

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 5^ο: Ατμοσφαιρικές διορθώσεις εικόνας- Αυτοματοποιημένη ανίχνευση αλλαγών

Πριν αναλύσουμε τα δεδομένα μιας εικόνας θα χρειαστεί να κάνουμε μια προ-επεξεργασία για την κανονικοποίηση των δεδομένων. Οι ατμοσφαιρικές διορθώσεις είναι ένα απαραίτητο στάδιο στην προ-επεξεργασία των εικόνων (δηλαδή πριν την ταξινόμηση τους ή δημιουργία δεικτών). Οι βασικότεροι λόγοι είναι οι παρακάτω:

- Η μείωση της επίδρασης της ατμόσφαιρας στην καταγραμμένη ακτινοβολία
- Η δυνατότητα σύγκρισης διαχρονικών εικόνων και ειδικά αν έχουν ληφθεί και από διαφορετικά καταγραφικά συστήματα.

Οι βασικότερες τεχνικές είναι

- Η αφαίρεση του σκοτεινότερου εικονοστοιχείου (αν και πολλές φορές υποβαθμίζει παρά βελτιώνει την εικόνα)
- Η χρήση ατμοσφαιρικών μοντέλων
- Η μετατροπή των ψηφιακών τιμών DN της εικόνας, σε τιμές ακτινοβολίας (radiance) ή ανάκλασης (reflectance).

Ποια είναι η διαφορά μεταξύ της ακτινοβολίας (radiance) και της ανάκλασης(reflectance);

Radiance είναι η μεταβλητή που μετράται απευθείας από τα όργανα τηλεπισκόπησης. Βασικά, μπορείτε να σκεφτείτε ότι η ακτινοβολία, είναι το πόσο φως το όργανο καταγραφής «βλέπει» από το αντικείμενο που παρατηρείται. Όταν κοιτάτε μέσα από μια ατμόσφαιρα, ένα μέρος του φωτός που σκεδάζεται από την ατμόσφαιρα, θα φανεί από το μέσο και περιλαμβάνεται στην παρατηρούμενη ακτινοβολία του στόχου. Μια ατμόσφαιρα θα απορροφήσει επίσης φως, το οποίο θα μειώσει την παρατηρούμενη ακτινοβολία. Radiance έχει πιο συχνά μονάδες watt / (στερακτίνο / τετραγωνικό μέτρο).

Reflectance είναι η αναλογία της ποσότητας του φωτός που διαφεύγει από ένα «στόχο» (R_s) σε σχέση με την ποσότητα του φωτός που προσκρούει στο στόχο (I). Δεν έχει μονάδες (παίρνει τιμές από 0 – 1). Αν όλη η ποσότητα τα φωτός που αφήνει το στόχο συντελεί στη μέτρηση της ανάκλασης, το αποτέλεσμα ονομάζεται «ημισφαιρική ανάκλαση».

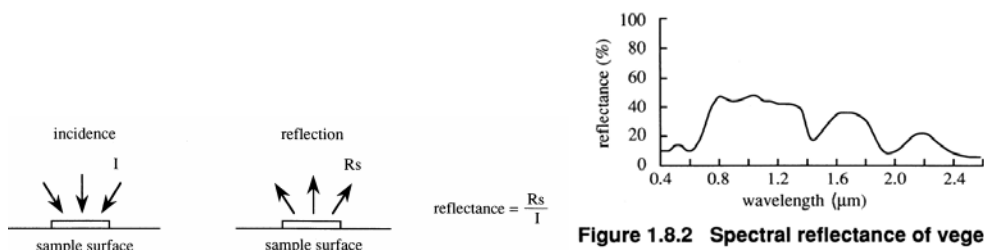


Figure 1.8.2 Spectral reflectance of vegetation

Η ανάκλαση (ή πιο συγκεκριμένα η ημισφαιρική ανάκλαση) είναι μία ιδιότητα του υλικού που παρατηρείται. Η ακτινοβολία, από την άλλη πλευρά, εξαρτάται από το φωτισμό (τόσο την ένταση και την κατεύθυνση του), το προσανατολισμό και τη θέση του στόχου καθώς και της διαδρομή του φωτός μέσα από την ατμόσφαιρα.

Για πολλές εφαρμογές, η ακτινοβολία και η ανάκλαση μπορεί να χρησιμοποιηθούν αμοιβαία. Ωστόσο, δεδομένου ότι η ανάκλαση είναι μια ιδιότητα του ίδιου του υλικού στόχου, παίρνουμε τις πιο αξιόπιστες (και επαναλαμβανόμενες) τιμές του δείκτη βλάστησης χρησιμοποιώντας τιμές ανάκλασης. Η φαινομενική ανάκλαση είναι επαρκής σε πολλές περιπτώσεις.

Στόχος του εργαστηρίου είναι να διορθώσουμε ατμοσφαιρικά δύο εικόνες Landsat διαφορετικού καταγραφικού συστήματος και χρονιάς λήψης, για να δούμε διαχρονικές αλλαγές ανάμεσα στις εικόνες.

Για να γίνει η διόρθωση των εικόνων θα πρέπει να δουλέψουμε με τις αρχικές εικόνες (όπως έχουν έρθει από το δορυφόρο).

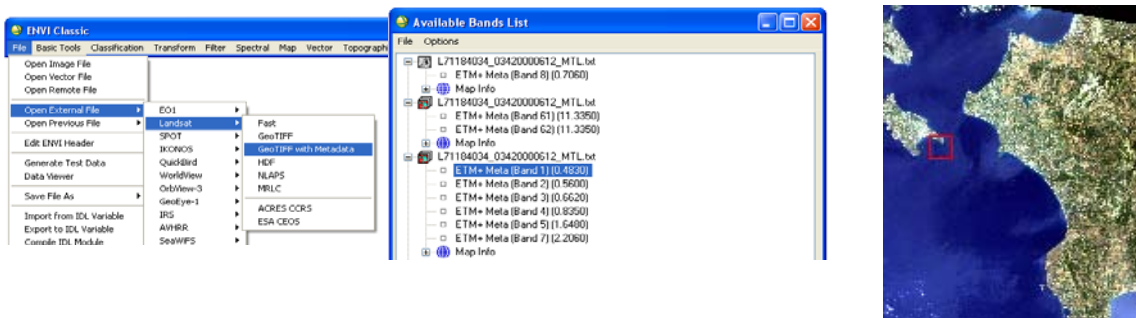


5.1. Στη διαδρομή ...LANDSATs_Images\RAWLANDSATs\1983-1990, θα ανοίξουμε το αρχείο L5185034_03419870811_MTL που είναι εικόνα Landsat 5 με ημερομηνία λήψης 11/08/1987.

Αλλά μην τρομάζετε ... σήμερα θα μάθουμε να ανοίγουμε εικόνες (όσες τουλάχιστον είναι συμβατές με την έκδοση που έχουμε) και να δίνουμε φασματικές τιμές στις μπάντες με ένα πολύ γρηγορότερο τρόπο, σχεδόν στιγμιαίο.

Οπότε από το βασικό μενού, αντί για GeoTiff, τώρα θα ανοίξουμε απλώς το αρχείο μεταδομένων (MTL) της εικόνας.

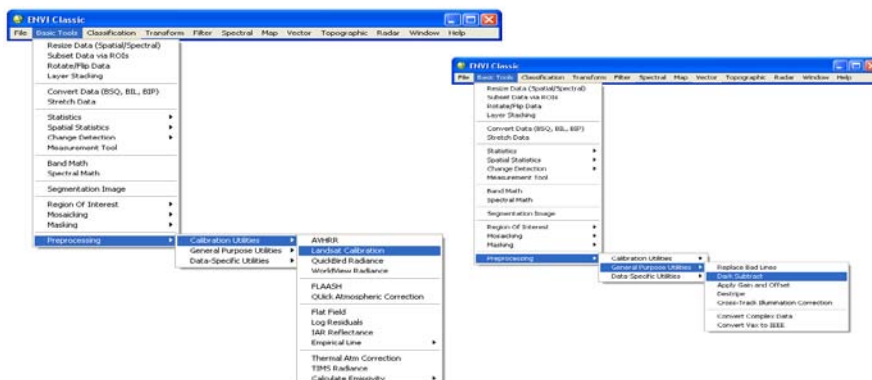
Και ως θαύματος όλες οι μπάντες οργανωμένες εμφανίζονται στο μενού μας (εδώ εμφανίζεται εικόνα Landsat 7 με ημερομηνία λήψης 12/07/200).



Τώρα γιατί παιδευόμασταν... Γιατί πάντα τα προγράμματα δεν διαβάζουν αυτόματα και χρειάζεται να ξέρουμε την μηχανική εισαγωγή των τιμών.

Για να μην γίνουν οι μετατροπές μας σε όλη την εικόνα, θα πρέπει να «κόψουμε» τη Ζάκυνθο από τα υπόλοιπα. Γι' αυτό δεν υπάρχει αυτόματος τρόπος. Αλλά το έχουμε μάθει καλά. Εδώ δεν θα χρειαστεί μάσκα απλώς τα όρια της Ζακύνθου (τα γνωστά σε παγκόσμιες συντεταγμένες) ως χωρική υπο-περιοχή (spatial subset). **Το ξέρουμε έτσι??** Τότε ας ξεκινήσουμε από εδώ.

Αυτά που θα χρησιμοποιήσουμε σήμερα βρίσκονται στο βασικό μενού **Basic Tools > Preprocessing > Calibration Utilities** ή **General Purpose Utilities**

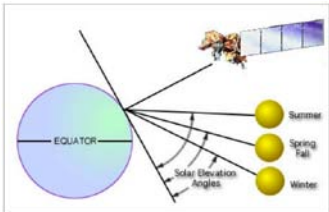




5.1.1. Ας ξεκινήσουμε από την μετατροπή των ψηφιακών τιμών σε τιμές ανάκλασης (reflectance).

Στο βασικό μενού **Basic Tools > Preprocessing > Calibration Utilities** επιλέγουμε **Landsat calibration** και την εικόνα με τις 6 μπάντες. Παρότι υπάρχουν πολλά στατιστικά που υπολογίζονται στο υπόβαθρο, το πρόγραμμα (πολύ αυτοματοποιημένα) μας ρωτάει ΑΠΛΑ αν θέλουμε μετατροπή σε radiance ή reflectance. Εμείς επιλέγουμε **reflectance**.

Βασικά η μετατροπή σε ανάκλαση είναι μια διαδικασία δύο σταδίων. Πρώτα γίνεται η μετατροπή των DNS σε τιμές ακτινοβολίας (L) και στη συνέχεια γίνεται η μετατροπή των τιμών ακτινοβολίας σε τιμές ανάκλασης.



$$L_{\lambda} = ((LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}) / (QCALMAX - QCALMIN)) * (QCAL - QCALMIN) + LMIN_{\lambda}$$

$$\text{Reflectance: } r_p = \frac{\pi * L_{\lambda} * d^2}{ESUN_{\lambda} * \cos \theta_s}$$

Για κάθε σκηνή (εικόνα) θα πρέπει να γνωρίζουμε την απόσταση μεταξύ του ήλιου και της γης σε αστρονομικές μονάδες, την ημέρα του έτους (ημερομηνία του Ιουλιανού) που έγινε η λήψη, και η ηλιακή γωνία στο ζενιθ (όλα αυτά βρίσκονται στα μεταδεδομένα της εικόνας).

The image shows three software windows from ENVI. The 'Landsat Calibration Input File' window shows file selection and metadata. The 'ENVI Landsat Calibration' window shows sensor selection (Landsat 7 ETM+), acquisition date (June 12, 2000), and calibration type (Reflectance). The 'Available Bands List' window shows a list of bands for the selected file, with 'TM Cal [ETM+ Meta (Band 1)]' selected.

The 'Edit Calibration Parameters' window shows a table of Lmin and Lmax values for each band:

(Band 1)	Lmin: -6.200	Lmax: 191.600
(Band 2)	Lmin: -6.400	Lmax: 196.500
(Band 3)	Lmin: -5.000	Lmax: 152.900
(Band 4)	Lmin: -5.100	Lmax: 241.100
(Band 5)	Lmin: -1.000	Lmax: 31.060
(Band 7)	Lmin: -0.350	Lmax: 10.800

Και έχει γίνει η μετατροπή.

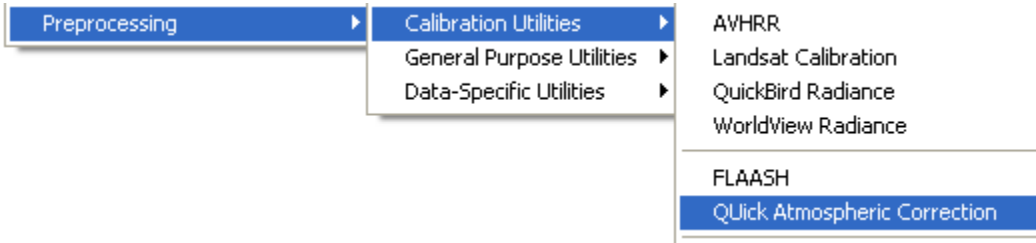
Παρατηρείστε για το ίδιο σημείο που αρχικά (α) είχε τιμές στο RGB = 46, 61 και 74 (ψηφιακές τιμές 0 -255) η μετατροπή τους σε ανάκλαση (β) RGB = 0.102, 0.115 και 0.123 (ενώ αν είχαμε επιλέξει και ακτινοβολία θα είχαμε (γ) RGB = 31,05 G = 47,12 και B = 59,99).

The image shows three screenshots labeled α, β, and γ, each with a 'Cursor Location / Value' window and a corresponding satellite image. Screenshot α shows digital values (R: 46, G: 61, B: 74). Screenshot β shows reflectance values (R: 0.102, G: 0.115, B: 0.123). Screenshot γ shows radiance values (R: 31.05, G: 47.12, B: 59.99). A map of Greece at the bottom indicates the location of the satellite images.



5.1.2. Τώρα θα κάνουμε ατμοσφαιρικές διορθώσεις στην εικόνα μας.

Εδώ έχουμε βασικά δύο επιλογές. Η σωστότερη το FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes) και η ευκολότερη QUAC (QUick Atmospheric Correction).



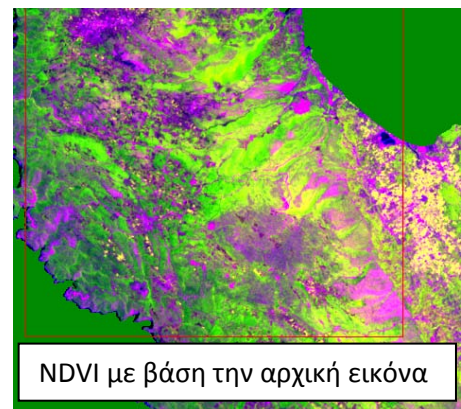
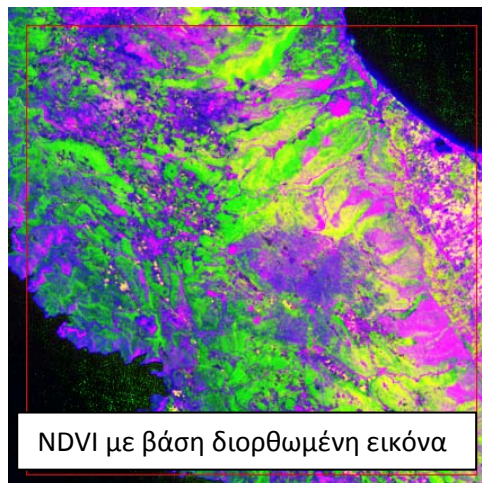
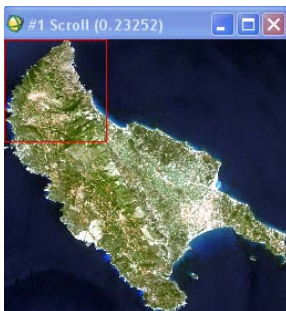
Ποια προτιμάτε; Έτσι για να ρωτάμε (που και που).

Οπότε ακολουθούμε την ευκολότερη που είναι η QUAC (ουσιαστικά χρησιμοποιεί μια γενική καθολική διόρθωση με βάση την εικόνα).

Η QUAC εκτελεί μια γρήγορη και αρκετά ακριβή ατμοσφαιρική διόρθωση με τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Υπάρχουν τουλάχιστον 10 διαφορετικά υλικά σε μια σκηνή.
- Υπάρχουν αρκετά σκούρα pixels σε μια σκηνή για να επιτρέψει μια καλή εκτίμηση της βάσης του φάσματος.

Οπότε εκτελούμε την QUAC – επιλέγουμε Landsat (θα μπορούσαμε και από την αρχική εικόνα, αλλά τα αποτελέσματα είναι καλύτερα με τιμές ανάκλασης) και έχουμε την τελική εικόνα μας. Υπολογίζουμε και ένα σύνθετο NDVI RGB = IR, NDVI, G.





5.1.3. Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία με άλλη δορυφορική εικόνα (για το εργαστήριο μας ας ανεβάσουμε την εικόνα ...LANDSATs_Images\RAWLANDSATs\ZAK\2011 και επιλέγουμε το αρχείο L5185034_03420110829_MTL (από Landsat 5, με λήψη 29 Αυγούστου 2011).

Οπότε όπως και παραπάνω δημιουργούμε μια τελική εικόνα αλλαγμένη σε ανάκλαση και διορθωμένη ατμοσφαιρικά.

Αξίζει να δούμε πόσο διέφεραν οι αρχικές εικόνες και πόσο έχουν ταιριάξει μετά τις διορθώσεις (πολύ απαραίτητο στη διαχρονική ανίχνευση των αλλαγών κάλυψης). Επιπρόσθετα η εικόνα του 2000 ήταν με Landsat 7 (πιο εξελιγμένο) ενώ του 2011 με Landsat 5.



5.2. Ανίχνευση αλλαγών

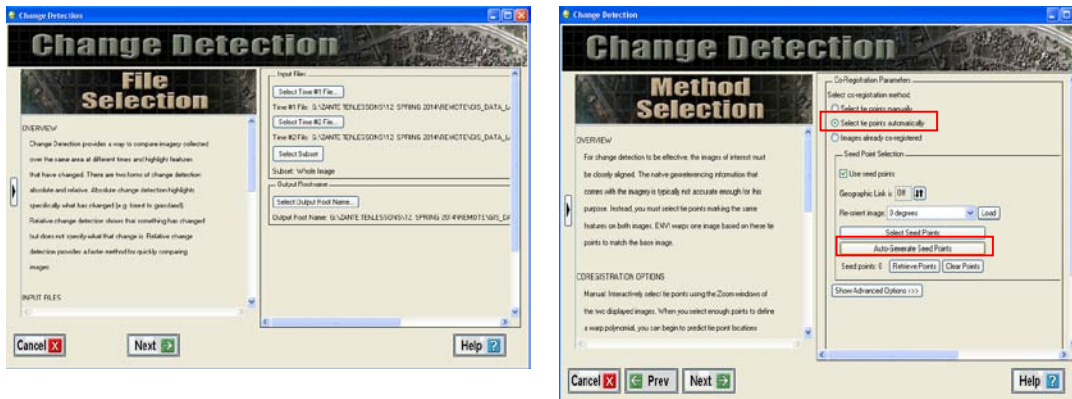
Τι κάναμε μέχρι τώρα; Θέλουμε να ανιχνεύσουμε αλλαγές για την ίδια περιοχή και ανοίξαμε δύο διαφορετικές εικόνες και τις διορθώσαμε ατμοσφαιρικά αλλάζοντας τις μετρήσεις σε ανάκλαση και διορθώνοντας τις ατμοσφαιρικές συνθήκες (έτσι ώστε και οι δύο εικόνες να έχουν πρακτικά ίδιες συνθήκες ανάκλασης στο χώρο).

Υπάρχουν πολλοί τρόποι να ανιχνεύσουμε τις αλλαγές. Από τα επόμενα εργαστήρια θα πάμε σε ταξινομήσεις κάλυψης γης, όπου και εκεί θα ασχοληθούμε με το θέμα αυτό. Στο παρόν εργαστήριο θα ασχοληθούμε με αυτοματοποιημένους τρόπους με βάση τις διαφορές στις φασματικές εικόνες ανάμεσα σε δύο χρονίες. Μια τέτοια διαδικασία - ίσως λίγο πιο κουραστική - έχετε ήδη κάνει στην προηγούμενη άσκηση.



5.2.1 Τώρα θα χρησιμοποιήσουμε από το βασικό μενού, **Spectral > SPEAR tools > Change detection** και θα μας ανοίξει η παρακάτω καρτέλα.

Αν έχουμε φορτωμένες τις δύο επεξεργασμένες εικόνες, επιλέγουμε την πρώτη στο Time 1 και τη 2^η στο Time 2 και επιλέγουμε που θα σωθούν τα αρχεία μας.



Για να μπορέσουν οι εικόνες να έχουν απόλυτη ταύτιση (παρότι έχουν την ίδια γεωαναφορά) θα πρέπει να αγκιστρωθεί η μια απόλυτα στην άλλη. Το πρόγραμμα προσφέρει μια σχετικά αυτοματοποιημένη διαδικασία, οπότε επιλέγουμε **Select points automatically** και μετά πατάμε το **Auto-Generate Seed points**.

Image to Image GCP List											
File	Options	Order Points by Error	Warp X	Warp Y	Predict X	Predict Y	Error X	Error Y	RMS		
#1	Clear All Points		30.00	2057.00	5929.0286	2055.4894	-0.9714	-1.5106	1.7960		
#2			58.00	2116.00	5957.3703	2114.8551	-0.6297	-1.1449	1.3066		
#3+			5654.00	2045.00	6034.00	2135.00	6033.9614	2134.5444	-0.0396	-0.4556	0.4572
#4+			5756.00	2045.00	6136.00	2135.00	6136.7133	2135.4364	0.7133	0.4364	0.8362
#5+			5667.00	2116.00	6047.00	2206.00	6047.0586	2205.6232	0.0586	-0.3768	0.3813
#6+			5817.00	2045.00	6197.00	2135.00	6198.1630	2135.9698	1.1630	0.9698	1.5143
#7+			5658.00	2268.00	6038.00	2358.00	6038.0312	2357.5102	0.0312	-0.4898	0.4908
#8+			5817.00	2096.00	6197.00	2186.00	6198.0258	2186.7904	1.0258	0.7904	1.2950
#9+			5906.00	2186.00	6286.00	2276.00	6287.2133	2276.9991	1.2133	0.9991	1.5717

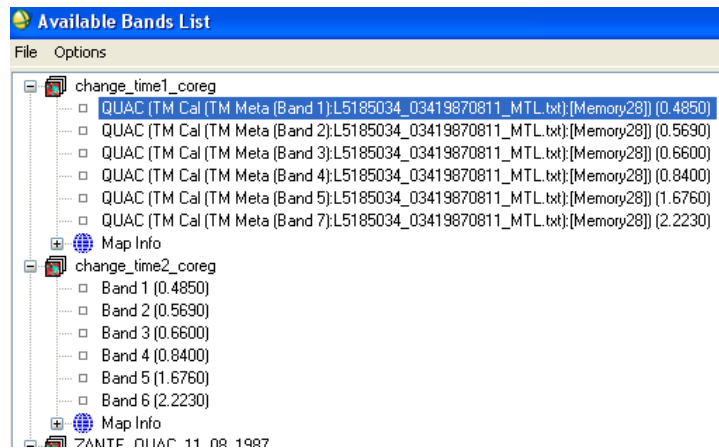
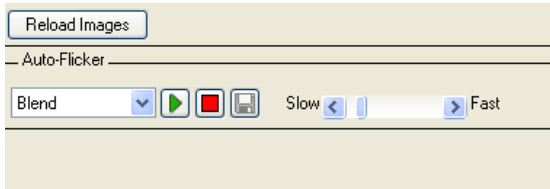
Image to Image GCP List										
File	Options	Base X	Base Y	Warp X	Warp Y	Predict X	Predict Y	Error X	Error Y	RMS
#34+		6440.00	2719.00	6820.00	2809.00	6820.0000	2809.0000	0.0000	0.0000	0.0000
#21+		5995.00	2821.00	6375.00	2911.00	6375.0000	2911.0000	0.0000	0.0000	0.0000
#30+		6193.00	2747.00	6573.00	2837.00	6573.0000	2837.0000	0.0000	0.0000	0.0000
#32+		6109.00	2724.00	6489.00	2814.00	6489.0000	2814.0000	0.0000	0.0000	0.0000
#19+		5911.00	2747.00	6291.00	2837.00	6291.0000	2837.0000	0.0000	0.0000	0.0000
#36+		6465.00	2574.00	6845.00	2664.00	6845.0000	2664.0000	0.0000	0.0000	0.0000
#37+		6357.00	2572.00	6737.00	2662.00	6737.0000	2662.0000	0.0000	0.0000	0.0000
#26+		6084.00	2641.00	6464.00	2731.00	6464.0000	2731.0000	0.0000	0.0000	0.0000
#31+		6290.00	2563.00	6670.00	2653.00	6670.0000	2653.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Θα βγουν αυτόματα πολλά σημεία αγκίστρωσης, αλλά μερικά μεγάλο RMS (το θυμάστε;). Για να μπορέσουμε να τα δούμε με σειρά λάθους από το μενού **Options** επιλέγουμε το **Order Points by Error**. Αφού γίνει αυτό, αρχίζουμε να σβήνουμε (**Delete**) τα λάθος σημεία (αφού τα έχουμε επιλέξει από τον πίνακα), μέχρι να μηδενίσουμε (η σχεδόν) το RMS.

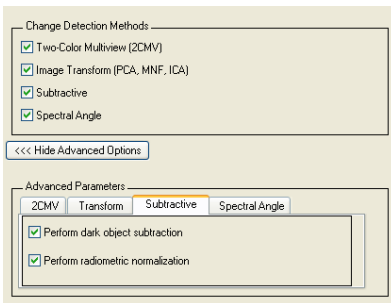
Στη συνέχεια, στον οδηγό που είναι ανοιχτός επιλέγουμε NEXT για να αγκιστρώσει τις εικόνες με βάση τα επιλεγμένα σημεία και βλέπουμε το αποτέλεσμα στο Band List.

Σημειώσεις Δρ. Κ. Ποϊραζίδη

Με βάση τον οδηγό μπορούμε να «παίζουμε» με το Auto-Flicker για να δούμε πως αλλάζει η περιοχή στο χρόνο. Έχουμε τρεις επιλογές παιχνιδιού, οπότε αρδράζτε την ευκαιρία.



Αφού παίζουμε αρκετά και είμαστε σίγουροι ότι οι δύο εικόνες είναι καλά αγκιστρωμένες (δηλαδή έχουν ταυτόσημες συντεταγμένες τα σημεία τους) προχωράμε με NEXT στην επόμενη καρτέλα που μας προτείνει τις μεθόδους ανίχνευσης αλλαγών.



Εδώ έχουμε τέσσερις επιλογές

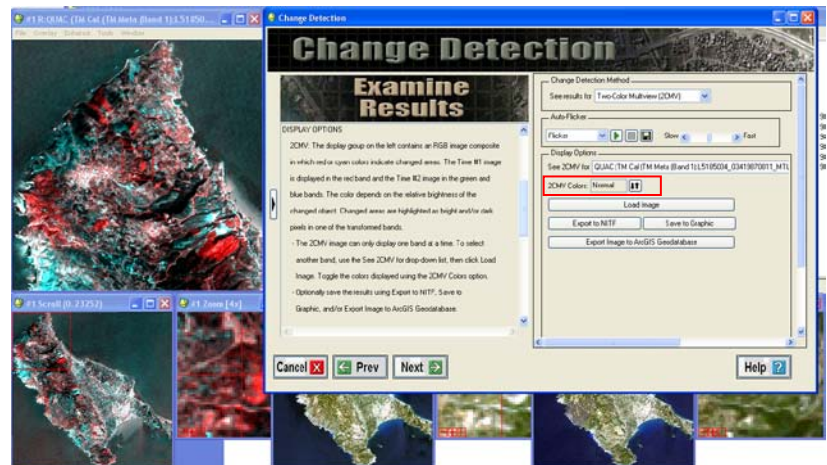
1. Two-Color Multiview
2. Image Transform (εμφανίζεται και η γνωστή μας PCA)
3. Subtractive (όπου γίνονται και ραδιομετρικές διορθώσεις – δεσ διάγραμμα δίπλα με τις έξτρα παραμέτρους που μπορούμε να δημιουργήσουμε, όπως το Dark object subtraction και Radiometric transformation)
4. Spectral Angle

Αν και θα μας απασχολήσουν μόνο οι δύο πρώτοι, επιλέξτε όλα για funny και περιέργεια...

Εδώ θα δείτε κάτι ωραία αυτόματα Layer stacking, κάτι ωραίες αυτόματες PCA κλπ. Από όλα και αυτόματα!!!

Στο τέλος θα μας βγάλει τις εικόνες μεταβολών, σε δυναμικό Link με τις δύο δορυφορικές εικόνες (σε True color) για να δούμε τις αλλαγές.

Με βάση τον οδηγό, μπορούμε να δούμε δυναμικά όλα τα αποτελέσματα, αλλάζοντας τις μεθόδους από το αντίστοιχο κουτάκι και πατώντας Load image.

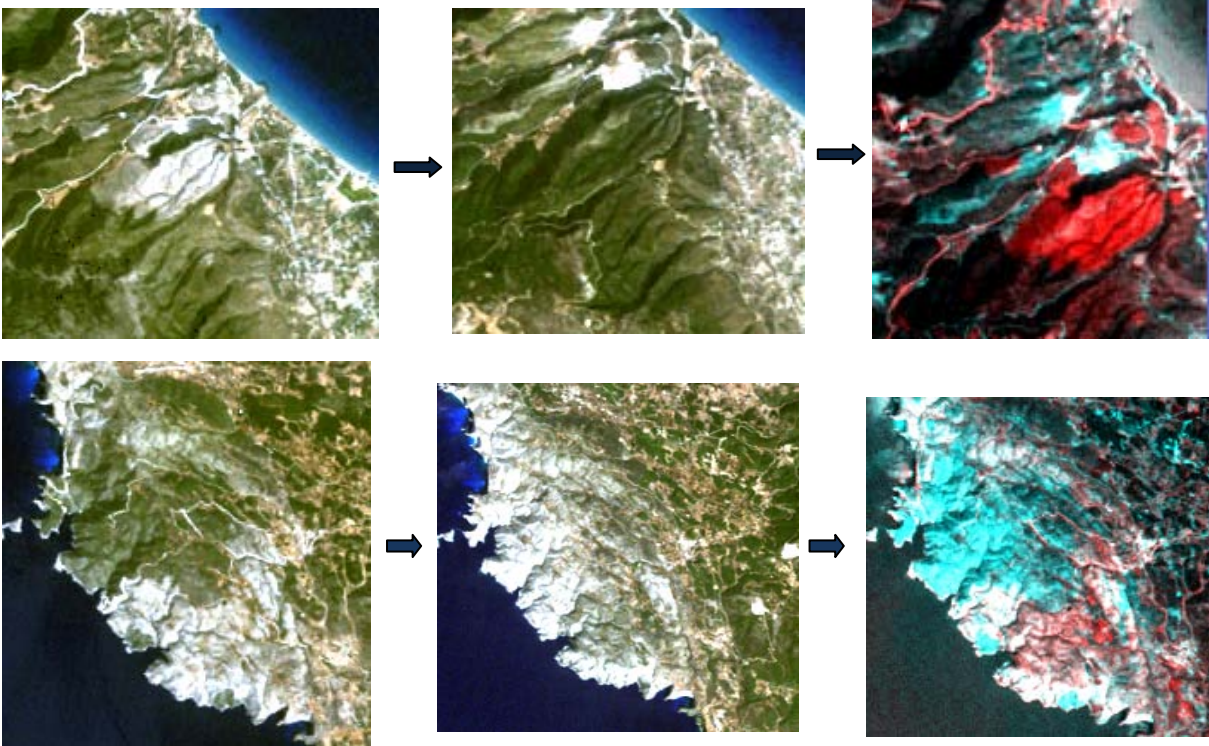


Με βάση την πρώτη μέθοδο Two-Color Multiview, παρουσιάζονται με κυανό και κόκκινο χρώμα οι αλλαγές ανάμεσα στις δύο χρονιές, με αντιστροφή των χρωμάτων (αν θέλουμε από το κουτάκι ZCMV Colors: από Normal σε Invert).

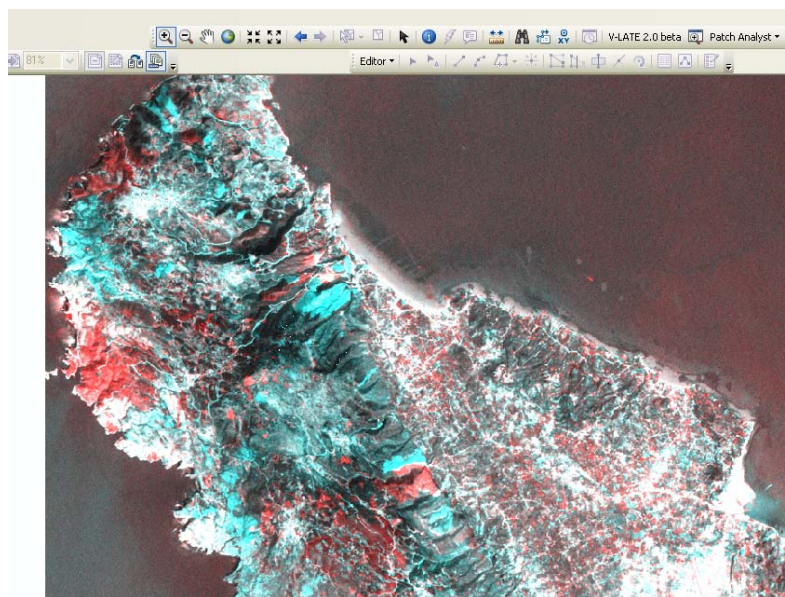
Η έγχρωμη εικόνα των αλλαγών, βασικά εμφανίζεται με μια μπάντα στο RGB ως R: Band 1 (από την μία χρονιά) και G και B με την 1^η μπάντα του αρχείου των αλλαγών. Από το Display Options μπορούμε να αλλάξουμε την μπάντα εμφάνισης με άλλη από τα αρχεία των εικόνων.

Το τελικό αποτέλεσμα είναι κάπως έτσι, όπου αν αφήσουμε την αρχική επιλογή για τα χρώματα, με κυανό χρώμα εμφανίζονται οι περιοχές που στο χρόνο 1 (εδώ το 1987) ήταν δασωμένες (η καλυμμένες με βλάστηση) περιοχές και έχασαν τη βλάστηση τους στο χρόνο 2 (εδώ το 2011) και με κόκκινο περιοχές η ανάποδη πορεία, δηλαδή γυμνές εκτάσεις το 1987 και δασωμένες το 2011.

Στις παρακάτω εικόνες βλέπουμε δύο αντίστροφες εξελίξεις στην κάλυψη γης. Στην 1^η ενότητα εικόνων γυμνές περιοχές το 1987, δασώθηκαν το 2011 και εμφανίζεται με έντονο κόκκινο χρώμα, ενώ στη 2^η ενότητα (στις δυτικές ακτές) μεγάλο τμήμα απογυμνώθηκε από βλάστηση, ενώ σε ένα μικρό τμήμα η βλάστηση επανήλθε.



Το αποτέλεσμα μπορεί να εξαχθεί σε γεωβάση του Arc για περαιτέρω ανάλυση...



Άσκηση 2η:

Με βάση το νομό που έχετε χρεωθεί

1. Αλλάζετε τις τιμές των εικόνων σε δύο χρονιές (οι πιο απομακρυσμένες) σε τιμές ανάκλασης
2. Διορθώστε αυτές τις εικόνες ατμοσφαιρικά
3. Δημιουργήστε ένα χάρτη αλλαγών σύμφωνα με την άσκηση και παρουσιάστε τον χάρτη αλλαγών σύμφωνα με τη μέθοδο Two-Color Multiview και σχολιάστε τα αποτελέσματα σας.