



Ατμοσφαιρική Ρύπανση

Ενότητα 7: Ισοζύγιο ενέργειας στο έδαφος

Μουσιόπουλος Νικόλαος
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Ισοζύγιο ενέργειας στο έδαφος



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Περιεχόμενα ενότητας

- Εξισώσεις του ισοζυγείου ενέργειας στο έδαφος.
- Εξασθένιση της ηλιακής ακτινοβολίας.
- Υπέρυθρη ακτινοβολία της ατμόσφαιρας.



Σκοποί ενότητας

- Ισοζύγιο ενέργειας.
- Ηλιακή σταθερά.
- Υπέρυθρη ακτινοβολία της ατμόσφαιρας.
- Πυκνότητα θερμορροής στο έδαφος.



Εξίσωση του ισοζυγίου ενέργειας στο έδαφος

Το ενεργειακό ισοζύγιο στην επιφάνεια του εδάφους επηρεάζει αποφασιστικά τη δομή και τη δυναμική του οριακού στρώματος.

$$R_s(1 - A) - R_o + R_a = Q_s + Q_a + L + P + A$$

Όροι ακτινοβολίας

Ενεργειακοί όροι



Όροι ακτινοβολίας - R_s

Η ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της γης συγκεντρώνεται στη ζώνη των 0.3-4.0 μm και χαρακτηρίζεται ως ηλιακή ακτινοβολία ή ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος (βραχέων κυμάτων).

Η ένταση της συνολικής ακτινοβολίας βραχέων κυμάτων R_s περιλαμβάνει το ηλιακό φως που φτάνει στην επιφάνεια της γης με μορφή ακτινοβολίας (**άμεση ηλιακή ακτινοβολία**) και φως το οποίο είναι αποτέλεσμα της διάχυσης και της ανάκλασης των ηλιακών ακτινών στην ατμόσφαιρα (**έμμεση ηλιακή ή διάχυτη ακτινοβολία**).

Η τιμή της R_s μπορεί να προσεγγίσει τα **1000 W/m^2** , όμως...



Τιμές της R_s

Η τιμή της R_s υπόκειται σε **χρονικές** και **χωρικές** μεταβολές.

Η ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που φτάνει στη γη δεν έχει την ίδια ένταση κατά τη διάρκεια όλων των μηνών σε έναν τόπο, αλλά και την ίδια χρονική στιγμή διαφέρει από τόπο σε τόπο. Οι μεταβολές αυτές της ηλιακής ενέργειας εξαρτώνται κυρίως από:

- Την απόσταση της γης από τον ήλιο (μείωση κατά τρόπο αντιστρόφως ανάλογο του τετραγώνου της απόστασης).
- Το ύψος του ήλιου – γωνία πρόσκρουσης των ακτινών του ήλιου που εξαρτάται από:
 1. το γεωγραφικό πλάτος,
 2. την εποχή του έτους και
 3. τη χρονική στιγμή της ημέρας

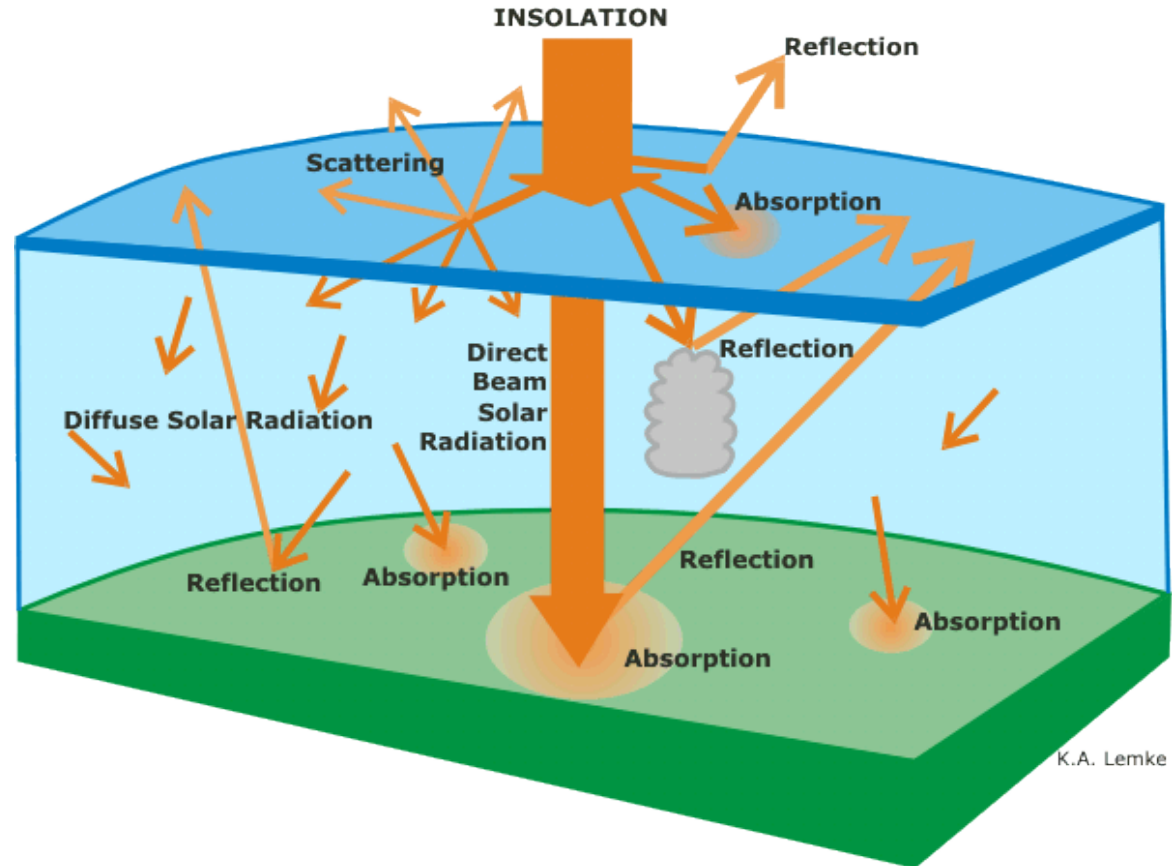
Σημαντική είναι και η παρουσία μορίων του αέρα, σταγονιδίων νερού και σωματιδίων που καθορίζουν την ένταση της **έμμεσης** ακτινοβολίας βραχέων κυμάτων.



Εξασθένιση της ηλιακής ακτινοβολίας

Οι κύριες ουσίες που **απορροφούν** την Η.Α., σε ειδικές περιοχές του φάσματος είναι το όζον, το οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα, οι υδρατμοί και η σκόνη.

Η **διάχυση** του φωτός γίνεται τόσο από τα μόρια του αέρα, όσο και από τις διάφορες προσμίξεις, σταγονίδια νερού κ.λπ.



Πηγή: <http://eclass.auth.gr/modules/document/document.php?course=MENG352&openDir=/4ac62a0aγυρpx>, 14/07/2015.
http://www.renewable-energy-concepts.com/uploads/pics/direct_beam_solar.gif



Ενέργεια που απορροφά το έδαφος -

$R_s (1-A)$

Με την **ανακλαστικότητα A** , η επιφάνεια του εδάφους απορροφά την ενέργεια $R_s (1-A)$, που αντιπροσωπεύει περίπου το 51% της ηλιακής ακτινοβολίας.

A = οπισθοσκεδαζόμενη ένταση / προσπίπτουσα ένταση

Η τιμή της ανακλαστικότητας εξαρτάται από το **είδος του εδάφους** και τη **χρήση γης** και είναι συνάρτηση του μήκους κύματος. Στην πράξη χρησιμοποιούνται μέσες τιμές της ανακλαστικότητας για ολόκληρο το μέρος του φάσματος που ενδιαφέρει.

Ως μέση τιμή της ανακλαστικότητας ολόκληρης της γήινης σφαίρας συνήθως θεωρείται μια τιμή μεταξύ 0.31 και 0.34.



Η ηλιακή σταθερά

Επειδή το διάστημα είναι στην πράξη κενό και η ενέργεια διατηρείται, το ποσό ενέργειας που περνάει προς τα έξω μέσω μιας σφαίρας που βρίσκεται σε οποιαδήποτε απόσταση με τον ήλιο στο κέντρο της θα πρέπει να ισούται με τη συνολική ενέργεια από τον ήλιο, Φ .

Αν υποθέσουμε ότι η ροή ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας είναι ομοιόμορφη πάνω σε μια σφαίρα, και γράψουμε τη ροή ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας σε κάποια απόσταση d από τον ήλιο σαν S_d , τότε σύμφωνα με τη διατήρηση ενέργειας πρέπει:

$$\Phi = S_d 4\pi d^2$$

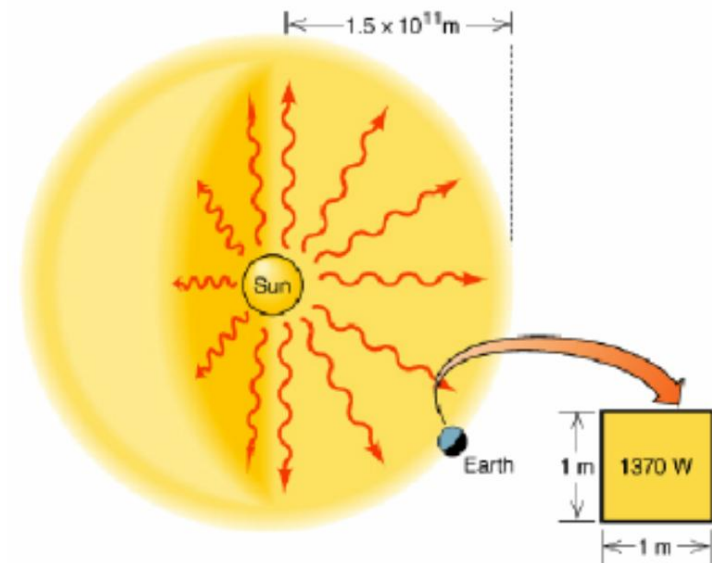
Επομένως, η ροή ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας S_d είναι αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασης από τον ήλιο.



Τιμή της ηλιακής σταθεράς

Η τιμή της S_d σε μια σφαίρα με σταθερή ακτίνα και τον ήλιο στο κέντρο της είναι σταθερή και ονομάζεται ηλιακή σταθερά. Στη μέση απόσταση μεταξύ γης και ήλιου ($1.5 \cdot 10^{11} \text{ m}$) η ηλιακή σταθερά είναι $R_{S0}=1353 \text{ W/m}^2$.

Η ηλιακή σταθερά είναι χαρακτηριστικό μέγεθος της ηλιακής ακτινοβολίας, είναι η «έντασή» της, δηλαδή το ποσό που προσπίπτει κάθετα στη μονάδα επιφάνειας και στη μονάδα του χρόνου και μετριέται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας όταν η γη βρίσκεται σε μέση απόσταση από τον ήλιο.



Πηγή: <http://eclass.auth.gr/modules/document/document.php?course=MENG352&openDir=/4ac62a0aγυρx>, 14/07/2015.



Ακτινοβολία μακρών κυμάτων – R_o

(1/2)

Η γη ακτινοβολεί προς την ατμόσφαιρα και το διάστημα ως μέλαν σώμα θερμοκρασίας T . Η ακτινοβολία αυτή είναι γνωστή ως γήινη ή ως υπέρυθρη ακτινοβολία ή τέλος ως μεγάλου μήκους κύματος (4-100 μm).

Η ισχύς ακτινοβολίας της γης για λόγους θερμικής ισορροπίας θα πρέπει να είναι ίση με την ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος που προσπίπτει στη γη.

Σύμφωνα με τον νόμο των Stefan-Boltzman η ισχύς ακτινοβολίας R_o ισούται με:

$$R_o = \sigma T_o^4$$

όπου T_o η θερμοκρασία της επιφάνειας της γης (ως μέλαν σώμα που ακτινοβολεί).

Αν $T_o = 20^\circ\text{C}$ τότε προκύπτει $R_o = 420 \text{ W/m}^2$



Ακτινοβολία μακρών κυμάτων – R_o

(2/2)

Με βάση τη θερμική ισορροπία για **ολόκληρη τη γήινη σφαίρα**, η ενέργεια της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας αντισταθμίζεται από την εκπεμπόμενη θερμική ακτινοβολία της γης:

$$\pi R_T^2 R_{so} (1 - \bar{A}) = 4\pi R_T^2 \sigma T_a^4$$

Από τη μελέτη της εκλεκτικής απορροφητικότητας των αερίων της ατμόσφαιρας στα διάφορα μήκη κύματος διαπιστώνεται ότι τόσο οι υδρατμοί όσο και το **διοξείδιο του άνθρακα** απορροφούν όλη την ακτινοβολία μήκους κύματος μεγαλύτερης από 2 μm .

Κατά συνέπεια αυξημένες συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα (λόγω ανθρωπογενούς δραστηριότητας) θα οδηγήσουν σε αυξημένη παγίδευση της θερμότητας που ακτινοβολείται από τη γη και σε υψηλότερες μέσες θερμοκρασίες του πλανήτη.



Υπέρυθρη θερμική ακτινοβολία της ατμόσφαιρας - R_a

Η υπέρυθρη θερμική ακτινοβολία της ατμόσφαιρας R_a εκπέμπεται κατά κύριο λόγο από τα σύννεφα, αλλά και από συστατικά της ατμόσφαιρας όπως υδρατμούς, CO_2 , O_3 και ΑΣ.

Τα θερμαινόμενα ατμοσφαιρικά αέρια εκπέμπουν επίσης δευτερογενή ακτινοβολία τόσο προς την επιφάνεια της γης όσο και προς το εξωτερικό διάστημα.

$$\frac{1}{4} R_{\text{so}} (1 - \bar{A}) = \chi \sigma \bar{T}_{\text{o},\chi}^4$$

$$R_a = (1 - \chi) R_o$$

Ποσοστό θερμικής ακτινοβολίας του εδάφους που διαπερνά την ατμόσφαιρα.

Για $\chi = 0.5$, δηλαδή όταν το 50% της εκπεμπόμενης από το έδαφος ακτινοβολίας διαπερνά την ατμόσφαιρα, η θερμοκρασία επιφάνειας $\approx 27^\circ\text{C}$.



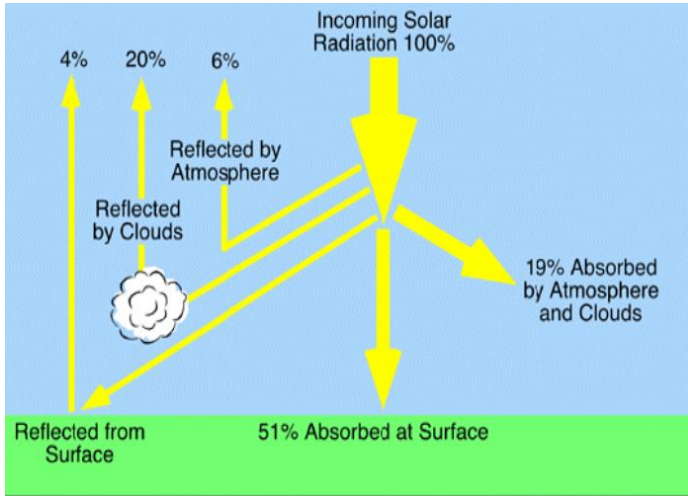
Η δέσμευση της γήινης ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα

Ποσοστά της γήινης ακτινοβολίας απορροφούνται εκλεκτικά από ορισμένα ατμοσφαιρικά αέρια όπως το CO_2 , H_2O , CH_4 , O_3 . Τα αέρια αυτά αποτελούν ρυθμιστές του θερμικού ισοζυγίου του πλανήτη και ονομάζονται θερμοκηπικά αέρια.

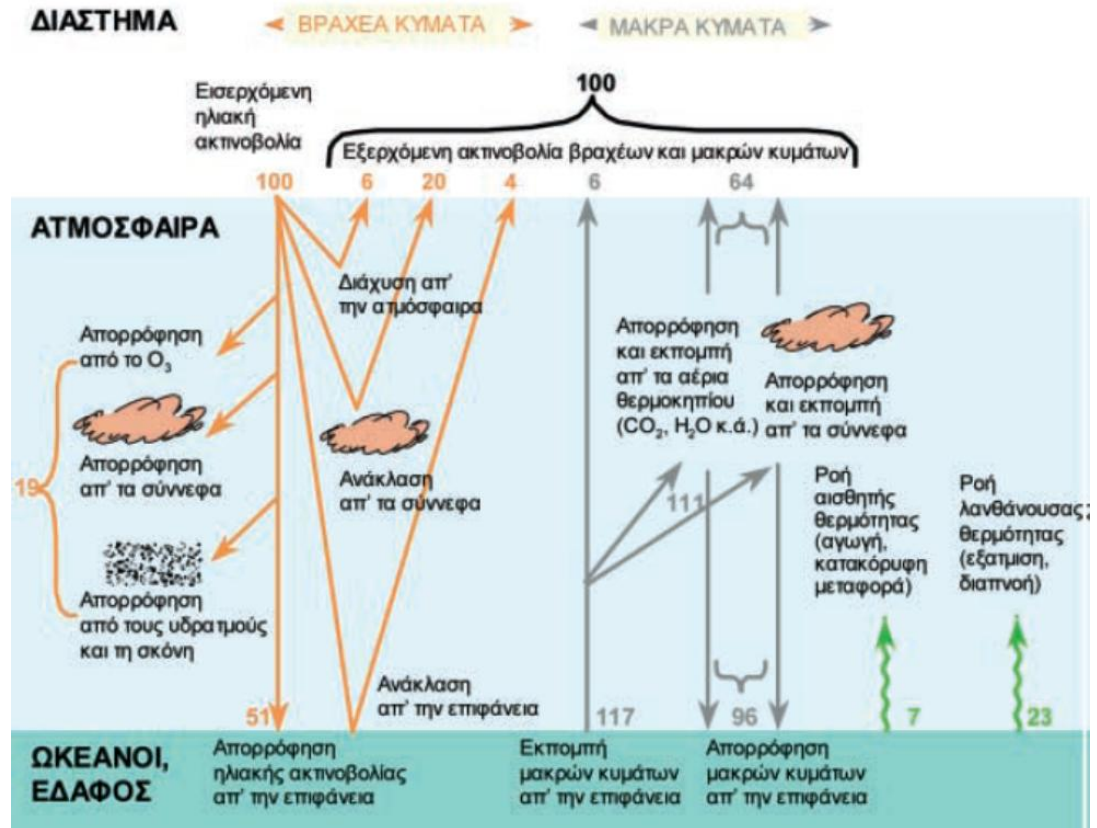
- Ο ανέφελος ουρανός είναι ημιδιαπερατός στη μεγάλου μήκους κύματος υπέρυθρη ακτινοβολία.
- Αν υπήρχε μόνο N_2 και O_2 η επιφάνεια της γης θα ήταν θερμότερη την ημέρα και πολύ ψυχρότερη τη νύχτα διότι τα αέρια αυτά είναι διαπερατά στην υπέρυθρη και κατακρατούν μόνο υπεριώδη.
- Οι υδρατμοί απορροφούν στα 6 μm και πέραν των 22 μm συλλαμβάνοντας την υπέρυθρη ακτινοβολία που εκπέμπει η γη.
- Το CO_2 συλλαμβάνει την ενέργεια στα 4 μm και στα 14-16 μm .
- Το όζον απορροφά στα 9 μm .
- Στην περιοχή 8-12 μm η υπέρυθρη ακτινοβολία (σε ποσοστό $\approx 10\%$) διαφεύγει προς το εξωτερικό διάστημα και η ζώνη αυτή λέγεται ατμοσφαιρικό παράθυρο.



Ισοζύγιο ενέργειας στην ατμόσφαιρα



Το 51% της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται από τη γη, το 19% απορροφάται από την ατμόσφαιρα και το 30% ανακλάται στο διάστημα.



Πηγή: <http://eclass.auth.gr/modules/document/document.php?course=MENG352&openDir=/4ac62a0ayurpx>, 14/07/2015.
<http://www.tintprofessor.org/wp-content/uploads/2015/04/Diagram-of-solar-radiation.jpg>



Ισοζύγιο ενέργειας στο έδαφος – ενεργειακοί όροι

Από το αλγεβρικό άθροισμα των παραπάνω μεγεθών προκύπτει ότι υπάρχει ένα πλεόνασμα 30 ενεργειακών μονάδων στο έδαφος. Το αντιστάθμισμα επέρχεται με την τυρβώδη μεταφορά ενέργειας από το έδαφος στην ατμόσφαιρα.

Πρόκειται, συγκεκριμένα, για τους μηχανισμούς:

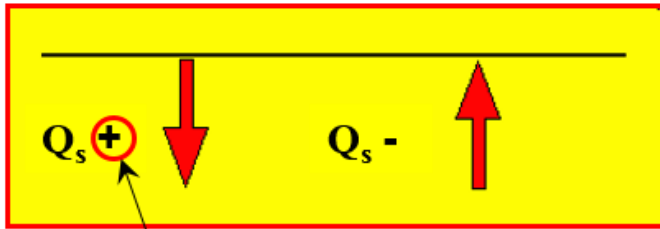
- Αγωγής θερμότητας (λόγω επαφής με την επιφάνεια της Γης) που εκφράζεται ως πυκνότητα θερμορροής στο έδαφος Q_s .
- Κατακόρυφης μεταφοράς (λόγω ανοδικών ρευμάτων αέρα) που εκφράζεται ως τυρβώδης πυκνότητα αισθητής θερμορροής Q_a .
- Εξάτμισης του νερού που εκφράζεται ως τυρβώδης πυκνότητα λανθάνουσας ροής ενέργειας L .

Από τα παραπάνω δεδομένα προκύπτει ότι υπάρχει **ισοζύγιο** στις διακινήσεις ενέργειας σε όλα τα επίπεδα, τόσο στο εξωτερικό όριο της ατμόσφαιρας, όσο και στην επιφάνεια της Γης.



Πυκνότητα θερμορροής στο έδαφος -

Q_s



Το Q_s είναι εξ ορισμού θετικό όταν προσδίδεται στο έδαφος

Αντιπροσωπεύει τη μεταφορά θερμότητας προς ή από το έδαφος από το υπερκείμενο στρώμα αέρα, λόγω διαφοράς θερμοκρασίας.

Η εκτίμηση της Q_s προκύπτει από τη λύση της εξίσωσης διάχυσης θερμότητας με τις κατάλληλες αρχικές και οριακές συνθήκες.

$$T(z,t) = T_s + Q_s \sqrt{\frac{4at}{\lambda}} \text{ierfc}(\eta)$$

Θερμοκρασία εδάφους → T_s

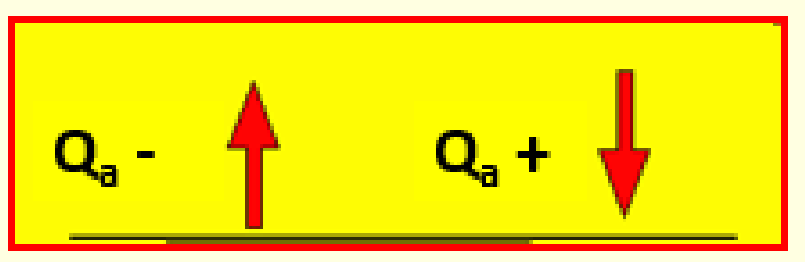
Συντελεστής θερμικής διαχυτότητας → a

Θερμική διαχυτότητα → λ

Συνάρτηση σφάλματος → $\text{ierfc}(\eta)$



Τυρβώδης πυκνότητα αισθητής θερμορροής - Q_a



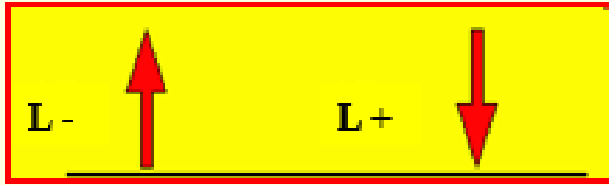
Αντιπροσωπεύει τη μεταφορά θερμότητας ανάμεσα στην επιφάνεια του εδάφους και το υπερκείμενο στρώμα αέρα, λόγω διαφοράς θερμοκρασίας.

Την ημέρα, όταν η επιφάνεια της γης είναι πιο ζεστή από τον υπερκείμενο αέρα, λαμβάνει χώρα μεταφορά θερμότητας **από την επιφάνεια του εδάφους προς τον ψυχρότερο υπερκείμενο αέρα**, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα και μείωση της θερμοκρασίας της επιφάνειας του εδάφους.

Μεταφορά θερμότητας **προς το έδαφος** παρατηρείται κατά τη διάρκεια της νύχτας, όταν η ακτινοβολία μακρών κυμάτων που εκπέμπεται από την επιφάνεια της γης έχει ως αποτέλεσμα ο υπερκείμενος αέρας να είναι θερμότερος.



Τυρβώδης πυκνότητα λανθάνουσας ροής ενέργειας - L



Η εσωτερική ενέργεια που σχετίζεται με τη φάση ενός συστήματος ονομάζεται λανθάνουσα ενέργεια.

Η L συνδέεται με την εξάτμιση νερού ή τη συμπύκνωση υδρατμού στην επιφάνεια του εδάφους. Πάνω από υδάτινες επιφάνειες τους θερινούς μήνες η $L \approx 600 \text{ W/m}^2$. Το ισοζύγιο ενέργειας σε υδάτινες επιφάνειες κυριαρχείται από την ηλιακή ακτινοβολία και την L, με αποτέλεσμα πολύ μικρές μεταβολές της θερμοκρασίας επιφάνειας.

$$L = r \dot{M}$$

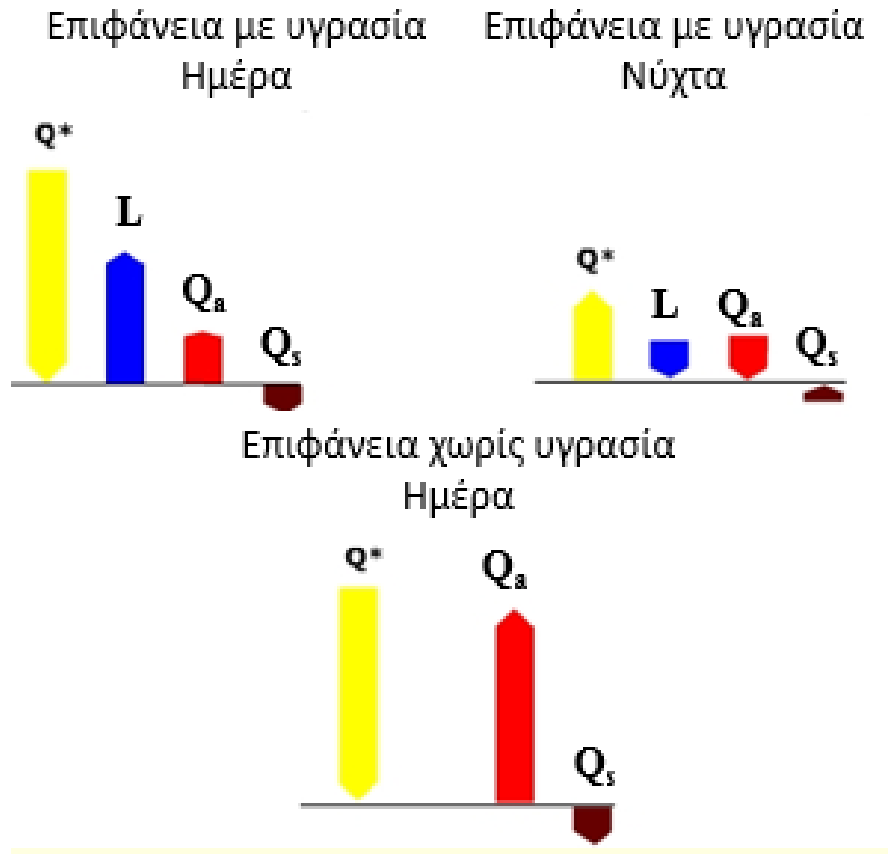
Πυκνότητα ροής μάζας
εξάτμισης/συμπύκνωσης

$$\dot{M} = \psi \dot{M}_s$$

Παράμετρος υγρασίας
για υδάτινη
επιφάνεια



Σημασία της υγρασίας του εδάφους



Σε περιοχές με υγρασία στο έδαφος, το νερό που είναι διαθέσιμο για εξάτμιση έχει ως αποτέλεσμα τη μεταφορά λανθάνουσας θερμότητας από το έδαφος.

Σε ξηρές περιοχές, η απουσία λανθάνουσας θερμότητας οδηγεί σε μεγαλύτερες τιμές τυρβώδους πυκνότητας αισθητής θερμορροής, με αποτέλεσμα υψηλές θερμοκρασίες του αέρα κοντά στην επιφάνεια του εδάφους.

Πηγή: <http://eclass.auth.gr/modules/document/document.php?course=MENG352&openDir=/4ac62a0aγυρx>, 14/07/2015.



Πυκνότητα θερμορρόης συνυφασμένη με τη βροχόπτωση **P** (precipitation)

Πυκνότητα νερού

Θερμοχωρητικότητα νερού

Ένταση βροχής

$$P = \rho_w c_w (T_o - T_R) I_R$$

Θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους

Θερμοκρασία βροχής

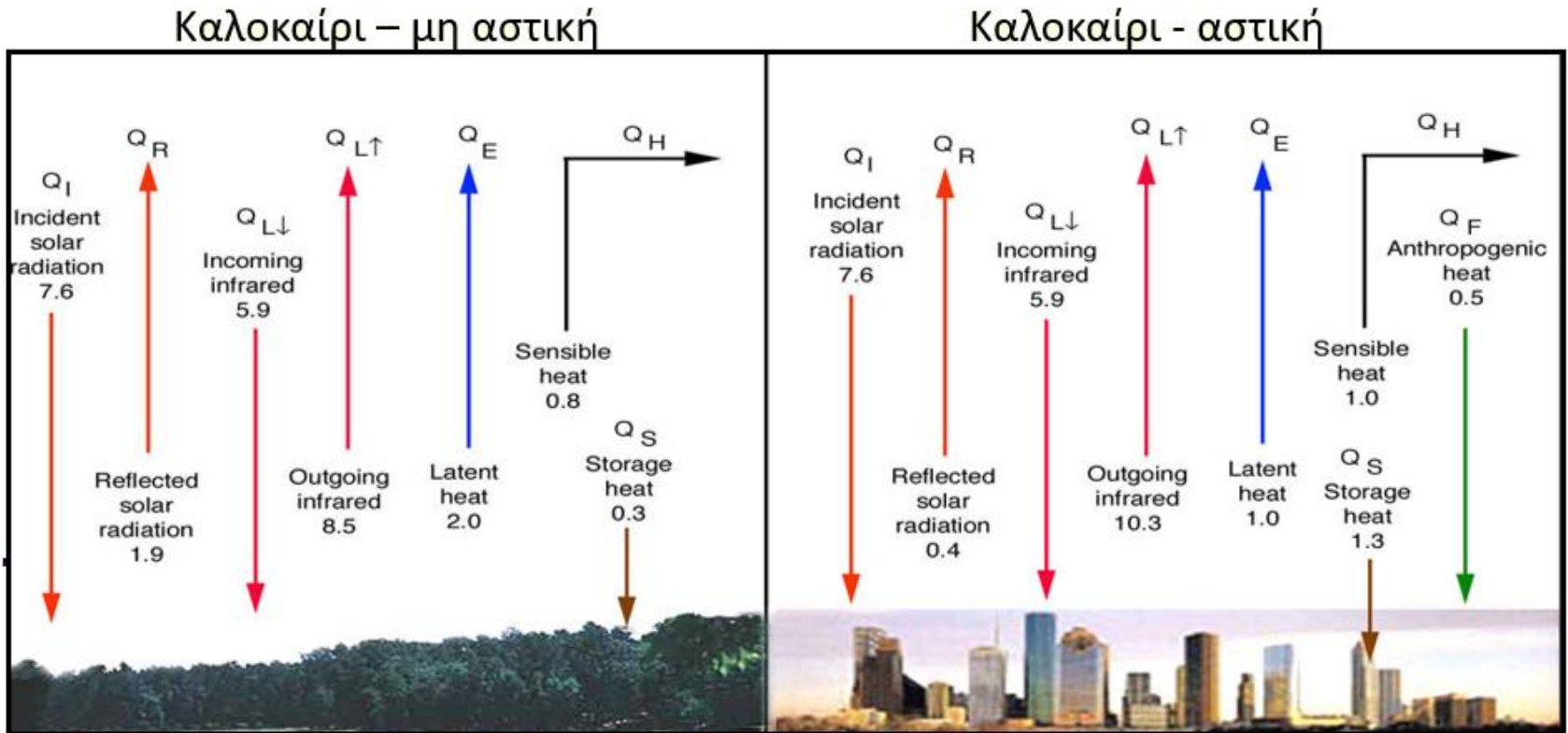
Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στη βροχή και στην επιφάνεια της γης τόσο μεγαλύτερη είναι η P!



Σε περίπτωση καταιγίδας με $I_R=50 \text{ mm/h}$, η P μπορεί να ανέλθει στα 600 W/m^2



Ισοζύγιο ενέργειας – μη αστική vs. αστική περιοχή

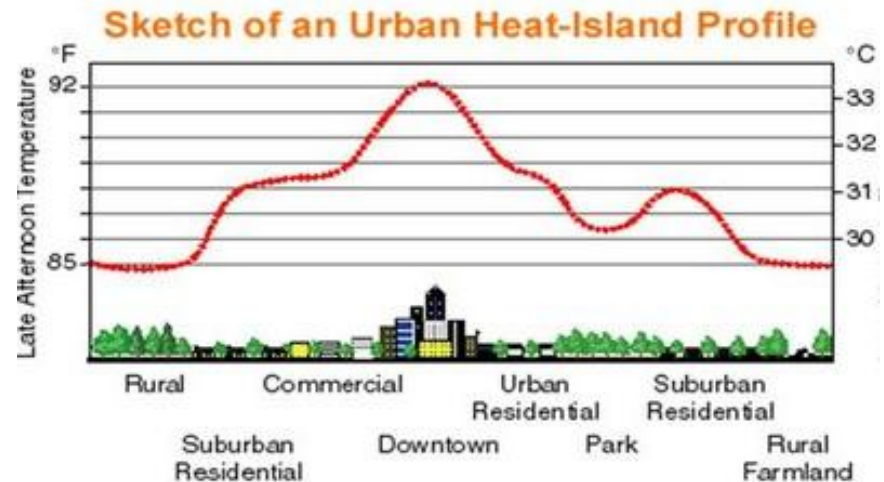


Πηγή: <http://eclass.auth.gr/modules/document/document.php?course=MENG352&openDir=/4ac62a0aγυρx>, 14/07/2015.



Ανθρωπογενής Θερμότητα Α – Αστική Θερμνησίδα

- Έκλυση θερμότητας από βιομηχανίες, μονάδες θέρμανσης και κλιματιστικών, καυστήρες, καυσαέρια.
- Απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας από επιφάνειες με μικρή ανακλαστικότητα.
- Μείωση υγρασίας του εδάφους και εξατμισοδιαπνοής.
- Αποθήκευση θερμότητας από αστικές επιφάνειες μεγάλης θερμοχωρητικότητας.
- Μείωση ταχύτητας ανέμου λόγω κτηρίων.



Πηγή: <http://eclass.auth.gr/modules/document/document.php?course=MENG352&openDir=/4ac62a0aγυρx>, 14/07/2015.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

- Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:
 - Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες:
 - <http://eclass.auth.gr/modules/document/document.php?course=ME NG352&openDir=/4ac62a0ayurx>, 14/07/2015.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Μουσιόπουλος Νικόλαος. «Ατμοσφαιρική Ρύπανση. Ισοζύγιο ενέργειας στο έδαφος». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://eclass.auth.gr/courses/OCRS407/>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Μη Εμπορική Χρήση - Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: <Περκουλίδης Γιώργος>
Θεσσαλονίκη, <Εαρινό Εξάμηνο 2014-2015>



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

