

**ΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΑΚΤΙΝΟΜΕΤΡΟΥ AVHRR  
ΤΟΥ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ NOAA  
ΣΑΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ**

**ΚΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ Β.\* - ΠΙΤΕΡΗ Σ.\*\***

\*Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Ελληνικό

\*\*Εργαστήριο Τηλεανίχνευσης, Τμήμα Γεωλογίας,  
Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιόπολις 157 04, Αθήνα

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Ο μετεωρολογικός δορυφόρος NOAA είναι εφοδιασμένος με το ακτινόμετρο σώ-  
ρωσης AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer). Το ακτινόμετρο αυτό με-  
τρά την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που ανακλάται και εκπέμπεται από την επιφά-  
νεια και την ατμόσφαιρα της Γης σε πέντε φασματικές ζώνες στην ορατή, την εγγύς  
υπέρυθρη και τη θερμική υπέρυθρη περιοχή του φάσματος.

Το AVHRR παρέχει ψηφιακές εικόνες υψηλής ποιότητας με χωρική διακριτική ικα-  
νότητα 1,1 km. Οι μετρήσεις του AVHRR είναι διαθέσιμες στους τοπικούς σταθμούς  
εδάφους ανά εξάωρο, με σχετικά μικρό κόστος. Ένας τέτοιος σταθμός εδάφους πρό-  
κειται να τεθεί σε λειτουργία στην EMY μέσα στο επόμενο έτος.

Οι μετρήσεις του AVHRR έχουν χρησιμοποιηθεί σε μια πληθώρα εφαρμογών σε  
πολλούς διαφορετικούς τομείς της επιστήμης, ιδιαίτερα για τη μελέτη δυναμικών φαι-  
νομένων που λαβαίνουν χώρα σε σχετικά μεγάλη έκταση.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να παρουσιάσει μια εκτίμηση της χρησιμότητας  
των δεδομένων του AVHRR σε γεωγραφικές εφαρμογές και σε εφαρμογές που απαι-  
τούν το γεωγραφικό προσδιορισμό των περιοχών ειδικού ενδιαφέροντος.

**ABSTRACT**

Meteorological satellite NOAA is equipped with the scanning radiometer AVHRR  
(Advanced Very High Resolution Radiometer), which records the electromagnetic  
radiation emitted and reflected by the Earth and its atmosphere. It operates in five  
spectral bands in the visible, the near infrared and the thermic infrared part of the  
spectrum.

The images supplied by the AVHRR have a relatively high resolution of 1.1 km at a  
low cost and they are available every six hours at the local ground stations. One such  
ground station will start operating at the National Meteorological Service of Greece in  
1994.

AVHRR images have been used in a variety of applications in different fields of  
interest, particularly when they involve dynamic phenomena taking place in a large  
area.

This paper will present the use of AVHRR data in geographical applications and in applications where geographic parameters must be evaluated.

## 1. Εισαγωγή

Τα δορυφορικά δεδομένα γενικά αποτελούν ένα εξαιρετικής χρησιμότητας εργαλείο στα χέρια των γεωγράφων και των μελετητών του περιβάλλοντος. Η χρήση τους στη μελέτη στατικών φαινομένων έχει γίνει καθημερινή πρακτική για τους ενδιαφερόμενους φορείς σε πολλές χώρες αλλά και στη χώρα μας. Όταν, όμως η μελέτη της γήινης επιφάνειας και του περιβάλλοντος απαιτούν τη μελέτη δυναμικών φαινομένων, τότε τα περισσότερα είδη δορυφορικών δεδομένων αποδεικνύονται μη αποτελεσματικά, διότι:

- α) Το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών δορυφορικών καλύψεων είναι μεγάλο (π.χ. 16 ημέρες για τον LANDSAT), και μπορεί να είναι ακόμη μεγαλύτερο αν η αμέσως επόμενη κάλυψη συμπέσει με κακές καιρικές συνθήκες.
- β) Η διακίνηση των δεδομένων είναι πολύ αργή, αν ληφθεί υπ' όψη ότι σε ορισμένα περιβαλλοντικά προβλήματα, τα δεδομένα πρέπει να έχουν παραληφθεί, διορθωθεί και αναλυθεί μέσα σε λίγες ώρες, για να έχει νόημα η χρήση τους.
- γ) Η πρόσβαση σε ορισμένα είδη δορυφορικών δεδομένων είναι δύσκολη και με γραφειοκρατικές διαδικασίες που είναι δύσκολο να αντιμετωπισθούν σε περιπτώσεις ανάγκης.
- δ) Το κόστος ορισμένων ειδών δορυφορικών δεδομένων είναι μεγάλο.

Ο μετεωρολογικός δορυφόρος NOAA και ειδικά οι εικόνες του δέκτη AVHRR υπερτερούν σε όλα τα προαναφερθέντα, αλλά υστερούν στη χωρική διακριτική ικανότητα έναντι των κλασικών δορυφορικών δεδομένων που χρησιμοποιούνται στην τηλενίχνευση της Γης (LANDSAT, SPOT, SOJUZCARTA). Η δυνατότητα λήψης δεδομένων κάθε 12 ή κάθε 6 ώρες (αν γίνεται λήψη από δύο δορυφόρους), η δυνατότητα άμεσης επεξεργασίας τέτοιων δεδομένων από το χρήστη, σε συνδυασμό με το χαμηλό κόστος των δεδομένων και την άμεση πρόσβαση σε αυτά, κάνουν τα δεδομένα αυτά ένα χρήσιμο εργαλείο στη μελέτη πολλών δυναμικών φαινομένων.

Στις περιβαλλοντικές μελέτες που ένα φαινόμενο είναι σε εξέλιξη, η επιχειρησιακή αξία των άλλων δορυφορικών δεδομένων είναι πολύ μικρή. Αντίθετα, τα δεδομένα του NOAA μπορούν να έχουν σημαντική επιχειρησιακή αξία παρά τη μικρή χωρική διακριτική των δεδομένων.

Ενα πρόσθετο πλεονέκτημα προκύπτει από το γεγονός ότι ο φορέας-χρήστης δεδομένων NOAA μπορεί να σχεδιάσει τη λειτουργία του σταθμού λήψης των δεδομένων έτσι ώστε να ικανοποιεί πληρέστερα τις ανάγκες του.

Ενας τέτοιος σταθμός λήψης δεδομένων NOAA/AVHRR πρόκειται να εγκατασταθεί στην Εθνική μετεωρολογική Υπηρεσία πριν από το τέλος του 1993, για να καλύψει ανάγκες της υπηρεσίας στη μελέτη των μετεωρολογικών φαινομένων.

Με αφορμή αυτό το γεγονός η εργασία αυτή σκοπό έχει να παρουσιάσει τις δυνατότητες χρήσης των δεδομένων του AVHRR όχι για τη μετεωρολογία, αλλά για τη γεωγραφία και τη μελέτη του περιβάλλοντος από τους ενδιαφερόμενους φορείς στη χώρα μας.

## 2. Στοιχεία Λειτουργίας του AVHRR

Το ακτινόμετρο AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) για τους μετεωρολογικούς δορυφόρους NOAA έχει τη δυνατότητα να καταγράφει οπτική, εγγύς υπέρυθρη και θερμική ακτινοβολία σε πέντε φασματικές ζώνες. Το ακτινόμετρο ανήκει στην κατηγορία των σαρωτών και χρησιμοποιεί ένα μοτέρ σάρωσης που περιστρέφει ένα κάτοπτρο σάρωσης με 360 στροφές/λεπτό. η γωνία σάρωσης είναι + 56 από το ναδίρ.

Το οπτικό σύστημα αποτελείται από ένα τηλεσκόπιο εστίασης διαμέτρου 20,3 cm σε συνδυασμό με ένα δευτερεύον οπτικό σύστημα που κύριο σκοπό έχει την διάσπαση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στις φασματικές περιοχές που είναι ευαίσθητο το ακτινόμετρο.

Στην οπτική και την εγγύς υπέρυθρη φασματική περιοχή χρησιμοποιούνται ανιχνευτές σιλικόνης για την μέτρηση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, ενώ για την περιοχή των 3,8 μm χρησιμοποιείται ανιχνευτής κράματος ινδίου-αντιμονίου, και για τη περιοχή των 11 μm ανιχνευτής υδραργύρου - καδμίου - τελλουρίου. Οι υπέρυθροι ανιχνευτές ψύχονται ώστε να λειτουργούν στους 105 K.

Το στιγμιαίο οπτικό πεδίο (IFOV) κάθε δέκτη στις 5 φασματικές περιοχές είναι περίπου 1,4 mrad, τέτοιο ώστε στο ναδίρ του δορυφόρου (σημείο όπου η ευθεία που ενώνει το δορυφόρο με το κέντρο μάζας της Γης, τέμνει την επιφάνεια της Γης) η διακριτική του ικανότητα να είναι 1,1 km από ένα μέσο ύψος 833 km.

Τα αναλογικά δεδομένα που προέρχονται από τους δέκτες ψηφιοποιούνται πάνω στο δορυφόρο με συχνότητα 39.936 δειγμάτων ανά δευτερόλεπτο και ανά δέκτη, που αντιστοιχεί σε 1.362 δείγματα ανά IFOV.

Οι μετρήσεις διατίθενται στους σταθμούς εδάφους είτε με απευθείας μετάδοση είτε μετά από περιορισμένη, βραχύχρονη αποθήκευση δεδομένων (LAC = τοπική μελέτη). Δεδομένα παγκόσμιας κάλυψης (GAC) είναι διαθέσιμα δυο φορές ημερησίως.

Το επίπεδο θορύβου είναι πολύ χαμηλό ιδιαίτερα τους πρώτους 12 μήνες λειτουργίας του δορυφόρου και αυξάνεται συνεχώς με το χρόνο λειτουργίας του δορυφόρου.

Ο πίνακας 2.1 παρουσιάζει τις φασματικές περιοχές λειτουργίας του AVHRR και το στιγμιαίο οπτικό πεδίο τους για τους δορυφόρους NOAA από τη σειρά A μέχρι και τη σειρά G.

Πίνακας 2.1

Φοσμ. Περ.	Tiros-N	NOAA-A,B,C,E	NOAA-D,F,G	IFOV (mrad)
1	0.55-0.90	0.58-0.68	0.58-0.68	1.39
2	0.72-1.10	0.72-1.10	0.72-1.10	1.41
3	3.55-3.93	3.55-3.93	3.55-3.93	1.51
4	10.5-11.5	10.5-11.5	10.3-11.3	1.41
5	—	—	11.5-12.5	1.3

### 3. Σταθμός Λήψης Δεδομένων NOAA/AVHRR στην EMY

Ο επίγειος δορυφορικός σταθμός της EMY έχει ονομασθεί PROTEAS (Primary Research & Operations Teledetection Archiving System). Το σύστημα PROTEAS είναι ένα σύστημα λήψης, επεξεργασίας, αρχειοθέτησης και διανομής δορυφορικών δεδομένων σε ψηφιακή μορφή. Τα δορυφορικά δεδομένα προέρχονται από τις πλατφόρμες NOAA και METEOSAT. Από τους δορυφόρους πολικής τροχιάς NOAA θα λαμβάνονται τα δεδομένα του ακτινομέτρου AVHRR και του οργάνου ραδιοβόλησης TOVS. Επίσης το σύστημα μπορεί να λαμβάνει χάρτες και παρατηρήσεις από το ευρωπαϊκό σύστημα MDD διασποράς μετεωρολογικών πληροφοριών.

Το σύστημα PROTEAS θα αποτελείται από τρία υποσυστήματα λήψης δορυφορικών δεδομένων τα οποία θα καταλήγουν σε ένα δίκτυο υπολογιστών τύπου Ethernet. Με το δίκτυο αυτό θα είναι συνδεδεμένοι τρεις ακόμη υπολογιστές, από τους οποίους οι δύο θα αρχειοθετούν τα δεδομένα και τις πληροφορίες μέσω μιας βάσης δεδομένων και ο τρίτος θα χειρίζεται τις τηλεπικοινωνίες του συστήματος.

Εκτός από το κυρίως δίκτυο των υπολογιστών που θα δέχονται και θα επεξεργάζονται τα ηλεκτρομαγνητικά σήματα από τους δορυφόρους και το σύστημα εξυπηρέτησης για την αρχειοθέτηση και τις επικοινωνίες του συστήματος, ο σταθμός θα διαθέτει λογισμικό επεξεργασίας δορυφορικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και από δυνατότητες τόσο για μετεωρολογικές όσο και για μη μετεωρολογικές εφαρμογές των δορυφορικών δεδομένων του σταθμού.

Ο σταθμός θα έχει τη δυνατότητα επικοινωνίας με εξωτερικούς χρήστες μέσω ενός router. Θα διαθέτει ακόμη τρεις εκτυπωτές με δυνατότητα εκτύπωσης εικόνων και χαρτών.

Στόχος της λειτουργίας του σταθμού είναι:

- Η κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών της EMY.
- Η παροχή εξειδικευμένων επιστημονικών πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο σε πανεπιστήμια και ερευνητικά ινστιτούτα.

γ. Η δημιουργία αρχείου δορυφορικών μετεωρολογικών δεδομένων (EMY, 1993).

#### **4. Μη Μετεωρολογικές Εφαρμογές των Δεδομένων NOAA/AVHRR**

Οι περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες έχουν αναπτύξει σταθμούς λήψης δορυφορικών δεδομένων NOAA/AVHRR με κύριο σκοπό τη χρήση των δεδομένων στη μετεωρολογία. Εκτός όμως της βασικής αυτής χρήσης των δεδομένων πολλές άλλες επιστήμες έχουν ωφεληθεί από αυτά.

##### **α. Κλιματολογικές μελέτες**

Η υπηρεσία NESDIS των ΗΠΑ χρησιμοποιεί δεδομένα NOAA/AVHRR για την παρακολούθηση της εξέλιξης της χιονοκάλυψης και παγοκάλυψης στα βόρεια γεωγραφικά πλάτη (Walter, 1991). Η ανάλυση αυτή κατόπιν εισέρχεται στα τοπικά και παγκόσμια κλιματολογικά μοντέλα του NMC (National Meteorological Center) και τελικά χρησιμεύει σαν βάση του NOAA Atlas of Satellite Derived Northern Hemisphere Snow Coverage.

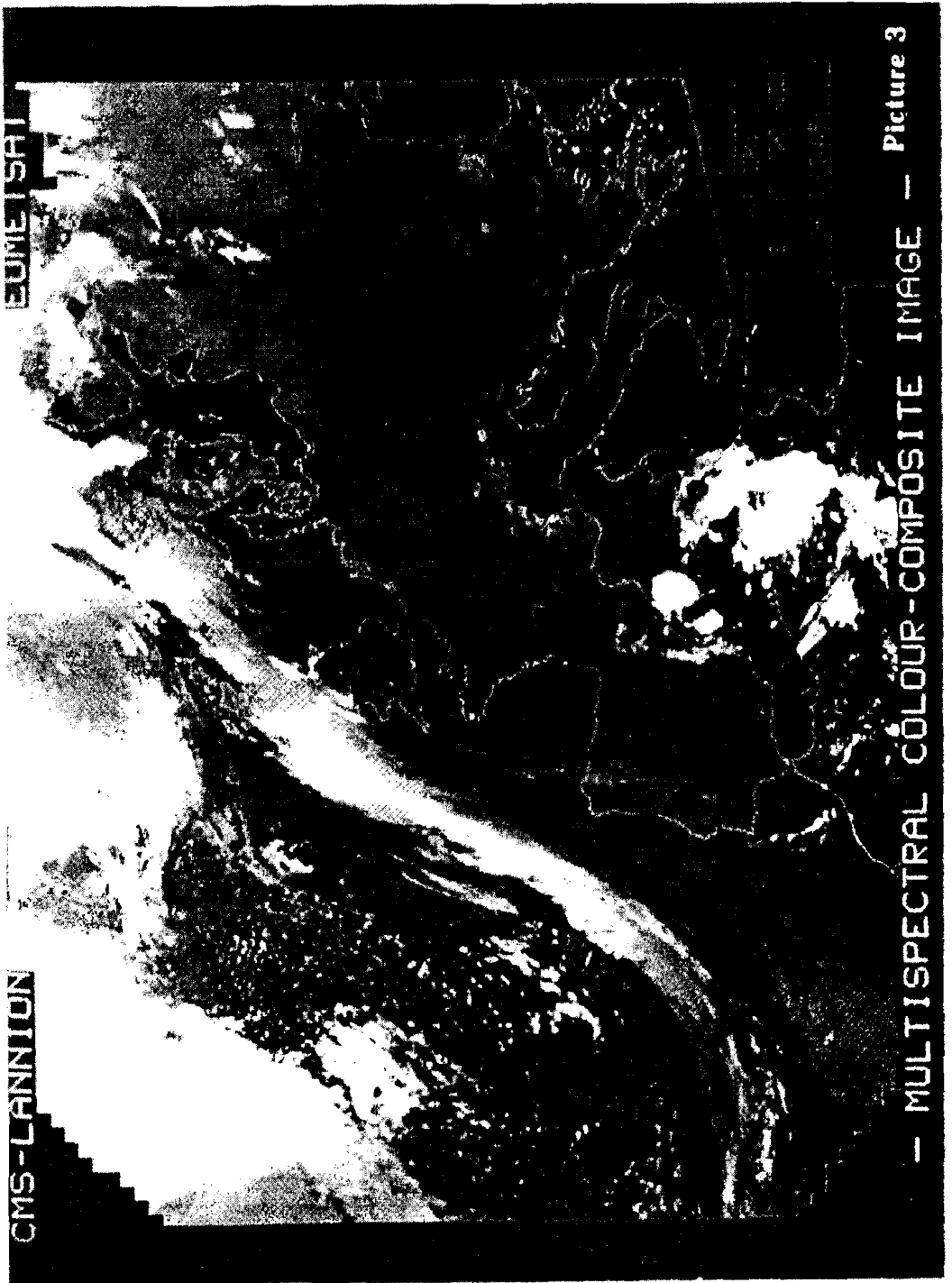
Η ίδια υπηρεσία παρακολουθεί με χρήση εικόνων AVHRR την ηφαιστειακή στάχτη που εκτοξεύεται στην ατμόσφαιρα μετά από εκρήξεις ηφαιστειών. Επειδή η ηφαιστειακή στάχτη είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη στις πτήσεις αεροπλάνων, μετά από κάθε έκρηξη ηφαιστείου η υπηρεσία NESDIS πληροφορεί τις ενδιαφερόμενες υπηρεσίες για την κίνηση των νεφών ηφαιστειακής στάχτης για όσο χρονικό διάστημα είναι αυτά ορατά στις εικόνες των δορυφόρων.

Στα πλαίσια κλιματολογικών μελετών έχουν επίσης μελετηθεί οι αλληλεπιδράσεις ατμόσφαιρας και θάλασσας με δεδομένα AVHRR, που λόγω των πολυφασματικών του δυνατοτήτων και του σχετικής ακριβείας καλιμπραρίσματος των υπέρυθρων καναλιών επιτρέπουν τη μέτρηση των ρών ενέργειας μεταξύ ατμόσφαιρας και θάλασσας (McClain et al, 1985).

##### **β. Παρακολούθηση Ξηρασίας**

Η προσπάθεια να εκφραστεί αριθμητικά η επίδραση των καιρικών συνθηκών στη βλάστηση οδήγησε στη δημιουργία του Δείκτη Κατάστασης της Βλάστησης (Vegetation Condition Index) που βασίζεται στον υπολογισμό των NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Ο VCI μετριέται σε μια κλίμακα από 1 έως 100. Τιμές κάτω από 30 θεωρούνται ότι αντιστοιχούν σε Ξηρασία και σε κακές συνθήκες βλάστησης. Ο δείκτης αυτός υπολογίζεται κάθε εβδομάδα για την άνοιξη και το καλοκαίρι από το 1985 μέχρι σήμερα, για όλη την έκταση των ΗΠΑ.

Τα δεδομένα AVHRR έδωσαν δείκτες βλάστησης για διάφορες περιοχές με Ξηρασία που συμφωνούσαν ικανοποιητικά με την απόδοση των αγροτικών καλλιεργειών στις περιοχές μετά από λίγους μήνες. Για παράδειγμα στις περιοχές που οι δείκτες





Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

βλάστησης ήταν χαμηλοί τον Απρίλιο του 1988, είχαν αργότερα πολύ μικρή απόδοση στις καλλιέργειες αραβοσίτου (Kogan, 1990).

#### γ. Παρακολούθηση εξέλιξης πετρελαιοκηλίδων

Η χρήση δεδομένων AVHRR έδωσε πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα στην παρακολούθηση της πετρελαιοκηλίδας του Exxon Valdez στην Αλάσκα το Μάρτιο του 1989. Δεδομένα AVHRR χρησιμοποιήθηκαν ξανά σε πετρελαιοκηλίδες στον Περσικό Κόλπο τον Ιανουάριο 1991. Τμήματα της κηλίδας εμφανίζονται σαν θερμές σκοτεινές κηλίδες στην εικόνα του AVHRR και σε μερικές περιπτώσεις ήταν ορατά για δύο περίπου εβδομάδες, μέχρι τα θαλάσσια ρεύματα να τα διασπάρουν σε μικρότερα τμήματα. Σε τέτοιες περιπτώσεις οι εικόνες του AVHRR χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με εικόνες του Θεματικού Χαρτογράφου LANDSAT και με παρατηρήσεις από αεροπλάνα.

#### δ. Παρακολούθηση εξέλιξης πυρκαγιών και κοπνού

Κατά τη διάρκεια του πολέμου στο Κουβέιτ έγινε ανάφλεξη μεγάλου αριθμού πετρελαιοπηγών με συνέπεια ένα γιγάντιο νέφος καπνού. Οι καθημερινές παρατηρήσεις του νέφους αυτού από εικόνες AVHRR, από την ποσότητα το υκαπνού στην ατμόσφαιρα. Η φασματική ζώνη 3 έχει δείχθει ότι είναι αρκετά αποτελεσματική στην ανίχνευση φωτιάς (Stephens και Matson, 1987). Οι δείκτες NDVI μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν στην ανίχνευση της ποσότητας υγρασίας στη δασική βιομάζα και στη δημιουργία ενός δείκτη επικινδυνότητας για την περιοχή σε διάφορες εποχές του έτους (Partridge και Barber, 1988).

Η ταυτόχρονη παρακολούθηση των καιρικών συστημάτων που επικρατούν στην περιοχή κατά τη διάρκεια μιας δασικής πυρκαγιάς, δίνουν τη δυνατότητα πρόβλεψης της εξέλιξης της πυρκαγιάς και την κίνηση των μετώπων της φωτιάς. Τέτοιες παρατηρήσεις ενισχύονται αν χρησιμοποιηθούν συγκριτικά μαζί με παρατηρήσεις από αεροσκάφη.

#### ε. Παρακολούθηση τροπικών δασών

Οι επιπτώσεις της καταστροφής των τροπικών δασών στο περιβάλλον και στο κλίμα του πλανήτη δεν έχουν ερευνηθεί ακόμη επαρκώς. Το γεγονός αυτό οδήγησε το Joint Research Center και την ESA στη δημιουργία ενός προγράμματος για μια παγκόσμια επισκόπηση της κατάστασης των τροπικών δασών με δαρυφορικές εικόνες AVHRR (και ERS-1 όταν αυτές θα είναι διαθέσιμες). Το πρόγραμμα αυτό με το όνομα



TREES (Tropical Ecosystem Environment observations by Satellites) έχει τρεις στόχους:

- α) Να δημιουργήσει ένα σύστημα επίβλεψης της κατάστασης των τροπικών δασών με δεδομένα AVHRR.
- β) Να καθορίσει τις περιοχές που η καταστροφή του τροπικού δάσους είναι σε εξέλιξη και να μετρήσει τις αλλαγές κάλυψης στις περιοχές αυτές, και
- γ) Να αναπτύξει χωροχρονικά μοντέλα της δυναμικής της καταστροφής των δασών και των επιπτώσεων στο περιβάλλον (CEC/ESA, 1970).

#### στ. Ωκεανογραφικές εφαρμογές

Μεταξύ των πιο σημαντικών εφαρμογών της τηλενίχνευσης στην ωκεανογραφία είναι η μελέτη των μεταβολών θερμοκρασίας στη θάλασσα, η μελέτη της εμφάνισης μορφών algae και της εναπόθεσης ιζημάτων. Στις εφαρμογές αυτές είναι χρήσιμα τόσο τα χαμηλής διακριτικής ικανότητας δεδομένα του AVHRR, όσο και τα υψηλής διακριτικής ικανότητας δεδομένα άλλων δορυφορικών δεκτών. Τα αποτελέσματα είναι καλύτερα όταν τα δύο είδη δεδομένων χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό.

Ειδικά στην μελέτη της ανάμιξης των ποτάμιων υδάτων με τα θαλάσσια και του τρόπου μεταφοράς των ιζημάτων, σημαντική είναι η οπτική φασματική περιοχή του AVHRR, χωρίς όμως να δίνει τη δυνατότητα του ποσοτικού προσδιορισμού των συγκεντρώσεων των ιζημάτων.

#### 5. Συμπεράσματο

Η λειτουργία του σταθμού PROTEAS στην EMY μέσα στο 1993 πρόκειται να δώσει τη δυνατότητα στους χρήστες δεδομένων τηλεπισκόπησης να χρησιμοποιήσουν με μικρό κόστος τα δεδομένα του ακτινομέτρου AVHRR των μετεωρολογικών δορυφόρων NOAA.

Τα δεδομένα αυτά λαμβάνονται σε σχεδόν πραγματικό χρόνο και έχουν διεθνώς αποδειχθεί χρήσιμα σε πληθώρα εφαρμογών. Το βασικό μειονέκτημα των δεδομένων αυτών που είναι η μικρή διακριτική ικανότητα του 1.1 km αντισταθμίζεται από την ευκολία στην πρόσβαση, το χαμηλό κόστος και τη δυνατότητα να έχει ο χρήστης δορυφορική εικόνα της περιοχής ενδιαφέροντος ανά δωρο.

Η παράλληλη χρήση άλλων ειδών δορυφορικών δεδομένων με μεγαλύτερη διακριτική ικανότητα βελτιώνει την ποιότητα των αποτελεσμάτων κατά πολύ, αυξάνοντας και το κόστος της μελέτης.

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- CEC/ESA, TREES, Tropical Ecosystem Environment observations by Satellites. CEC publication SP-I.90.31, October 1990, Directorate General of the Joint Research Center, CEC, Brussels.
- ΕΜΥ, Περιγραφή του Δορυφορικού Σταθμού PROTEAS, 1993, Αθήνα.
- Kogan F.N., Remote sensing of weather impacts on vegetation in non-homogeneous areas. 1990, *Int. J. of Remote Sensing*, Vol. 11, No 8, pp 1405-1419.
- Kogan F.N., Carey, R.M., New Applications of NOAA/AVHRR data for environmental monitoring. 1991, *Proceedings of the 5th AVHRR data users' meeting*, Norway.
- McLain E.P., Pichel W.G., Walton C.C., Comparative performance of AVHRR-based multichannel sea surface temperature. 1985, *J. Geoph. Res.*, Vol. 90, C6, pp 11587-11601.
- Paltridge G.W., Barber J., Monitoring grassland dryness and fire potential in Australia with NOAA/AVHRR data. 1988, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 25, pp 381-394.
- Walter R.J., The use of AVHRR for monitoring Northern hemisphere snow and ice and for tracking volcanic ash. 1991, *Proceedings of the 5th AVHRR data users' meeting*, Norway.