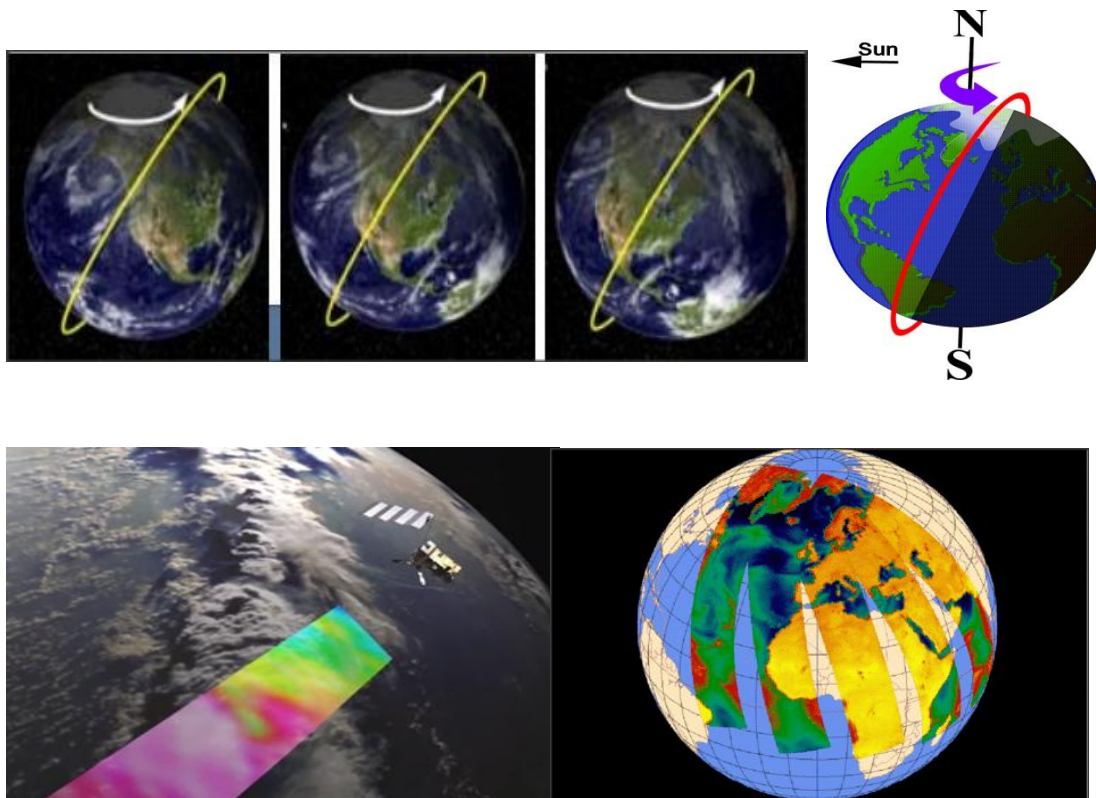


Δορυφορικός Σταθμός της EMY

Οι μετεωρολογικοί δορυφόροι πολικής τροχιάς πετούν σε σταθερό ύψος μερικών εκατοντάδων χιλιομέτρων από την επιφάνεια της γης, καταγράφοντας με πολύ μεγάλη ακρίβεια την δομή και την σύσταση της γήινης ατμόσφαιρας. Έτσι, ενώ ο δορυφόρος περιστρέφεται στην τροχιά του σαρώνοντας μια λωρίδα γης, αυτή περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της. Κάθε φορά που ο δορυφόρος κάνει μια πλήρη περιστροφή, σαρώνει και μια νέα λωρίδα γήινης επιφάνειας (εικόνα 1). Έτσι, μετά από ένα ορισμένο αριθμό περιστροφών θα έχει σαρωθεί ολόκληρη η επιφάνεια της γης.

Μερικοί δορυφόροι σαρώνουν λωρίδες με σχετικά μεγάλο πλάτος και, επομένως, μπορούν να καλύψουν ολόκληρη τη γη με λίγες περιστροφές. Αντίθετα, οι δορυφόροι υψηλής ανάλυσης, όπως είναι οι μετεωρολογικοί, σαρώνουν λωρίδες μικρότερου πλάτους και κατά συνέπεια χρειάζονται από μια ημέρα ως αρκετές ημέρες για να καλύψουν ολόκληρη τη γη.



Εικόνα 1. (α) Τροχιά του δορυφόρου σε σχέση με την περιστροφή της γης. (β) Λωρίδα σάρωσης ενός μετεωρολογικού δορυφόρου όπως φαίνεται από το διάστημα και όπως αυτές αποτυπώνονται διαδοχικά στην επιφάνεια της γης (άφορα το όργανο AMSU-A που είναι εγκατέστησε στον μετεωρολογικό δορυφόρο MetOp-A).

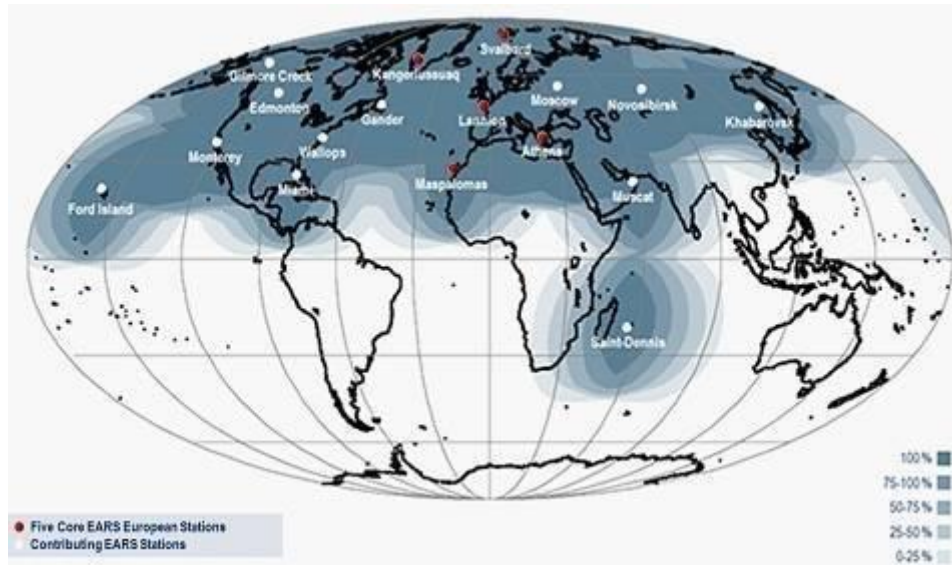
Επιπλέον, οι τροχιές των μετεωρολογικών συγκεκριμένα δορυφόρων πρέπει να είναι προσαρμοσμένες στην εναλλαγή ημέρας-νύχτας, έτσι ώστε να μπορεί να γίνει σύγκριση των εικόνων που καταγράφονται σε μια δεδομένη χρονική περίοδο. Προκειμένου να είναι συγκρίσιμες αυτές οι εικόνες, θα πρέπει οι συνθήκες φωτισμού από τον ήλιο να είναι ίδιες και έτσι οι καταγραφές θα πρέπει να πραγματοποιούνται την ίδια περίπου τοπική ώρα της ημέρας. Για να επιτευχτεί αυτή η προϋπόθεση θα πρέπει ο δορυφόρος να περνά σε κοντινή απόσταση από τους πόλους της γης (ηλιο-σύγχρονη τροχιά).

Έτσι, παρά το γεγονός πως σε κάθε τους περιστροφή σαρώνουν και μια νέα-διαφορετική λωρίδα γης, περνούν κάθε φορά από τους πόλους της (εξ ου και η ονομασία τους δορυφόροι πολικής τροχιάς). Ως εκ τούτου για την λήψη των δεδομένων τους αρκούν να υπάρχουν δυο επίγειοι δορυφορικοί σταθμοί λήψης, ένας σε κάθε πόλο. Με δεδομένο όμως, πως η περίοδος περιστροφής τους είναι περίπου 90 λεπτά, τα δεδομένα τους θα είναι διαθέσιμα στον τελικό χρήστη με καθυστέρηση της τάξης της μιας ώρας περίπου.

Στην μετεωρολογία όμως, ως μια καθαρά επιχειρησιακή επιστήμη, ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο παίζει η χρονική διάθεση των δεδομένων. Αναλογιζόμενοι πως η διάρκεια μιας τυπικής καταιγίδας είναι της τάξης της μιας ώρας περίπου, γίνεται φανερή η ανάγκη για την άμεση απόκτηση των δεδομένων από τους δορυφόρους πολικής τροχιάς.

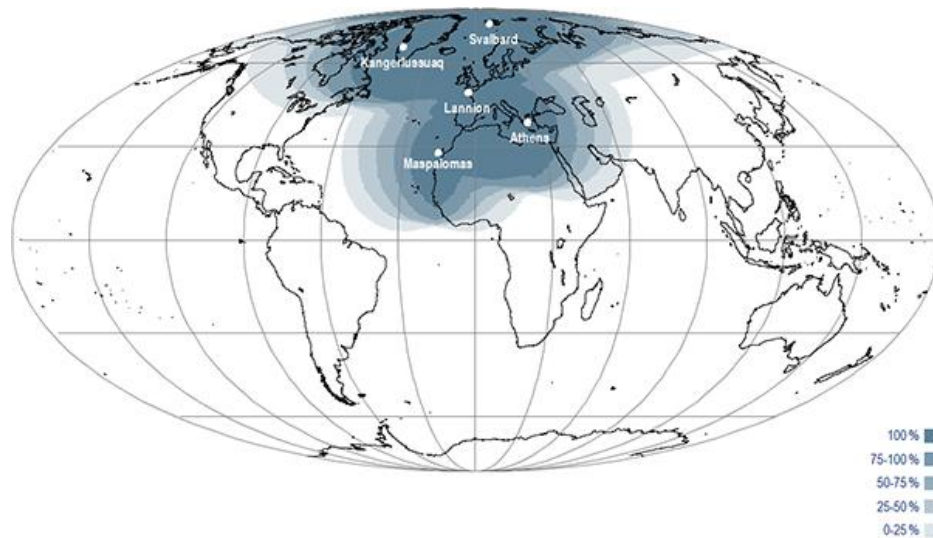
Στο πλαίσιο αυτό και για την ελαχιστοποίηση της χρονικής καθυστέρησης που τα δεδομένα των δορυφόρων πολικής τροχιάς φτάνουν στον άμεσο χρήστη, ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την εκμετάλλευση των Μετεωρολογικών Δορυφόρων EUMETSAT, ανέπτυξε ένα δίκτυο από επίγειους δορυφορικούς σταθμούς λήψης ώστε να παρέχει υπηρεσίες σχεδόν πραγματικού χρόνου (εικόνα 2, 3).

Η Ελλάδα, ως ιδρυτικό μέλος του οργανισμού EUMETSAT δια μέσω της ΕΜΥ, εκτός από την επιχειρησιακή χρήση των δεδομένων των δορυφόρων πολικής τροχιάς σε μετεωρολογικές εφαρμογές, διαθέτει τον έναν από τους πέντε κύριους σταθμούς εδάφους του οργανισμού, για την λήψη και επεξεργασία των δεδομένων από δορυφόρους πολικής τροχιάς, έχοντας την ευθύνη για την επιχειρησιακή του λειτουργία.



Εικόνα 2. Δίκτυο Επίγειων Σταθμών Λήψης Δορυφορικών δεδομένων από δορυφόρους πολικής τροχιάς του οργανισμού EUMETSAT. Με κόκκινη βούλα φαίνονται οι κύριοι σταθμοί του Δικτύου (core station) και με άσπρη βούλα οι σταθμοί συνεισφοράς (contributing stations). Αποκαλούνται κυροί γιατί μπορούν να συλλέξουν το σύνολο των δορυφορικών δεδομένων, δυνατότητα που δεν έχουν όλοι οι σταθμοί, καθώς επίσης παρέχουν σχεδόν πραγματικού χρόνου δεδομένα συνδυαζόμενοι μεταξύ τους για το σύνολο της ευρωπαϊκής ηπείρου.

Ο Δορυφορικός Σταθμός Εδάφους των Αθηνών (εικόνα 4) έχει την δυνατότητα να κάνει λήψη σε πραγματικό χρόνο των δεδομένων των μετεωρολογικών δορυφόρων πολικής τροχιάς όταν αυτοί διέρχονται πάνω από την Κεντρική και Νότια Ευρώπη, την Βόρεια Αφρική και την Μέση Ανατολή (εικόνα 5). Σε συνδυασμό με την θέση του, καθώς είναι ο ανατολικότερος σταθμός του δικτύου, τον καθιστά ένα σταθμό υψηλής σημασίας στην διάθεση δορυφορικών δεδομένων (εικόνα 6).



Εικόνα 3. Η καλυπτικότητα των πέντε κυριών σταθμών του Δικτύου του Οργανισμού EUMETSAT. Σε σχεδόν πραγματικό χρόνο τα δεδομένα των δορυφόρων πολικής τροχιάς είναι διαθέσιμα στον τελικό χρήστη για το σύνολο της Ευρωπαϊκής Ηπείρου.

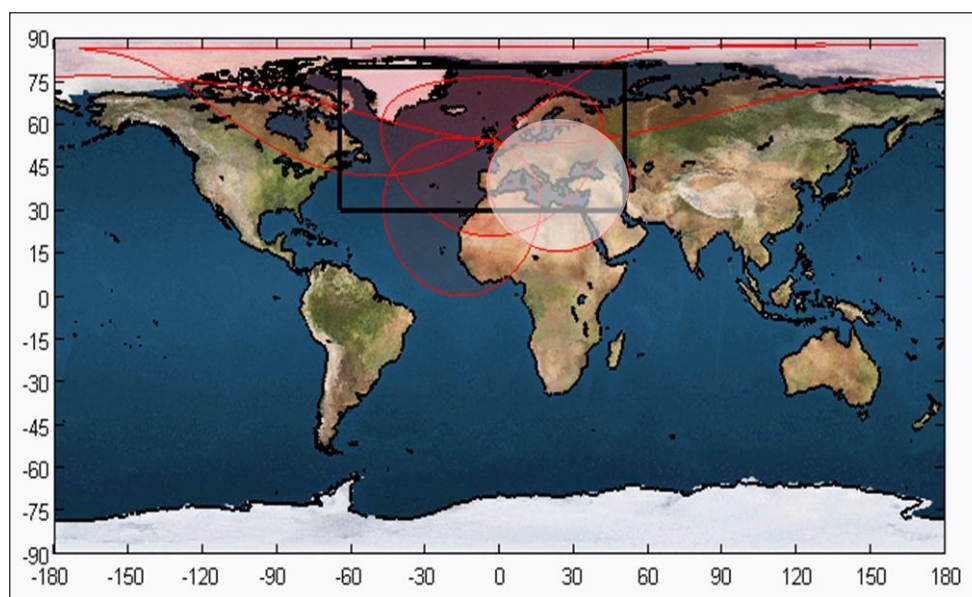


Εικόνα 4. Δορυφορικός Σταθμός EUMETSAT-EMY (Αθήνα – 128ΣΕΤΗ/Καβούρι)

Τα δεδομένα επεξεργάζονται στο υπερσύγχρονο υπολογιστικό κέντρο του σταθμού (εικόνα 7) και εν συνεχεία διανέμονται στο σύνολο των Μετεωρολογικών Υπηρεσιών ανά τον κόσμο, μειώνοντας στο ελάχιστο

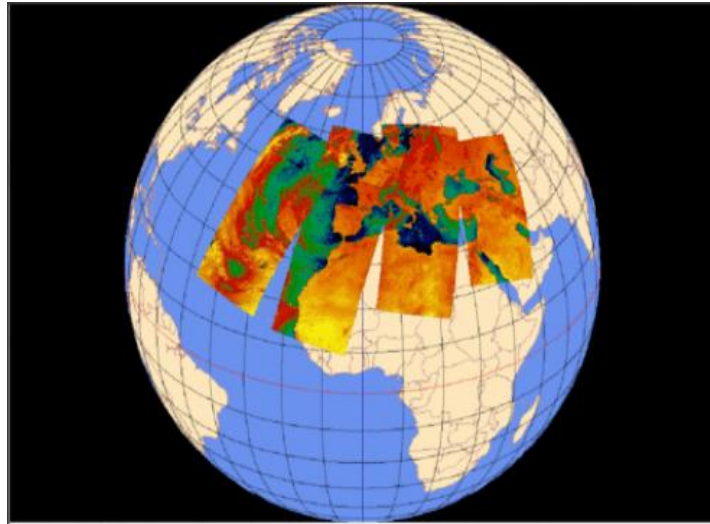
την χρονική καθυστέρηση στην διάθεση των δεδομένων προς τον τελικό χρήστη.

Κατά τον Νοέμβριο του 2018 και έπειτα από περίπου δυο χρόνια στενής συνεργασίας και προσπάθειας της EMY και του οργανισμού EUMETSAT, ο δορυφορικός σταθμός Αθηνών αναβαθμίστηκε ριζικά με νέες κτηριακές υποδομές και υπερσύγχρονες κεραίες λήψης. Πλέον είναι ο πρώτος σταθμός παγκόσμια, ο οποίος έχει την δυνατότητα να κάνει λήψη δεδομένων από δορυφόρους πολικής τροχιάς δεύτερης γενιάς που αναμένονται να εκτοξευτούν από το 2022 και μετά.



Εικόνα 5. Η γεωγραφική κάλυψη του Δορυφορικού Σταθμού Εδάφους των Αθηνών. Τα δεδομένα των δορυφόρων που η τροχιά τους βρίσκεται εντός της γραμμοσκιασμένης περιοχής λαμβάνονται από τον σταθμό, επεξεργάζονται στο υπολογιστικό του κέντρο, αποστέλλονται στο οργανισμό EUMETSAT και εν συνεχεία διακινούνται σε παγκόσμια κλίμακα. Οι υπόλοιπες ελαφρώς γραμμοσκιασμένες περιοχές είναι η γεωγραφική κάλυψη των υπολοίπων πέντε κύριων σταθμών εδάφους του δικτύου.

Η EMY από την πρώτη στιγμή ενθάρρυνε και πρωτοστάτησε στην ιδέα της αναβάθμισης του δορυφορικού σταθμού Αθηνών, ενώ το προσωπικό της είχε ενεργό συμμετοχή σε όλα τα στάδια του έργου της αναβάθμισης, από την αρχική συγγραφή των τεχνικών προδιαγραφών και απαιτήσεων του έργου μέχρι την τελική του φάση που ήταν η εγκατάσταση των κεραιών και του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, αποκτώντας πολύτιμη εμπειρία και γνώσεις υψηλής τεχνολογικής σημασίας.



Εικόνα 6. Προϊόντα από τον μετεωρολογικό δορυφόρο Metop-A συνδυαστικά από τους σταθμούς λήψης Αθηνών, Lannion (Γάλλια) και Maspalomas (Ισπανία) για τέσσερις διαδοχικές τροχιές. Οι λήψεις των δυο πρώτων τροχιών έχουν γίνει από τον δορυφορικό σταθμό Αθηνών καθώς είναι ο ανατολικότερος σταθμός.

Σήμερα, ο δορυφορικός σταθμός λήψης Αθηνών λαμβάνει δεδομένα από το σύνολο των ευρωπαϊκών δορυφόρων πολικής τροχιάς (METOP-A, METOP-B και METOP-C (σχετικό άρθρο υπάρχει στην ιστοσελίδα της ΕΜΥ)), οι οποίοι είναι ευθύνη του οργανισμού EUMETSAT, από τους αμερικανικούς δορυφόρους NOAA-18, NOAA-19, NOAA-20, Suomi-NPP, οι οποίοι είναι ευθύνη των υπηρεσιών NOAA/NASA και από τους κινεζικούς δορυφόρους FY-3C και FY-3D, οι οποίοι είναι ευθύνη της Κινεζικής Υπηρεσίας Διαστήματος.

Ο δορυφορικός σταθμός αποτελείται από δύο κινούμενες δορυφορικές κεραίες, διαμέτρου 3m, οι οποίες λειτουργούν μέσα σε θόλο (Radome) για την καλύτερη προστασία τους από τις καιρικές συνθήκες, ενώ και οι δύο κεραίες έχουν δυνατότητα για λήψης τόσο στην X όσο και στην L μπάντα του φάσματος, αυξάνοντας τις δυνατότητες του σταθμού.



Εικόνα 7. Εσωτερικό Κτηρίου Ελέγχου/Λήψης/Επεξεργασίας/Διανομής.

Στην βάση της μιας εκ των δυο κεραιών στεγάζεται ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός του σταθμού, το υπολογιστικό του κέντρο και ο εξοπλισμός για την διανομή των παραγόμενων προϊόντων. Διαθέτει ανεξάρτητους υπερσύγχρονους σταθμούς εργασίας, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την λήψη και την αποκωδικοποίηση του δορυφορικού σήματος και εν συνεχεία την επεξεργασία και την παράγωγή μετεωρολογικών δεδομένων, ενώ συστήματα αδιάλειπτη παροχής ενέργειας, κλιματισμού, πυρανίχνευσης και απομακρυσμένου ελέγχου, που είναι εγκατεστημένα στο κτήριο, προσφέρουν στον σταθμό πάρα πολύ υψηλές διαθεσιμότητες λειτουργίας του, μεγαλύτερες του 98%.

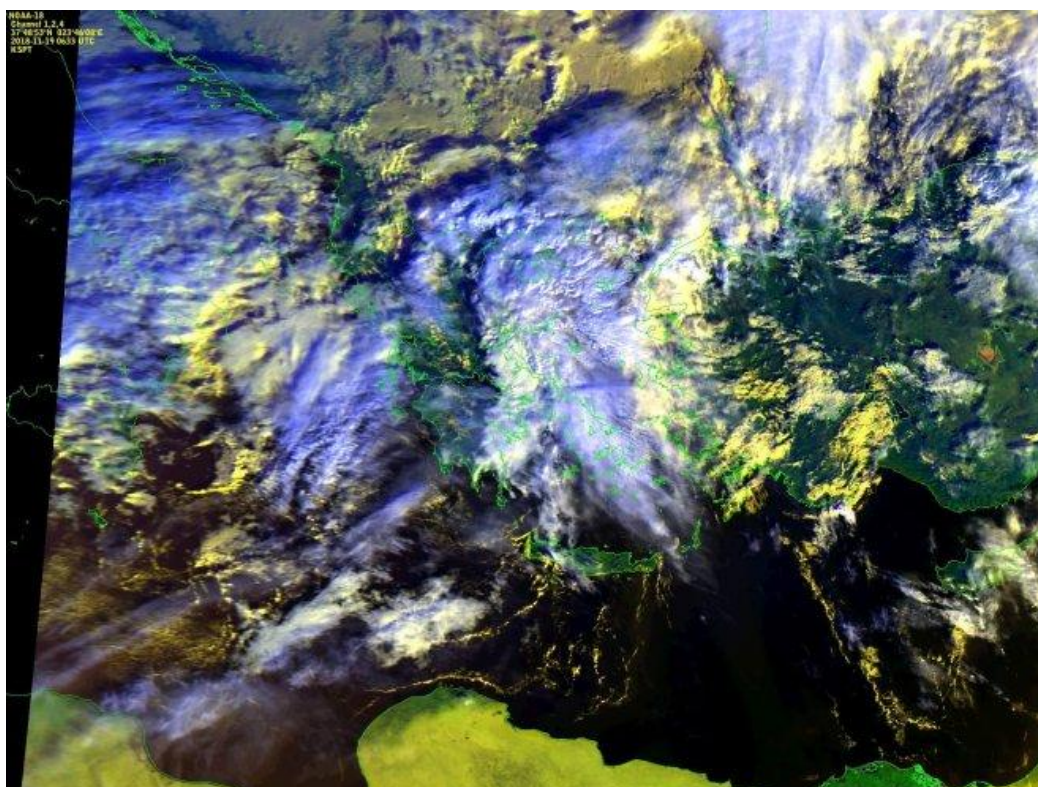
Επίσης, η EMY έκτος από την ευθύνη της επιχειρησιακής του λειτουργίας, εποπτεύει απομακρυσμένα σε 24ωρη βάση τον σταθμό και σε πραγματικό χρόνο ενημερώνει τους χρηστές για οποιασδήποτε δυσλειτουργία αλλά και προσωπικό της EMY για την άμεση αποκατάσταση της, η οποία επιλύεται μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα σε συνεργασία με τον οργανισμό EUMETSAT.

Παράλληλα πρέπει να τονιστεί πως, η EMY λαμβάνει μία σειρά από μετεωρολογικά δεδομένα απευθείας από το σταθμό σε πραγματικό χρόνο και πριν αυτά διανεμηθούν στην παγκόσμια μετεωρολογική κοινότητα. Τα δεδομένα αυτά είναι απαραίτητα για τον επιχειρησιακό Μετεωρολόγο του Εθνικού Μετεωρολογικού Κέντρου της EMY, αλλά και για τον κάθε

άλλο Μετεωρολόγο ή Κλιματολόγο για την μελέτη πάρα πολλών παραμέτρων της ατμόσφαιρας της γης και των ωκεανών .

Ενδεικτικά τα προϊόντα που παράγονται στο υπολογιστικό κέντρο του σταθμού είναι τα εξής:

1. Μετρήσεις της εξερχόμενης ακτινοβολίας της γης σε περισσότερα από 20 φασματικά κανάλια, με διακριτική ικανότητα που κυμαίνεται από τα 350m μέχρι το ένα 1Km ανάλογα με τον δορυφόρο (εικόνα 8). Επιχειρησιακά χρησιμοποιούνται για παρατήρηση των νεφών, της θερμοκρασίας της θάλασσας, στην ανίχνευση πυρκαγιάς κ.α.



Εικόνα 8. Η πρώτη λήψη έπειτα από την αναβάθμιση του σταθμού από το όργανο AVHRR (NOAA-18, RGB1,2,4, 19.11.18 06:33UTC). Διακρίνεται το σύστημα γης-ατμόσφαιρας με σχεδόν φυσικά χρώματα, ενώ είναι εμφανή η μεγάλη χωρική ανάλυση του δορυφορικού οργάνου, καθώς είναι διακριτές μια σειρά από διαφορετικές νεφικές δομές.

2. Μέτρηση της έντασης και της διεύθυνσης του ανέμου πάνω από θαλάσσιες επιφάνειες (εικόνα 9α).

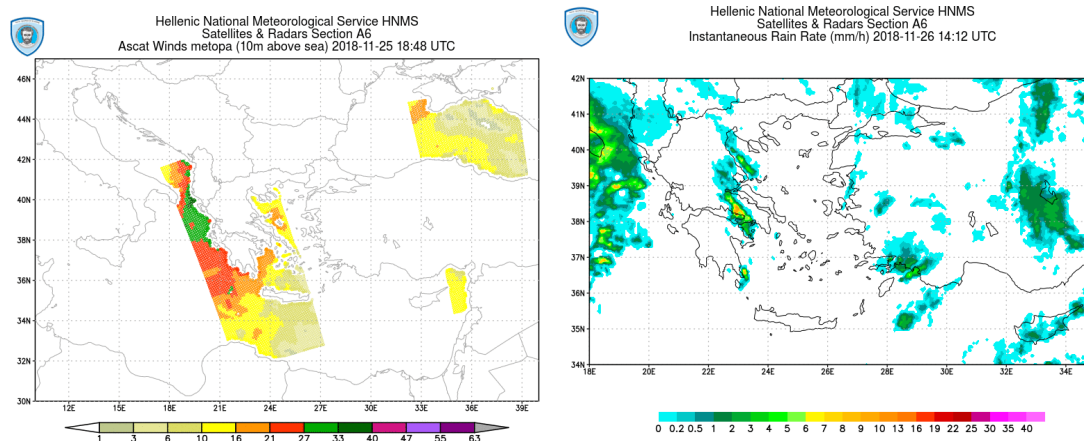
3. Μετρήσεις της ακτινοβολίας, που χρησιμοποιούνται άμεσα σε αριθμητικά ατμοσφαιρικά μοντέλα πρόγνωσης του καιρού.

4. Μετρήσεις για την παραγωγή προφίλ θερμοκρασίας και υγρασίας με υψηλή κατακόρυφη ανάλυση και ακρίβεια.

5. Μικροκυματικές μετρήσεις της ατμόσφαιρας για τον προσδιορισμό αερίων όπως το όζον, το οξείδιο του αζώτου, το διοξείδιο του άνθρακα αλλά και της βροχής (εικόνα 9β),

καθώς και αλλά δορυφορικά προϊόντα.

Επίσης, τα δεδομένα αυτά είναι πολύτιμα για τους κλιματολόγους για την βελτίωση της κατανόησης της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής, δεδομένα που παράγονται σε εξειδικευμένο κέντρο του οργανισμού στην Γερμανία, όπου και διανέμονται τα δεδομένα του σταθμού.



Εικόνα 9. (α) Ένταση ανέμου πάνω από θαλάσσια επιφάνεια, (β) Εκτιμώμενη ένταση υετού.

Τέλος, στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί πως για την επιτυχή ολοκλήρωση των έργων αναβάθμισης, εκτός από το προσωπικό της ΕΜΥ, σημαντική ήταν η συνεισφορά του Γενικού Επιτελείου Αεροπορίας και των σχηματισμών του, με την αμέριστη και σημαντική βοήθεια που προσέφερε τόσο τεχνολογικά όσο και υλικά καθ' όλη την διάρκεια των εργασιών αναβάθμισης του σταθμού.