

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ APERTURE : ΣΥΝΕΡΓΕΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΔΙΚΑΙΟΥ – ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΔΟΣΗ ΚΑΙ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΧΑΡΤΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ ΣΕ ΕΥΑΙΣΘΗΤΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ¹

Δρ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΓΚΑΝΑΣ¹ ΚΑΙ ΕΙΡΗΝΗ ΝΙΚΟΛΑΟΥ², MSc

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αναφέρεται στη μεθοδολογία APERTURE με την οποία επιχειρείται η σύνταξη περιβαλλοντικών χαρτών από δορυφορικά δεδομένα σε περιοχές με έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα. Παρουσιάζεται ανάπτυξη της εφαρμογής σε περιοχές που έχουν πληγεί από δασικές πυρκαγιές κατά τη διάρκεια της δεκαετίας 1990-1999, όπως η νότια Πεντέλη.

ABSTRACT

The paper presents the APERTURE methodology for the production of environmental legislation maps based on EO data and concerning environmentally sensitive areas, such as the southern Pendeli region, Attica, Greece. This area has been hit by extensive forest fires during the 1990's. APERTURE developed a cost-effective methodology to map and categorise various areas of Europe according to international, European and national environmental legislation. The project employed and integrated proven state-of-the-art technologies such as digital image processing, interpretation of merged VHSR and HSR EO data, GIS, GPS, an Internet-accessed database and graphical modelling. An extensive analysis of the international, European and national environmental legislation was performed. Four different cases were studied: illegal irrigation (Spanish site), deforestation and illegal housing development (Greek site), deforestation due to forest fires (Portuguese site) and illegal landfills (Italian site). The project set up guidelines and specified standards with respect to spatial and spectral resolution of EO data and their products (thematic maps), so that these can be used by the European Court of Justice, legislators, national administration and courts as evidence to support their decisions in given cases.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Τηλεπισκόπηση, Φυσικό Περιβάλλον, δασικές πυρκαϊές, Πεντελικόν Όρος, Δείκτης Βλαστήσεως.

KEYWORDS: Remote Sensing, Natural Environment, Forest Fires, Pendeli Mountain, Vegetation Index.

A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το πρόγραμμα APERTURE (environmentAL tyPological spacE mapper facilitating the implemenTation of eURopean lEgislation), είναι ένα ευρωπαϊκό πρόγραμμα, χρηματοδοτούμενο από το Τέταρτο Πρόγραμμα Πλαίσιο (EU-FP4), το οποίο ξεκίνησε τον Δεκέμβριο του 1997 και διήρκησε 30 μήνες. Ο σκοπός του προγράμματος ήταν το πώς δορυφορικά δεδομένα με τα παράγωγά τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αποδεικτικά στοιχεία (προσδίδοντας θεματική και χωρική ακρίβεια) σε δίκες που αφορούν περιβαλλοντικά προβλήματα σχετικά με αλλαγές χρήσεων γης. Η ανάγκη εφαρμογής του APERTURE αφορά στις συνέπειες της περιβαλλοντικής υποβάθμισης που προκαλείται από παράνομες ενέργειες ιδιωτών, επιχειρήσεων αλλά και δημοσίων οργανισμών σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες. Για να εμποδιστούν νομικά αυτές οι παράνομες ενέργειες, χρειάζεται ν'αναπτυχθεί μία αξιόπιστη και οικονομικά αποτελεσματική μεθοδολογία που θα είναι ικανή να τις ανιχνεύει-καταγράφει ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Η μεθοδολογία του APERTURE βασίζεται στην ψηφιακή επεξεργασία δορυφορικών δεδομένων από πλουτοπαραγωγικούς-περιβαλλοντικούς

1:PROJECT APERTURE: SYNERGY OF ENVIRONMENTAL LAW AND REMOTE SENSING FOR LAND USE MAP PRODUCTION AND UPDATE.

2:Ganas, A., Γεωδυναμικό Ινστιτούτο ΕΑΑ

3:Nikolaou, Υπουργείο Γεωργίας, Διεύθυνση Ανάπτυξης Φυσικών Πόρων
Τηλ. 010-3490186, Φαξ. 010-3490180, e-mail: aganas@gein.noa.gr

δορυφορικούς σαρωτές. Τα δεδομένα είναι διαθέσιμα από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 για το σύνολο της Ευρωπαϊκής ηπείρου και έκτοτε, βαίνουν βελτιούμενα συνεχώς σε χωρική, ραδιομετρική και φασματική διακριτική ικανότητα.

2. ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ

Στο πρόγραμμα συμμετείχαν επτά ευρωπαϊκές χώρες με νομικούς και τεχνικούς επιστήμονες οι οποίοι προέρχονται από τα ακόλουθα ιδρύματα και εταιρείες:

Ελλάδα	1) Ολοκληρωμένα Συστήματα Πληροφορικής Α.Ε. 2) Ε.Μ.Π. Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης 3) Πανεπιστήμιο Αθηνών - Ευρωπαϊκό Κέντρο Δημοσίου Δικαίου 4) Υπουργείο Γεωργίας
Ιταλία	1) Istituto per l' Ambiente 2) Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente
Ισπανία	1) University Autonomic of Barcelona 2) GEOSYS s.r.l. 3) Ministerio de Medio Ambiente
Πορτογαλία	Centro Nacional de Informacao Geografica
Γαλλία	Universite de Limoges - CRIDEAU
Γερμανία	Universitaet Bremen
Μεγ. Βρεταννία	Imperial College
Ευρωπαϊκή Επιτροπή	DG Joint Research Center - Centre for Earth Observation

3. ΠΙΛΟΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Τέσσερις περιοχές μελέτης επιλέχθηκαν στην Ελλάδα, Πορτογαλία, Ισπανία και Ιταλία. Για κάθε περιοχή υπάρχει ένας νομικός συνεργάτης, ένας τεχνικός και κυρίως ένας τελικός χρήστης. Για την Ελλάδα η περιοχή μελέτης είναι η ΝοτιοΔυτική Πεντέλη για την οποία παρήχθησαν δασικοί χάρτες του Αυγούστου 1987 και Αυγούστου 1992. Σε άλλους χάρτες δείχνονται οι αλλαγές χρήσεων γης που έχουν συμβεί ενδιάμεσα. Για την Πορτογαλία, η περιοχή μελέτης καθορίστηκε η κεντρική Πορτογαλία και συγκεκριμένα η περιοχή οποία απεικονίζεται στο 204/32 (path/row) του Landsat 5 TM. Το περιβαλλοντικό πρόβλημα που εξετάζεται είναι η παράνομη αναδάσωση καμένων δασών, είτε γιατί ο νόμος δεν επιτρέπει την τεχνητή αναδάσωσή τους, είτε γιατί η αναδάσωση δε γίνεται με τα καθορισμένα γηγενή δασικά είδη αλλά με ταχυσυχή ξενικά.

Στην Ισπανία, η εφαρμογή κατέγραψε την εφαρμογή της νομοθεσίας για τη διαχείριση των υδάτινων πόρων. Αυτό γίνεται με τη χαρτογράφηση των αρδευόμενων καλλιεργειών πριν το 1986 καθώς και των καλλιεργειών που έχουν έκταση μεγαλύτερη από 1.5 ha στην περιοχή Castilla La-Mancha, της Κεντρικής Ισπανίας. Στην Ιταλία το περιβαλλοντικό πρόβλημα που εξετάζεται είναι η παράνομη απόθεση στερεών αποβλήτων. Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στην Campania Region της Νότιας Ιταλίας, για την οποία έγινε προσδιορισμός και χαρτογράφηση των παράνομων χωματερών.

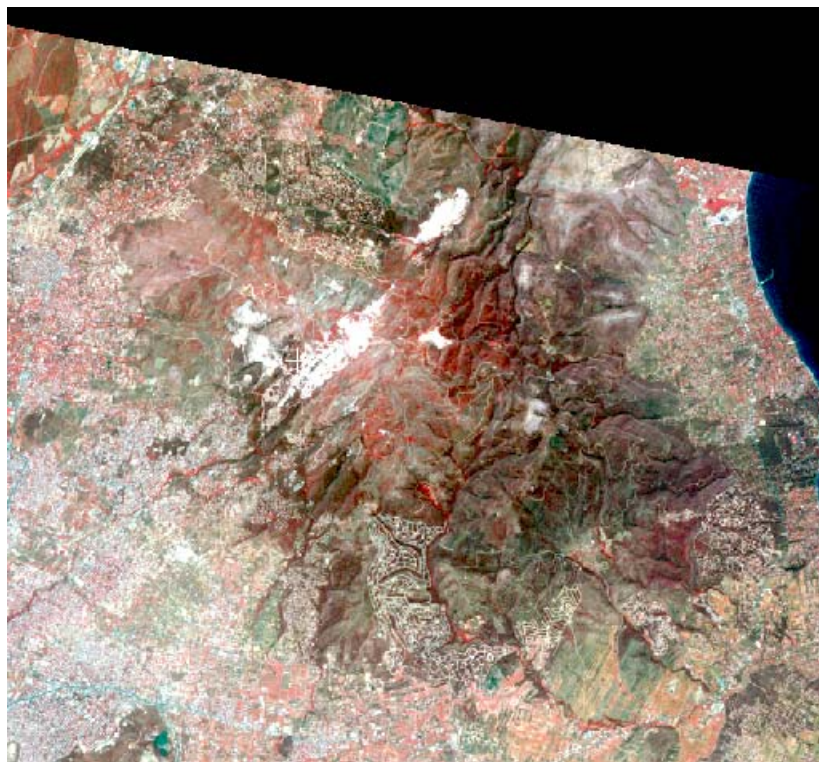
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στο πρόγραμμα για κάθε περιοχή μελέτης δίνεται με τα εξής βήματα: α) Καθορισμός των απαιτήσεων-προϋποθέσεων των χρηστών β) Καθορισμός των νομικών προϋποθέσεων - καταγραφή της υφιστάμενης νομοθεσίας γ) Καθορισμός και τυποποίηση των βημάτων επεξεργασίας των δορυφορικών εικόνων δ) Επιλογή της περιοχής μελέτης με βάση τα ανωτέρω. Συγχρόνως έγινε ανάλυση της περιβαλλοντικής νομοθεσίας από κάθε νομικό συνεργάτη για τη χώρα του και διερεύνηση της ευρωπαϊκής νομοθεσίας σχετικά με τη χρήση των δορυφορικών εικόνων σαν αποδεικτικό στοιχείο σε δικαστήρια.

Η προεπεξεργασία των δορυφορικών εικόνων ακολουθεί την ίδια (τυποποιημένη) διαδικασία γεωμετρικής διόρθωσης και ραδιομετρικής βαθμονόμησης για κάθε περιοχή μελέτης. Η ψηφιακή επεξεργασία των εικόνων παρουσιάζει ορισμένες διαφορές (π.χ Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών - Δείκτες Βλαστήσεως - Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση) αναγκαίες για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Τα προϊόντα αυτών των εργασιών ακολούθως τοποθετούνται σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων (SQL Server ή Ms Access) με πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Επίσης, με τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των εικόνων συντάσσονται θεματικοί χάρτες και μεταφέρονται σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών με τη βοήθεια του οποίου συντάσσονται οι περιβαλλοντικοί-νομικοί χάρτες (Environmental Legislation Maps), οι οποίοι είναι ικανοί να αποδείξουν τις αλλαγές χρήσεων γης.

Εικόνα 1. Κανονικοποιημένη (ως προς ανάγλυφο) πολυφασματική εικόνα SPOT XS του Αυγούστου 1992, περιοχή Πεντελικού όρους. Συνδυασμός καναλιών 321 (με κόκκινο χρώμα απεικονίζεται η υγιής βλάστηση, με άσπρο τα λατομεία). Η εικόνα χρησιμοποιήθηκε για την χαρτογράφηση του αστικού περιβάλλοντος του θέρους 1992.

Figure 1. False Colour composite SPOT scene of Pendeli mountain, August 1992. The scene has been normalised for topographic influences on surface reflectances.



Β. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΙΣΗΣ ΠΟΥ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΣΚΟΠΟΥΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΑΦΟΡΟΥΝ ΠΡΟΣΦΑΤΕΣ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ:

Η μεθοδολογία APERTURE μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον Έλληνα τελικό χρήστη στη χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων όπως της Πεντέλης του 1998 με χρήση δορυφορικών ορθοεικόνων. Αυτό συνάγεται από τη σύγκριση του ορθοφωτοχάρτη του χρήστη (έκδοση 1999) και των ψηφιακών προϊόντων του έργου. Για τον σκοπό αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαρωτές με υψηλή χωρική διακριτική ικανότητα, όπως ο θεματικός Χαρτογράφος, ο πολυφασματικός του SPOT (εικόνα 1), ο πολυφασματικός του IKONOS (από τον Φεβρουάριο του 2000) και του Quickbird (από τον Μάρτιο του 2002). Στην συνέχεια δορυφορικές εικόνες διαφορετικών ετών μπορούν να συγκριθούν αναφορικά με την αύξηση του αστικού ιστού εις βάρος του φυσικού περιβάλλοντος και να χαρτογραφηθούν οι καταπατημένες εκτάσεις.

1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σε κλίμακα εργασίας 1:75,000 επιλέχθηκε η εικόνα του Landsat 5 TM της 20 Αυγούστου 1998 (μέγεθος εικονοστοιχείου - pixel 30 m) για τη χαρτογράφηση της καμένης έκτασης μετά τη φωτιά της 1ης Αυγούστου. Όλες οι ψηφιακές εργασίες έγιναν με το λογισμικό EASI PACE 6.2 και περιγράφονται αναλυτικά στους Νικολάου *et al.*, (2000). Η γεωμετρική διόρθωση της εικόνας έγινε με τη χρήση ενός ψηφιακού μοντέλου εδάφους είκοσι μέτρων για να μετατραπεί σε ορθο-εικόνα. Με την παραγωγή ορθο-εικόνας επιτυγχάνεται τόσο καλύτερη «στροφή» και τοποθέτηση των εικονοστοιχείων στο αντίστοιχο XYZ του χάρτη αναφοράς όσο και μεγαλύτερη χωρική και θεματική ακρίβεια στις μετρήσεις, όταν η περιοχή μελέτης είναι ορεινή όπως η συγκεκριμένη.

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ

Οι ψηφιακές τιμές (DN) των 6 ανακλώμενων καναλιών της εικόνας μετατράπηκαν σε φασματικές τιμές ακτινοβολίας (Radiance, Watt/m² sr). Κατόπιν έγινε η εξαγωγή του δείκτη βλάστησης NDVI. Η καμένη γη ξεχωρίζει από τη μείωση των τιμών στο εγγύς υπέρυθρο σαν συνέπεια της έλλειψης πράσινου φυλλώματος όπως και μία αύξηση στο ερυθρό λόγω έλλειψης απορρόφησης των χρωστικών ουσιών (Chuvieigo and Congalton, 1988), οπότε ο δείκτης βλάστησης NDVI δίνει ευκρινώς τα όρια της καμένης βλάστησης. Οι δείκτες βλάστησης (SAVI και GVI) χρησιμοποιήθηκαν για τον ίδιο σκοπό αλλά δεν διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά. Ο Κανονικοποιημένος Δείκτης προκύπτει από το λόγο: $NDVI = (L_{TM4} - L_{TM3}) / (L_{TM4} + L_{TM3})$, όπου L_{TM4} και L_{TM3} είναι οι φασματικές ακτινοβολίες στο κοντινό υπέρυθρο κανάλι (0,76 - 0,90 μm) και στο κόκκινο κανάλι (0,63 - 0,69 μm) αντίστοιχα. Οι πραγματικές τιμές του δείκτη στις εικόνες TM αναπροσαρμόστηκαν στο 8bit διάστημα από 0 έως 255 για να αναχθούν σε ακέραια κλίμακα τόνων του γκρι και στη συνέχεια κατηγοριοποιήθηκαν σε 10 τιμές από 0 έως 9 (τιμή 0, καθόλου βλάστηση - τιμή 9, πολύ υγιής βλάστηση).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΚΑΜΕΝΩΝ

Τα αποτελέσματα από την αυτόματη χαρτογράφηση φαίνονται στην εικόνα 2, στην οποία φαίνεται η διαφορά της αυτόματης χαρτογράφησης από τον δείκτη βλάστησης NDVI και της επίγειας χαρτογράφησης και φωτοερμηνείας η οποία έγινε από το Δασαρχείο Πεντέλης. Τα δύο είδη δεδομένων έχουν αναχθεί στο ΕΓΣΑ87. Εύκολα διαπιστώνεται ότι: 1) και στις δύο εικόνες η διάταξη των καμένων εκτάσεων στην γεωγραφική περιοχή μελέτης είναι η ίδια και 2) η επίθεση των οριογραμμών του Δασαρχείου (μπλε γραμμή) αφήνει πολλά εικονοστοιχεία υγιούς βλάστησης εντός των καμένων εκτάσεων.

Η ποσοτική εκτίμηση της καμένης έκτασης από τον χάρτη του Δασαρχείου (ή τον ορθοφωτοχάρτη «Κηφισιά», έκδοση Γ.Υ.Σ. Σεπτέμβριος 1998) όπως εμβαδομετρήθηκε μετά την ψηφιοποίηση της οριογραμμής για την περιοχή μελέτης είναι 30829 στρ. και παρουσιάζει σημαντική απόκλιση από την έκταση που υπολογίστηκε αυτόματα από την Τηλεπισκόπηση και είναι 19000 στρ. Η απόκλιση αυτή μάλλον οφείλεται στο ότι ο επίγειος παρατηρητής (ή φωτοερμηνευτής) λαμβάνει υπόψη του ότι οι καμένες δασικές εκτάσεις πρόκειται να κηρυχθούν αναδασωτές, οπότε τα όρια είναι

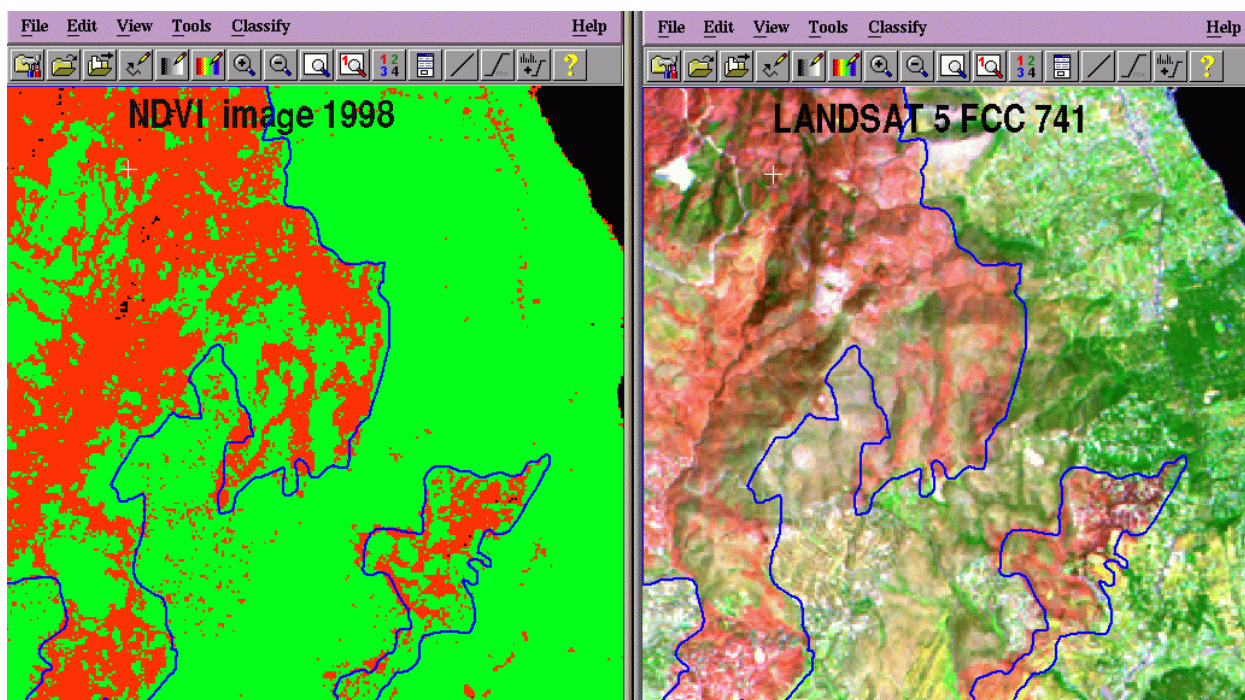
προτιμότερο ν' αποκλίνουν προς τα άνω για να αποφευχθούν υποεκτιμήσεις. Αυτή η τακτική οδηγεί αναπόφευκτα στο να περιλαμβάνονται θύλακες υγιούς βλάστησεως εντός της καμένης περιοχής, πράγμα το οποίο δεν συμβαίνει με την αυτόματη μέθοδο.

4. ΧΑΡΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ

Ο χάρτης περιβαλλοντικής νομοθεσίας είναι μία σημαντική καινοτομία του προγράμματος και έχει οριστεί ως θεματικός χάρτης προερχόμενος από δεδομένα Τηλεπισκόπησης και άλλα γεωγραφικά δεδομένα τα οποία προσδιορίζουν τις περιοχές που προστατεύονται από την περιβαλλοντική νομοθεσία και τις θέσεις των περιβαλλοντικών παραβάσεων. Ο προτεινόμενος χάρτης περιέχει δύο επίπεδα πληροφορίας: 1> περιοχές που υπόκεινται σε κείμενη περιβαλλοντική νομοθεσία όπως προσδιορίζεται από νόμους ή προεδρικά διατάγματα (εικόνα 3) και 2> περιοχές όπου έχουν διαπιστωθεί από τηλεπισκοπικά δεδομένα παραβάσεις ή παρανομίες και υπόκεινται σε έλεγχο από τις αρμόδιες υπηρεσίες (εικόνα 4). Επιπλέον, ο χάρτης περιβαλλοντικής νομοθεσίας περιέχει βοηθητικές πληροφορίες όπως οδικό δίκτυο και ισουψείς η διοικητικά όρια κλπ, ενώ σε εφαρμογές μεγάλης κλίμακος (1:5,000) ένα επίπεδο πληροφορίας μπορεί να αποτελέσει μια δορυφορική εικόνα υπερ-υψηλής αναλύσεως τύπου IKONOS 2 ή Quickbird.

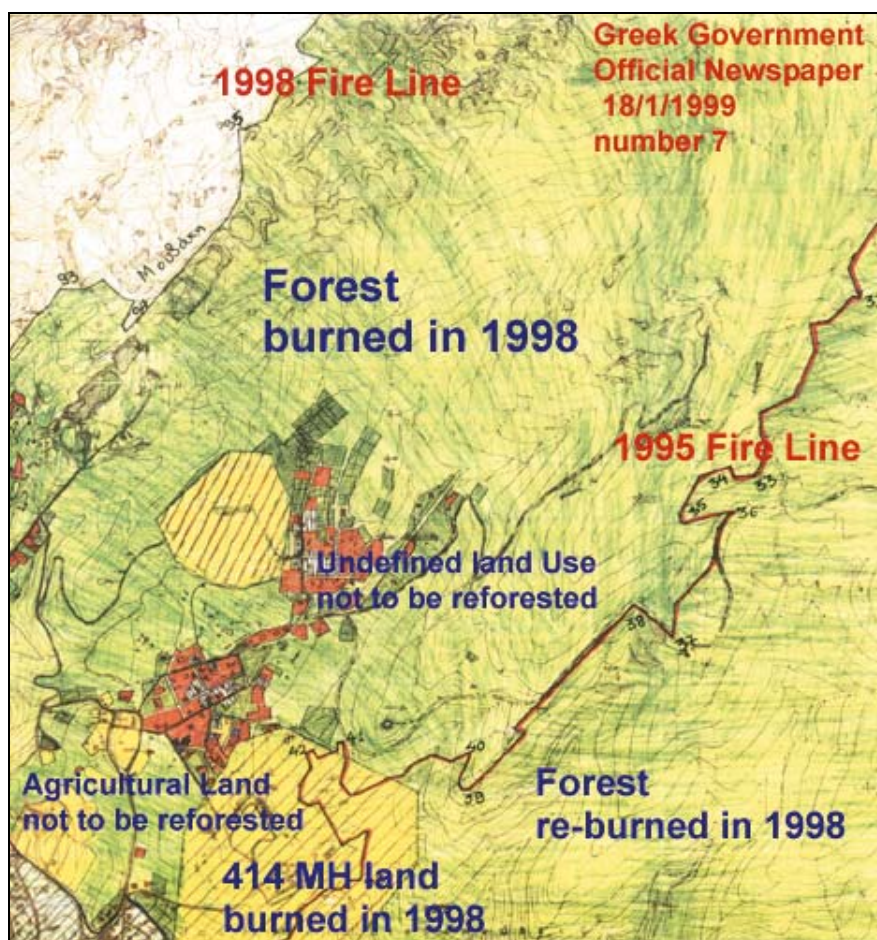
Εικόνα 2. Σύγκριση της οριοθέτησης των καμένων του 1998 μεταξύ της χαρτογράφησης με την ψηφιακή μέθοδο εξαγωγής NDVI (αριστερά – κόκκινο χρώμα) και της επίγειας μεθόδου (οριογραμμή Δασαρχείου με μπλέ). Δεξιά φαίνεται η ψευδοέγχρωμη εικόνα 741 (η υγιής βλάστηση με πράσινο).

Figure 2. Comparison of fire line delineation between digital image processing by field mapping.



Εικόνα 3. Φωτοτυπία προεδρικού διατάγματος του 1999 (18/1/1999, υπ' αριθμόν 7) με τα χαρτογραφημένα στην ύπαιθρο όρια καμμένων δασικών εκτάσεων του προηγούμενου θέρους όπως και του 1995. Με πορτοκαλί τμήμα απεικονίζονται περιοχές οι οποίες δεν είναι αναδασωτέες, ωστόσο χωρίς ξεκάθαρο νομικό καθεστώς.

Figure 3. Land use map published in the Official Journal of the Greek Government. The map shows fire line boundaries through time.

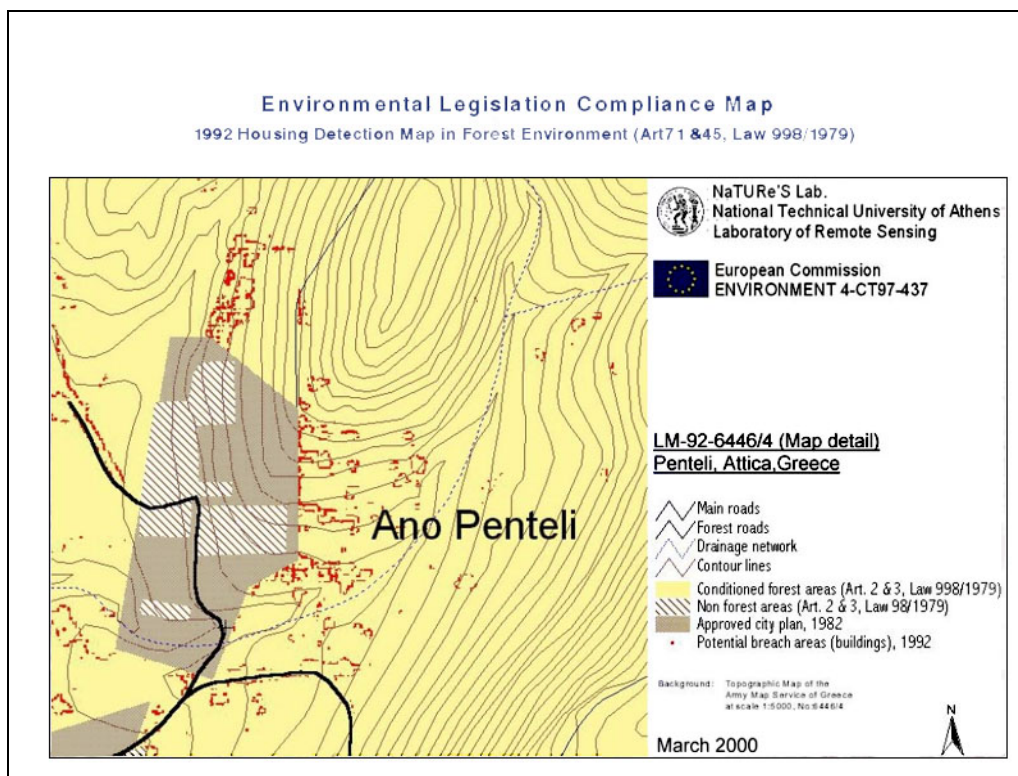


5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μεθοδολογία APERTURE μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις αρμόδιες υπηρεσίες του Ελληνικού κράτους για την χαρτογράφηση αλλαγών χρήσεων γης σε ευαίσθητες περιβαλλοντικά περιοχές. Επί παραδείγματι, έχει αποδειχθεί αξιόπιστη στην χαρτογράφηση καμμένων εκτάσεων όπως του Πεντέλικού όρους κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990-2000 με χρήση δορυφορικών ορθοεικόνων SPOT και LANDSAT (Karathanassi et al., 2000; 2002; Rokos et al., 2000). Επιπλέον, η δυνατότητα ορθοδιορθωσης των νέων σαρωτών υπερ-υψηλής ανάλυσης (Ganas et al., in press) εξασφαλίζει χωρικά σφάλματα τάξεως ενός (1) μέτρου με αποτέλεσμα να εντοπίζονται περιβαλλοντικές παραβάσεις σε κλίμακες 1:5000 και μεγαλύτερες. Η πρόκληση για τους γεωεπιστήμονες είναι η παραγωγή αξιόπιστων επιπέδων πληροφορίας (όπως οι ψηφιακοί χάρτες χρήσεων γης), τα οποία θα τύχουν της καθολικής αποδοχής του νομικού κόσμου.

Εικόνα 4. Χάρτης Περιβαλλοντικής Νομοθεσίας περιοχής Άνω Πεντέλης Αττικής του έτους 1992. Με κίτρινο χρώμα φαίνονται οι προστατευόμενες περιοχές (δάσος) ενώ με γκριζο χρώμα οι αστικές. Με κόκκινο χρώμα οι πιθανώς καταπατημένες εκτάσεις. Για τον εντοπισμό των κτιρίων χρησιμοποιήθηκαν εικόνες SPOT (εικόνα 1) και KVR-1000.

Figure 4. Legislation map for Ano Penteli area produced by the APERTURE methodology. Satellite data used were those of SPOT and KVR-1000 sensors.



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε τους παρακάτω συνεργάτες μας για την πολύτιμη βοήθεια τους στην επιτυχή εκτέλεση του έργου: Dr Alan Cross, Γιάννη Κομπόπουλο, Νίκο Σπυρόπουλο, Εύα Δερέογλου, Βαγγέλη Αθανασίου, Δρ Αδριανό Ρεϊτάλη, Γιάννη Σαραφίδη, Καθ. Δημήτρη Ρόκο, Δρ Λία Καραθανάση και Λευτέρη Λεβαντή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Chuviego, E. and R.G. Congalton, 1988, Mapping and inventory of forest fires from digital processing of TM data, *Geocarto International*, 3, 41-53.
- [2] Ganas, A., Lagios, E., and Tzannetos, N., in press. An investigation on the spatial accuracy of the IKONOS 2 orthoimagery within an urban environment. Paper No: RES103722. *International Journal of Remote Sensing*
- [3] Ιστοσελίδες προγράμματος στο Κοινό Κέντρο Ερευνών της Ε.Ε
<http://www.ceo.sai.jrc.it/aperture.htm>
<http://www.sai.jrc.it/astron/space-compendium/aperture.htm>
<http://europa.eu.int/comm/jrc/space/images/compendium.pdf>
- [4] Ιστοσελίδα προγράμματος της εταιρίας Integrated Information Systems
<http://www.iis.gr/aperture/>
- [5] Karathanassi, V., Iossifidis, Chr. and Rokos, D. 2002, "Remote Sensing Methods and Techniques as a Tool for the Implementation of the Environmental

Legislation: The Greek Forest Law Case Study", *International Journal of Remote Sensing*.

[6]Karathanassi, V., Iossifidis, Chr., Rokos, D., 2000. "A texture-based classification method for classifying built areas according to their density", *International Journal of Remote Sensing*, 21, 9, pp.1807-1823.

[7]Νικολάου Ε., Α. Γκανάς, Ε. Αθανασίου, και Α. Ρειάλης, 2000. Χρήση δεικτών βλάστησης για τη διαχρονική χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων στην περιοχή του όρους Πεντέλη. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα*, 11, 258-271, Θεσσαλονίκη.

[8]Rokos, D., Karathanassi, V., Levantis, E., 2000. "Environmental legislation compliance maps at national level: the Greek forest law case", *Proceedings, XIX Congress of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, XXXIII-B7, pp.1267-1277.