, κατεβαίνει στην υπήνεμη πλευρά, συμπιέζεται αδιαβατικά και θερμαίνεται. Ο ρυθμός θέρμανσής του είναι ίσος με την τιμή της  $\Xi$ .Α.Θ. κι έτσι ο αέρας φτάνει στα χαμηλά υψόμετρα σαν θερμός και πολύ ξηρός.

Οι άνεμοι τύπου Foehn είναι γνωστοί με διαφορετικά ονόματα στα διάφορα μέρη του πλανήτη μας. Στην Ελλάδα τέτοιου τύπου άνεμος είναι ο Λίβας. Foehn ονομάζεται κυρίως στις Άλπεις όπου μελετήθηκε πρώτα, ενώ στα Βραχώδη όρη ονομάζεται chinook.

## Βαρδάρης (Bardarac)

Ο άνεμος αυτός αρχίζει από το υψίπεδο της περιοχής των Σκοπίων, ακολουθεί την κοιλάδα του Αξιού και εισέρχεται στην Ελληνική περιοχή από το άνοιγμα μεταξύ του Πάικου και του Μπέλες.

Στην περιοχή της Θεσσαλονίκης φθάνει σαν Β-ΒΔ σφοδρός και ξηρός με μέση ταχύτητα 20 knots περίπου. Πολλές φορές η ταχύτητά του φτάνει τους 40-50 knots, που σημαίνει ότι ο άνεμος αυτός μπορεί να είναι θυελλώδης για την περιοχή της Θεσσαλονίκης. Η συχνότητα εμφάνισής του είναι περίπου 40 μέρες το χρόνο. Η επικράτησή του διαρκεί 1-2 μέρες και, μετά από μια διακοπή, είναι δυνατή η επανάληψή του. Πολύ λίγες φορές πνέει για 3-4 μέρες συνεχόμενα.

---

Revision #2

Created 1 September 2024 11:34:08 by 1500691

Updated 27 January 2025 20:09:43 by 1500691