

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Σχολή Θετικών Επιστημών / Τμήμα Γεωλογίας
Τομέας Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας

Μελέτη Έντονων Φαινομένων Βροχόπτωσης με χρήση Έτοιμων Δορυφορικών Προϊόντων Βροχής

Διπλωματική Εργασία

Αλέξανδρος Κιλμπασάνης (ΑΕΜ: 4307)

Επιβλέπων: Επ. Καθηγητής Χαράλαμπος Φείδας

10

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Σχολή Θετικών Επιστημών / Τμήμα Γεωλογίας
Τομέας Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας

**Μελέτη Έντονων Φαινομένων
Βροχόπτωσης με χρήση Έτοιμων
Δορυφορικών Προϊόντων
Βροχής**

Διπλωματική Εργασία

Αλέξανδρος Κιλμπασάνης (ΑΕΜ: 4307)

Επιβλέπων: Επ. Καθηγητής Χαράλαμπος Φείδας



10

ΦC
925.4.573
Ε5
2110
ΔΙΠ
C1

8842

HB 969139
HC 1302153

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή.....	03
1.1. Πρόλογος.....	03
1.2. Θεωρητικό Υπόβαθρο.....	04
1.2.1. Βροχόπτωση & Μέτρηση.....	04
1.2.2. Φαινόμενα & Συστήματα στην Ατμόσφαιρα.....	06
1.2.3. Σειρά Δορυφορικών Προϊόντων Δορυφόρου TRMM.....	09
1.2.4. Σύστημα Οπτικοποίησης & Ανάλυσης TOVAS.....	13
Κεφάλαιο 2 – Δεδομένα & Μεθοδολογία.....	15
2.1. Δεδομένα.....	15
2.2. Μεθοδολογία.....	16
Κεφάλαιο 3 – Σύγκριση Χαρτών & Εύρεση Αποτελεσμάτων.....	18
3.1. Ψυχρά Μέτωπα.....	18
3.1.1. 4 Οκτωβρίου 2008.....	18
3.1.2. 12 Δεκεμβρίου 2008.....	25
3.1.3. 18 Δεκεμβρίου 2008.....	32
3.1.4. 12 Φεβρουαρίου 2009.....	41
3.1.5. 5 Μαρτίου 2009.....	47
3.2. Θερμά Μέτωπα.....	55
3.2.1. 1 Οκτωβρίου 2008.....	55
3.2.2. 18 Νοεμβρίου 2008.....	62
3.2.3. 14 Ιανουαρίου 2009.....	69
3.3. Συνεσφιγμένα Μέτωπα.....	77
3.3.1. 29 Νοεμβρίου 2008.....	77
3.3.2. 27 Δεκεμβρίου 2008.....	85
3.3.3. 21 Μαρτίου 2009.....	95
3.4. Αυλώνες (Troughs) Χαμηλής Πίεσης.....	106
3.4.1. 3 Οκτωβρίου 2008.....	106
Κεφάλαιο 3 – Συμπεράσματα & Αξιολόγηση.....	114
Βιβλιογραφία.....	118

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Πρόλογος

Η παρούσα εργασία έγινε στα πλαίσια της υποχρεωτικής εκπόνησης της «Διπλωματικής Εργασίας», όπως επιβάλλει ο οδηγός σπουδών του τμήματος Γεωλογίας του ΑΠΘ. Στόχος της είναι η μελέτη των κυριότερων φαινομένων έντονης βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια ενός έτους, η παρουσίαση των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων και η αξιολόγηση της μελέτης τέτοιων καιρικών φαινομένων με χρήση έτοιμων δορυφορικών προϊόντων. Η μελέτη των έντονων βροχοπτώσεων έγινε με τη χρήση του έτοιμου δορυφορικού προϊόντος βροχής 3B42 του δορυφόρου TRMM του συστήματος TOVAS.

Το 1^ο κεφάλαιο αυτής της εργασίας εστιάζει στην εξήγηση επιστημονικών εννοιών και διαδικασιών, που θα βοηθήσει τον αναγνώστη να κατανοήσει το υπόλοιπό της (θεωρητικό υπόβαθρο). Στο ακόλουθο κεφάλαιο, γίνεται αναλυτική περιγραφή του είδους των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν, της προέλευσής τους και της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε για την ανάγνωση, εξέταση και σύγκριση των δεδομένων με σκοπό την έκδοση των απαραίτητων αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων.

Στο 3^ο κεφάλαιο γίνεται, με χρονολογική σειρά, η παρουσίαση των ημερών με έντονη βροχόπτωση σε μεγάλο μέρος της χώρας. Συνοδεύονται και αναλύονται οι αντίστοιχοι μετεωρολογικοί χάρτες και χάρτες βροχόπτωσης, ενώ γίνεται μια ομαδοποίηση των παρουσιαζόμενων περιπτώσεων με βάση το μέτωπο που προκάλεσε την παρατηρούμενη βροχόπτωση.

Στο 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται συνοπτικά τα συμπεράσματα της ανάλυσης που προηγήθηκε, καθώς και η αξιολόγηση του εν λόγω δορυφορικού προϊόντος.

Ευχαριστώ θερμά τον επίκουρο καθηγητή κ. Χαράλαμπο Φείδα για την απαραίτητη και πολύτιμη βοήθεια και συμβολή του, ώστε να ολοκληρωθεί αυτή η εργασία.

1.2 . Θεωρητικό Υπόβαθρο

Για την ευκολότερη ανάγνωση και καλύτερη κατανόηση της παρούσας εργασίας, θεωρήθηκε σκόπιμο να αναφερθούν εδώ βασικές έννοιες και πληροφορίες σχετικά με τη βροχόπτωση, τα μέτωπα και τα συστήματα πίεσης που μπορεί να αναγνωρίσει κανείς σε ένα μετεωρολογικό χάρτη και τα δορυφορικά συστήματα και τον τρόπο που χρησιμεύουν στην έρευνα για τον καιρό.

1.2.1. Βροχόπτωση και μέτρηση

Η ατμόσφαιρα της Γης, ιδίως στα κατώτερα στρώματά της, είναι γεμάτη από υδρατμούς σε αέρια κατάσταση. Όταν η θερμοκρασία στην ατμόσφαιρα κατέβει σε επίπεδα κάτω από το σημείο δρόσου, τότε οι υδρατμοί αυτοί μεταβαίνουν στην υγρή κατάσταση και υγροποιούνται. Οι υδρατμοί αυτοί μπορούν να συγκεντρωθούν γύρω από μικροσωματίδια στην ατμόσφαιρα και να συμπυκνωθούν γύρω από αυτά, σχηματίζοντας νέφη. Τα μικροσωματίδια που λειτουργούν σαν πυρήνες συμπύκνωσης, μπορεί να είναι ιόντα, άλατα ή κόκκοι σκόνης. Μέσα σε ένα νέφος, τα υδροσταγονίδια από τα οποία αποτελείται ενώνονται και δημιουργούν τις υδροσταγόνες. Όταν το βάρος τους είναι αρκετά μεγάλο, οι υδροσταγόνες πέφτουν στην επιφάνεια της γης και, αν η θερμοκρασία παραμένει αρκετά χαμηλή ώστε να διατηρηθούν σε υγρή κατάσταση, παρατηρείται το φαινόμενο της βροχής.

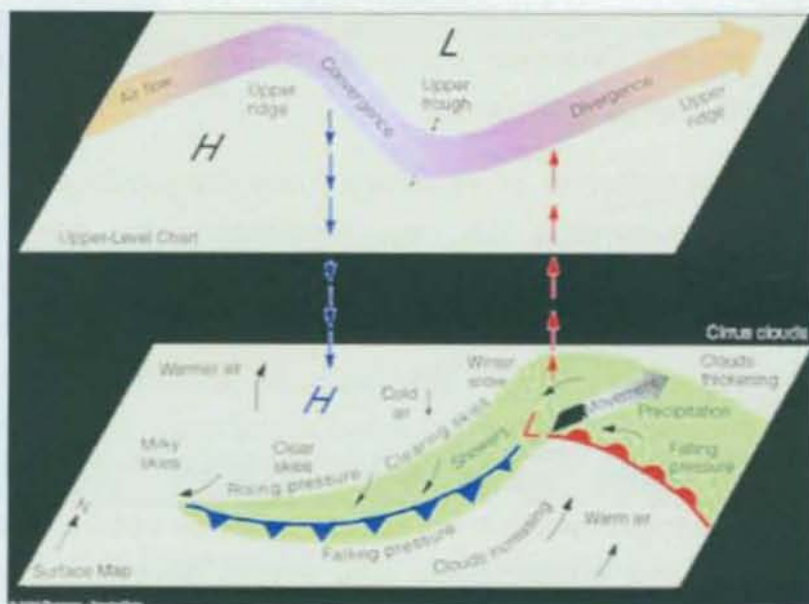
Η πραγματική βροχόπτωση μετριέται με εργαλεία (βροχόμετρα και βροχογράφους) που βρίσκονται εγκατεστημένα σε μετεωρολογικούς σταθμούς στην επιφάνεια της Γης. Οι μετεωρολογικοί σταθμοί μετρούν ένα πλήθος μεταβλητών στην ατμόσφαιρα, όπως είναι η ατμοσφαιρική πίεση και η κατεύθυνση του ανέμου. Αυτές οι πληροφορίες βοηθούν τους μετεωρολόγους να σχεδιάσουν τα μέτωπα και τα συστήματα πίεσης πάνω στους μετεωρολογικούς χάρτες, σχηματίζοντας έτσι μια εικόνα της κατάστασης της ατμόσφαιρας τη δεδομένη στιγμή. Ταυτόχρονα, έχοντας γνώση της πνοής του ανέμου από τα ανάλογα όργανα, μπορούν να προβλέψουν την κίνηση των ατμοσφαιρικών συστημάτων για τις επόμενες ώρες.

Οι μετεωρολογικοί χάρτες είναι χάρτες που απεικονίζουν την κατάσταση της ατμόσφαιρας όχι μόνο όπως αυτή έχει στο επίπεδο της γης,

αλλά και στα ανώτερα τμήματα αυτής. Άλλωστε οι κινήσεις των αερίων μαζών στα ανώτερα συστήματα αποκαλύπτουν πληροφορίες για τον καιρό και την εξέλιξη της πορείας των ανέμων που θα συναντήσει κανείς στην επιφάνεια της Γης. Γι' αυτό το λόγο υπάρχει ο μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας, αλλά και χάρτες καιρού που δείχνουν τη διακύμανση ισοβαρών επιφανειών όπως των 850 hPa, 750 hPa, 500 hPa και 300 hPa. Στα χαμηλότερα επίπεδα της ατμόσφαιρας (1000 – 500 hPa), η πορεία του ανέμου ακολουθεί τις ισοϋψείς καμπύλες που φανερώνουν το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται η εκάστοτε ισοβαρής επιφάνεια.

Θα πρέπει εδώ να αναφερθεί η σημασία που παίζουν οι χάρτες των ισοβαρικών επιφανειών των 850 hPa και 500 hPa στη μελέτη και πρόγνωση καιρού. Σε ένα χάρτη της επιφάνειας των 850 hPa, μιας επιφάνειας στα χαμηλότερα τμήματα της ατμόσφαιρας, αντικατοπτρίζεται η εικόνα του καιρού στην επιφάνεια της Γης. Οι διαφορές θερμοκρασίας από το σημείο δρόσου μπορούν να φανερώσουν περιοχές με υψηλή νεφοκάλυψη, ενώ οι ισοϋψείς στο χάρτη ταυτίζονται με τη ροή του ανέμου. Με τη βοήθεια αυτών των ισοϋψών, σε ένα χάρτη 850 hPa εντοπίζεται η μεταφορά θερμών αερίων μαζών, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε ατμοσφαιρική αστάθεια πάνω από μια περιοχή και στην εκδήλωση βροχόπτωσης.

Ο χάρτης των 500 hPa αντιπροσωπεύει ένα μεσαίο επίπεδο στην ατμόσφαιρα. Είναι πολύ σημαντική η ανάγνωσή του για την πορεία του καιρού στην επιφάνεια, γιατί οι κινήσεις στη μεσαία – ανώτερη ατμόσφαιρα έχουν άμεση σχέση και ενισχύουν ή αποδυναμώνουν ατμοσφαιρικά φαινόμενα στην επιφάνεια της Γης. Είναι επίσης, σημαντικό να αναγνωρίζονται στο χάρτη οι περιοχές όπου οι ισοϋψείς του σχηματίζουν ράχες και αυλώνες. Οι ισοϋψείς της ισοβαρικής επιφάνειας στα ανατολικά μια ράχης δείχνουν περιοχές όπου ενισχύεται η σύγκλιση του αέρα στα ανώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας και επομένως καλύπτεται η συνθήκη για τη γένεση ενός αντικυκλώνα κάτω από την εν λόγω περιοχή. Παρομοίως, οι ισοϋψείς στα ανατολικά ενός αυλώνα δηλώνουν περιοχή όπου ενθαρρύνεται η απόκλιση των αερίων μαζών στην ανώτερη ατμόσφαιρα, δίνοντας χώρο για ανάπτυξη ενός κυκλώνα και τα αντίστοιχα καιρικά φαινόμενα που τον χαρακτηρίζουν (σχ. 1).



Σχήμα 1 - Απεικόνιση της σύγκλισης και της απόκλισης των αερίων μαζών στα ανώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας σε σχέση με την επιφάνεια της Γης. Πηγή: k3jae.com

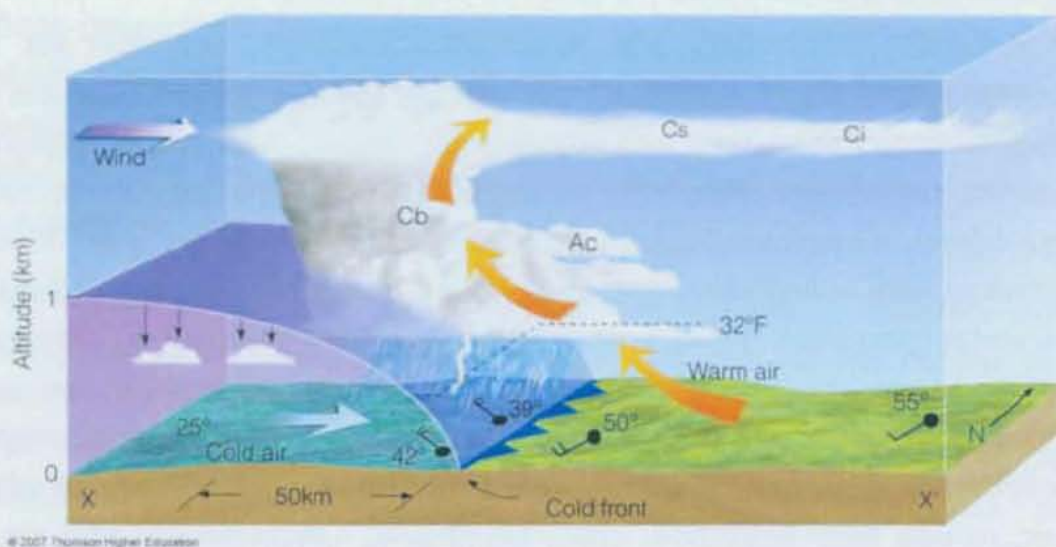
Σημαντικό εργαλείο στην προσπάθεια συλλογής στοιχείων για τη γρήγορη και αξιόπιστη κατασκευή των μετεωρολογικών χαρτών είναι και τα δεδομένα που προέρχονται από δορυφορικές εικόνες. Ανάλογα με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας, που καταγράφει ο εκάστοτε ανιχνευτής ενός δορυφόρου, υπάρχουν διαφορετικές κατηγορίες – κανάλια στις οποίες κατατάσσονται οι δορυφορικές εικόνες (πχ. το κανάλι του οπτικού, το κανάλι του υπέρυθρου κλπ.). Ανάλογα με τις αντιθέσεις των χρωμάτων, τις σκιάσεις, τη μορφή και τη γεωμετρία των νεφών που παρατηρούνται σε μια δορυφορική εικόνα από το κάθε κανάλι, γίνεται ταξινόμηση και έτσι, μπορεί να βρεθεί το είδος των νεφών που απεικονίζονται, η σύστασή τους, τα πάχη τους, τα ύψη όπου βρίσκονται στην ατμόσφαιρα, η θερμοκρασία τους και η περιεκτικότητά τους σε νερό. Με αυτό τον τρόπο μπορεί όχι μόνο να παρατηρηθεί η πορεία και η εξέλιξη των νεφικών συστημάτων, αλλά να υπολογιστεί και να εκτιμηθεί η ύπαρξη και το ύψος βροχόπτωσης.

1.2.2. Φαινόμενα & Συστήματα στην Ατμόσφαιρα

Η ανάπτυξη των νεφών, και επομένως και η εξάπλωση της βροχής, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας, η θερμοδυναμική της κατάσταση, η πνοή των ανέμων κλπ. Τα μετεωρολογικά μέτωπα και τα συστήματα πίεσης, όπως τα βαρομετρικά χαμηλά και υψηλά, χαρακτηρίζουν συγκεκριμένες συνθήκες που επικρατούν στην ατμόσφαιρα

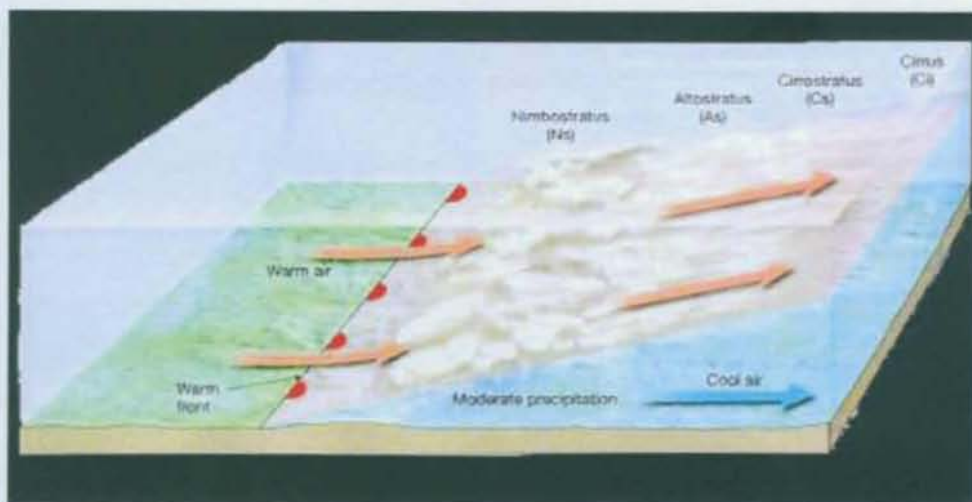
για κάποιο χρονικό διάστημα και ενθαρρύνουν ή αποθαρρύνουν την ανάπτυξη επεισοδίων βροχόπτωσης.

Ως μέτωπα ορίζονται οι επιφάνειες που διαχωρίζουν αέριες μάζες διαφορετικής πυκνότητας. Πιο συγκεκριμένα, ένα **ψυχρό μέτωπο** χαρακτηρίζει τη συνάντηση μιας ψυχρής αέριας μάζας με μια θερμή. Υπό αυτήν την κατάσταση, η ψυχρή αέρια μάζα εισχωρεί κάτω από τη θερμή αέρια μάζα, όντας πυκνότερη και βαρύτερη, με μεγάλη κλίση (σχ. 2). Κατά μήκος αυτού του μετώπου λαμβάνει χώρα αδιαβατική ψύξη θερμού αέρα, λόγω της ταχείας ώθησής του πάνω από τον ψυχρό αέρα. Αυτό έχει σαν συνέπεια τη δημιουργία ογκωδών και καταιγιδοφόρων νεφών, γι' αυτό και τα ψυχρά μέτωπα συχνά συνοδεύονται από έντονη βροχόπτωση. Τα ψυχρά μέτωπα συμβολίζονται σε ένα μετεωρολογικό χάρτη με τριγωνικά σύμβολα που δείχνουν την πορεία κατεύθυνσης του μετώπου.



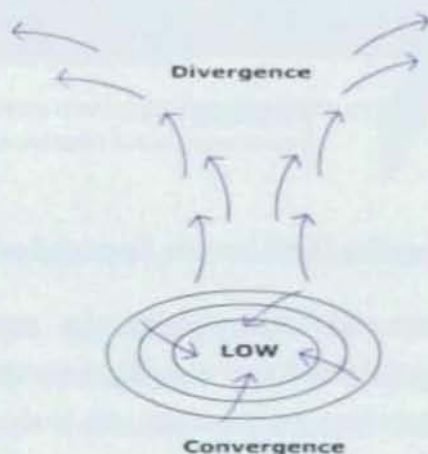
Σχήμα 2 - Μοντέλο ψυχρού μετώπου. Πηγή: apollo.lsc.vsc.edu

Ανάλογα, ένα **θερμό μέτωπο** συμβολίζει μια επιφάνεια όπου μια θερμή αέρια μάζα συναντάει μια ψυχρή αέρια μάζα και ωθείται σε ανοδική κίνηση πάνω από αυτήν, με κλίση μικρότερη από αυτήν του ψυχρού μετώπου (σχ. 3). Η αδιαβατική ψύξη των αερίων μαζών που ανεβαίνουν κατά μήκος του μετώπου ευνοεί τη δημιουργία βροχοφόρων νεφών και αν ο αέρας είναι ασταθής, τα νέφη μπορούν να γίνουν και καταιγιδοφόρα. Επομένως και το θερμό μέτωπο συνοδεύεται από άστατο και βροχερό καιρό. Το θερμό μέτωπο συμβολίζεται στο μετεωρολογικό χάρτη με ημικύκλια που δείχνουν την κατεύθυνση κίνησης του μετώπου.

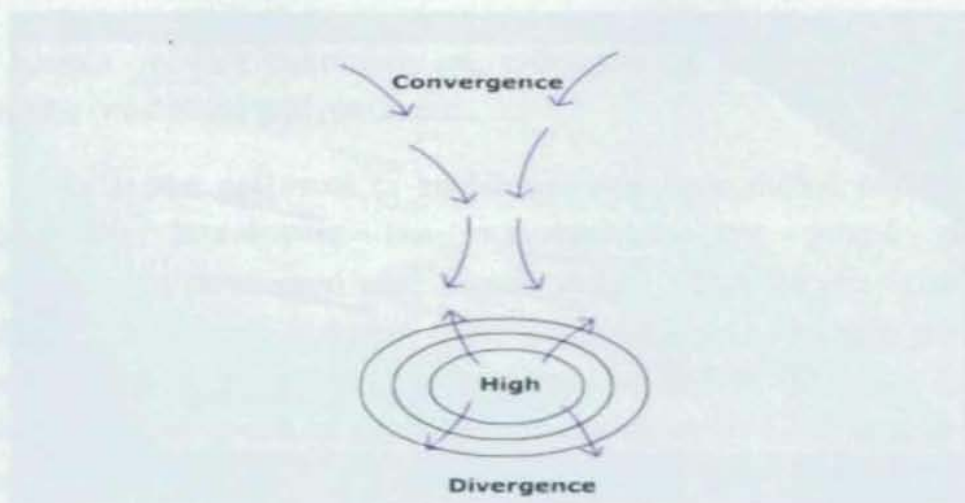


Σχήμα 3 - Μοντέλο θερμού μετώπου όπου ο θερμός αέρας επωθείται του ψυχρού.
Πηγή: k3jae.com

Ένα **βαρομετρικό χαμηλό (ύφεση)** παρατηρείται πάνω από μια περιοχή όταν η ατμοσφαιρική πίεση σε αυτή την περιοχή είναι ελαττωμένη στο κέντρο και αυξάνεται όσο απομακρυνόμαστε από αυτή. Σε ένα βαρομετρικό χαμηλό επικρατεί κυρίως κακοκαιρία, λόγω της σύγκλισης των αερίων μαζών που λαμβάνει χώρα στο κέντρο αυτού και της ανοδικής πορείας που ακολουθούν αυτές (σχ. 4). Με αυτό τον τρόπο οι αέριες μάζες υπόκεινται σε αδιαβατική ψύξη κατά την άνοδό τους, συμπυκνώνονται και σχηματίζουν μεγάλα βροχοφόρα νέφη. Αντιθέτως, όταν επικρατεί ένα **βαρομετρικό υψηλό (αντικυκλώνας)** πάνω από μια περιοχή, η ατμοσφαιρική πίεση αυξάνεται όσο πλησιάζουμε προς αυτό. Στους αντικυκλώνες, οι αέριες μάζες συγκλίνουν στην κορυφή του αντικυκλώνα και συνεχίζουν σε καθοδική πορεία διαλύοντας έτσι τη δημιουργία νεφών (σχ. 5). Επομένως, οι αντικυκλώνες συνοδεύονται με καλοκαιρία.

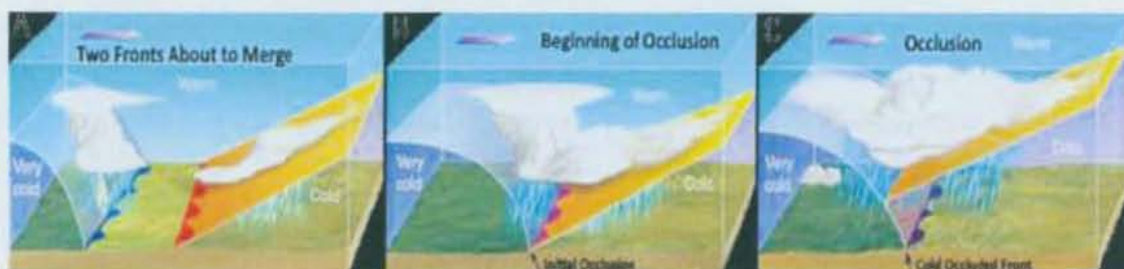


Σχήμα 4 – Απόκλιση αερίων μαζών σε χαμηλό σύστημα. Πηγή: williamsclass.com



Σχήμα 5 – Σύγκλιση μαζών σε υψηλό σύστημα. Πηγή: williamsclass.com

Τέλος, μια ιδιαίτερη συνθήκη είναι αυτή του **συνεσφιγμένου μετώπου**. Το συνεσφιγμένο μέτωπο είναι η επιφάνεια εκείνη όπου συναντιέται ένα ψυχρό μέτωπο με ένα θερμό μέτωπο. Οι αέριες μάζες παίρνουν τις θέσεις τους, ωθώντας τις ελαφρύτερες και αραιότερες προς τα πάνω (σχ. 6). Όταν δύο διαφορετικά μέτωπα συσφίγγονται, λόγω της περιστροφής τους γύρω από μια ύφεση, τότε γίνεται λόγος για μια μετωπική ύφεση. Η μετωπική ύφεση συνοδεύεται από τις βροχοπτώσεις που συνοδεύουν τόσο το θερμό όσο και το ψυχρό μέτωπο, οπότε στο πέρασμά της παρατηρείται πολύ βροχερός καιρός.



Σχήμα 6 - Αναπαράσταση σχηματισμού συνεσφιγμένου μετώπου. Πηγή: k3jae.com

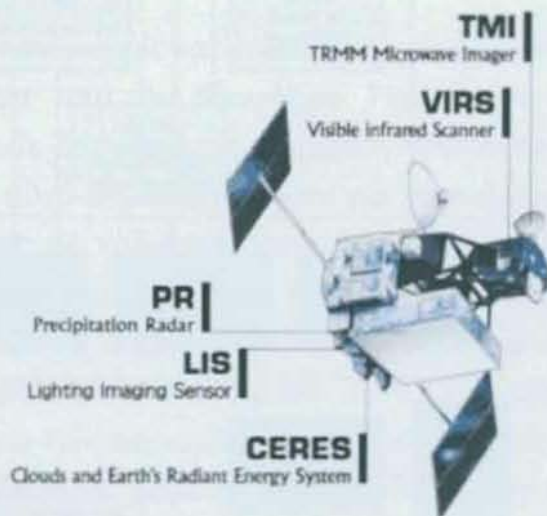
1.2.3. Σειρά Δορυφορικών Προϊόντων δορυφόρου TRMM

Το 1997, η NASA σε συνεργασία με την Ιαπωνική Υπηρεσία Εξερεύνησης του Αεροχώρου (JAXA) έστειλε στο διάστημα το δορυφόρο TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission). Σημαντικός στόχος της αποστολής του δορυφόρου ήταν η καταγραφή και μελέτη του ύψους των τροπικών καταιγίδων και της συσχετιζόμενης έκκλησης ενέργειας που σχετίζεται με τη βροχόπτωση στις τροπικές ζώνες. Γι' αυτό το λόγο ο

δορυφόρος TRMM «σημαδεύει» μόνο τις ζώνες που είναι μέχρι και 35° βόρεια και νότια του Ισημερινού.

Ο δορυφόρος φέρει πάνω του μια σειρά από όργανα, που είναι απαραίτητα για τις μετρήσεις των διάφορων παραμέτρων στην ατμόσφαιρα και στη νεφοκάλυψη (σχ. 7). Τρία από αυτά τα όργανα χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της βροχόπτωσης. Στις μετρήσεις αυτών των οργάνων βασίζονται τα δεδομένα των δορυφορικών προϊόντων του TRMM. Πιο συγκεκριμένα, τα όργανα αυτά είναι τα:

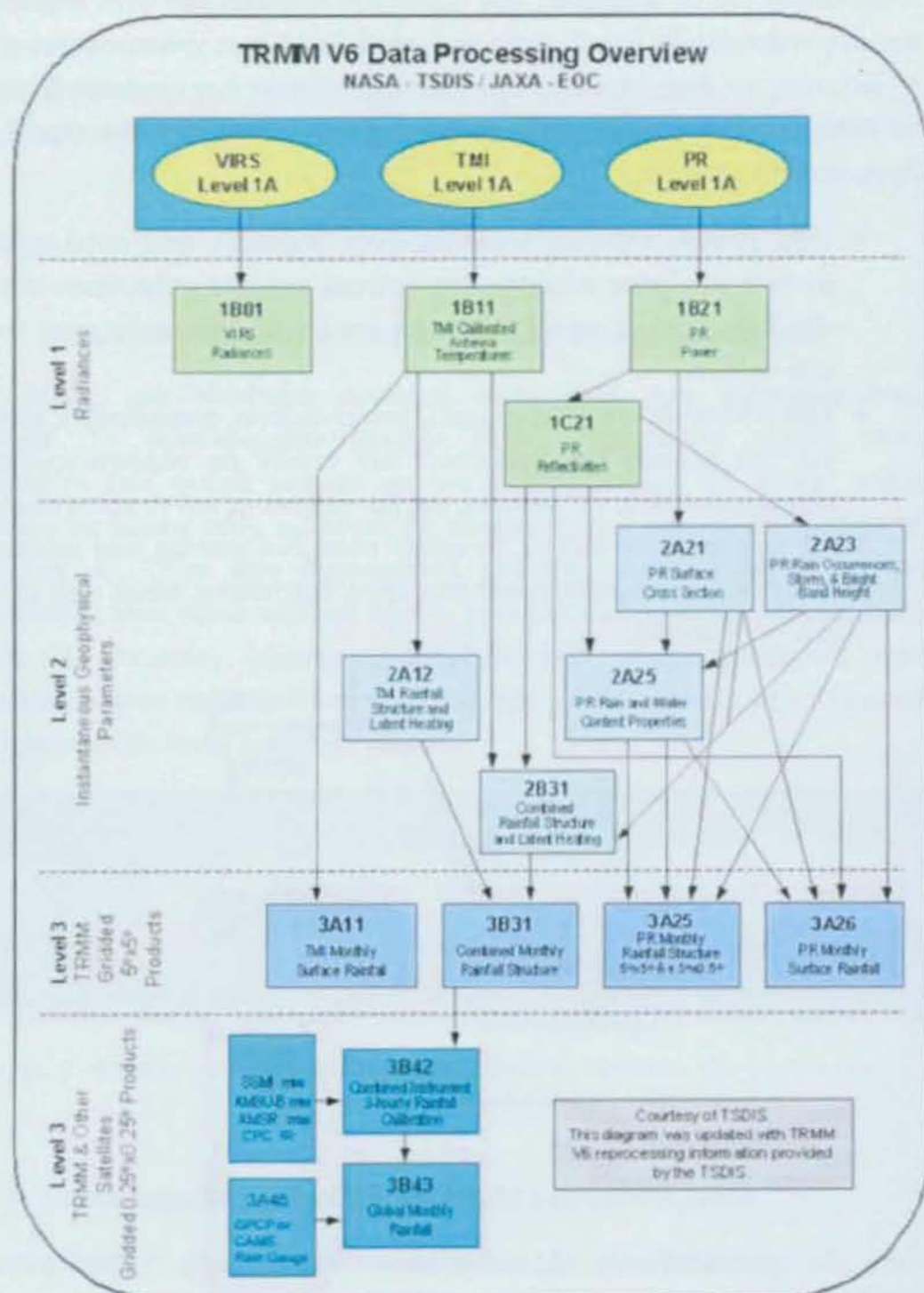
- **VIRS (Visible Infrared Scanner)**, ένας σαρωτής που αντιλαμβάνεται ακτίνες στα μήκη κύματος του ορατού και του υπέρυθρου και δίνει πληροφορίες για τη νεφοκάλυψη και τη θερμοκρασία στην κορυφή των νεφών.
- **TMI (TRMM Microwave Imager)**, που είναι ένας απεικονιστής χρήσιμος για την εύρεση του ποσοστού των νεφών σε υδροσταγονίδια και παγοκρυστάλλια, της έντασης της βροχόπτωσης και το είδος αυτής.
- **PR (Precipitation Radar)**, το οποίο είναι ένα ραντάρ που μετράει την κατανομή της βροχόπτωσης στις τρεις διαστάσεις πάνω από την ξηρά και τη θάλασσα.



Σχήμα 7 - Όργανα δορυφόρου TRMM. Πηγή: Nasa.gov

Τα αποκαλούμενα «δορυφορικά προϊόντα» είναι η επεξεργασμένη μορφή των μετρήσεων των οργάνων του δορυφόρου, ώστε να είναι εύκολο να τα αξιοποιήσουν ακόμα και χρήστες με μηδενική εμπειρία. Ανάλογα με την επεξεργασία που έχουν υποστεί τα δορυφορικά δεδομένα, υπάρχουν διαφορετικά επίπεδα που αντιπροσωπεύουν μια συγκεκριμένη σειρά

προϊόντων. Το σχήμα 8 δείχνει μια πλήρη και σαφή εικόνα για τα προϊόντα TRMM και τα επίπεδα επεξεργασίας των δεδομένων τους.



Σχήμα 8 - Διάγραμμα ταξινόμησης δορυφορικών προϊόντων TRMM. Πηγή: nasa.gov

Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα, όλα τα δορυφορικά προϊόντα βασίζονται στα τρία βασικά όργανα VIRS, TMI και PR του δορυφόρου TRMM (Επίπεδο 1A). Τα προϊόντα των δύο επόμενων επιπέδων, 1 και 2, αφορούν τον υπολογισμό διαφόρων ακτινοβολιών και γεωφυσικών παραμέτρων. Τα προϊόντα αυτά είναι ανεξάρτητα ενός κανάβου συντεταγμένων και αφορούν μετρήσεις σε όλη τη Γη, επομένως χαρακτηρίζονται ως προϊόντα τροχιάς (Orbital Products). Παίρνοντας σαν προδιαγραφή διάφορα προϊόντα των πρώτων δύο επιπέδων, τα προϊόντα του τρίτου επιπέδου είναι πλέον εφαρμοσμένα πάνω σε κάναβο συντεταγμένων και λέγονται προϊόντα πλέγματος (Gridded Products). Τα προϊόντα αυτά είναι τα **3A11**, για τη μελέτη του μηνιαίου ύψους βροχόπτωσης πάνω από ωκεανούς, **3A25**, για τη μελέτη της μηνιαίας βροχόπτωσης στην ατμόσφαιρα όπως την κατέγραψε το όργανο PR, **3A26**, που δίνει πληροφορίες για το μηνιαίο σύνολο της βροχόπτωσης σε ατμόσφαιρα και επιφάνεια Γης και **3B31**, για τον υπολογισμό της μηνιαίας συνδυασμένης βροχόπτωσης με βάση τα προϊόντα 2A12 και 2B31 του δεύτερου επιπέδου (συνδυασμός προϊόντων που στηρίζονται στα όργανα TMI και PR). Τα προϊόντα του τρίτου επιπέδου έχουν χωρική ανάλυση $5^\circ \times 5^\circ$, δηλαδή το ένα «εμβαδικό στοιχείο» του κανάβου θα έχει μήκος και πλάτος ίσο με 5 γεωγραφικές μοίρες.

Από τα παραπάνω προϊόντα σημαντικότερο είναι το 3B31 και γι' αυτό, αντλώντας δεδομένα από το δορυφόρο TRMM και σε συνδυασμό με δεδομένα από άλλους δορυφόρους, δημιουργήθηκαν τα προϊόντα **3B43** και **3B42**. Τα προϊόντα αυτά δημιουργήθηκαν για να καλύψουν την ανάγκη για μελέτη βροχόπτωσης με καλύτερη χωρική ανάλυση. Διασταυρώνοντας τα δεδομένα του δορυφόρου TRMM με άλλους δορυφόρους, έχει επιτευχθεί χωρική ανάλυση $0.25^\circ \times 0.25^\circ$, δηλαδή το ένα «εμβαδικό στοιχείο» του κανάβου θα έχει μήκος και πλάτος ίσο με 0.25 γεωγραφικές μοίρες. Τα προϊόντα αυτά, λόγω των περιορισμών του δορυφόρου TRMM, καλύπτουν μόνο γεωγραφικά πλάτη 50° βόρεια και νότια του Ισημερινού.

Πέρα από τη λεπτομερή χωρική ανάλυση, το προϊόν 3B42 μπορεί και αποδίδει την εικόνα της βροχόπτωσης ανά 3ωρο. Η επιτυχία της απεικόνισης μιας αντιπροσωπευτικής εικόνας έγκειται στον αλγόριθμο που χαρακτηρίζει το συγκεκριμένο δορυφορικό προϊόν. Με χρήση των μικροκυματικών εκτιμήσεων βροχόπτωσης (χρήση οργάνου TMI), υπολογίζονται οι τιμές που περιγράφουν την εικόνα της βροχόπτωσης όπως θα είχαν μετρηθεί από ένα όργανο που αναγνωρίζει την υπέρυθρη ακτινοβολία. Διασταυρώνοντας τις εκτιμήσεις από το κανάλι του υπέρυθρου με τις επανομαζόμενες

«Μικροκυματικές εκτιμήσεις υψηλής ποιότητας» (High Quality microwave estimates), είναι δυνατή η αναπαράσταση της εικόνας της βροχής ανά 3ωρο.

Στο τέλος της μηνιαίας περιόδου, τα δεδομένα του προϊόντος 3B42 συγκεντρώνονται και προσαρμόζονται για να υπολογιστεί η συνολική μηνιαία βροχόπτωση. Το προϊόν που αποδίδει τις μηνιαίες τιμές είναι το 3B43. Από το 2002 και μετά, ξεκίνησε η οπτικοποίηση και η διαδικτυακή διάθεση των αρχειοθετημένων δεδομένων από τις μετρήσεις των οργάνων του δορυφόρου TRMM μέσω του TOVAS.

1.2.4. Σύστημα Οπτικοποίησης & Ανάλυσης TOVAS

Την τελευταία δεκαετία, το κέντρο υπηρεσιών πληροφοριών και δεδομένων "Goddard" για Γεωεπιστήμες «**GES-DISC**» (Goddard Earth Sciences - Data and Information Services Center) της NASA, μέσω του προγράμματος «**Giovanni**» (**GES-DISC Interactive Online Visualization ANd aNalysis Infrastructure**), διαθέτει διαδικτυακά αρχειοθετημένα δεδομένα βασισμένα σε επιφανειακές και δορυφορικές μετρήσεις. Οι μετρήσεις αυτές αφορούν κυρίως υδρολογικούς και μετεωρολογικούς παράγοντες, όπως είναι η χημεία και η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας, τα ποσοστά της σε διάφορα σωματίδια, η εξάτμιση των ωκεανών, τη βροχόπτωση κ.α. Η αρχειοθέτηση, η δωρεάν διαδικτυακή διάθεση και η οπτικοποίηση αυτών των δεδομένων έχουν καταστεί ιδιαίτερα χρήσιμες σε μελέτες ερευνητών σε όλο τον κόσμο. Προϊόν του προγράμματος Giovanni είναι και το σύστημα online οπτικοποίησης και ανάλυσης «**TOVAS**» (**TRMM Online Visualization and Analysis System**).

Το σύστημα TOVAS αντλεί τα δεδομένα του από το πρόγραμμα παρακολούθησης της τροπικής βροχόπτωσης TRMM. Το TOVAS παρέχει, μέσα από ένα φιλικό προς τον χρήστη, διαδικτυακό περιβάλλον, πληροφορίες χρόνου και ύψους βροχόπτωσης με τοπικό προσδιορισμό βάσει ενός συστήματος συντεταγμένων. Οι πληροφορίες σχετικά με τη βροχόπτωση εμφανίζονται στην οθόνη του χρήστη με χρωματική κωδικοποίηση (θερμότερα χρώματα για μεγαλύτερα ύψη βροχόπτωσης), ενώ μπάρες υπό κλίμακα ενημερώνουν τον χρήστη για το ύψος βροχής πάνω από μια περιοχή με το ανάλογο χρώμα. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τα αποτελέσματα σε μονάδα μέτρησης εκατοστών ή ιντσών, ενώ παρέχεται και η στιγνή προβολή δεδομένων σε μορφή κώδικα ASCII χωρίς τη βοήθεια γραφικών.

Τα δεδομένα του συστήματος TOVAS αποδεικνύονται χρήσιμα σε πληθώρα εργασιών με διάφορες θεματολογίες, όπως η μελέτη και η παρακολούθηση κλιματικών αλλαγών, καιρικών φαινομένων, μελέτη αλγορίθμων βροχόπτωσης, με εφαρμογές στην επιστήμη αλλά και στη γεωργία. Προκειμένου να καλυφθούν όλες αυτές οι ανάγκες μέσω του συστήματος TOVAS, διατίθενται μέχρι σήμερα οκτώ δορυφορικά προϊόντα βροχόπτωσης, έξι από τα οποία βασίζονται στα δεδομένα των δορυφόρων TRMM και άλλα δύο είναι μηνιαία προϊόντα βροχόπτωσης κατασκευασμένα από τους ακαδημαϊκούς επιστήμονες Willmott και Matsuura και από το Κλιματολογικό Κέντρο Παγκόσμιας Βροχόπτωσης (Global Precipitation Climatology Centre).

Από τα δορυφορικά προϊόντα του TOVAS, τα τρία βασικότερα είναι βασισμένα στο πρόγραμμα TRMM και είναι τα εξής:

- Μηνιαία βροχόπτωση επιπέδου-3 από δορυφόρους TRMM για την περίοδο Ιανουάριος 1998 – Σήμερα (προϊόν **3B43**)
- Ημερήσια βροχόπτωση επιπέδου-3 από δορυφόρους TRMM για την περίοδο Ιανουάριος 1998 – Σήμερα (προϊόν **3B42**)
- Τρίωρη βροχόπτωση από δορυφόρους TRMM και άλλους για την περίοδο Ιανουάριος 2002 – Σήμερα (προϊόν **3B42RT**)

Στη συγκεκριμένη εργασία, τη μελέτη μας θα βοηθήσει το προϊόν **3B42**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΔΕΔΟΜΕΝΑ & ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σε αυτό το σημείο αναφέρονται τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπλήρωση της εργασίας και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε προκειμένου να αναλυθούν αυτά και να γίνει η εξαγωγή των συμπερασμάτων.

2.1. Δεδομένα

Τα πρώτα δεδομένα, που χρειάστηκαν, ήταν τα ημερήσια ύψη βροχής για τη χρονική περίοδο μελέτης που επιλέχτηκε και ξεκινά από τον Οκτώβριο του 2008 και τελειώνει το Σεπτέμβριο του 2009, όπως αυτά μετρήθηκαν από 9 αντιπροσωπευτικούς μετεωρολογικούς σταθμούς σε όλη τη χώρα. Για 9 διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας, επιλέχτηκε ένας αντιπροσωπευτικός σταθμός για κάθε περιοχή. Οι σταθμοί που επιλέχτηκαν είναι οι εξής:

- Ήπειρος – σταθμός στην **Άρτα** (LAT: 39° 12' 00" N/LONG: 20° 54' 00" E)
- Θεσσαλία – σταθμός στο **Βόλο** (LAT: 39° 22' 31" N /LONG: 22° 57' 32" E)
- Θράκη – σταθμός στην **Αλεξανδρούπολη** (LAT: 40° 51' 30" N/LONG: 25° 52' 00" E)
- Κρήτη – σταθμός στα **Χανιά** (LAT: 35° 32' 00" N/LONG: 24° 04' 09" E)
- Μακεδονία – σταθμός στη **Φλώρινα** (LAT: 40° 47' 12" N/LONG: 21° 25' 13" E)
- Ν. Αιγαίο – σταθμός στη **Μύκονο** (LAT: 37° 26' 36" N/LONG: 25° 19' 43" E)
- Ν. Ιόνιο – σταθμός στην **Ιθάκη** (LAT: 38° 24' 00" N/LONG: 20° 42' 00" E)
- Πελοπόννησος – σταθμός στην **Πάτρα**
- Στ. Ελλάδα – σταθμός στο **Λαύριο Αττικής** (LAT: 37° 42' 40" N/LONG: 24° 03' 21" E)

Τα ύψη βροχόπτωσης των σταθμών αυτών είναι μετρημένα σε χιλιοστά (mm). Τα δεδομένα πάρθηκαν από τα αρχεία της ιστοσελίδας **meteo.gr**.

Αργότερα, για τις ημέρες εκτεταμένης γεωγραφικά έντονης βροχόπτωσης, ανακτήθηκαν για τις ανάγκες της μελέτης, σύγκρισης και

παρουσίασης οι μετεωρολογικοί χάρτες επιφάνειας της Βρετανικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας, οι χάρτες ισοβαρικών επιφανειών 500 hPa και 850 hPa και οι επεξεργασμένοι χάρτες βροχόπτωσης, όπως αυτοί διαθέτονται στο Διαδίκτυο μέσω του έτοιμου δορυφορικού προϊόντος βροχής 3B42 του συστήματος TOVAS. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις και για καλύτερη παρουσίαση των δεδομένων των χαρτών, χρησιμοποιήθηκαν και χάρτες της ισοβαρικής επιφάνειας των 300 hPa, όπως επίσης και χάρτες που αποτυπώνουν την κατακόρυφη κίνηση των αερίων μαζών στην ατμόσφαιρα.

Όλοι οι μετεωρολογικοί χάρτες επιφάνειας, ισοβαρών επιφανειών και κατακόρυφων κινήσεων πάρθηκαν από τα αρχεία της ιστοσελίδας **wetter3.de**, ενώ οι χάρτες βροχόπτωσης των δορυφορικών προϊόντων αποκτήθηκαν χρησιμοποιώντας τη βάση δεδομένων **Giovanni**, μέρος του κέντρου πληροφοριών και δεδομένων GES-DISC της NASA.

2.2. Μεθοδολογία

Πρώτο στάδιο για την εκπλήρωση της εργασίας ήταν η συγκέντρωση των ημερήσιων υψών βροχόπτωσης για τις 365 μέρες του έτους μελέτης και για κάθε σταθμό ξεχωριστά. Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν για την εύρεση των ημερών με έντονα επεισόδια βροχόπτωσης. Ως ημέρα με επεισόδια έντονης βροχής κρίθηκε αυτή, που η συνολική ημερήσια βροχόπτωση ήταν ύψους πάνω από 40 mm. Με αυτό τον τρόπο, επιλέχτηκαν οι ημέρες που η συνολική βροχόπτωση ξεπερνούσε κατά μέσο όρο τα 40 mm στο μεγαλύτερο μέρος της χώρας. Στην εργασία παρουσιάζονται και αναλύονται οι εξής ημέρες:

- ❖ 1 Οκτωβρίου 2008
- ❖ 3 Οκτωβρίου 2008
- ❖ 4 Οκτωβρίου 2008
- ❖ 18 Νοεμβρίου 2008
- ❖ 29 Νοεμβρίου 2008
- ❖ 12 Δεκεμβρίου 2008
- ❖ 18 Δεκεμβρίου 2008
- ❖ 27 Δεκεμβρίου 2008
- ❖ 14 Ιανουαρίου 2009
- ❖ 12 Φεβρουαρίου 2009
- ❖ 5 Μαρτίου 2009

Για τη μελέτη της εξέλιξης της ημερήσιας βροχόπτωσης των παραπάνω ημερών συγκεντρώθηκαν οι αντίστοιχοι μετεωρολογικοί χάρτες επιφάνειας, οι χάρτες των ισοβαρικών επιφανειών των 500 και 850 hPa, καθώς και οι αντίστοιχοι χάρτες βροχόπτωσης παραγόμενοι από το δορυφορικό προϊόν 3B42 τους συστήματος TOVAS.

Η ανάλυση της κάθε ημέρας γίνεται, αρχικά, με την παρουσίαση του 24ωρου συνολικού χάρτη βροχόπτωσης, όπως αυτός παρουσιάζεται στο έτοιμο δορυφορικό προϊόν, μαζί με περιγραφή των υψών βροχόπτωσης όπως απεικονίζονται στο χάρτη και με αναφορά στους σταθμούς που παρατηρήθηκαν τα μεγαλύτερα ύψη. Πάνω στο χάρτη, έχουν σημειωθεί με τρίγωνα οι θέσεις των μετεωρολογικών σταθμών που επιλέχτηκαν ως πηγή για τα πραγματικά δεδομένα βροχόπτωσης και δίπλα σε αυτά, αναφέρονται τα πραγματικά ύψη βροχόπτωσης που μετρήθηκαν από εκείνο το σταθμό για το εκάστοτε 24ωρο σε mm. Έτσι, γίνεται δυνατή μια απευθείας οπτική ποιοτική σύγκριση των υψών που απεικονίζει το δορυφορικό προϊόν με τα πραγματικά ύψη που καταγράφηκαν. Στη συνέχεια, γίνεται σύγκριση και σχολιασμός των εικόνων βροχόπτωσης του δορυφορικού προϊόντος σε σχέση με τους μετεωρολογικούς χάρτες επιφάνειας και τους χάρτες των ισοβαρικών επιφανειών 500hPa και 850hPa των αντίστοιχων ημερών και ωρών. Οι μετεωρολογικοί χάρτες απεικονίζουν την κατάσταση στην ατμόσφαιρα κάθε έξι ώρες και παρομοίως, απεικονίζεται ο χάρτης βροχόπτωσης του TOVAS που δείχνει τη συνολική βροχόπτωση για το αντίστοιχο εξάωρο.

Η παρουσίαση των ημερών με έντονη βροχόπτωση έγινε σε κατηγορίες με βάση το μέτωπο ή το σύστημα πίεσης που προκάλεσε τη βροχόπτωση. Έτσι, μπορεί να γίνει σύγκριση της γεωγραφικής έκτασης και των παρατηρούμενων υψών βροχόπτωσης ανάμεσα στα επεισόδια βροχόπτωσης, που προκλήθηκαν από διαφορετικά μέτωπα. Τέλος, ακολουθεί μια σύγκριση που έγινε ανάμεσα στα πραγματικά ύψη βροχής που καταγράφηκαν από τους μετεωρολογικούς σταθμούς και στα ύψη βροχόπτωσης που, κατά προσέγγιση, δίνει ο χάρτης από το δορυφορικό προϊόν. Τα συμπεράσματα από τέτοιου είδους συγκρίσεις, καθώς και η αξιολόγηση των, απεικονιζόμενων στο χάρτη βροχόπτωσης, υψών βροχόπτωσης σε σχέση με τα πραγματικά ύψη βροχόπτωσης που καταγράφηκαν από τους σταθμούς, αναφέρονται στο τελευταίο μέρος της εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΧΑΡΤΩΝ ΚΑΙ ΕΥΡΕΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

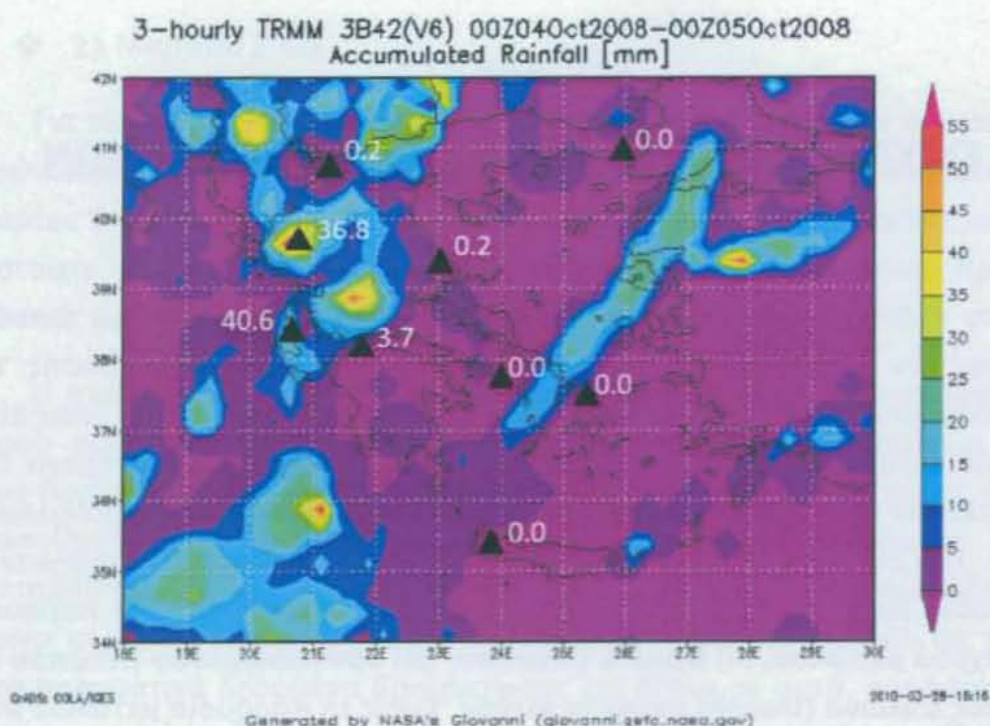
Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η ανάλυση και παρουσίαση των έντονων φαινομένων βροχόπτωσης, με τη χρήση των χαρτών βροχόπτωσης του δορυφορικού προϊόντος και των μετεωρολογικών χαρτών. Οι αναλύσεις είναι ομαδοποιημένες με βάση τα μέτωπα και τα ατμοσφαιρικά φαινόμενα που προκάλεσαν τα έντονα επεισόδια βροχής και ταξινομούνται με χρονολογική σειρά. Πιο συγκεκριμένα, οι 4 κύριες ομάδες στις οποίες ταξινομήθηκαν τα επεισόδια βροχόπτωσης είναι τα επεισόδια που συνοδεύουν την παρουσία (i) ψυχρού μετώπου, (ii) θερμού μετώπου, (iii) συνεσφιγμένου μετώπου και (iv) ενός αυλώνα (trough) χαμηλής πίεσης, χωρίς τη παρουσία μετώπου στην κατώτερη ατμόσφαιρα.

Η ανάλυση της βροχόπτωσης για κάθε μια ημέρα ξεκινάει με την παρουσίαση του χάρτη με την 24ωρη εικόνα της βροχόπτωσης πάνω από την Ελλάδα και συνεχίζεται με αναλυτικότερη μελέτη των μετεωρολογικών χαρτών και χαρτών βροχόπτωσης ανά εξάωρο. Πάνω στο χάρτη της 24ωρης βροχόπτωσης είναι σημειωμένη με τρίγωνο η θέση των μετεωρολογικών σταθμών που επιλέχτηκαν στα πλαίσια της εργασίας. Δίπλα τους αναγράφονται τα ύψη βροχόπτωσης όπως τα καταμέτρησαν οι συγκεκριμένοι σταθμοί για το εν λόγω 24ωρο.

3.1. Ψυχρά Μέτωπα

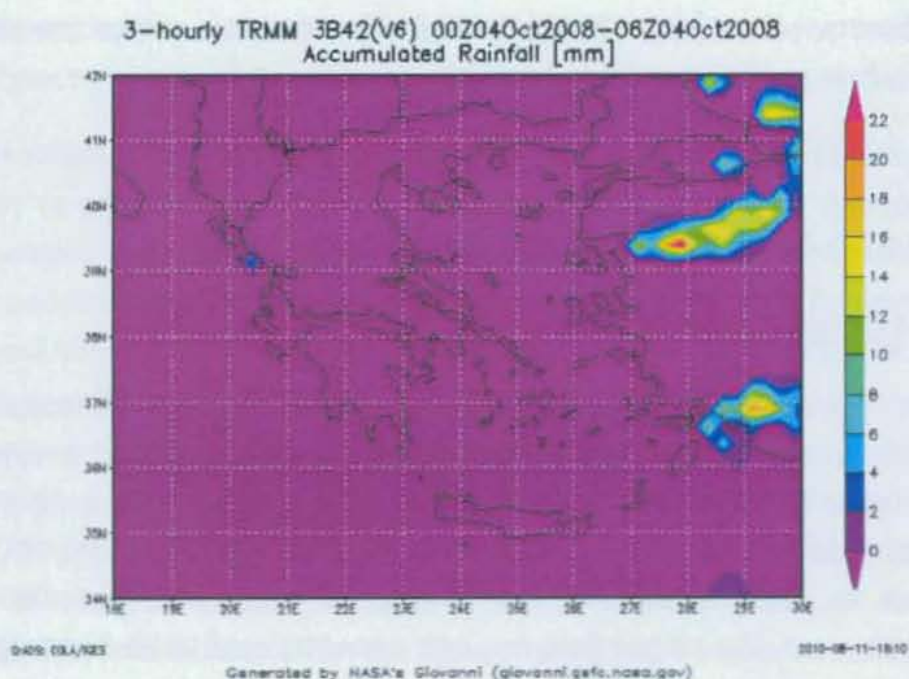
2.1.1. 4 Οκτωβρίου 2008

Τη συγκεκριμένη ημερομηνία, η βροχόπτωση που καταγράφηκε κυρίως στο χώρο της δυτικής Ελλάδας (Ηπειρος, Ν. Ιόνιο) ήταν εντονότερη στο τελευταίο εξάωρο της ημέρας (18 UTC – 00 UTC της επόμενης μέρας). Συνολικά, παρ' ότι η βροχόπτωση στο μεγαλύτερο μέρος της Ελλάδας παρέμεινε σε ύψη περίπου 20-25 mm, στην Ήπειρο και στο Ν. Ιόνιο παρατηρείται συνολικό ύψος βροχής μέχρι και πάνω από 50 mm (εικ. 1).

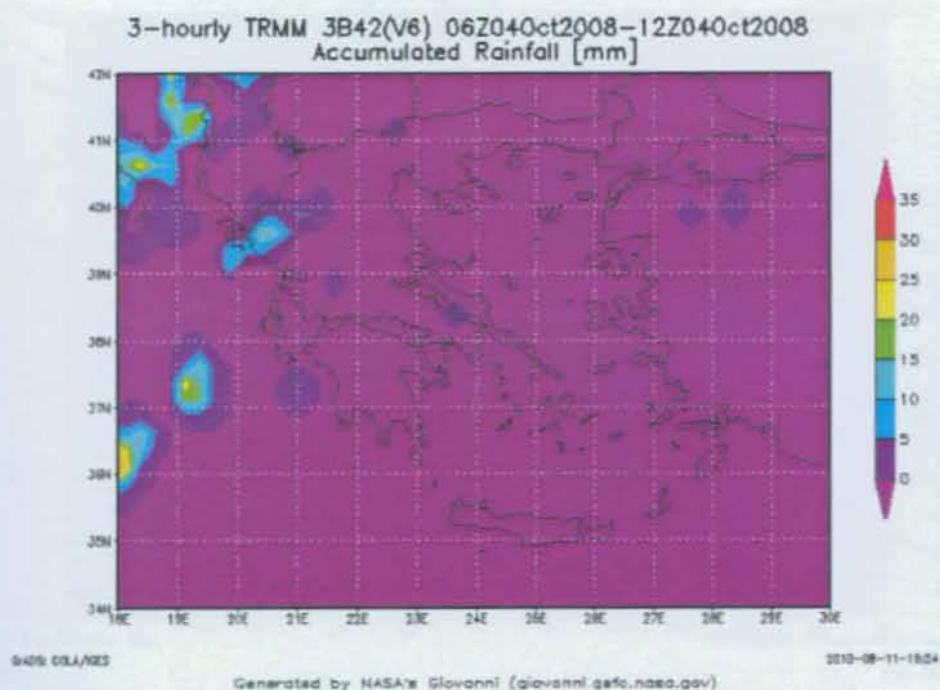


Εικόνα 1 - Χάρτης 24ωρης βροχόπτωσης για τις 4/10/2008 από TOVAS

Από τους χάρτες βροχόπτωσης των δορυφορικών προϊόντων βροχής μπορεί να μελετηθεί ανά εξάωρο η εξέλιξη της βροχόπτωσης. Στο πρώτο εξάωρο (εικ. 2) και στο δεύτερο εξάωρο (εικ. 3) παρατηρείται ελάχιστη βροχόπτωση στον ελληνικό χώρο.

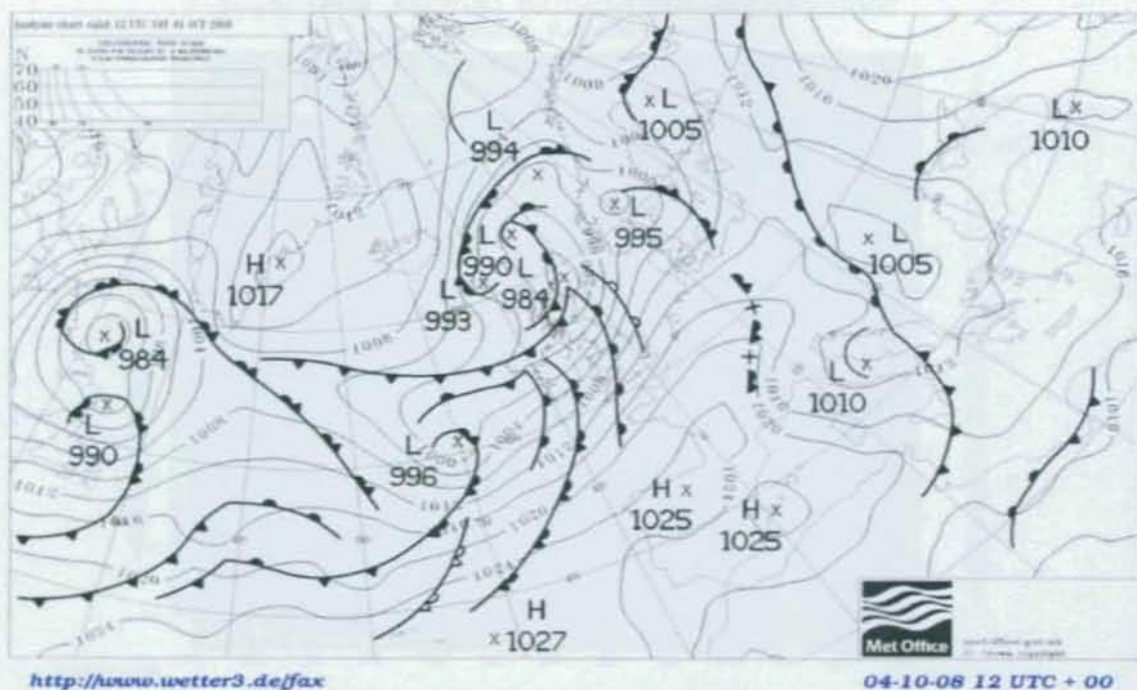


Εικόνα 2 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 4/10/2008 00-06 UTC από TOVAS

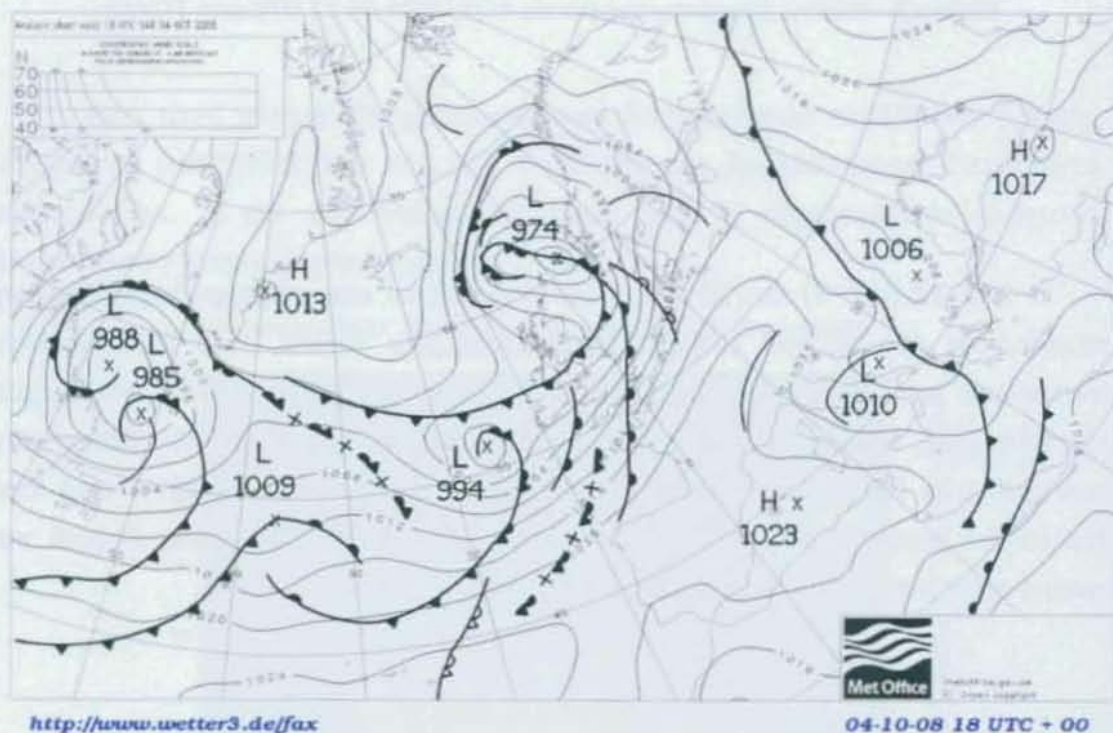


Εικόνα 3 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 4/10/2008 06-12 UTC από TOVAS

Στις 12 (εικ. 4) και 18 UTC (εικ. 5) φαίνεται στο μετεωρολογικό χάρτη επιφάνειας ένα ψυχρό μέτωπο πάνω από την Ιταλία, που μετακινείται ανατολικά προς την Ελλάδα προκαλώντας βροχοπτώσεις στο δυτικό τμήμα της (Ηπειρος, Ν. Ιόνιο με ύψη βροχής μέχρι και 40 mm) (εικ. 6) . Στο χάρτη των 500 hPa (εικ. 7) στις 18 UTC εντοπίζεται ένας αυλώνας πάνω από την Ιταλία και εφόσον η Ελλάδα βρίσκεται στα δεξιά αυτού, είναι λογικό να αναμένεται ασταθής καιρός λόγω ανοδικών κινήσεων.

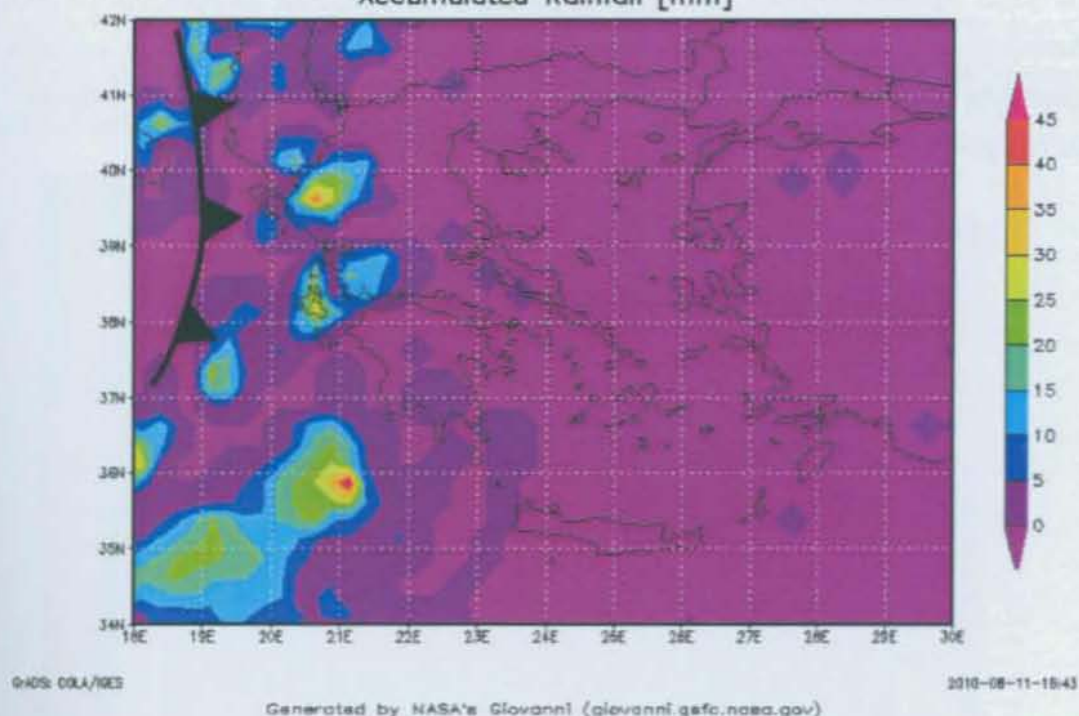


Εικόνα 4 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 4/10/08, 12 UTC

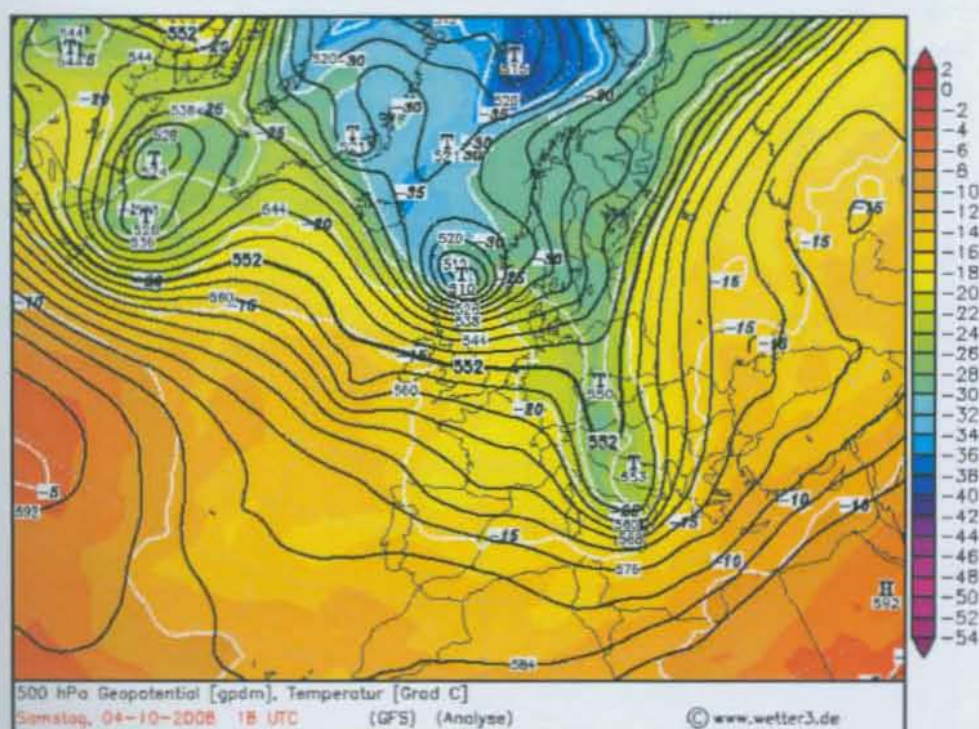


Εικόνα 5 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 4/10/08, 18 UTC

3-hourly TRMM 3B42(V6) 12Z04Oct2008-18Z04Oct2008
Accumulated Rainfall [mm]



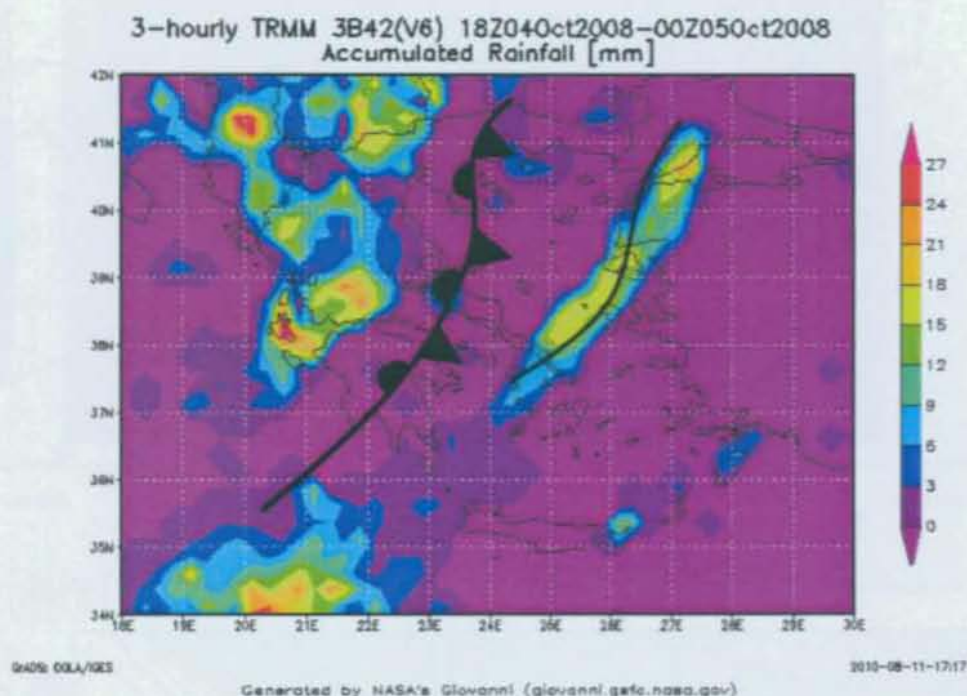
Εικόνα 6 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 4/10/2008 12-18 UTC από TOVAS



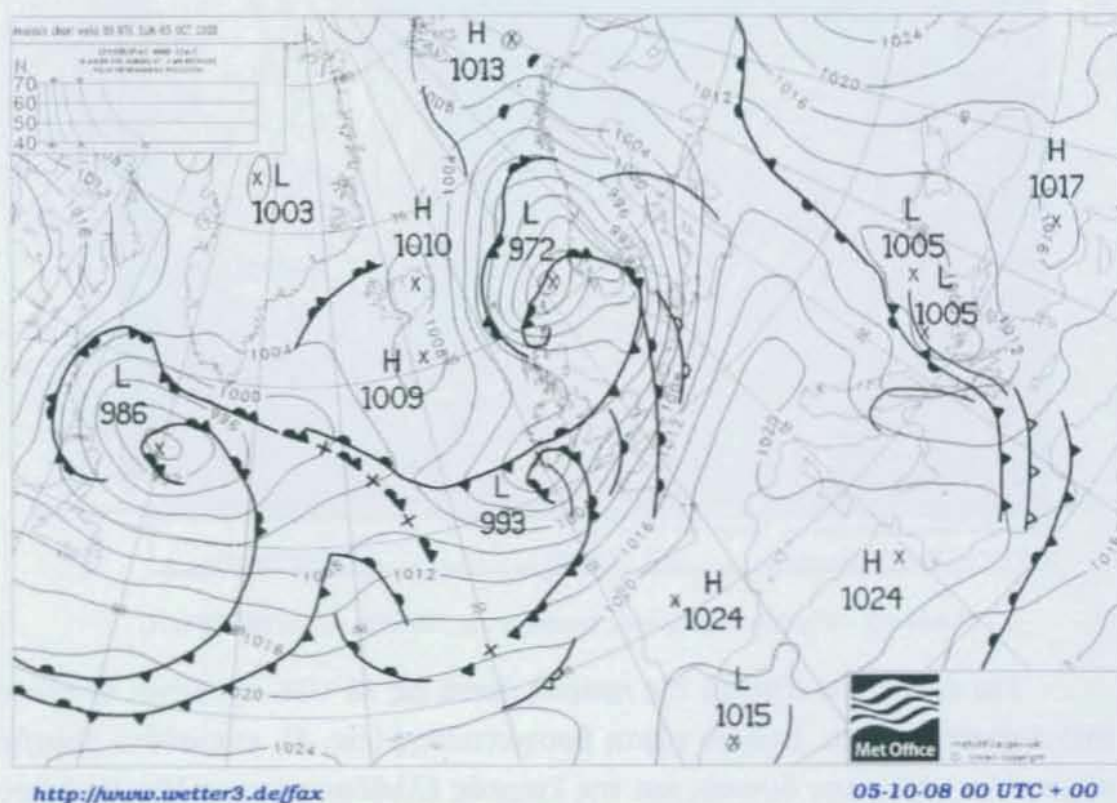
Εικόνα 7 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 4/10/08, 18 UTC

Στο τελευταίο εξάωρο της ημέρας (μετά τις 18 UTC και μέχρι το τέλος της) παρατηρούνται, από το χάρτη βροχόπτωσης (εικ. 8), επεισόδια βροχής σε μεγάλο μέρος της δυτικής και της Στερεάς Ελλάδας με μεγαλύτερο ύψος αυτής στην Ιθάκη (30 mm). Η βροχόπτωση οφείλεται τόσο στο στάσιμο

μέτωπο προκαλούμενο από αέριες μάζες διαφορετικής θερμοϋγρομετρικής άποψης χωρίς ιδιαίτερη κίνηση, όσο και στην εμφάνιση μικρών αυλώνων χαμηλής πίεσης πάνω από τον ελληνικό χώρο, όπως δείχνει ο μετεωρολογικός χάρτης για τις 00 UTC της επόμενης μέρας (εικ. 9).

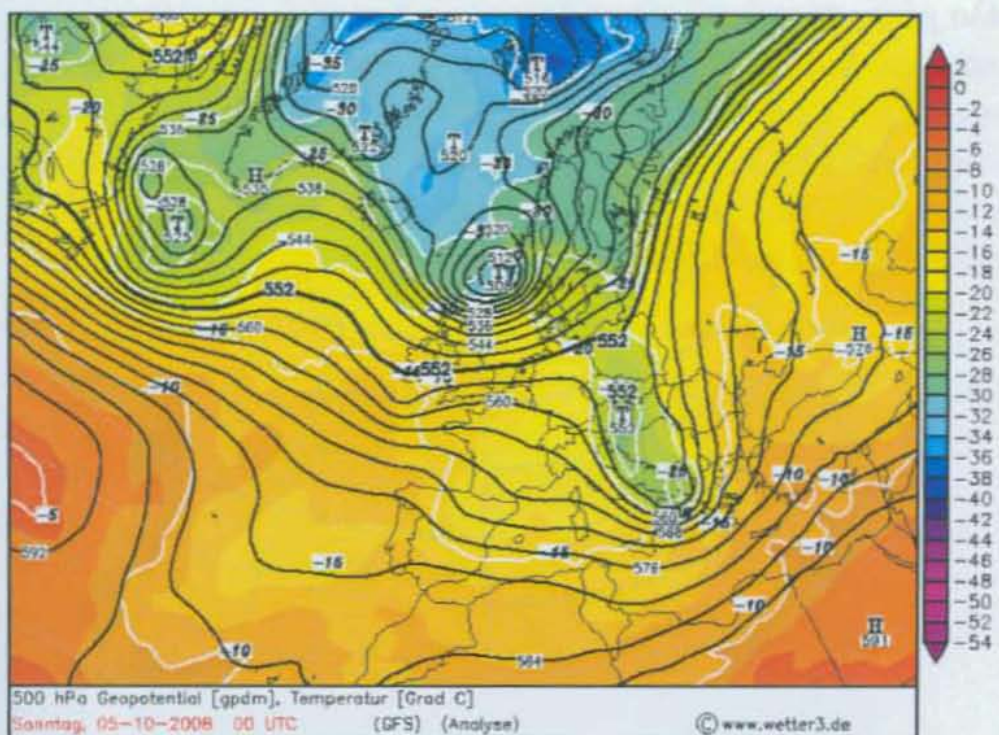


Εικόνα 8 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 4/10/2008 18-00 UTC από TOVAS

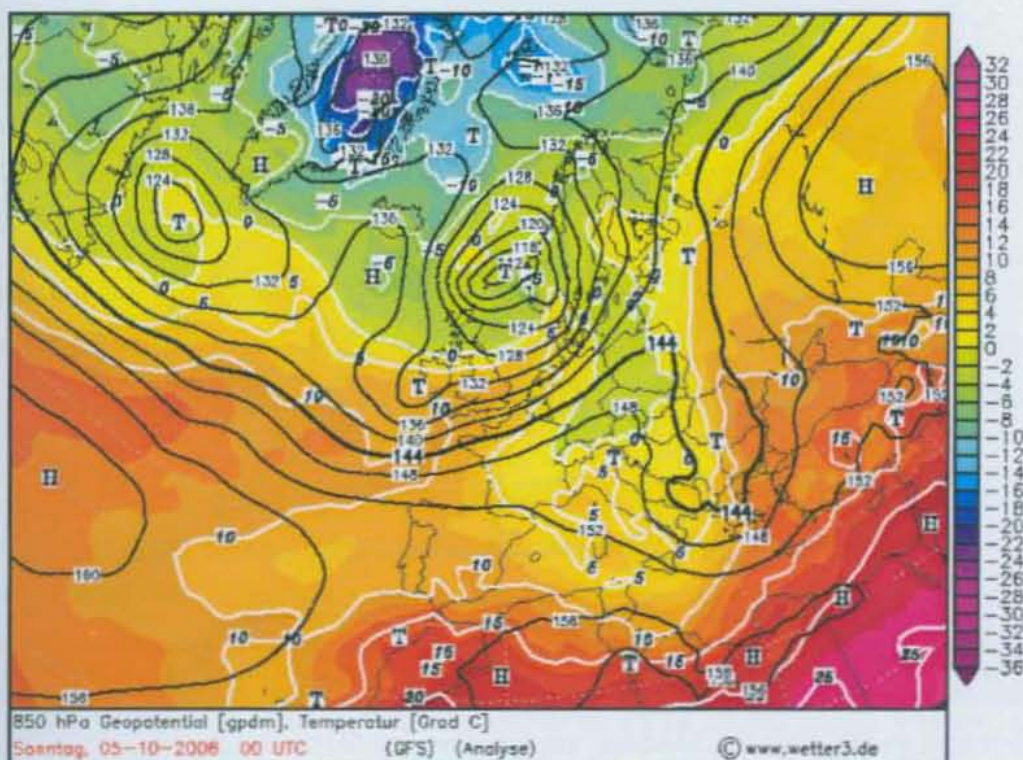


Εικόνα 9 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 5/10/08, 00 UTC

Στο χάρτη των 500 hPa (εικ. 10) φαίνεται καθαρά ο αυλώνας χαμηλών πιέσεων πάνω από την Ελλάδα που συνοδεύει τα μέτωπα και τους αυλώνες, ενώ στο χάρτη των 850 hPa (εικ. 11) μπορεί να παρατηρηθεί θερμή μεταφορά αερίων μαζών που ευνοούν την αστάθεια.



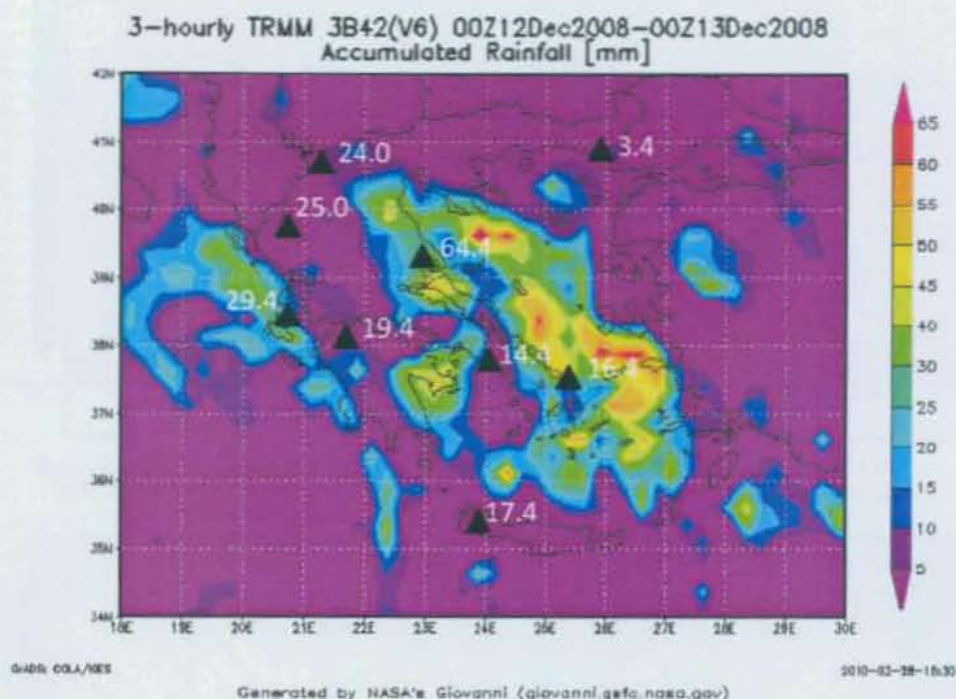
Εικόνα 10 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 5/10/08, 00 UTC



Εικόνα 11 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 5/10/08, 00 UTC

3.1.2. 12 Δεκεμβρίου 2008

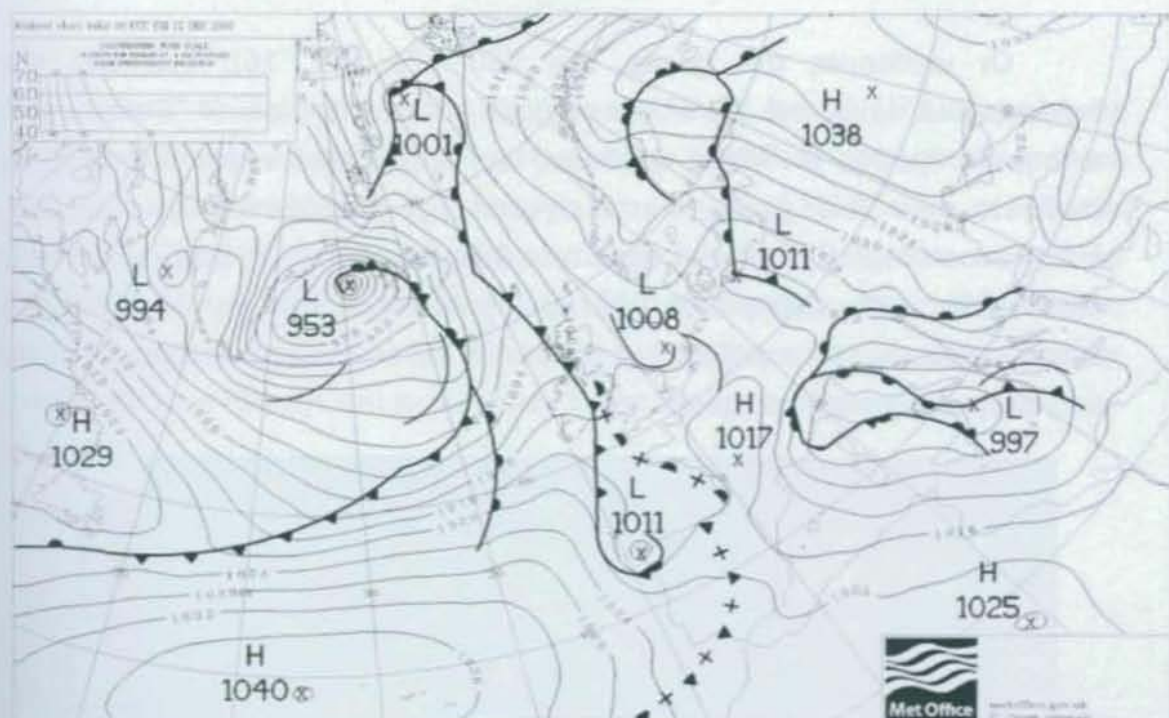
Στις 12/12/2008, το ψυχρό μέτωπο δίπλα στην Ελλάδα προκάλεσε βροχοπτώσεις που καταγράφηκαν από μετεωρολογικούς σταθμούς σε μεγάλο μέρος της χώρας. Όπως δείχνει ο χάρτης 24ωρης βροχόπτωσης για την περιοχή της Ελλάδας με βάση τα δορυφορικά προϊόντα βροχής 3B42 του δορυφόρου TRMM (εικ. 12), τα εντονότερα βροχομετρικά φαινόμενα παρατηρήθηκαν σε σταθμούς στη Θεσσαλία, το Ν. Αιγαίο και το Ν. Ιόνιο σε ύψη 25 – 50 mm. Από την εικόνα εκτιμάται ότι η βροχόπτωση ήταν εντονότερη (πάνω από 60 mm) πάνω από το Αιγαίο.



Εικόνα 12 - Χάρτης 24ωρης βροχόπτωσης για τις 12/12/2008 από TOVAS

Προκειμένου να κατανοηθεί καλύτερα η εξέλιξη του φαινομένου, ακολουθεί σύγκριση και παρατήρηση των μετεωρολογικών χαρτών ανά εξάωρο με τους χάρτες του TOVAS για τα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα.

Στις 00 UTC, παρατηρείται στο μετεωρολογικό χάρτη επιφάνειας (εικ. 13) ένα ψυχρό μέτωπο δυτικά της Ελλάδας που συνοδεύει μια ύφεση, ενώ την εικόνα συμπληρώνει η παρουσία ενός αυλώνα χαμηλών πιέσεων. Τα δύο συστήματα ευθύνονται για τις έντονες βροχοπτώσεις που καταγράφηκαν στην περιοχή της δυτικής Ελλάδας με ύψη ως και 50 mm (εικ. 14).

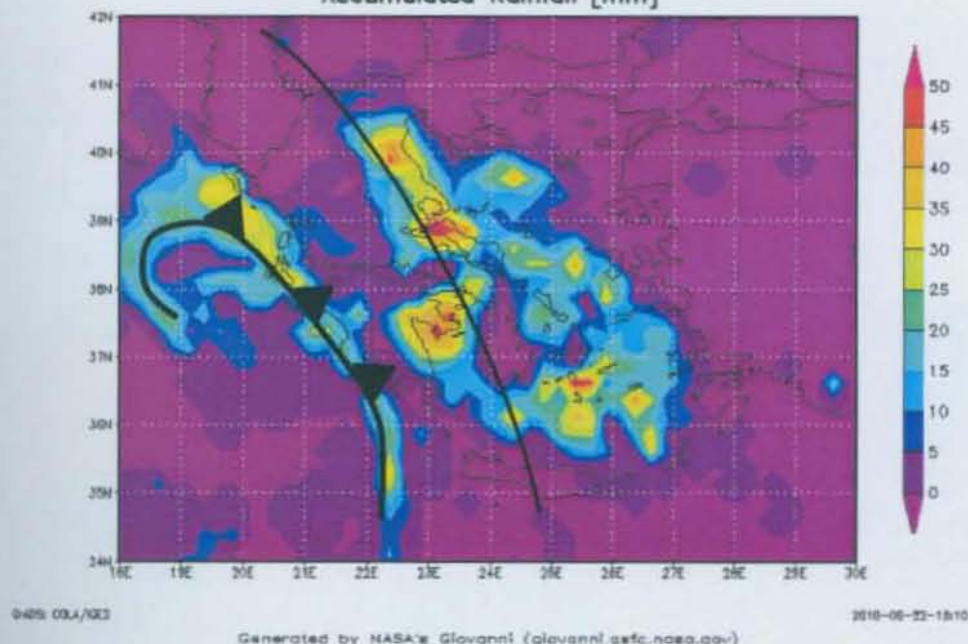


<http://www.wetter3.de/fax>

12-12-08 00 UTC + 00

Εικόνα 13 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 12/12/08, 00 UTC

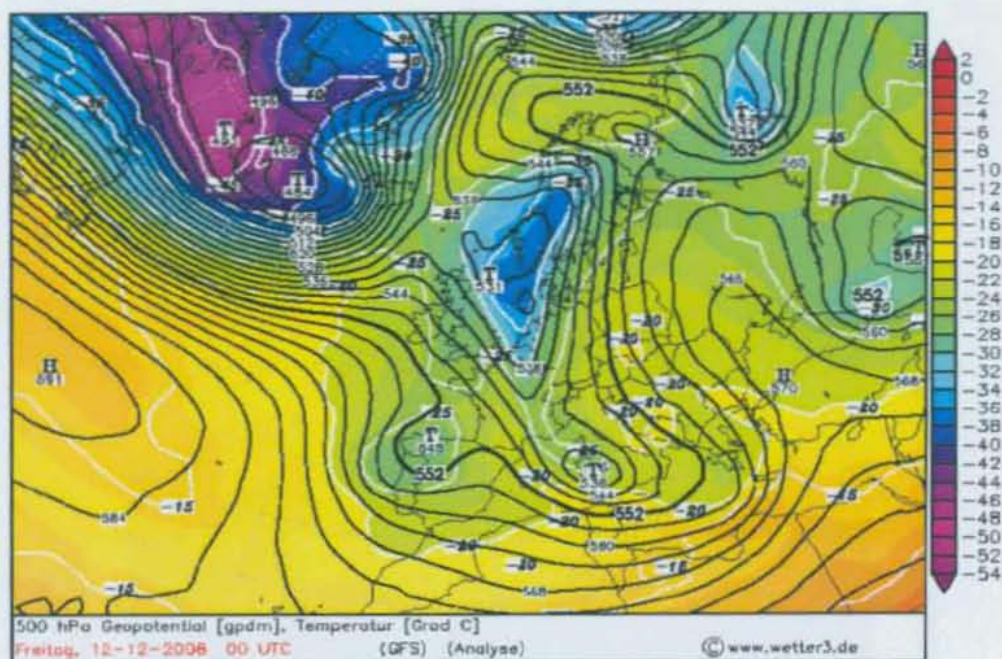
3-hourly TRMM 3B42(V6) 00Z12Dec2008-06Z12Dec2008
Accumulated Rainfall [mm]



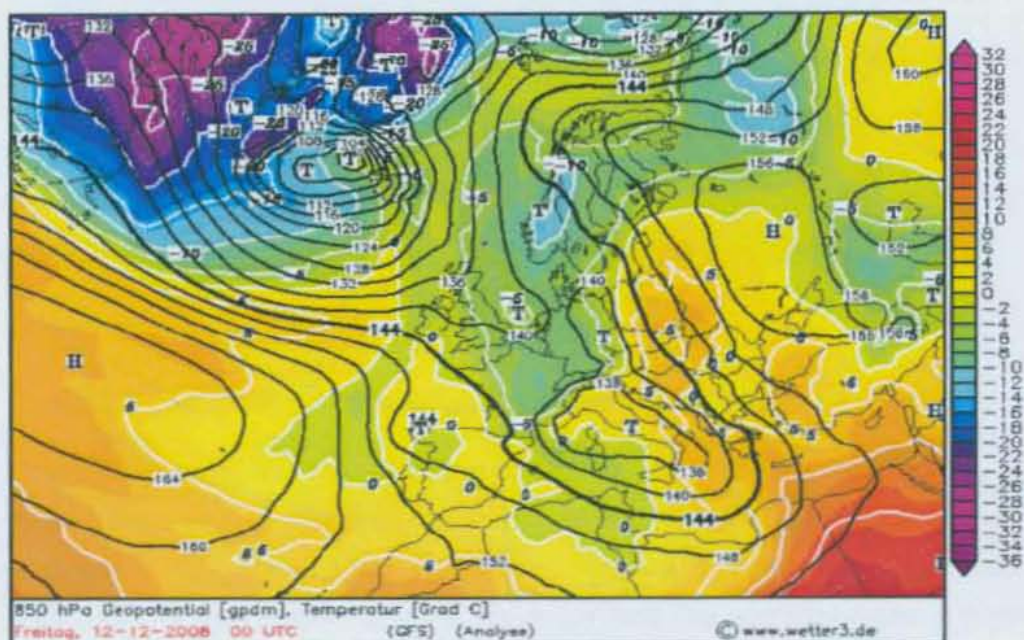
Εικόνα 14 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 12/12/2008 00-06 UTC από TOVAS

Στο χάρτη των 500 hPa (εικ. 15) οι ισοϋψείς σχηματίζουν αυλώνα πάνω από την Ιταλία. Η Ελλάδα βρίσκεται στα ανατολικά του αυλώνα και άρα είναι σε θέση που ευνοούνται οι ανοδικές κινήσεις στην ατμόσφαιρα. Επίσης, είναι φανερή η παρουσία του αυλώνα χαμηλών πιέσεων πάνω από την Ελλάδα.

Οι ισόθερμες στο χάρτη των 850 hPa (εικ. 16), δείχνουν την θερμοκρασία πάνω από τον ελληνικό χώρο να είναι το πολύ 4 °C πάνω από το σημείο δρόσου (ευνοϊκές συνθήκες για σχηματισμό νεφών). Επίσης, οι ισοϋψείς στον ίδιο χάρτη, που δείχνουν την κατεύθυνση του ανέμου, φανερώνουν θερμή μεταφορά αέρα από θερμότερες αέριες μάζες νοτιότερα της Ελλάδας. Η μεταφορά θερμού και υγρού αέρα από τη ΝΑ Μεσόγειο αυξάνει τη δυναμική αστάθεια και επομένως και την εκδήλωση βροχής πάνω από τις ηπειρωτικές περιοχές.

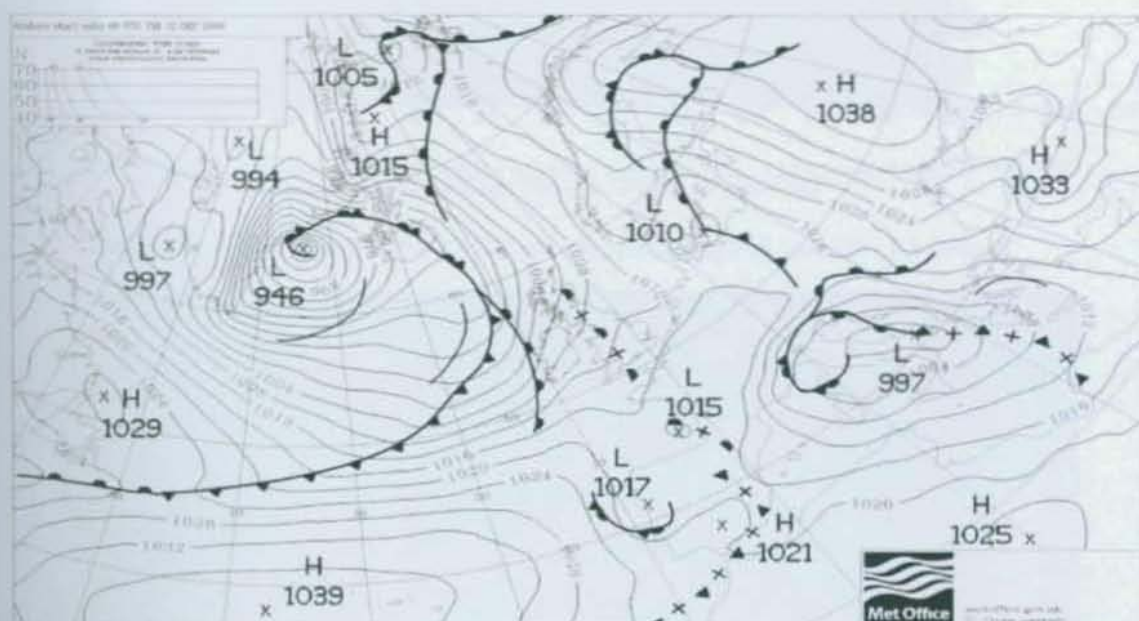


Εικόνα 15 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 12/12/08, 00 UTC



Εικόνα 16 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 12/12/08, 00 UTC

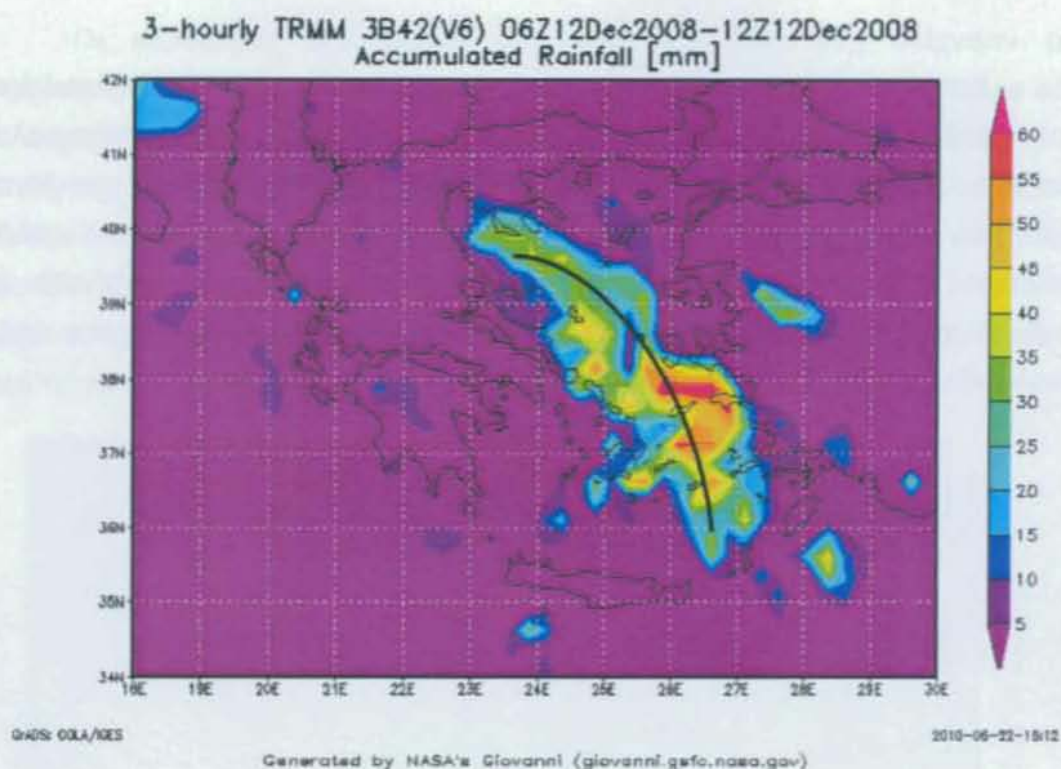
Κατά τη διάρκεια του εξαώρου και μέχρι τις 06 UTC, ο αυλώνας κινείται προς τα Ανατολικά, ενισχύοντας την αστάθεια στο νοτιοανατολικό του άκρο προκαλώντας τη βροχόπτωση στην κεντρική Ελλάδα και στο Αιγαίο (εικ. 18). Το ψυχρό μέτωπο πίσω από τον αυλώνα βρίσκεται σε στάδιο διάλυσης λόγω αύξησης της πίεσης (εικ. 17). Αντίστοιχα, όπως φαίνεται και από το χάρτη των 850 hPa (εικ. 19), η θερμή μεταφορά αέριας μάζας ακολουθεί την πορεία του αυλώνα και επεκτάθηκε στο Αιγαίο.



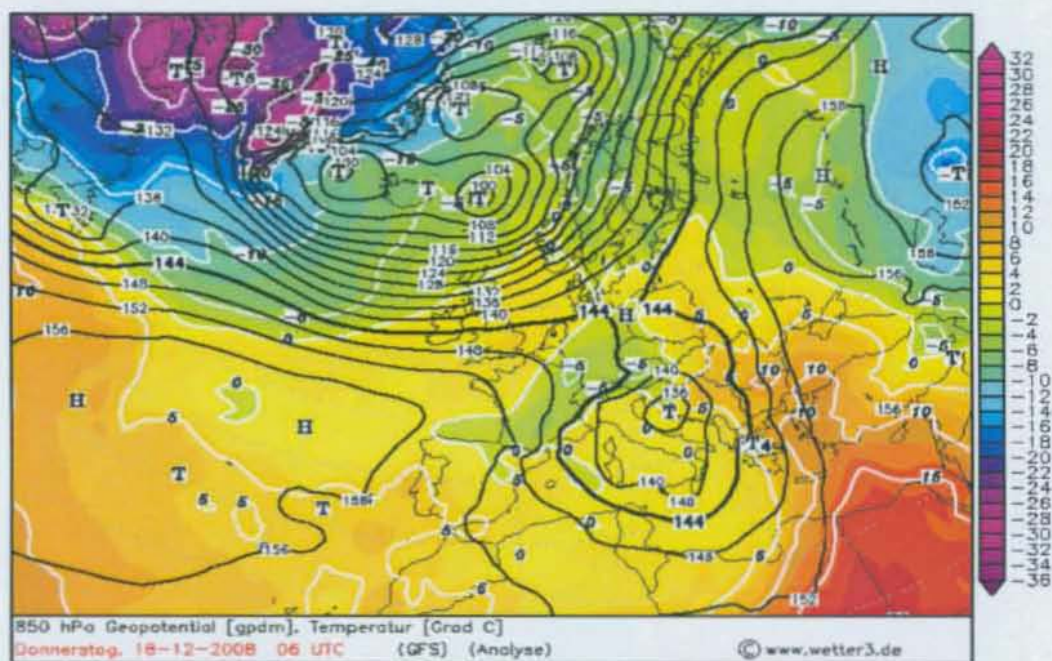
<http://www.wetter3.de/fax>

12-12-08 06 UTC + 00

Εικόνα 17 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 12/12/08, 06 UTC

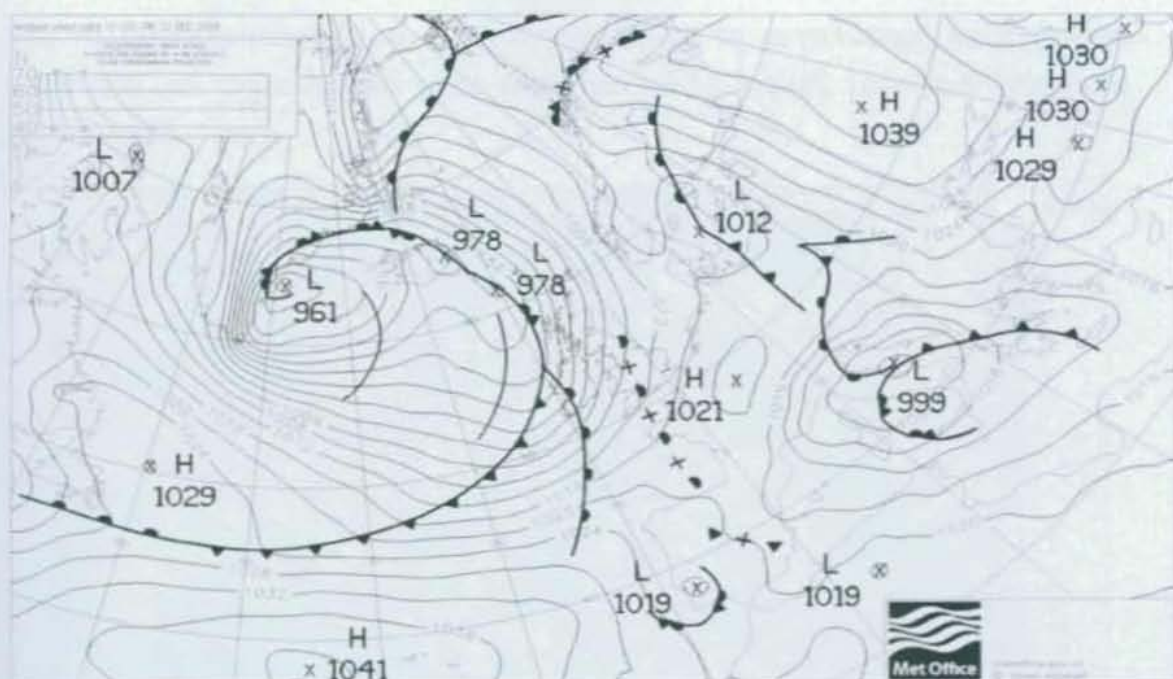


Εικόνα 18 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 12/12/2008 06-12 UTC από TOVAS



Εικόνα 19 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 12/12/08, 06 UTC

Στις 12 UTC και έπειτα, το ασθενές ψυχρό μέτωπο στη δυτική Ελλάδα ωθείται σε κίνηση προς τα βορειοανατολικά, από την περιστροφή του γύρω από κέντρο χαμηλού βαρομετρικού συστήματος (εικ. 20). Οι βροχοπτώσεις που σημειώνονται είναι διάσπαρτες και ασθενείς (εικ. 21).

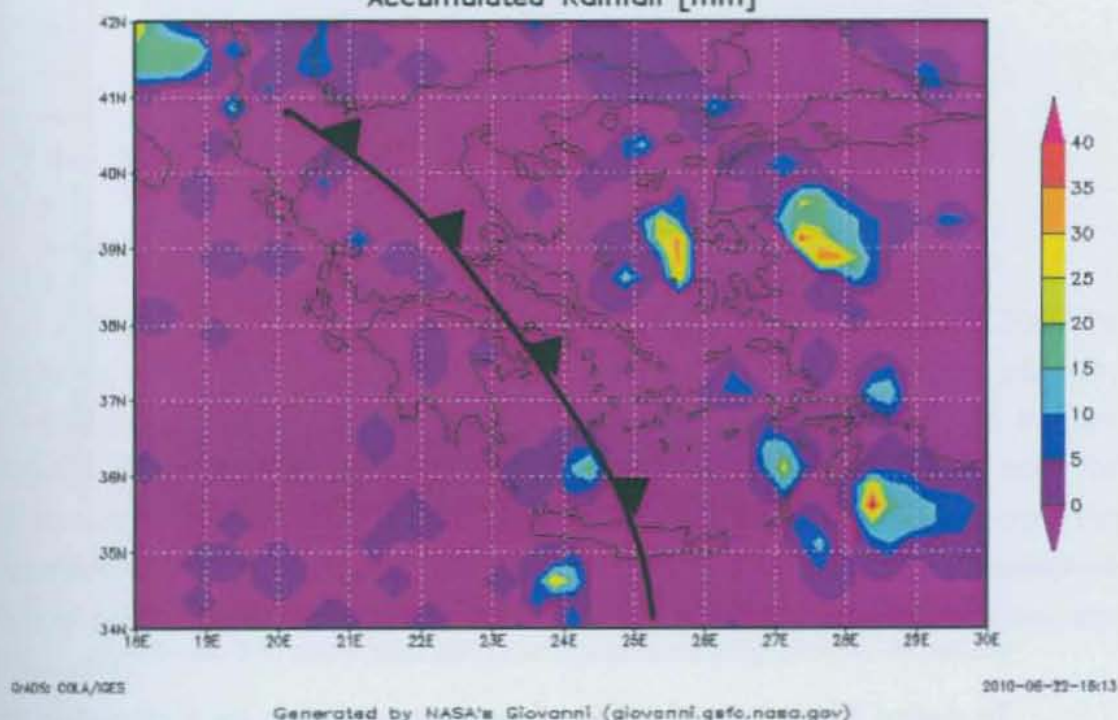


<http://www.wetter3.de/fax>

12-12-08 12 UTC + 00

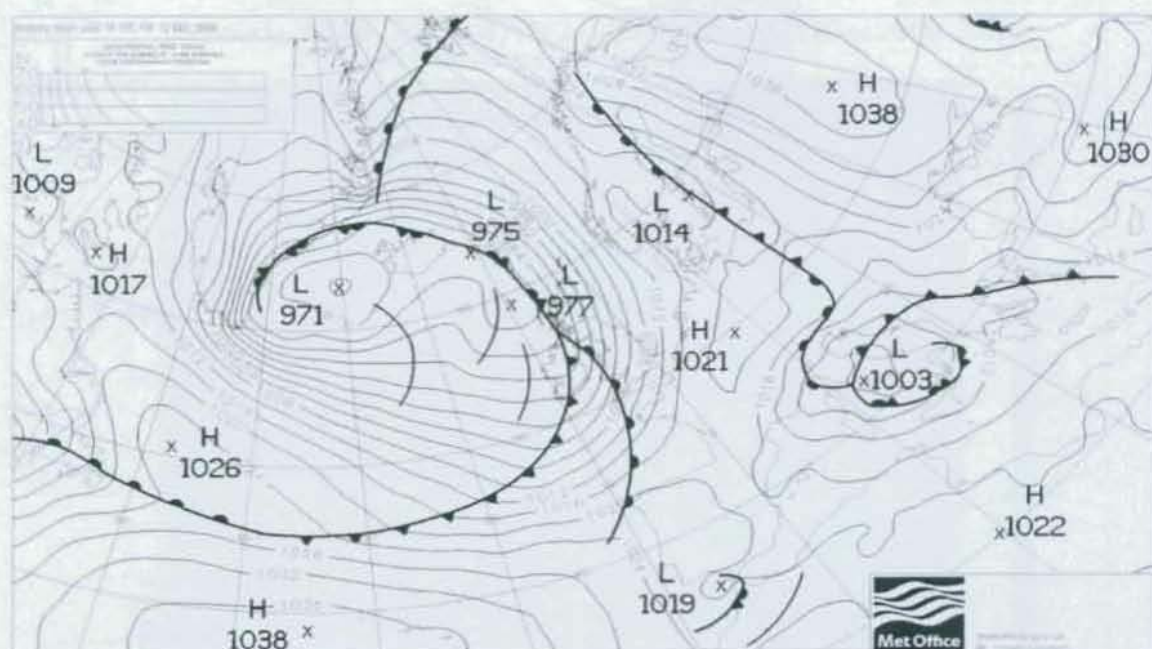
Εικόνα 20 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 12/12/08, 12 UTC

3-hourly TRMM 3B42(V6) 12Z12Dec2008-18Z12Dec2008
Accumulated Rainfall [mm]



Εικόνα 21 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 12/12/2008 12-18 UTC από TOVAS

Στις 18 UTC, το ψυχρό μέτωπο είχε μετακινηθεί βορειοανατολικά (εικ. 23) και παρέμεινε εκεί για το υπόλοιπο της μέρας, χωρίς να παρατηρηθούν έντονες βροχοπτώσεις (εικ. 24).

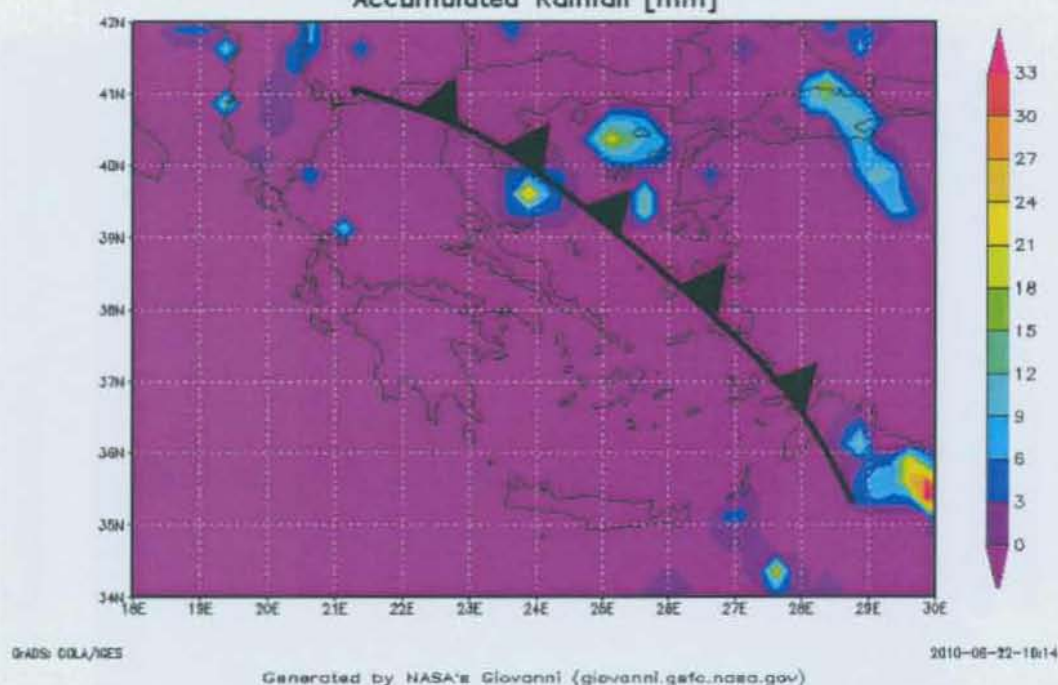


<http://www.wetter3.de/fax>

12-12-08 18 UTC + 00

Εικόνα 23 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 12/12/08, 18 UTC

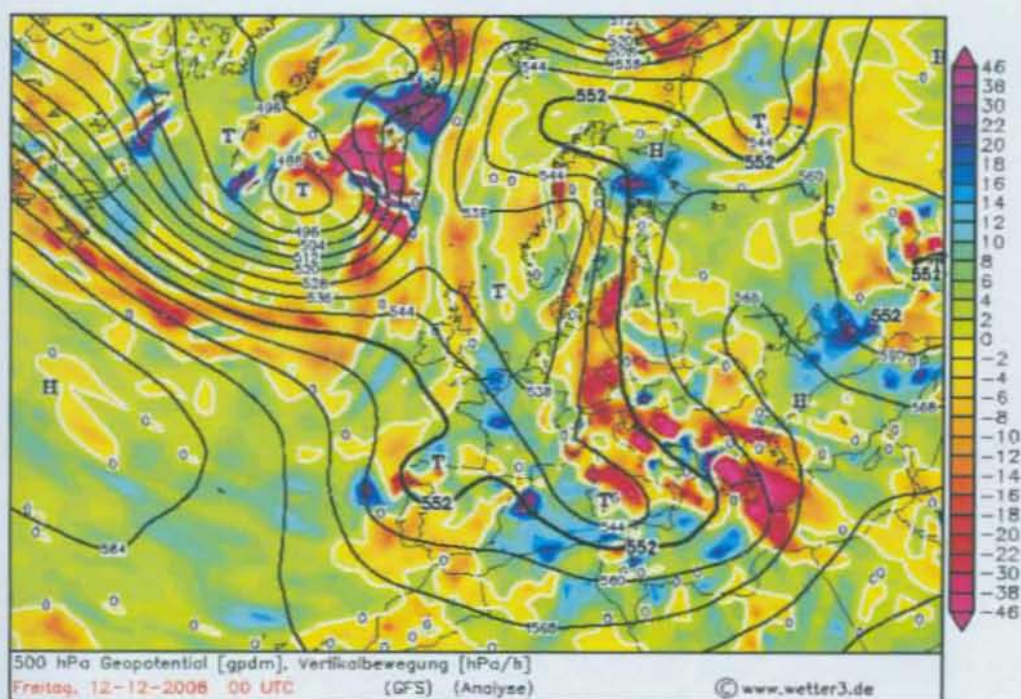
3-hourly TRMM 3B42(V6) 18Z12Dec2008-00Z13Dec2008
Accumulated Rainfall [mm]



Εικόνα 24 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 12/12/2008 18-00 UTC από TOVAS

Το πρώτο δωρο της ημέρας αποδεικνύεται ότι είναι και η περίοδος με την υψηλότερη βροχόπτωση για τη ημέρα αυτή, λόγω της διέλευσης του ψυχρού μετώπου. Αυτό φαίνεται και στο χάρτη ταχύτητας κατακόρυφων κινήσεων της ατμόσφαιρας (εικ. 25). Οι περιοχές με έντονο ροζ χρώμα πάνω από τη Στερεά Ελλάδα δηλώνουν μεγαλύτερη ταχύτητα. Ο χάρτης των 00 UTC

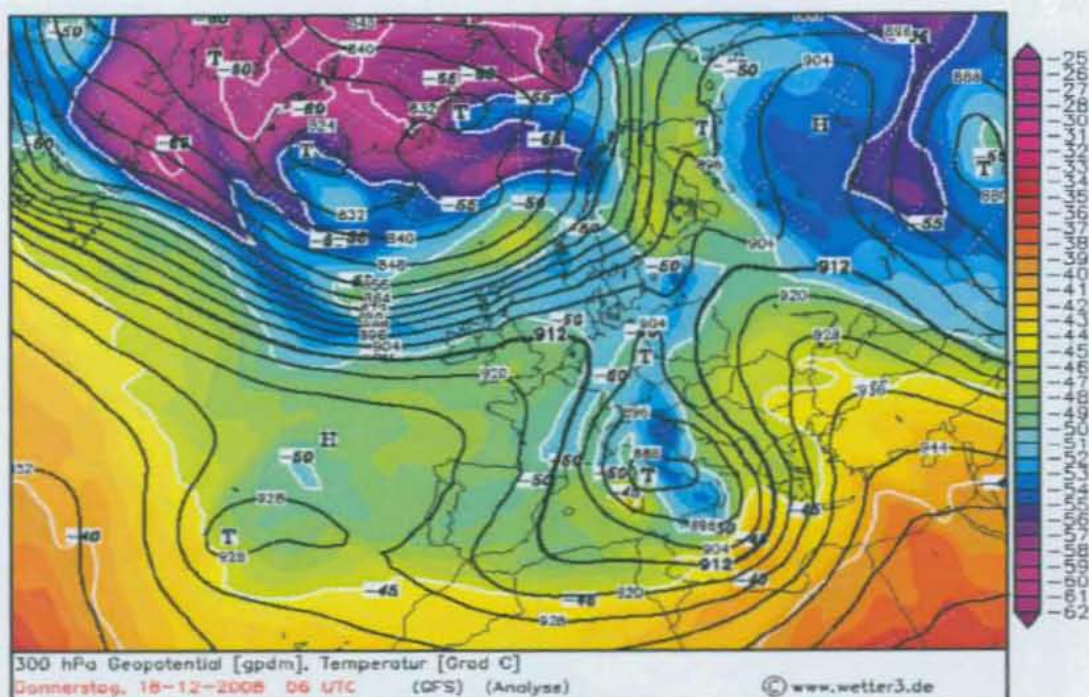
για τη συγκεκριμένη μέρα είναι ο χάρτης με τη μεγαλύτερη κατακόρυφη ταχύτητα για τον ελληνικό χώρο (όσο πιο μικρή η τιμή, τόσο πιο έντονο το φαινόμενο).



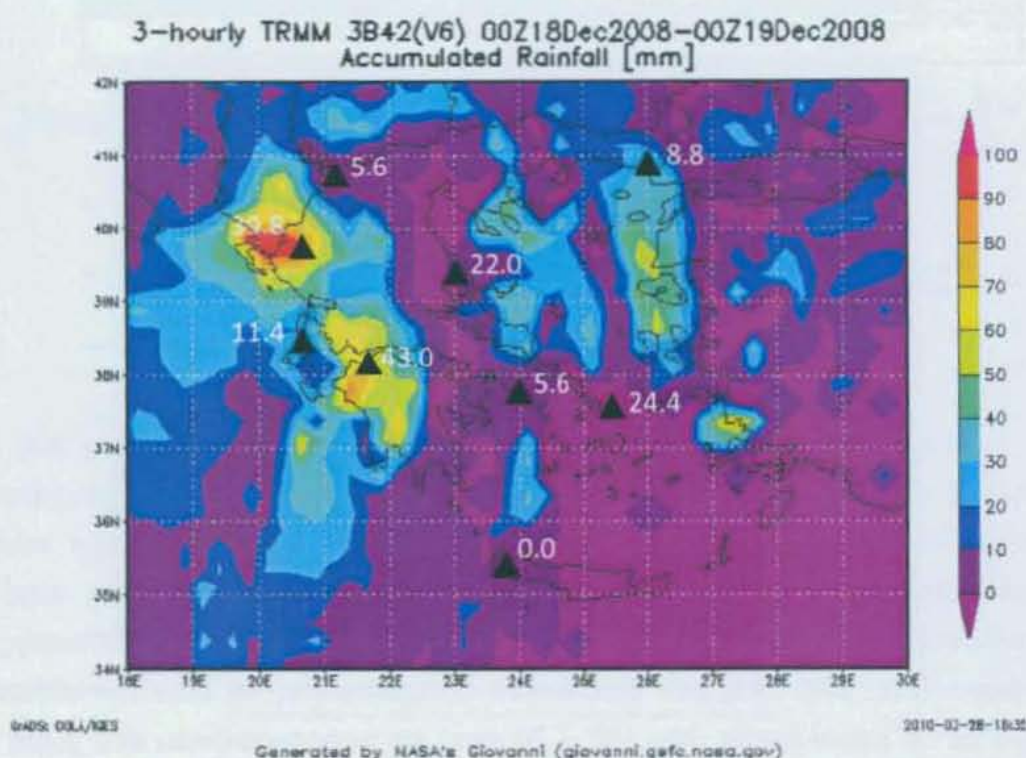
Εικόνα 25- Χάρτης κατακόρυφων κινήσεων 500hPa για τις 12/12/2008, 00 UTC

3.1.3. 18 Δεκεμβρίου 2008

Στις 18/12/2008, 06 UTC, όπως φαίνεται και στο χάρτη των 300 hPa (εικ. 26) που δείχνει την κίνηση των αερίων μαζών και των αεροχειμάρρων, ένα μεγάλο βαρομετρικό χαμηλό σύστημα αποκόπτεται από τον κυρίως βόρειο πολικό αεροχειμάρρο και πλησιάζει την Ιταλία. Χάρη σε αυτό το φαινόμενο, σύμφωνα με τη γραφική απεικόνιση των υψών βροχόπτωσης για τη μέρα (εικ. 27), υπήρχαν φαινόμενα βροχόπτωσης σε όλο τον ελληνικό χώρο με τα μεγαλύτερα ύψη (60 – 70 mm) να παρατηρούνται στο χώρο της Ηπείρου.



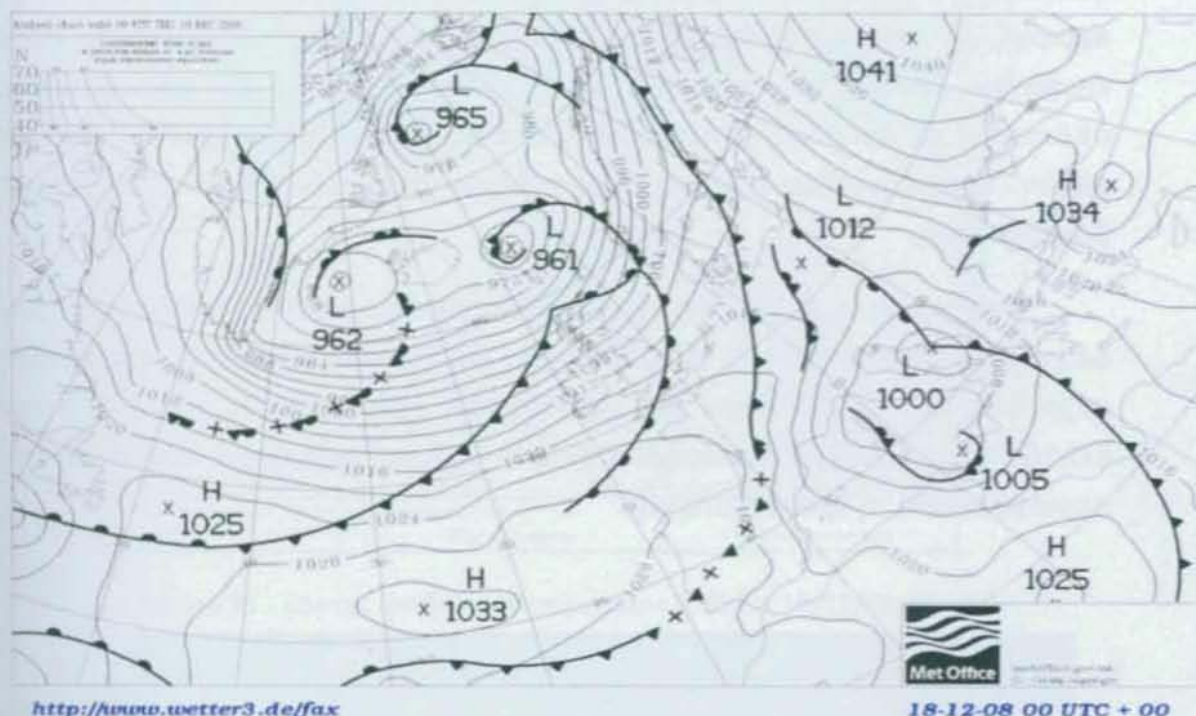
Εικόνα 26 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 300hPa. 18/12/08, 06 UTC



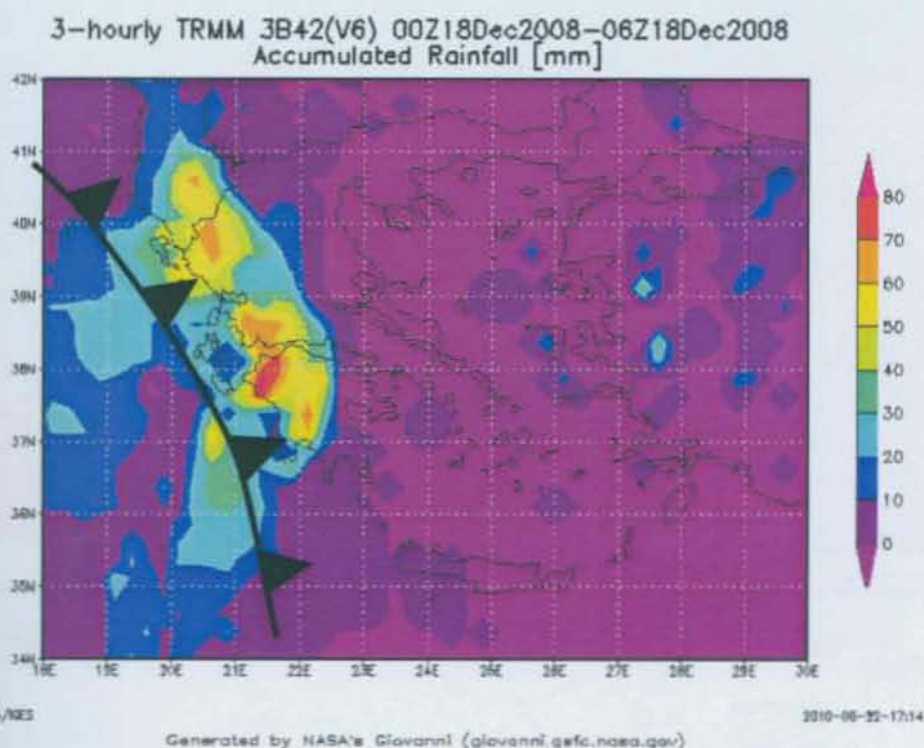
Εικόνα 27 - Χάρτης 24ωρης βροχόπτωσης για τις 18/12/2008 από TOVAS

Από τη σύγκριση των μετεωρολογικών χαρτών της ημέρας ανά δωρο με τους χάρτες βροχόπτωσης του TOVAS, παρατηρούμε ότι η ύφεση, λόγω της περιστροφής στην οποία εξαναγκάζει τις αέριες μάζες, συνεχώς μετακινεί το ψυχρό μέτωπο που τη συνοδεύει προς τα ανατολικά, μετατοπίζοντας έτσι τη βροχόπτωση σταδιακά από τη δυτική στην ανατολική Ελλάδα.

Στις 00 UTC, παρατηρείται στο μετεωρολογικό χάρτη επιφάνειας (εικ. 28) το ψυχρό μέτωπο πάνω από το Ιόνιο με έντονες βροχοπτώσεις να σημειώνονται κατά μήκος της επιφάνειας του μετώπου (εικ. 29).



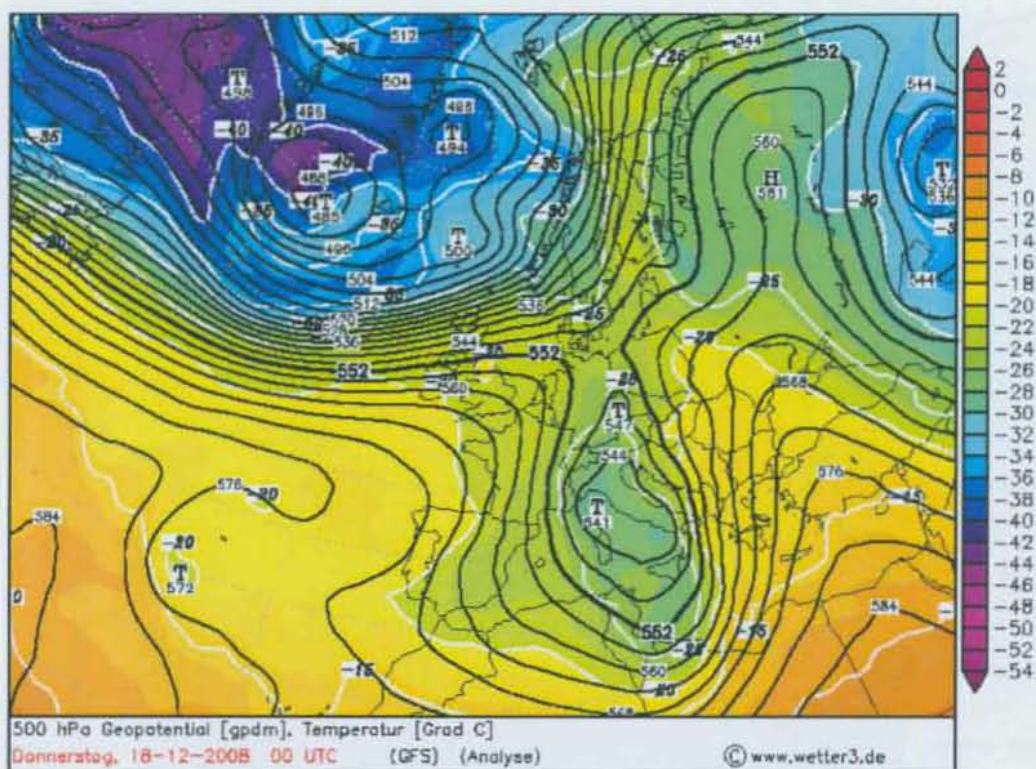
Εικόνα 28 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 18/12/08, 00 UTC



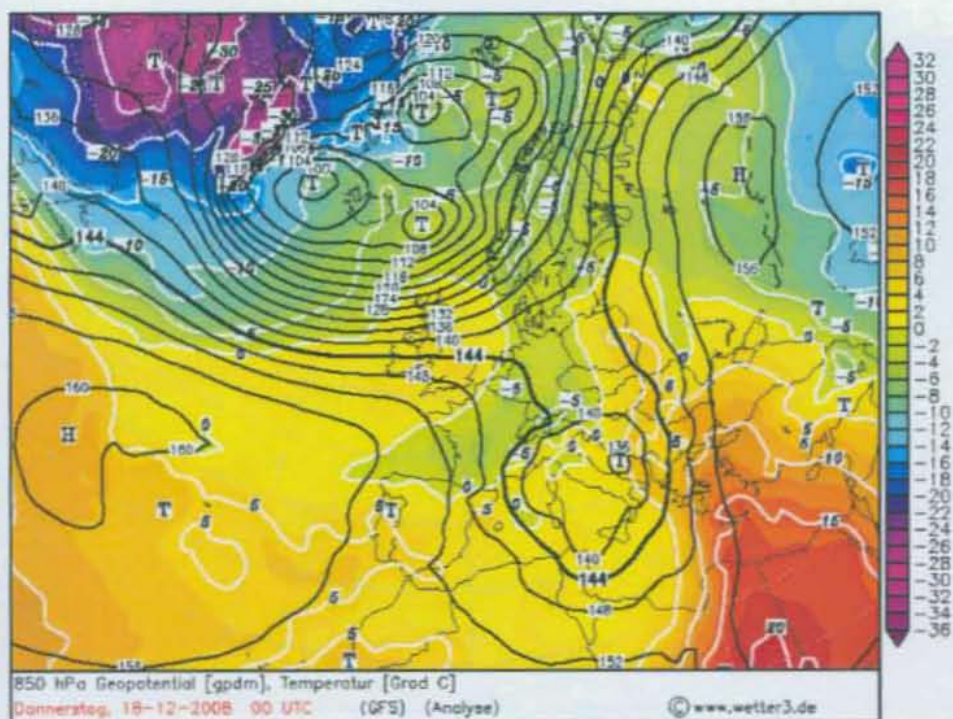
Εικόνα 29 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 18/12/2008 00-06 UTC από TOVAS

Στο χάρτη των 500 hPa (εικ. 30), οι ισοϋψείς σχηματίζουν αυλώνα πάνω από την Ιταλία, με ένα χαμηλό να βρίσκεται πάνω από την Αδριατική θάλασσα. Η ισοβαρική επιφάνεια κατεβαίνει στα 5400 gpdm πάνω από την περιοχή, με απότομη οριζόντια μεταβολή πίεσης γύρω από το χαμηλό στην επιφάνεια. Δεξιά του αυλώνα, στον ελληνικό χώρο, οι αέριες μάζες υπόκεινται σε ανοδικές κινήσεις λόγω απόκλισης των υπερκείμενων αερίων μαζών. Έτσι, ευνοείται η δυναμική αστάθεια στην περιοχή και η εμφάνιση βροχόπτωσης.

Στο χάρτη των 850 hPa (εικ. 31) παρατηρούνται οι ισόθερμες, που δείχνουν ότι πάνω από τον ελληνικό χώρο επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες μέχρι και 14 - 16 °C. Λόγω της καθετότητας των ισοϋψών πάνω από την Ελλάδα δεν μπορεί να διαπιστωθεί έντονη θερμική μεταφορά πάνω από την περιοχή εκείνη τη χρονική στιγμή.

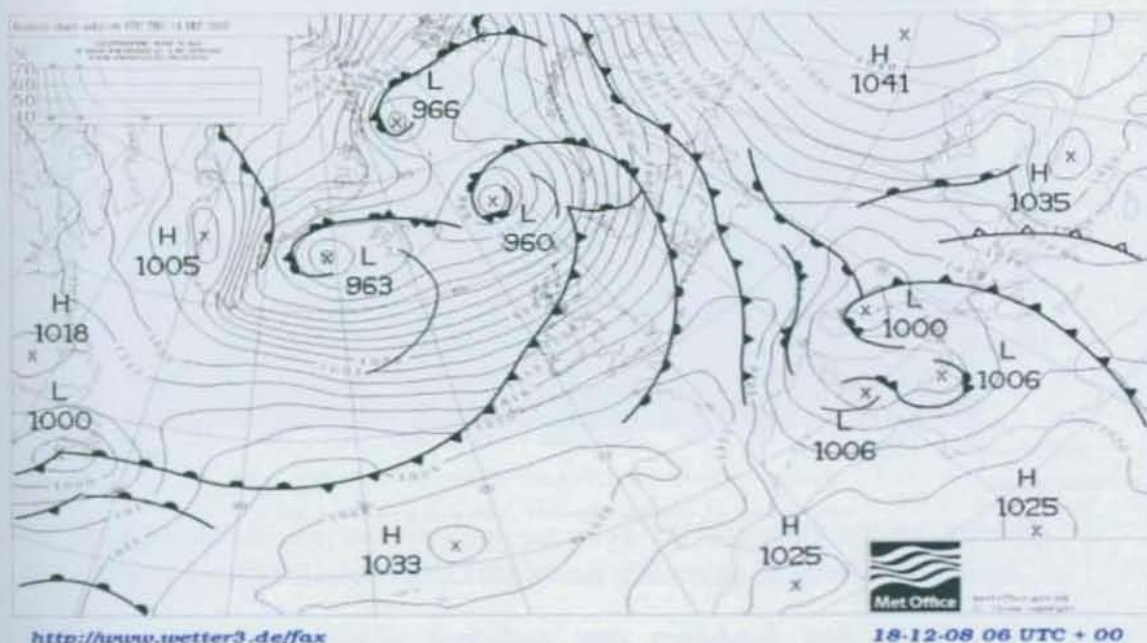


Εικόνα 30 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 18/12/08, 00 UTC

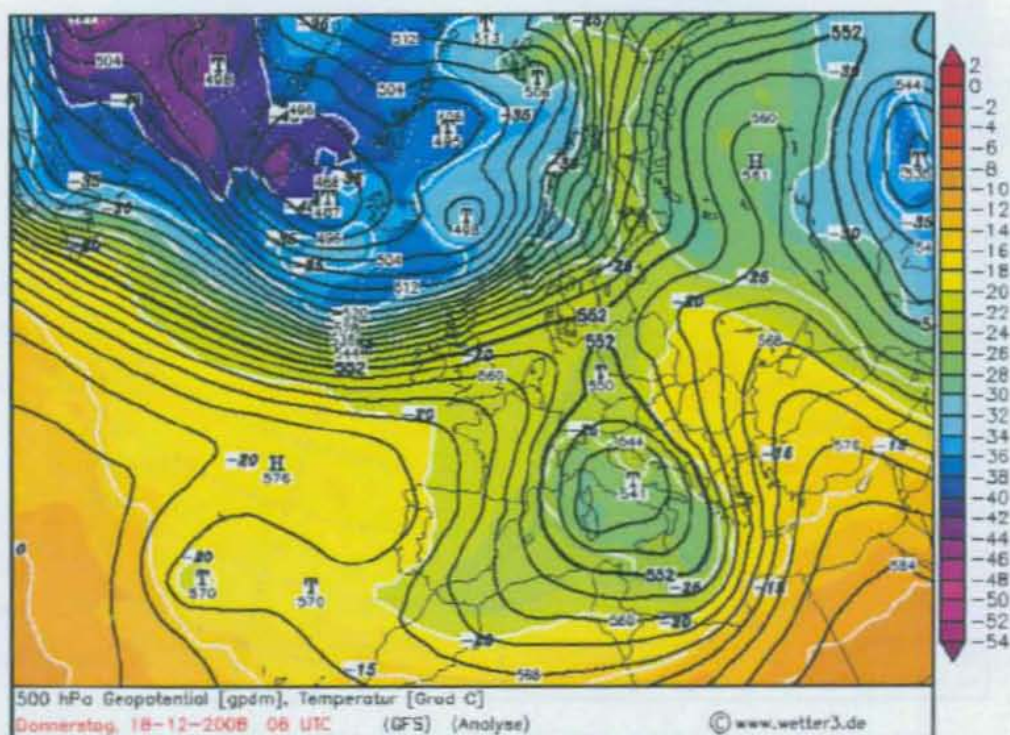


Εικόνα 31 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 18/12/08, 00 UTC

Στις 06 UTC, το ψυχρό μέτωπο έχει βρεθεί πάνω από την κεντρική Ελλάδα (εικ. 33), με έντονες βροχοπτώσεις μπροστά και πίσω από το μέτωπο (εικ. 35). Στο χάρτη της ισοβαρικής επιφάνειας των 500 hPa (εικ. 34), οι ψυχρές αέριες μάζες κάτω των -20°C , σχηματίζουν όριο με τις θερμότερες αέριες μάζες, περίπου στη θέση που βρίσκεται και το μέτωπο στην επιφάνεια της Γης.

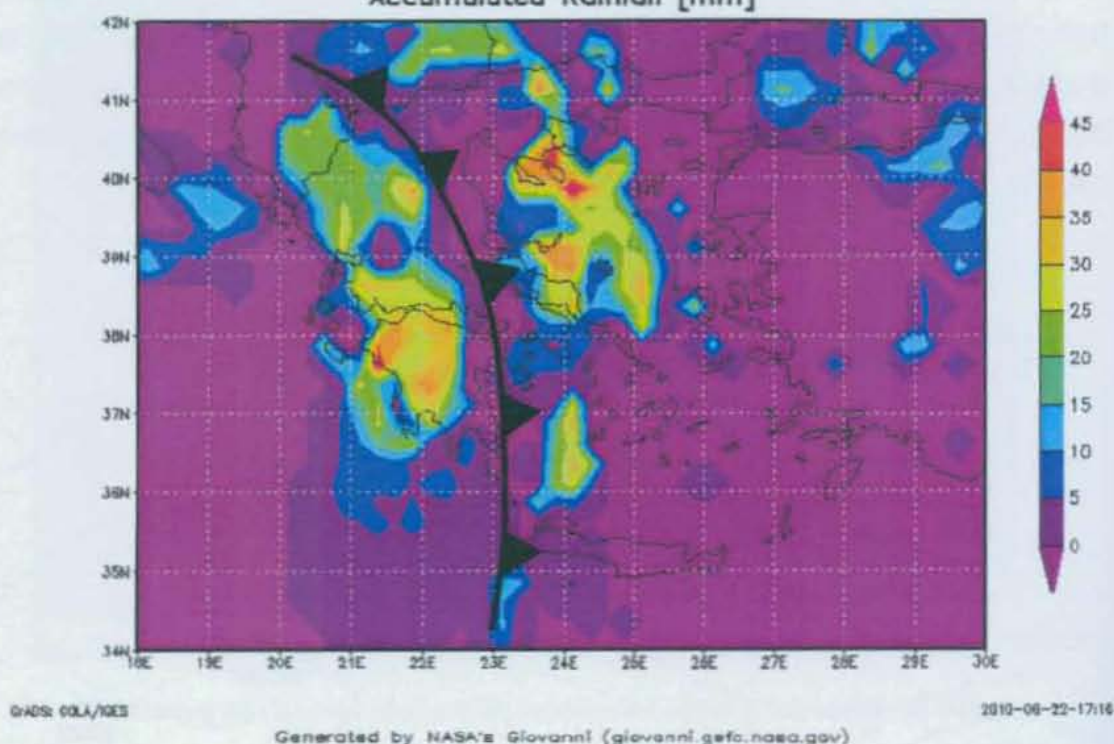


Εικόνα 33 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 18/12/08, 06 UTC



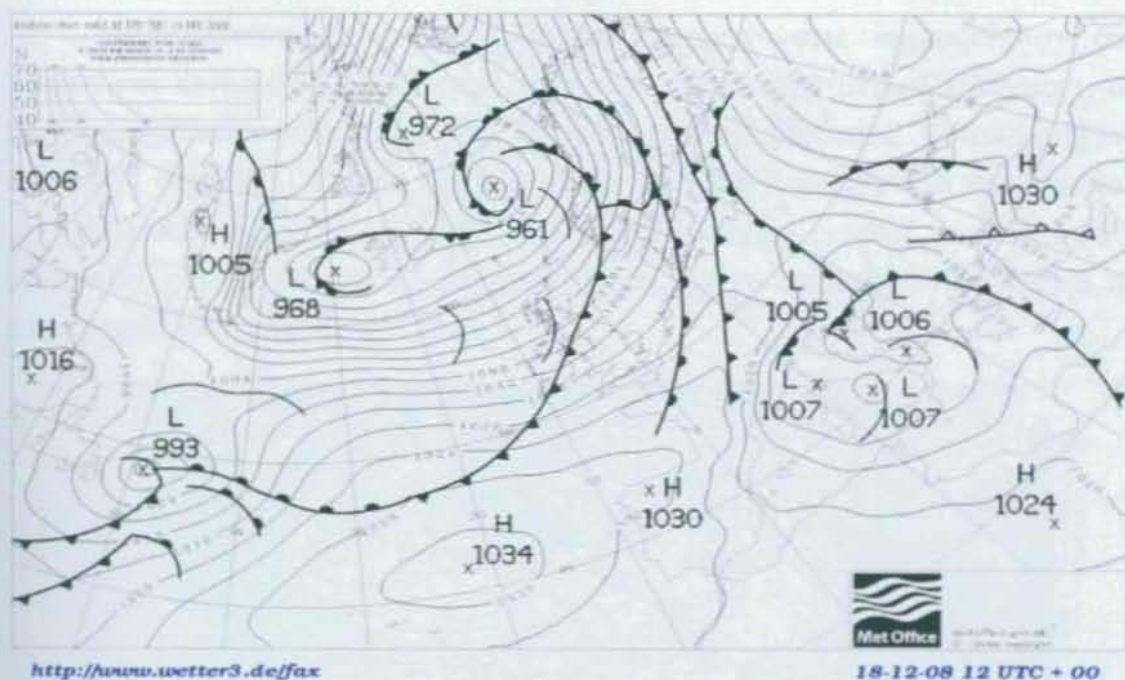
Εικόνα 34 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 18/12/08, 06 UTC

3-hourly TRMM 3B42(V6) 06Z18Dec2008-12Z18Dec2008
 Accumulated Rainfall [mm]

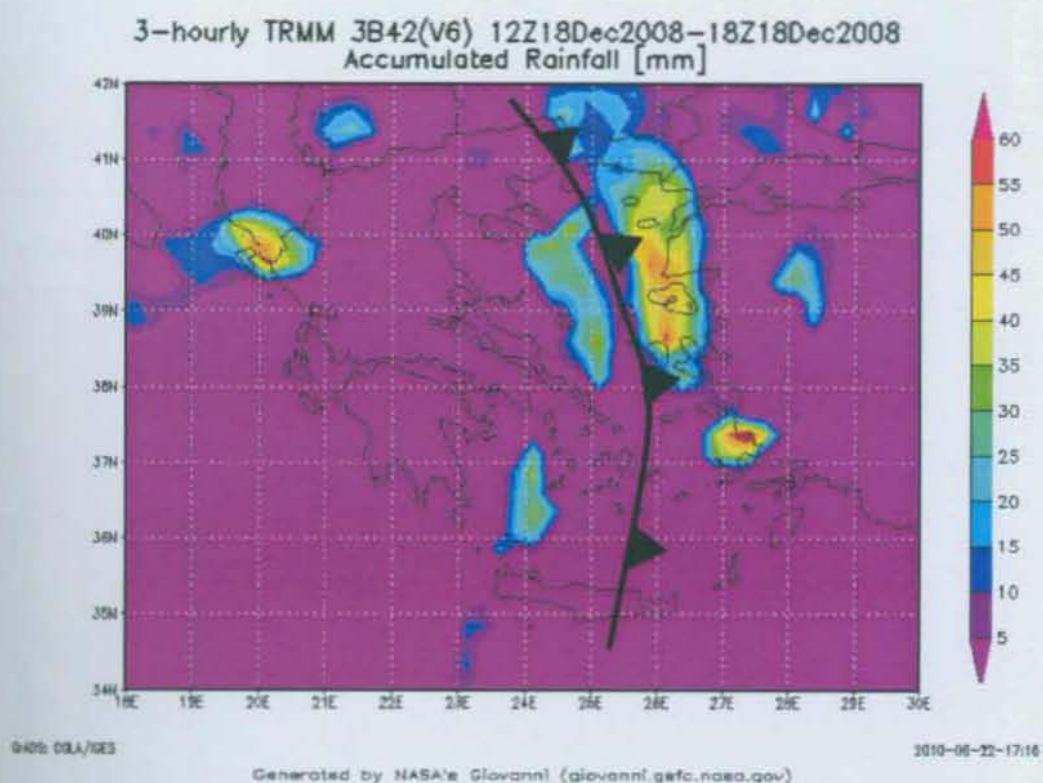


Εικόνα 35 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 18/12/2008 06-12 UTC από TOVAS

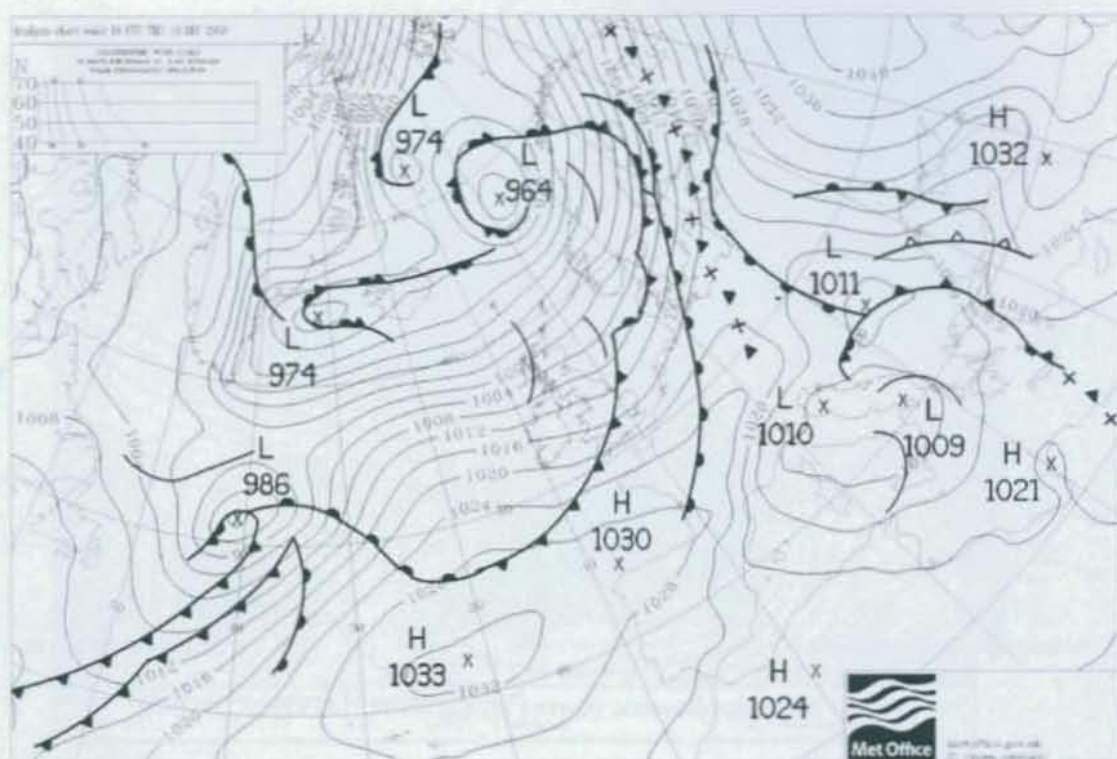
Η εικόνα δεν διαφέρει στα επόμενα εξάωρα, όταν το μέτωπο μετακινείται απλά ανατολικότερα φέρνοντας και την ανάλογη βροχόπτωση στα μέρη που περνάει (εικ. 36-39).



Εικόνα 36 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 18/12/08, 12 UTC



Εικόνα 37 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 18/12/2008 12-18 UTC από TOVAS

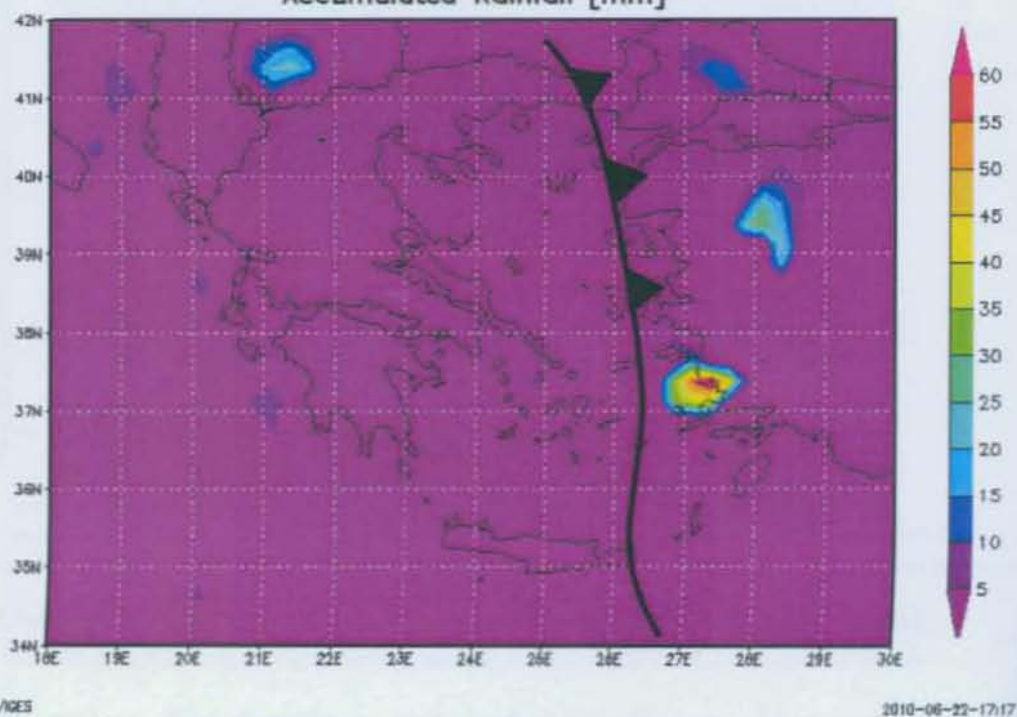


<http://www.wetter3.de/fax>

18-12-08 18 UTC + 00

Εικόνα 38 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 18/12/08, 18 UTC

3-hourly TRMM 3B42(V6) 18Z18Dec2008-00Z19Dec2008
Accumulated Rainfall [mm]



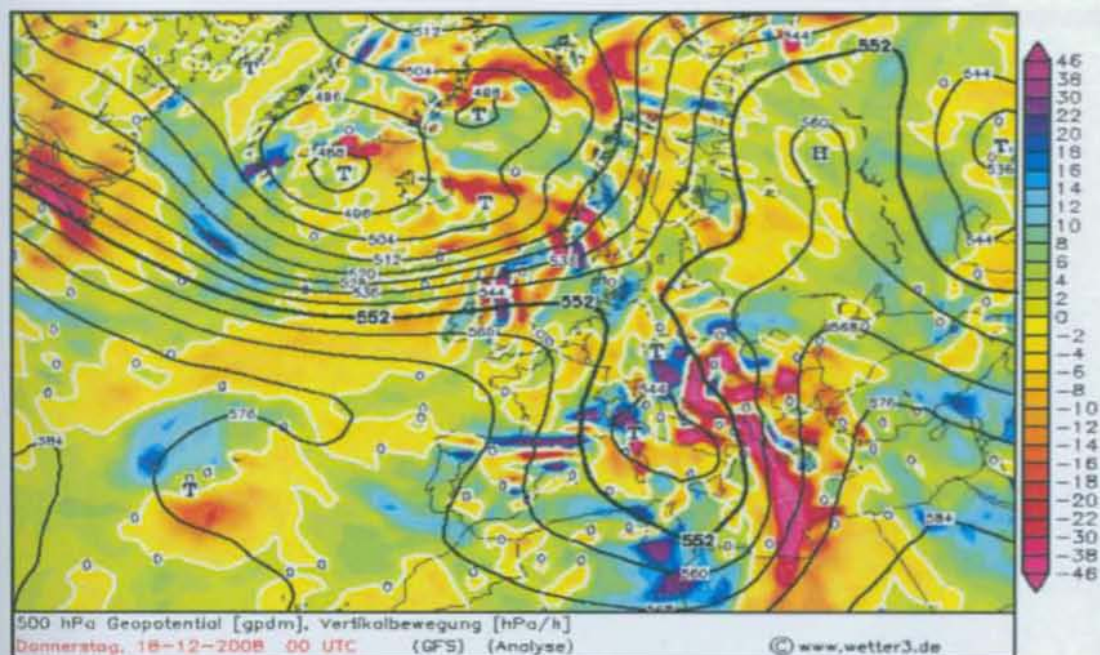
GRADS: OLA/IGES

Generated by NASA's Giovanni (giovanni.gsfc.nasa.gov)

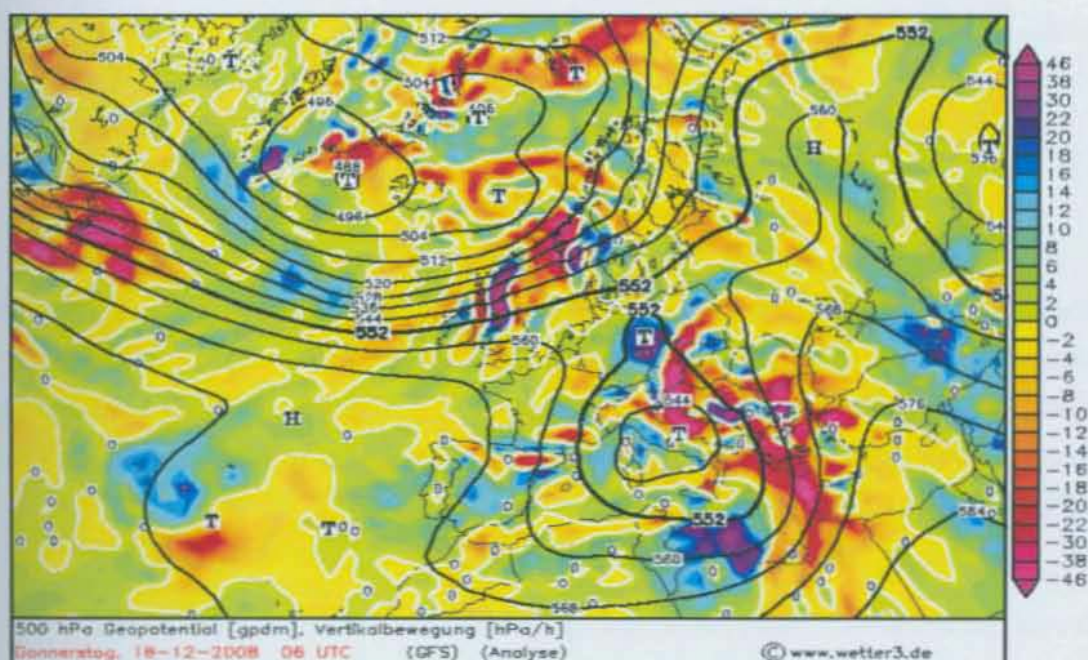
2010-06-22-17:17

Εικόνα 39 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 18/12/2008 18-00 UTC από TOVAS

Παρατηρείται ότι οι μεγαλύτερες βροχοπτώσεις σημειώθηκαν σε δυτική και κεντρική Ελλάδα κατά το πρώτο 12ωρο της μέρας. Πράγματι, ο χάρτης κατακόρυφων κινήσεων δείχνει μεγάλη ταχύτητα κατακόρυφων κινήσεων στις 00 UTC (εικ. 40) και πάνω από την περιοχή που περνάει το ψυχρό μέτωπο. Στις 06 UTC (εικ. 41) παρατηρούνται έντονες κατακόρυφες ταχύτητες και στον κεντρικό ελληνικό χώρο για να απομακρυνθεί τελικά η κακοκαιρία ανατολικά.



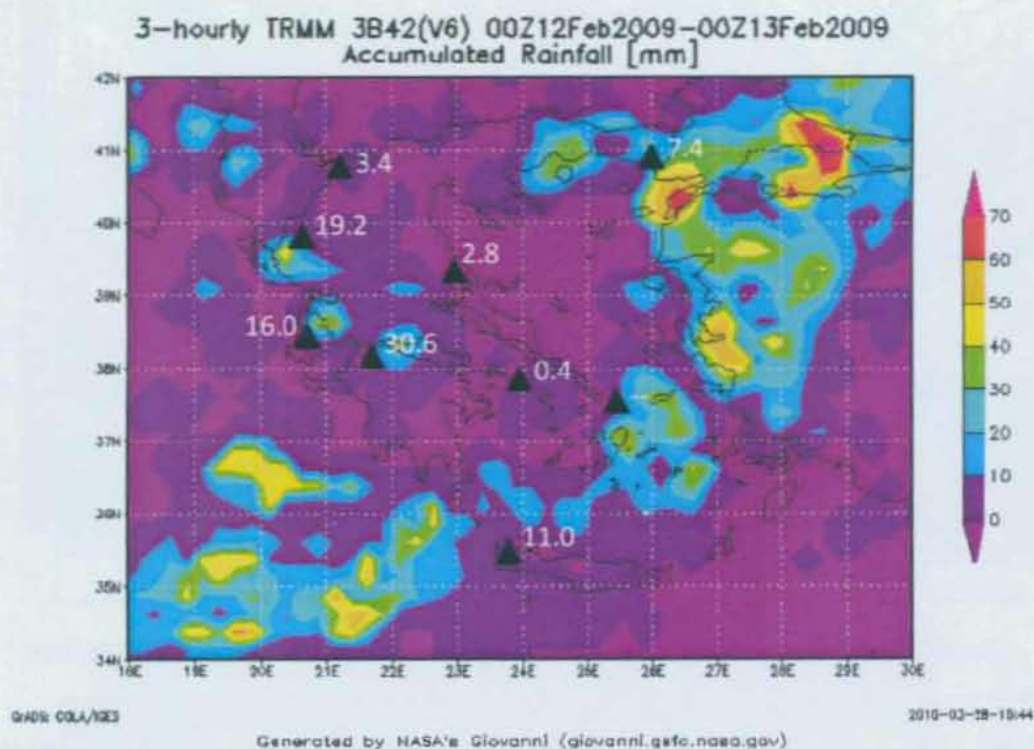
Εικόνα 40 - Χάρτης κατακόρυφων κινήσεων 500hPa για τις 18/12/2008, 00 UTC



Εικόνα 41 - Χάρτης κατακόρυφων κινήσεων 500hPa για τις 18/12/2008, 06 UTC

3.1.4. 12 Φεβρουαρίου 2009

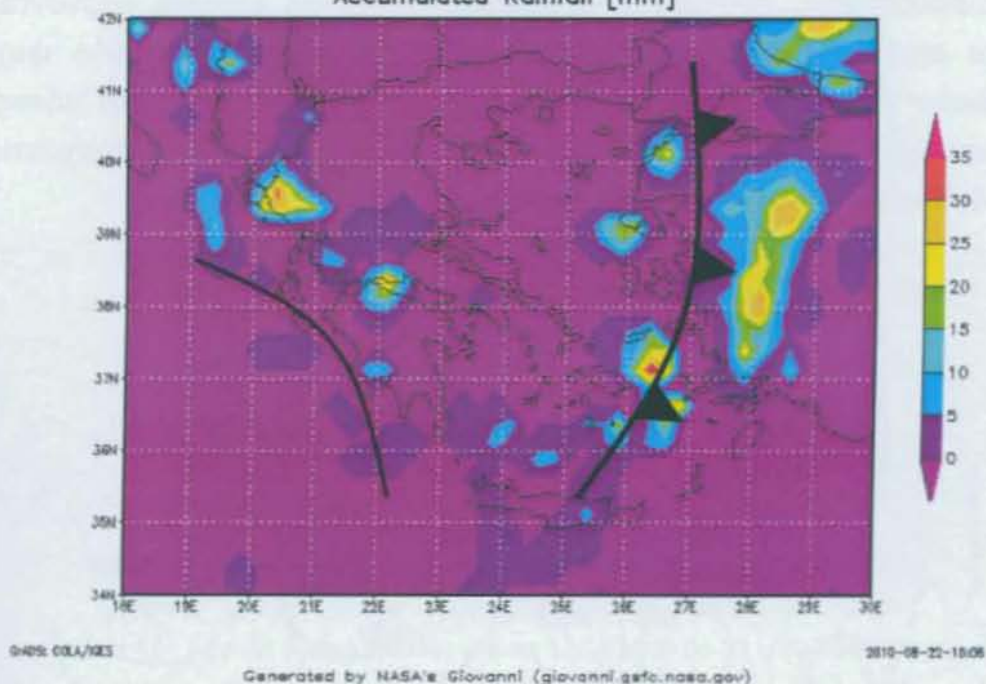
Με την πάροδο του χειμώνα, τα παρατηρούμενα ύψη βροχόπτωσης είναι λογικό να μειώνονται. Τη συγκεκριμένη ημερομηνία, επεισόδια βροχόπτωσης ύψους μέχρι και 40 mm παρατηρήθηκαν στην ευρύτερη περιοχή του Ν. Ιονίου, Ν. Αιγαίου και Κορινθιακού κόλπου (εικ. 42). Τα βροχομετρικά αυτά φαινόμενα ήταν αποτέλεσμα δύο ψυχρών μετώπων που συναντήθηκαν πάνω από τη Μεσόγειο.



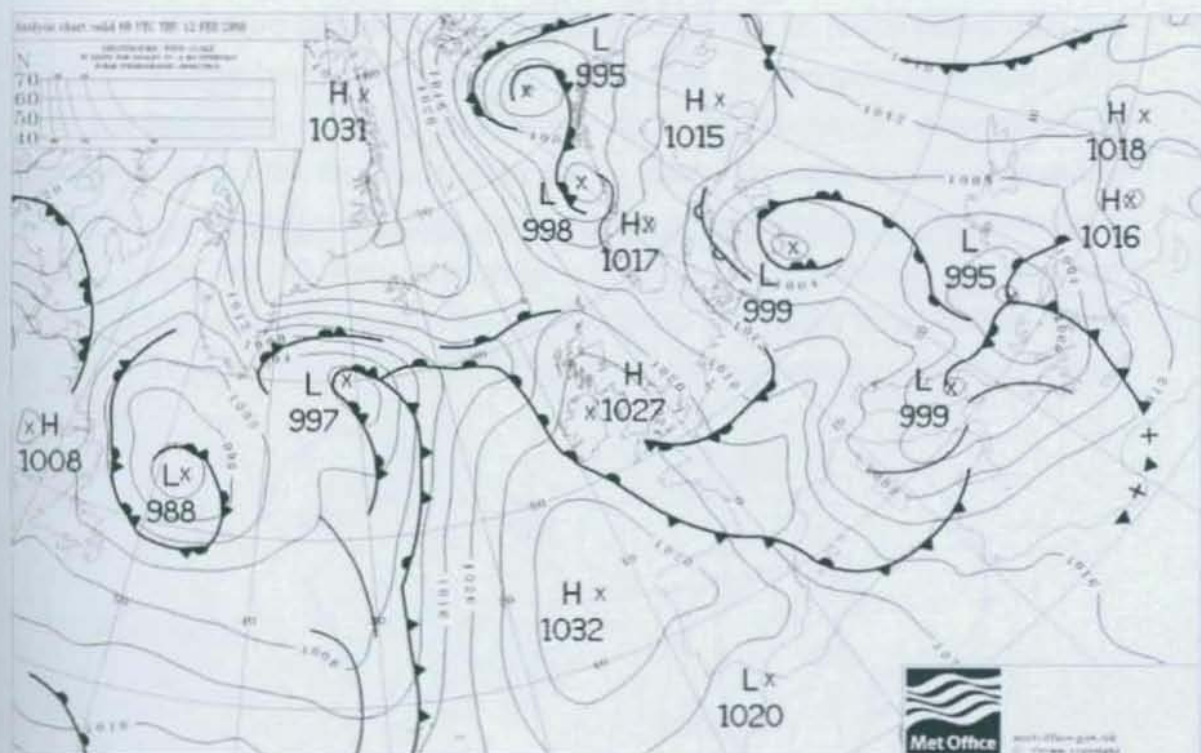
Εικόνα 42 - Χάρτης 24ωρης βροχόπτωσης για τις 12/2/2009 από TOVAS

Όπως φαίνεται και από το χάρτη βροχόπτωσης του δορυφορικού προϊόντος (εικ. 43), το πρώτο εξάωρο της ημέρας δεν ήταν ιδιαίτερα επεισοδιακό σε βροχόπτωση πάνω από τον ελληνικό χώρο, με ελάχιστες μόνο βροχοπτώσεις πάνω από τη δυτική Ελλάδα, που οφείλονται στην παρουσία ασθενούς αυλώνα χαμηλών πιέσεων όπως παρατηρείται και στο μετεωρολογικό χάρτη (εικ. 44).

3-hourly TRMM 3B42(V6) 00Z12Feb2009-06Z12Feb2009
Accumulated Rainfall [mm]



Εικόνα 43 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 12/2/2009 00-06 UTC από TOVAS



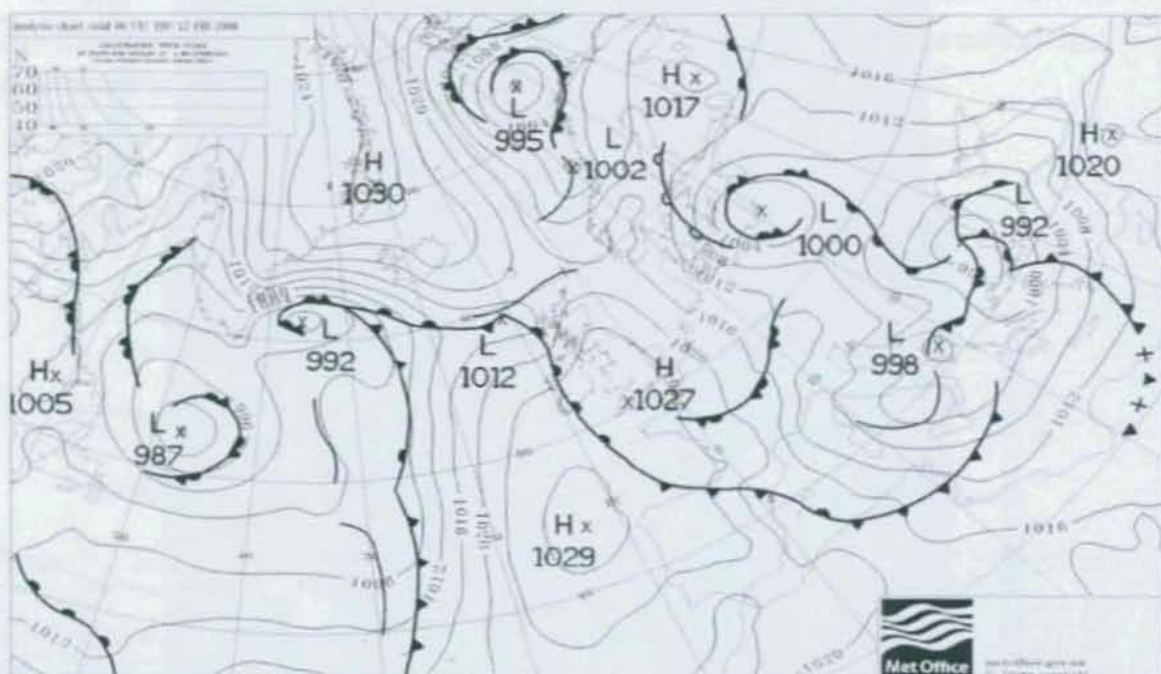
<http://www.wetter3.de/fax>

12-02-09 00 UTC + 00

Εικόνα 44 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 12/2/09, 00 UTC

Όπως φαίνεται στους δυο μετεωρολογικούς χάρτες επιφάνειας των 06 UTC (εικ. 45) και 12 UTC (εικ. 46), τα δύο χαμηλά πάνω από την Ιταλία και βόρεια της Ελλάδας, με την κίνησή τους κατά τη διάρκεια της ημέρας προς τα

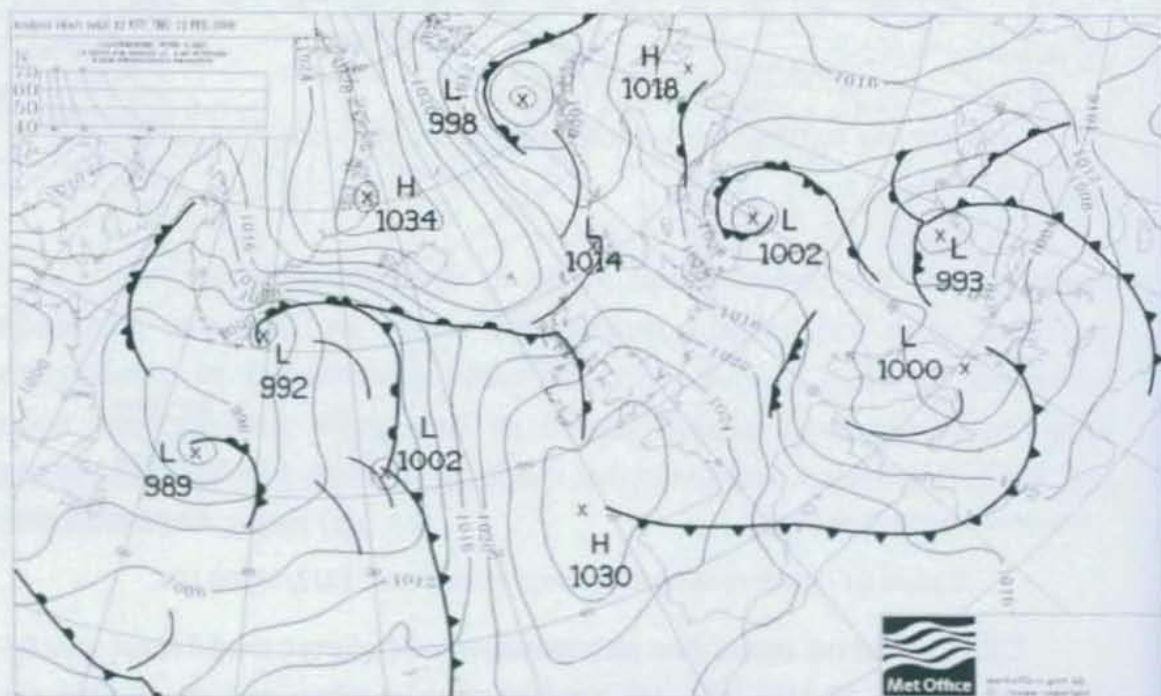
βορειοανατολικά, προκαλούν σε κίνηση και ψυχρά μέτωπα φέρνοντάς τα πάνω από τον ελληνικό χώρο. Η προσέγγιση αυτών των δύο ψυχρών μετώπων μεταξύ τους προκαλεί μια σειρά βροχοπτώσεων κατά μήκος της μετωπικής τους επιφάνειας, όπως φαίνεται και από το χάρτη βροχόπτωσης του δεύτερου εξαώρου (εικ. 47).



<http://www.wetter3.delfax>

12-02-09 06 UTC + 00

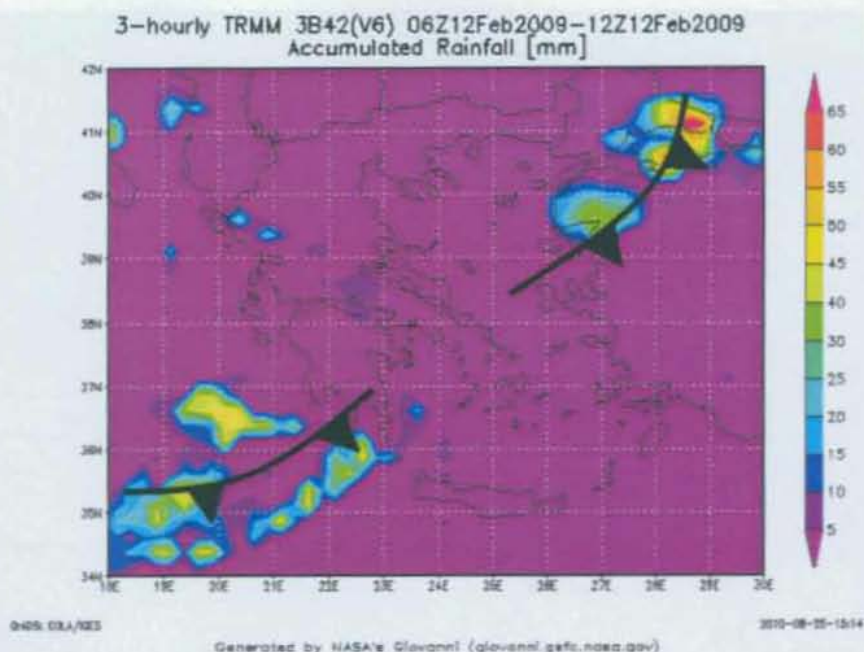
Εικόνα 45 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 12/2/09, 06 UTC



<http://www.wetter3.delfax>

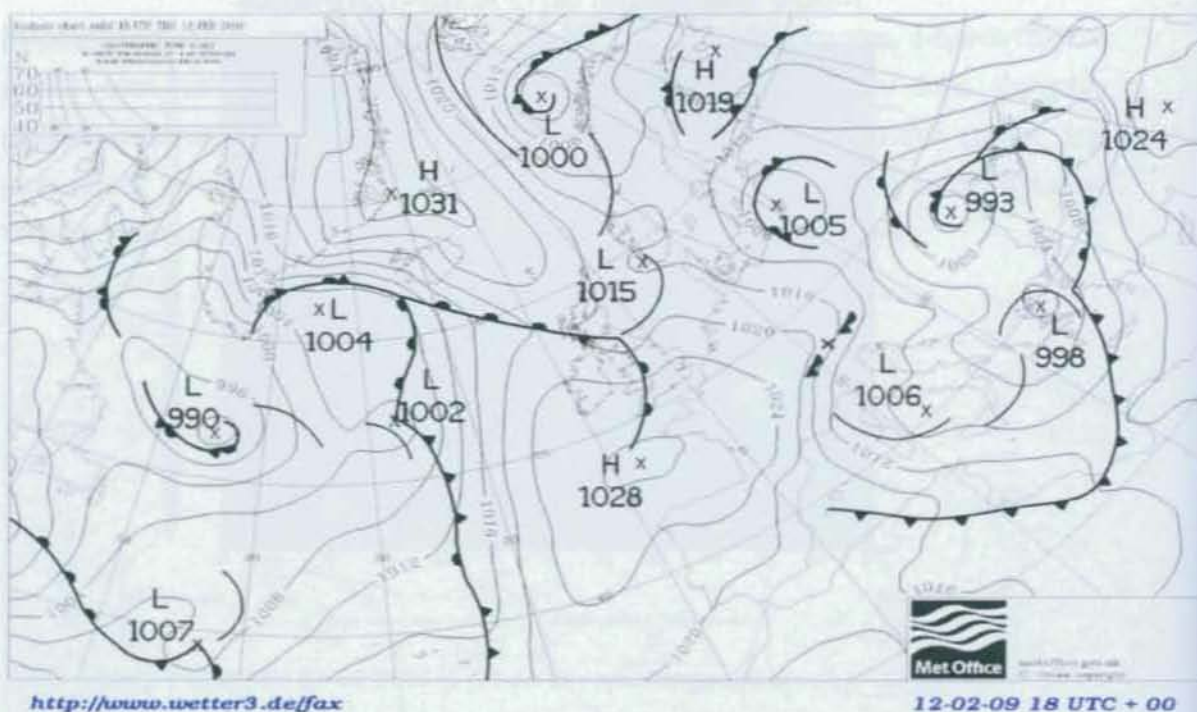
12-02-09 12 UTC + 00

Εικόνα 46 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 12/2/09, 12 UTC

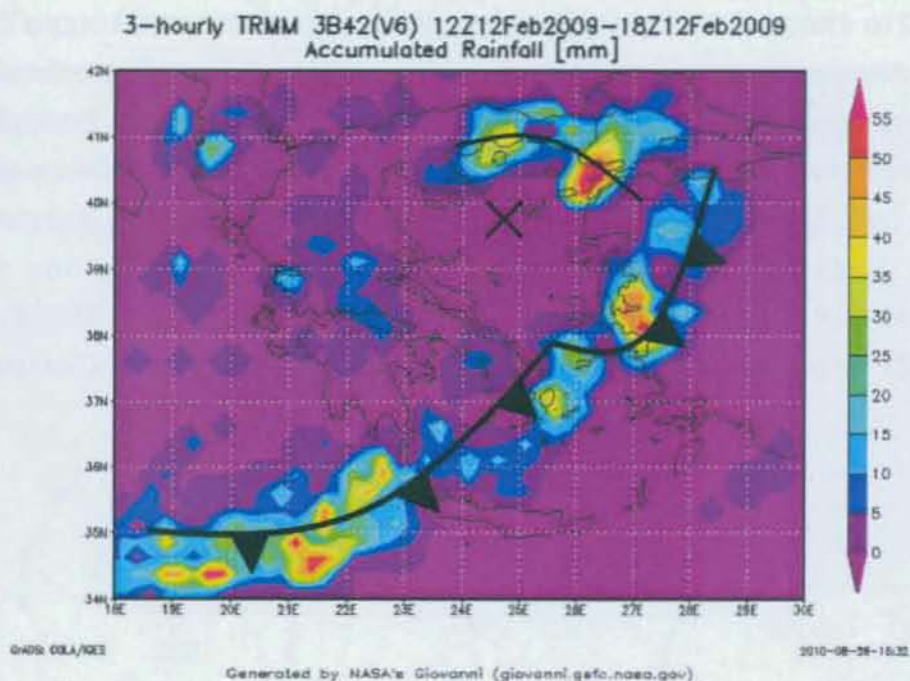


Εικόνα 47 - Χάρτης βροχοπτώσης για τις 12/2/2009 06-12 UTC από TOVAS

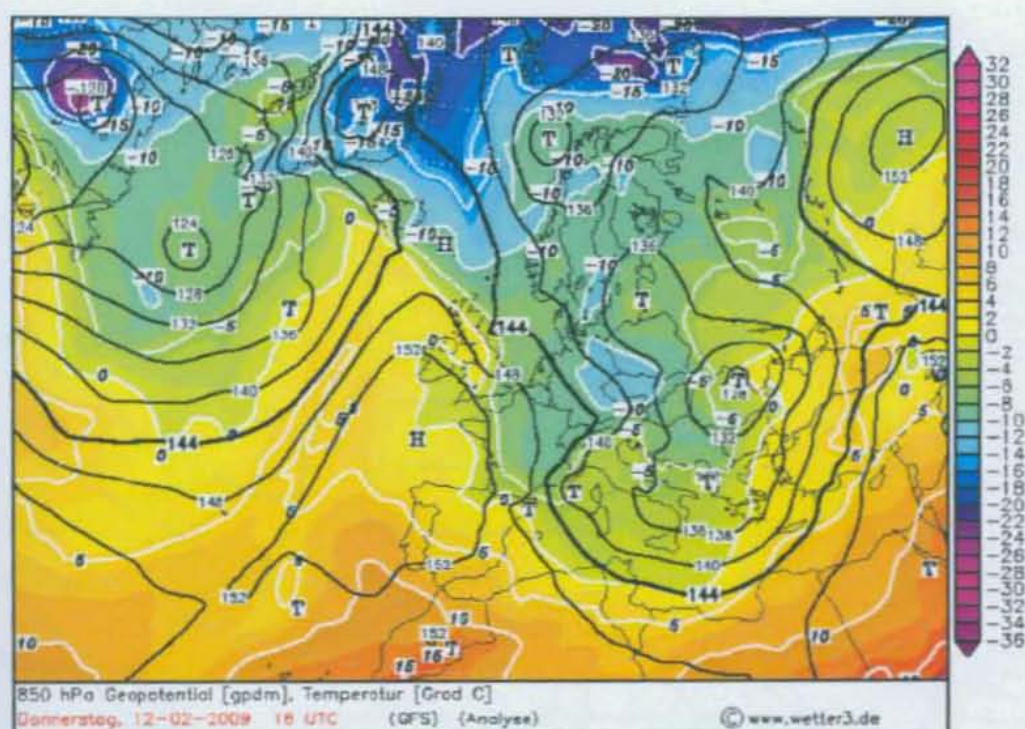
Στο επόμενο εξάωρο η βροχοπτώση απέκτησε τα μεγαλύτερα ύψη της για τη συγκεκριμένη ημέρα, λόγω της παρουσίας των ψυχρών μετώπων πάνω από την περιοχή και της παρουσίας ενός επιφανειακού βαρομετρικού χαμηλού πάνω από τη Μακεδονία με τη συνοδεία ενός αυλώνα χαμηλής πίεσης (εικ. 48). Ο άξονας πάνω στον οποίο παρατηρήθηκαν οι βροχοπτώσεις ύψους μέχρι και 50 mm ακολουθεί τη μετωπική επιφάνεια του ψυχρού μετώπου (εικ. 49). Τα μέτωπα δεν εμφανίζονται στο χάρτη των 850 hPa, όμως σε αυτόν το χάρτη είναι εμφανής η θερμή μεταφορά αερίων μαζών (εικ. 50).



Εικόνα 48 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 12/2/09, 18 UTC



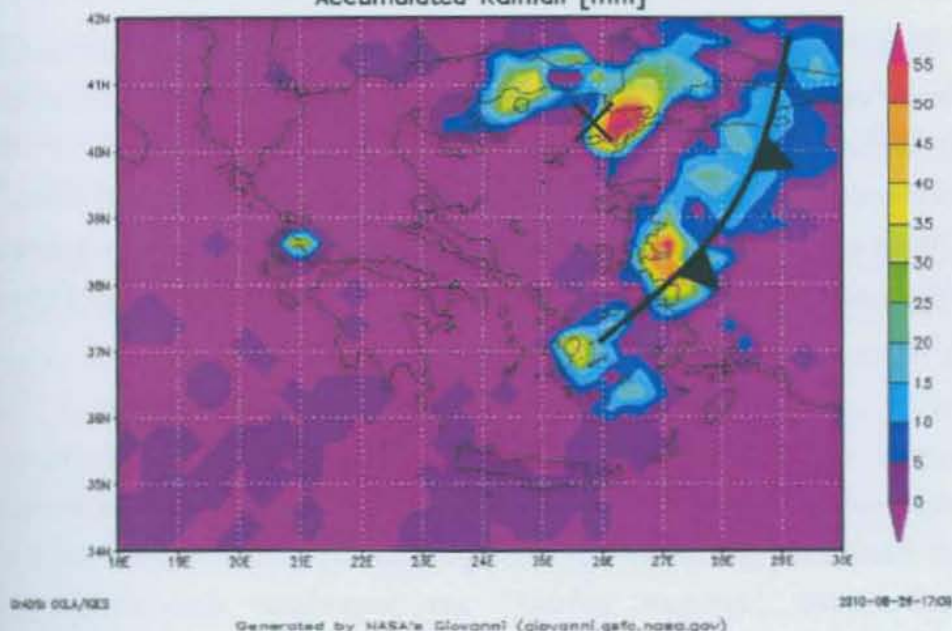
Εικόνα 49 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 12/2/2009 12-18 UTC από TOVAS



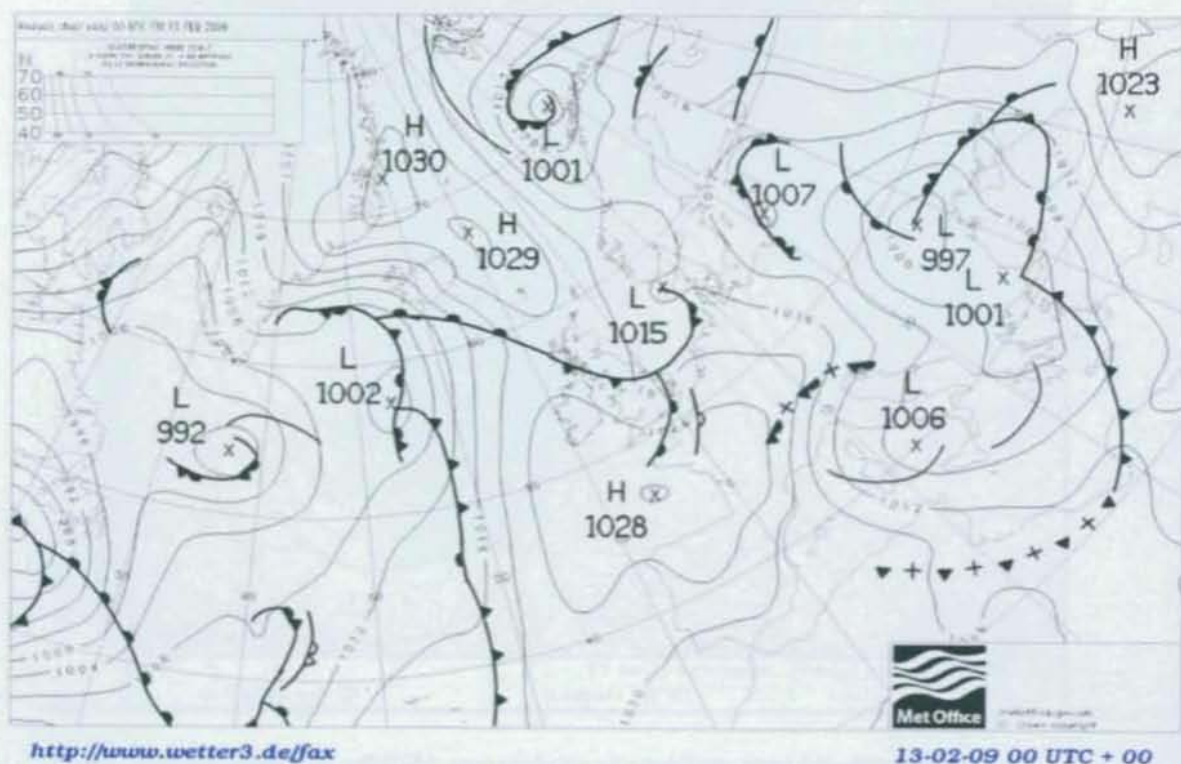
Εικόνα 50 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 12/2/09, 18 UTC

Στο τελευταίο εξάωρο της ημέρας, τα μετεωρολογικά φαινόμενα αποχαιρετούν σταδιακά τον ελληνικό χώρο (εικ. 52) και η βροχόπτωση περιορίζεται τοπικά στην περιοχή του Έβρου, λόγω του χαμηλού που μεταφέρθηκε βορειοανατολικά. Τα ύψη φτάνουν τα 55 mm (εικ. 51).

3-hourly TRMM 3B42(V6) 18Z12Feb2009-00Z13Feb2009
Accumulated Rainfall [mm]



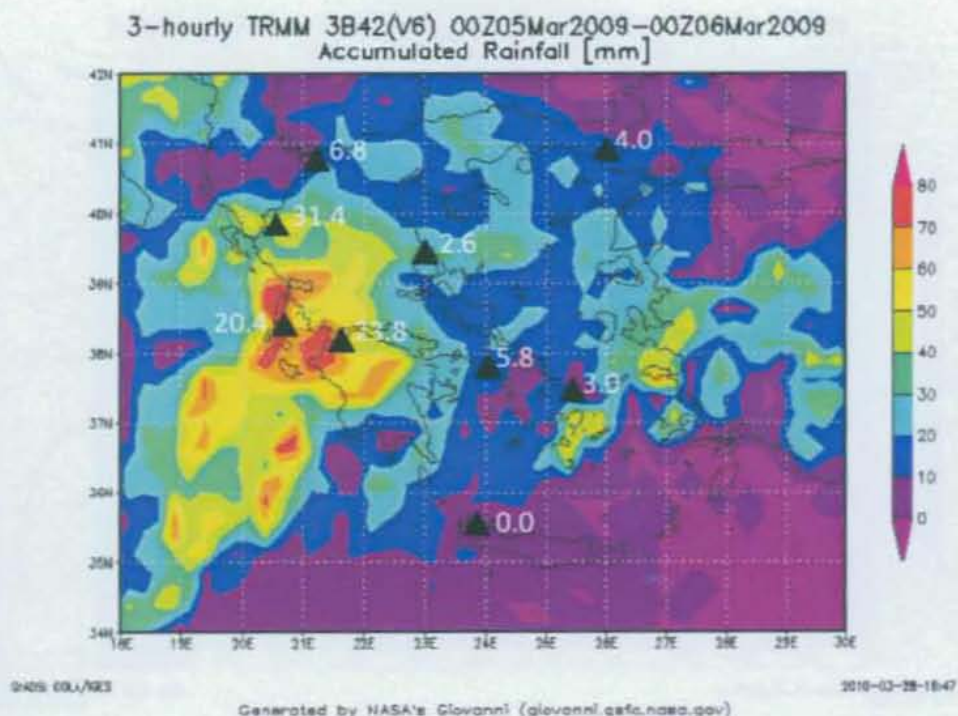
Εικόνα 51 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 12/2/2009 18-00 UTC από TOVAS



Εικόνα 52 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 13/2/09, 00UTC

3.1.5. 5 Μαρτίου 2009

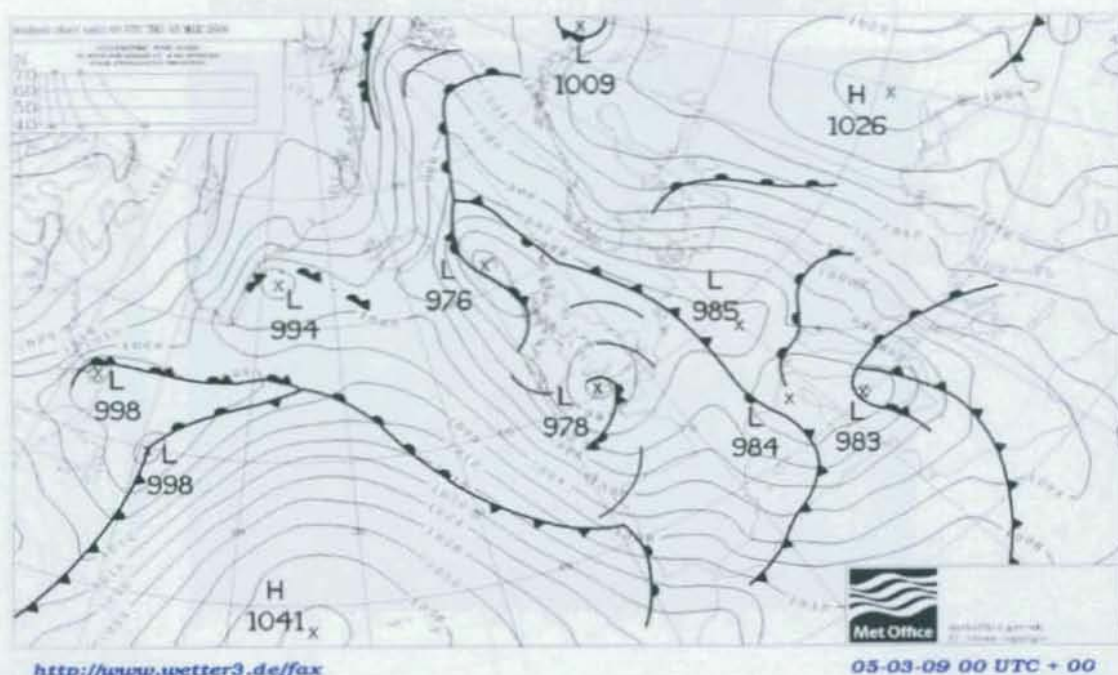
Όπως παρατηρείται και από το χάρτη ημερήσιας βροχόπτωσης (εικ. 53) για τη συγκεκριμένη ημέρα, σχεδόν ολόκληρη η Ελλάδα, με εξαίρεση την Κρήτη, δέχτηκε ισχυρή βροχόπτωση με ύψη μεγαλύτερα των 20 mm. Οι μετεωρολογικοί σταθμοί που κατέγραψαν τα μεγαλύτερα ύψη είναι αυτοί στην Ήπειρο, το Ν. Ιόνιο και την Πελοπόννησο. Φαίνεται ότι στην περιοχή των Κυκλάδων και του Κορινθιακού κόλπου, τα ύψη στο σύνολό τους ξεπέρασαν τα 70 mm.



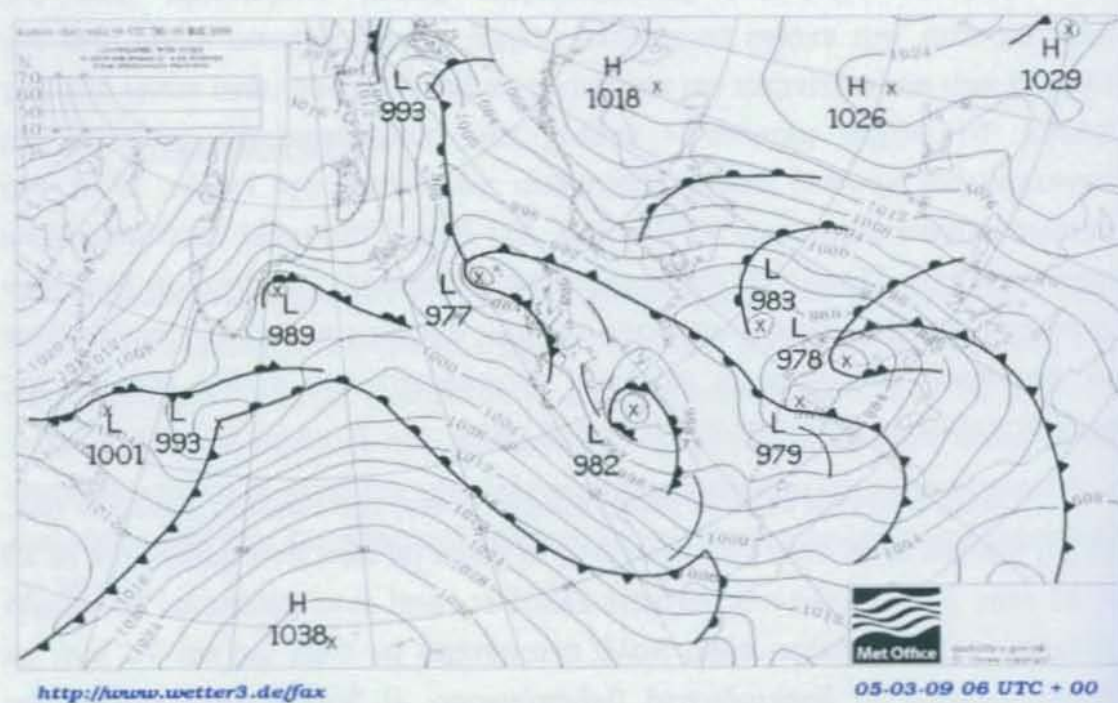
Εικόνα 53 - Χάρτης 24ωρης βροχόπτωσης για τις 5/3/2009 από TOVAS

Στις 00 UTC, στο μετεωρολογικό χάρτη επιφάνειας (εικ. 54) παρατηρείται, για εκείνη τη χρονική στιγμή, θερμό μέτωπο πάνω από την Ελλάδα που προεκτείνεται και καταλήγει σε ένα συνεσφιγμένο πάνω από την Ιταλία. Το ψυχρό μέτωπο – σκέλος του συνεσφιγμένου μετώπου, τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή, βρίσκεται πάνω από την Ιταλία, αλλά στο μετεωρολογικό χάρτη των 06 UTC (εικ. 55) έχει μεταφερθεί ταχύτατα πάνω από τη δυτική Ελλάδα. Η ταχύτατη αυτή μεταφορά του ψυχρού μετώπου μέσα στο εξάωρο δηλώνει ισχυρούς ανέμους μεγάλης ταχύτητας, που μαζί με το φαινόμενο του ψυχρού μετώπου προκάλεσαν στο πρώτο εξάωρο της ημέρας καθολική βροχόπτωση σε όλη τη χώρα.

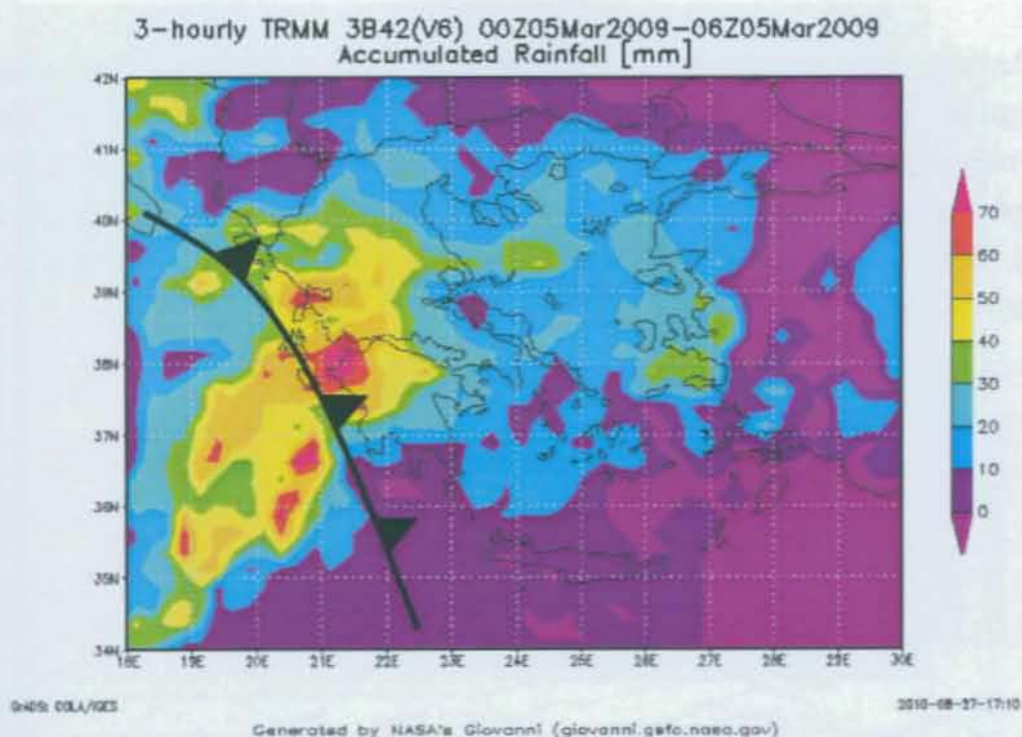
Όπως φαίνεται και στο χάρτη βροχόπτωσης του πρώτου εξάωρου (εικ. 56), η βροχόπτωση ήταν έντονη σε όλη τη χώρα με ύψη που ξεπερνούν τα 20 – 30 mm. Παράλληλα της δυτικής Ελλάδας, εκεί που βρίσκεται το ψυχρό μέτωπο, η βροχόπτωση είναι πολύ εντονότερη με ύψη ως και 70 mm με αποκορύφωμα τη βορειοδυτική Πελοπόννησο. Η βροχόπτωση αυτού του εξάωρου είναι η εντονότερη που παρατηρείται για την ημέρα. Στο χάρτη των 850 hPa (εικ. 57) των 00 UTC παρατηρείται η εντονότατη μεταφορά θερμών αερίων μαζών από νοτιότερες της Ελλάδας περιοχές, εντείνοντας την αστάθεια στην περιοχή.



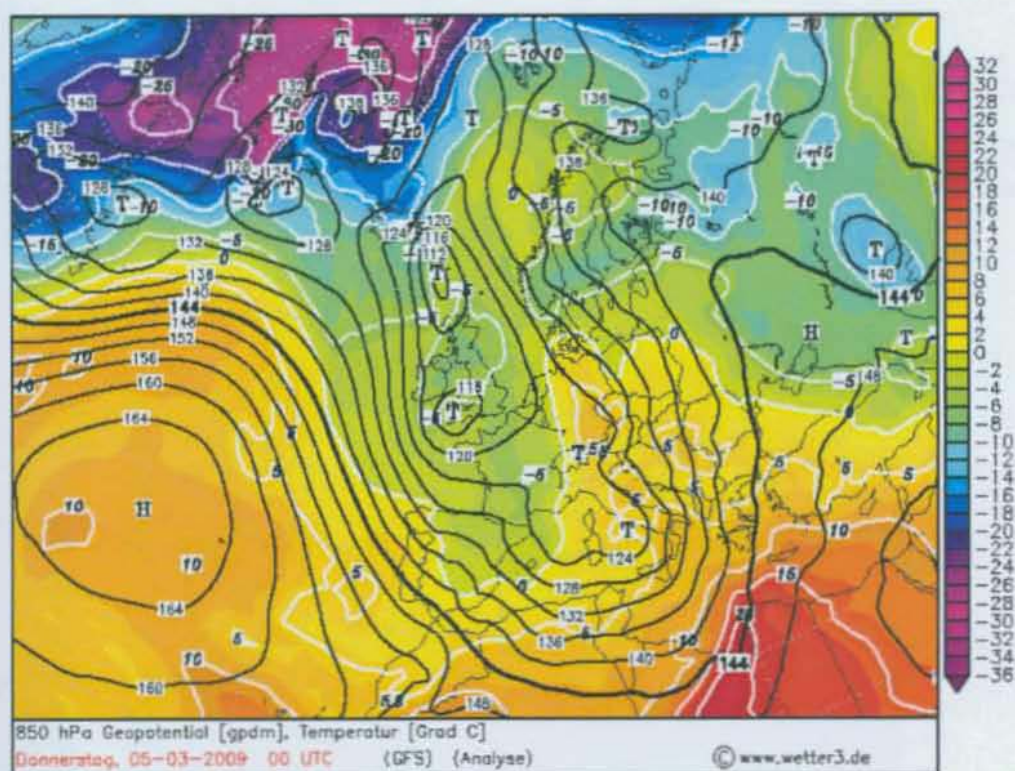
Εικόνα 54 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 5/3/09, 00 UTC



Εικόνα 55 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 5/3/09, 06 UTC



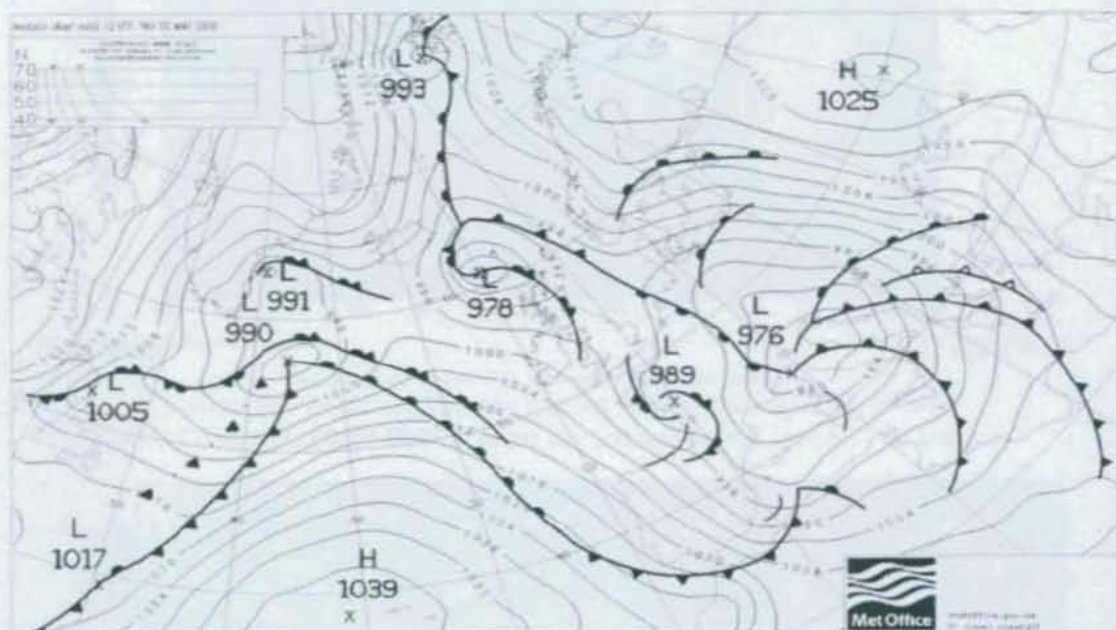
Εικόνα 56 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 5/3/2009 00-06 UTC από ΤΟΝΑS



Εικόνα 57 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 5/3/09, 00 UTC

Τα επόμενα εξάωρα της ημέρας είχαν ελάχιστη βροχόπτωση με μικρά ύψη και περιορισμένη γεωγραφική έκταση και ειδικά στα δύο τελευταία η βροχή είναι ελάχιστη. Όπως φαίνεται και στο χάρτη επιφάνειας στις 12 UTC (εικ. 58), το ψυχρό μέτωπο κινείται ανατολικά πάνω από τον ηπειρωτικό

ελληνικό χώρο προκαλώντας στο πέρασμά του ισχνή βροχόπτωση ύψους μέχρι και 30 mm πάνω από τη Στερεά κυρίως Ελλάδα (εικ. 59). Οι συνθήκες αστάθειας στην ατμόσφαιρα συνεχίζονται λόγω της μεταφοράς θερμών αερίων μαζών, όπως φαίνεται και στο χάρτη των 850 hPa για τις 06 UTC (εικ. 60), αλλά το φαινόμενο εξασθενεί από τις 12 UTC και για το υπόλοιπο της μέρας πάνω από την Ελλάδα (εικ. 61).

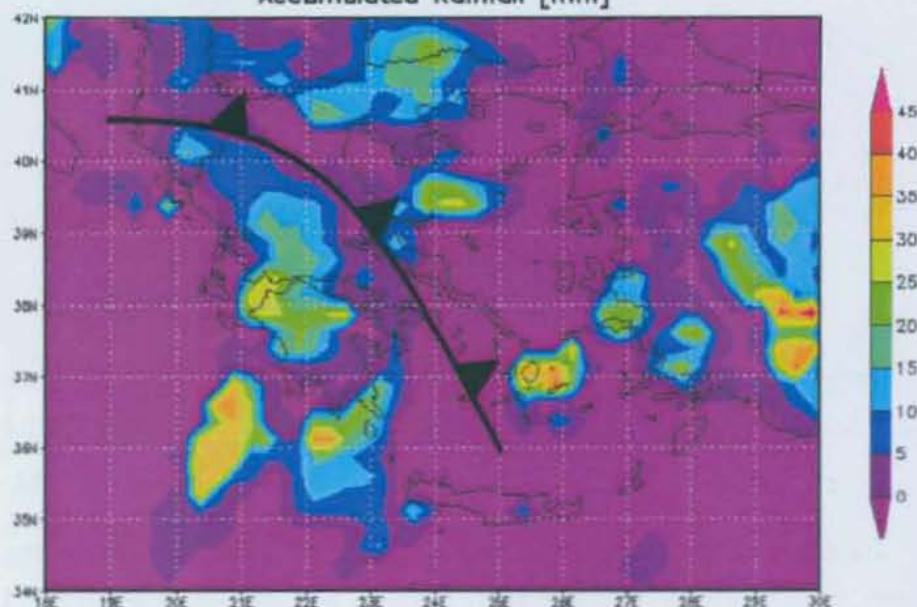


<http://www.wetter3.de/fax>

05-03-09 12 UTC + 00

Εικόνα 58 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 5/3/09, 12 UTC

3-hourly TRMM 3B42(V6) 06Z05Mar2009-12Z05Mar2009
Accumulated Rainfall [mm]

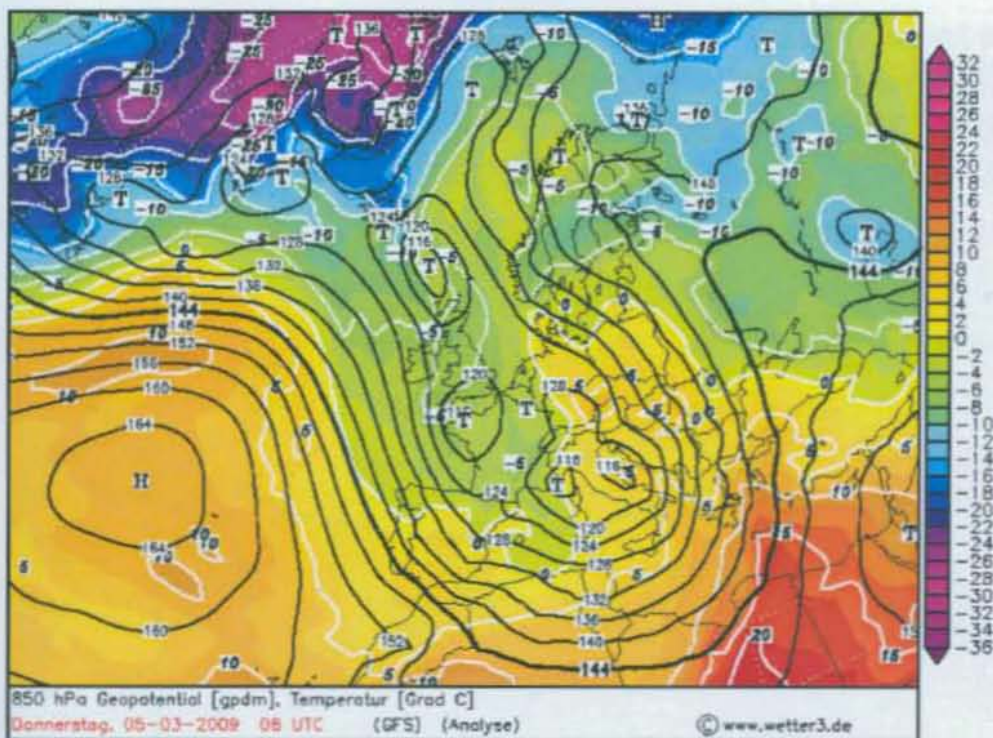


GRS: GDA/GES

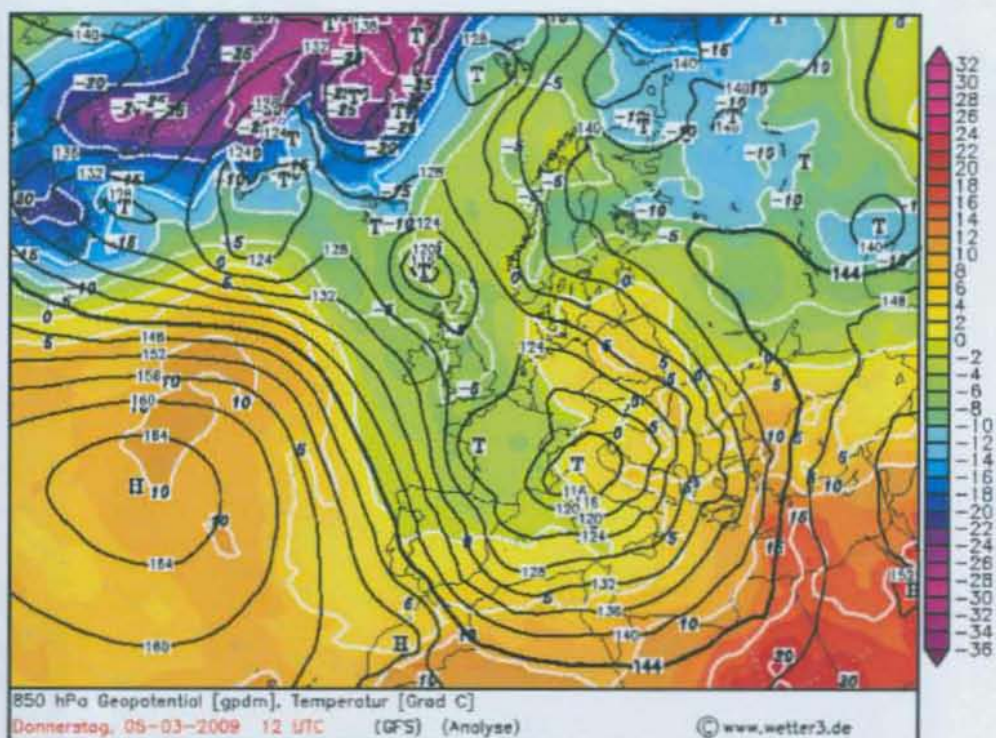
Generated by NASA's Giovanni (giovanni.gsfc.nasa.gov)

2010-08-17-17:11

Εικόνα 59 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 5/3/2009 06-12 UTC από TOVAS



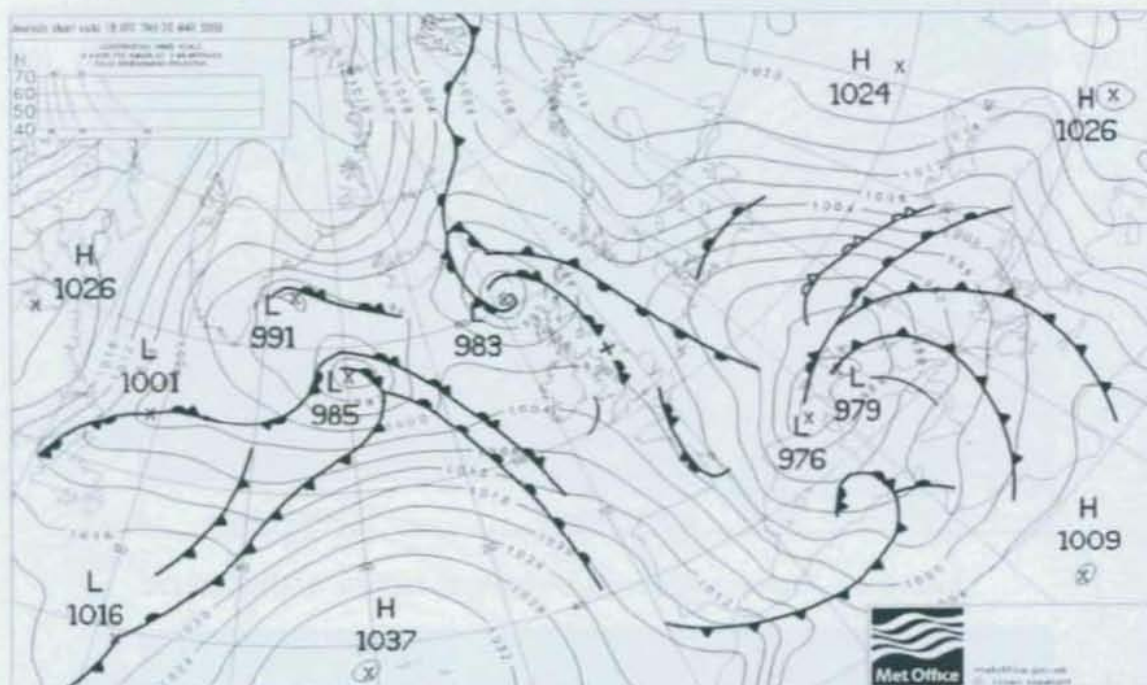
Εικόνα 60 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 5/3/09, 06UTC



Εικόνα 61 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 5/3/09, 12 UTC

Όπως φαίνεται στους μετεωρολογικούς χάρτες των προηγούμενων ωρών, πίσω από το ψυχρό μέτωπο που κινείται πάνω από τον ελληνικό χώρο, ακολουθεί άλλο ψυχρό μέτωπο κινούμενο κυκλικά με κέντρο ένα βαρομετρικό χαμηλό δυτικά της Ιταλίας. Αυτό το μέτωπο στις 18 UTC (εικ. 62)

προσεγγίζει την περιοχή της Αλβανίας και της βορειοδυτικής Ελλάδας, προκαλώντας περιορισμένη βροχόπτωση μικρού ύψους (μέχρι και 25 mm) στην περιοχή της Ηπείρου και του Ιονίου (εικ. 63).

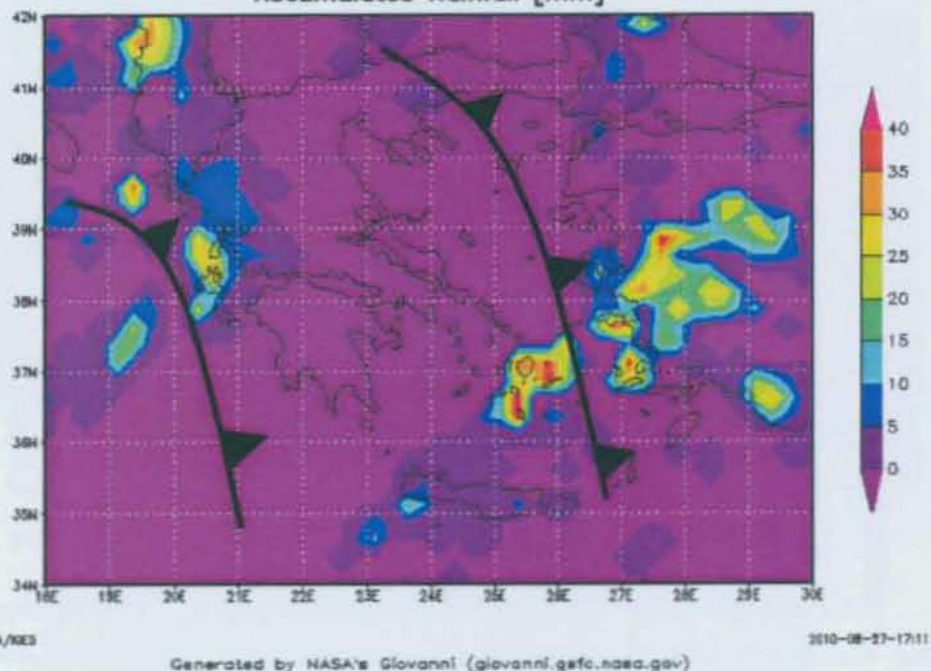


<http://www.wetter3.de/fax>

05-03-09 18 UTC + 00

Εικόνα 62 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 5/3/09, 18 UTC

3-hourly TRMM 3B42(V6) 12Z05Mar2009-18Z05Mar2009
Accumulated Rainfall [mm]



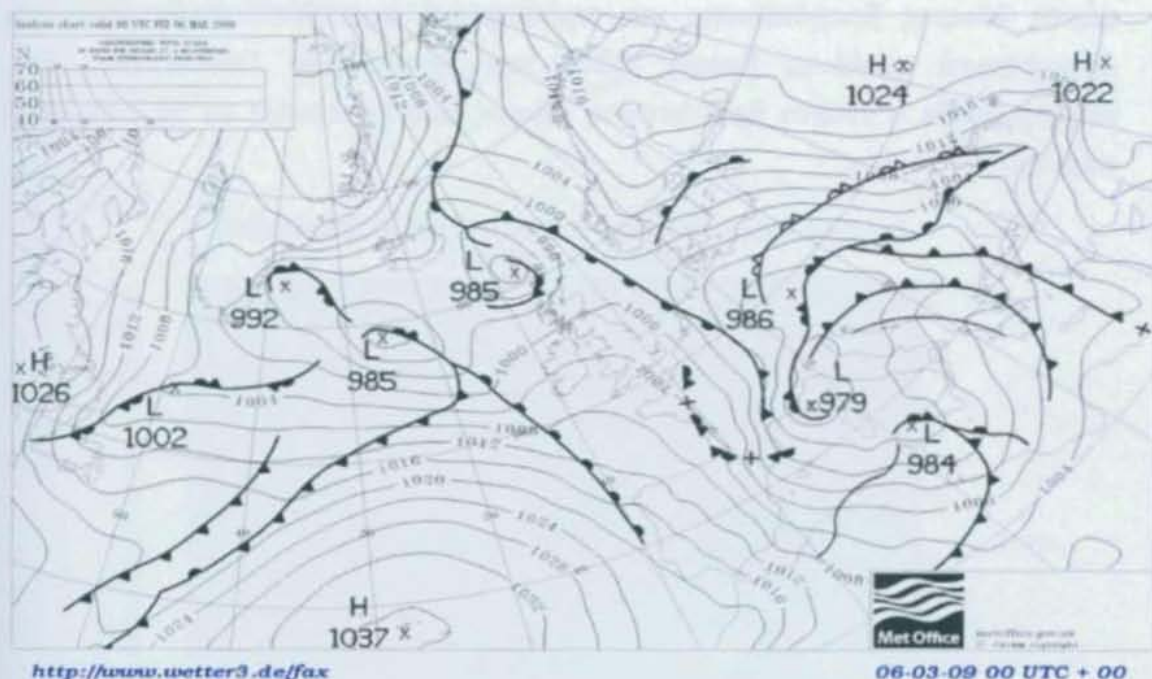
0425 GOLA/0023

Generated by NASA's Giovanni (giovanni.gsfc.nasa.gov)

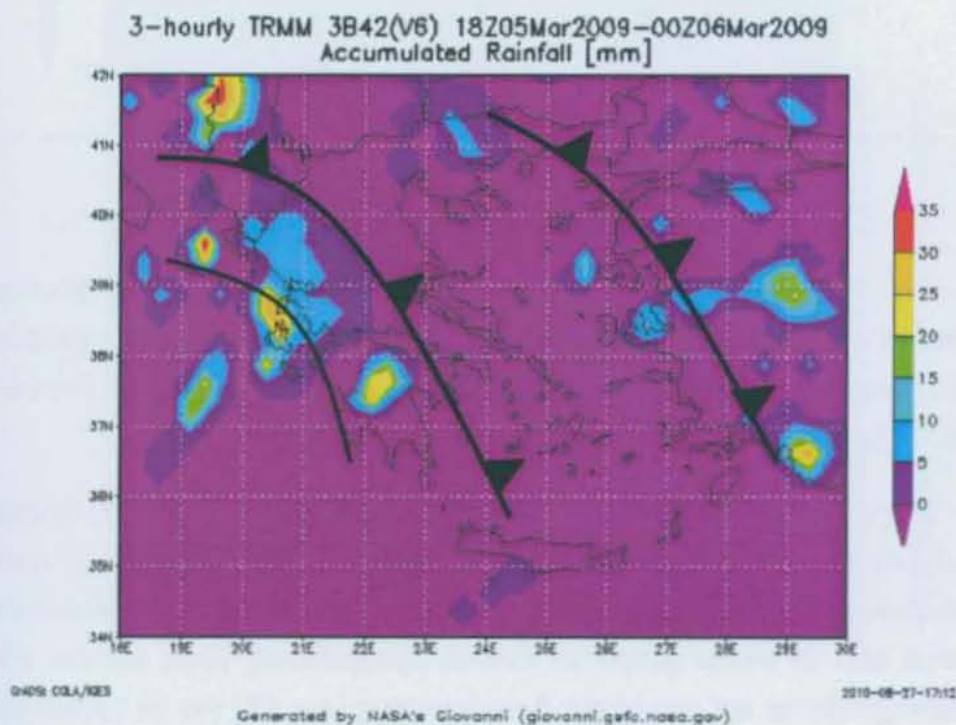
2010-08-27-17:11

Εικόνα 63 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 5/3/2009 12-18 UTC από TOVAS

Στο μετεωρολογικό χάρτη επιφάνειας των 00 UTC της επόμενης μέρας (εικ. 64), το μέτωπο αυτό σημειώνεται πάνω από τον ευρύτερο χώρο της ηπειρωτικής Ελλάδας, υποδηλώνοντας το πέρασμά του πάνω από τον ελληνικό χώρο μέσα στο εξάωρο 18 – 00 UTC. Πέρασμα, που προκάλεσε ασθενή βροχόπτωση ύψους μέχρι και 15 mm σχεδόν παράλληλα με τη δυτική Ελλάδα. (εικ. 65).



Εικόνα 64 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 6/3/09, 00 UTC

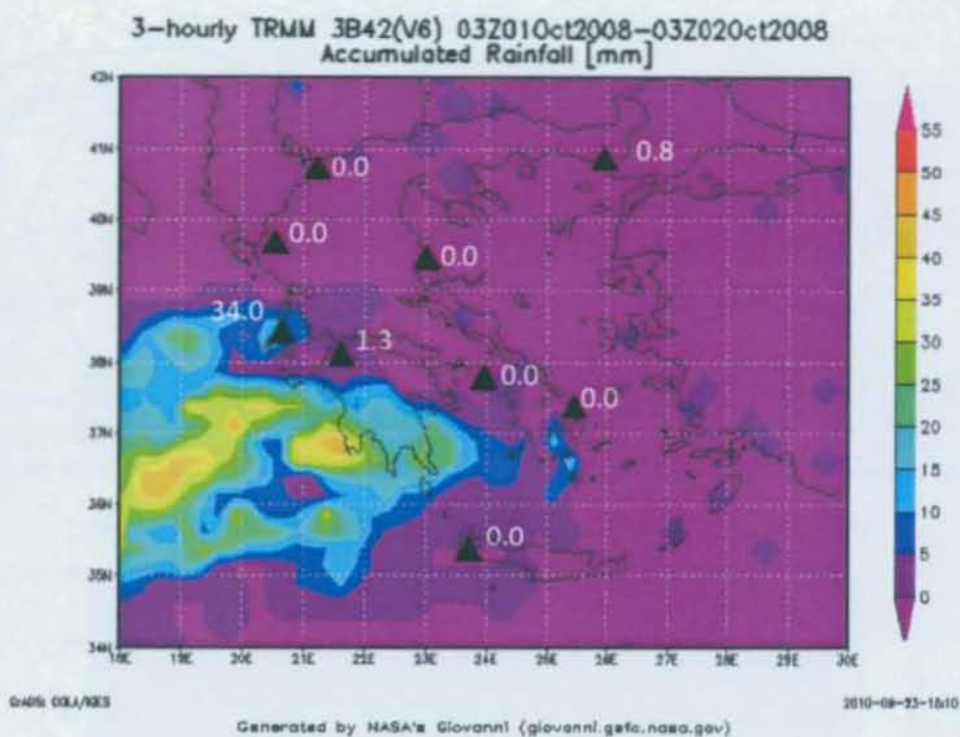


Εικόνα 65 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 5/3/2009 18-00 UTC από TOVAS

3.2. ΘΕΡΜΑ ΜΕΤΩΠΑ

3.2.1. 1 Οκτωβρίου 2008

Στη 1 Οκτωβρίου 2008, σημειώθηκαν έντονα και εκτενή βροχομετρικά φαινόμενα στην περιοχή του Ιονίου πελάγους και των Επτανήσων. Από το χάρτη 24ωρης βροχόπτωσης για την περιοχή της Ελλάδας με βάση τα δορυφορικά προϊόντα βροχής 3B42 του δορυφόρου TRMM (εικ. 66), παρατηρείται η έντονη βροχόπτωση ύψους που ξεπερνάει τα 50 mm στην περιοχή του Ιονίου.

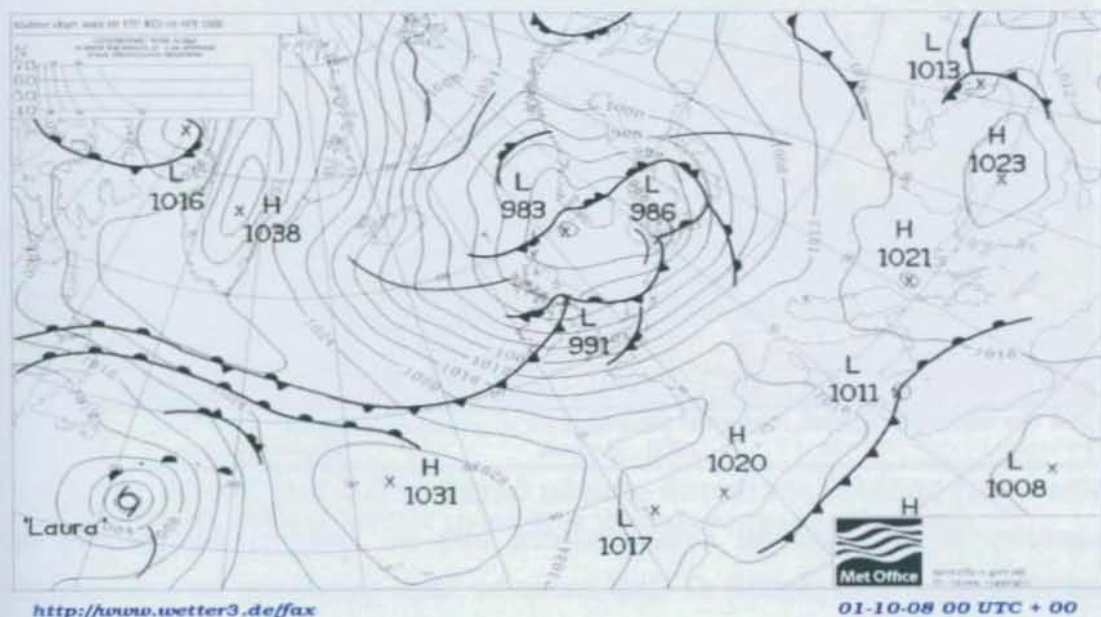


Εικόνα 66 - Χάρτης 24ωρης βροχόπτωσης για τις 1/10/2008 από TOVAS

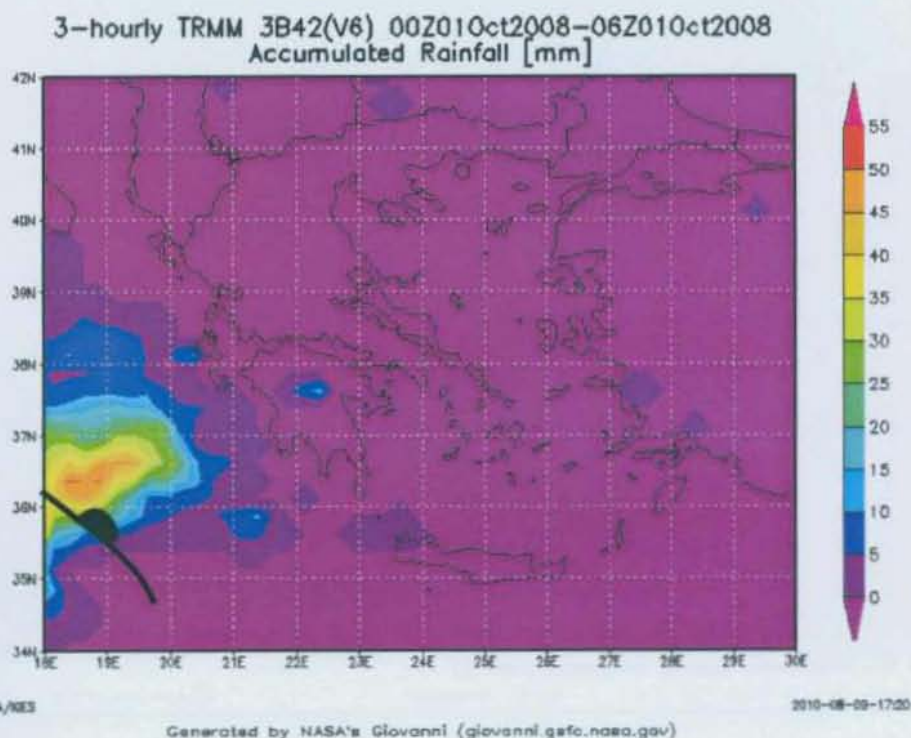
Για την περαιτέρω διερεύνηση του βροχομετρικού φαινομένου ακολουθεί σύγκριση ανά εξάωρο των μετεωρολογικών χαρτών επιφάνειας, 500 hPa και 800 hPa με τους χάρτες βροχόπτωσης από τα δορυφορικά προϊόντα βροχής.

Στις 00 UTC, ο μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας (εικ. 67) δείχνει ένα υψηλό βαρομετρικό σύστημα στον ηπειρωτικό ελληνικό χώρο που προκαλεί νεφοδιάλυση, αλλά και ένα θερμό μέτωπο νοτιοδυτικά της Πελοποννήσου μπροστά από το οποίο μετράται έντονη βροχόπτωση (ύψη ως και 45 mm) που καταγράφεται και στο χάρτη βροχόπτωσης (εικ. 68) για το πρώτο εξάωρο της ημέρας.

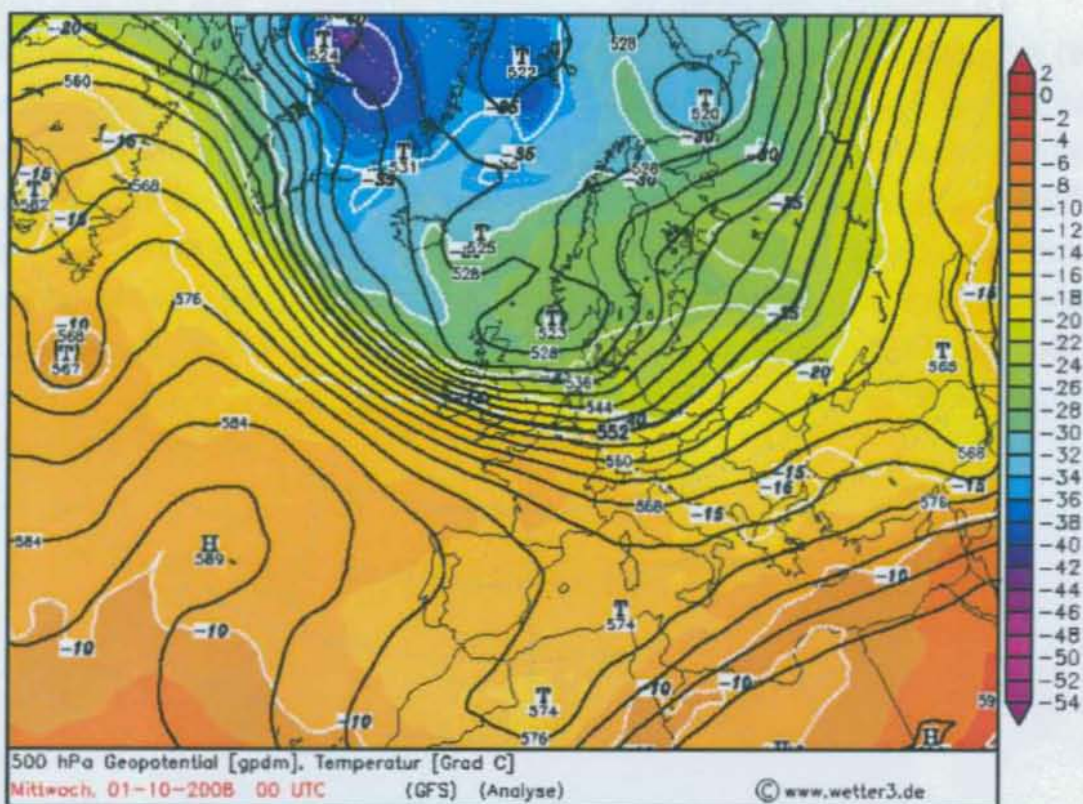
Οι ισοϋψείς στο χάρτη της ισοβαρικής επιφάνειας των 500 hPa (εικ. 69) παραμένουν περίπου οριζόντιες και παράλληλες μεταξύ τους πάνω από τον ελληνικό χώρο, τόσο για τις 00 UTC αλλά και για όλη την υπόλοιπη μέρα. Δεν διακρίνονται αυλώνες χαμηλής πίεσης. Στο χάρτη των 850 hPa στις 00 UTC (εικ. 70) και στις 06 UTC (εικ. 71) παρατηρείται η μεταφορά θερμότερων αερίων μαζών από τα νότια, που ευνοούν τη δυναμική αστάθεια και την εκδήλωση βροχόπτωσης στην περιοχή.



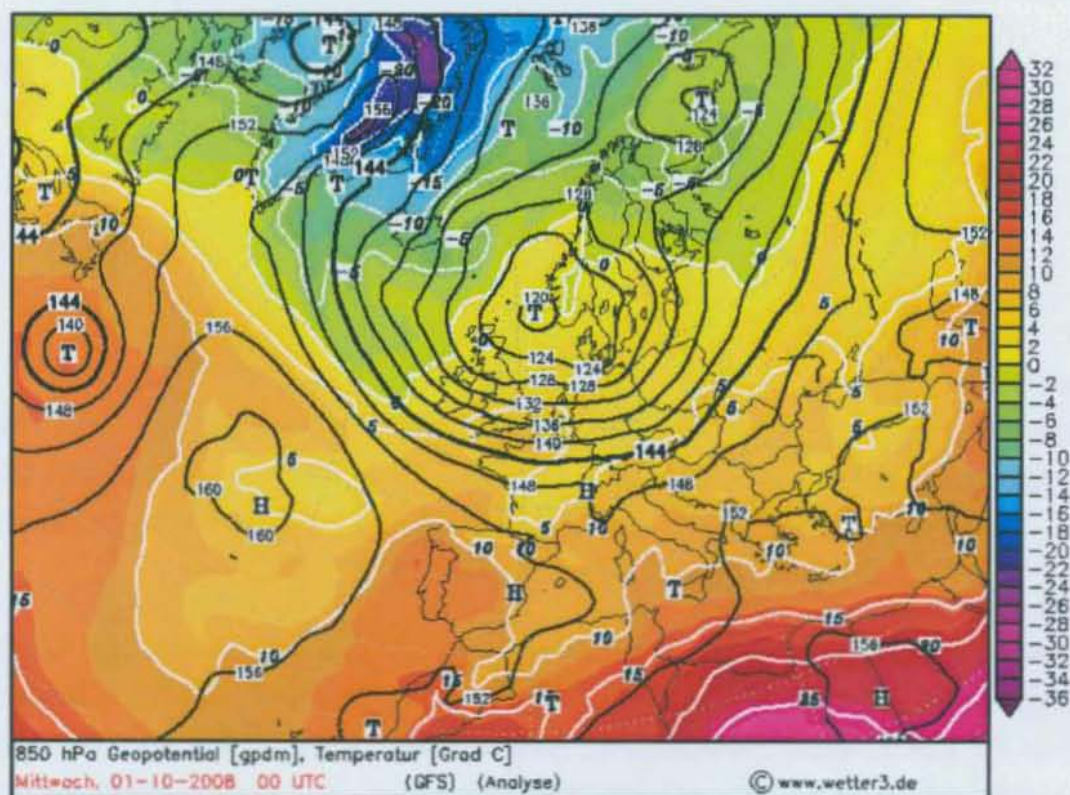
Εικόνα 67 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 1/10/08, 00 UTC



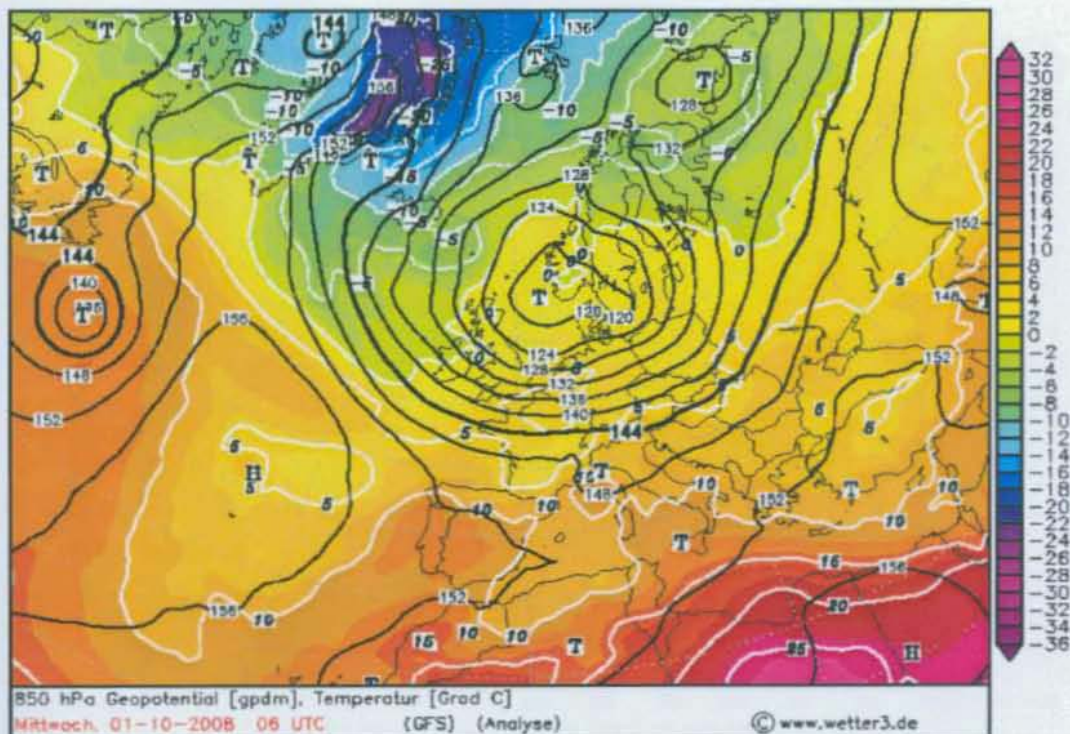
Εικόνα 68 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 1/10/2008 00-06 UTC από TOVAS



Εικόνα 69 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 1/10/08, 00 UTC

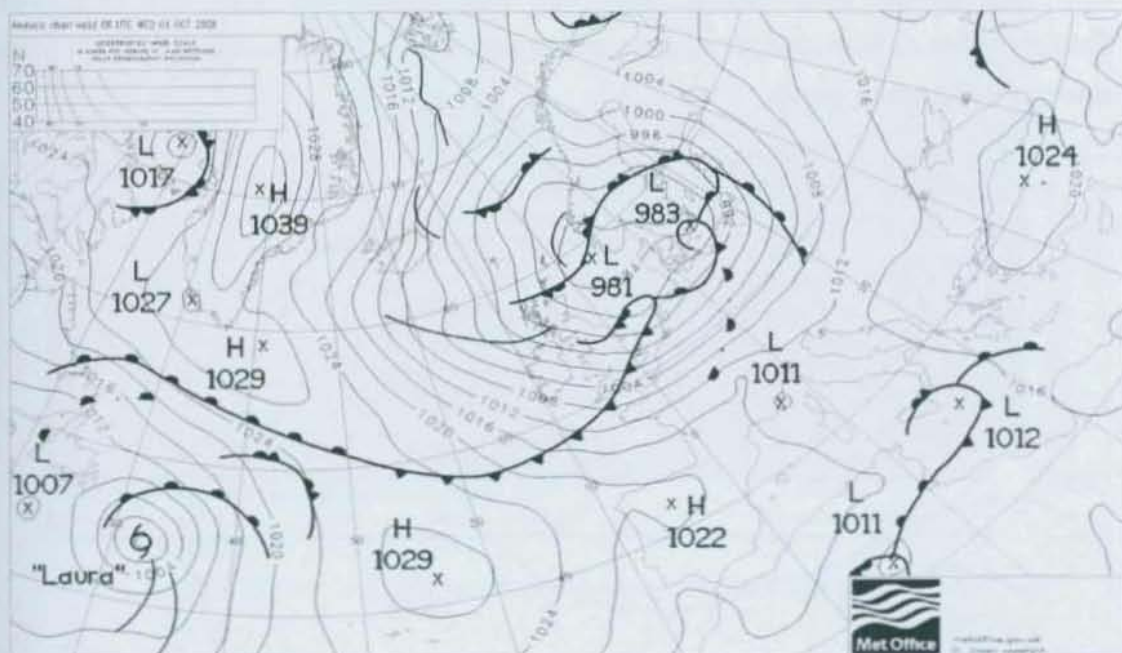


Εικόνα 70 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 1/10/08, 00 UTC



Εικόνα 71 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 1/10/08, 06 UTC

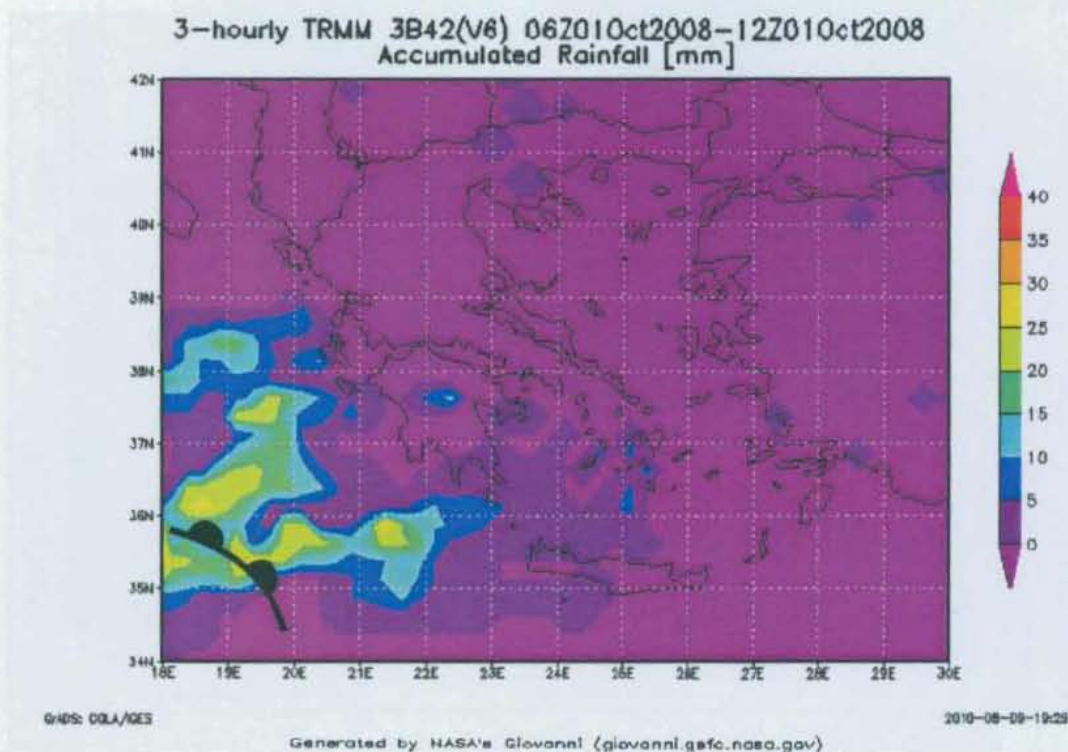
Στις 06 UTC (εικ. 72) το θερμό μέτωπο δυτικά της Ελλάδας έχει ενωθεί με ένα ψυχρό μέτωπο σε ένα συνεσφισμένο μέτωπο και το σύστημα μετακινείται με τον άνεμο προς τα ανατολικά. Οι βροχές που καταγράφηκαν στο επόμενο εξάωρο δεν ξεπερνούν σε ύψος τα 25 mm (εικ. 73).



<http://www.wetter3.de/fax>

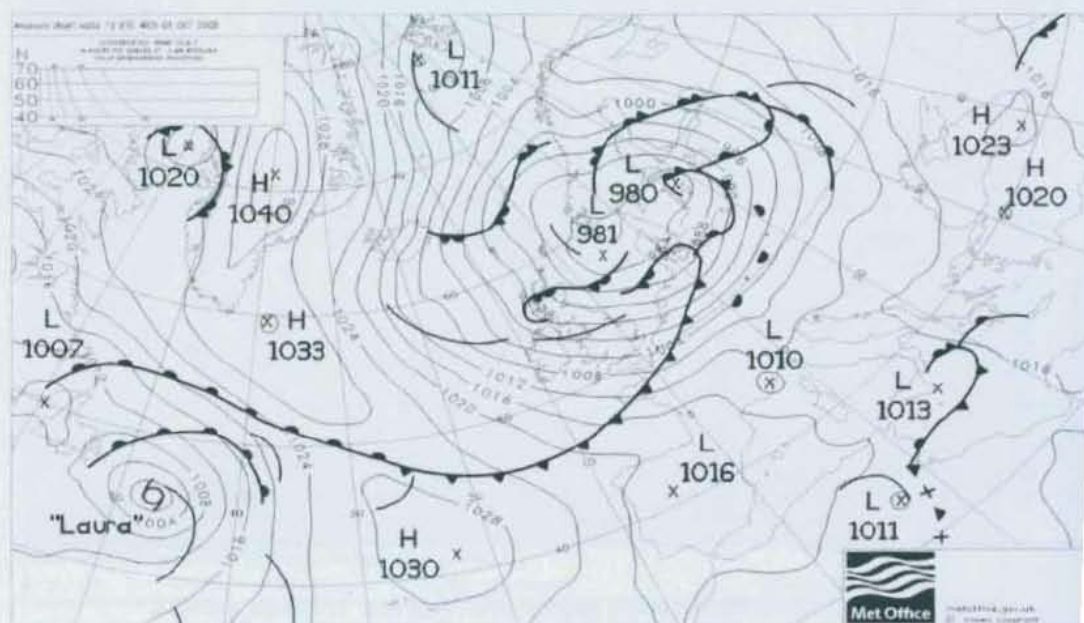
01-10-08 06 UTC + 00

Εικόνα 12 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 1/10/08, 06 UTC



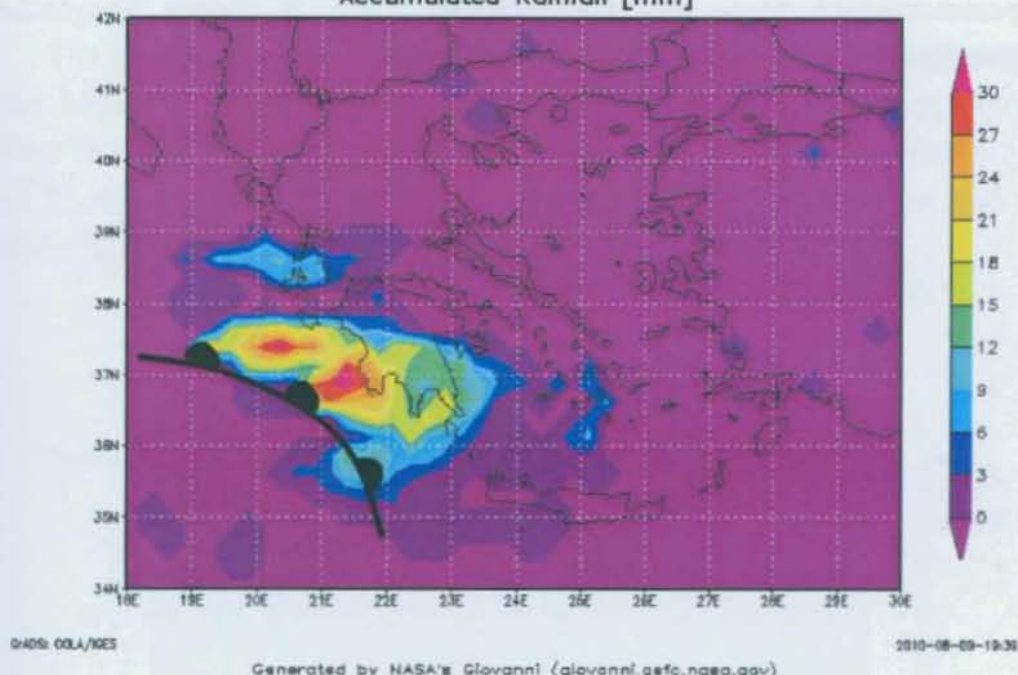
Εικόνα 73 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 1/10/2008 06-12 UTC από ΤΟΥΑΣ

Στις 12 UTC, όπως φαίνεται κι από το μετεωρολογικό χάρτη επιφάνειας (εικ. 74), το θερμό μέτωπο έχει έρθει πάνω από την Πελοπόννησο και εκτείνεται προς τα βορρά. Είναι χαρακτηριστικό ότι παρατηρείται και η εντονότερη βροχόπτωση με ύψος πάνω από 30 mm στο δυτικό άκρο αυτής (εικ. 75). Στο χάρτη των 850 hPa (εικ. 76) διακρίνονται οι θερμότερες αέριες μάζες και η μεταφορά αυτών από τα νότια προς τον ελληνικό χώρο.

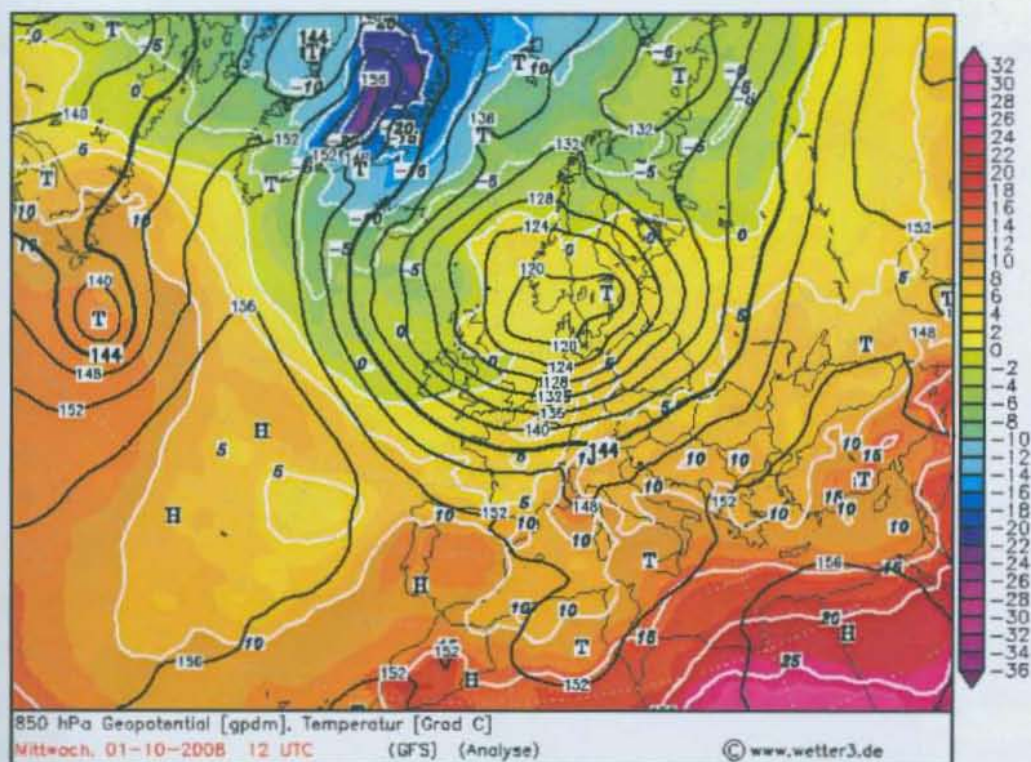


Εικόνα 74 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 1/10/08, 12 UTC

3-hourly TRMM 3B42(V6) 12Z01Oct2008-18Z01Oct2008
Accumulated Rainfall [mm]



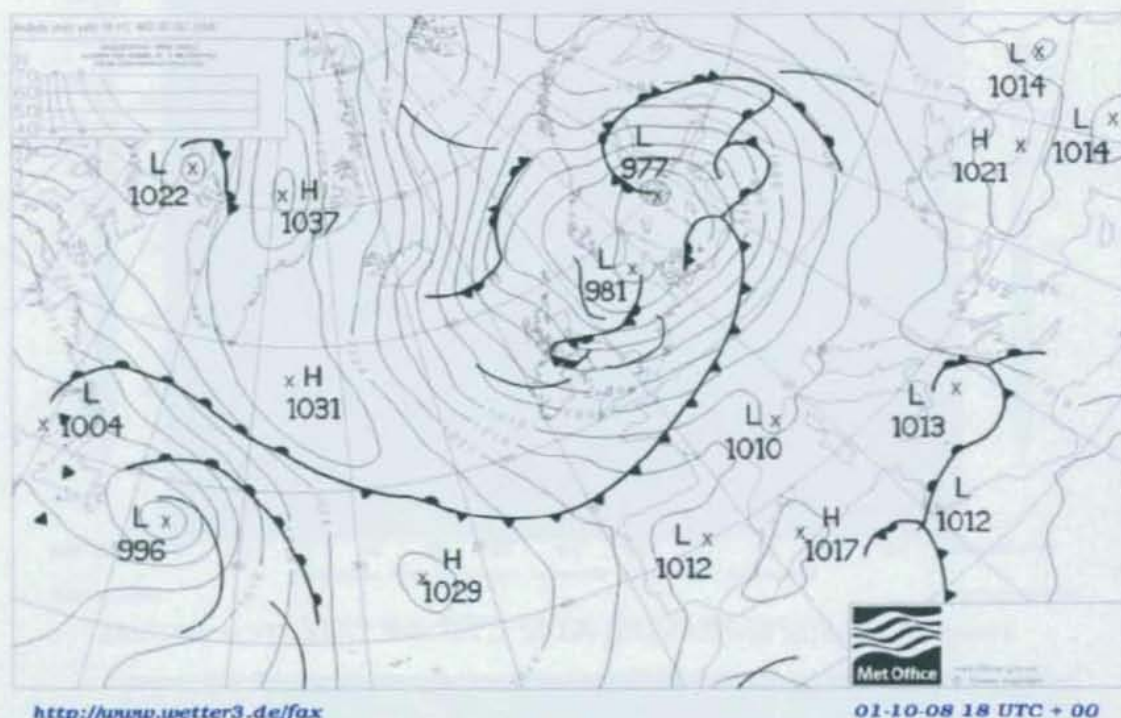
Εικόνα 75 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 1/10/2008 12-18 UTC από ΤΟΝΑΣ



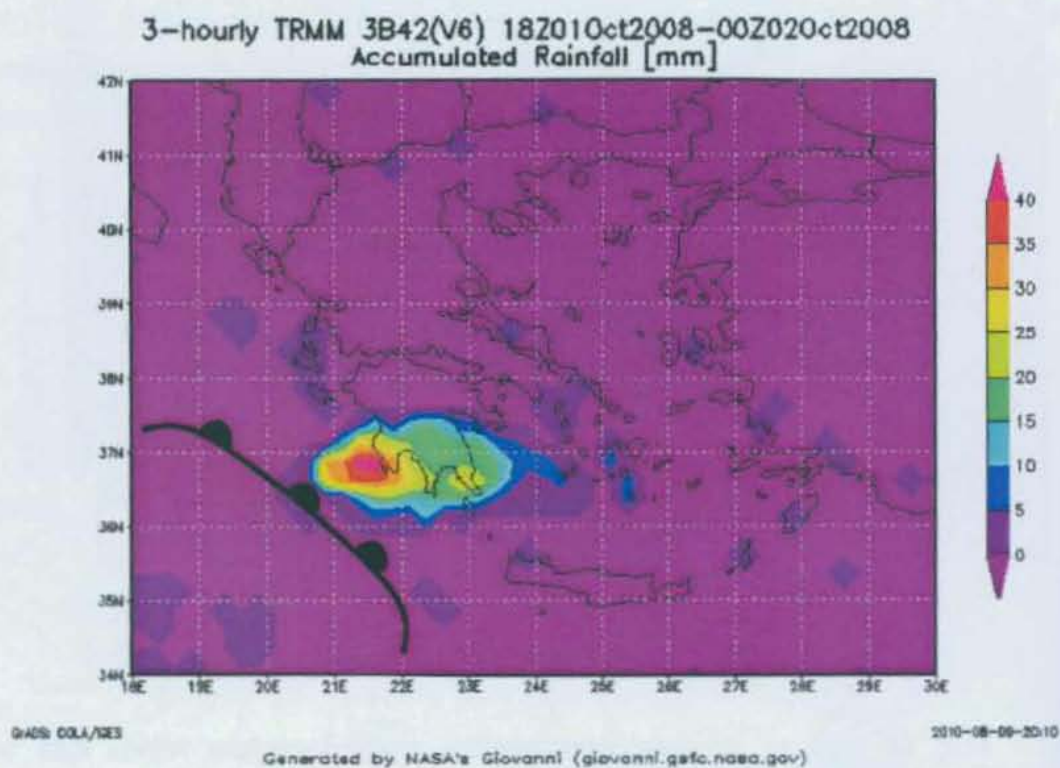
Εικόνα 76 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 1/10/08, 12 UTC

Στις 18 UTC το μέτωπο μετακινείται ανατολικότερα πάνω από την Πελοπόννησο (εικ. 77) και αργότερα θα μετακινηθεί προς τα

βορειοανατολικά πάνω από τον ελληνικό χώρο. Ο χάρτης βροχόπτωσης δείχνει βροχόπτωση ύψους μέχρι και 40 mm στο Ν. Ιόνιο (εικ. 78).



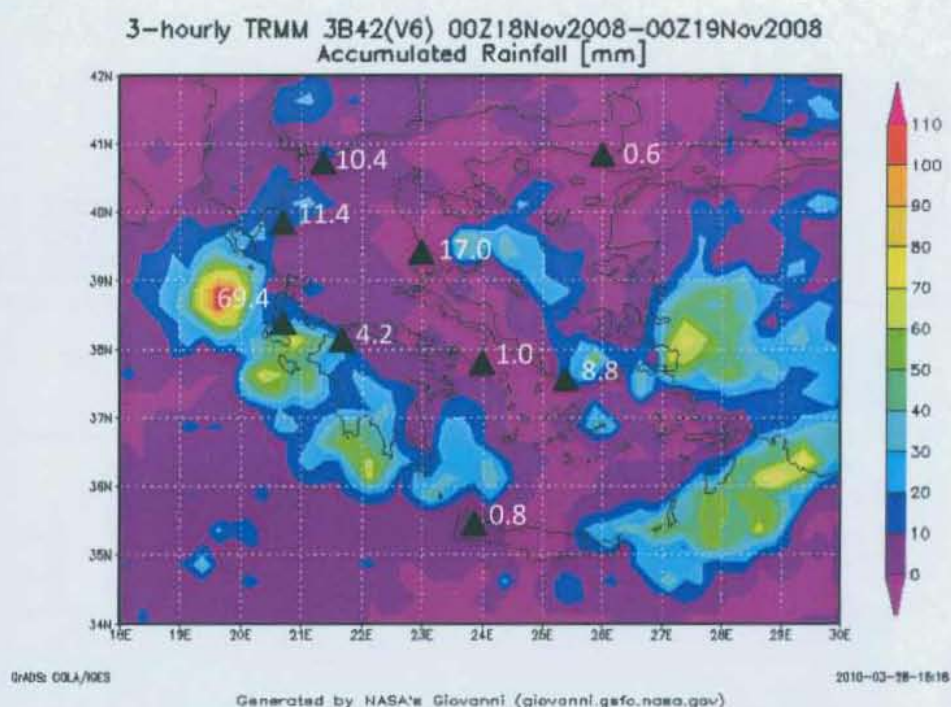
Εικόνα 77 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 1/10/08, 18 UTC



Εικόνα 78 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 1/10/2008 18-00 UTC από ΤΟΥΑΣ

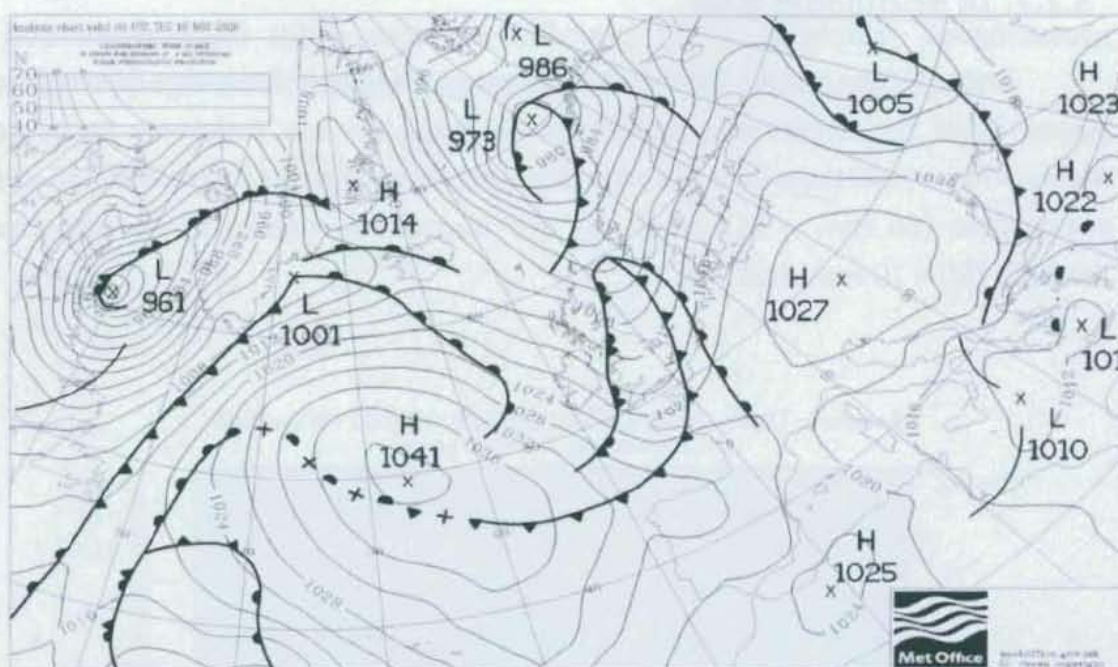
3.2.2. 18 Νοεμβρίου 2008

Την εν λόγω ημέρα, έντονη βροχόπτωση παρατηρήθηκε στα δυτικά της χώρας λόγω της παρουσίας βαρομετρικών χαμηλών και αυλώνων χαμηλής πίεσης. Τα μεγαλύτερα ύψη βροχόπτωσης παρατηρήθηκαν στο ανατολικό και νότιο Ιόνιο (60 mm – 110 mm) και στο ανατολικό Αιγαίο, πάνω από την Τουρκία (60 – 70 mm) (εικ. 79).



Εικόνα 79 - Χάρτης 24ωρης βροχόπτωσης για τις 18/11/2008 από TOVAS

Στις πρώτες έξι ώρες της ημέρας, η βροχόπτωση πάνω από τον ελληνικό χώρο δεν ήταν αξιόλογα έντονη, με τα μεγαλύτερα ύψη να παρατηρούνται στα ανατολικά της Ελλάδας (εικ. 81). Κοντά στην περιοχή της Κρήτης παρατηρείται η παρουσία βαρομετρικού χαμηλού στο χάρτη επιφάνειας (εικ. 80) που προκαλεί τοπικές βροχοπτώσεις ύψους 45mm. Θερμό μέτωπο φαίνεται να σχηματίζεται πάνω από την περιοχή του Αιγαίου.

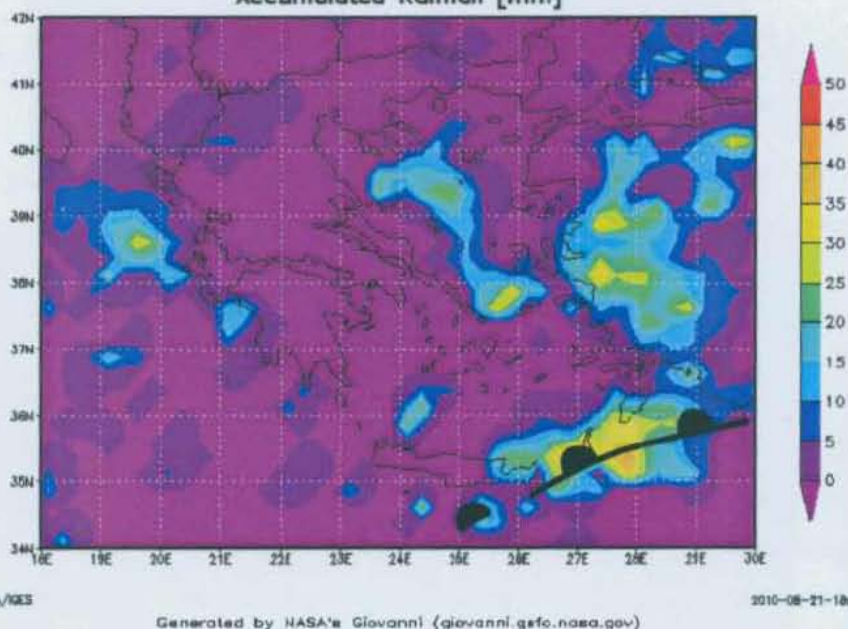


<http://www.wetter3.de/fax>

18-11-08 00 UTC +

Εικόνα 80 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 18/11/08, 00 UTC

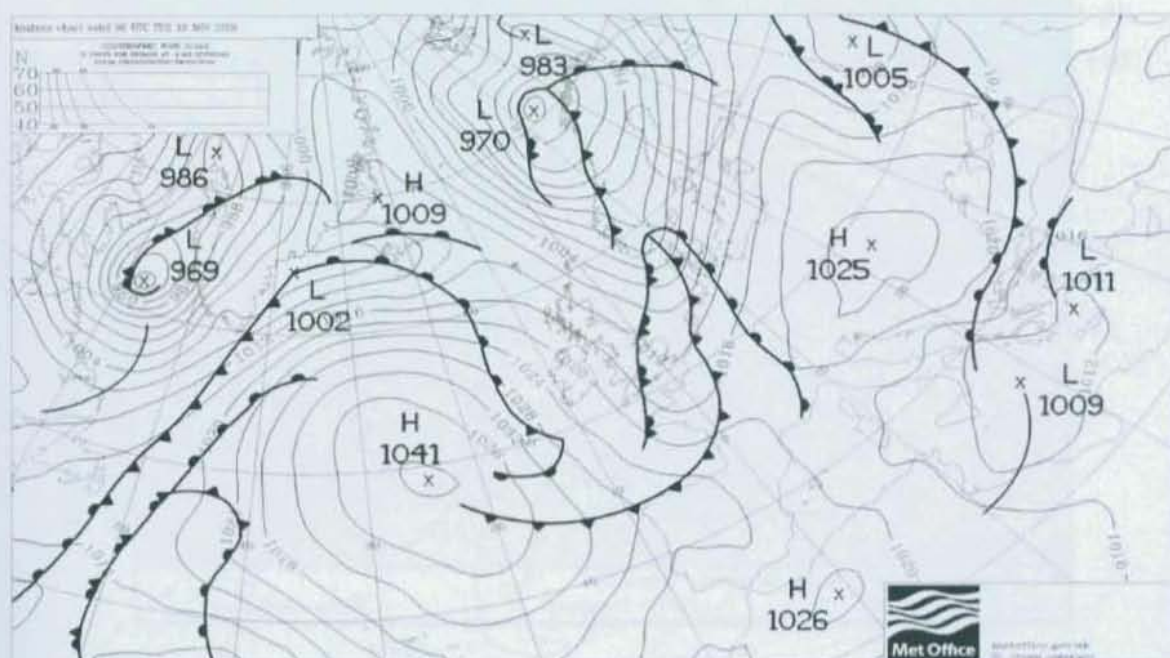
3-hourly TRMM 3B42(V6) 00Z18Nov2008-06Z18Nov2008
Accumulated Rainfall [mm]



Εικόνα 81 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 18/11/2008 00-06 UTC από ΤΟΝΑS

Από τις 06 UTC και έπειτα, οι βροχοπτώσεις στη δυτική Ελλάδα και ειδικά στην περιοχή του νοτίου Ιονίου έγιναν εντονότερες (ύψη ως και 40mm, εικ. 83), λόγω προσέγγισης ενός βαρομετρικού χαμηλού προς τη δυτική Ελλάδα (εικ. 82). Στο χάρτη των 850 hPa (εικ. 84) είναι φανερή παρουσία του βαρομετρικού χαμηλού δυτικά της Ελλάδας στην ίδια θέση με αυτή του μετεωρολογικού χάρτη επιφάνειας. Στο χάρτη των 500 hPa (εικ. 85)

διακρίνεται ένας αυλώνας χαμηλής πίεσης που εντείνει τα βροχομετρικά φαινόμενα. Ταυτόχρονα, το βαρομετρικό χαμηλό στην περιοχή της Κρήτης συνέχισε να προκαλεί βροχοπτώσεις ύψους 50mm.

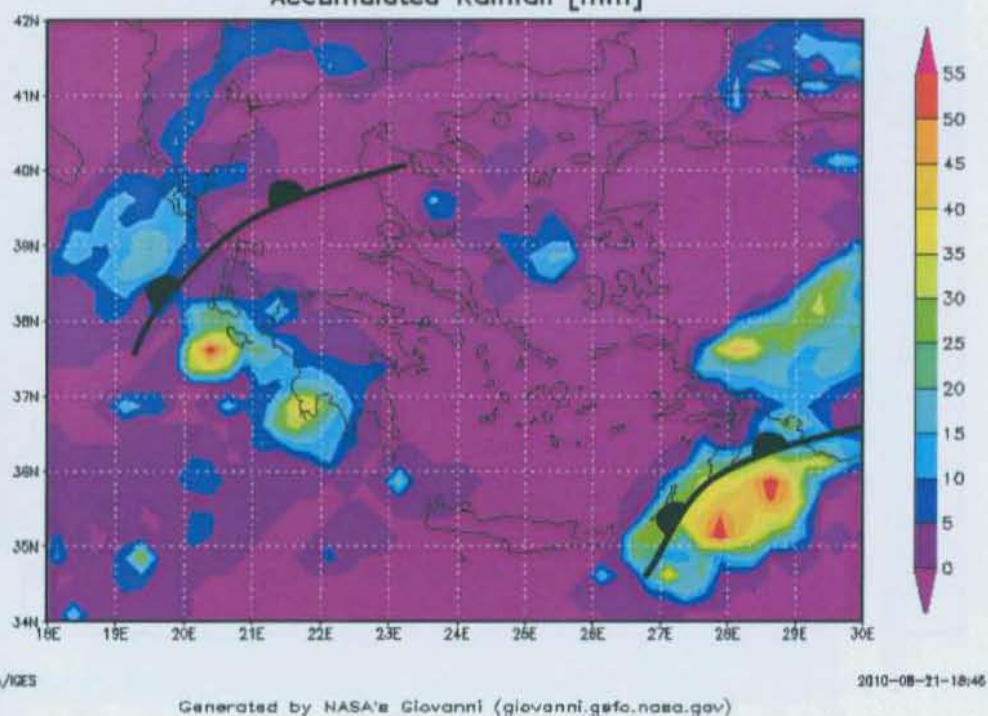


<http://www.wetter3.delfax>

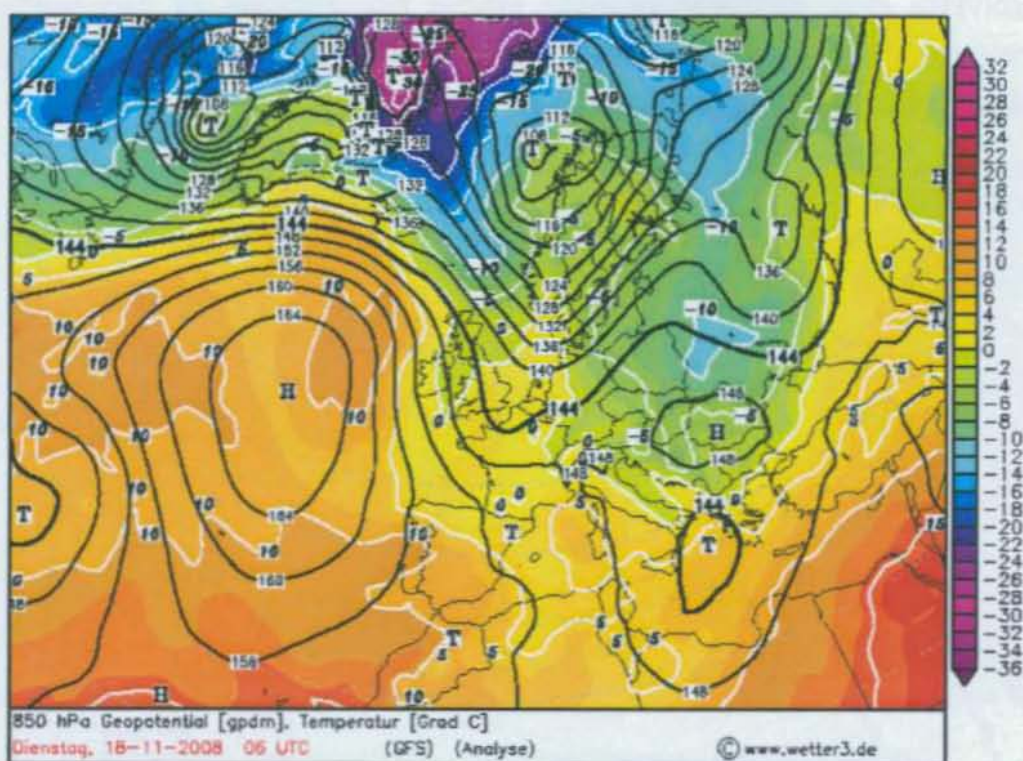
18-11-08 06 UTC + 00

Εικόνα 82 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 18/11/08, 06 UTC

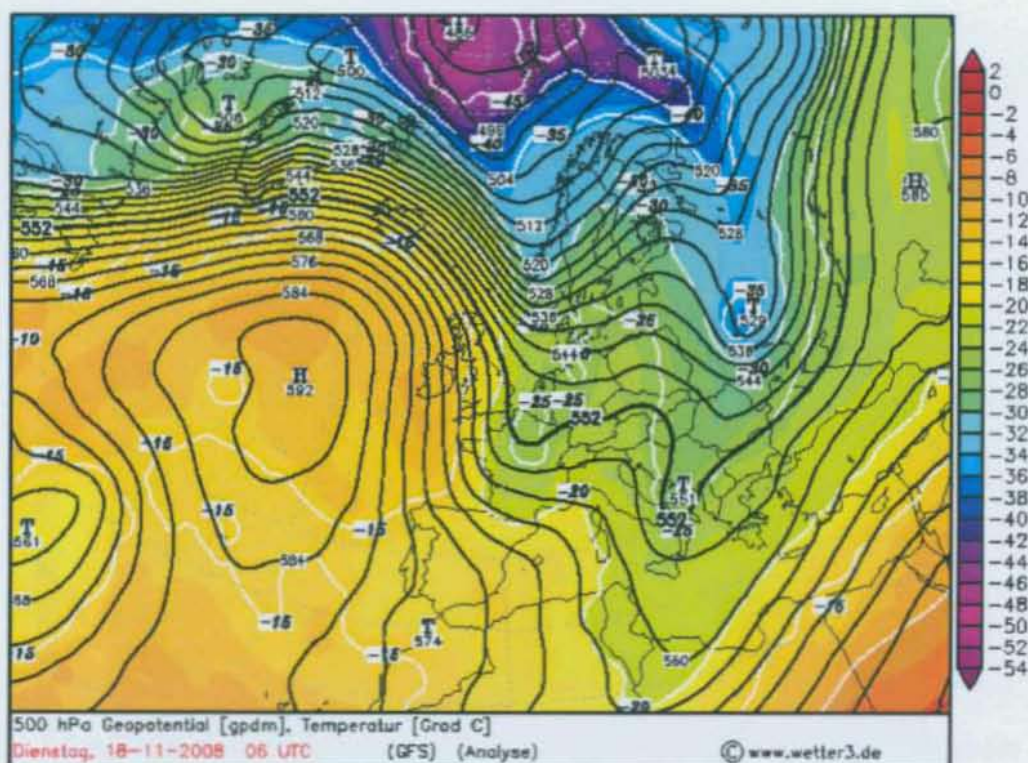
3-hourly TRMM 3B42(V6) 06Z18Nov2008-12Z18Nov2008
Accumulated Rainfall [mm]



Εικόνα 83 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 18/11/2008 06-12 UTC από TOVAS



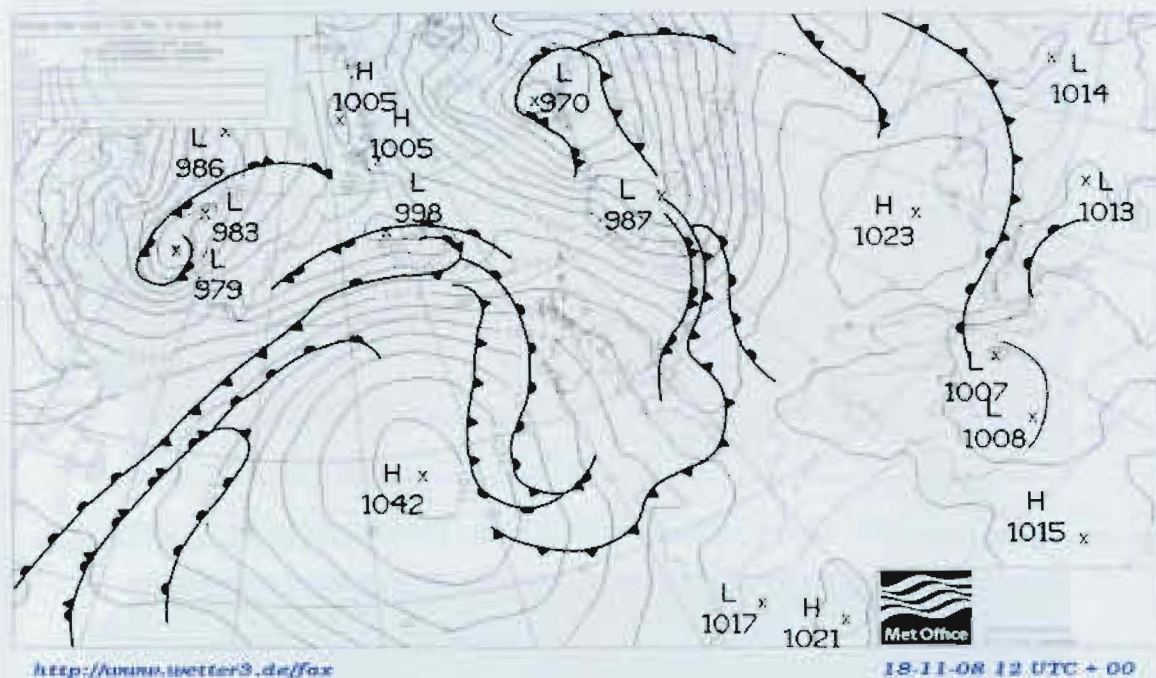
Εικόνα 84 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 18/11/08, 06 UTC



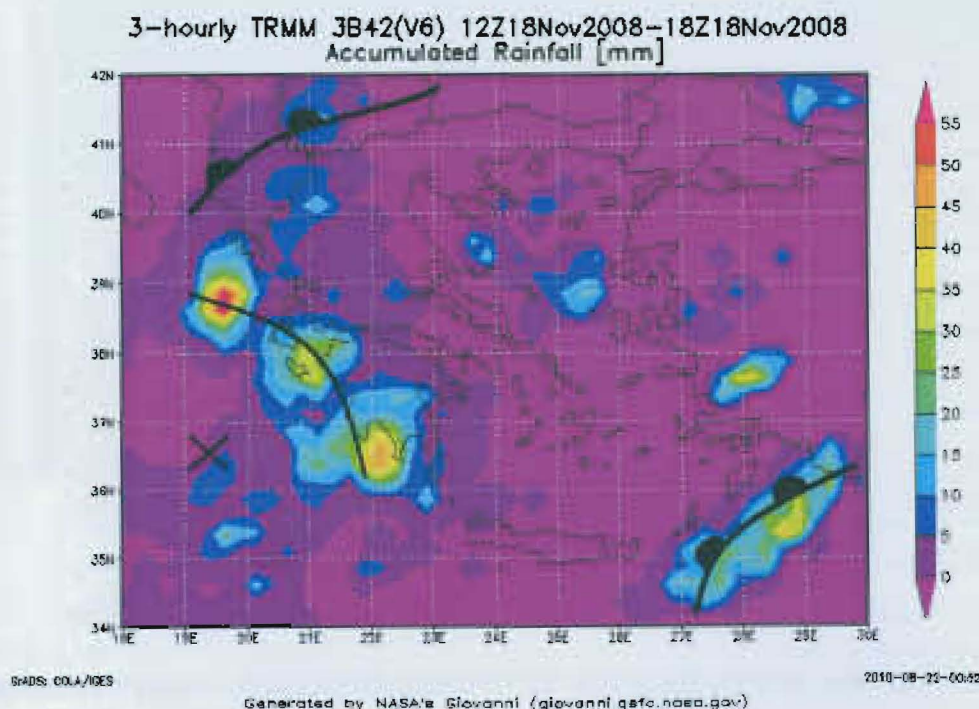
Εικόνα 85 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 18/11/08, 06 UTC

Η συγκέντρωση δύο γειτονικών βαρομετρικών χαμηλών και ενός αυλώνα χαμηλής πίεσης πάνω από το Ιόνιο (εικ. 86) προκαλούν έντονες βροχοπτώσεις στην περιοχή για το υπόλοιπο της μέρας με ύψη, που το

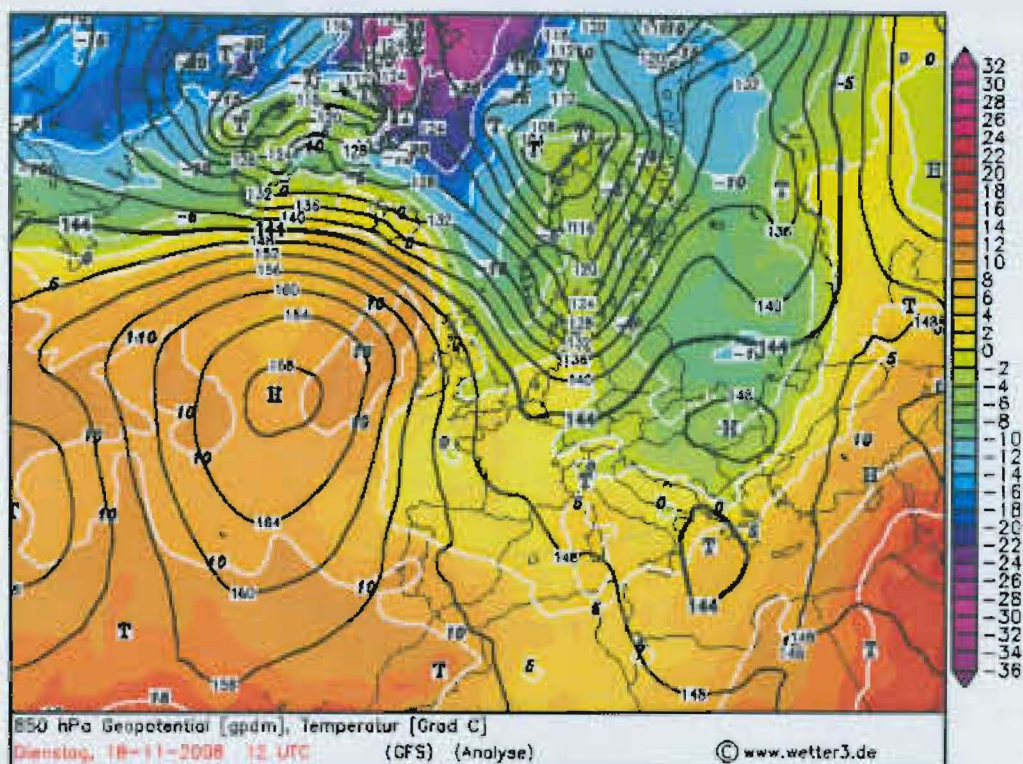
δορυφορικό προϊόν του TOVAS υπολογίζει στα 55 mm (εικ. 87). Η απομάκρυνση του χαμηλού από την περιοχή της Κρήτης οδηγεί σε ελαττωμένη βροχόπτωση σε σχέση με πριν. Στους ισοβαρείς χάρτες των 500hPa (εικ. 89) και 800hPa (εικ. 88) η κατάσταση παραμένει παρόμοια με πριν, με τους αυλώνες χαμηλής πίεσης να μένουν σταθεροί στη θέση τους για το υπόλοιπο της μέρας.



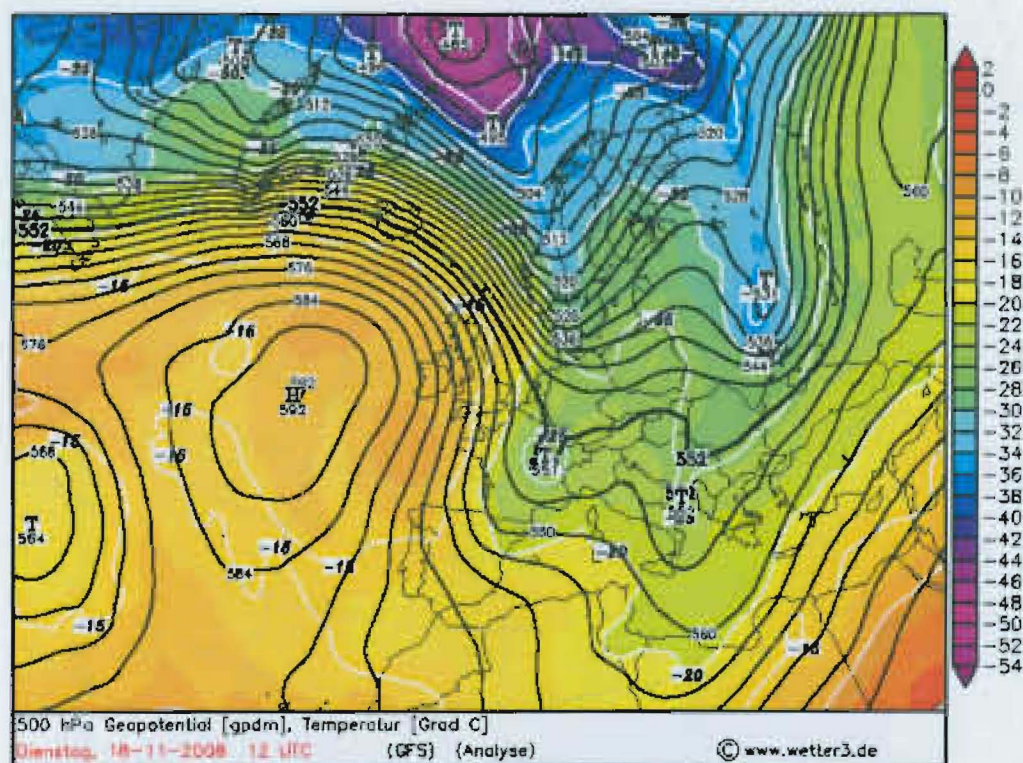
Εικόνα 86 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 18/11/08, 12 UTC



Εικόνα 87 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 18/11/2008 12-18 UTC από TOVAS



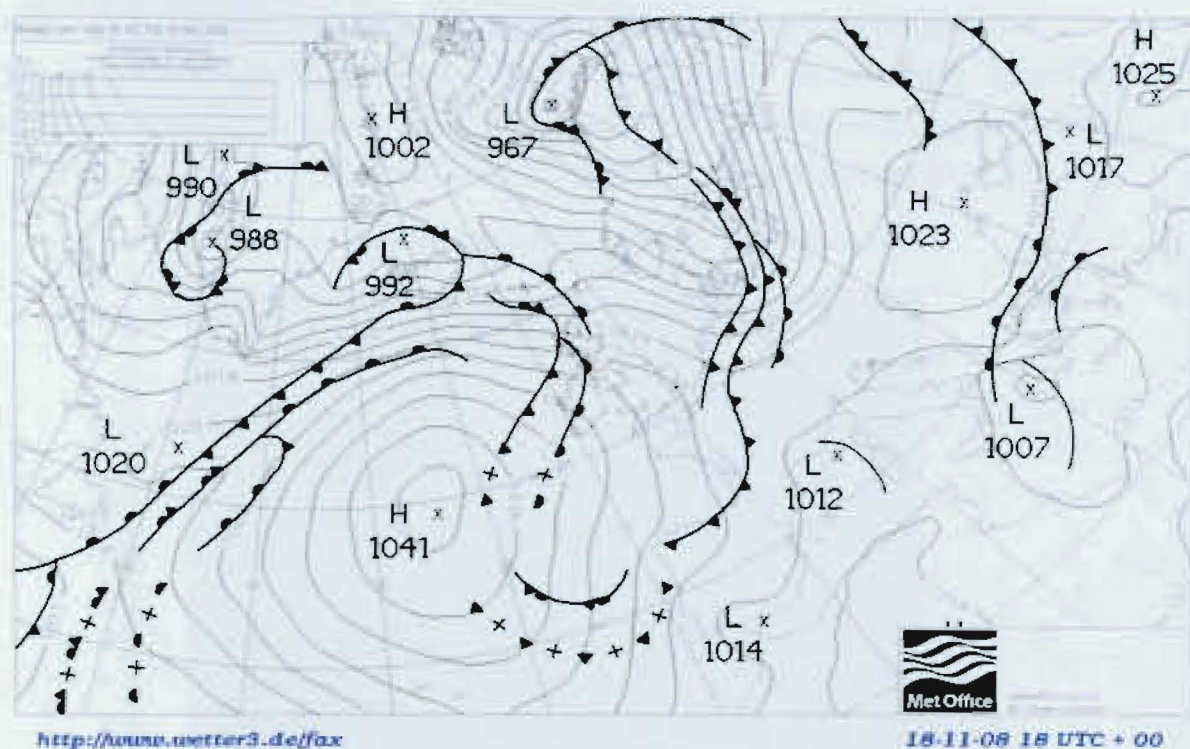
Εικόνα 88 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 18/11/08, 12 UTC



Εικόνα 89 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 18/11/08, 12 UTC

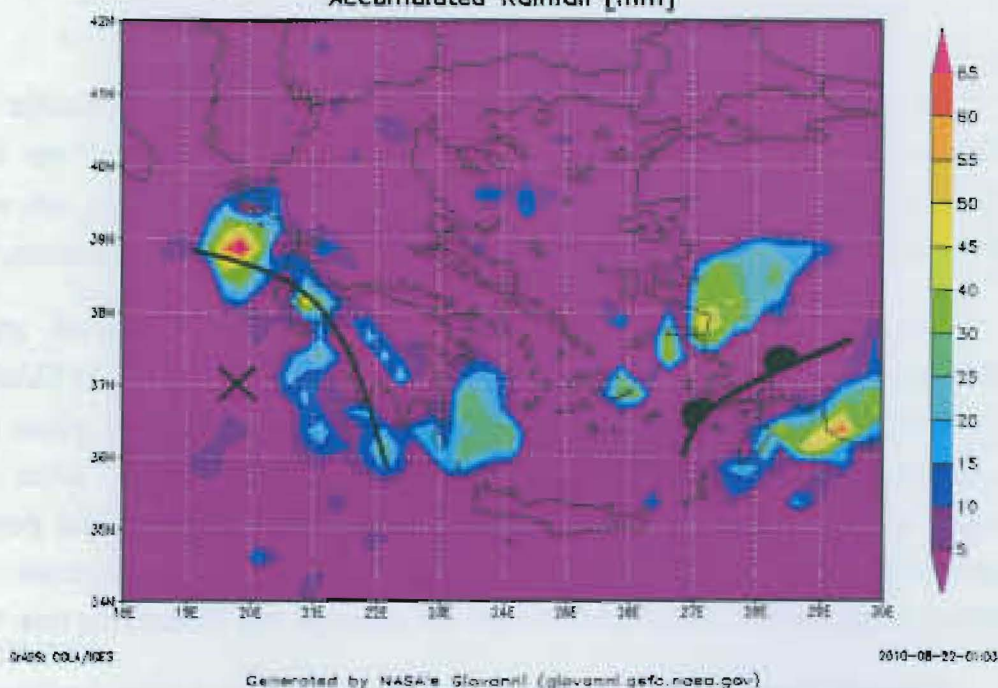
Η εικόνα στους χάρτες των 18 UTC και για μέχρι τις αρχές της επόμενης μέρας δεν έχει αλλάξει και πολύ. Η παρουσία του βαρομετρικού χαμηλού με τον αυλώνα χαμηλής πίεσης πάνω από το Ιόνιο (εικ. 90) προκαλεί και

βροχοπτώσεις στις αντίστοιχες περιοχές (εικ. 91) με μέγιστο παρατηρούμενο ύψος 60 mm.



Εικόνα 90 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας, 18/11/08, 18 UTC

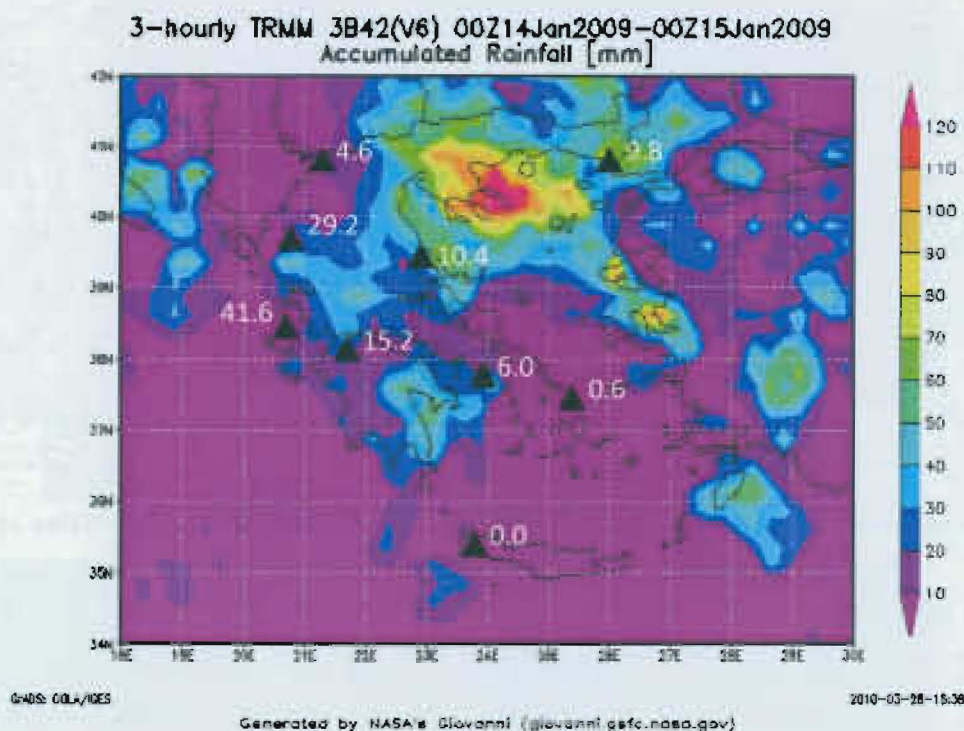
3-hourly TRMM 3B42(V6) 18Z18Nov2008-00Z19Nov2008
Accumulated Rainfall [mm]



Εικόνα 91 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 18/11/2008 18-00 UTC από TOVAS

3.2.3. 14 Ιανουαρίου 2009

Τη συγκεκριμένη ημερομηνία έντονη βροχόπτωση καταγράφηκε στον ελληνικό χώρο με τα μεγαλύτερα ύψη να παρατηρούνται στο χώρο της Μακεδονίας (συνολικά ύψη έως και 120 mm στη Χαλκιδική), του Β. Αιγαίου (50 - 60 mm) και της Στερεάς Ελλάδας (30 mm) (εικ. 92).



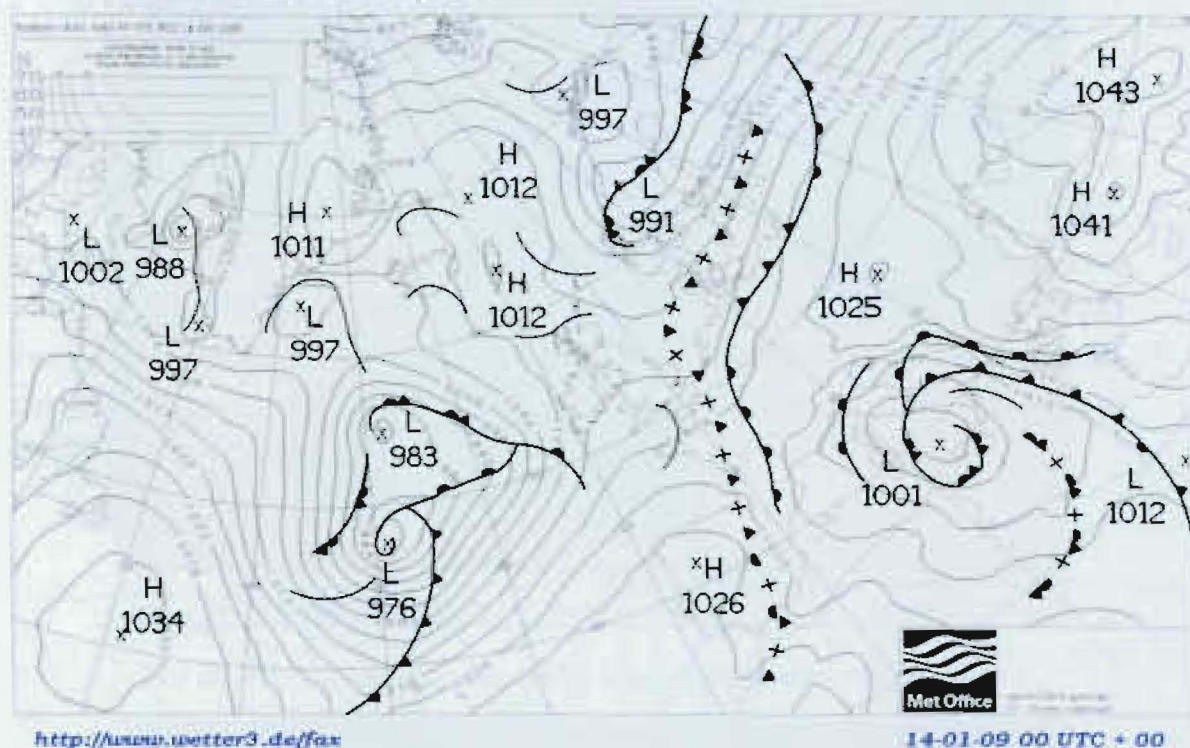
Εικόνα 92 - Χάρτης 24ωρης βροχόπτωσης για τις 14/1/2009 από TOVAS

Το μεγαλύτερο μέρος της βροχόπτωσης καταγράφηκε στα πρώτα δύο εξάωρα της ημέρας και οφείλεται στην παρουσία ενός θερμού και ενός ψυχρού μετώπου που ενώνονταν πάνω από την Ιταλία, καθώς και στην εμφάνιση ενός ψυχρού μετώπου στα ανώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας.

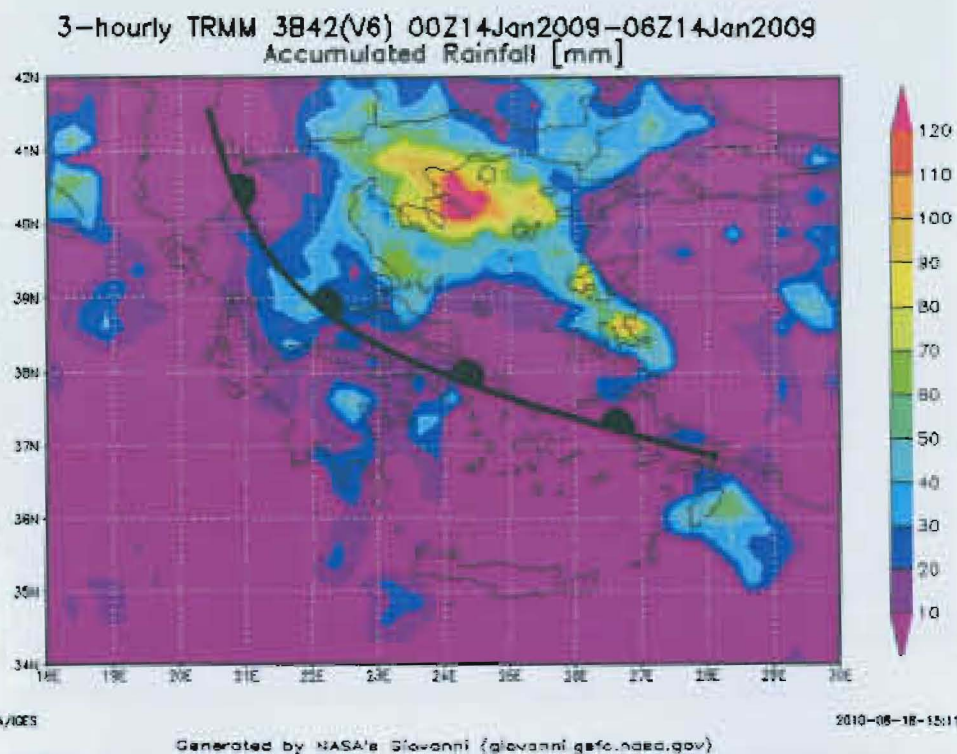
Στις 00 UTC, όπως παρατηρείται και στο μετεωρολογικό χάρτη επιφάνειας (εικ. 93), θερμό μέτωπο κινείται κατά μήκος της δυτικής Ελλάδας και κινείται βορειοανατολικά καθώς αναγκάζεται σε περιστροφή γύρω από βαρομετρικό χαμηλό πάνω από την Ιταλία. Στην πορεία του μέσα στο εξάωρο, περνάει πάνω από την ηπειρωτική Ελλάδα και προκαλεί έντονη βροχόπτωση στη Στερεά Ελλάδα και στη Μακεδονία με υψόμετρα που αγγίζουν μέχρι και τα 120mm, πάνω από την περιοχή της Χαλκιδικής (εικ. 94).

Στον αντίστοιχο χάρτη των 500 hPa (εικ. 95) είναι εμφανής η παρουσία αυλών χαμηλών πιέσεων που αντιπροσωπεύει το βαρομετρικό χαμηλό που δημιουργεί το συνεσφικμένο μέτωπο πάνω από την Ιταλία. Οι συνθήκες

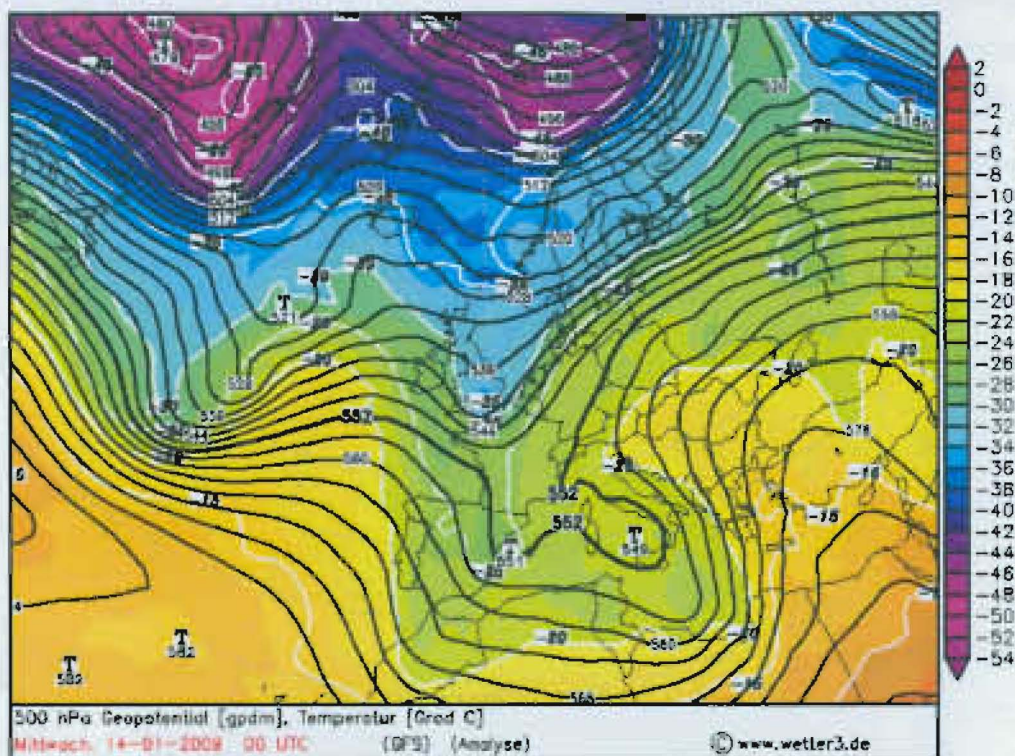
αστάθειας που δημιουργούνται στα δεξιά του αυλώνα ενισχύονται ακόμα περισσότερο από τη θερμή μεταφορά αερίων μαζών, όπως αυτή φαίνεται στο χάρτη των 850 hPa (εικ. 96).



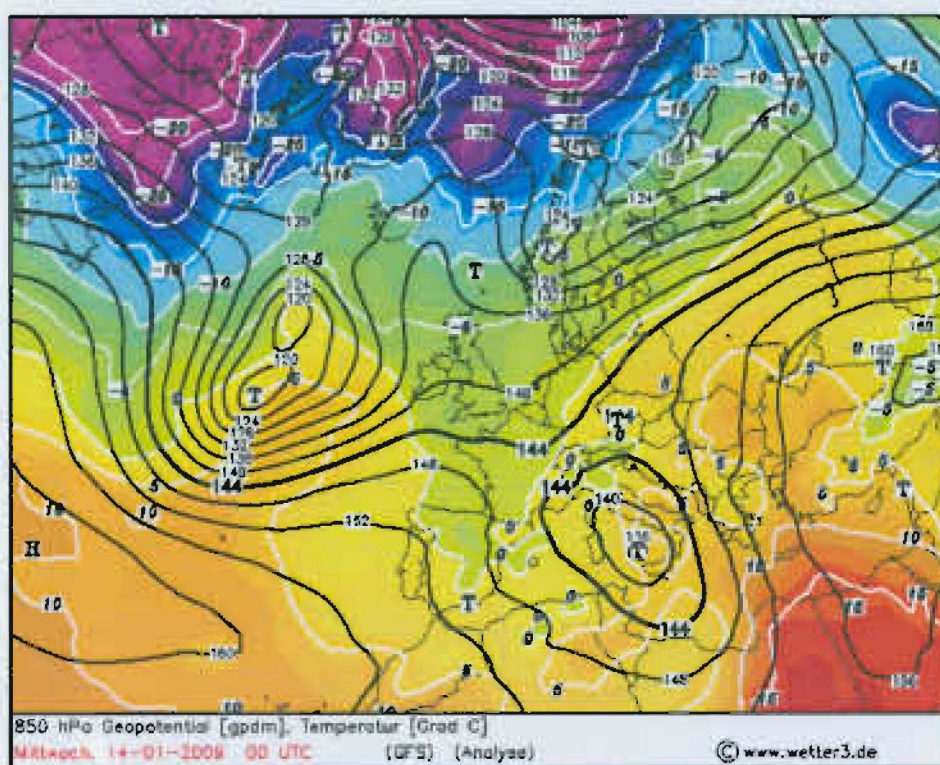
Εικόνα 93 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας, 14/1/09, 00 UTC



Εικόνα 94 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 14/1/2009 00-06 UTC από TOVAS



Εικόνα 95 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 14/1/09, 00 UTC

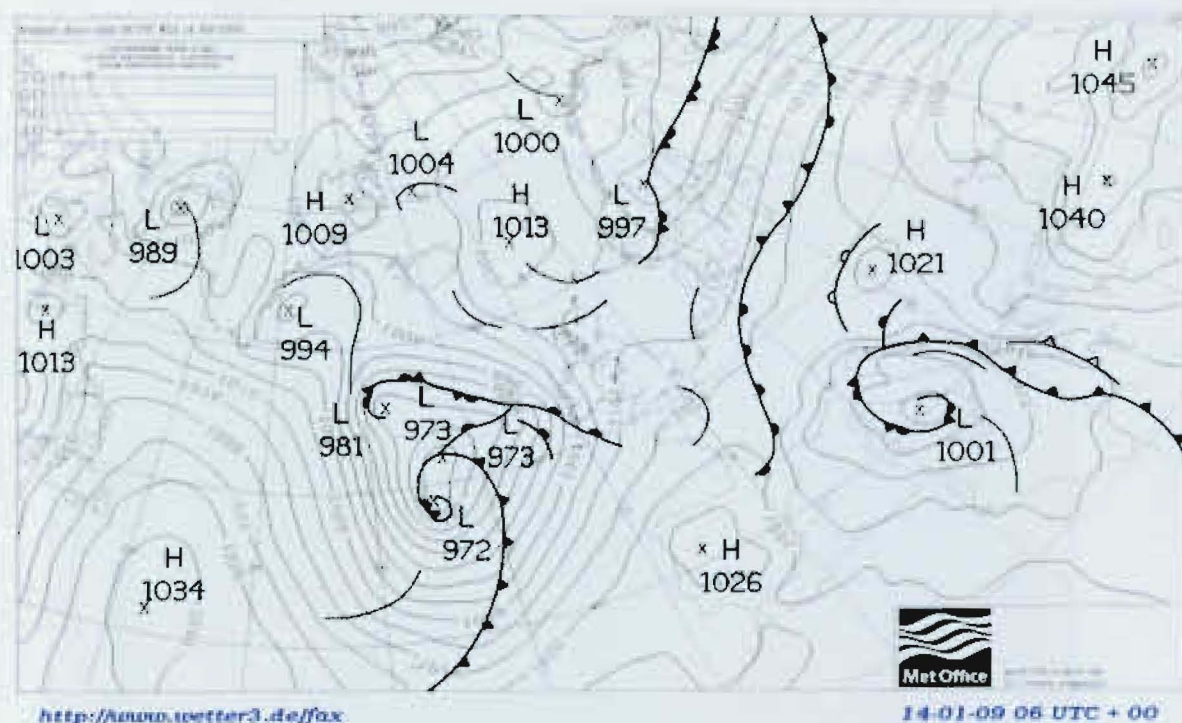


Εικόνα 96 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 14/1/09, 00 UTC

Στο δεύτερο εξάωρο 06 - 12 UTC η περιστροφή του μετώπου έχει συνεχιστεί και το θερμό μέτωπο πλέον βρίσκεται πάνω από τη βόρεια Ελλάδα, αλλά στο χάρτη επιφάνειας (εικ. 96, 102) διακρίνεται και ο

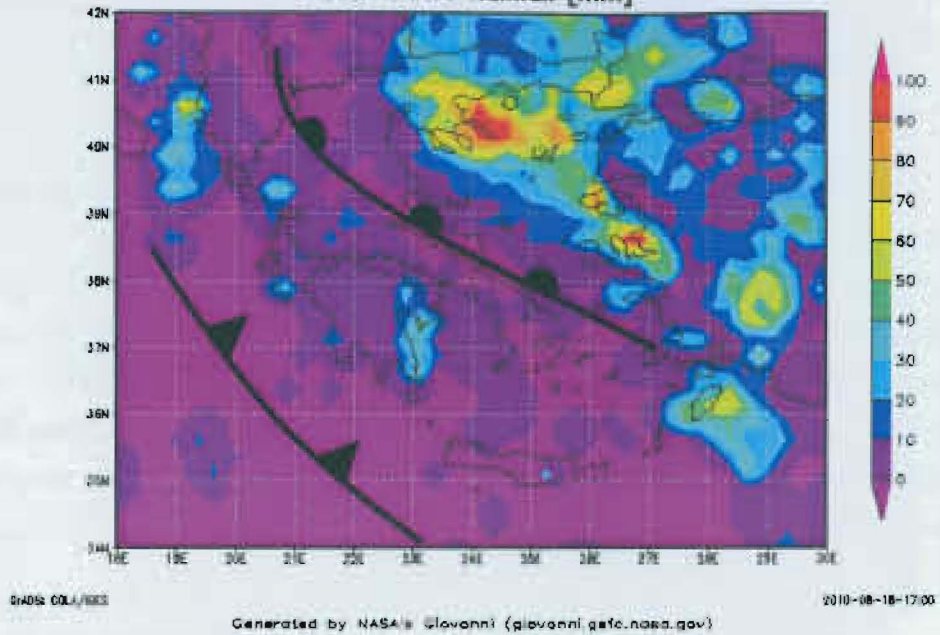
σχηματισμός ενός ανώτερου ψυχρού μετώπου που μπορεί να μην έχει απευθείας επίδραση στον καιρό και τα συστήματα πίεσης της επιφάνειας, αλλά φανερώνει αστάθεια των αερίων μαζών στην ανώτερη ατμόσφαιρα.

Αποτέλεσμα είναι η εκδήλωση έντονης βροχόπτωσης σε παρόμοιες περιοχές και ύψη με αυτή του προηγούμενου εξαώρου (εικ. 97). Στο χάρτη των 500 hPa για τις 06 UTC (εικ. 98) συνεχίζεται να παρατηρείται η παρουσία του αυλώνα δυτικά της Ελλάδας, ενώ από τις 12 UTC (εικ. 99) παρατηρείται η μεταφορά του αυλώνα μακριά από την Ελλάδα. Στο χάρτη των 850 hPa (06 και 12 UTC - εικ. 100, 101) μπορεί κανείς να παρατηρήσει την έντονη θερμική μεταφορά που συμβαίνει δεξιά του αυλώνα, που όμως στο χάρτη των 12 UTC γίνεται ασθενέστερη.

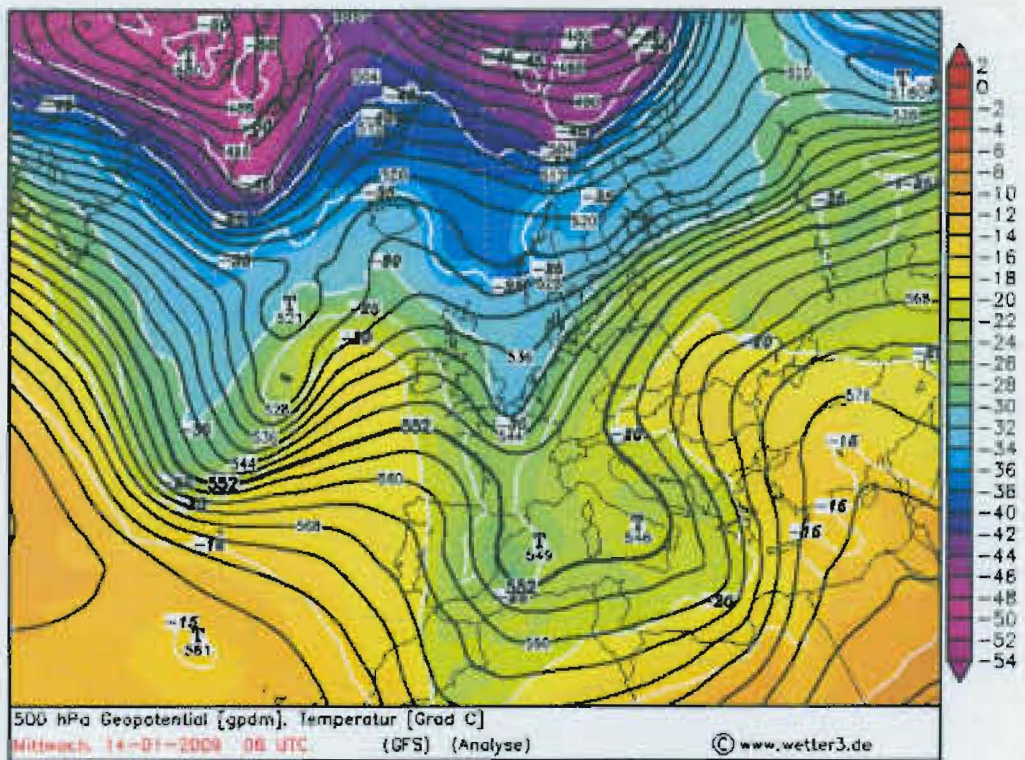


Εικόνα 96 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 14/1/09, 06 UTC

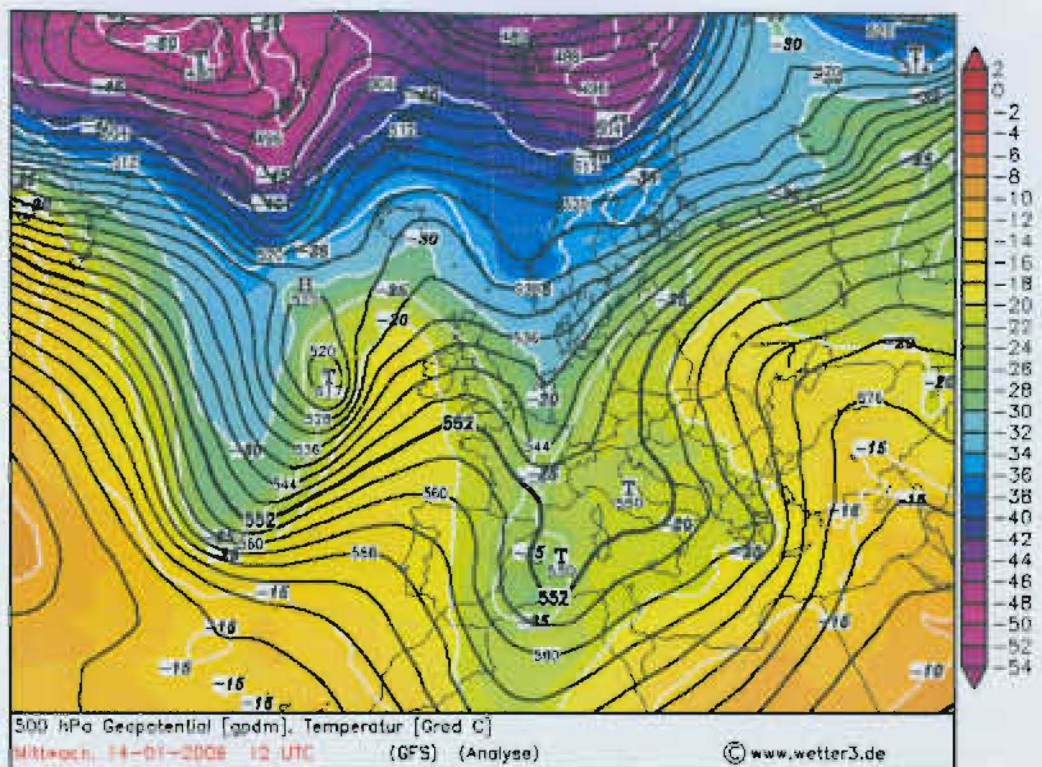
3-hourly TRMM 3B42(V6) 06Z14Jan2009-12Z14Jan2009
Accumulated Rainfall [mm]



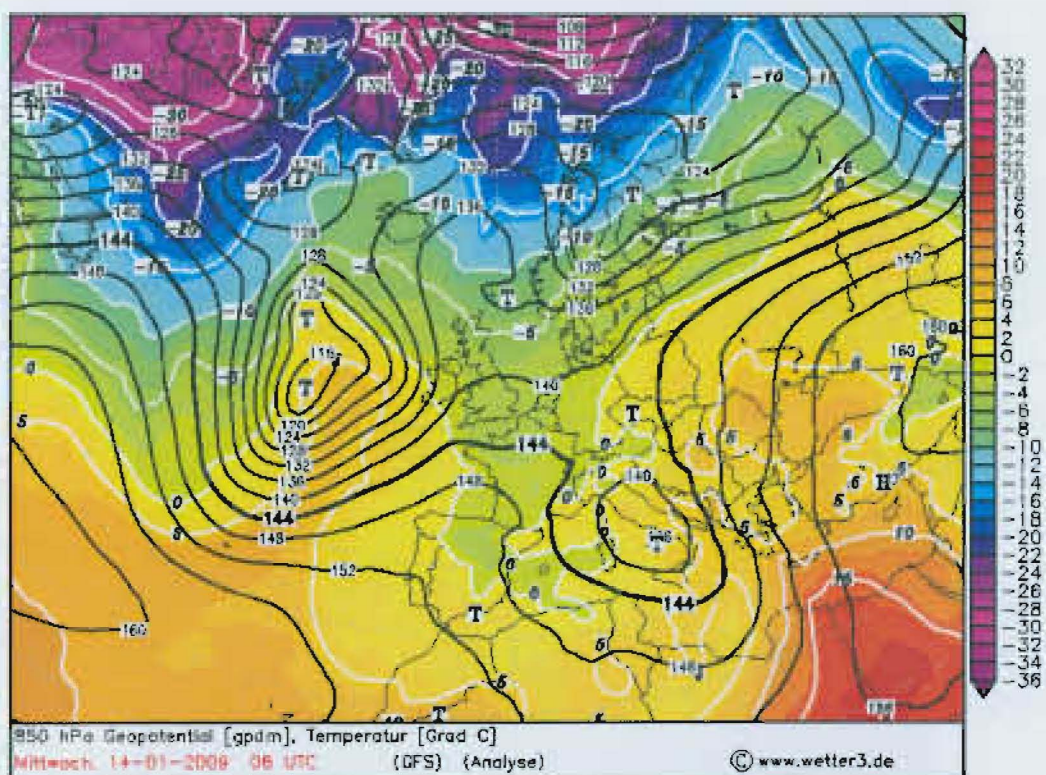
Εικόνα 97 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 14/1/2009 06-12 UTC από TOVAS



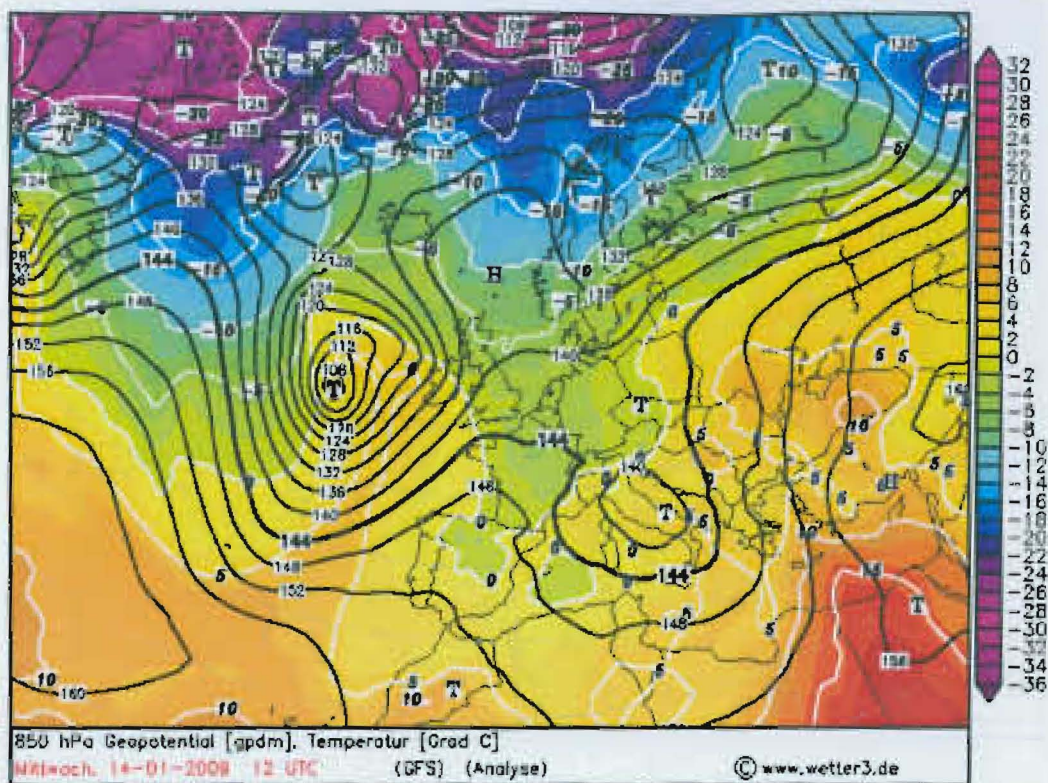
Εικόνα 98 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa, 14/1/09, 06 UTC



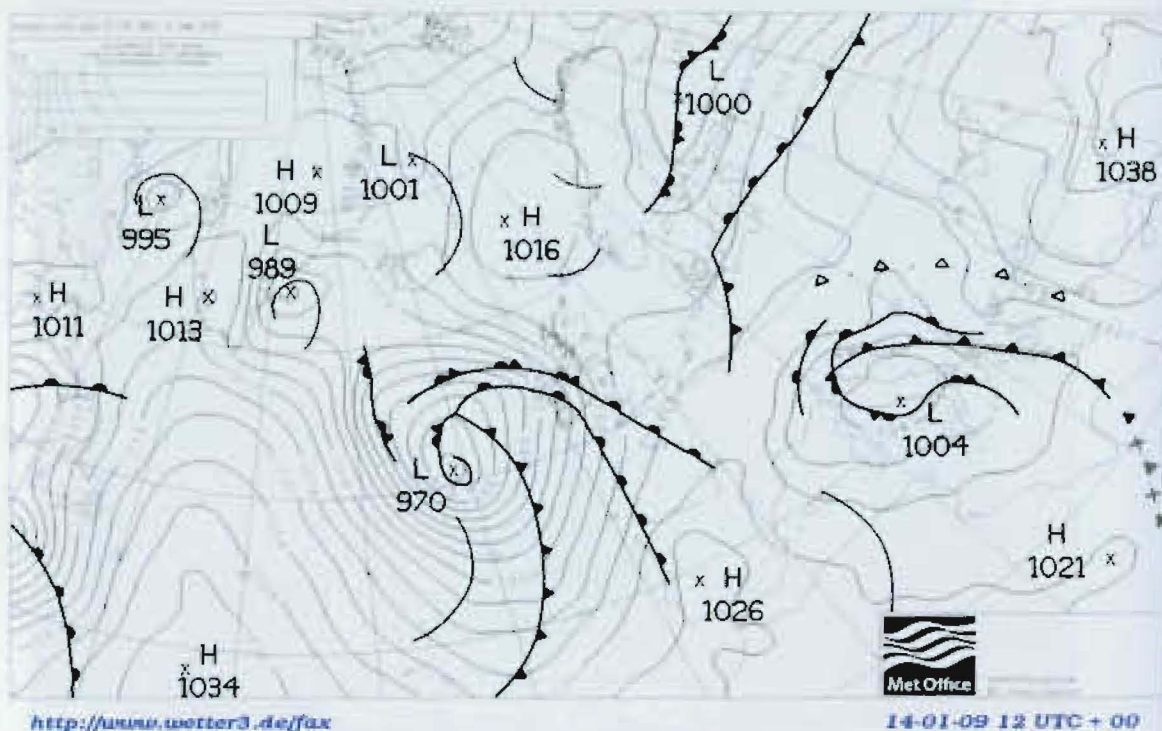
Εικόνα 99 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 14/1/09, 12 UTC



Εικόνα 100 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 14/1/09, 06 UTC



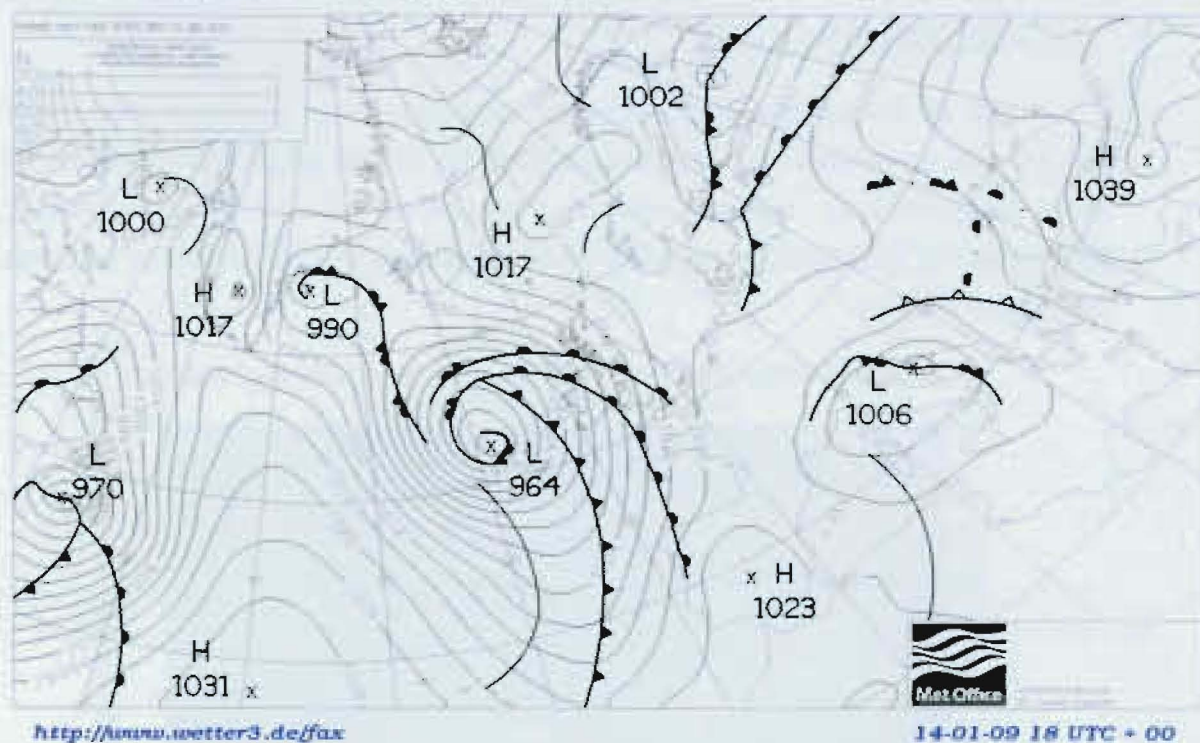
Εικόνα 101 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 14/1/09, 12 UTC



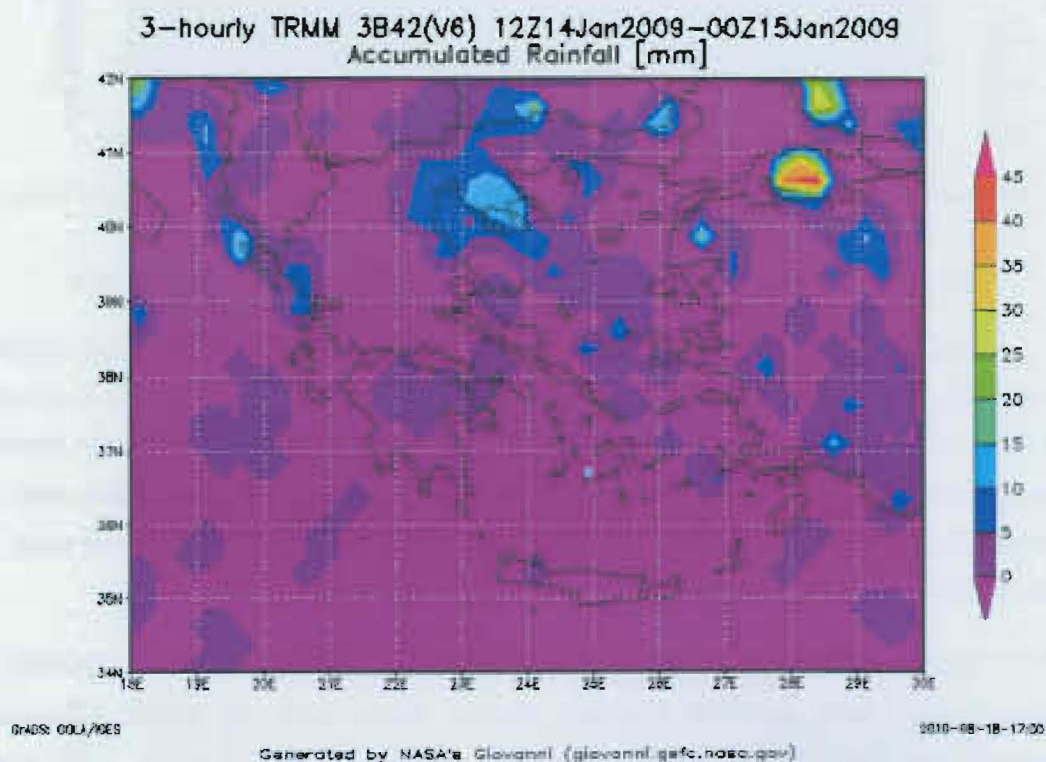
Εικόνα 102 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 14/1/09, 12 UTC

Από τις 12 UTC και για το υπόλοιπο της ημέρας, όπως φαίνεται και από τον αντίστοιχο μετεωρολογικό χάρτη επιφάνειας (εικ. 102, 103), τα

συστήματα πίεσης άρχισαν να αραιώνουν πάνω από τον ελληνικό χώρο και η σποραδική βροχόπτωση ήταν ασθενής (εικ. 104).



Εικόνα 103 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας, 14/1/09, 18 UTC

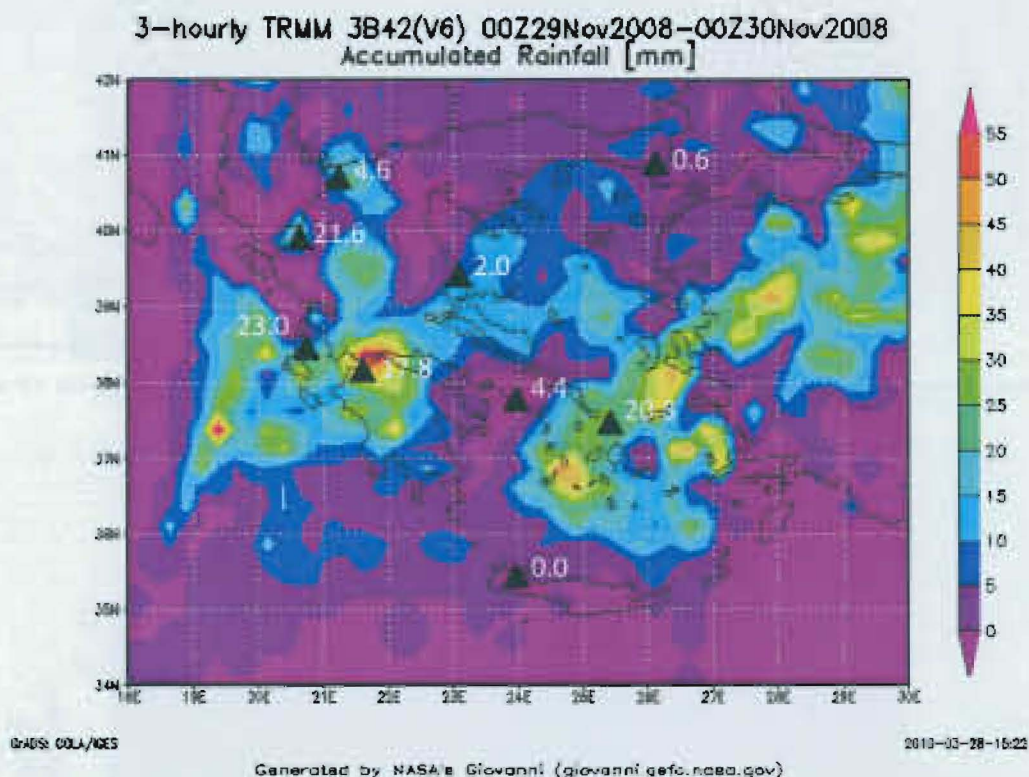


Εικόνα 104 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 14/1/2009 12-00 UTC από ΤΟΝΑΣ

3.3. ΣΥΝΕΣΦΙΓΜΕΝΑ ΜΕΤΩΠΑ

3.3.1. 29 Νοεμβρίου 2008

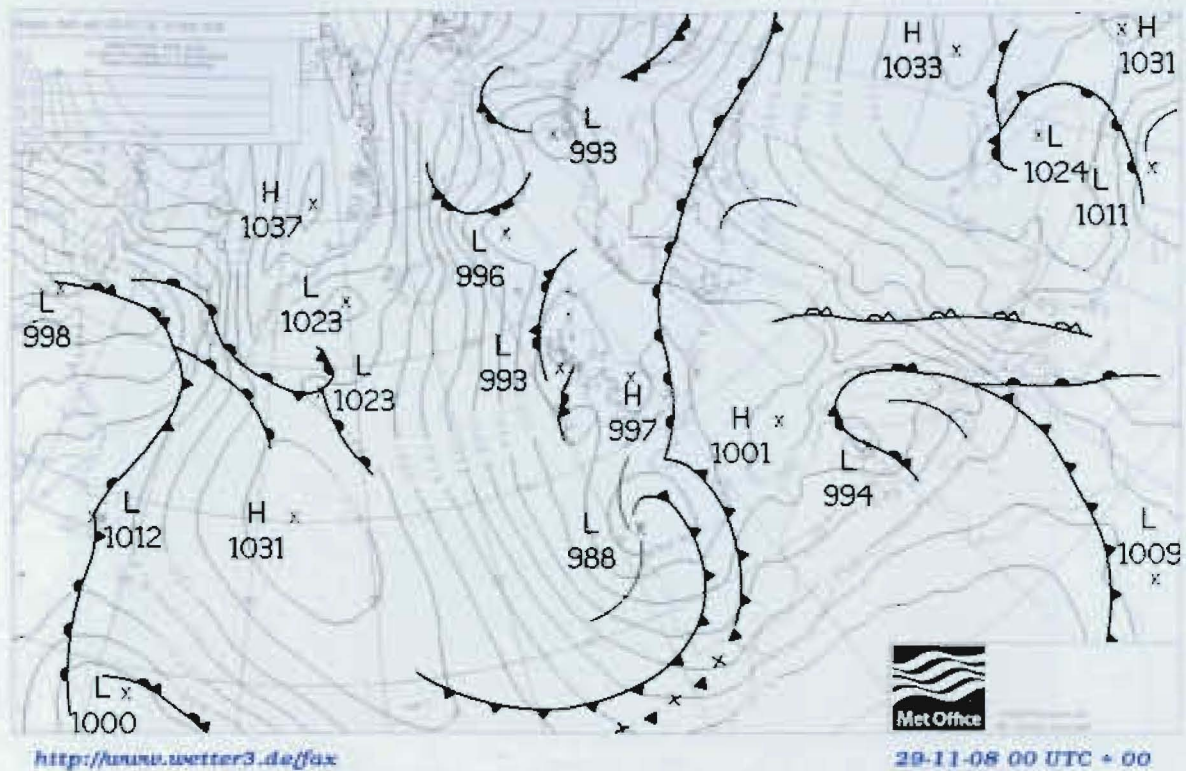
Στις 29 Νοεμβρίου, η έλευση ενός συνεσφιγμένου μετώπου πάνω από την Ελλάδα προκάλεσε έντονη βροχόπτωση σε όλη τη χώρα. Τα μεγαλύτερα ύψη βροχόπτωσης παρατηρήθηκαν, σύμφωνα με το χάρτη 24ωρης βροχόπτωσης (εικ. 105), στον Κορινθιακό κόλπο και στο Ν. Αιγαίο με μέγιστα ύψη μέχρι 40 mm.



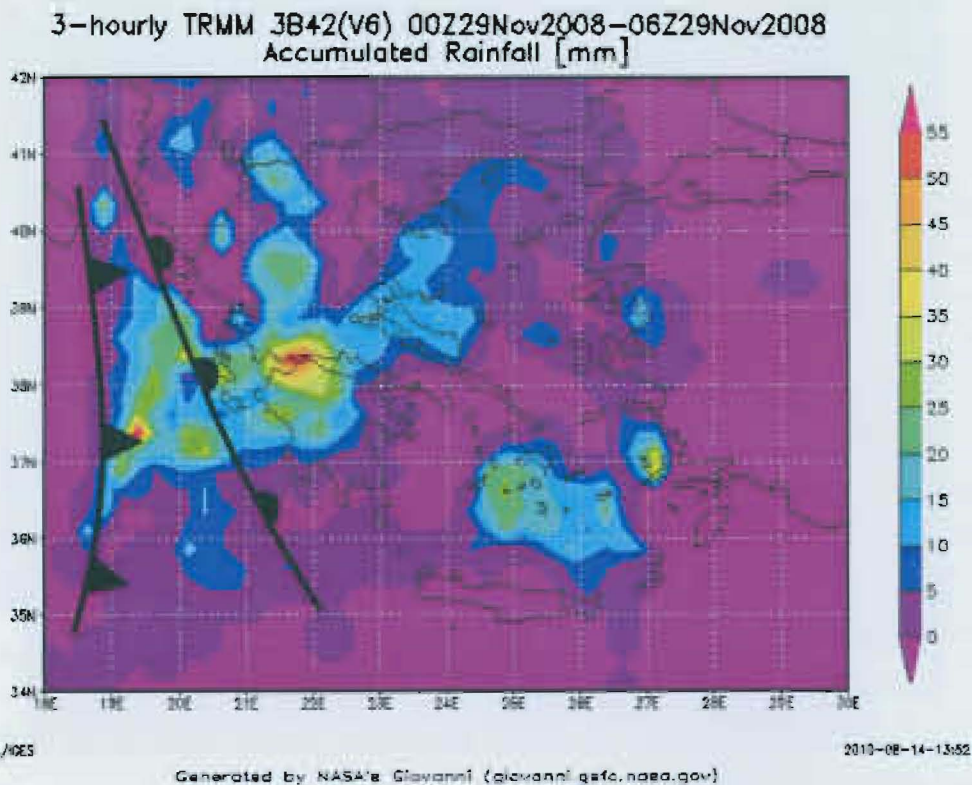
Εικόνα 105 - Χάρτης 24ωρης βροχόπτωσης για τις 29/11/2008 από TOVAS

Αρχίζοντας με το χάρτη επιφάνειας για τις 00 UTC εκείνης της ημέρας (εικ. 106), παρατηρείται ένα θερμό μέτωπο δυτικά της Ελλάδας που ενώνεται με ένα ψυχρό μέτωπο πάνω από το Ιόνιο. Αυτό εξηγεί και την έντονη βροχόπτωση που εντοπίζεται στο χάρτη βροχόπτωσης (εικ. 107) πάνω από τη δυτική Ελλάδα, μπροστά δηλαδή από το θερμό μέτωπο, με αποκορύφωμα τα πάνω από 55 mm ύψος βροχόπτωσης στη Β. Πελοπόννησο.

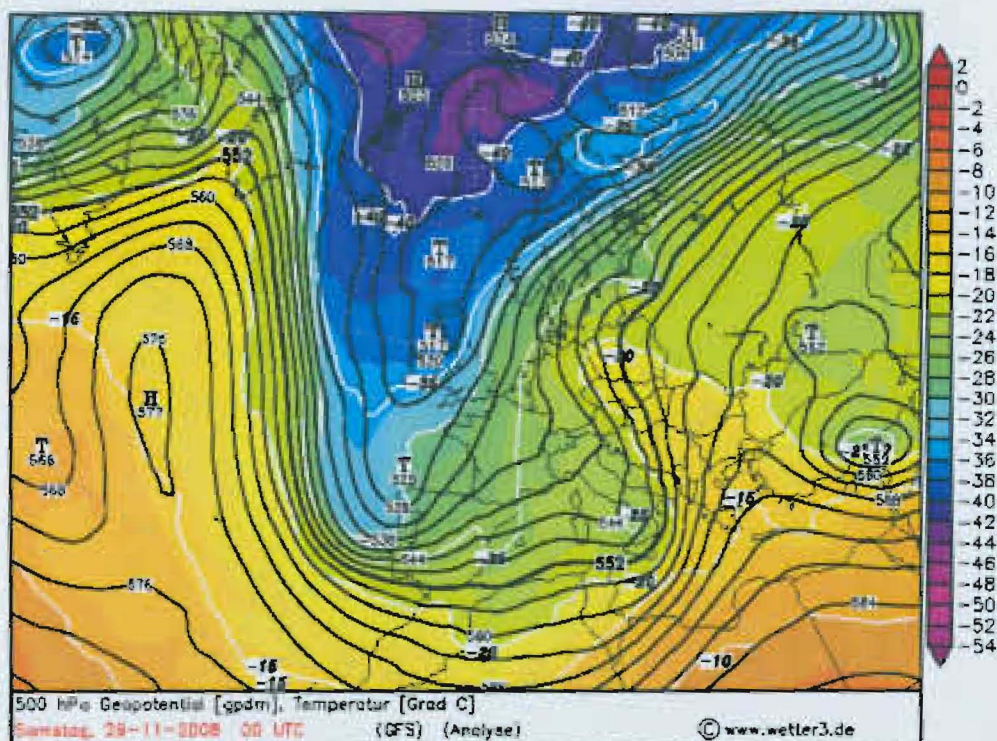
Στον αντίστοιχο χάρτη των 500 hPa (εικ. 108) είναι εμφανής ο σχηματισμός ενός αυλώνα χαμηλής πίεσης πάνω από την Ιταλία λόγω της μορφής των ισοϋψών στο χάρτη και στο χάρτη των 850 hPa (εικ. 109) είναι εμφανής η ευνοημένη μεταφορά θερμών αερίων μαζών από περιοχές νοτιότερα της Ελλάδας.



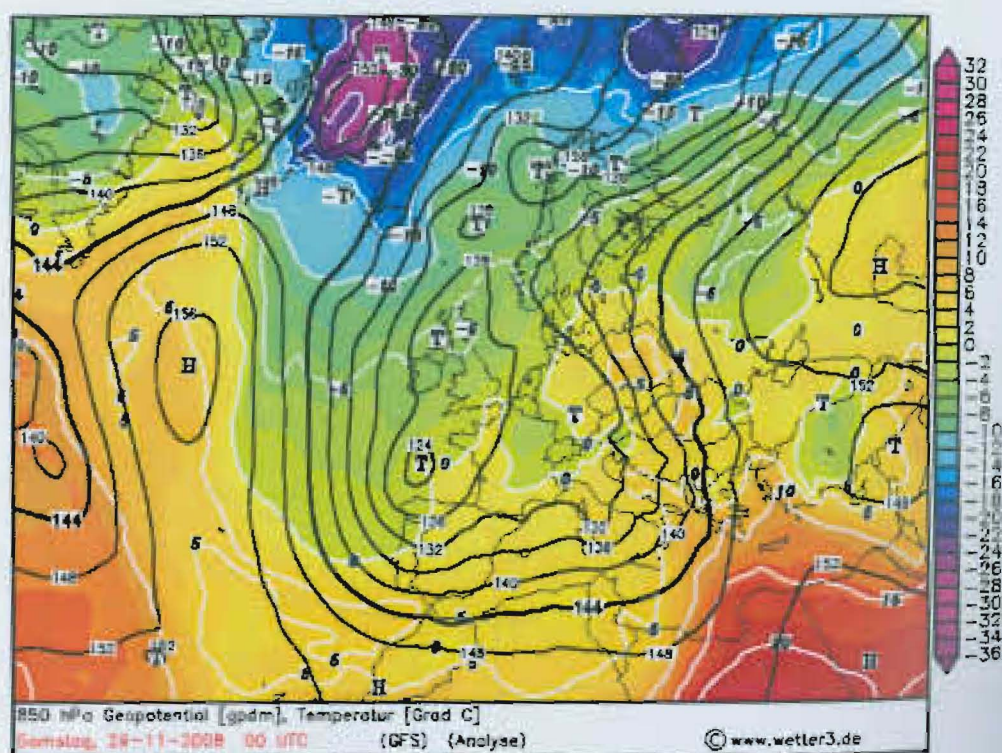
Εικόνα 106 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας, 29/11/08, 00 UTC



Εικόνα 107 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 29/11/2008 00-06 UTC από TOVAS



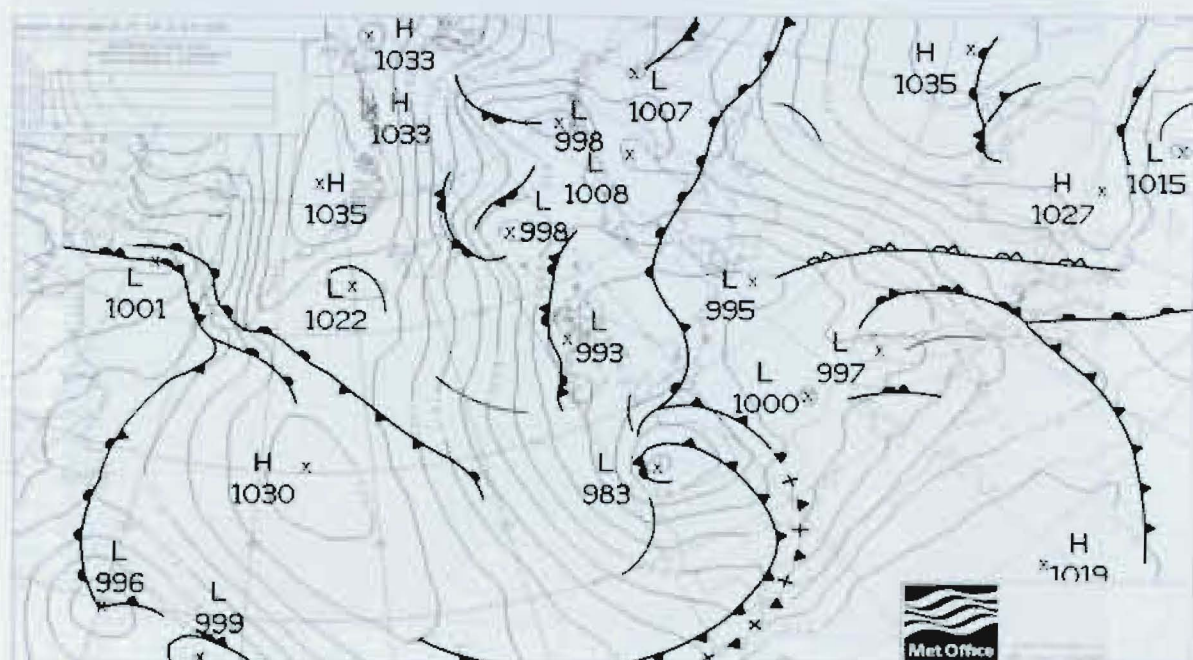
Εικόνα 108 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 29/11/08, 00 UTC



Εικόνα 109 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 29/11/08, 00 UTC

Στις 06 UTC το σύστημα του συνεσφιγμένου μετώπου μετατοπίστηκε ανατολικότερα και βρέθηκε, όπως φαίνεται και στο χάρτη επιφάνειας (εικ. 110), πάνω από την ηπειρωτική Ελλάδα. Η βροχόπτωση στο δεύτερο εξάωρο της ημέρας περιορίζεται στη Β. Πελοπόννησο με μέτρια ύψη που δεν

ξεπερνούν τα 30 mm. (εικ. 111). Στους χάρτες ισοβαρικής επιφάνειας των 500 hPa (εικ. 112) και 850 hPa (εικ. 113) η κατάσταση δεν διαφοροποιείται από αυτήν, που επικρατούσε πριν 6 ώρες.

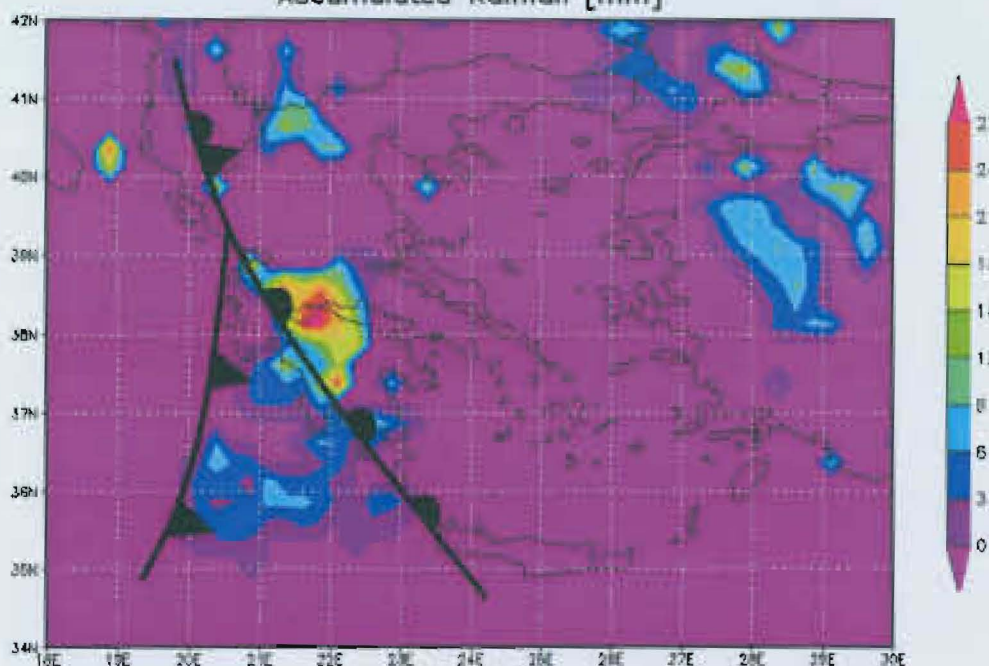


<http://www.weather3.de/ffax>

29-11-08 06 UTC + 00

Εικόνα 110 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 29/11/08, 06 UTC

3-hourly TRMM 3B42(V6) 06Z29Nov2008-12Z29Nov2008
Accumulated Rainfall [mm]

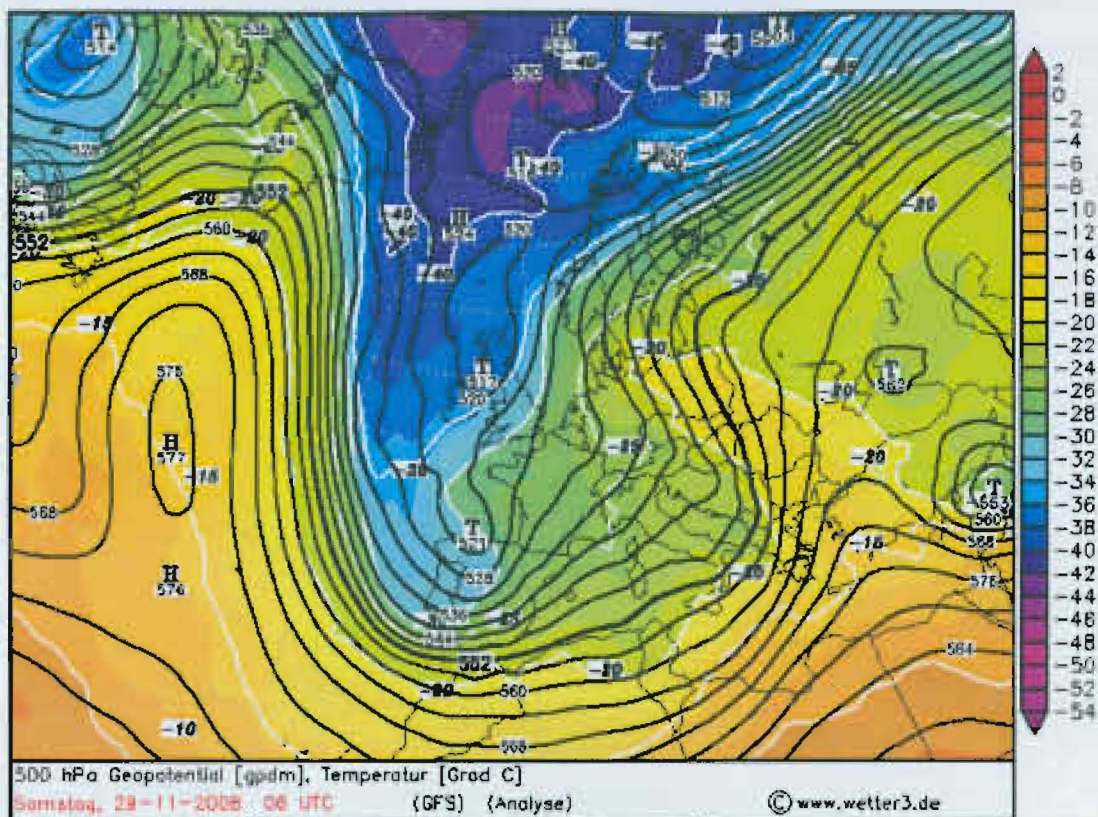


GrADS: GOLA/19E5

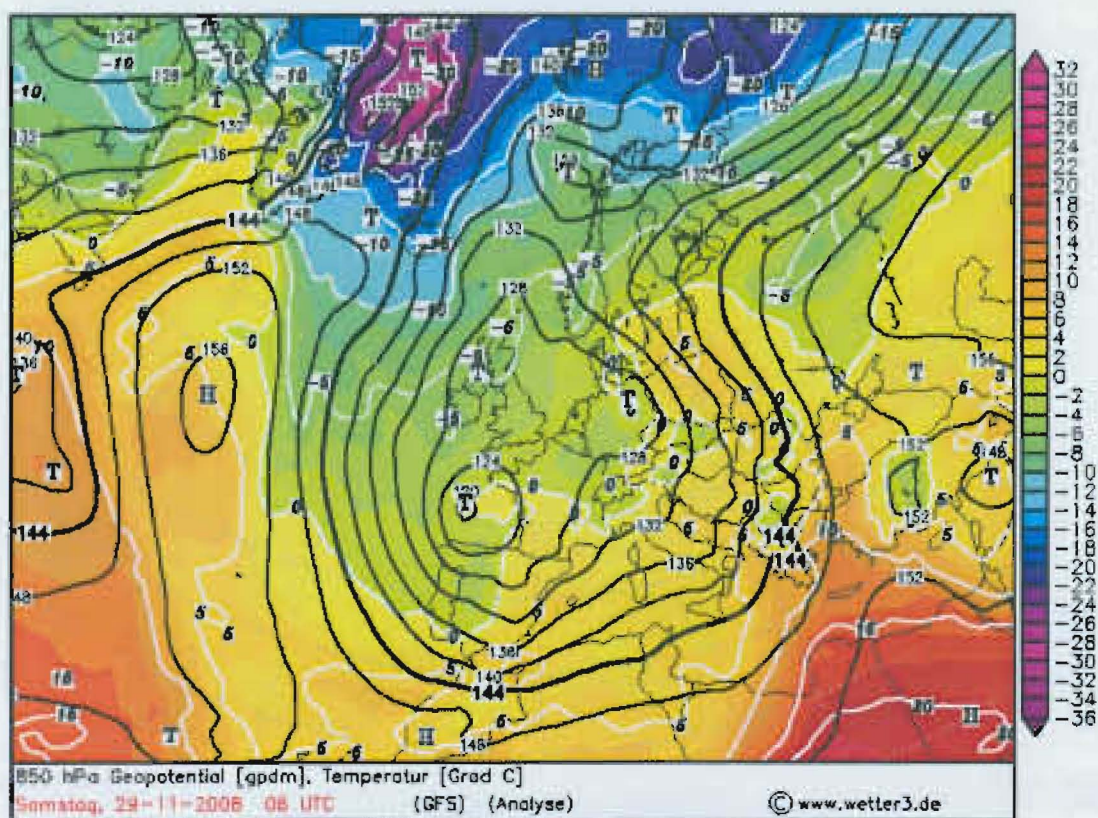
Generated by NASA's Giovanni (giovanni.gsfc.nasa.gov)

2010-08-14-17:15

Εικόνα 111 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 29/11/2008 06-12 UTC από TOVAS

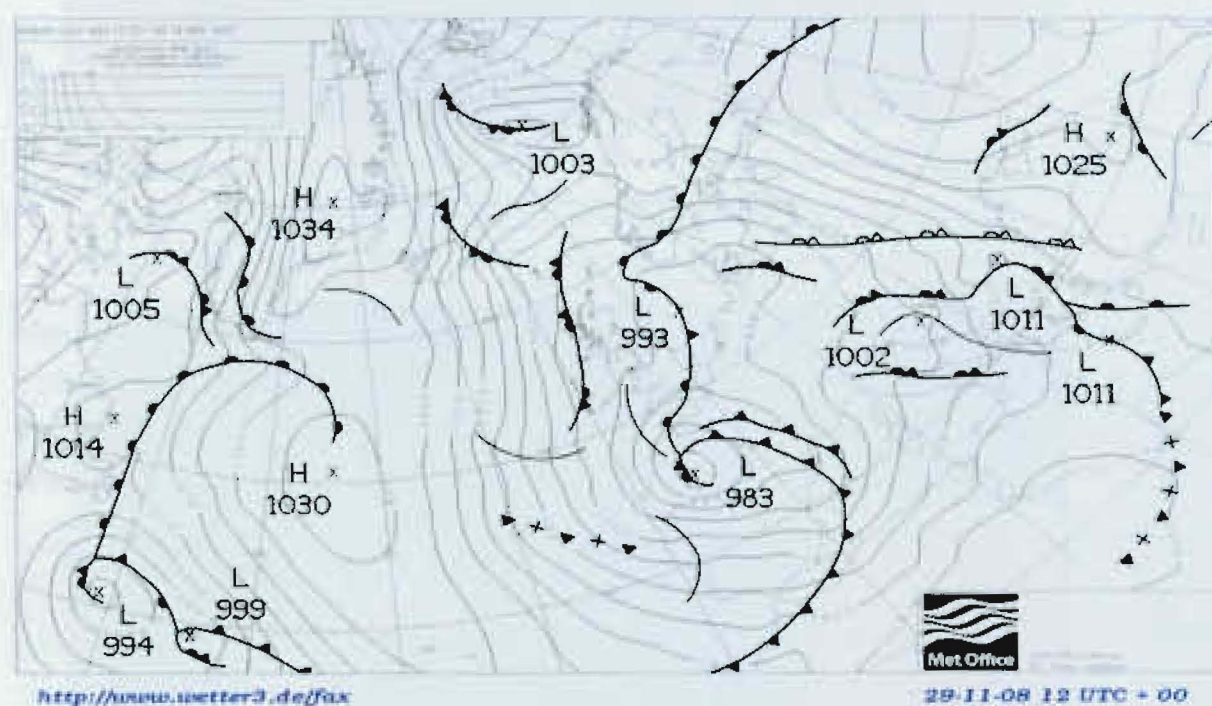


Εικόνα 112 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa, 29/11/08, 06 UTC



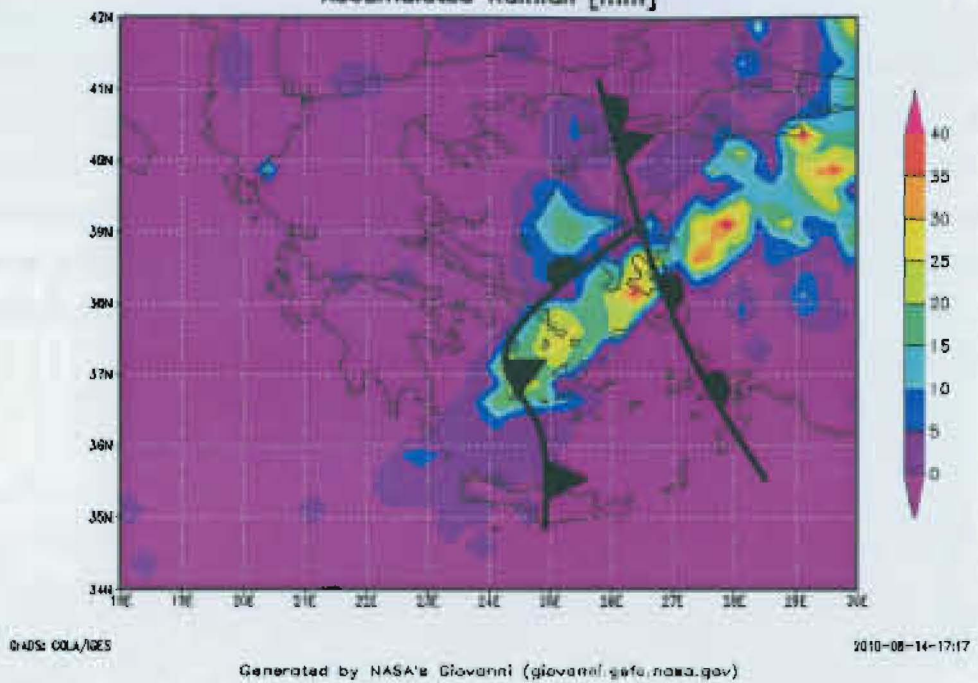
Εικόνα 113 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa, 29/11/08, 06 UTC

Στις 12 UTC, το συνεσφιγμένο μέτωπο βρισκόταν πάνω από το Αιγαίο μεταφέροντας τη βροχόπτωση στο Αιγαίο και στα παράλια της Τουρκίας (εικ. 114). Το ύψος της βροχόπτωσης στην περιοχή του Ν. Αιγαίου είχε μέγιστο τα 35 mm (εικ. 115). Από το χάρτη των 500 hPa (εικ. 116), μπορεί να παρατηρηθεί ότι η κατάσταση της συγκεκριμένης ισοβαρικής επιφάνειας έχει εξομαλυνθεί πάνω από τον ελληνικό χώρο. Παρόμοια και στο χάρτη των 850 hPa (εικ. 117), η θερμή μεταφορά αερίων μαζών έχει μετατοπιστεί περισσότερο στην Τουρκία.

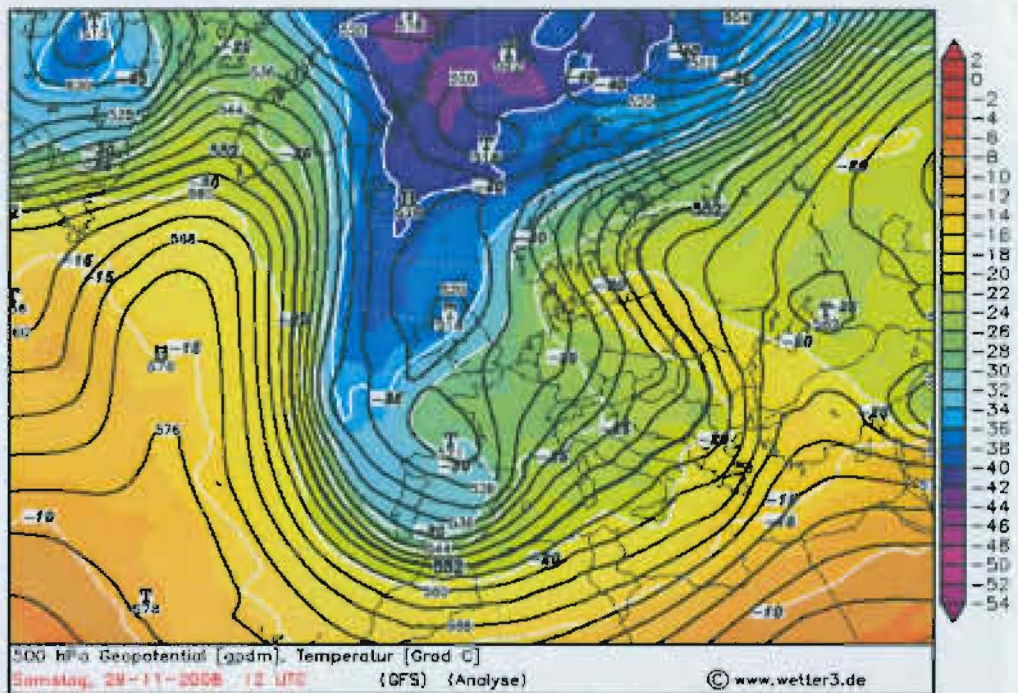


Εικόνα 114 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας, 29/11/08, 12 UTC

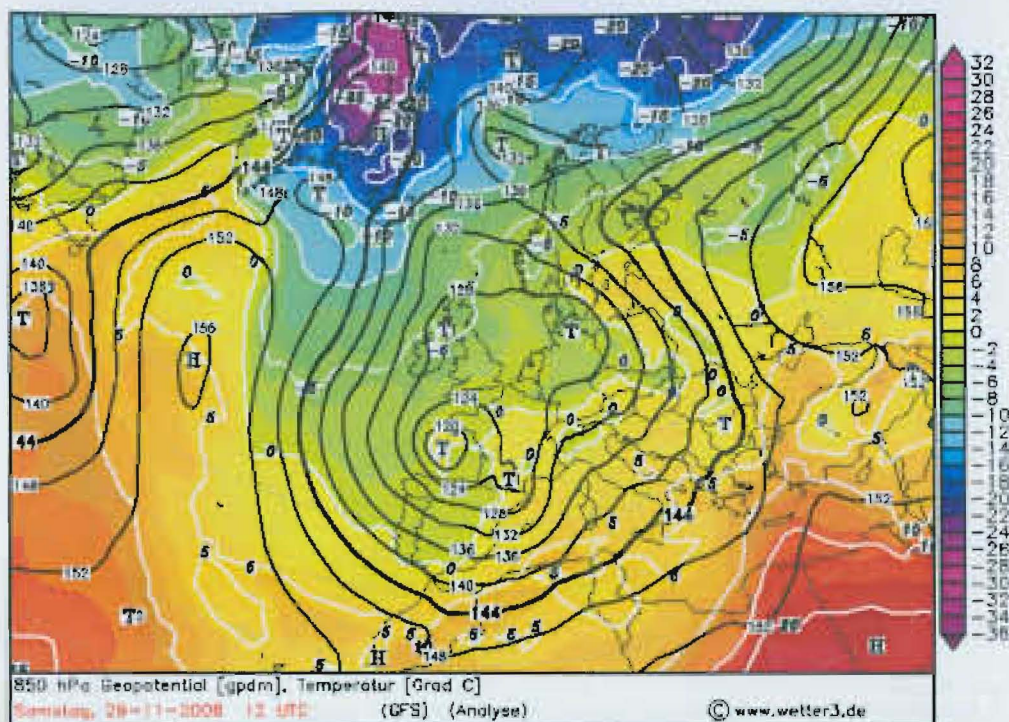
3-hourly TRMM 3B42(V6) 12Z29Nov2008-18Z29Nov2008
Accumulated Rainfall [mm]



Εικόνα 115 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 29/11/2008 12-18 UTC από TOVAS

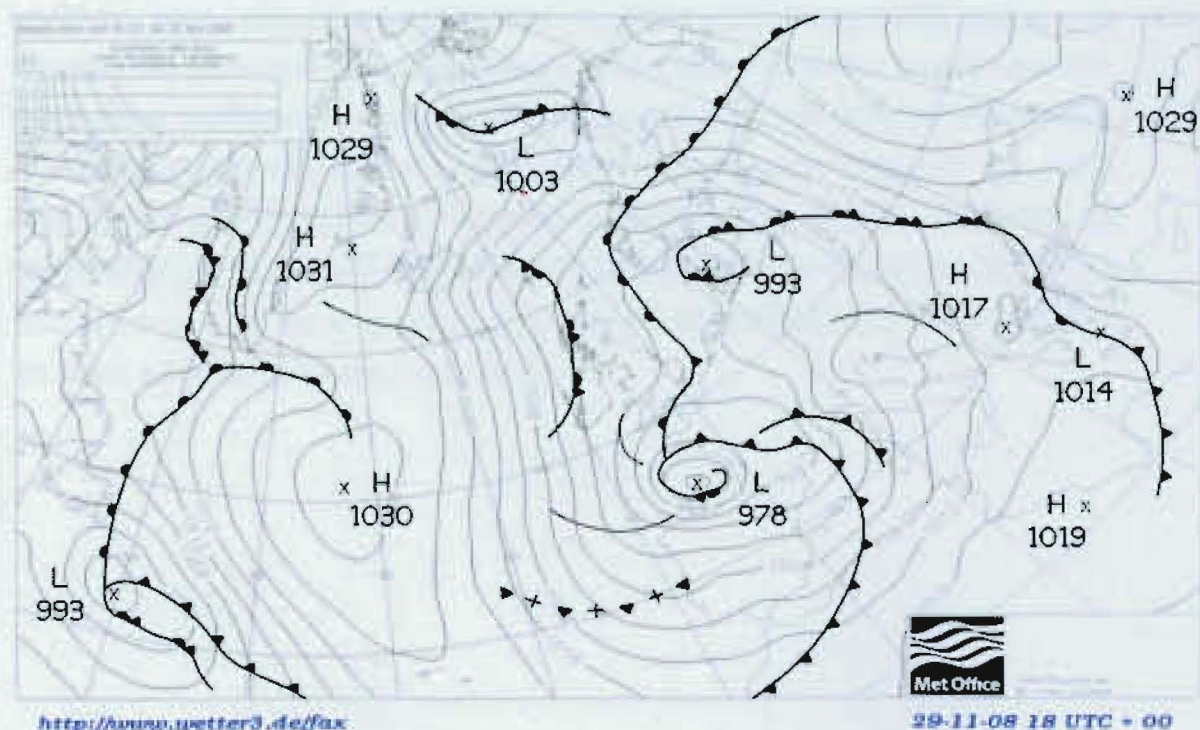


Εικόνα 116 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 29/11/08, 12 UTC

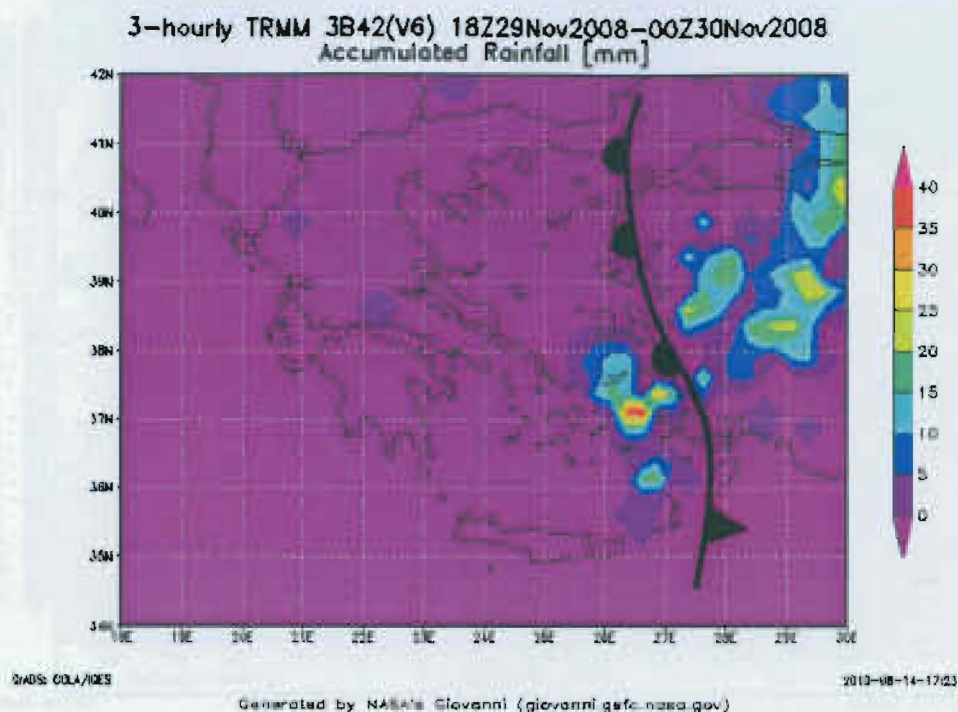


Εικόνα 117 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 29/11/08, 12 UTC

Στις 18 UTC και για το υπόλοιπο της ημέρας, η κατάσταση είχε εξομαλυνθεί πάνω από το χώρο του Αιγαίου με την παρουσία μόνο ενός στάσιμου μετώπου πάνω από την περιοχή (εικ. 118), που προξένησε πολύ περιορισμένα γεωγραφικά φαινόμενα βροχόπτωσης ύψους μέχρι και 40 mm (εικ. 119).



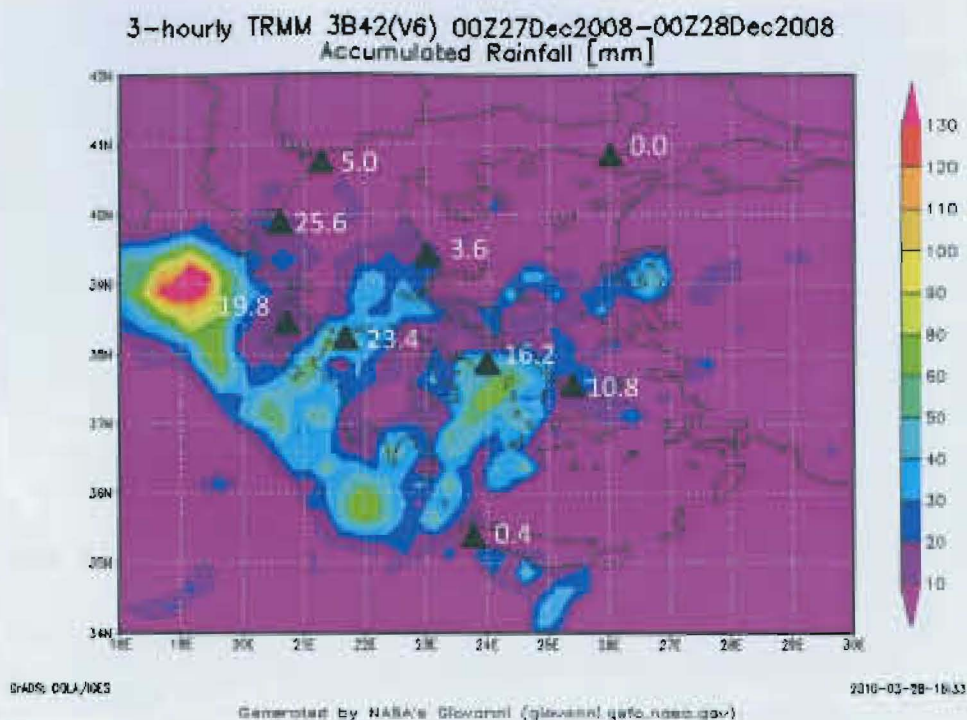
Εικόνα 118 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 29/11/08, 18 UTC



Εικόνα 119 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 29/11/2008 18-00 UTC από TOVAS

3.3.2. 27 Δεκεμβρίου 2008

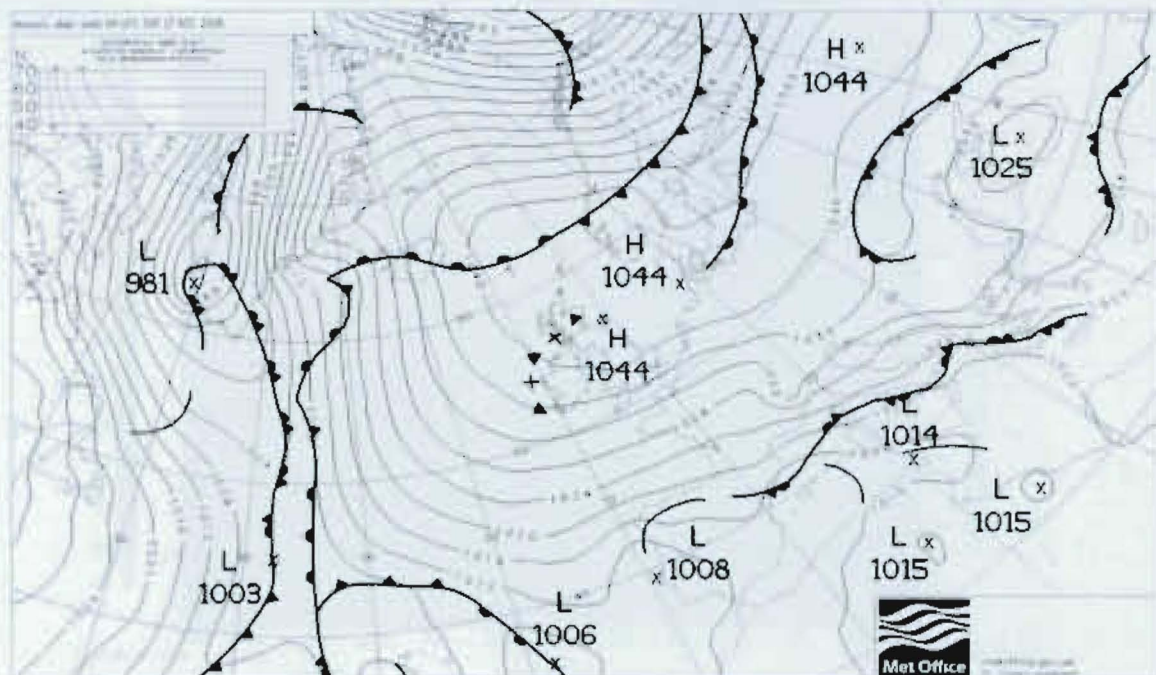
Στις 27 Δεκεμβρίου 2008, η «επίμονη» παρουσία ενός μεγάλου συνεσφιγμένου μετώπου κατά μήκος της μεσογειακής Ευρώπης και μερικών βαρομετρικών χαμηλών προκάλεσε βροχόπτωση που σημειώθηκε κυρίως στο Ιόνιο, την Πελοπόννησο και την Ήπειρο, αλλά και στην περιοχή του Αιγαίου. Τα συνολικά ύψη στην ηπειρωτική Ελλάδα δεν ξεπέρασαν τα 30mm ενώ, σύμφωνα με τον 24ωρο χάρτη βροχόπτωσης (εικ. 120), στο Ιόνιο τα συνολικά ύψη βροχής έφτασαν μέχρι και τα 130mm.



Εικόνα 120 - Χάρτης 24ωρης βροχόπτωσης για τις 27/12/2008 από ΤΟΥΑ5

Στις 00 UTC, ο μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας (εικ. 121) δείχνει την παρουσία του συνεσφιγμένου μετώπου κατά μήκος της δυτικής ακτής της Ελλάδας και πάνω από την Πελοπόννησο. Στο χάρτη βροχόπτωσης (εικ. 122) είναι εμφανείς οι βροχοπτώσεις που προκλήθηκαν λόγω του συνεσφιγμένου μετώπου και της παρουσίας του πάνω από το Ιόνιο, με ύψη πάνω από 50mm.

Στο χάρτη των 500 hPa (εικ. 123) παρατηρείται η μεγάλη απόσταση ανάμεσα στις ισοϋψείς πάνω από τον ελληνικό χώρο, επομένως δεν μπορεί να γίνει λόγος για παρουσία αυλώνα χαμηλής πίεσης. Στο χάρτη όμως των 850 hPa (εικ. 124) είναι εμφανής η μεταφορά θερμότερων αερίων μαζών από τα νότια προς το χώρο της Ελλάδας.

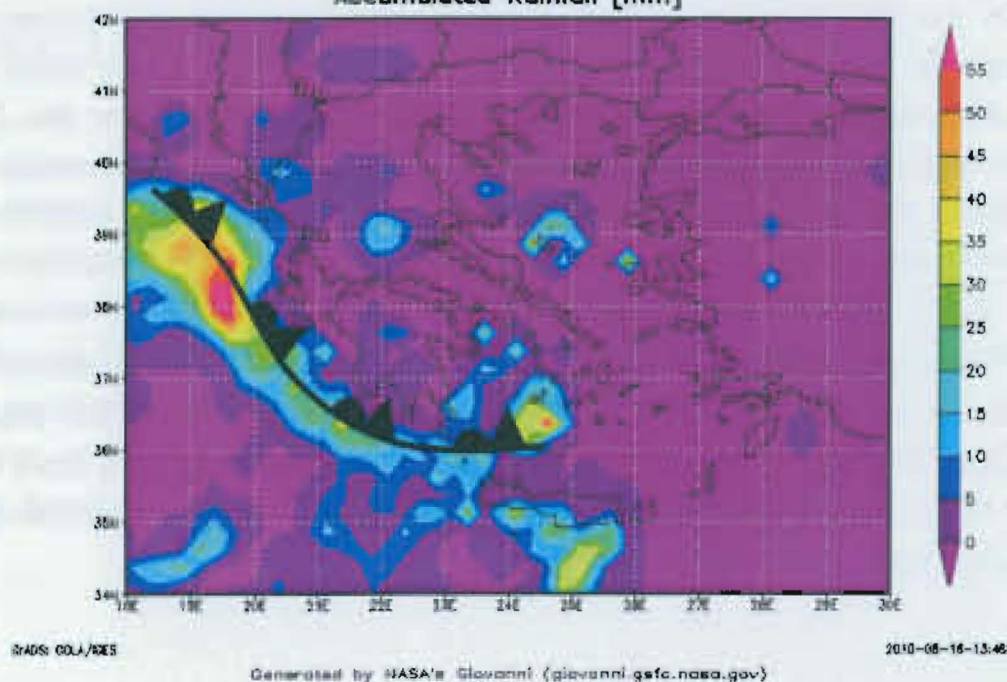


<http://www.wetter3.de/fax>

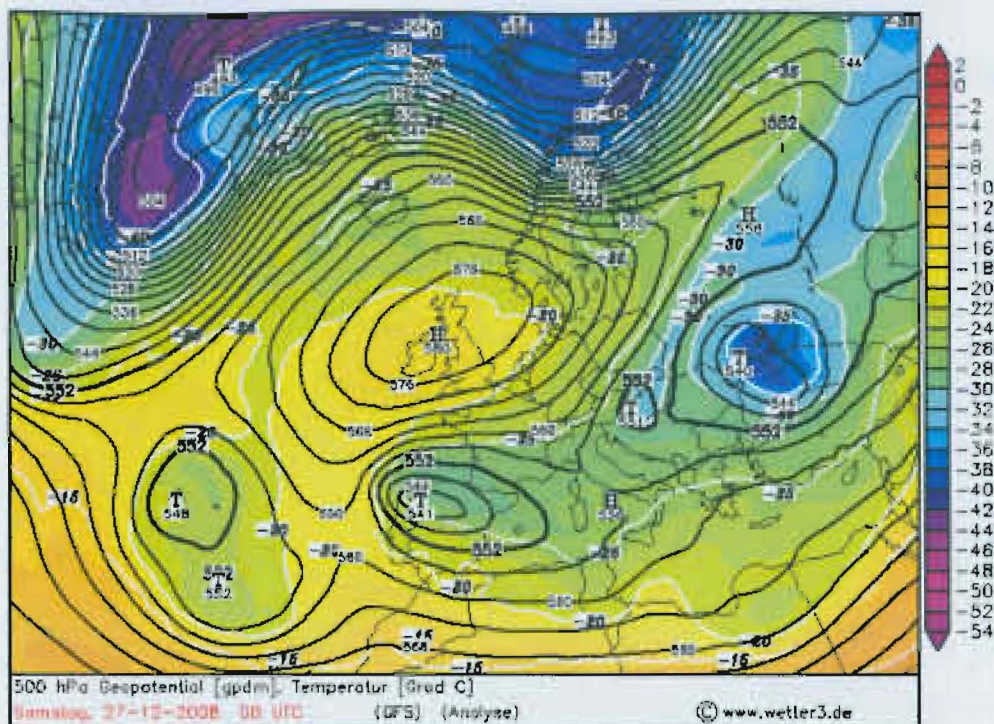
27-12-08 00 UTC + 00

Εικόνα 121 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 27/12/08, 00 UTC

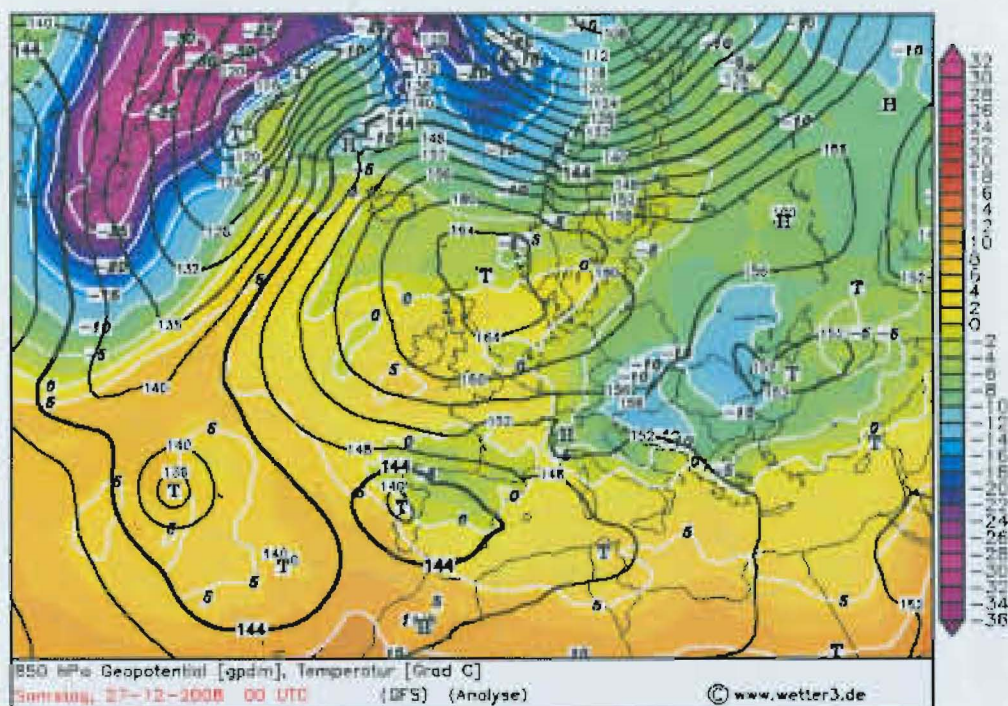
3-hourly TRMM 3B42(V6) 00Z27Dec2008-06Z27Dec2008
Accumulated Rainfall [mm]



Εικόνα 122 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 27/12/2008 00-06 UTC από TOVAS



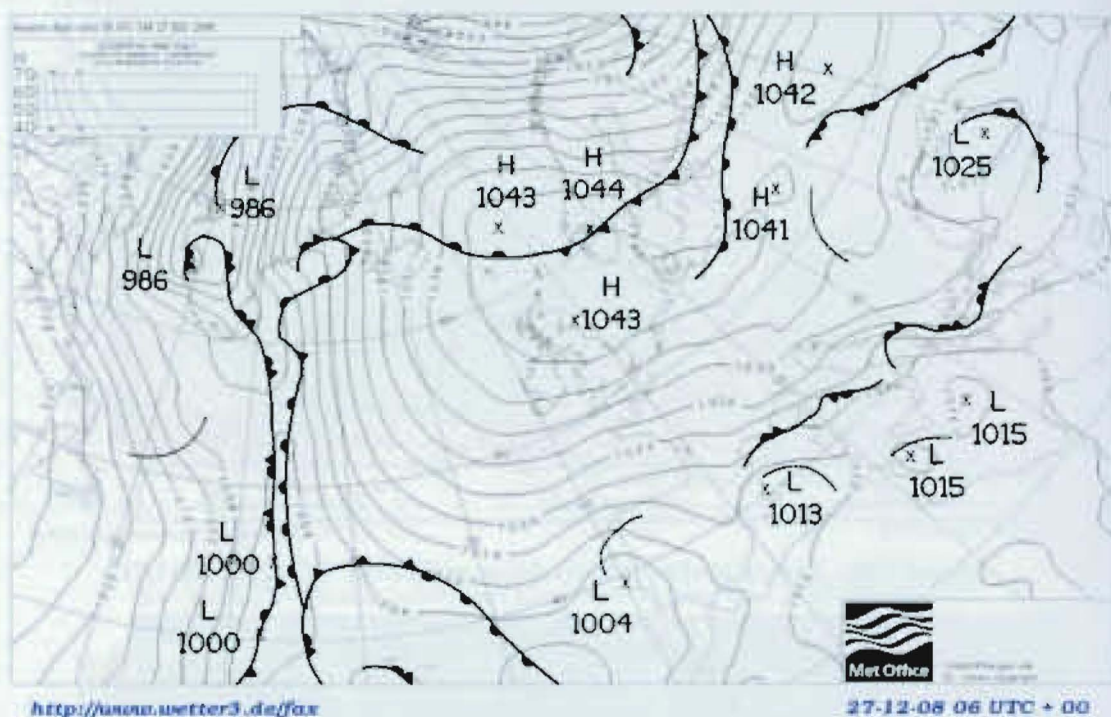
Εικόνα 123 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 27/12/08, 00 UTC



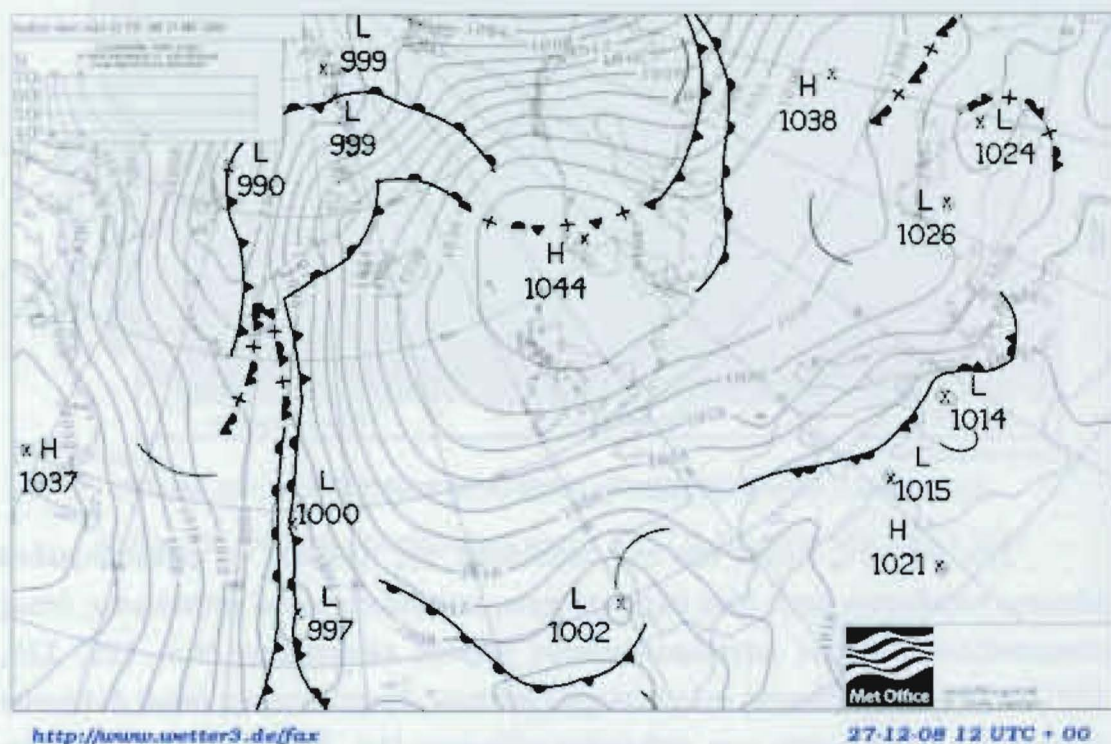
Εικόνα 124 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 27/12/08, 00 UTC

Στις 06 UTC, όπως και στο υπόλοιπο της ημέρας, το συνεσφιγμένο μέτωπο παρέμεινε στην ίδια θέση με πριν, με τυπικές μόνο αποκλίσεις όπως απεικονίζονται στους μετεωρολογικούς χάρτες επιφάνειας (εικ. 125, 126, 127), αλλά χωρίς αλλαγές στις περιοχές έντονης βροχόπτωσης όπως δείχνουν οι χάρτες βροχόπτωσης των επόμενων εξάωρων (εικ. 128, 129, 130). Τα ύψη

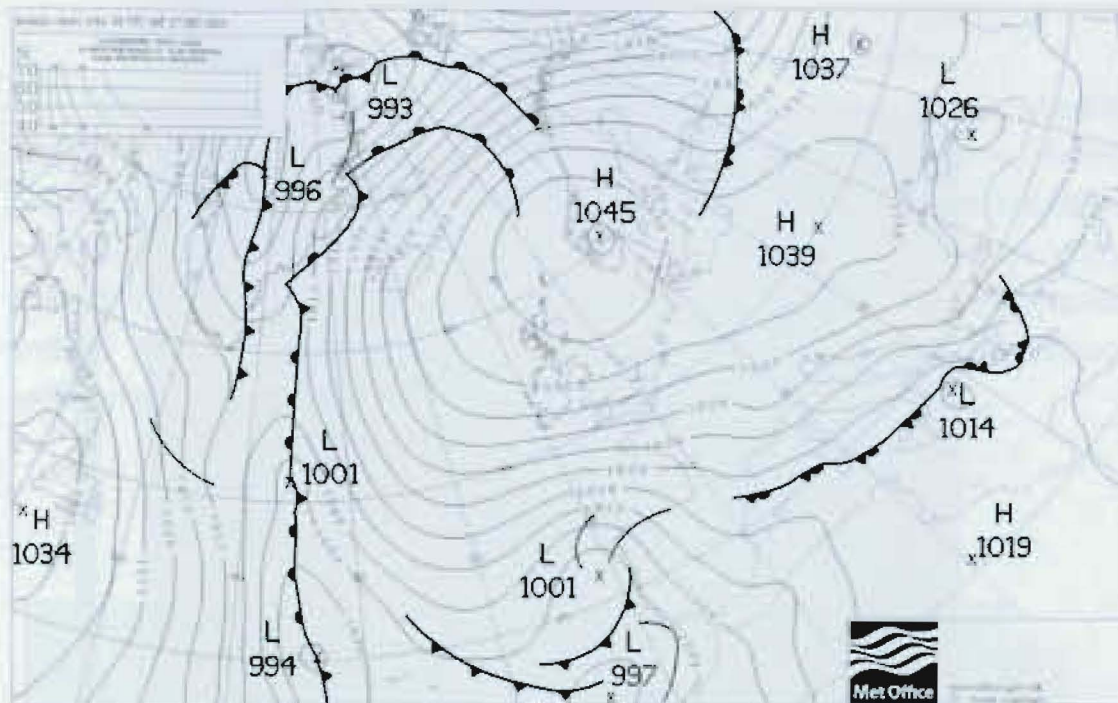
βροχής στις περιοχές αυτές κυμάνθηκαν από 10 έως 30mm με πιο έντονα τα ύψη στο Ιόνιο πέλαγος, δυτικά της Ηπείρου (μέχρι και 70mm στο τελευταίο εξάωρο).



Εικόνα 125 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας, 27/12/08, 06 UTC



Εικόνα 126 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας, 27/12/08, 12 UTC

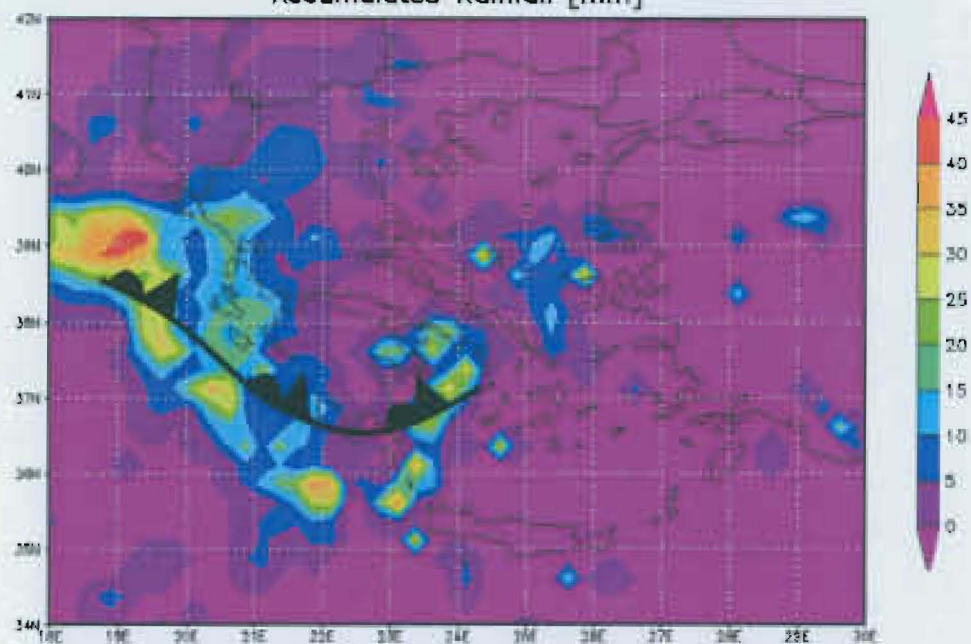


<http://www.wetter3.de/fax>

27-12-08 18 UTC + 00

Εικόνα 127 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας, 27/12/08, 18 UTC

3-hourly TRMM 3B42(V6) 06Z27Dec2008-12Z27Dec2008
Accumulated Rainfall [mm]



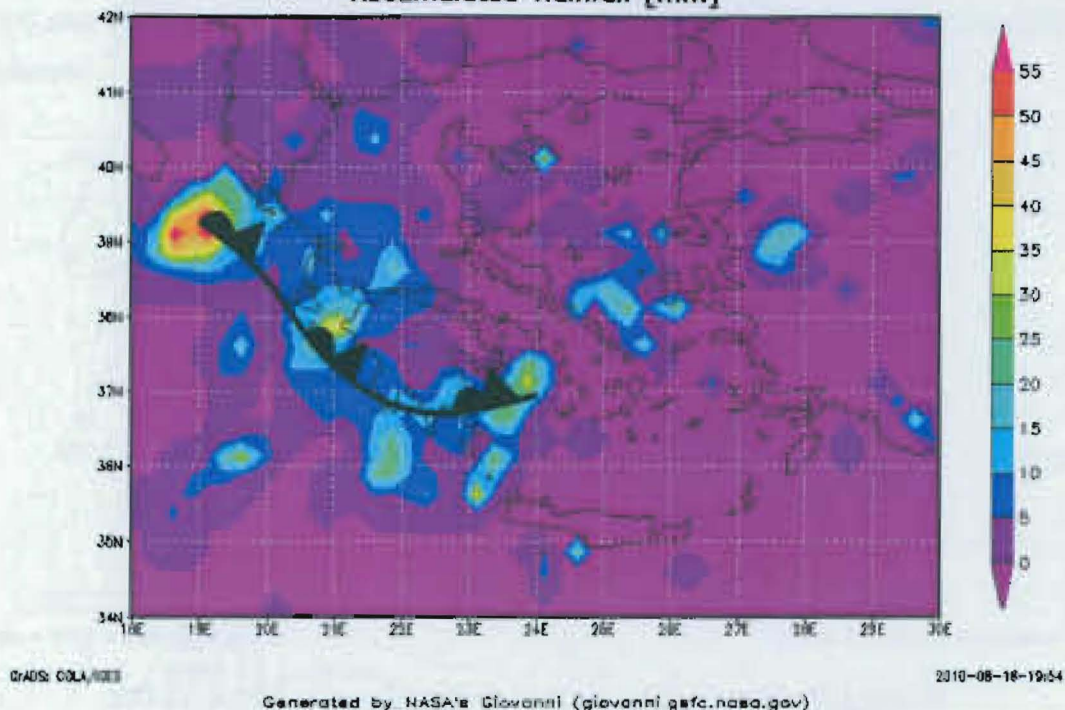
0:4DS: COLA/NOES

Generated by NASA's Giovanni (giovanni.gsfc.nasa.gov)

2018-12-18-19:52

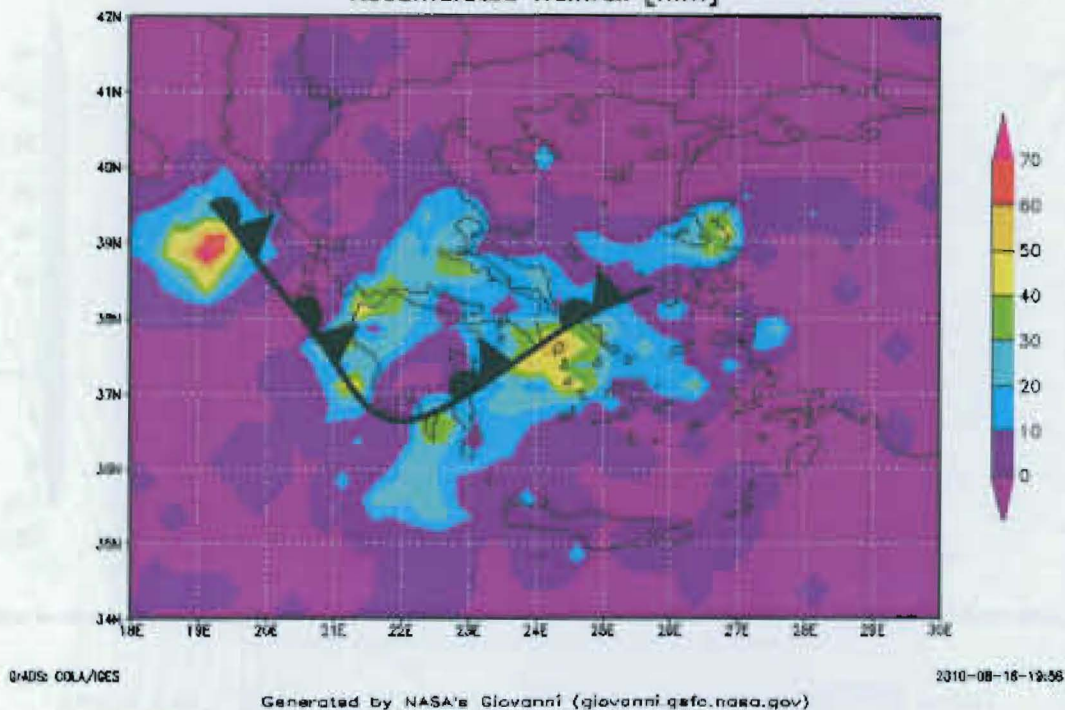
Εικόνα 128 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 27/12/2008 06-12 UTC από TOVAS

3-hourly TRMM 3B42(V6) 12Z27Dec2008-18Z27Dec2008
Accumulated Rainfall [mm]



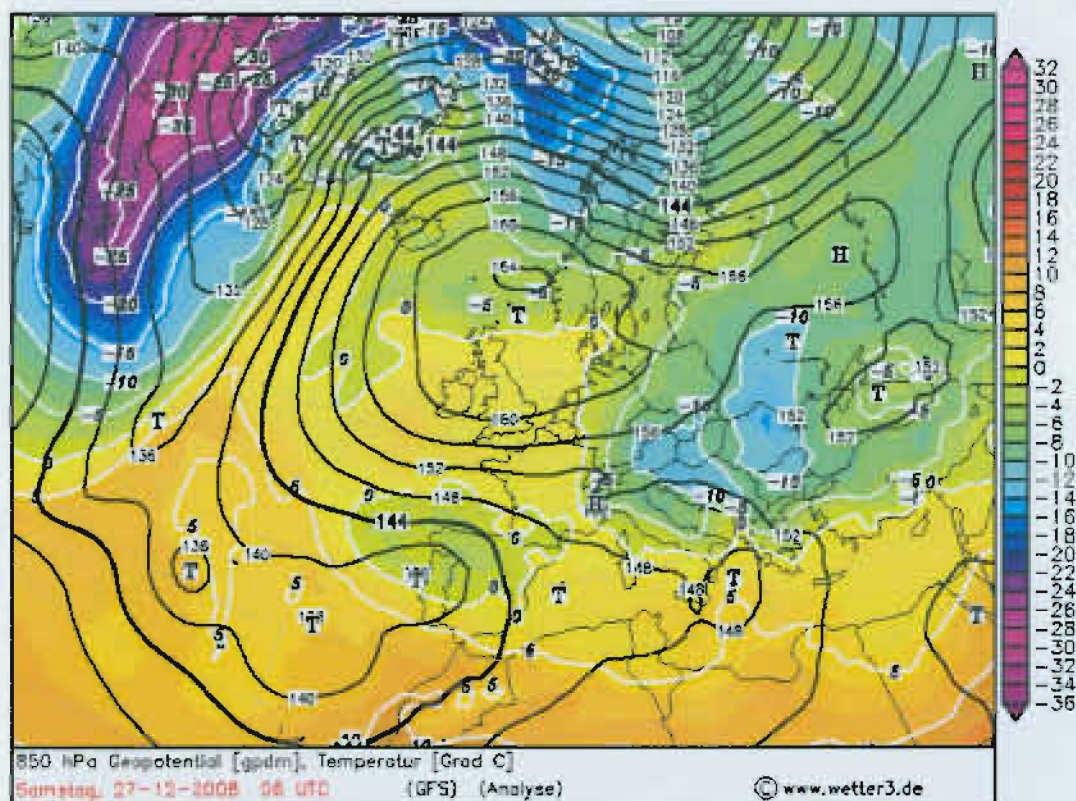
Εικόνα 129 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 27/12/2008 12-18 UTC από TOVAS

3-hourly TRMM 3B42(V6) 18Z27Dec2008-00Z28Dec2008
Accumulated Rainfall [mm]

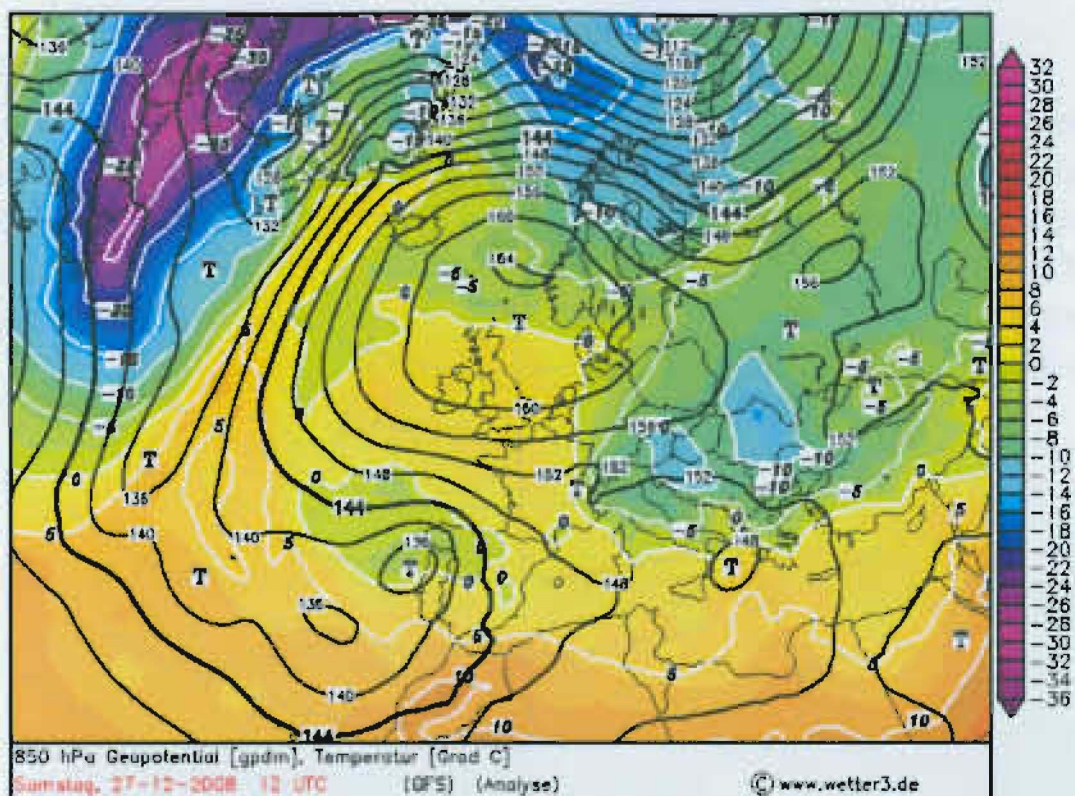


Εικόνα 130 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 27/12/2008 18-00 UTC από TOVAS

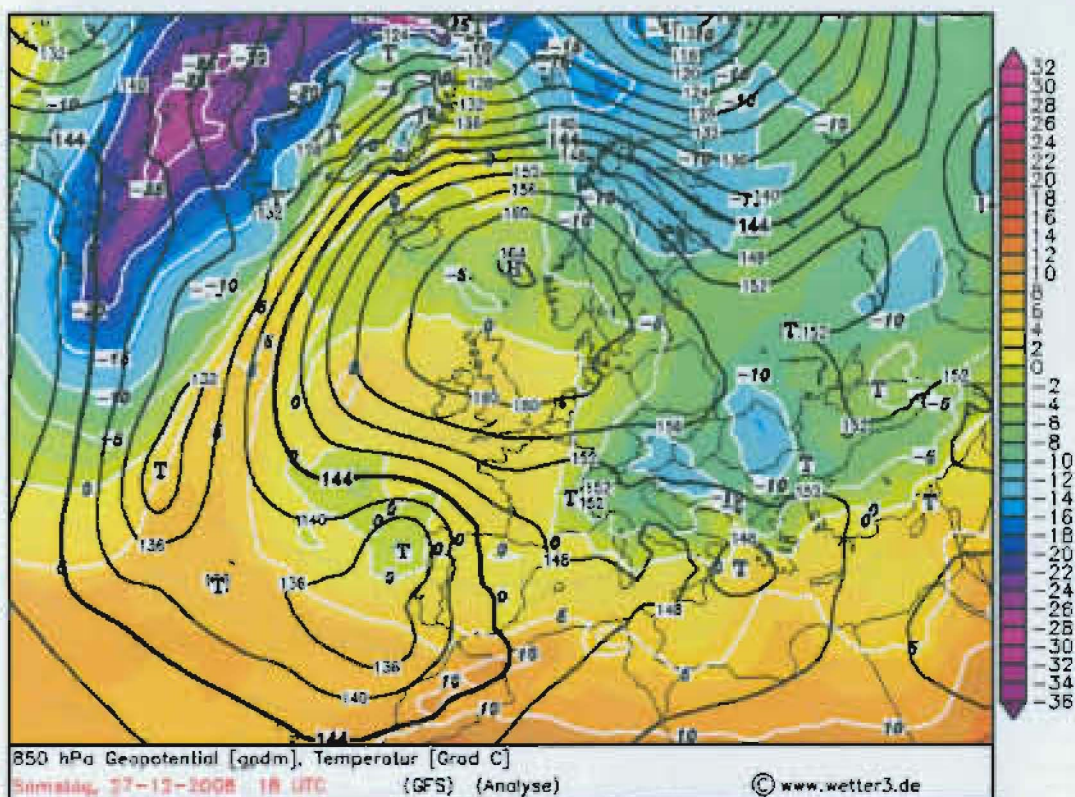
Για τα τρία τελευταία εξάωρα, τη βροχόπτωση ενθάρρυνε η παρουσία βαρομετρικού χαμηλού στο νοτιοδυτικό άκρο της Πελοποννήσου, όπως δείχνουν και οι μετεωρολογικοί χάρτες επιφάνειας, που παρατηρείται μόνο στα χαμηλότερα επίπεδα της ατμόσφαιρας, στους χάρτες 850 hPa (εικ. 131, 132, 133), και όχι στους χάρτες των 500 hPa (εικ. 134, 135). Το βαρομετρικό χαμηλό προκαλεί αστάθεια στις γειτονικές, εκ των δεξιών, αέριες μάζες, ευνοώντας τη βροχόπτωση στην περιοχή.



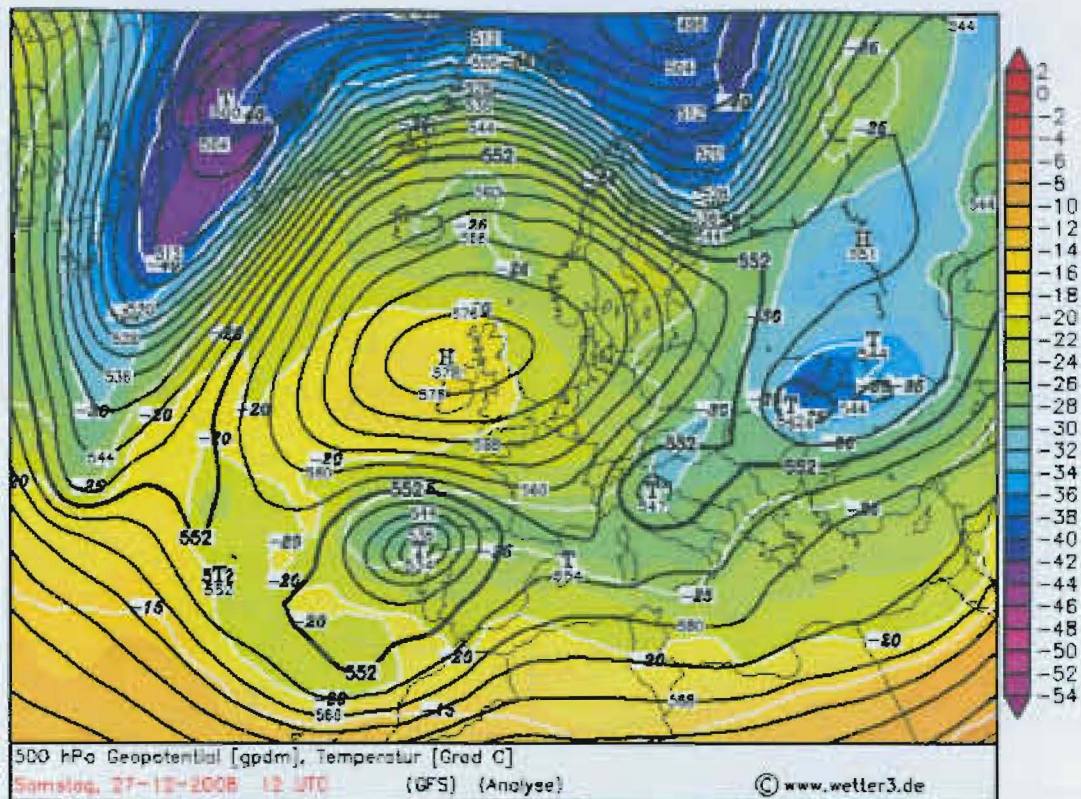
Εικόνα 131 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 27/12/08, 06 UTC



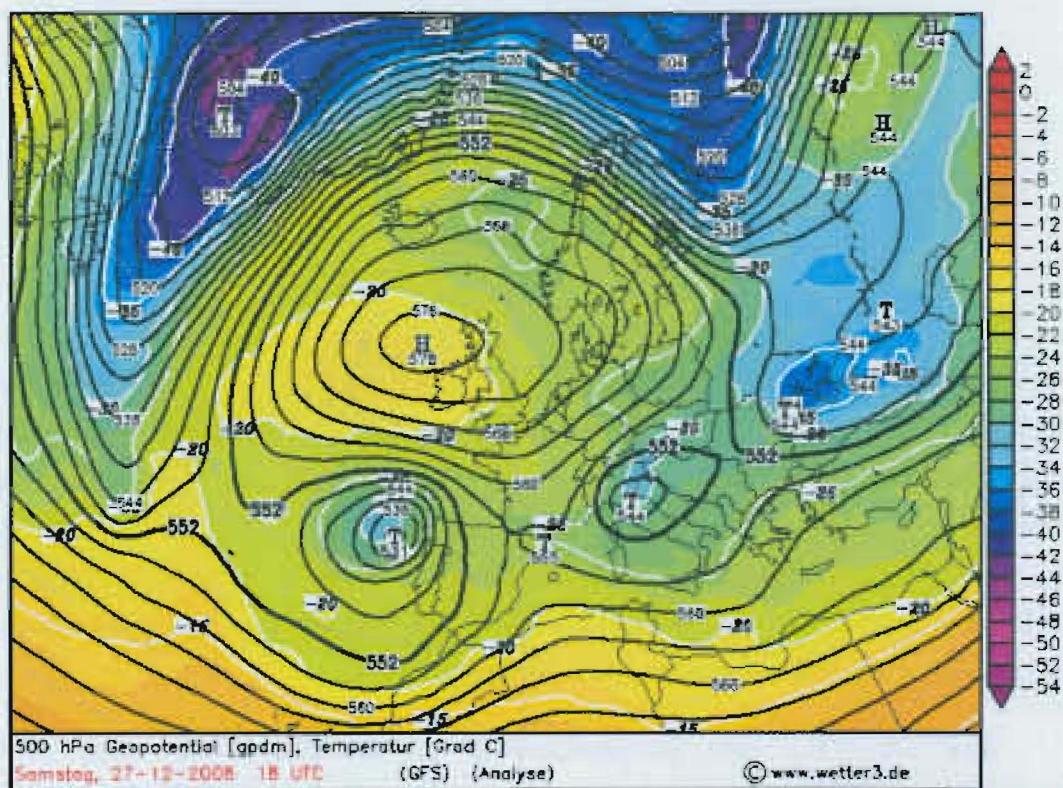
Εικόνα 132 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 27/12/08, 12 UTC



Εικόνα 133 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 27/12/08, 18 UTC



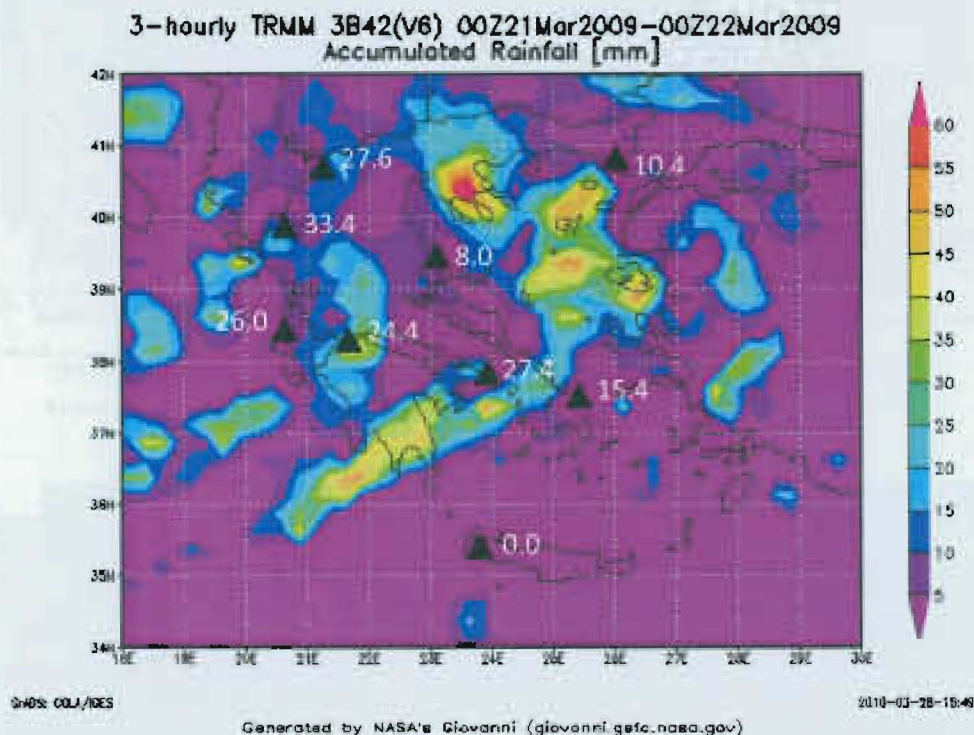
Εικόνα 134 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 27/12/08, 12 UTC



Εικόνα 135 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 27/12/08, 18 UTC

3.3.3. 21 Μαρτίου 2009

Στις 21/3/2009, δυτικά της Ελλάδας πάνω από το Ιόνιο, παρατηρείται βαρομετρικό χαμηλό με πίεση στο κέντρο του ίση με 1004 mbar. Η κακοκαιρία, που έφερε η παρουσία της ύφεσης, καταγράφηκε καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας από πολλούς μετεωρολογικούς σταθμούς ανά την επικράτεια (Άρτα, Φλώρινα, Ιθάκη, Πάτρα και Λαύριο Αττικής) (εικ. 136). Παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ύψος βροχόπτωσης έφτασε μέχρι και τα 60 mm πάνω από την περιοχή της Χαλκιδικής.

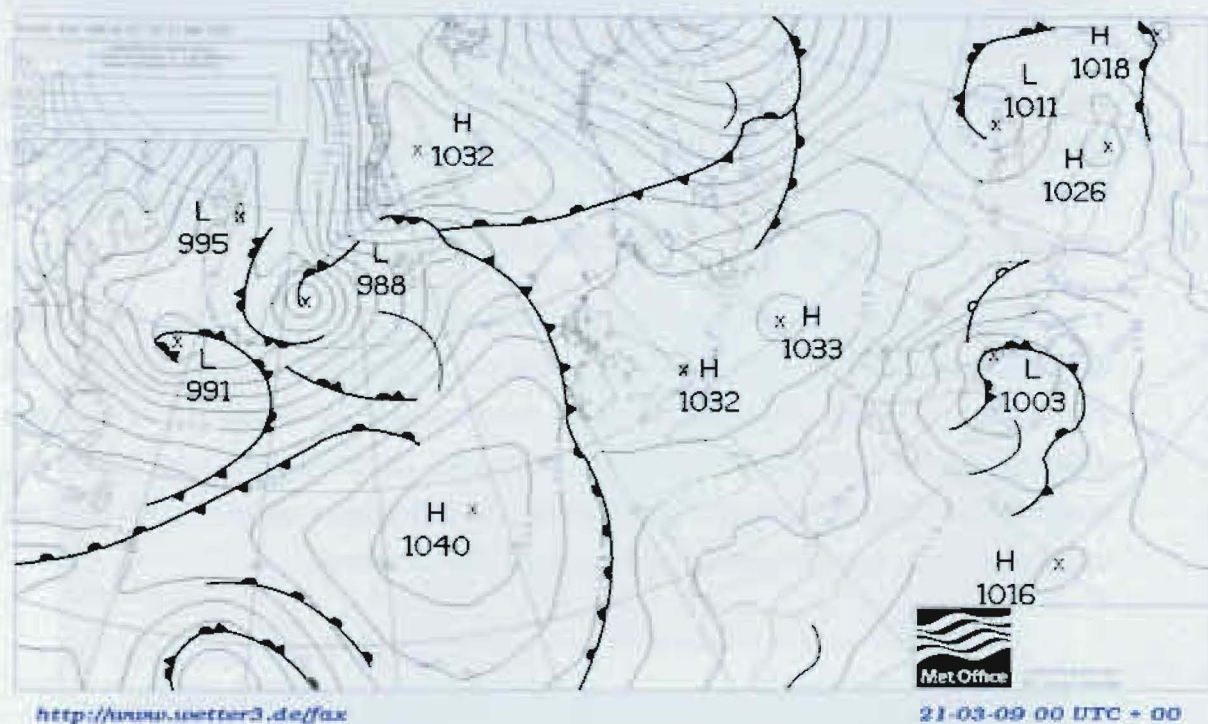


Εικόνα 136 - Χάρτης 24ωρης βροχόπτωσης για τις 21/03/2009 από TOVAS

Κοιτώντας τους χάρτες ανά 6ωρο από τα δορυφορικά προϊόντα βροχής 3B42 του δορυφόρου TRMM και τους αντίστοιχους μετεωρολογικούς χάρτες, βλέπουμε τη συνεχή ανάπτυξη πάνω από τον ελληνικό χώρο, ενός ψυχρού μετώπου που λαμβάνει μέρος στη διαδικασία της κυκλογένεσης και τη δημιουργία ενός συνεσφιγμένου μετώπου, λόγω των κινήσεων στις οποίες το υποβάλει η ύφεση. Οι περισσότερες βροχοπτώσεις ανά 6ωρο παρατηρούνται στη μετωπική επιφάνεια του ψυχρού μετώπου.

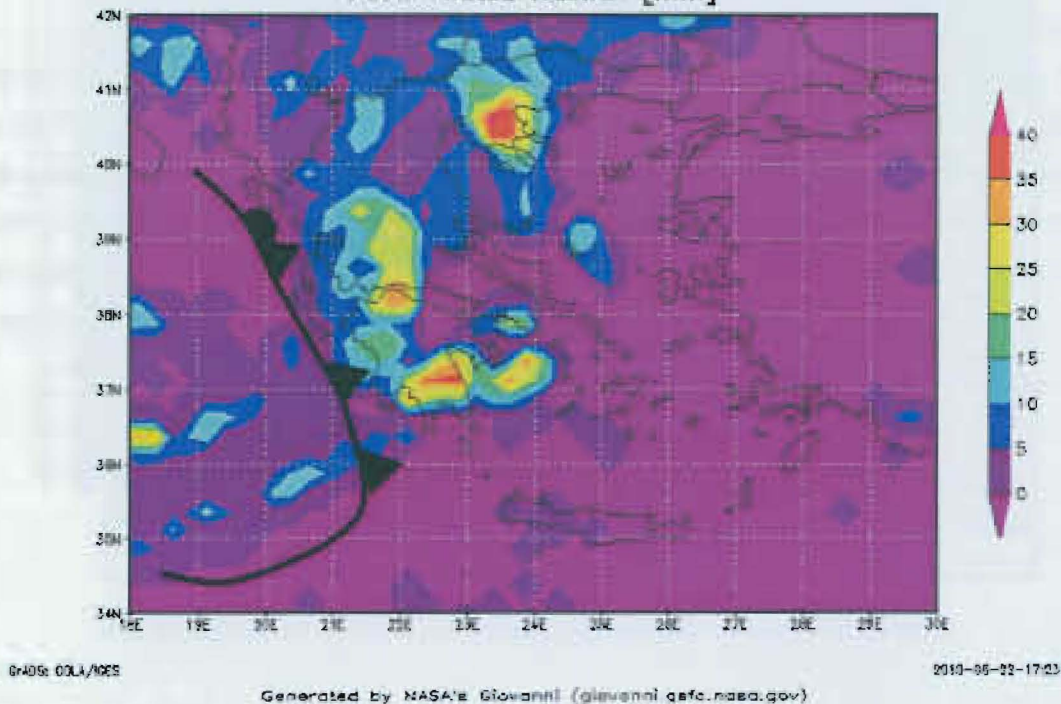
Στις 00 UTC, στο μετεωρολογικό χάρτη επιφάνειας (εικ. 137) παρατηρείται χαμηλό βαρομετρικό πάνω από τη θάλασσα του Ιονίου. Το ψυχρό μέτωπο, που καταλήγει σε ένα συνεσφιγμένο, βρίσκεται πάνω από τη

δυτική Ελλάδα και προκαλεί έντονες βροχοπτώσεις ύψους μέχρι και 40 mm στον ηπειρωτικό ελληνικό χώρο (εικ. 138).



Εικόνα 137 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 21/03/09, 00 UTC

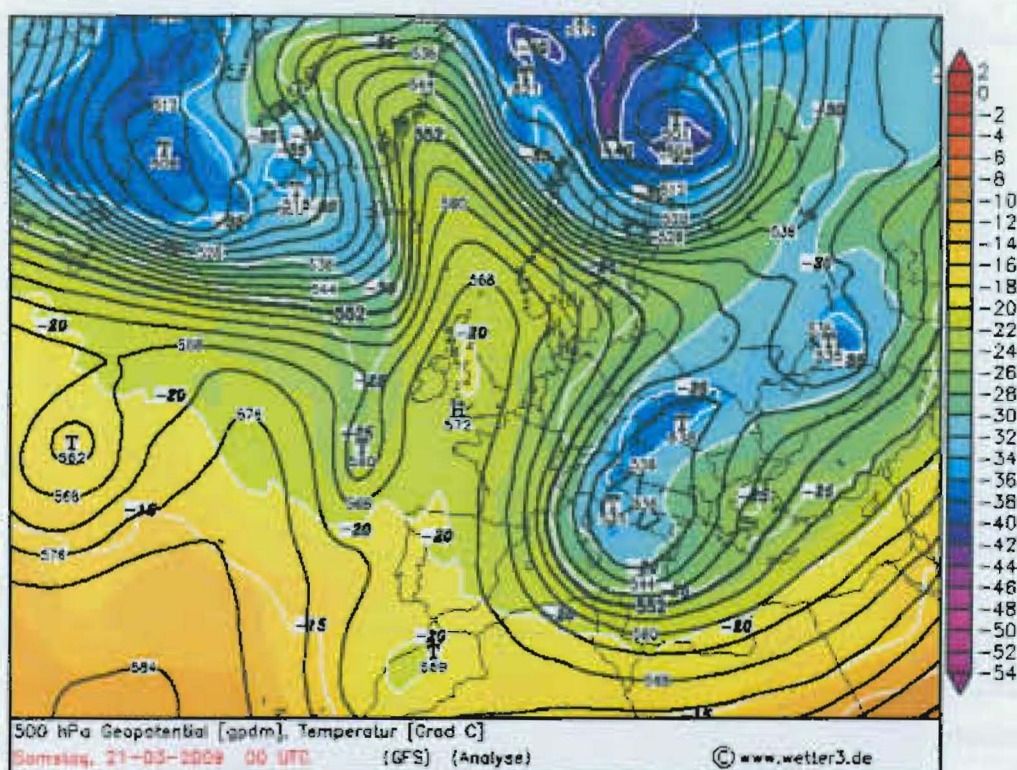
3-hourly TRMM 3B42(V6) 00Z21Mar2009-06Z21Mar2009
Accumulated Rainfall [mm]



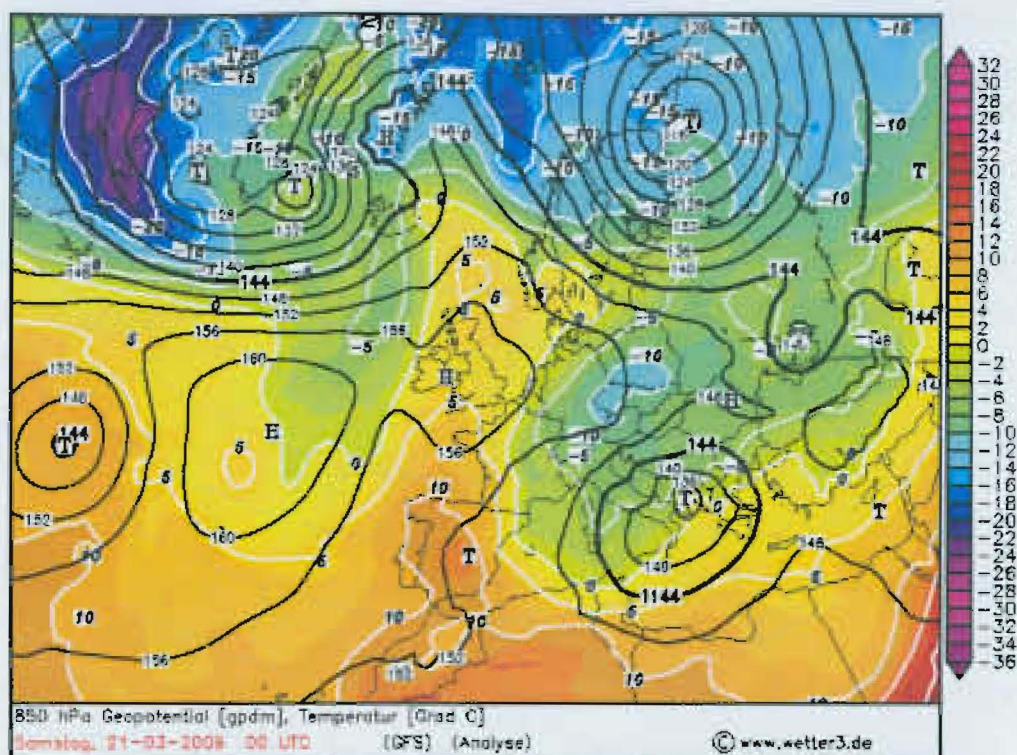
Εικόνα 138 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 21/03/2009 00-06 UTC από TOVAS

Στο χάρτη των 500 hPa (εικ. 139) οι ισοϋψείς δείχνουν την παρουσία αυλώνα πάνω από την Ιταλία και την Ελλάδα, γύρω από το χαμηλό βαρομετρικό στα όρια Αδριατικής και Ιονίου θάλασσας. Τα ύψη, όπου παρατηρείται η βαρομετρική επιφάνεια στην περιοχή του αυλώνα, είναι τα 5400 gpm. Οι αέριες μάζες δεξιά του αυλώνα είναι πολύ ασταθείς, λόγω των ανοδικών κινήσεων που επικρατούν και έτσι εξηγείται η έντονη βροχοπτώση στα πρώτα εξάωρα της μέρας στη δυτική Ελλάδα.

Στο χάρτη των 850 hPa (εικ. 140) παρατηρούμε ότι οι διαφορές θερμοκρασίας σε σχέση με το σημείο δρόσου T_d είναι μικρότερες από 5°C και έτσι συμπεραίνεται η παρουσία νεφών στην περιοχή. Ο αέρας πάνω από τον ελληνικό χώρο είναι θερμότερος σε σύγκριση με το βορρά και, λόγω της κίνησης του ανέμου, υπάρχει μικρή μεταφορά θερμών αερίων μαζών από τα νοτιότερα προς τον ελληνικό χώρο και άρα και αστάθεια.

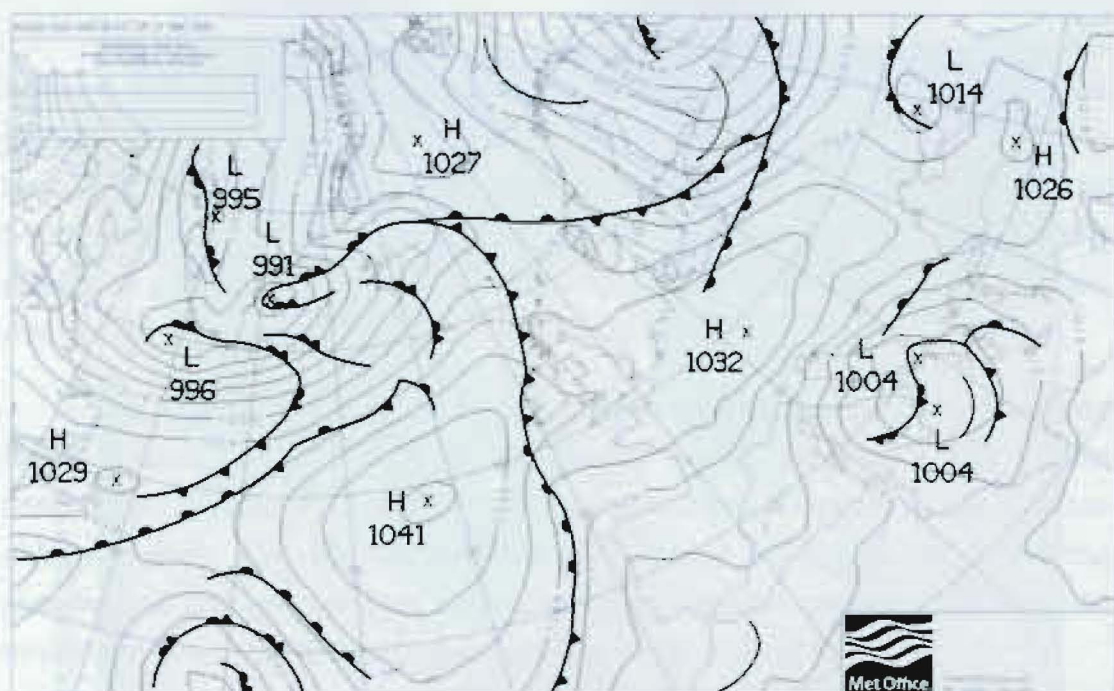


Εικόνα 139 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 21/03/09, 00 UTC



Εικόνα 140 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 21/03/09, 00 UTC

Στις 06 UTC, μετά από τη δεξιόστροφη κίνηση στην οποία υποβάλλει τις αέριες μάζες το κέντρο ενός βαρομετρικού χαμηλού πάνω από το Ιόνιο, το ψυχρό μέτωπο περιστρέφεται με άξονα το κέντρο του χαμηλού και μετακινείται προς τα Α-ΒΑ, μαζί με ένα θερμό μέτωπο σχηματίζοντας ένα συνεσφιγμένο πάνω από την Ιταλία (εικ. 141). Στο εξάωρο που ακολουθεί και σε όλη την υπόλοιπη μέρα, οι έντονες βροχοπτώσεις ύψους μέχρι και 50 mm παρατηρούνται μπροστά από το θερμό μέτωπο (εικ. 142).

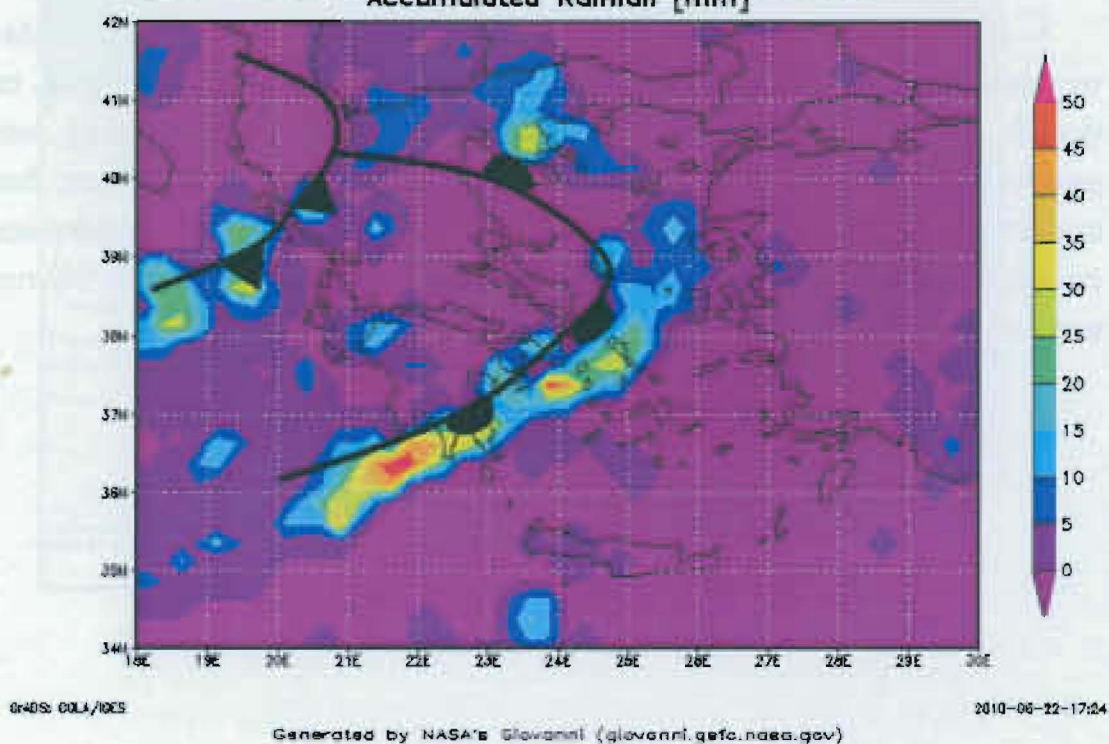


<http://www.wetter3.de/fax>

21-03-09 06 UTC + 00

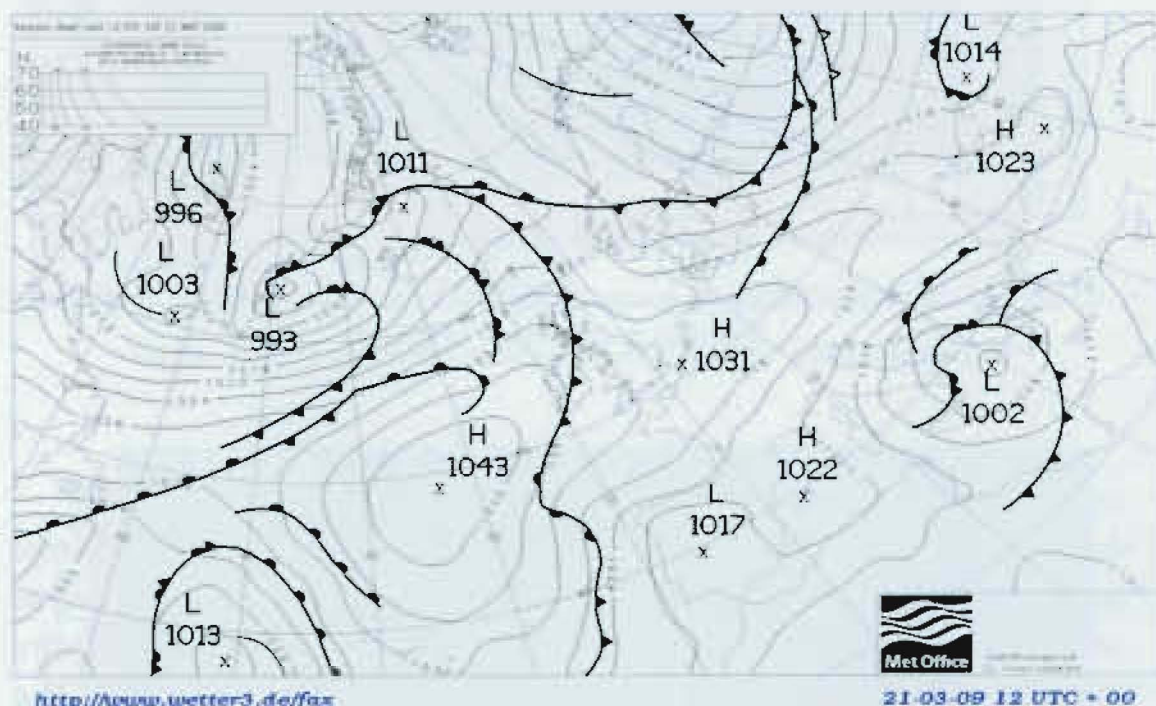
Εικόνα 141 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας, 21/03/09, 06 UTC

3-hourly TRMM 3B42(V6) 06Z21Mar2009-12Z21Mar2009
Accumulated Rainfall [mm]



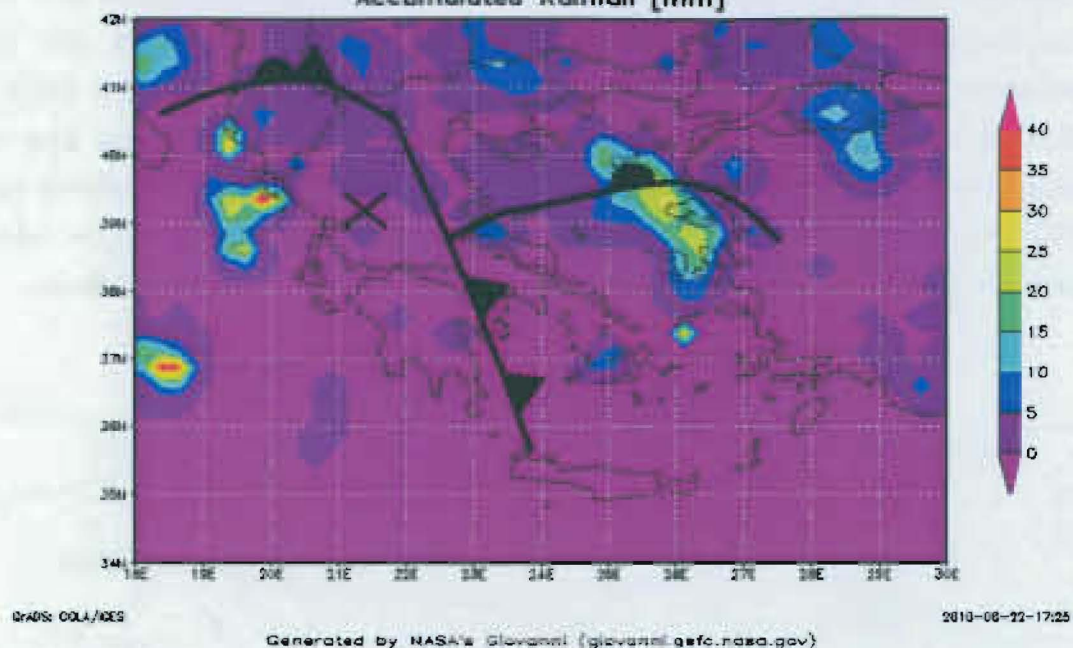
Εικόνα 142 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 21/03/2009 06-12 UTC από TOVAS

Στις 12 UTC, το κέντρο του χαμηλού μετατοπίζεται βορειοανατολικά, πλησιάζοντας την ηπειρωτική Ελλάδα. Τα μέτωπα περιστρέφονται όλο και πιο δεξιόστροφα (εικ. 143) με ασθενείς όμως βροχοπτώσεις σε όλη την επικράτεια (εικ. 144). Όπως φαίνεται στο χάρτη των 500 hPa (εικ. 145), η Ελλάδα εξακολουθεί να βρίσκεται στα ανατολικά του αυλώνα και άρα να επικρατούν συνθήκες αστάθειας λόγω ανοδικών κινήσεων. Στο χάρτη των 850 hPa (εικ. 146) φαίνεται η μεταφορά θερμότερων αερίων μαζών πάνω από τον ελλαδικό χώρο και συμπεραίνεται η ένταση συνθηκών αστάθειας.

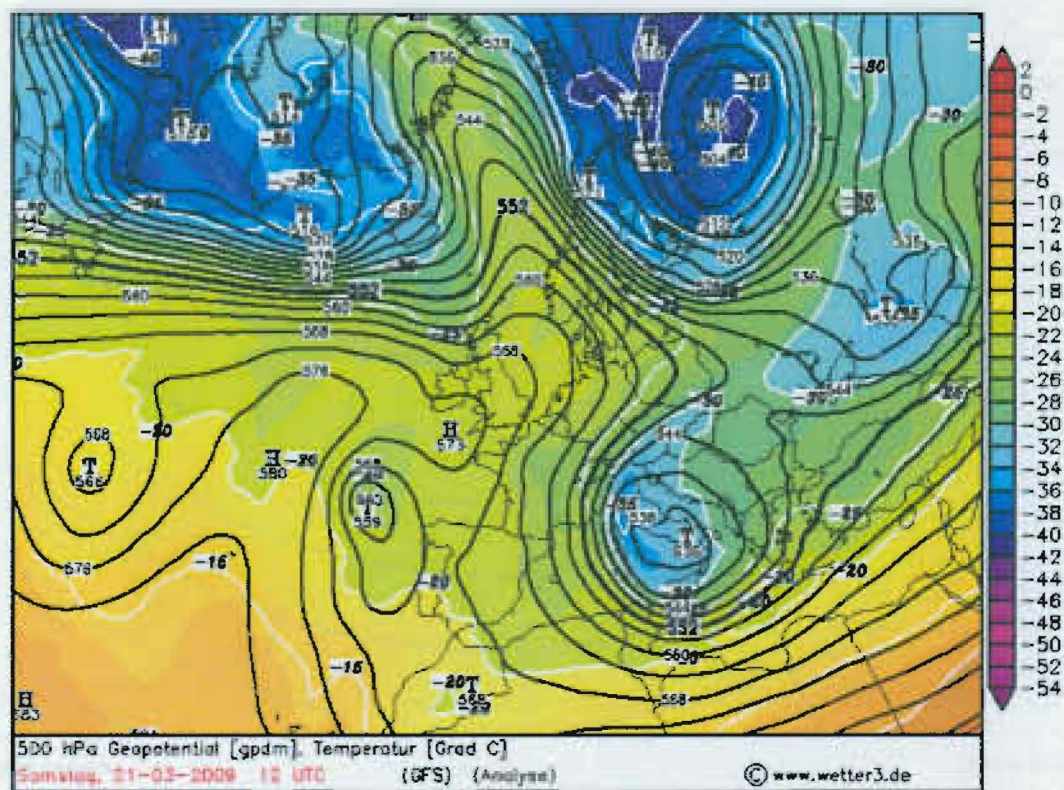


Εικόνα 143 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 21/03/09, 12 UTC

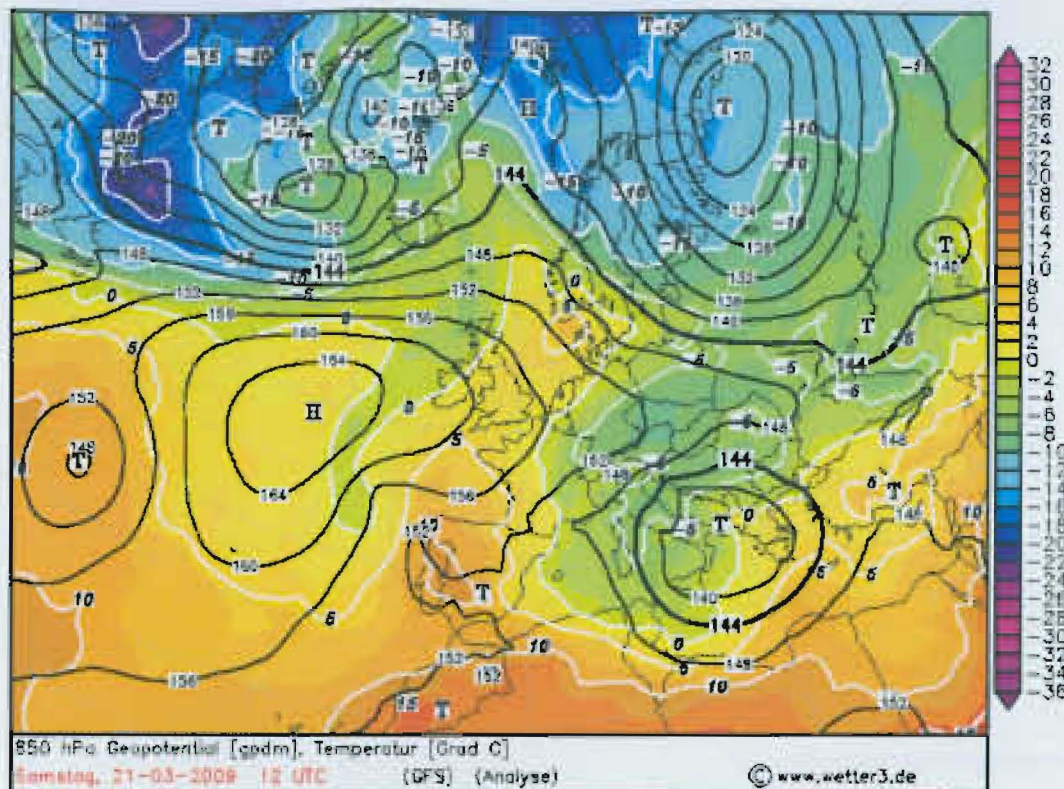
3-hourly TRMM 3B42(v6) 12Z21Mar2009-18Z21Mar2009
Accumulated Rainfall [mm]



Εικόνα 144 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 21/03/2009 12-18 UTC από TOVAS. Το σύμβολο X δείχνει το κέντρο του χαμηλού.

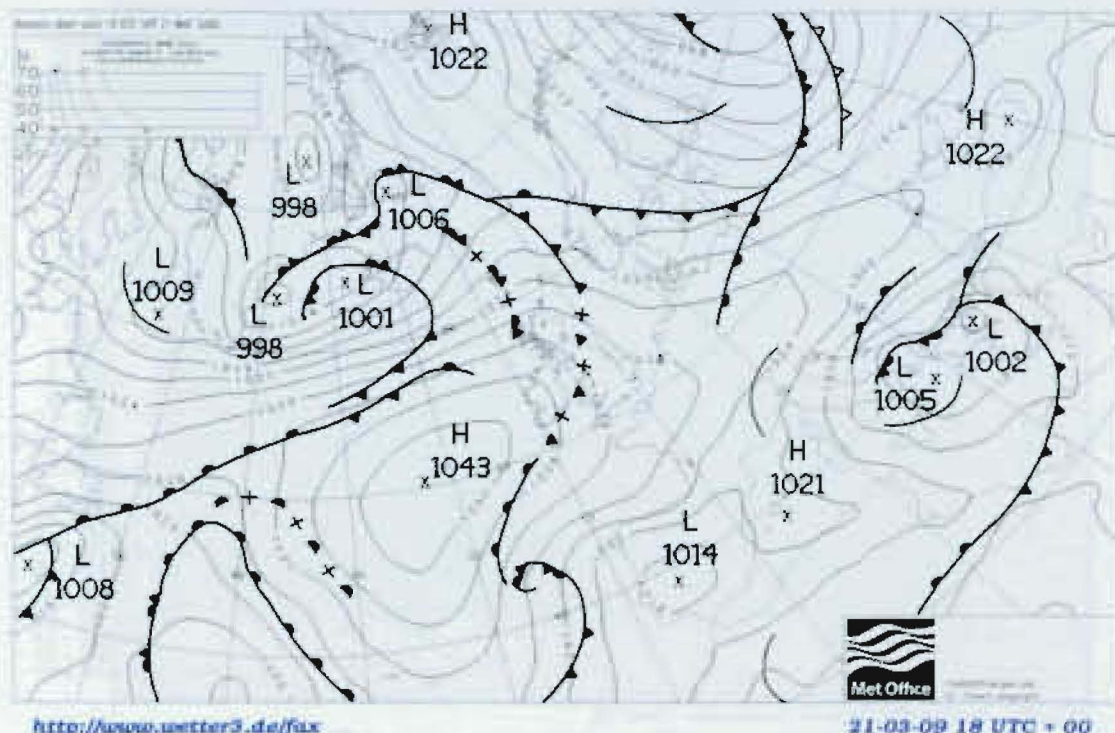


Εικόνα 145 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 21/03/09, 12 UTC



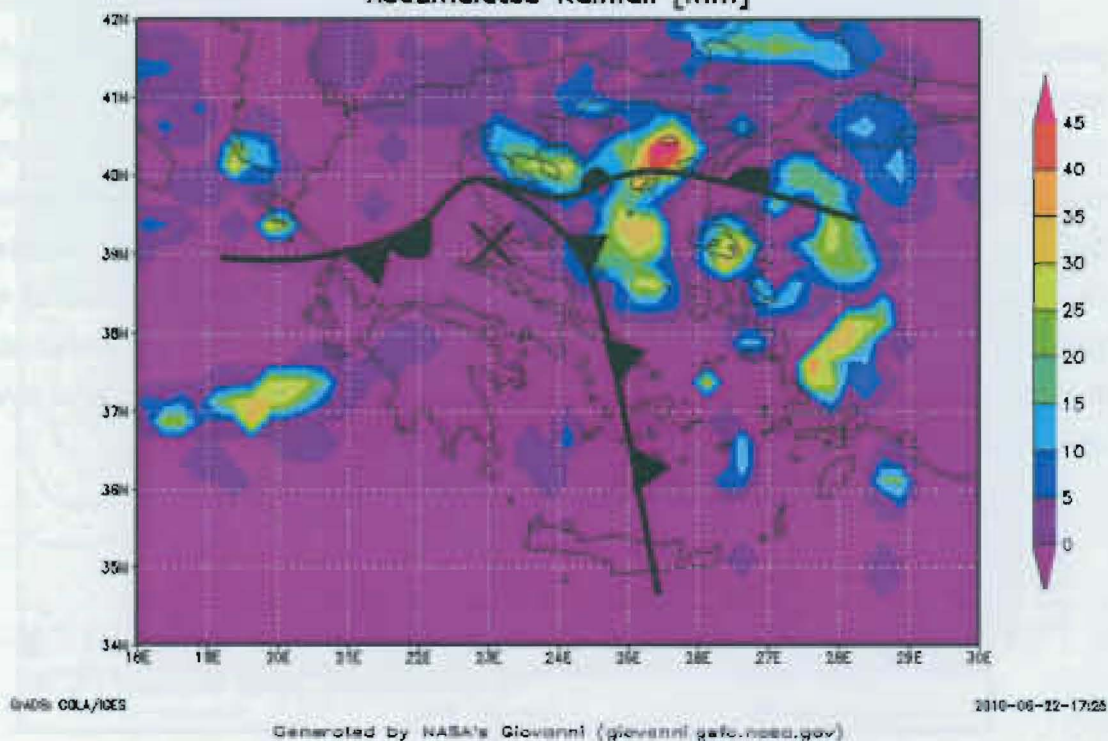
Εικόνα 146 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 21/03/09, 12 UTC

Στις 18 UTC και μέχρι το τέλος της μέρας, το κέντρο του χαμηλού μετακινήθηκε προς το χώρο της Χαλκιδικής (εικ. 147), φέρνοντας το ψυχρό μέτωπο πιο κοντά στο θερμό μέτωπο και με έντονες βροχοπτώσεις, ιδίως στην περιοχή όπου τέμνονται τα μέτωπα (εικ. 148). Σε σύγκριση με το χάρτη των 850 hPa (εικ. 149), παρατηρείται η παρουσία των εντονότερων βροχομετρικών φαινομένων του εξάωρου στις περιοχές όπου επικρατούσαν οι ψυχρότερες αέριες μάζες. Στο χάρτη των 500 hPa (εικ. 150) αναφέρεται η μεγάλη απόσταση ανάμεσα στις ισοϋψείς γύρω από το κέντρο του αυλώνα, που φανερώνει μια επέκταση αυτού και αραίωση των φαινομένων που τον συνοδεύουν.

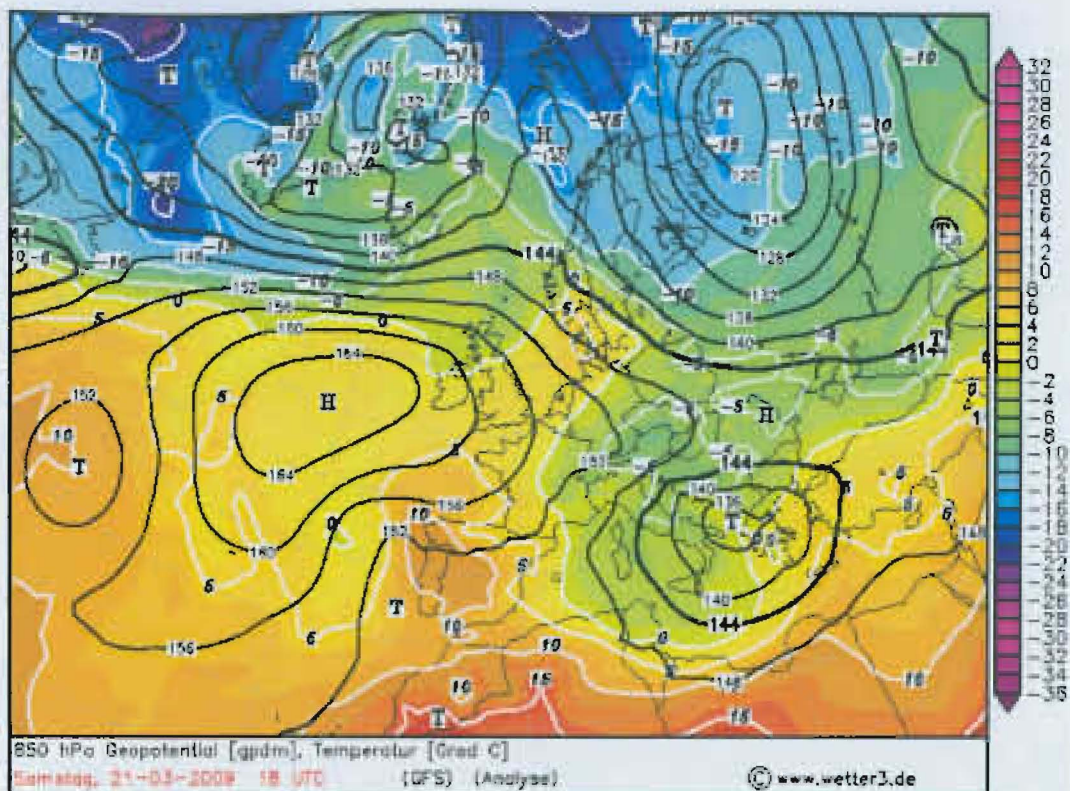


Εικόνα 147 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 21/03/09, 18 UTC

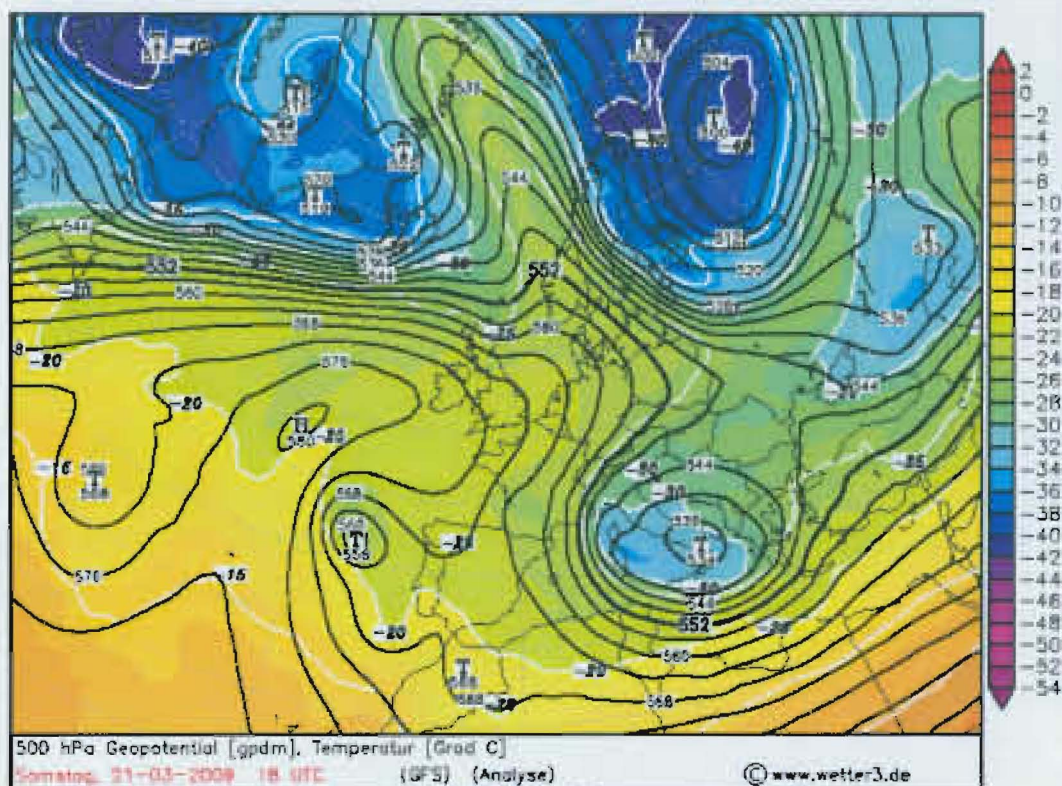
3-hourly TRMM 3B42(V6) 18Z21Mar2009-00Z22Mar2009
Accumulated Rainfall [mm]



Εικόνα 148 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 21/03/2009 18-00 UTC από TOVAS

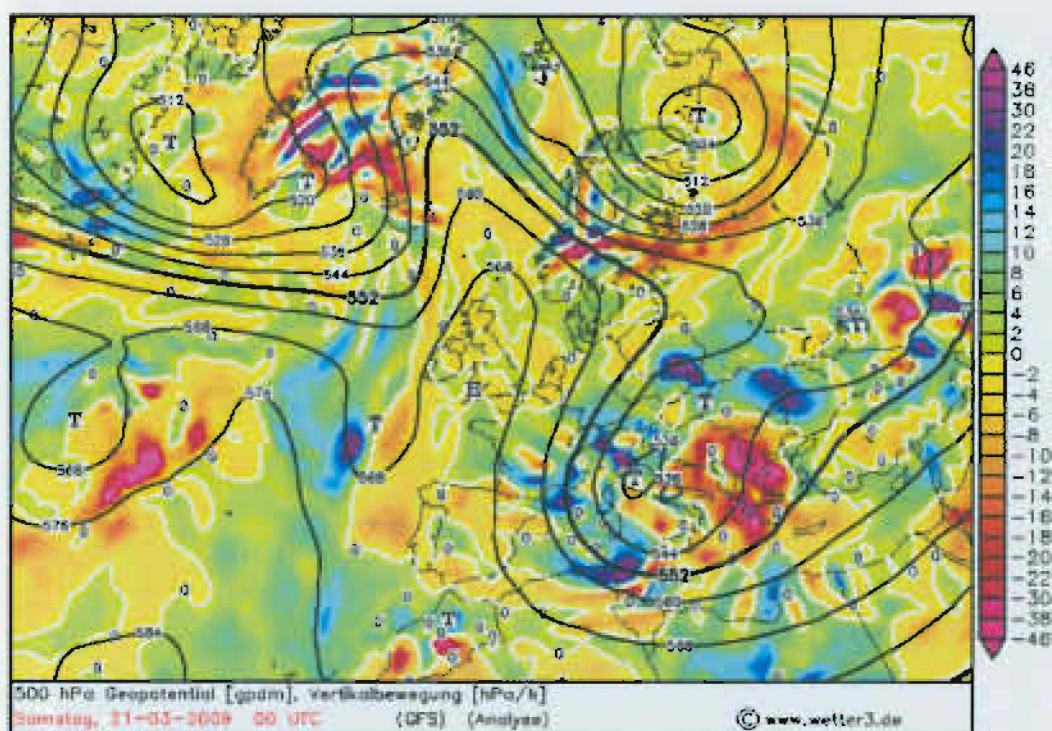


Εικόνα 149 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 21/03/09, 18 UTC

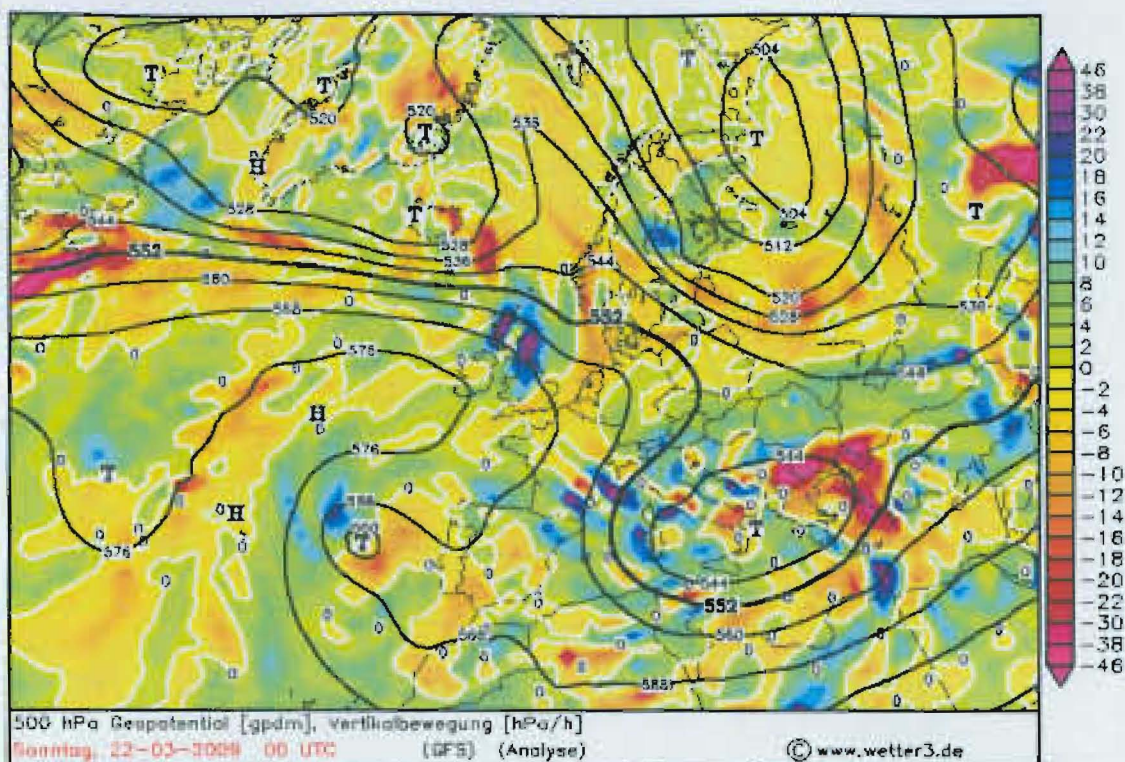


Εικόνα 150 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 21/03/09, 18 UTC

Στο χάρτη των κατακόρυφων κινήσεων των 500 hPa, παρατηρείται ότι για τις 21/3/2009, 00 UTC (εικ. 151), η κατακόρυφη ταχύτητα για την περιοχή πάνω από τον ελληνικό χώρο έχει αρνητικό ρυθμό -30 με -40 hPa/h. Από εκεί συμπεραίνεται η έντονη δραστηριότητα των κατακόρυφων κινήσεων και η εύνοια στη δημιουργία κατακόρυφων καταιγισμοφόρων νεφών. Η μεγάλη αυτή ταχύτητα παρατηρείται πάνω από την Ελλάδα καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας ενώ, με την άφιξη της 22^{ας} Μαρτίου (εικ. 152), οι μεγάλες ταχύτητες κατακόρυφων κινήσεων παρατηρούνται πιο ανατολικά, προς την Τουρκία, υποδεικνύοντας την πορεία της ύφεσης και των μετώπων που την συνοδεύουν.



Εικόνα 151 - Χάρτης κατακόρυφων κινήσεων 500hPa για τις 21/03/2009, 00 UTC

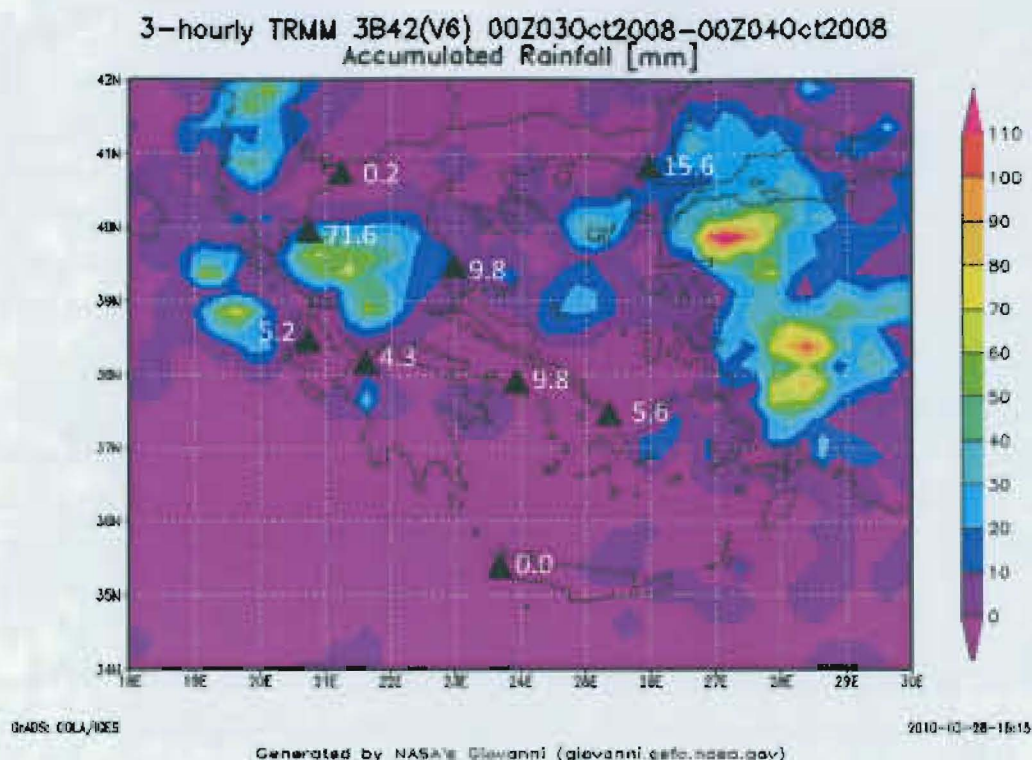


Εικόνα 152 - Χάρτης κατακόρυφων κινήσεων 500hPa για τις 22/03/2009, 00 UTC

3.4. ΑΥΛΩΝΑΣ (TROUGH) ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

3.4.1. 3 Οκτωβρίου 2008

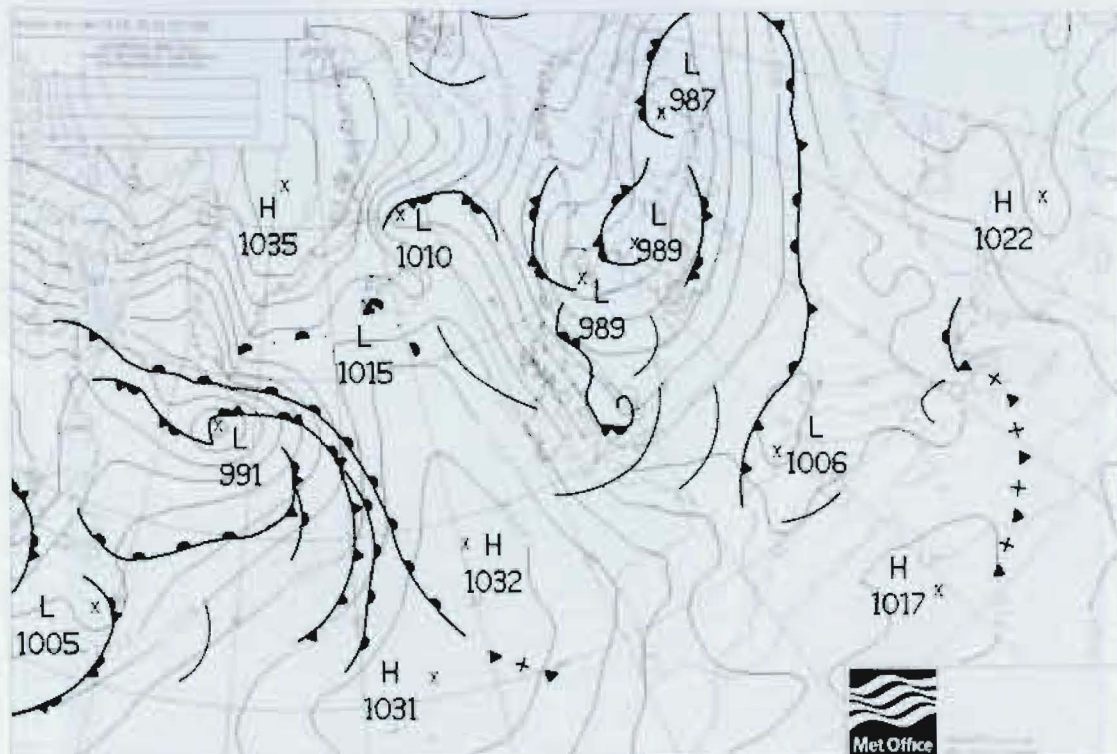
Στις 3 Οκτωβρίου 2008, έντονα βροχομετρικά φαινόμενα ύψους άνω των 60 mm σημειώθηκαν κυρίως στο ηπειρωτικό κομμάτι της Στερεάς Ελλάδας. Στη γειτονική Τουρκία τα ύψη βροχόπτωσης ήταν μεγαλύτερα (μέχρι και 110 mm) (εικ. 153).



Εικόνα 2 - Χάρτης 24ωρης βροχόπτωσης για τις 3/10/2008 από TOVAS

Στις 00 UTC, από το μετεωρολογικό χάρτη επιφάνειας (εικ. 154), εντοπίζεται ένα διαλυμένο πλέον συνεσφιγμένο μέτωπο, με το ψυχρό στέλεχος αυτού να βρίσκεται σε διάλυση. Στη θέση του συνεσφιγμένου μετώπου παρατηρείται ένας αυλώνας χαμηλών πιέσεων (trough), που είναι και η αιτία βροχόπτωσης ύψους 50 – 60 mm στην περιοχή της Ηπείρου (εικ. 155) για το πρώτο εξάωρο της ημέρας.

Στο χάρτη των 500 hPa (εικ. 156) στις 00 UTC δεν απεικονίζεται ο αυλώνας και στο χάρτη των 850 hPa (εικ. 157) διακρίνεται μια περιορισμένη θερμή μεταφορά αερίων μαζών πάνω από τον ελλαδικό χώρο.

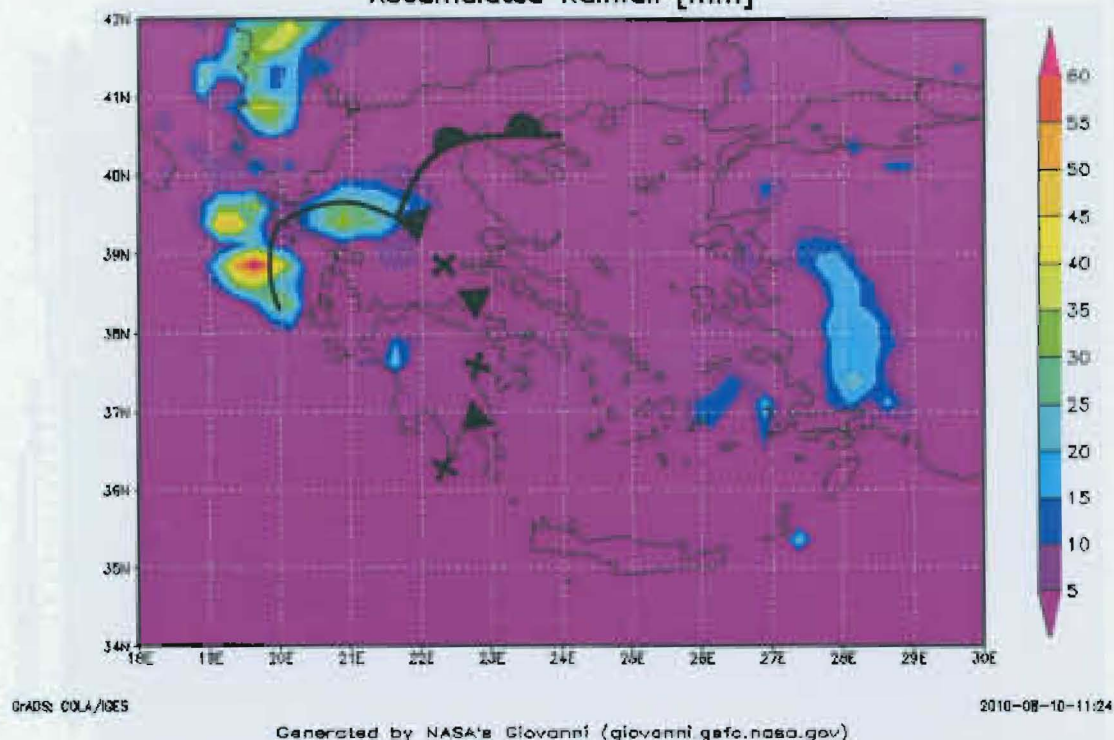


<http://www.wetter3.de/fax>

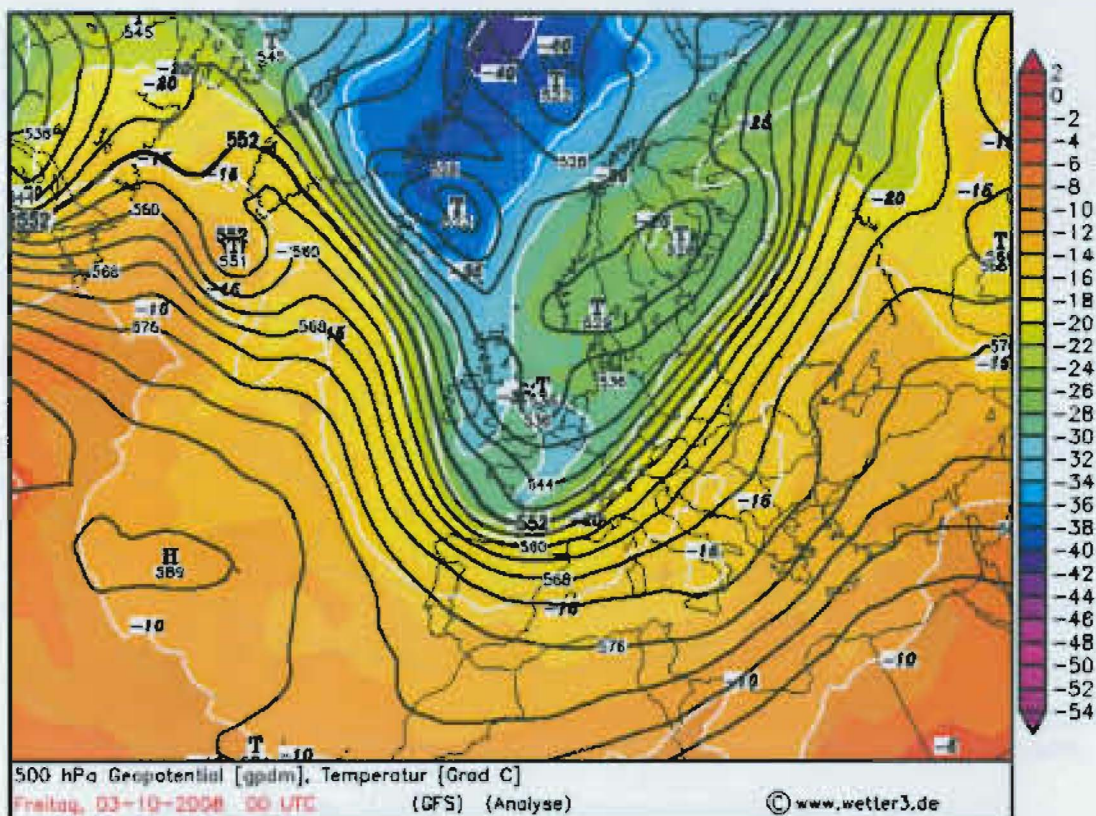
03-10-08 00 UTC + 00

Εικόνα 34 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 3/10/08, 00 UTC

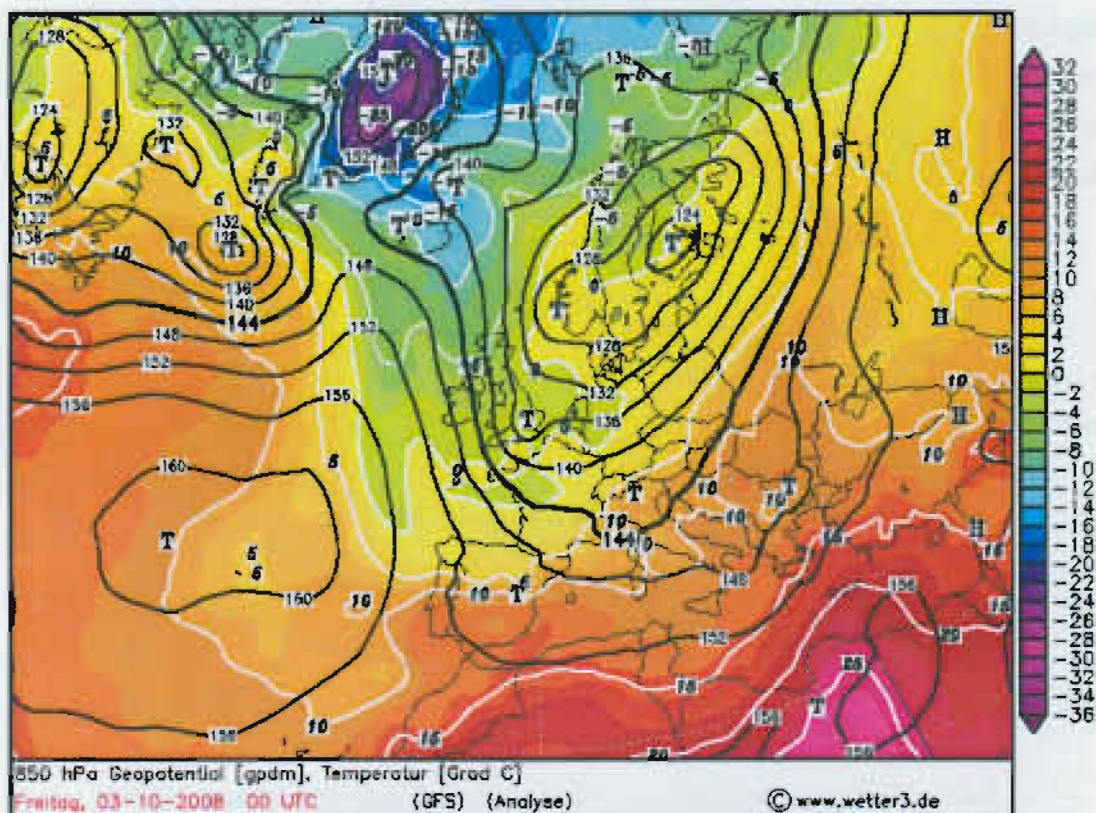
3-hourly TRMM 3B42(V6) 00Z03Oct2008-06Z03Oct2008
Accumulated Rainfall [mm]



Εικόνα 4 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 3/10/2008 00-06 UTC από TOVAS

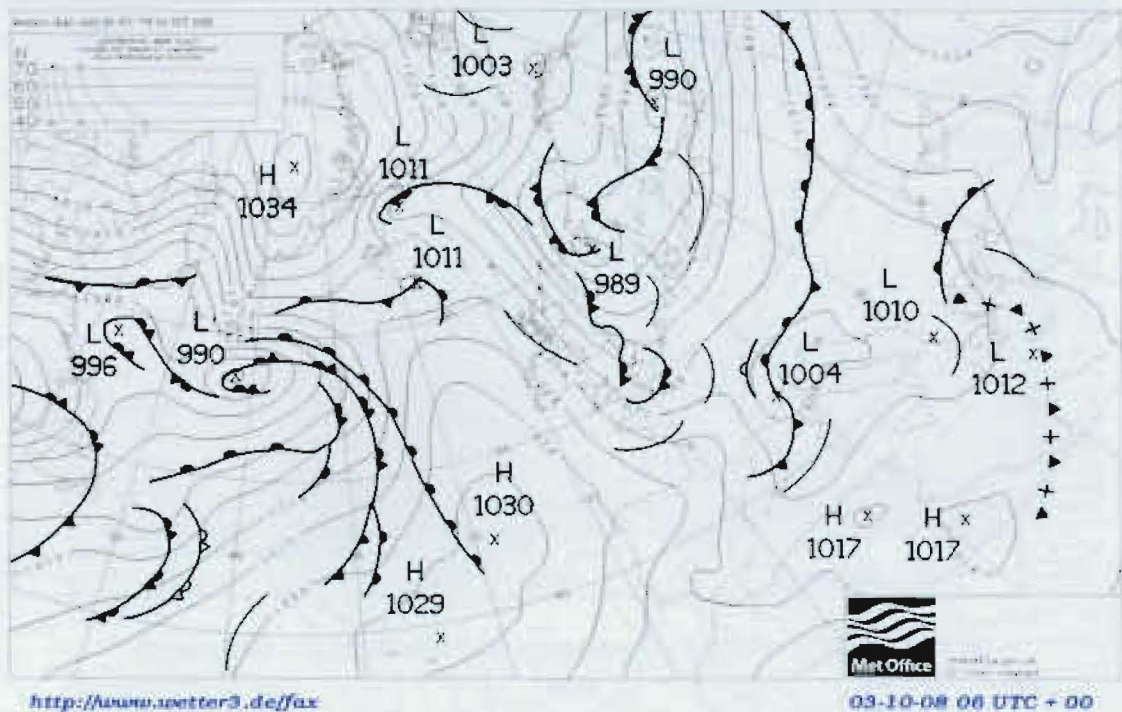


Εικόνα 5 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 3/10/08, 00 UTC



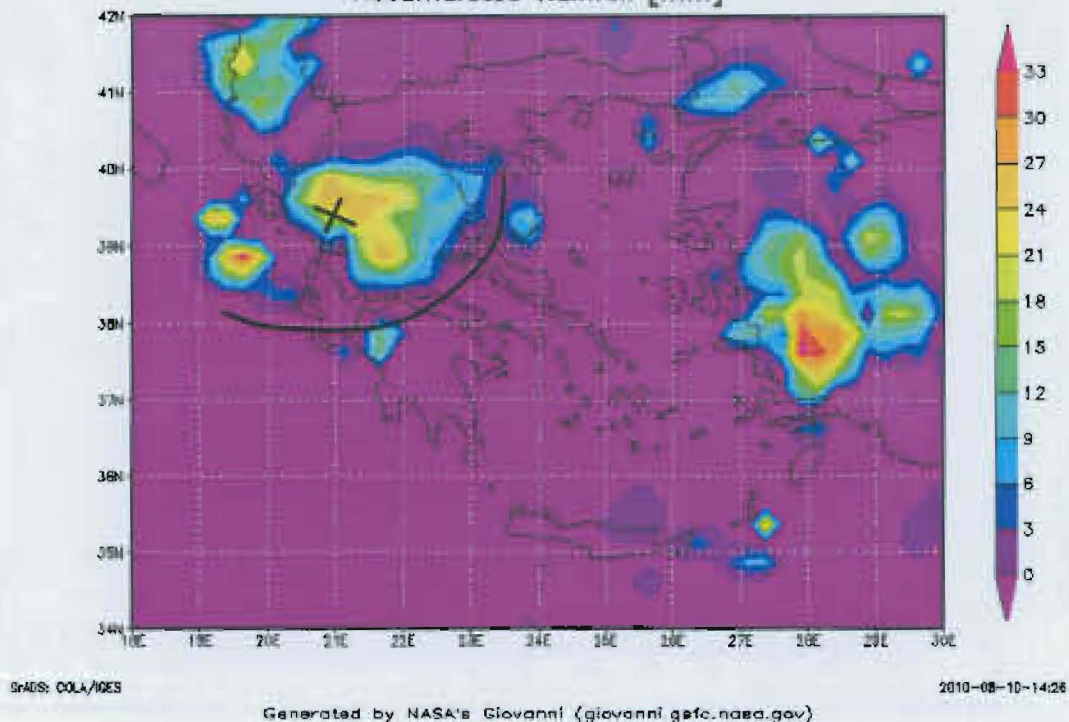
Εικόνα 6 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 3/10/08, 00 UTC

Στις 06 UTC, από το χάρτη επιφάνειας (εικ. 158) μπορεί να διακριθεί ότι τα μέτωπα συνεχίζουν την πορεία τους βορειοανατολικά και ένας αυλώνας χαμηλών πιέσεων βρίσκεται πάνω από τη Στερεά Ελλάδα προκαλώντας βροχοπτώσεις στο χώρο ύψους περίπου 30 mm (εικ. 159).



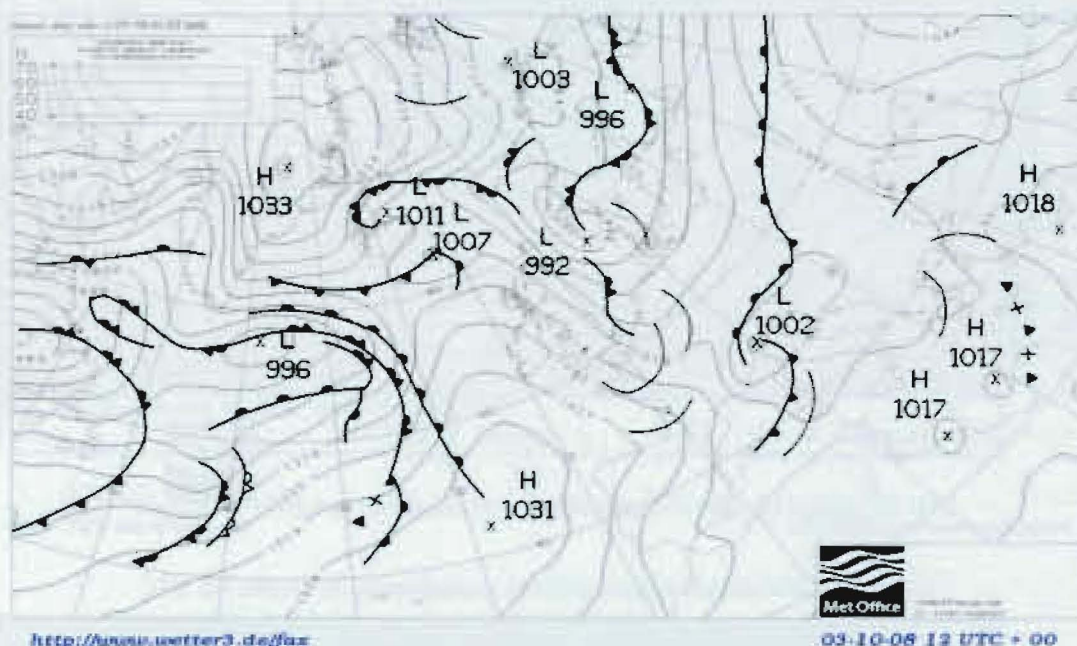
Εικόνα 7 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας, 3/10/08, 06 UTC

3-hourly TRMM 3B42(V6) 06Z03Oct2008-12Z03Oct2008
Accumulated Rainfall [mm]



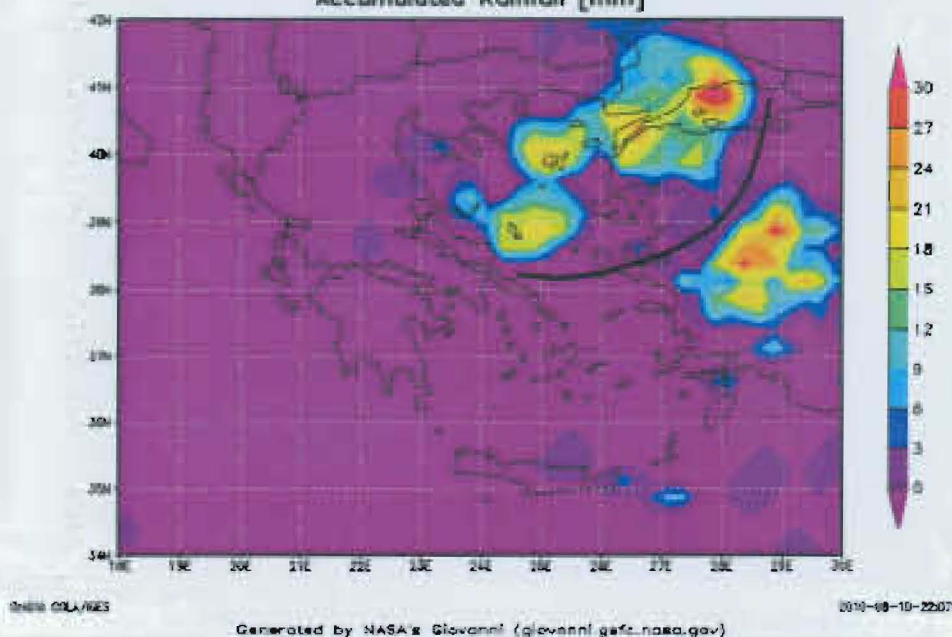
Εικόνα 159 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 3/10/2008 06-12 UTC από TOVAS

Στις 12 UTC (εικ. 160), τα μέτωπα έχουν διαλυθεί και οι βροχοπτώσεις (ύψους μέχρι και 25 mm πάνω από το χώρο του Αιγαίου κυρίως) προκαλούνται από εναπομείναντες αυλώνες χαμηλών πιέσεων (εικ. 161). Στο χάρτη των 500 hPa (εικ. 162) εντοπίζεται η παρουσία των αυλώνων από τη μορφή των ισοϋψών της ισοβαρικής επιφάνειας, ενώ στο χάρτη των 850 hPa (εικ. 163) είναι φανερή η θερμή μεταφορά αερίων μαζών πάνω από το χώρο του Αιγαίου.

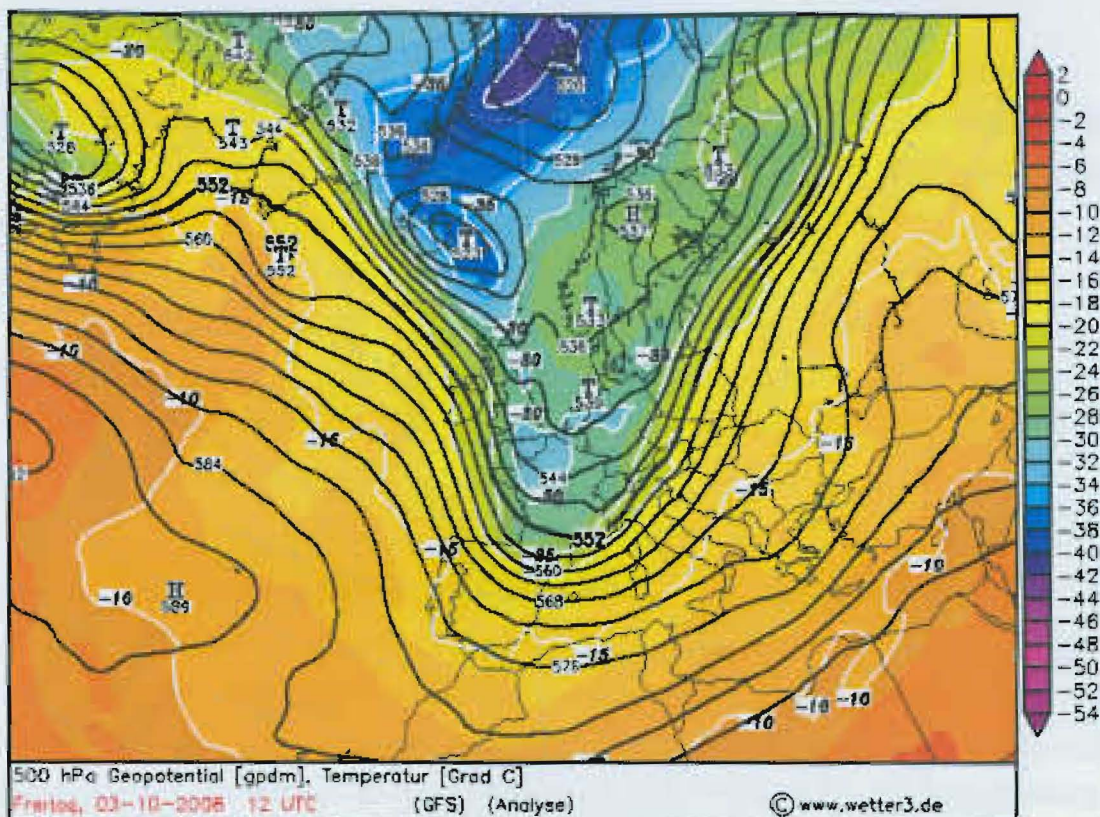


Εικόνα 160 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας. 3/10/08, 12 UTC

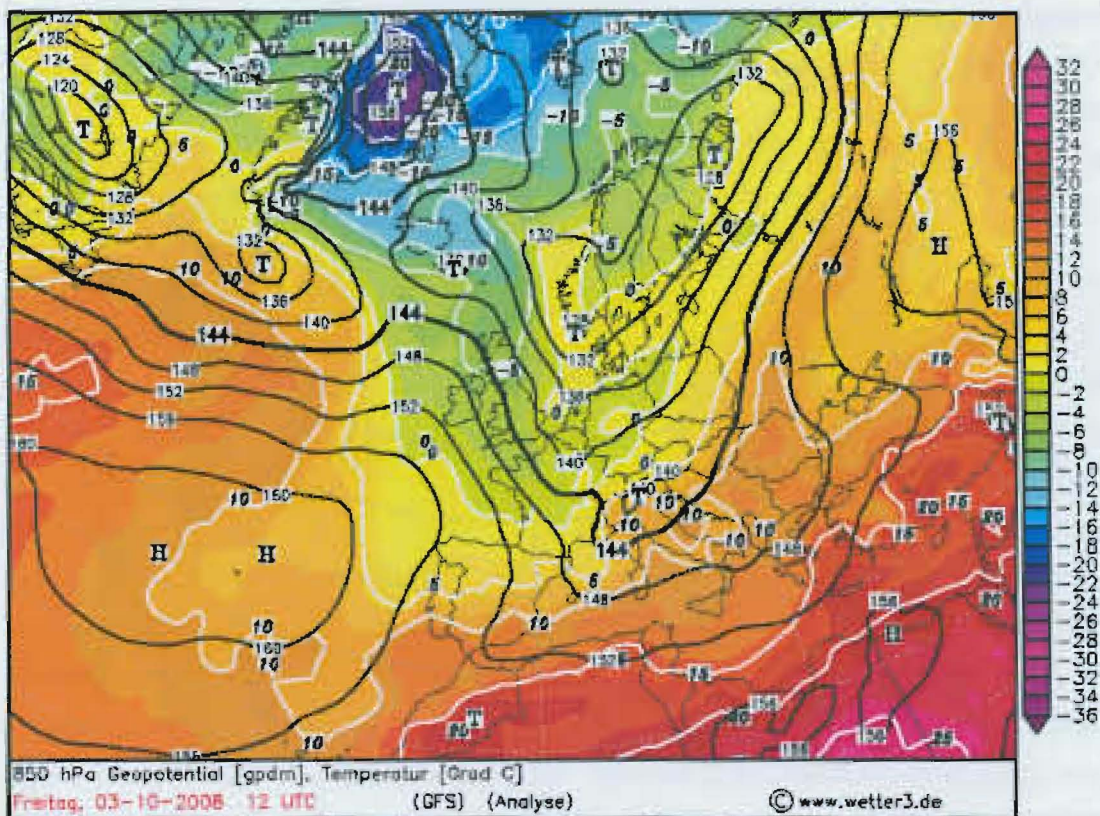
3-hourly TRMM 3B42(V6) 12Z03Oct2008-18Z03Oct2008
Accumulated Rainfall [mm]



Εικόνα 161 - Χάρτης βροχόπτωσης για τις 3/10/2008 12-18 UTC από TOVAS

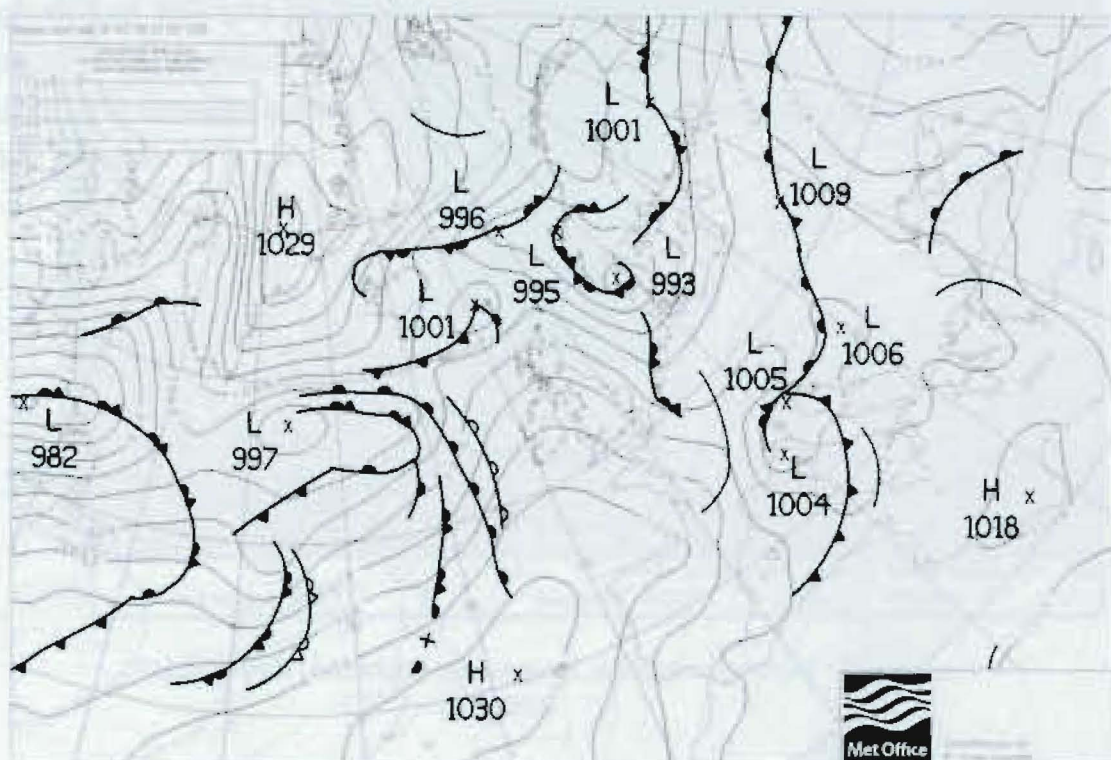


Εικόνα 162 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 500hPa. 3/10/08, 12 UTC



Εικόνα 163 - Χάρτης ισοβαρικής επιφάνειας 850hPa. 3/10/08, 12 UTC

Από τις 18 UTC και μετά (εικ. 164), τα μέτωπα είχαν μετακινηθεί βορειοανατολικά και δεν παρατηρήθηκαν άλλες βροχοπτώσεις στον ελλαδικό χώρο (εικ. 165).

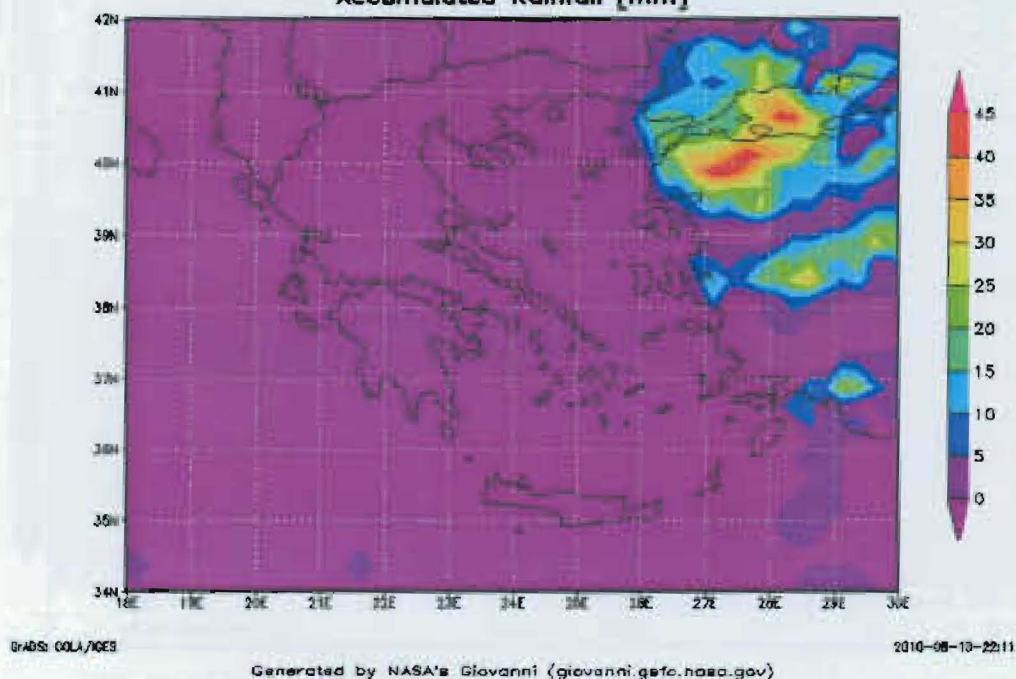


<http://www.wetter3.de/fax>

03-10-08 18 UTC + 00

Εικόνα 164 - Μετεωρολογικός χάρτης επιφάνειας, 3/10/08, 18 UTC

3-hourly TRMM 3B42(V6) 18Z03Oct2008-00Z04Oct2008
Accumulated Rainfall [mm]



Εικόνα 165 - Χάρτης βροχάπτωσης για τις 3/10/2008 18-00 UTC από TOVAS

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Μετά την ανάλυση των χαρτών και των φαινομένων που οδήγησαν στα έντονα επεισόδια βροχόπτωσης, μπορεί κάποιος να παρατηρήσει μερικά φαινόμενα που επαναλαμβάνονται τακτικά, ώστε να βγάλει ορισμένα ασφαλή συμπεράσματα.

Ένα από αυτά είναι η υψηλή βροχόπτωση, που σχεδόν πάντα παρατηρείται κατά μήκος της δυτικής Ελλάδας και στο ανατολικό Ιόνιο. Η εξήγηση σε αυτό το φαινόμενο μπορεί να συνδεθεί με την παρουσία της οροσειράς της Πίνδου. Δυτικά της Πίνδου, στην προσήνεμη πλευρά της οροσειράς, οι αέριες μάζες προσκρούουν πάνω στην οροσειρά και αναγκάζονται να κάνουν ανοδική κίνηση προκειμένου να την προσπεράσουν. Η ανοδική αυτή κίνηση υποβάλλει τις αέριες μάζες σε αδιαβατική ψύξη και εφόσον οι αέριες αυτές μάζες είναι πολύ υγρές, λόγω της προέλευσής τους από το Ιόνιο πέλαγος, προκύπτει το αποτέλεσμα της έντονης βροχόπτωσης δυτικά της οροσειράς. Όταν οι αέριες μάζες εκτονωθούν και προσπεράσουν την κορυφογραμμή της οροσειράς, κατεβαίνουν την υπήνεμη πλευρά αυτής με τη μορφή θερμού και ξηρού ανέμου (γνωστός στη βιβλιογραφία σαν άνεμος Foehn), γι' αυτό και είναι συνήθης η ελάχιστη βροχόπτωση σε περιοχές ανατολικά της Πίνδου.

Παρατηρείται ακόμη, ότι το είδος του μετώπου επηρεάζει τη γεωγραφική εξάπλωση και την ένταση της βροχής. Η βροχόπτωση που συνοδεύει τα ψυχρά μέτωπα είναι περιορισμένη σε έκταση, αλλά αρκετά μεγάλη σε ύψος. Συνήθως βρίσκεται κατά μήκος και μπροστά από τη μετωπική επιφάνεια. Η βροχόπτωση που συνοδεύει τα θερμά μέτωπα είναι συνήθως πιο εκτεταμένη γεωγραφικά και με μικρότερα ύψη. Τα ύψη αυτά όμως, μπορούν να πάρουν πολύ μεγάλες τιμές αν οι αέριες μάζες που συγκροτούν το θερμό μέτωπο είναι ασταθείς, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση της 14^{ης} Ιανουαρίου 2009. Τη συγκεκριμένη ημερομηνία, η παρατηρούμενη υψηλή βροχόπτωση οφείλεται στην ατμοσφαιρική αστάθεια που προκάλεσε η μεταφορά θερμών αερίων μαζών από νοτιότερες της Ελλάδας περιοχές. Η βροχόπτωση που χαρακτηρίζει τα συνεσφιγμένα μέτωπα, φαίνεται να ακολουθεί, ως επί το πλείστον, τη μετωπική επιφάνεια

των μετώπων και το ύψος να είναι μεγάλο, εφάμιλλο των βροχοπτώσεων των ψυχρών μετώπων.

Τέλος, το δορυφορικό προϊόν 3B42 του συστήματος TOVAS κρίνεται πολύ χρήσιμο για τη μελέτη βροχόπτωσης. Οι πληροφορίες που παρέχει στο χρήστη είναι ικανοποιητικής ακρίβειας, ώστε να δημιουργηθεί μια αντιπροσωπευτική εικόνα για την εξέλιξη της βροχόπτωσης, είναι εύκολες στην ανάγνωση και ανταποκρίνονται στο μεγαλύτερο μέρος τους στις πραγματικές μετρήσεις που καταγράφηκαν από τους μετεωρολογικούς σταθμούς και στα μέτωπα που σχεδιάστηκαν στους μετεωρολογικούς χάρτες. Φυσικά, όπως φαίνεται και από την εργασία, οι αποκλίσεις είναι αρκετές και σε μερικές περιπτώσεις αρκετά μεγάλες.

Μάλιστα, αν γίνει σύγκριση ανάμεσα στο σύνολο των πραγματικών δεδομένων με τις εκτιμήσεις βροχόπτωσης του προϊόντος και υπολογιστούν τα στατιστικά μεγέθη Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (Root Mean Squared Error - RMSE), Μέσο Σφάλμα (Mean Error - ME) και Μέσο Απόλυτο Σφάλμα (Mean Absolute Error - MAE), θα βρεθούν τιμές $RMSE = 11 \text{ mm}$, $ME = 1 \text{ mm}$ και $MAE = 6,6 \text{ mm}$. Αυτό πρακτικά σημαίνει, ότι αν και το δορυφορικό προϊόν υπερεκτιμά ελαφρά την πραγματική βροχόπτωση (κατά 7,6% της μέσης τιμής των επίγειων μετρήσεων), το μέσο απόλυτο σφάλμα MAE είναι σχετικά μεγάλο (6,6 mm). Με μέσο όρο πραγματικών δεδομένων ίσο με 13,2 mm, το ποσοστό διαφοράς αγγίζει το 49,5%, ένα νούμερο αρκετά μεγάλο, ώστε να μη μπορούν να χαρακτηριστούν τα ύψη βροχής που αποδίδει το προϊόν πλήρως ακριβή. Όμως, η αυστηρότητα των πραγματικών μετρήσεων (μέτρηση από ένα σταθμό με γεωγραφική έκταση που δεν αντιλαμβάνεται καθόλου το δορυφορικό προϊόν) και το γεγονός ότι οι δορυφόροι εκτιμούν και δεν μετρούν τη βροχόπτωση, καθιστούν τα αποτελέσματα του δορυφορικού προϊόντος επαρκή για την απόδοση μιας ενημερωμένης γενικής εικόνας σε ό,τι αφορά τη βροχόπτωση σε μια περιοχή.

Παρ' όλες τις δικαιολογημένες αδυναμίες στην ακρίβεια, το δορυφορικό προϊόν είναι αναντικατάστατο στους τομείς ευκολίας απόδοσης των δεδομένων και ανάγνωσής τους από το χρήστη. Η χρωματική κωδικοποίηση των πληροφοριών που περιέχει ο χάρτης βροχόπτωσης, κάνει τη μελέτη εύκολη ακόμα και για άπειρους χρήστες. Το σύστημα παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα να μελετήσει τη βροχόπτωση που έπεσε αθροιστικά σε μια περιοχή κάθε τρεις ώρες, ή για χρονικό διάστημα πολλαπλάσιο αυτού. Αλλά από τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα του προϊόντος είναι το γεγονός

ότι αποδίδει πληροφορίες βροχόπτωσης πάνω από μεγάλες θαλάσσιες εκτάσεις, περιοχές για τις οποίες δεν υπάρχουν πραγματικές μετρήσεις. Ακόμα, η βάση δεδομένων του προϊόντος ενημερώνεται με τις τελευταίες τιμές κάθε μήνα. Έτσι, ο κάθε ενδιαφερόμενος ανά τον κόσμο, με μόνο εργαλείο το διαδίκτυο μπορεί να προμηθευτεί πρόσφατα δεδομένα βροχόπτωσης ακόμα και για τις πιο απρόσιτες περιοχές του κόσμου, χωρίς μετεωρολογικούς σταθμούς.

Για όλους τους παραπάνω λόγους και σε συνδυασμό με την καλή χωρική ανάλυση του δορυφορικού προϊόντος, το προϊόν 3B42 (και εμμέσως και το μηνιαίο αντίστοιχό του 3B43) χαρακτηρίζεται ιδανικό για μελέτη μιας συνοπτικής εικόνας ενός επεισοδίου βροχόπτωσης ακόμα και για αρκετά μεγάλες κλίμακες, στο μέγεθος μιας μικρής χώρας, με λεπτομέρεια στην πορεία του επεισοδίου βροχόπτωσης μέσα στο 24ωρο.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Μακρογιάννης – Σαχσαμάνογλου, Μαθήματα Γενικής Μετεωρολογίας, Εκδόσεις ΧΑΡΙΣ, 2004
- Θεόδωρος Σ. Καρακώστας, Σημειώσεις Συνοπτικής και Δυναμικής Μετεωρολογίας, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2008
- Κ. Καρτάλης και Χ. Φείδας, Σημειώσεις Δορυφορικής Μετεωρολογίας – Κλιματολογίας, 2009

Πληροφορίες και Δεδομένα:

- <http://penteli.meteo.gr/meteosearch/>
- <http://www.wetter3.de/Archiv/> και http://www.wetter3.de/Archiv/archiv_ukmet.html
- <http://disc2.nascom.nasa.gov/Giovanni/tovas/>
- http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/agriculture/orphans/tovas/tovas_sum.shtml
- <http://gcmd.nasa.gov/records/TOVAS.html>
- <http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/DataHoldingsPDISC.pl>
- http://trmm.gsfc.nasa.gov/overview_dir/background.html
- http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/precipitation/documentation/TRMM_README
- <http://adsabs.harvard.edu/abs/2006AGUSM.H23C..02R>
- <http://blog.geoblogspot.com/2007/07/trmm-gridded-rainfall-data.html>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Giovanni_%28meteorology%29

Εικόνες:

- http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter11/cf_xsect.html
- <http://www.k3jae.com/wxfrontsexplained.php>
- <http://www.williamsclass.com/EighthScienceWork/Atmosphere/WeatherHighsAndLows.htm>
- http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/precipitation/documentation/TRMM_README/TRMM_v6.shtml