



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας και
Περιφερειακής Ανάπτυξης

Μάθημα: Τηλεπισκόπηση - Φωτοερμηνεία

Ραδιομετρικές - Ατμοσφαιρικές Διορθώσεις

Ιωάννης Φαρασλής

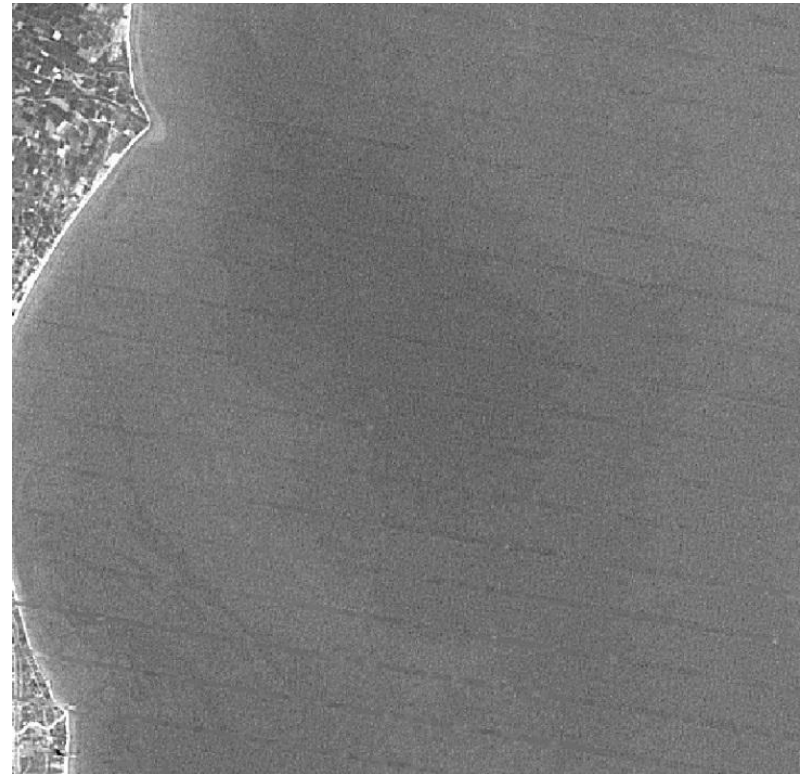
Ραδιομετρικές - ατμοσφαιρικές διορθώσεις

Ραδιομετρικά Σφάλματα

- Εσωτερικά σφάλματα
- Εξωτερικά σφάλματα

Εσωτερικά σφάλματα

- Τυχαία χαλασμένα pixels (Shot Noise)
- Αστοχία καταγραφής στην αρχή ή στο τέλος της εικόνας
- Λωριδοποίηση (striping)



Εσωτερικά σφάλματα

- Βαθμιαία μείωση της φωτεινότητας («vignetting»)

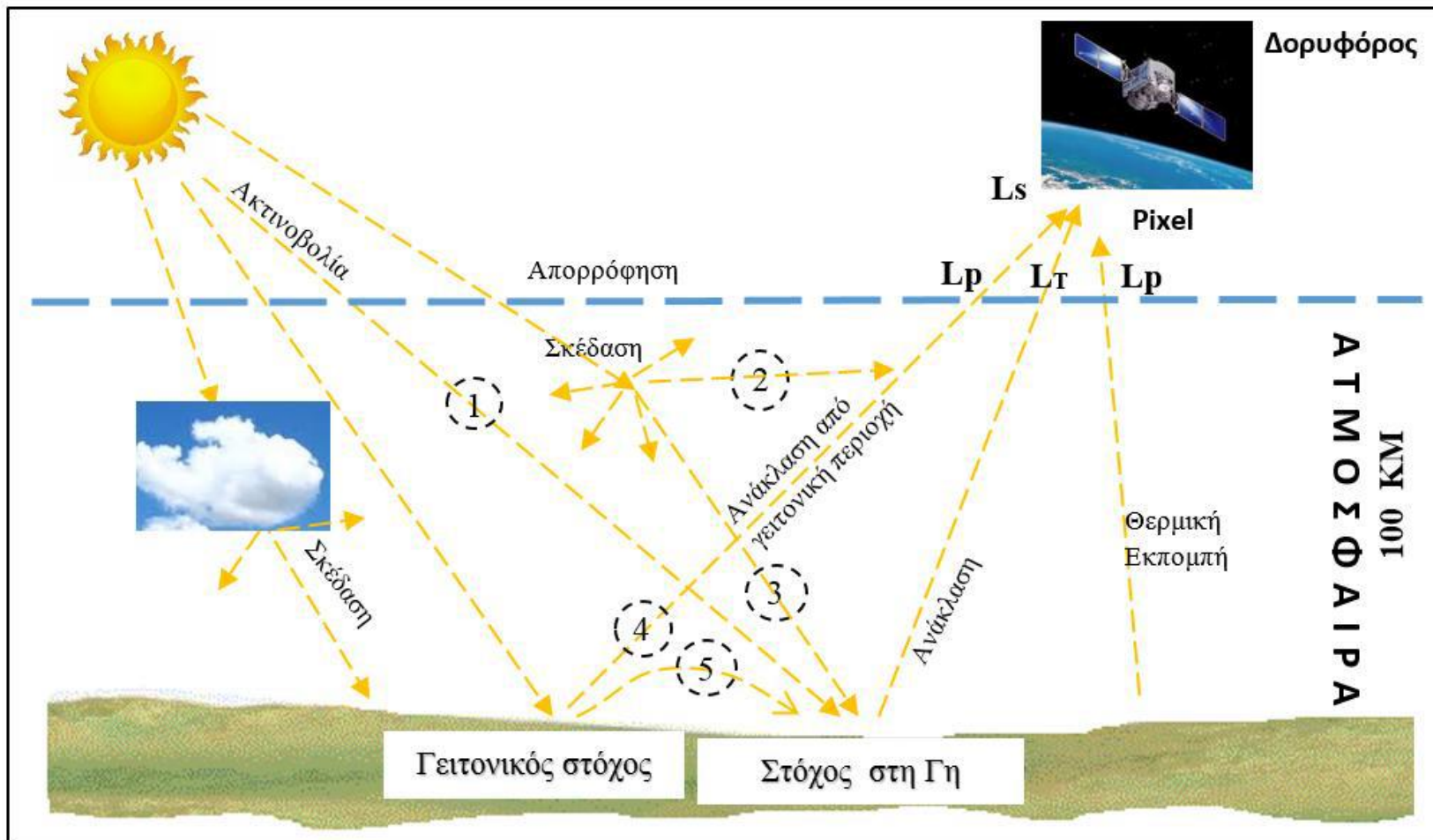


Εξωτερικά σφάλματα

- Ατμοσφαιρικές Επιδράσεις
- Θέση ήλιου και τοπογραφία

Ατμοσφαιρικές Επιδράσεις

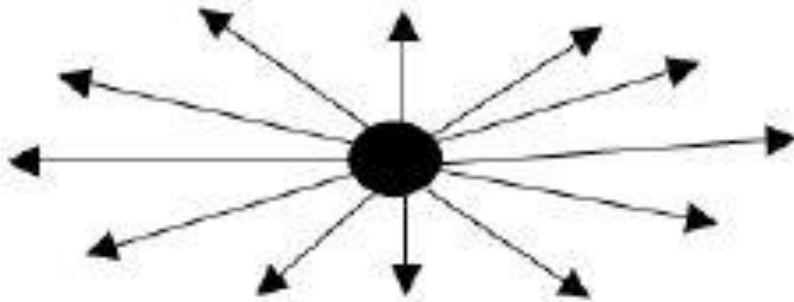
- Τρεις βασικές διεργασίες:
Σκέδαση, Απορρόφηση, Διάθλαση



Σκέδαση

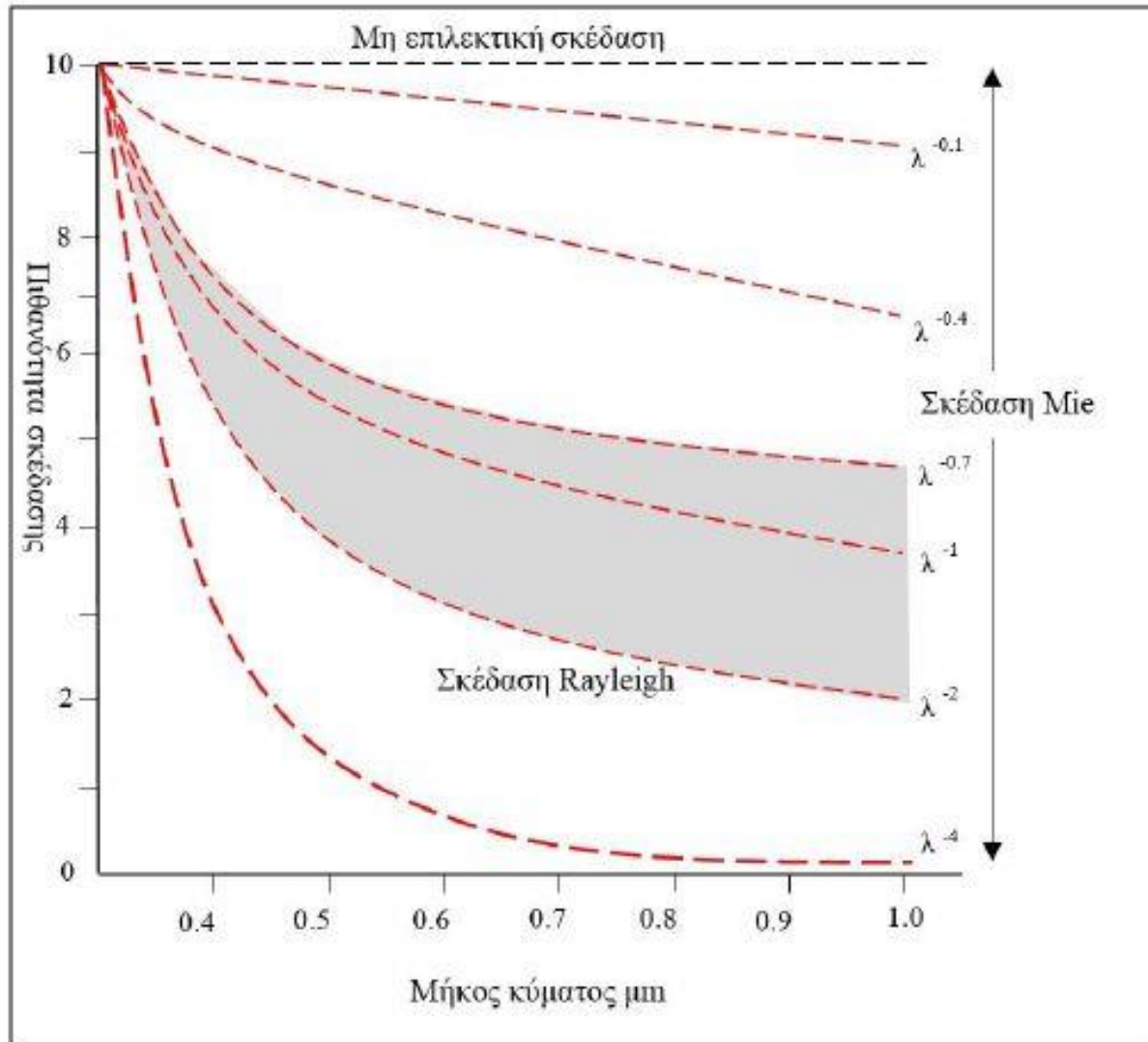
- Σκέδαση *Rayleigh*
- Σκέδαση *Mie*
- Μη-επιλεκτική σκέδαση

υψηλά.



Εικόνα 5.13 Σκέδαση *Rayleigh* στα υψηλά στρώματα της ατμόσφαιρας.

Σκέδαση

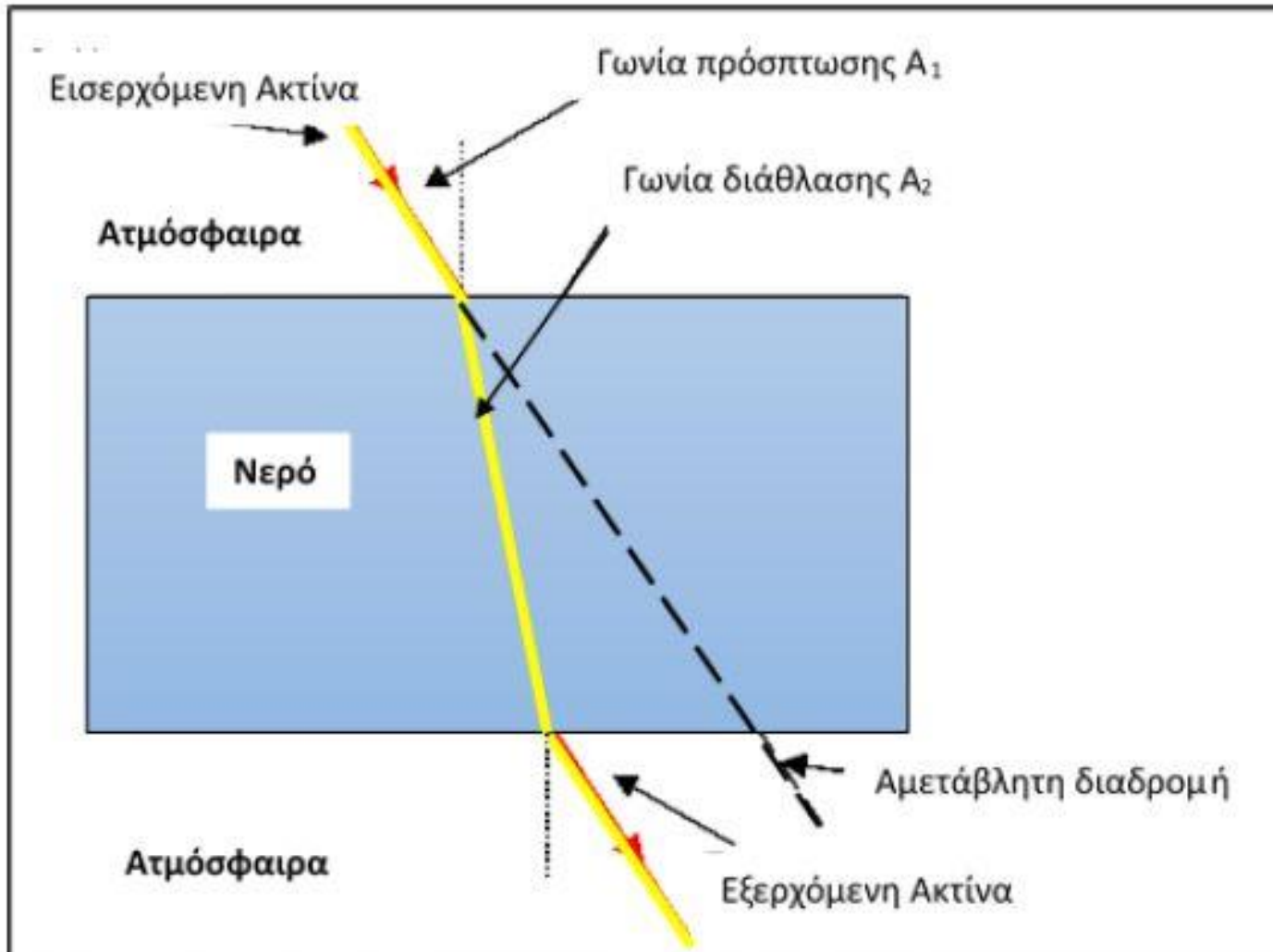


Απορρόφηση (Absorption)

Υφίσταται όταν η ατμόσφαιρα εμποδίζει ή μειώνει την μετάδοση της ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα.

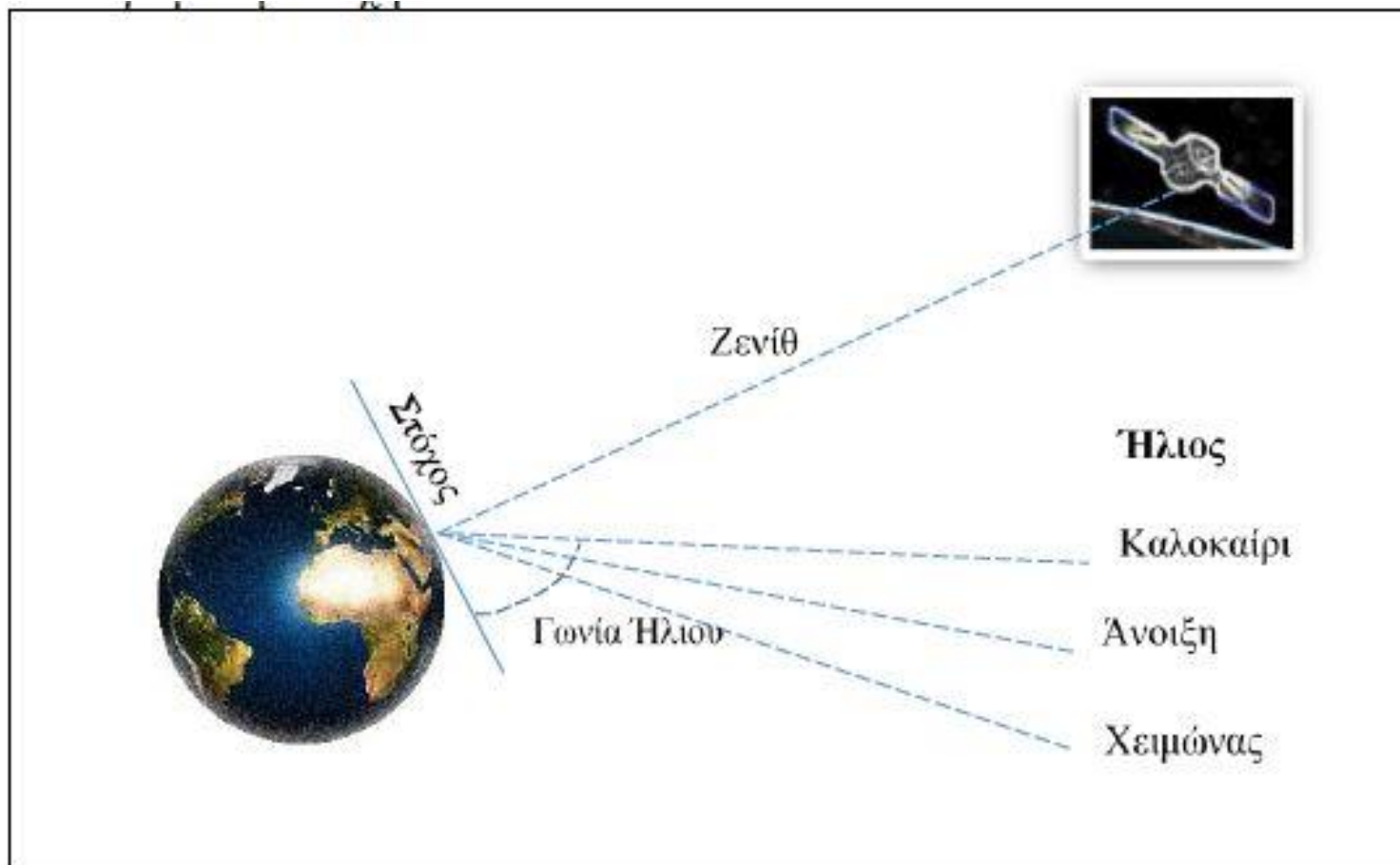
- Το όζον (O_3),
- Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)
- Η ατμοσφαιρική υγρασία (H_2O)

Διάθλαση (Refraction)



Εικόνα 5.17 Διάθλαση του φωτός στο σύστημα Ατμόσφαιρα – Νερό.

Θέση ήλιου και τοπογραφία



Εικόνα 5.18 Γωνία πρόσπτωσης της ΗΜΑ στο σύστημα Ήλιος - Στόχος - Δορυφόρος

Ραδιομετρικές Διορθώσεις σφαλμάτων

Ο στόχος:

Η αφαίρεση ή η μείωση των ελαττωματικών λειτουργιών (θόρυβος, κλπ) των αισθητήρων καθώς και των ατμοσφαιρικών και τοπογραφικών επιδράσεων, ώστε να καταγράφονται στην δορυφορική εικόνα οι πραγματικές ιδιότητες της γήινης επιφάνειας.

Ραδιομετρικές Διορθώσεις σφαλμάτων

Δυνατότητα:

- Να αγνοηθούν πλήρως οι ατμοσφαιρικές επιδράσεις.
- Να γίνει βαθμονόμηση των εικόνων με χρήση επιτόπιων μετρήσεων.
- Να γίνει χρήση ατμοσφαιρικών μοντέλων με παραμέτρους που προέρχονται από ιστορικά στοιχεία ή από σύγχρονα μετεωρολογικά δεδομένα.

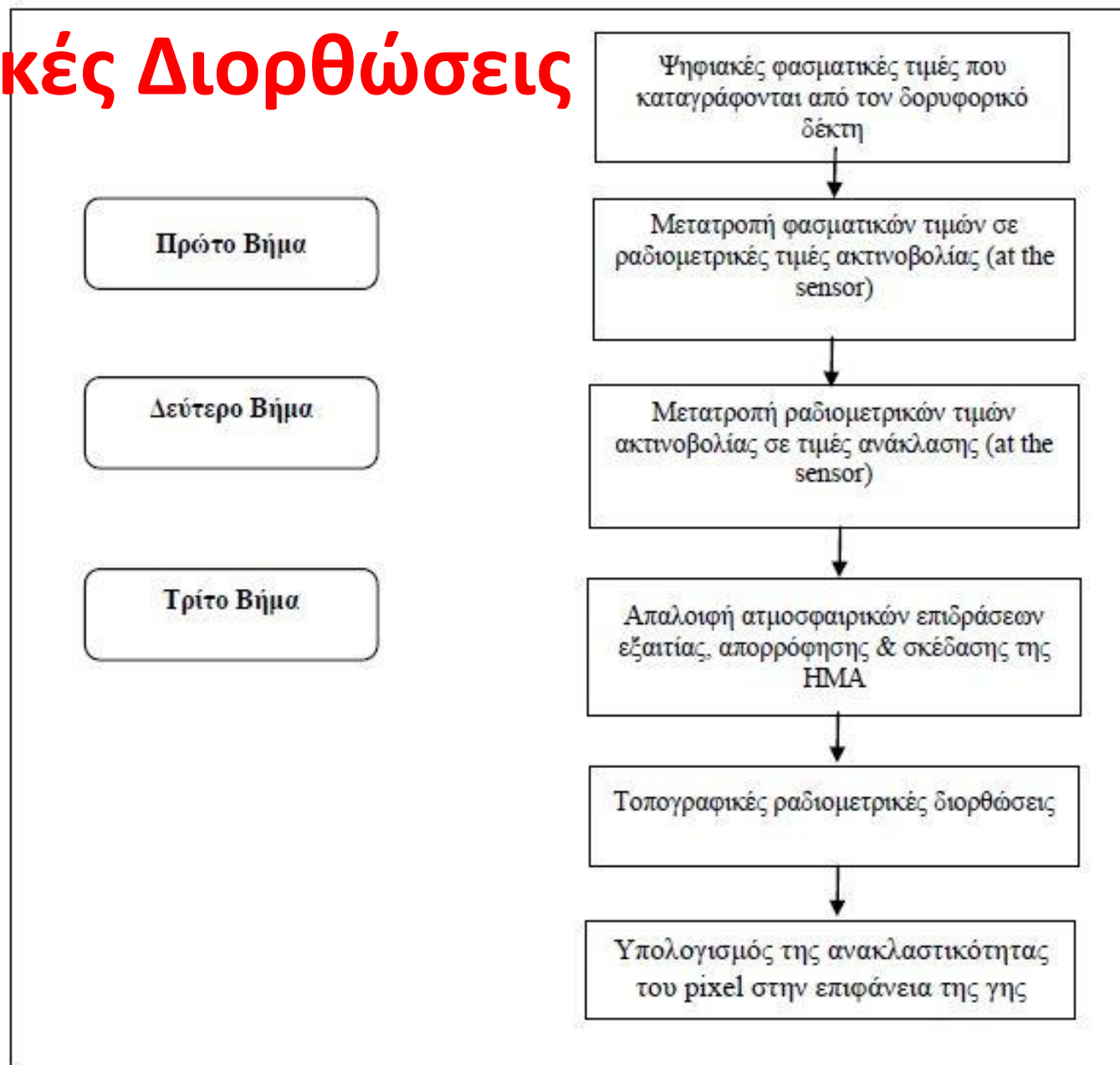
Απαραίτητες Ραδιομετρικές Διορθώσεις

- Σύγκριση εικόνων για εντοπισμό αλλαγών, με διαφορετικές ημερομηνίες λήψης (διαχρονική ανάλυση).
- Σύγκριση δορυφορικών δεδομένων ανάκλασης της γήινης επιφάνειας από διαφορετικούς δέκτες με παρόμοια φασματικά χαρακτηριστικά (Landsat TM κανάλι 3 με SPOT κανάλι 2).
- Σύγκριση και επαλήθευση των τιμών ανάκλασης της γήινης επιφάνειας από δορυφορικά δεδομένα με τις αντίστοιχες επιτόπιες μετρήσεις ανάκλασης στο έδαφος.
- Εξαγωγή ποσοτικών πληροφοριών (τιμές βιομάζας – συγκεντρώσεις ουσιών στο νερό κ.α.).

Ραδιομετρικές Διορθώσεις 3 βήματα

- Διορθώσεις για την ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων των αισθητήρων – θέσης δορυφόρου.
- Διορθώσεις για την ελαχιστοποίηση των επιδράσεων της ατμόσφαιρας (ατμοσφαιρικές διορθώσεις).
- Τοπογραφικές διορθώσεις .

Ραδιομετρικές Διορθώσεις



Εικόνα 5.19 Απλοποιημένο διάγραμμα ραδιομετρικών- ατμοσφαιρικών διορθώσεων.

1) Διορθώσεις σφαλμάτων αισθητήρων – Θέσης Δορυφόρου

Απόλυτη Βαθμονόμηση

- Μετατροπή σε “at-sensor” ακτινοβολία (spectral radiance)
- Μετατροπή σε εξω-ατμοσφαιρική ανάκλαση (Top of Atmosphere –TOA- reflectance)

Μετατροπή σε “at-sensor” ακτινοβολία

$$L_{\lambda} = \left(\frac{LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}}{Q_{calmax} - Q_{calmin}} \right) (Q_{cal} - Q_{calmin}) + LMIN_{\lambda}$$

από τη σχέση (που είναι ταυτόσημη με την προηγούμενη):

$$L_{\lambda} = G_{rescale} \times Q_{cal} + B_{rescale}$$

Μετατροπή σε εξωατμοσφαιρική (ΤΟΑ) ανάκλαση

Τρία είναι τα πλεονεκτήματα από αυτή την μετατροπή:

- Διορθώνονται οι μεταβολές που προκύπτουν εξαιτίας των διαφορετικών θέσεων του συστήματος: Δορυφόρος – Ήλιος κατά τις ημερομηνίες λήψης.
- Διορθώνονται οι μεταβολές που προκύπτουν εξαιτίας διαφορών στα φασματικά κανάλια.
- Διορθώνονται οι διακυμάνσεις στην απόσταση Γη – Ήλιος εξαιτίας των διαφορετικών ημερομηνιών λήψης.

Μετατροπή σε εξωατμοσφαιρική (ΤΟΑ) ανάκλαση

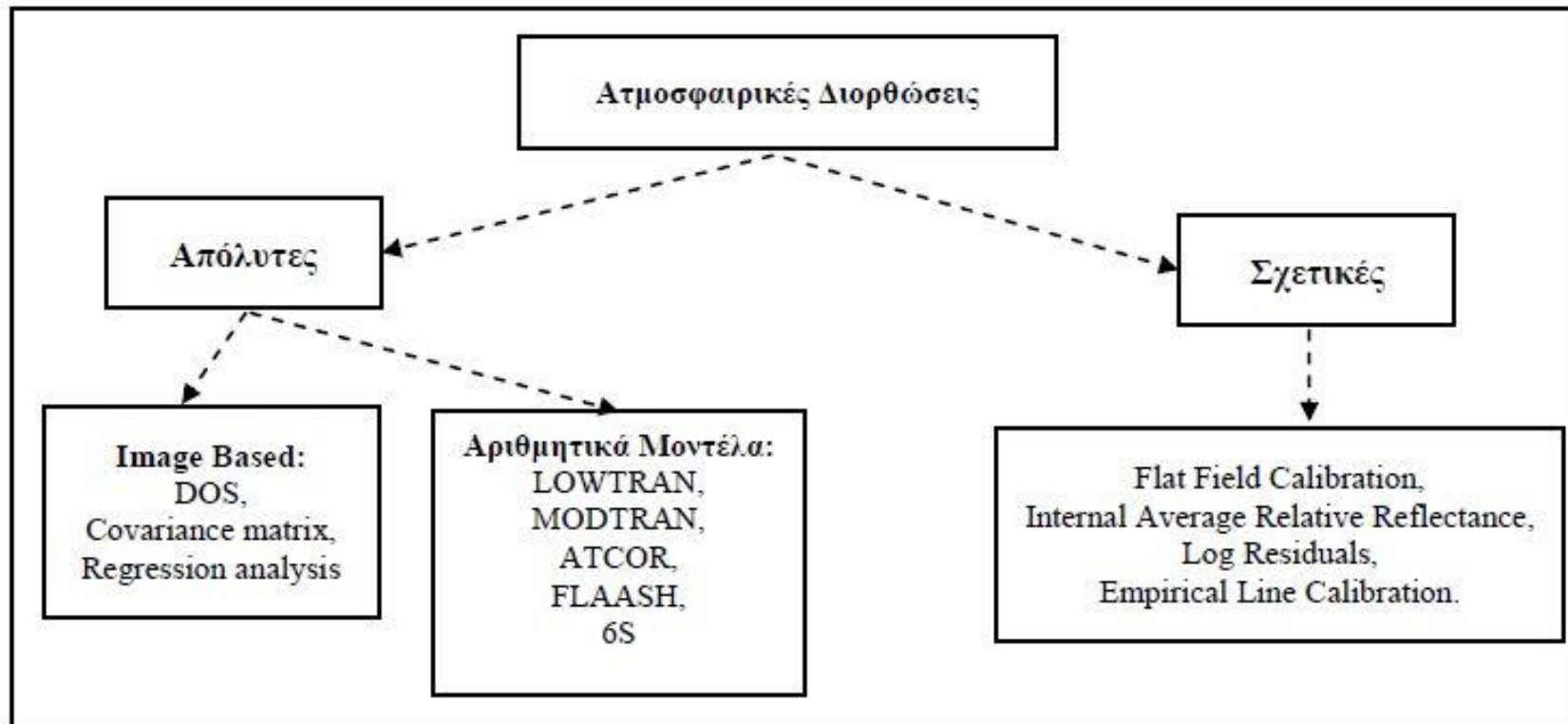
$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi * L_{\lambda} * d^2}{ESUN_{\lambda} * \cos\theta_s}$$

2) Ατμοσφαιρικές Διορθώσεις

Μοντέλο διόρθωσης προσομοιάζει τις διεργασίες που υφίσταται η ΗΜΑ στην ατμόσφαιρα και να διορθώνει τις επιπτώσεις στις εικόνες όπως η «θολούρα», η αλλαγή στις ραδιομετρικές τιμές

- Απόλυτες Ατμοσφαιρικές διορθώσεις.
- Σχετικές Ατμοσφαιρικές διορθώσεις.

Ατμοσφαιρικές Διορθώσεις



Εικόνα 5.22 Κατηγορίες Ατμοσφαιρικών Διορθώσεων.

Απόλυτες Ατμοσφαιρικές Διορθώσεις

- Μοντέλα βασιζόμενα στα χαρακτηριστικά της εικόνας (image-based atmospheric corrections)

- Αριθμητικά Μοντέλα
 - a. LOWTRAN (LOW resolution atmospheric TRANsmittance).
 - b. MODTRAN (MODerate resolution atmospheric TRANsmittance).
 - c. ATCOR (Atmospheric and Topographic Correction model).
 - d. FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes).
 - e. 6S (Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum).

3) Τοπογραφικές Διορθώσεις

Αναφέρεται στην διόρθωση της έντασης προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας εξαιτίας του ανάγλυφου του εδάφους.

- Μέθοδοι

1. Πηλίκιο των φασματικών καναλιών (band ratios).
2. Το μοντέλο φωτεινότητας βασίζεται στο ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM).