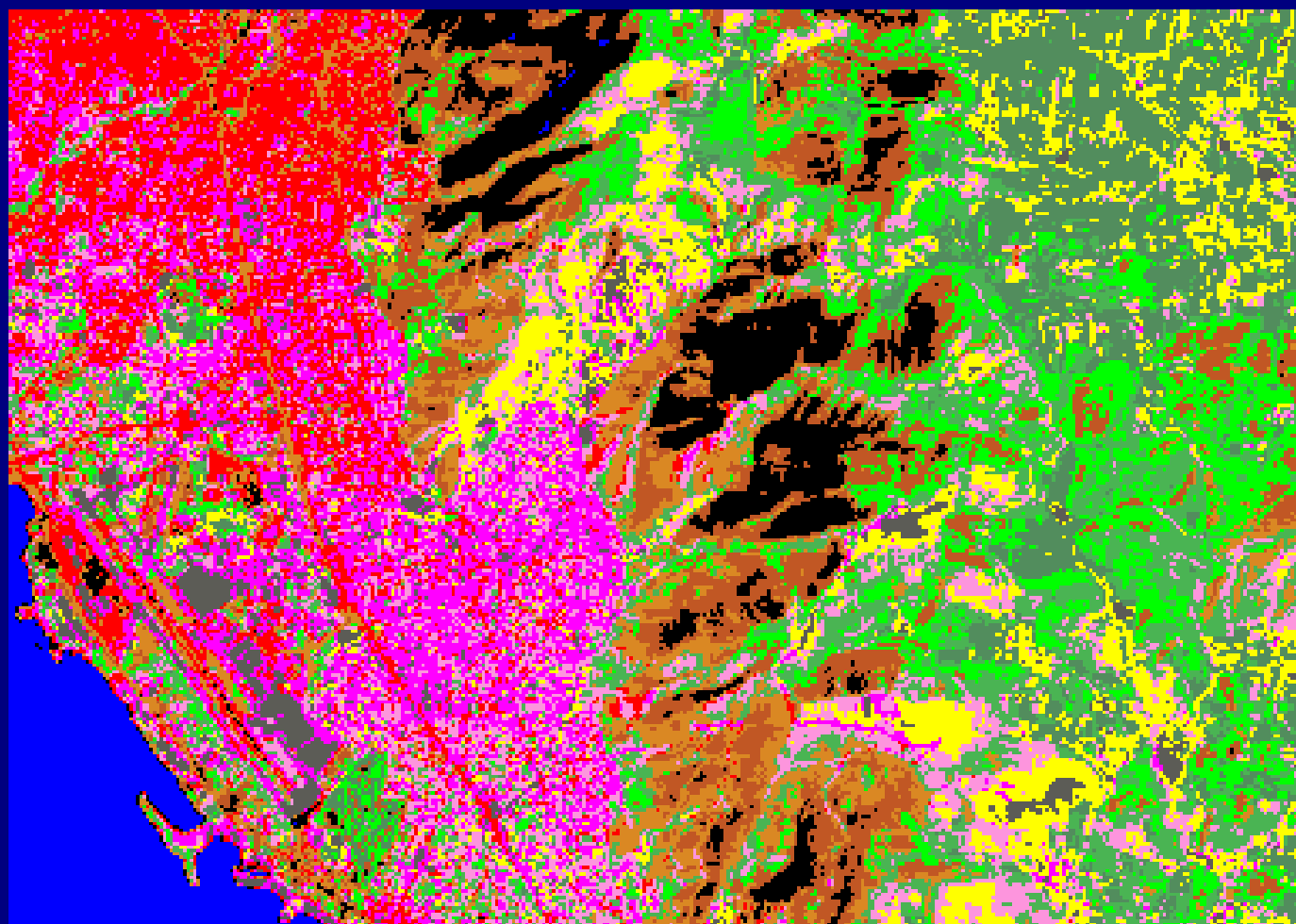


Ενότητα Β  
Επεξεργασία εικόνας

Καθ. Κ. Καρτάλης





-  Τάξη 1
-  Τάξη 2
-  Τάξη 3
-  Τάξη 4
-  Τάξη 5
-  Τάξη 6
-  Τάξη 7
-  Τάξη 8
-  Τάξη 9
-  Τάξη 10
-  Τάξη 11
-  Τάξη 12

# Επεξεργασία Εικόνας Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα

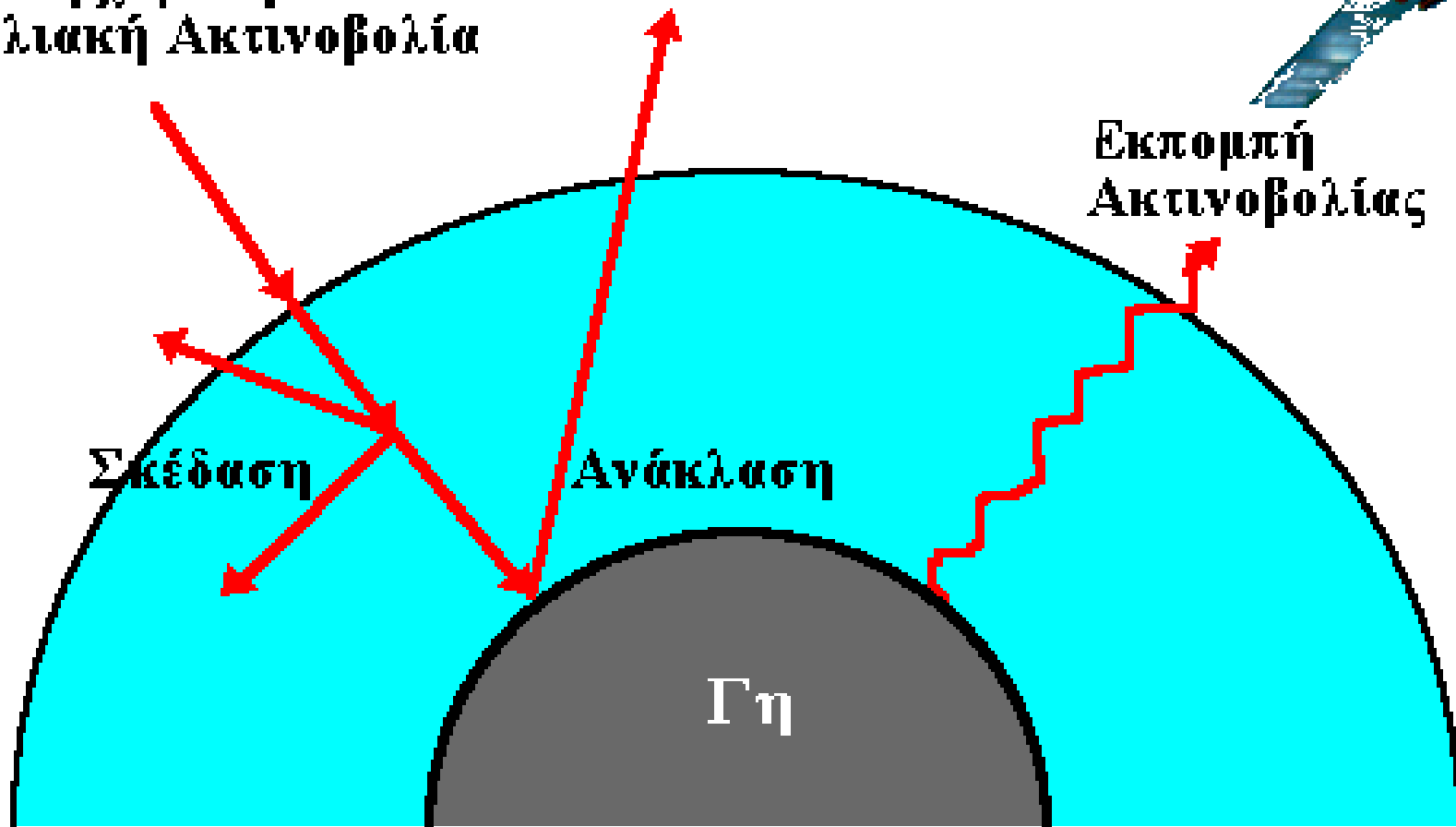
Εισερχόμενη  
Ηλιακή Ακτινοβολία

Σκέδαση

Ανάκλαση

Εκπομπή  
Ακτινοβολίας

Γη



# Επεξεργασία Εικόνας

## Δορυφορικοί Αισθητήρες

### Thematic Mapper (TM) του LANDSAT

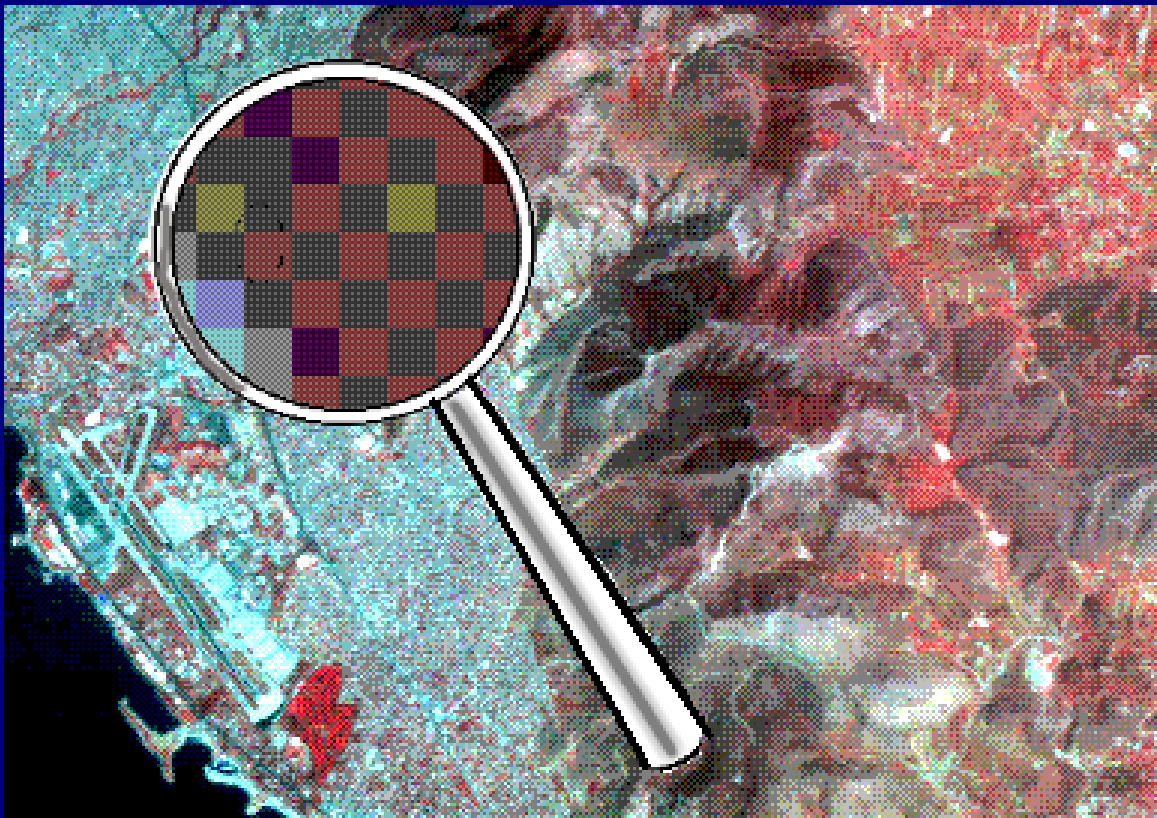
Κανάλι	Μήκος κύματος λ (μm)	Φασματική περιοχή	Πληροφορίες
1	0.45 - 0.52	μπλε	Βαθυμετρία θαλασσών, χαρτογράφηση θαλάσσιων περιοχών, κατανομή βλάστησης, δασών, αναγνώριση καλλιεργειών
2	0.52 - 0.6	πράσινο	Κατανομή βλάστησης, αναγνώριση καλλιεργειών
3	0.63 - 0.69	κόκκινο	Απορρόφηση χλωροφύλλης, είδος βλάστησης
4	0.76 - 0.9	Εγγύς Υπέρυθρο	Είδος βλάστησης, βιομάζα, υγρασία εδάφους
5	1.55 - 1.75	Μέσο Υπέρυθρο	Περιεκτικότητα σε υγρασία εδάφους και βλάστησης, διάκριση χιονιού και νεφών
6	10.4 - 12.5	Θερμικό Υπέρυθρο	Θερμική χαρτογράφηση, ένταση της βλάστησης, υγρασία εδάφους
7	2.08 - 2.35	Μέσο υπέρυθρο	Διάκριση ορυκτών, υγρασία εδάφους

# Επεξεργασία Εικόνας

## Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά μιας Εικόνας

---

Εικονοστοιχεία (pixels) ονομάζονται τα μικρότερα δομικά στοιχεία μιας εικόνας.



# Επεξεργασία Εικόνας

## Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά μιας Εικόνας

---

Σε μια ασπρόμαυρη εικόνα κάθε εικονοστοιχείο έχει μια απόχρωση του γκρι από 0 - 255.

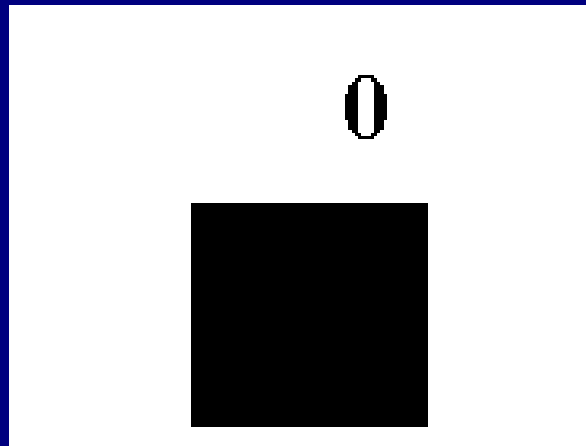
---

# Επεξεργασία Εικόνας

## Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά μιας Εικόνας

---

Σε μια ασπρόμαυρη εικόνα κάθε εικονοστοιχείο έχει μια απόχρωση του γκρι από 0 - 255.



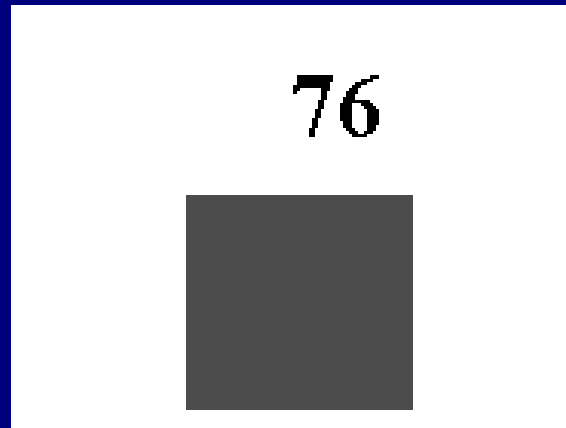


# Επεξεργασία Εικόνας

## Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά μιας Εικόνας

---

Σε μια ασπρόμαυρη εικόνα κάθε εικονοστοιχείο έχει μια απόχρωση του γκρι από 0 - 255.

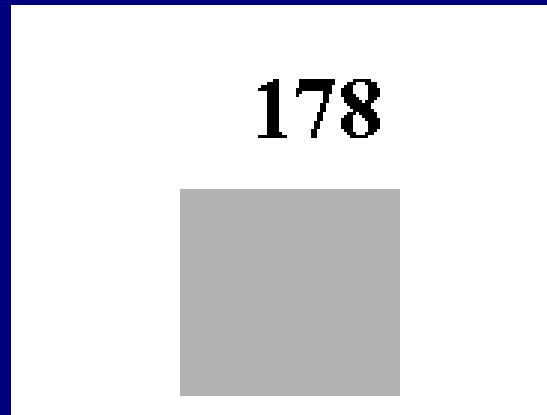


# Επεξεργασία Εικόνας

## Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά μιας Εικόνας

---

Σε μια ασπρόμαυρη εικόνα κάθε εικονοστοιχείο έχει μια απόχρωση του γκρι από 0 - 255.

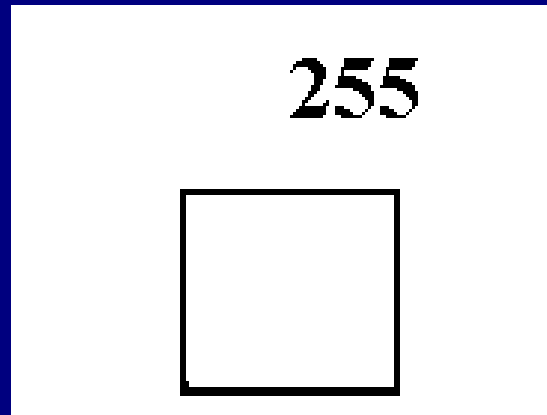


# Επεξεργασία Εικόνας

## Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά μιας Εικόνας

---

Σε μια ασπρόμαυρη εικόνα κάθε εικονοστοιχείο έχει μια απόχρωση του γκρι από 0 - 255.



# Επεξεργασία Εικόνας

## Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά μιας Εικόνας

---

Σε μια έγχρωμη εικόνα κάθε εικονοστοιχείο γεμίζει με ένα συνδυασμό των τριών βασικών χρωμάτων:

- κόκκινο (R)
- πράσινο (G)
- μπλε (B)

Η ένταση του κάθε χρώματος κυμαίνεται από 0 - 255.

---

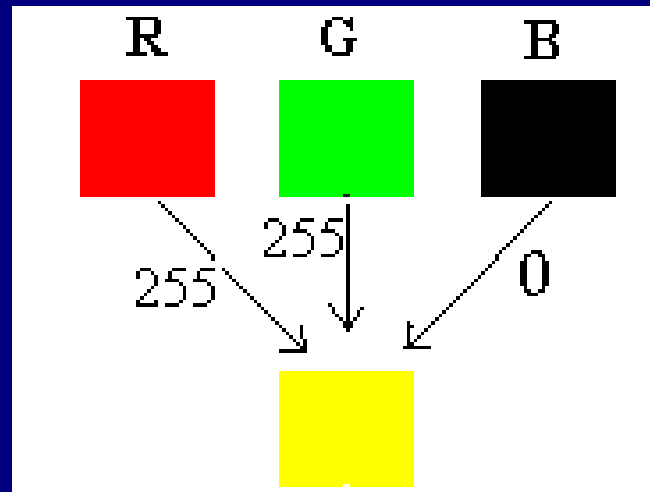
# Επεξεργασία Εικόνας

## Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά μιας Εικόνας

---

Σε μια έγχρωμη εικόνα κάθε εικονοστοιχείο γεμίζει με ένα συνδυασμό των τριών βασικών χρωμάτων:

- κόκκινο (R)
- πράσινο (G)
- μπλε (B)



Η ένταση του κάθε χρώματος κυμαίνεται από 0 - 255.

---

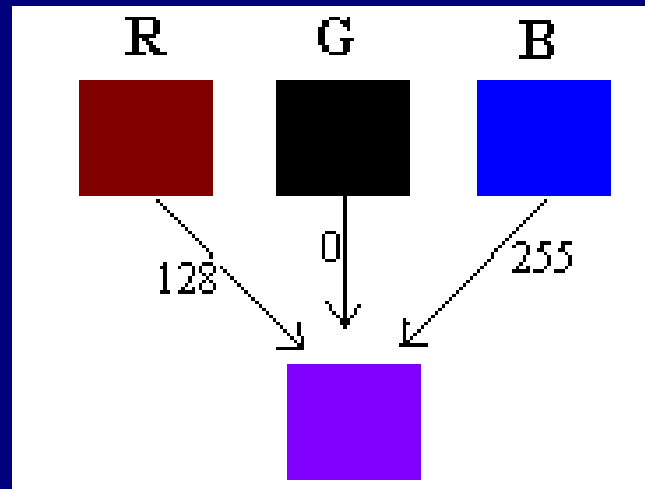
# Επεξεργασία Εικόνας

## Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά μιας Εικόνας

---

Σε μια έγχρωμη εικόνα κάθε εικονοστοιχείο γεμίζει με ένα συνδυασμό των τριών βασικών χρωμάτων:

- κόκκινο (R)
- πράσινο (G)
- μπλε (B)



Η ένταση του κάθε χρώματος κυμαίνεται από 0 - 255.

---

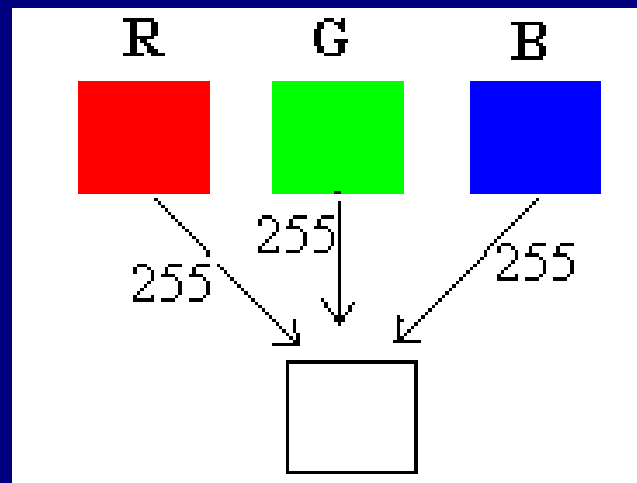
# Επεξεργασία Εικόνας

## Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά μιας Εικόνας

---

Σε μια έγχρωμη εικόνα κάθε εικονοστοιχείο γεμίζει με ένα συνδυασμό των τριών βασικών χρωμάτων:

- κόκκινο (R)
- πράσινο (G)
- μπλε (B)



Η ένταση του κάθε χρώματος κυμαίνεται από 0 - 255.

---

# Επεξεργασία Εικόνας

## Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά μιας Εικόνας

---

Οι διακυμάνσεις στην ένταση της ακτινοβολίας που καταγράφει ο αισθητήρας αντιστοιχούν σε διακυμάνσεις της λαμπρότητας (**brightness**) στην εικόνα.

Καθε διακύμανση στην λαμπρότητα των στοιχείων της εικόνας αντιστοιχεί σε μεταβολή των χαρακτηριστικών της επιφάνειας (αλλαγή στην θερμοκρασία, είδος επιφάνειας κ.α.)

---

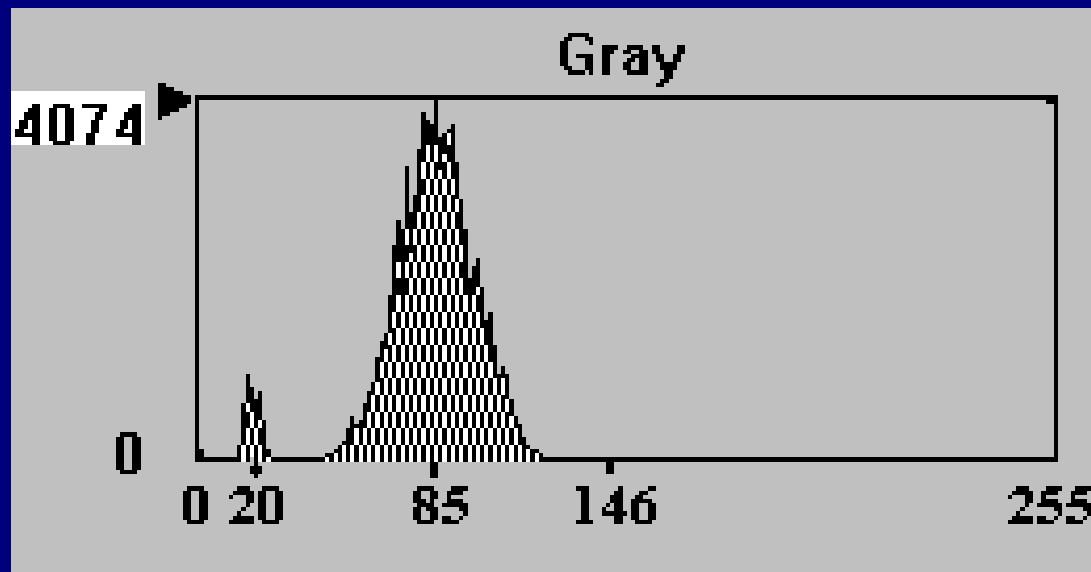


# Επεξεργασία Εικόνας

## Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά μιας Εικόνας

---

Η κατανομή του πλήθους των εικονοστοιχείων για τις διάφορες ψηφιακές τιμές παριστάνεται γραφικά με την βοήθεια του **ιστογράμματος**.

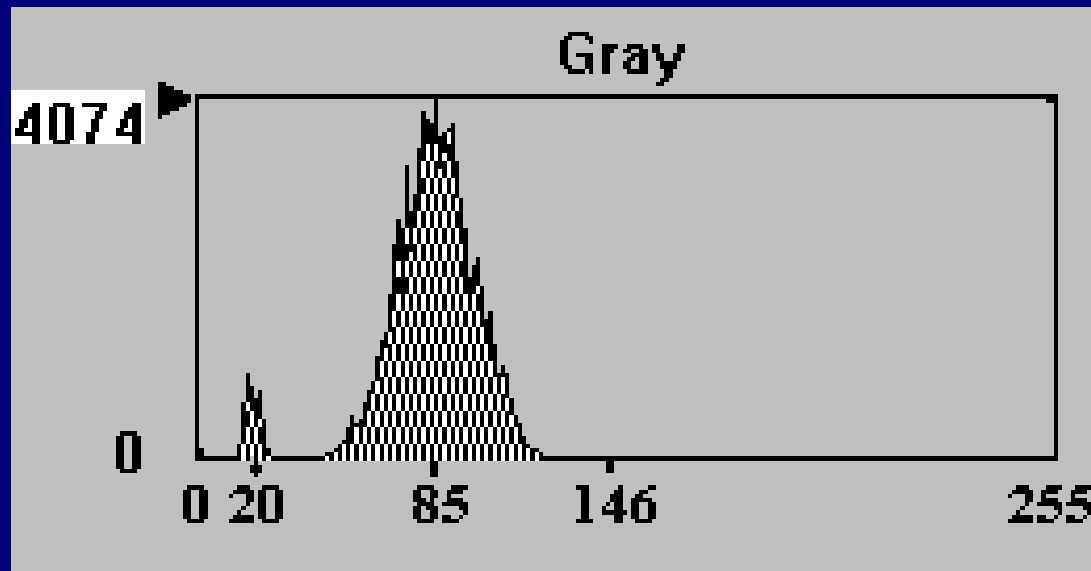


# Επεξεργασία Εικόνας

## Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά μιας Εικόνας

---

Μια διακριτή κορυφή στο ιστόγραμμα αντιπροσωπεύει εικονοστοιχεία της εικόνας που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες περιοχές της επιφάνειας της γης όπως θάλασσα, έδαφος ή νέφη στην εικόνα.



# Επεξεργασία Εικόνας

## Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά μιας Εικόνας

---

Αντίθεση της εικόνας (**contrast**) είναι ο λόγος του πιο φωτεινού προς το πιο σκοτεινό μέρος μιας εικόνας.

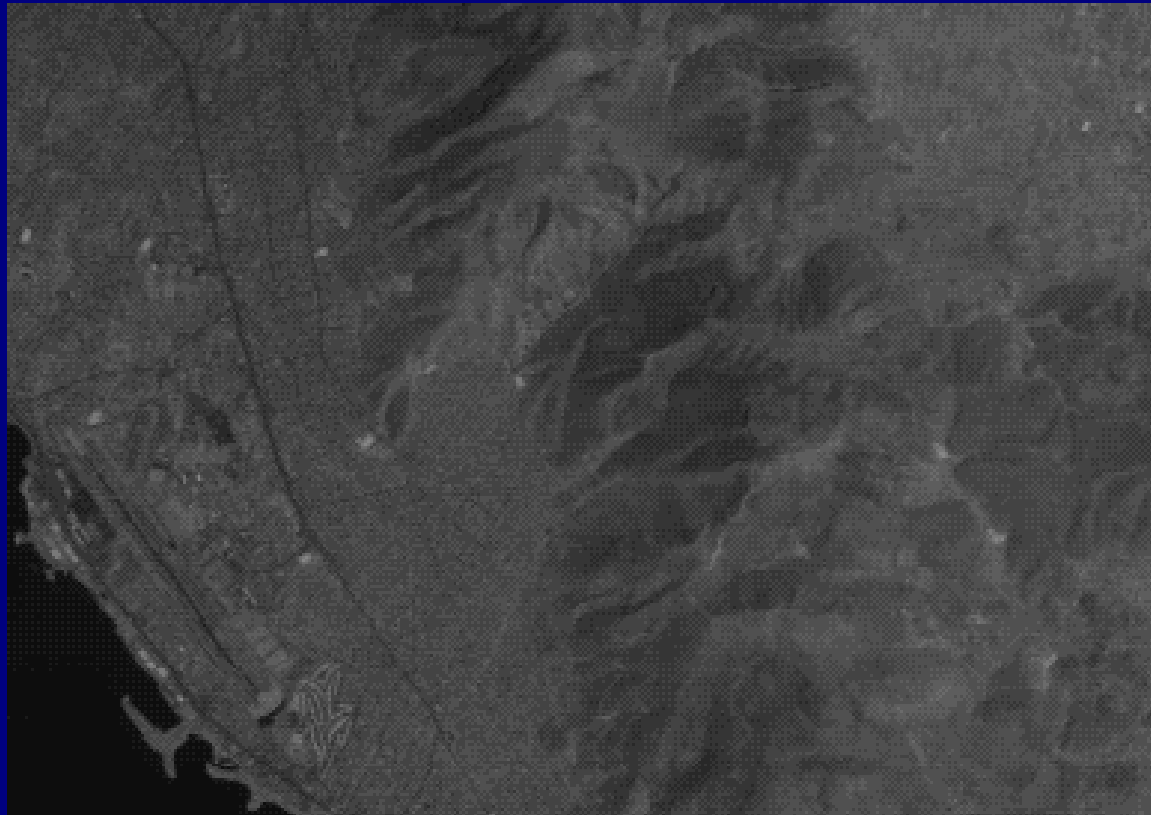
---

# Επεξεργασία Εικόνας

## Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά μιας Εικόνας

---

Σε μια εικόνα με χαμηλή αντίθεση οι λεπτομέρειες που περιέχει είναι δυσδιάκριτες.



# Επεξεργασία Εικόνας

## Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά μιας Εικόνας

---

**Χωρική ανάλυση (spatial resolution)** αναφέρεται στην ικανότητα διάκρισης δυο αντικειμένων που βρίσκονται πολύ κοντά σε μια εικόνα.

Ουσιαστικά ταυτίζεται με τις διαστάσεις ενός εικονοστοιχείου.

---

# Επεξεργασία Εικόνας

## Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά μιας Εικόνας

---

Για παράδειγμα τα κανάλια 1, 2, 3, 4, 5, 7 του LANDSAT TM έχουν χωρική ανάλυση 30 m x 30 m και το κανάλι 6 έχει 120m x 120m.

---

# Επεξεργασία Εικόνας

## Χρωματική Απεικόνιση των Εικόνων

---

Πώς μπορούμε όμως να αναδείξουμε την διαφορετική αντίθεση των εικόνων στα διάφορα μήκη κύματος;

---

# Επεξεργασία Εικόνας

## Χρωματική Απεικόνιση των Εικόνων

---

### Κανάλι 1



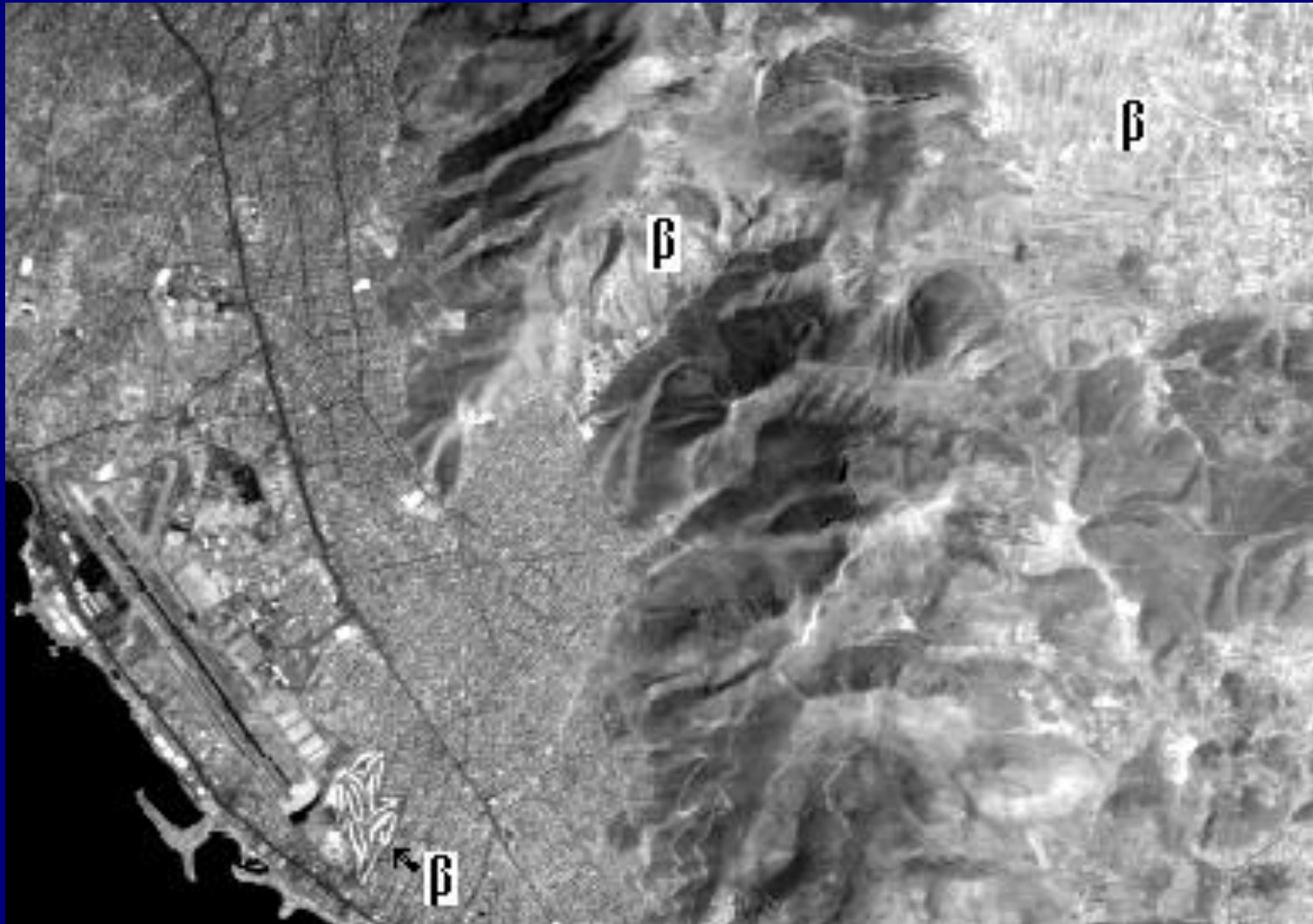


# Επεξεργασία Εικόνας

## Χρωματική Απεικόνιση των Εικόνων

---

### Κανάλι 4



# Επεξεργασία Εικόνας

## Χρωματική Απεικόνιση των Εικόνων

---

### Κανάλι 3



# Επεξεργασία Εικόνας

## Χρωματική Απεικόνιση των Εικόνων

---

Χρωματική συνθεση 4, 3, 1



# Επεξεργασία Εικόνας

## Ενίσχυση της αντίθεσης της Εικόνας

---

Η εικόνα όπως λαμβάνεται από τον δορυφόρο είναι χαμηλής αντίθεσης.

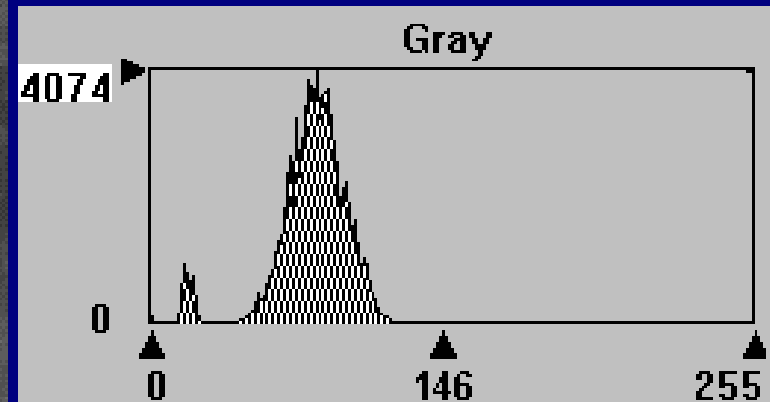
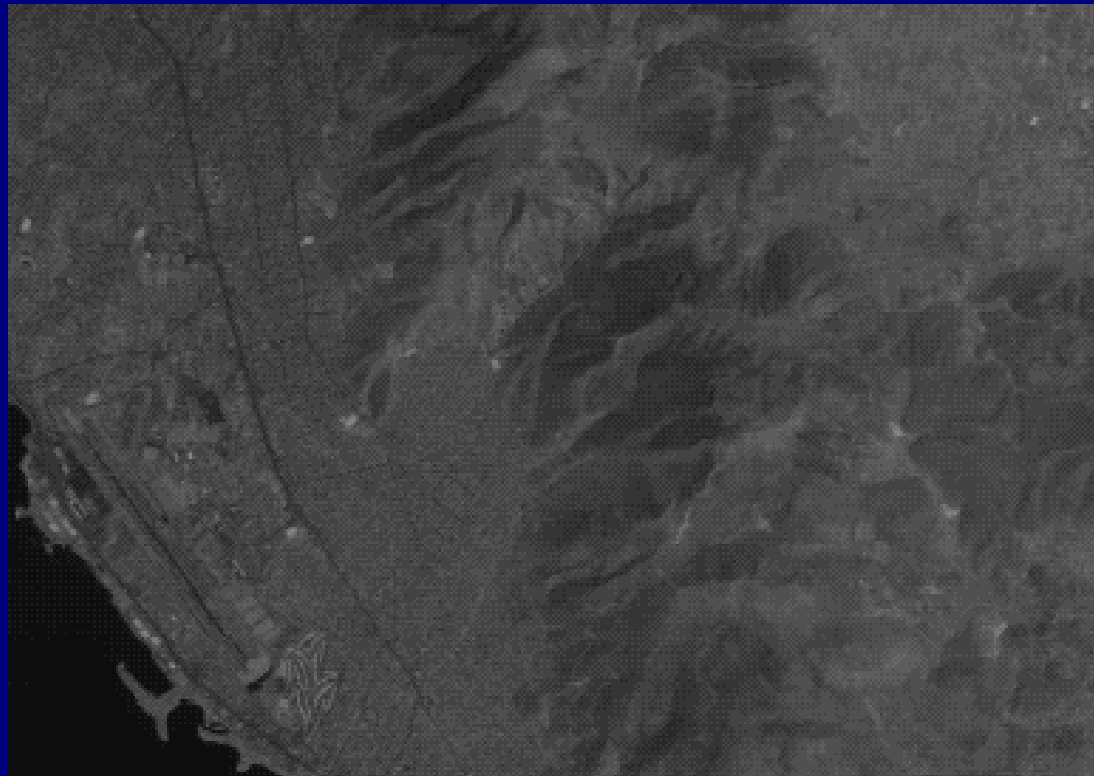


# Επεξεργασία Εικόνας

## Ενίσχυση της αντίθεσης της Εικόνας

---

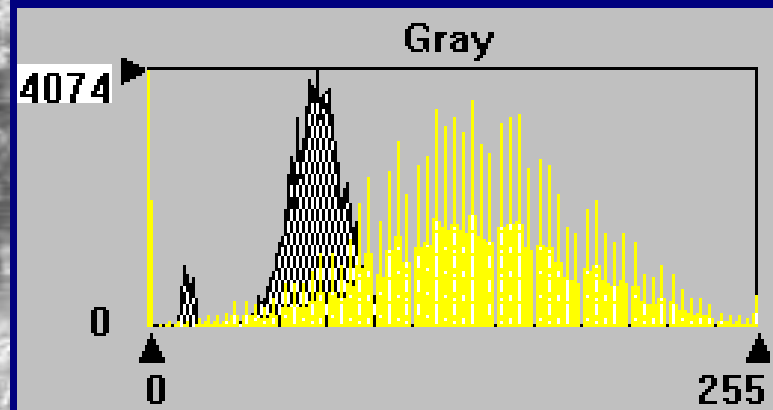
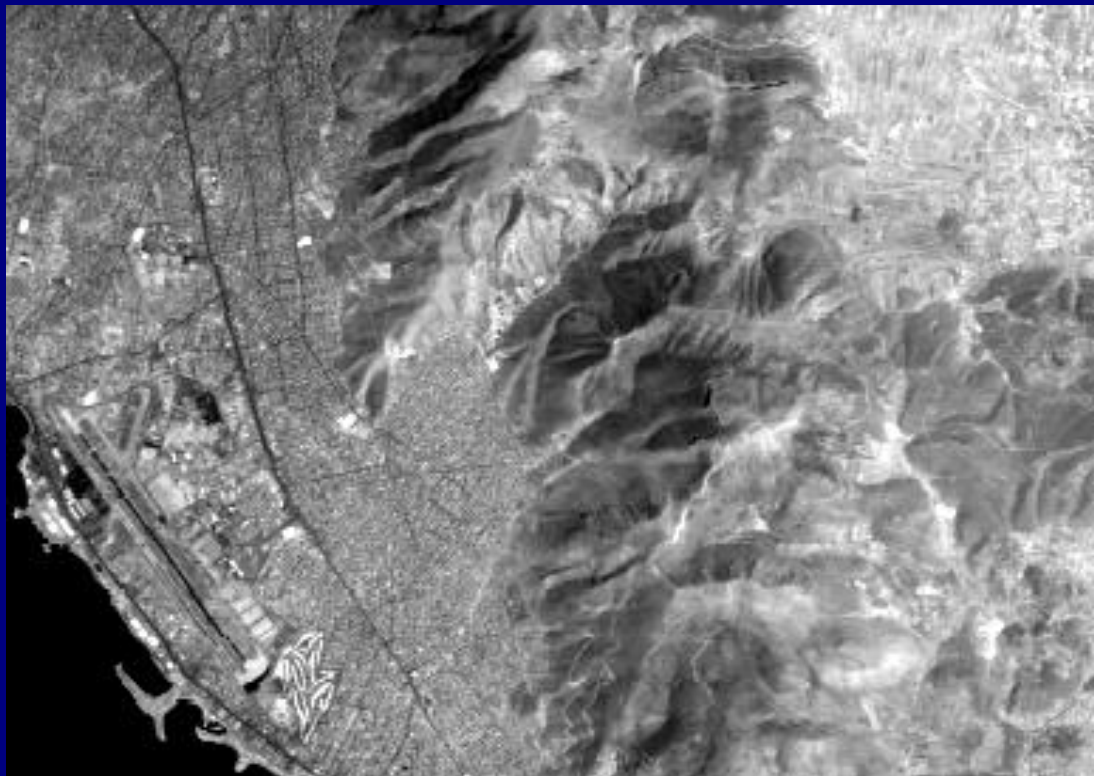
Μη ενισχυμένη εικόνα (κανάλι 4)



# Επεξεργασία Εικόνας

## Ενίσχυση της αντίθεσης της Εικόνας

Ελαχίστου-μεγίστου γραμμική ενίσχυση (min-max linear stretch) (κανάλι 4)

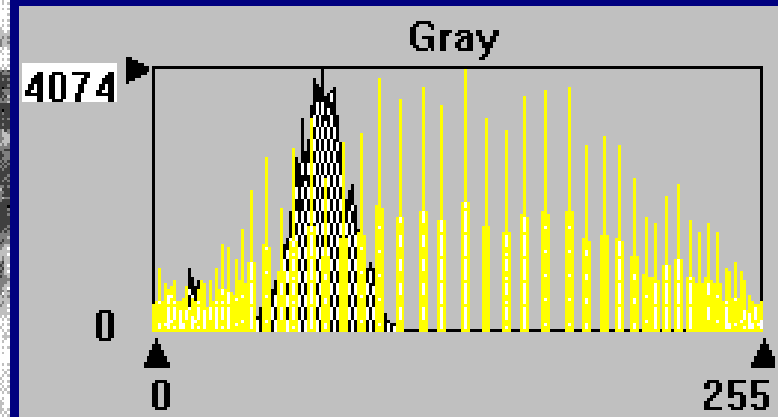
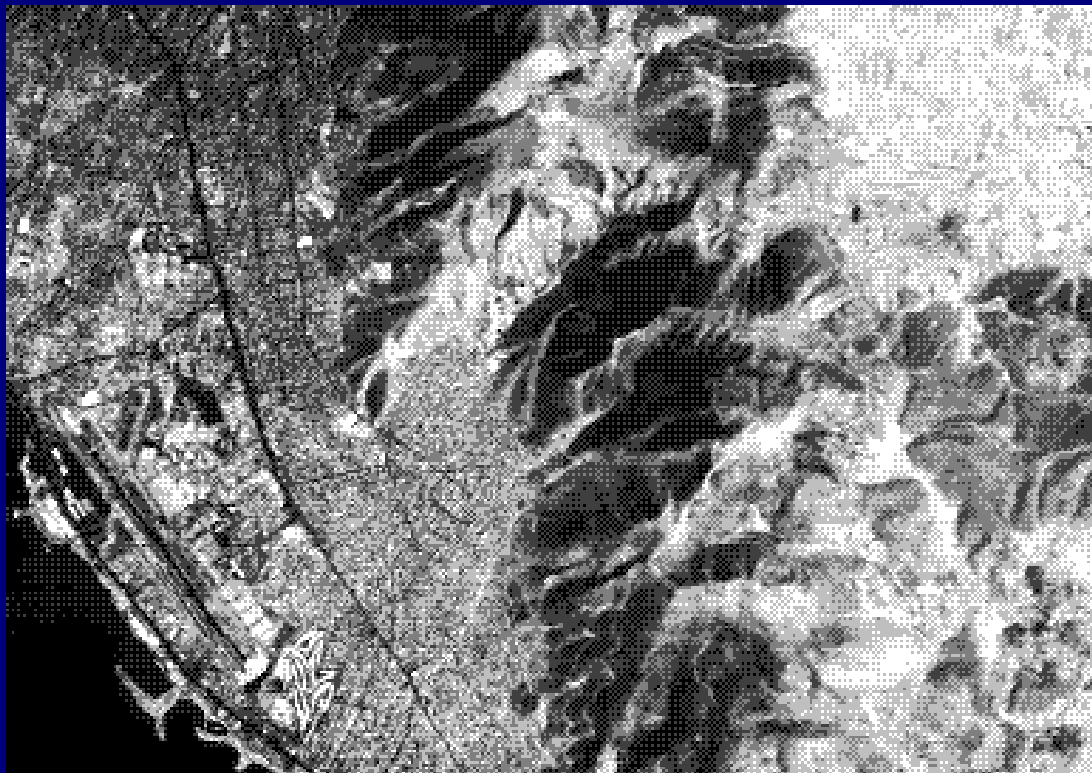


# Επεξεργασία Εικόνας

Ενίσχυση της αντίθεσης της Εικόνας

---

Εξισορρόπηση του ιστογράμματος  
(histogram equalization) (κανάλι 4)

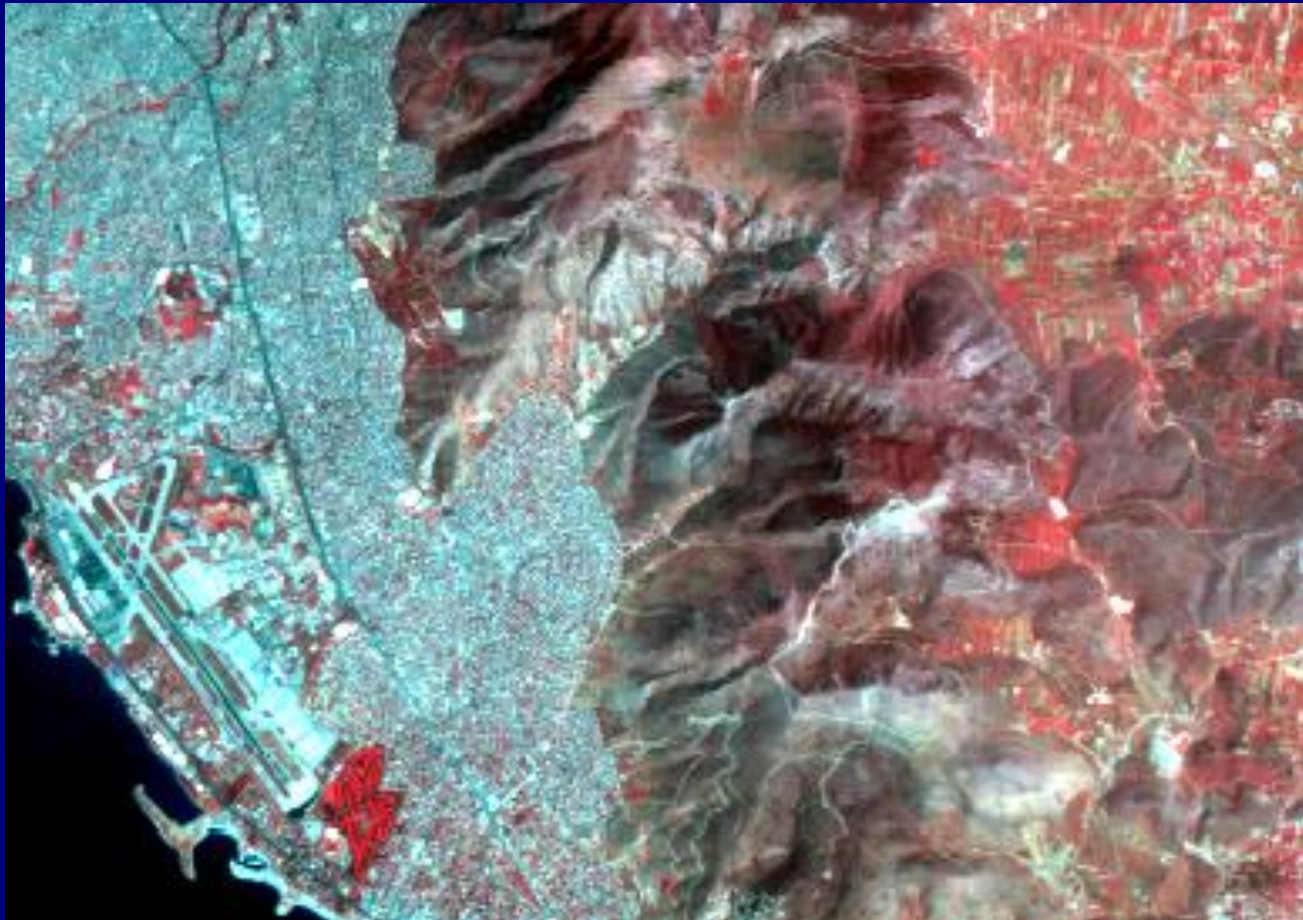


# Επεξεργασία Εικόνας

Ενίσχυση της αντίθεσης της Εικόνας

---

Χρωματική σύνθεση 4, 3, 2



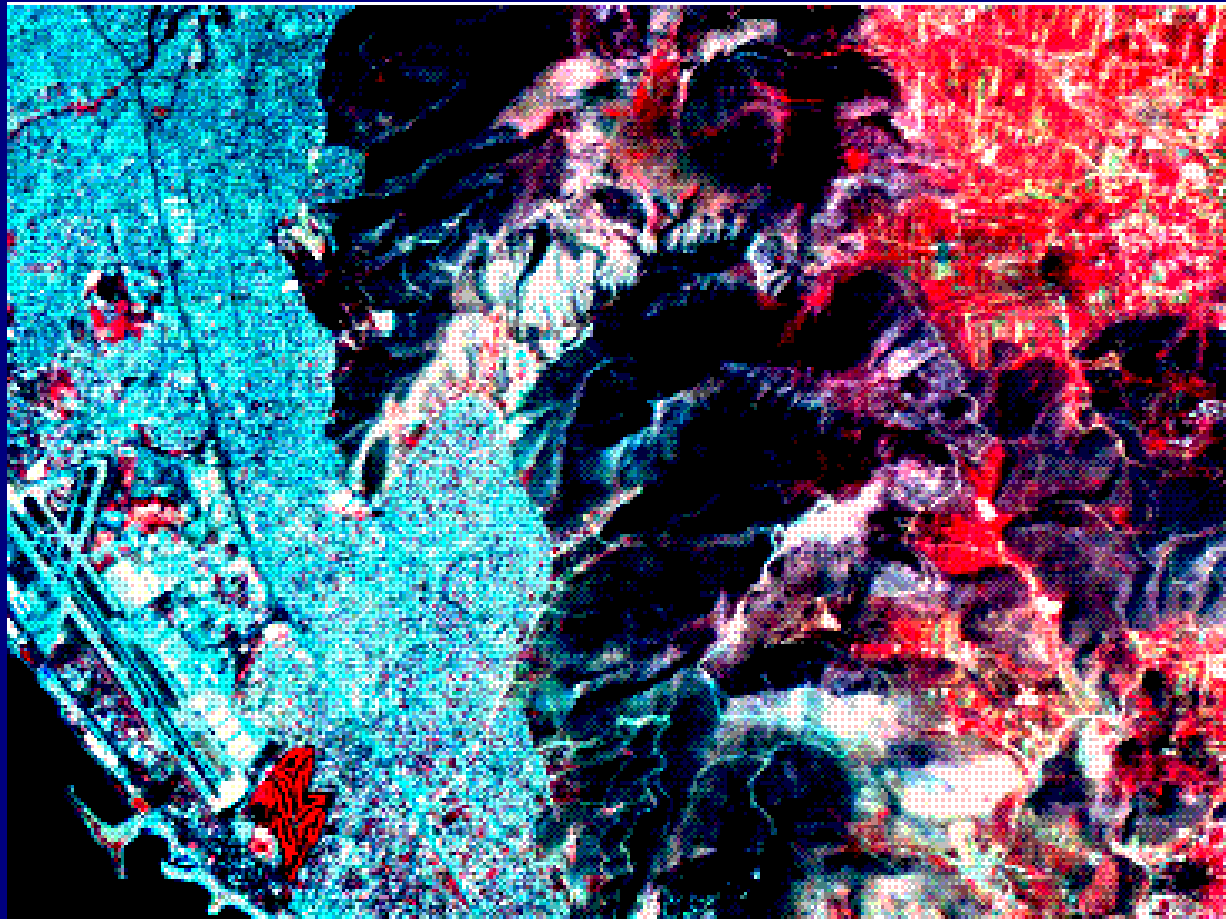


# Επεξεργασία Εικόνας

Ενίσχυση της αντίθεσης της Εικόνας

---

Επιλεκτική ενίσχυση  
της χρωματικής σύνθεσης 4, 3, 2



# Επεξεργασία Εικόνας

## Χωρική Ενίσχυση της Εικόνας

---

Η χωρική συχνότητα συνδέεται με τον τρόπο με τον οποίο αλλάζει ο τόνος του γκρι ενός εικονοστοιχείου σε σχέση με τα διπλανά του.

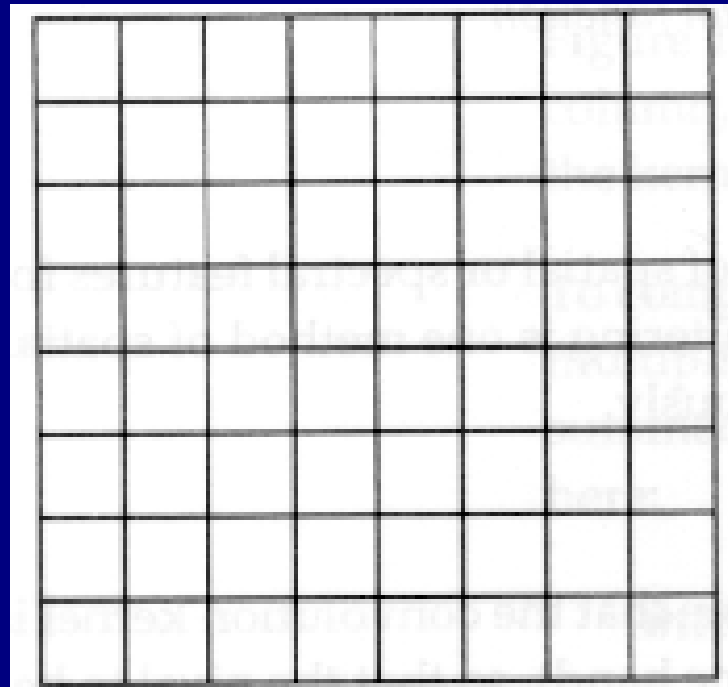
---

# Επεξεργασία Εικόνας

## Χωρική Ενίσχυση της Εικόνας

---

Μηδενική χωρική συχνότητα  
(πλήρως ομοιόμορφη)

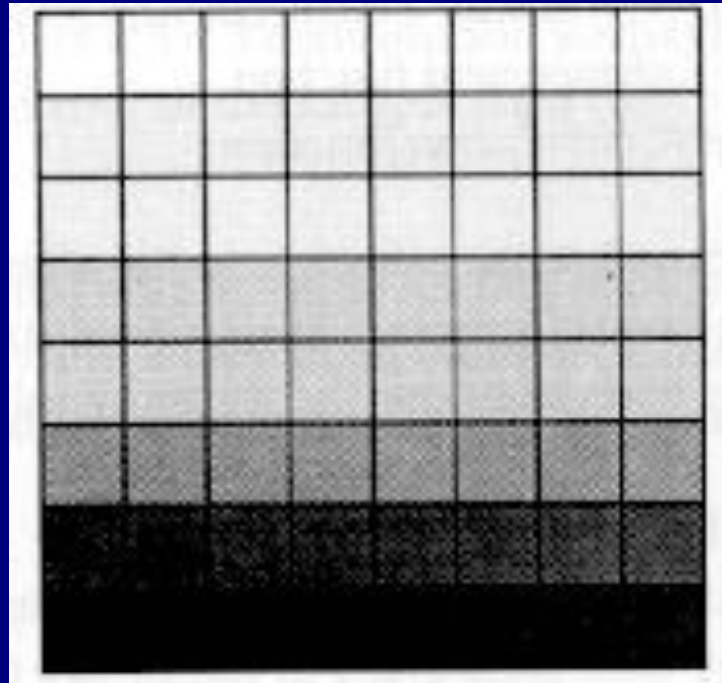


# Επεξεργασία Εικόνας

## Χωρική Ενίσχυση της Εικόνας

---

**Χαμηλή χωρική συχνότητα  
(ομαλή αλλαγή των τόνων του γκρι)**

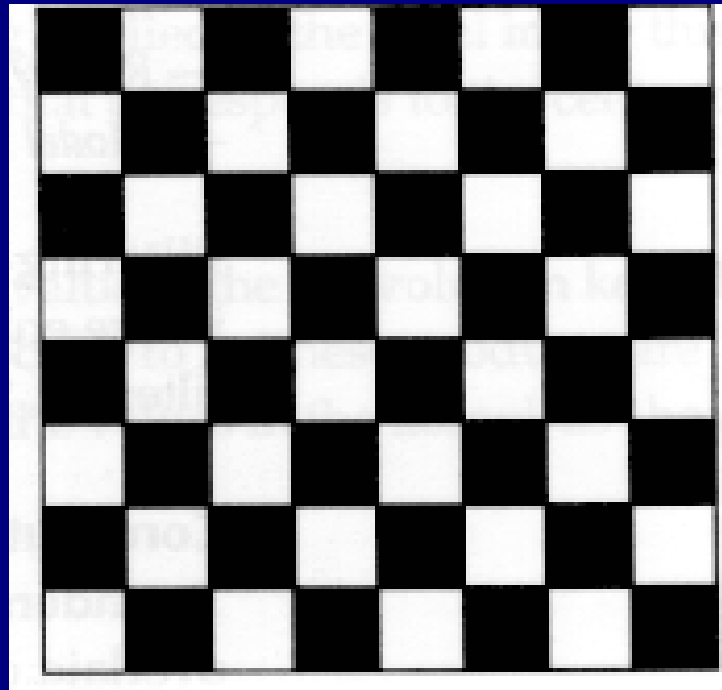


# Επεξεργασία Εικόνας

## Χωρική Ενίσχυση της Εικόνας

---

Υψηλή χωρική συχνότητα  
(απότομη αλλαγή των τόνων του γκρι)



# Επεξεργασία Εικόνας

## Χωρική Ενίσχυση της Εικόνας

---

Η τεχνική ενίσχυσης των υψηλών συχνοτήτων της εικόνας (**high pass filter**)

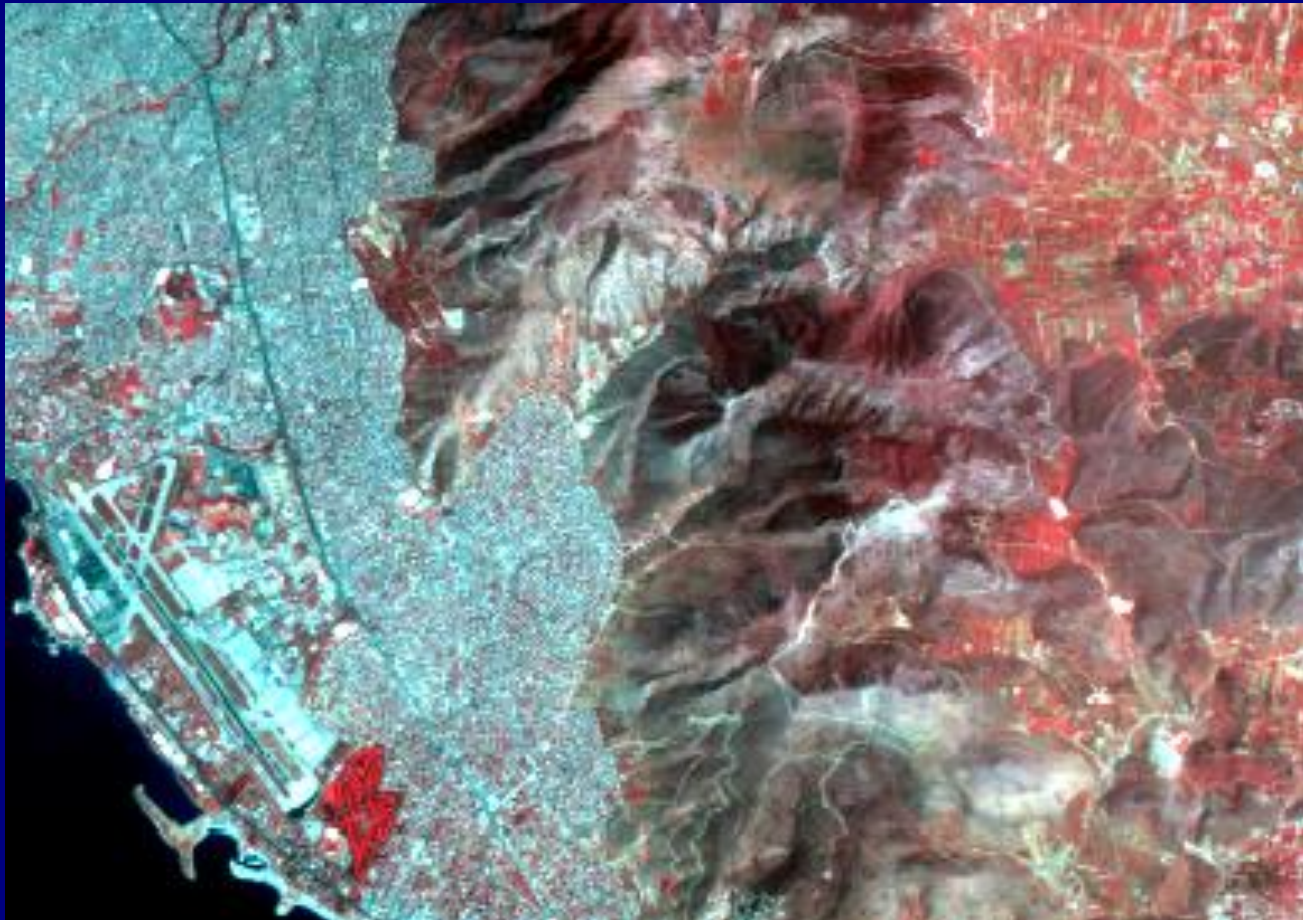
- αναζητά τα γραμμικά όρια των περιοχών που καταγράφονται σε μια εικόνα και
  - εντοπίζει τις ομογενείς περιοχές της εικόνας.
-

# Επεξεργασία Εικόνας

## Χωρική Ενίσχυση της Εικόνας

---

Χρωματική συνθεση 4, 3, 2



# Επεξεργασία Εικόνας

## Χωρική Ενίσχυση της Εικόνας

---

Ενίσχυση με φίλτρο υψηλών συχνοτήτων





# Επεξεργασία Εικόνας

## Χωρική Ενίσχυση της Εικόνας

---

- τονίζει τις απότομες χωρικές αλλαγές στην εικόνα, αλλά
  - δεν διατηρεί τις ομαλές χωρικές μεταβολές.
-

# Επεξεργασία Εικόνας

## Χωρική Ενίσχυση της Εικόνας

---

Η τεχνική ενίσχυσης των άκρων (edge enhancement)

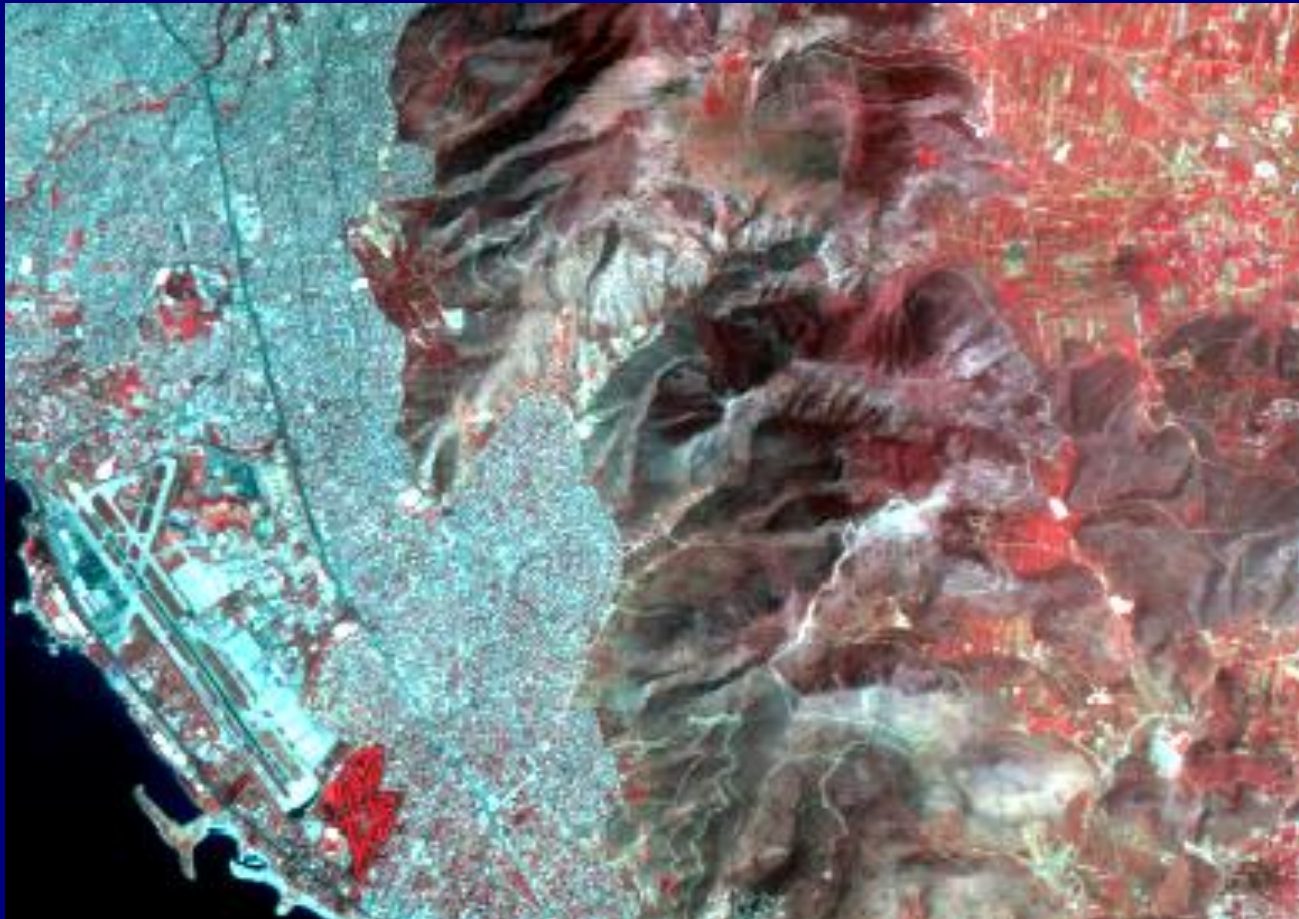
- ενισχύει τις υψηλές συχνότητες αλλά παράλληλα
  - διατηρεί τις πληροφορίες που περιέχουν οι χαμηλές συχνότητες
-

# Επεξεργασία Εικόνας

## Χωρική Ενίσχυση της Εικόνας

---

Χρωματική συνθεση 4, 3, 2

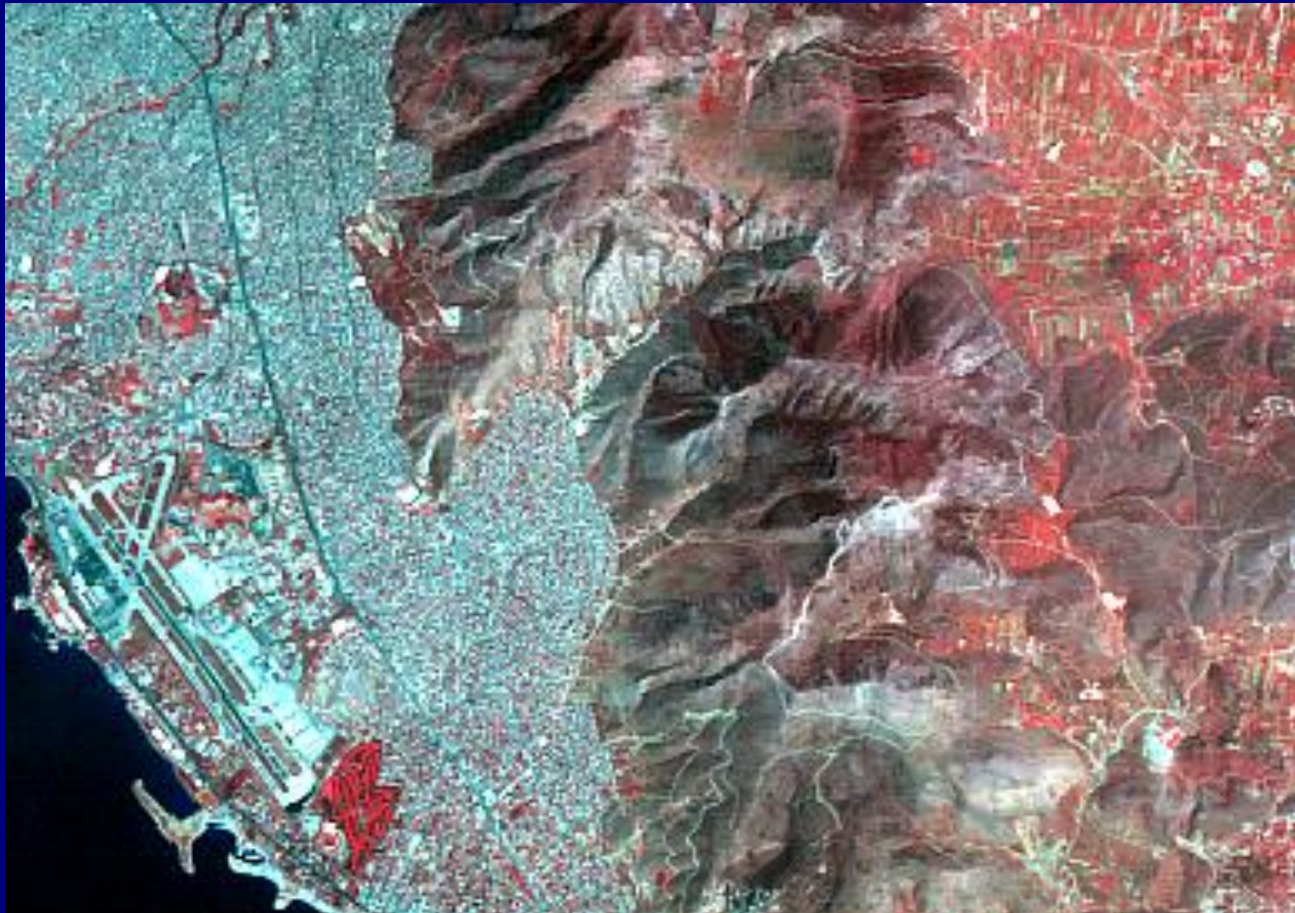


# Επεξεργασία Εικόνας

## Χωρική Ενίσχυση της Εικόνας

---

Ενίσχυση των άκρων



# Επεξεργασία Εικόνας

## Ταξινόμηση

---

- Η ταξινόμηση μιας δορυφορικής εικόνας αποσκοπεί
- στην αυτοματοποίηση του εντοπισμού ομογενών επιφανειών σε μια εικόνα
  - παρακάμπτοντας την υποκειμενικότητα του ανθρώπινου παράγοντα.
-

# Επεξεργασία Εικόνας

## Ταξινόμηση

---

Τα εικονοστοιχεία μιας εικόνας ταξινομούνται με βάση στατιστικούς κανόνες σε τάξεις με φυσική όμως σημασία όπως

- νέφη
  - έδαφος
  - θάλασσα
  - βλάστηση κ.α
-

# Επεξεργασία Εικόνας

## Μη Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

---

**Στην μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση (unsupervised classification)**

- ομαδοποιούνται τα εικονοστοιχεία μιας εικόνας σε ομάδες, οι οποίες καλούνται **τάξεις**, με βάση τα στατιστικά τους χαρακτηριστικά
-

# Επεξεργασία Εικόνας

## Μη Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

- Κάθε τάξη χαρακτηρίζεται από μία ψηφιακή τιμή η οποία αποτελεί το **κέντρο** της.

Κανάλι	4	3	2	
Τάξη	Κέντρο της τάξης ± τυπική απόκλιση			Αριθμός pixel
Τάξη 1	29.3	24.7	16.1	4486
Τάξη 2	33.5	34.7	48.7	6000
Τάξη 3	37.5	41	59	3370
Τάξη 4	42.7	49.2	61.1	8734
Τάξη 5	40.0	44.5	69.3	9397
Τάξη 6	43.8	51.2	72.8	13212
Τάξη 7	50.9	60.5	61.8	10432
Τάξη 8	48.7	58.5	74.3	11690
Τάξη 9	42.4	49.4	86.7	9323
Τάξη 10	51.1	64	85.2	8927
Τάξη 11	56.3	69.2	72.4	11243
Τάξη 12	67.6	87	88	3055



# Επεξεργασία Εικόνας

## Μη Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

- Τα εικονοστοιχεία της εικόνας αποδίδονται σε μια τάξη όταν οι ψηφιακές τους τιμές βρίσκονται πιο κοντά στο κέντρο της.

Κανάλι	4	3	2	
Τάξη	Κέντρο της τάξης ± τυπική απόκλιση			Αριθμός pixel
Τάξη 1	29.3	24.7	16.1	4486
Τάξη 2	33.5	34.7	48.7	6000
Τάξη 3	37.5	41	59	3370
Τάξη 4	42.7	49.2	61.1	8734
Τάξη 5	40.0	44.5	69.3	9397
Τάξη 6	43.8	51.2	72.8	13212
Τάξη 7	50.9	60.5	61.8	10432
Τάξη 8	48.7	58.5	74.3	11690
Τάξη 9	42.4	49.4	86.7	9323
Τάξη 10	51.1	64	85.2	8927
Τάξη 11	56.3	69.2	72.4	11243
Τάξη 12	67.6	87	88	3055

# Επεξεργασία Εικόνας

## Μη Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

- Ακολουθεί η αντιστοίχιση της τάξης αυτής σε κάποιο συγκεκριμένο είδος επιφάνειας του εδάφους που απεικονίζει η εικόνα.

Κανάλι	4	3	2	
Τάξη	Κέντρο της τάξης ± τυπική απόκλιση			Αριθμός pixel
Τάξη 1	29.3	24.7	16.1	4486
Τάξη 2	33.5	34.7	48.7	6000
Τάξη 3	37.5	41	59	3370
Τάξη 4	42.7	49.2	61.1	8734
Τάξη 5	40.0	44.5	69.3	9397
Τάξη 6	43.8	51.2	72.8	13212
Τάξη 7	50.9	60.5	61.8	10432
Τάξη 8	48.7	58.5	74.3	11690
Τάξη 9	42.4	49.4	86.7	9323
Τάξη 10	51.1	64	85.2	8927
Τάξη 11	56.3	69.2	72.4	11243
Τάξη 12	67.6	87	88	3055

# Επεξεργασία Εικόνας

## Μη Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

---

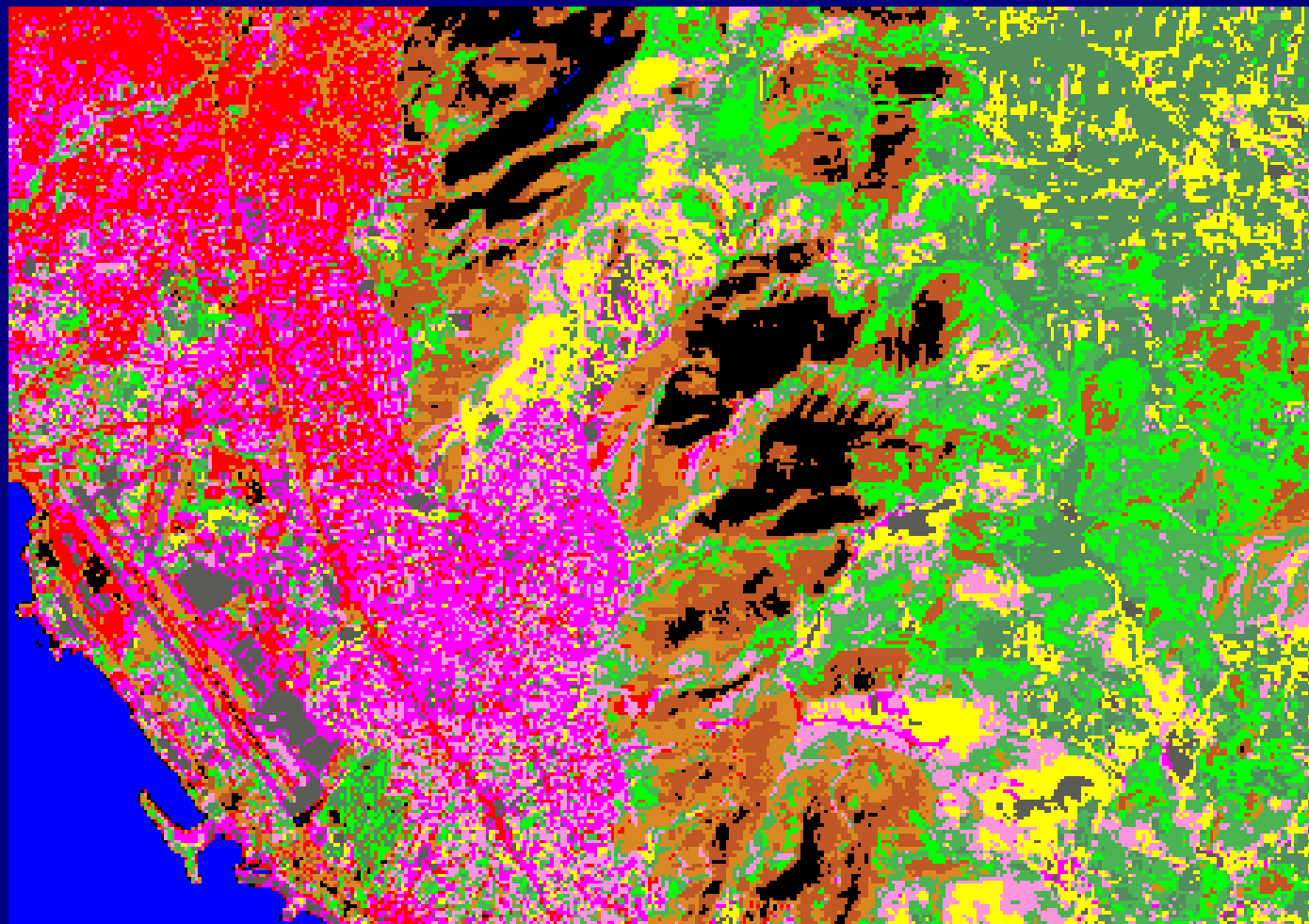
- Όλα τα εικονοστοιχεία που ανήκουν σε μια τάξη



# Επεξεργασία Εικόνας

## Μη Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

- Όλα τα εικονοστοιχεία που ανήκουν σε μια τάξη ψευδοχρωματίζονται στην εικόνα.



	Τάξη 1
	Τάξη 2
	Τάξη 3
	Τάξη 4
	Τάξη 5
	Τάξη 6
	Τάξη 7
	Τάξη 8
	Τάξη 9
	Τάξη 10
	Τάξη 11
	Τάξη 12

# Επεξεργασία Εικόνας

## Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

---

Η επιβλεπόμενη ταξινόμηση (**supervised classification**) είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική μέθοδος όσον αφορά την ακρίβεια στον εντοπισμό των τάξεων.

Η μεθοδολογία είναι απλή:

---

# Επεξεργασία Εικόνας

## Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

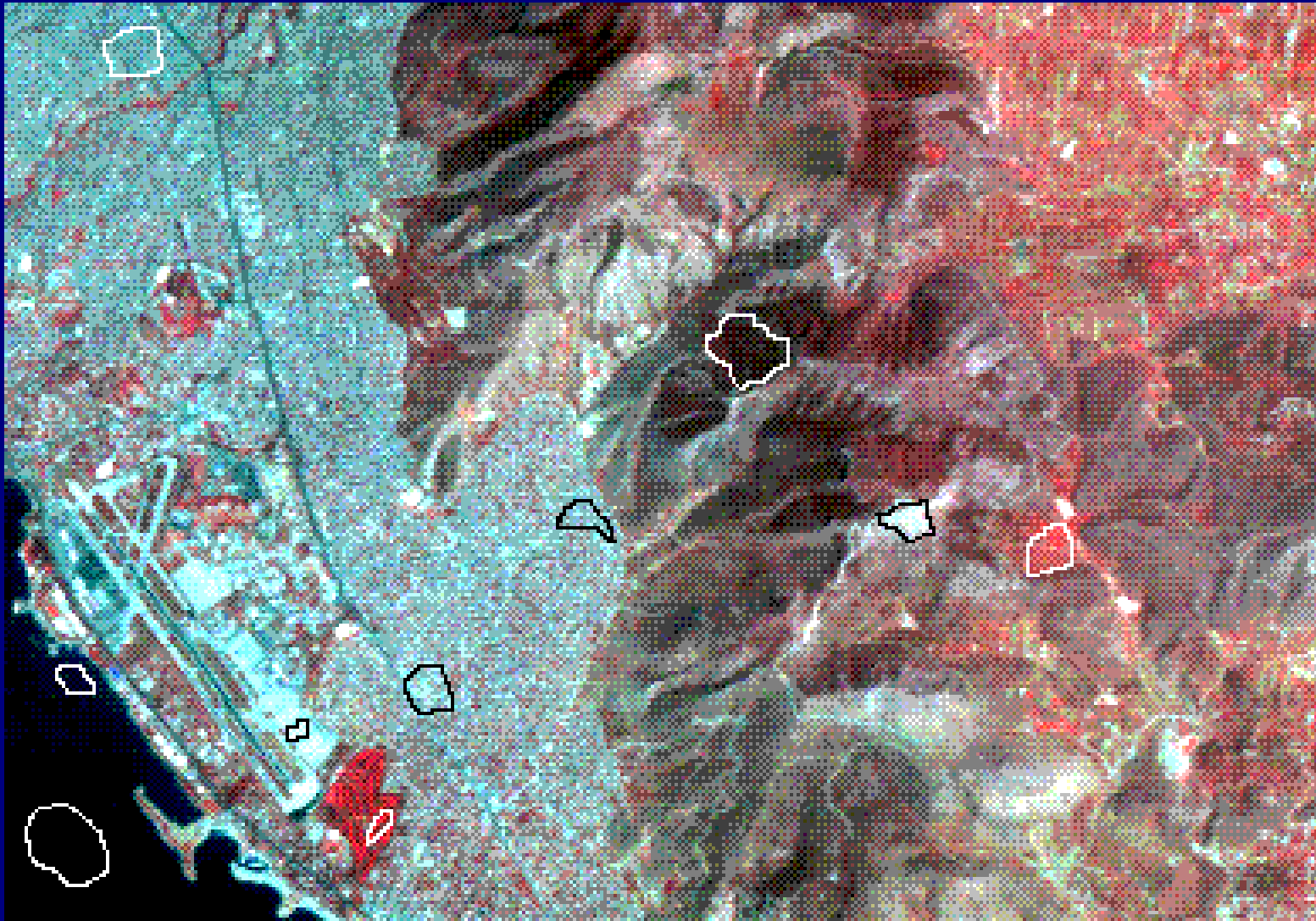
---

- i) Μια περιοχή στην εικόνα η οποία εμφανίζεται αρκετά ομογενής με βάση τους τόνους των χρωμάτων
- εντοπίζεται και
  - απομονώνεται με ένα πολύγωνο στην οθόνη που καλείται εκπαιδευτική περιοχή (training site).
-

# Επεξεργασία Εικόνας

## Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

---



# Επεξεργασία Εικόνας

## Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

---

Το λογισμικό υπολογίζει όλα τα στατιστικά των ψηφιακών τιμών των εικονοστοιχείων που ανήκουν σε μια εκπαιδευτική περιοχή

- μέση τιμή
- τυπική απόκλιση της μέσης τιμής

τα οποία αποτελούν την **φασματική υπογραφή (spectral signature)** της τάξης

---



# Επεξεργασία Εικόνας

## Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

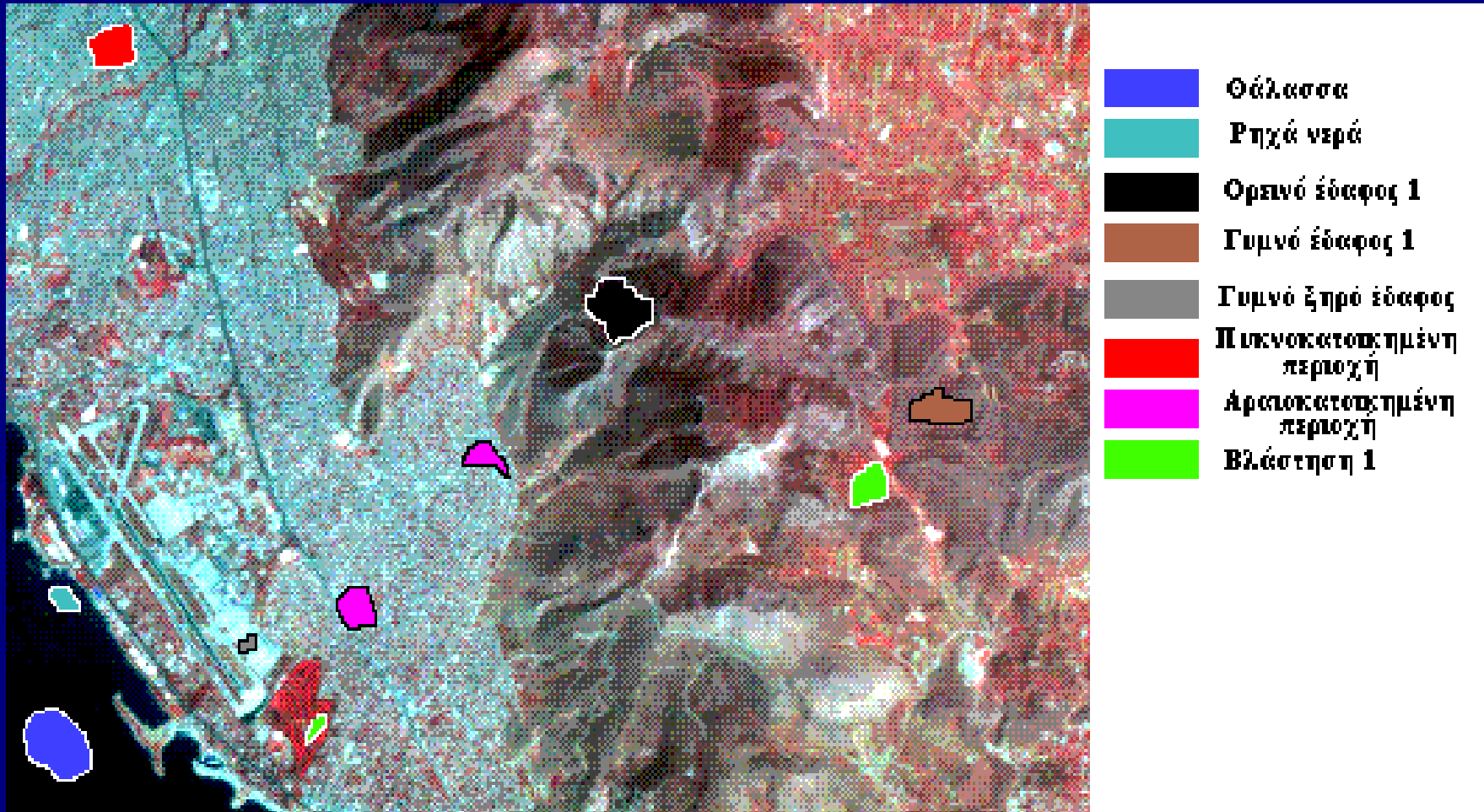
---

Κανάλι	4	3	2
Τάξη	Κέντρο της τάξης $\pm$ τυπική απόκλιση		
Θάλασσα	$26.8 \pm 0.5$	$22.4 \pm 0.7$	$13.7 \pm 0.5$
Γυμνό ξηρό έδαφος	$75.1 \pm 5.4$	$96.7 \pm 8.2$	$86.6 \pm 8.1$
Πυκνοκατοικημένη περιοχή	$52.5 \pm 2.2$	$62.5 \pm 3.4$	$59.0 \pm 3.3$
Βλάστηση	$37.0 \pm 3.0$	$37.2 \pm 4.5$	$86.0 \pm 8.1$

# Επεξεργασία Εικόνας

## Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

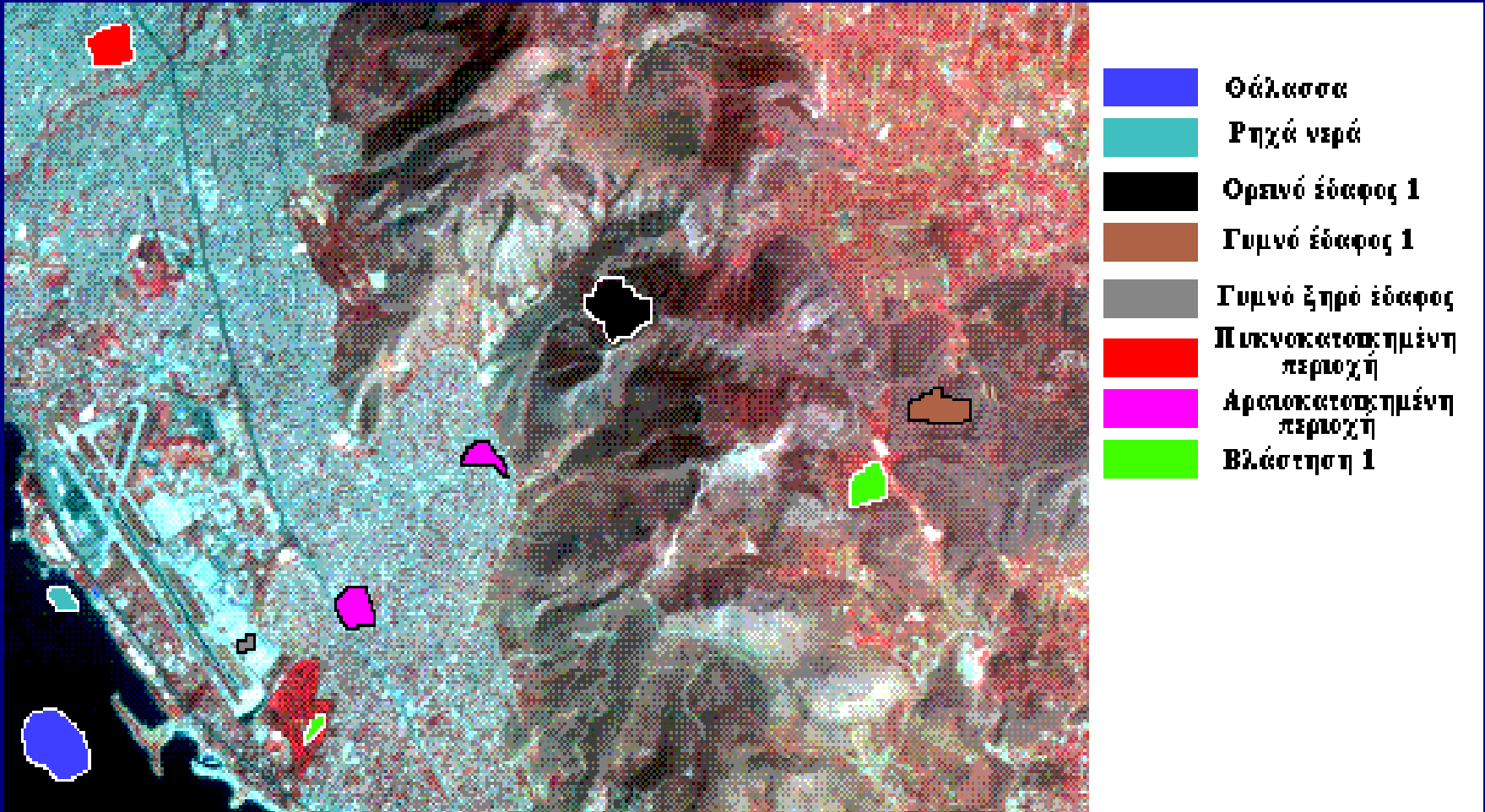
ii) Ακολούθως σε κάθε τάξη δίδεται ένα χρώμα



# Επεξεργασία Εικόνας

## Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

iii) Δίδεται ένα όνομα



# Επεξεργασία Εικόνας

## Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

---

iv) **Αυτόματη σύγκριση** των ψηφιακών τιμών όλων των εικονοστοιχείων της εικόνας με τις φασματικές υπογραφές και

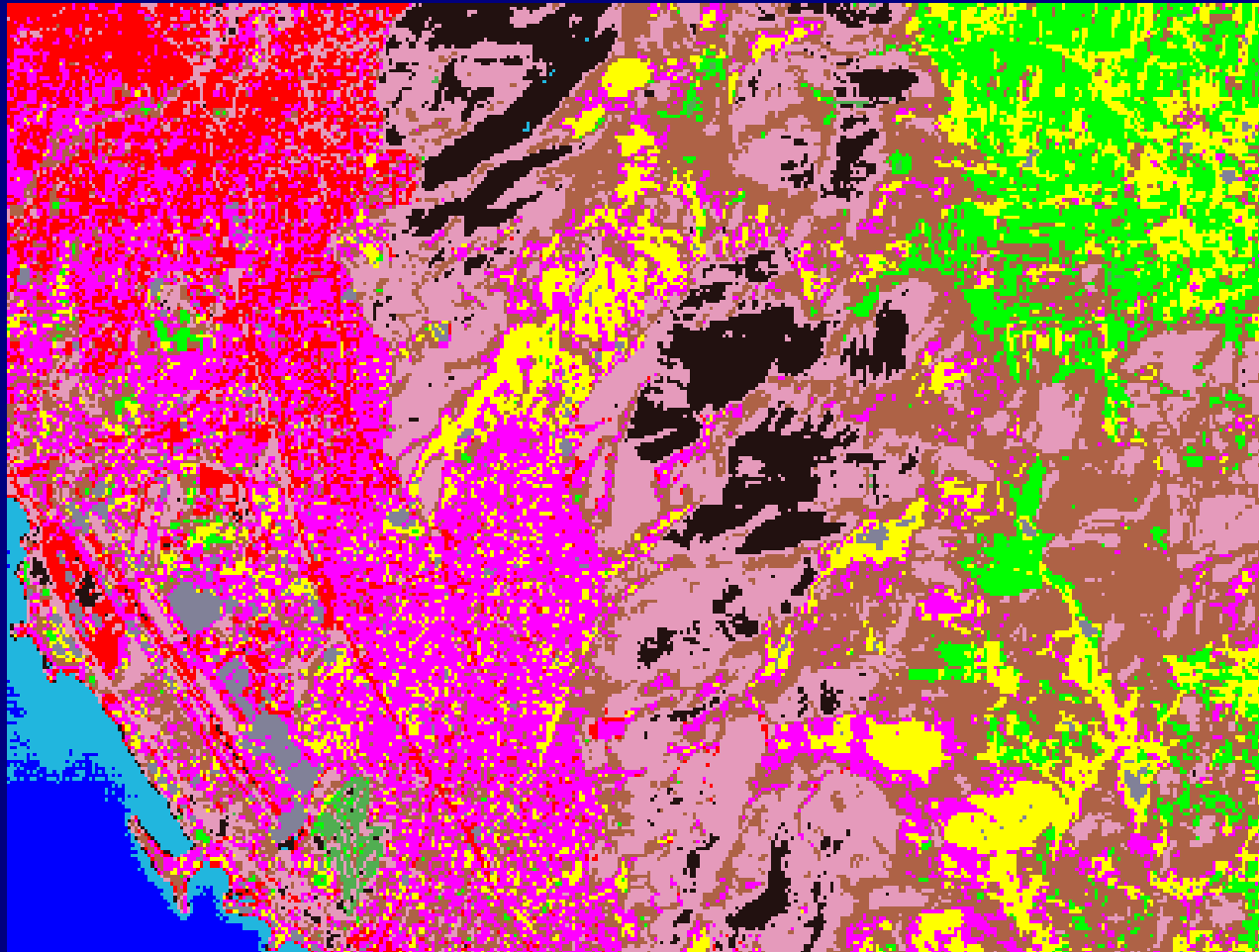
**αντιστοίχιση** τους στην κλάση της οποίας η υπογραφή βρίσκεται πιο κοντά.

---

# Επεξεργασία Εικόνας

## Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

---



- Θάλασσα
- Ρηχά νερά
- Ορεινό έδαφος 1
- Γυμνό έδαφος 1
- Γυμνό έδαφος 2
- Γυμνό ξηρό έδαφος
- Πυκνοκατοικημένη περιοχή
- Αραιοκατοικημένη περιοχή
- Βλάστηση 1
- Βλάστηση 2

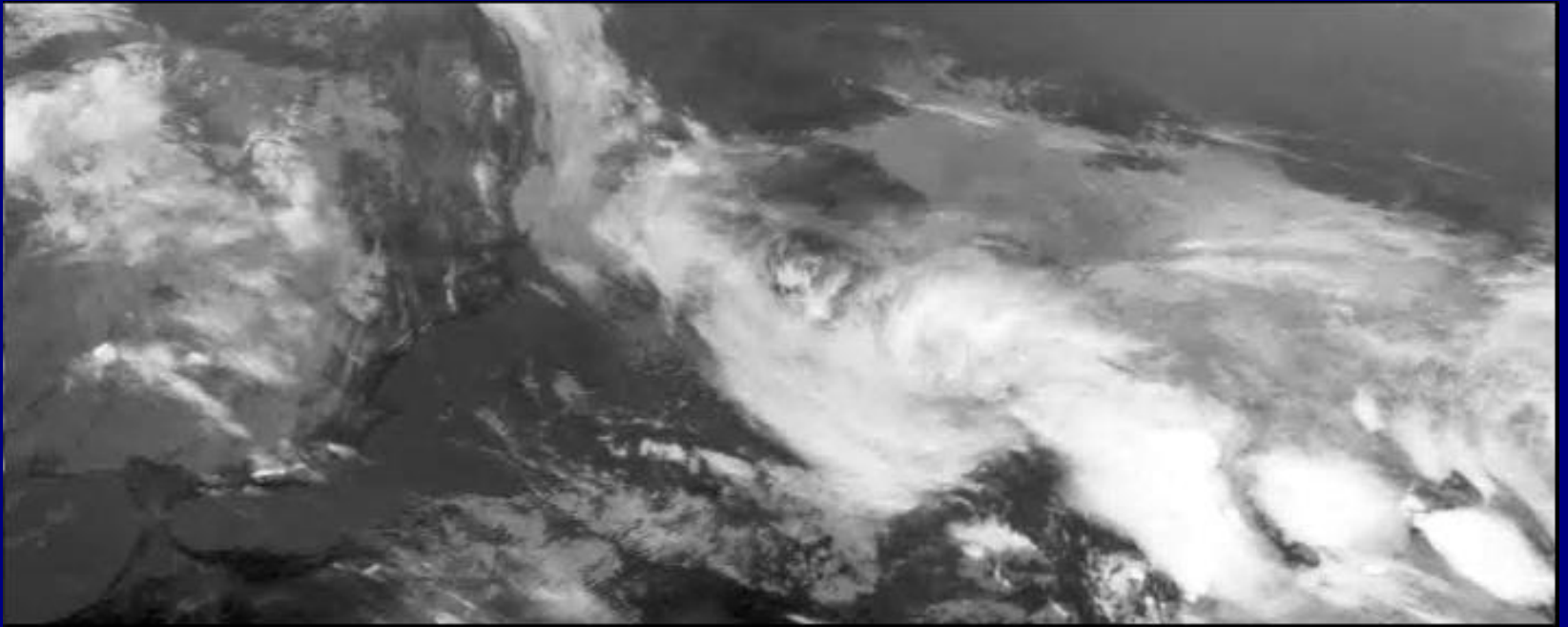
# Ακραία καιρικά φαινόμενα

---

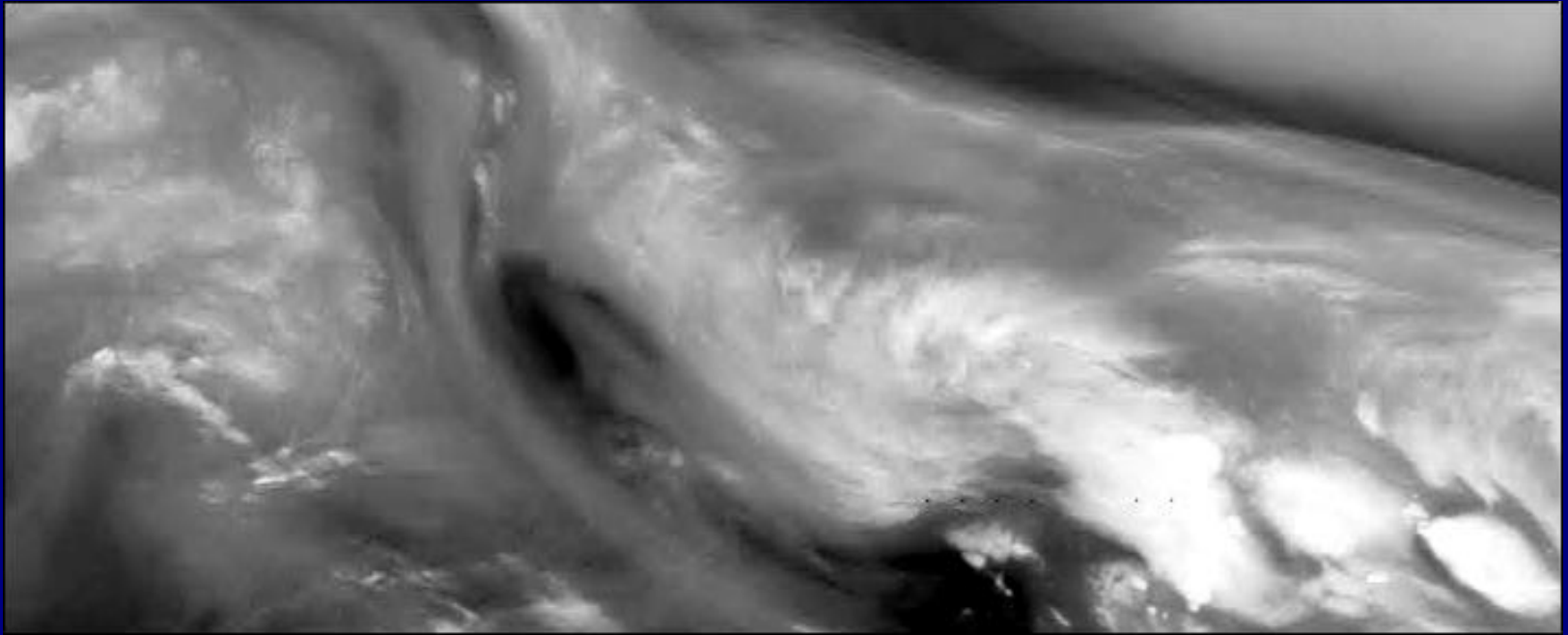
VIS Meteosat στην περιοχή της Μεσογείου (12:30 UTC)



**IR** Meteosat στην περιοχή της Μεσογείου για τις 12:30 UTC



**WR** Meteosat στην περιοχή της Μεσογείου για τις 12:30 UTC





# Μέσες ψηφιακές τιμές και τυπικές αποκλίσεις των κλάσεων των νεφών για κάθε κανάλι της εικόνας του Meteosat.

Κατηγορία νεφών	Κλάση	Μέσες ψηφιακές τιμές και τυπικές αποκλίσεις						Θερμοκρασία λαμπρότητας (°C)
		VIS		IR		WV		
Πυκνά αδιαφανή κατακόρυφης ανάπτυξης	1	155	10.8	218	4.4	210	6.5	-56
	2	130	8.6	213	4.6	202	6.4	-51
	3	120	6.9	201	5.3	189	5.7	-39
Αδιαφανή κατακόρυφης ανάπτυξης	4	144	16.2	179	9.8	170	9.9	-22
	5	109	7.8	186	6.4	176	5.5	-27
Αναπτυσσόμενα κατακόρυφης ανάπτυξης	6	96	7.6	202	6.0	191	7.0	-40
Στρώματα μεσαίων-χαμηλών	7	76	9.5	186	6.9	179	6.7	-27
	8	58	10.8	162	8.5	170	7.4	-11
Πυκνά μεσαία - χαμηλά	9	121	8.7	166	8.0	162	7.1	-13
	10	90	8.1	168	7.0	167	6.6	-15
Χαμηλά	11	129	14.5	139	10.4	138	13.3	2
	12	104	8.8	146	7.8	155	7.0	-2
	13	86	10.2	127	10.4	133	10.6	8
	14	74	7.4	143	8.7	154	7.1	0
	15	53	6.8	129	5.8	138	8.8	7
Αραιά Cirrus	16	49	7.0	138	6.9	163	7.4	3
Έδαφος	17	52	10.3	111	11.4	126	11.0	16
Θάλασσα	18	19	6.2	111	4.9	129	12.7	16
Θάλασσα-Έδαφος	19	37	8.6	119	6.7	149	6.4	12

# Αντίστοιχη ταξινομημένη εικόνα

