

ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ:

Εξάτμισοδιαπνοή

- ΦΥΣΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ
- ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ
- ΜΕΤΡΗΣΗ
- ΕΚΤΙΜΗΣΗ

Εισαγωγικές έννοιες

Εξάτμιση (evaporation): η μετατροπή του νερού από την υγρή στην αέρια φάση
Ο ρυθμός εξάτμισης εξαρτάται από:

1. τη φυσική διαθεσιμότητα του νερού
2. τη διαθεσιμότητα ενέργειας στην επιφάνεια
3. τη δυνατότητα διάχυσης των παραγόμενων υδρατμών στην ατμόσφαιρα

Διαπνοή (transpiration): η μετατροπή του νερού σε υδρατμούς που πραγματοποιείται στους πόρους της χλωρίδας, και ιδίως των φυλλωμάτων των φυτών (έδαφος → ρίζες → αγγειακό σύστημα → πόροι φυλλωμάτων – *στόματα*).

Δεδομένου ότι ο ρυθμός διαπνοής ελέγχεται από τα φυτά μέσω της ρύθμισης του ανοίγματος των στομάτων, η διαπνοή ελαττώνεται όταν η διαθεσιμότητα νερού είναι μικρή και μηδενίζεται κατά τη διάρκεια της νύκτας όπου η διαδικασία της φωτοσύνθεσης διακόπτεται και τα *στόματα* κλείνουν.

Εισαγωγικές έννοιες

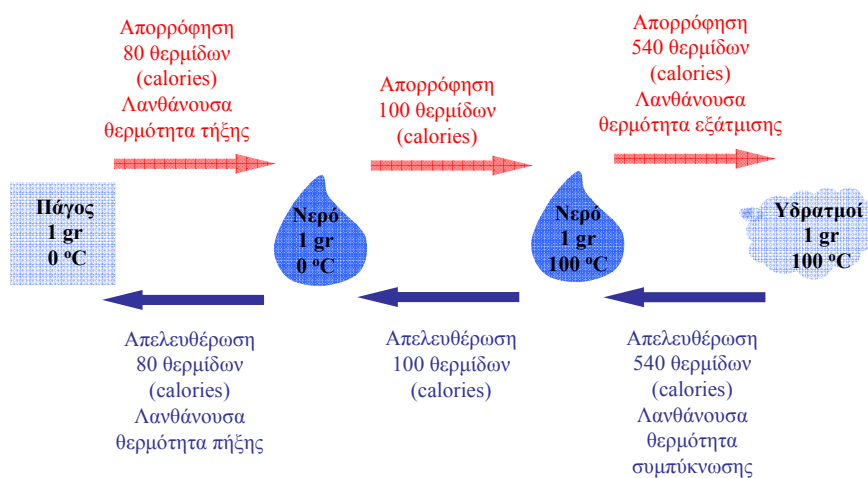
•**Εξατμισοδιαπνοή – evapotranspiration**): το σύνολο των πραγματικών απωλειών νερού από την εξάτμιση εδαφών και από τη διαπνοή της χλωρίδας.

•**Δυναμική εξατμισοδιαπνοή (potential evapotranspiration)**: η ποσότητα της εξατμισοδιαπνοής που πραγματοποιείται από εδαφικές επιφάνειες, πλήρως και ομοιόμορφα καλυμμένες από αναπτυσσόμενη χλωρίδα, σε συνθήκες απεριόριστης διαθεσιμότητας νερού.

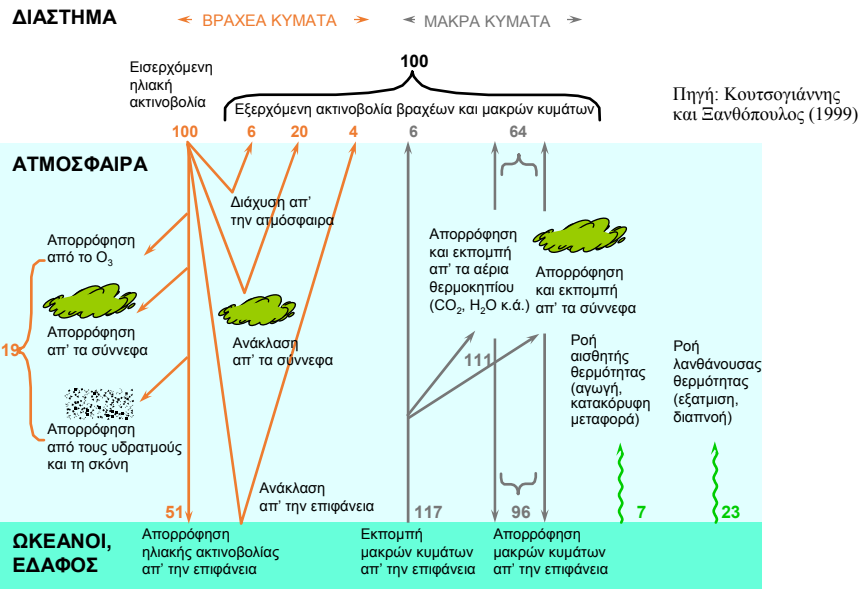
•**Εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας αναφοράς (reference crop evapotranspiration)**: η εξατμισοδιαπνοή από μια ιδεατή εκτεταμένη επιφάνεια καλυμμένη πλήρως από ομοιόμορφη χαμηλού ύψους χλόη που σκιάζει πλήρως το έδαφος και βρίσκεται σε συνθήκες ενεργού ανάπτυξης χωρίς έλλειψη νερού.

Φυσικό πλαίσιο

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΦΑΣΗΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ



Ενεργειακό ισοζύγιο της γης



Διαθέσιμη ενέργεια εξάτμισης

$$R_n = S_n - L_n \equiv \Lambda + H$$

R_n : Ολική καθαρή ακτινοβολία

Λ : Λανθάνουσα θερμότητα

S_n : Καθαρή ακτινοβολία βραχέων κυμάτων

H : Αισθητή θερμότητα

L_n : Καθαρή ακτινοβολία μακρών κυμάτων

Η S_n εξαρτάται από:

Τη ροή ηλιακής ενέργειας στο εξωτερικό όριο της ατμόσφαιρας σε επίπεδη επιφάνεια S_0
 Τη λευκαύγεια (albedo)
 Τη διάρκεια ηλιοφάνειας
 Το γεωγραφικό πλάτος

Η L_n εξαρτάται από:

Τη θερμοκρασία
 Την πίεση υδρατμών
 Τη διάρκεια ηλιοφάνειας

$$S_n = (1 - r) * S_0 * (0.29 * \cos \phi + 0.55 * \frac{n}{N}) \text{ kJ/m}^2 \text{ day}$$

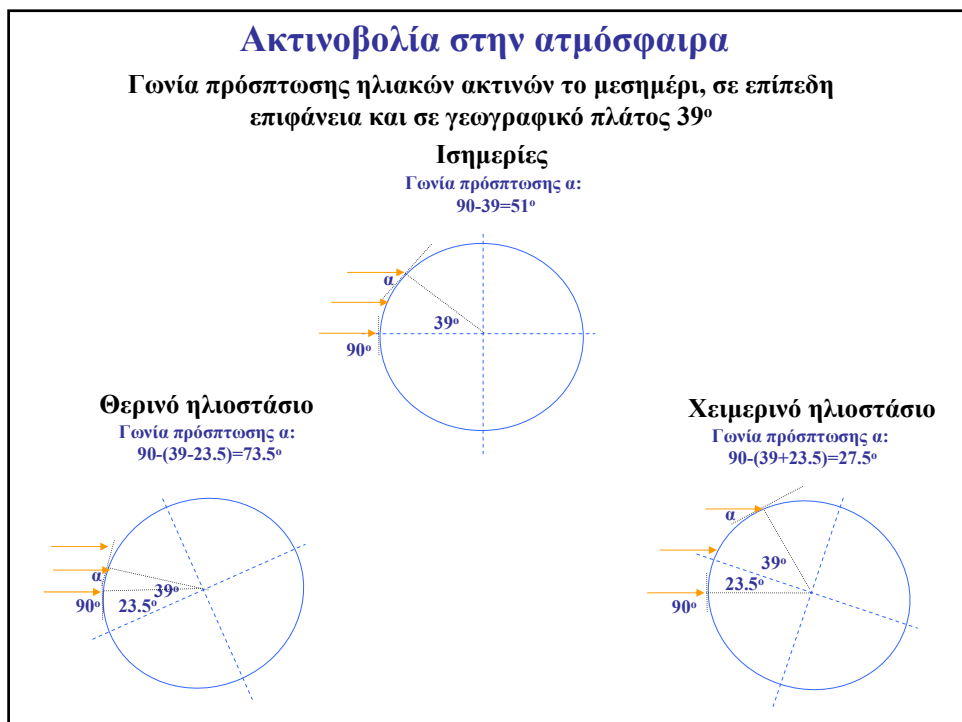
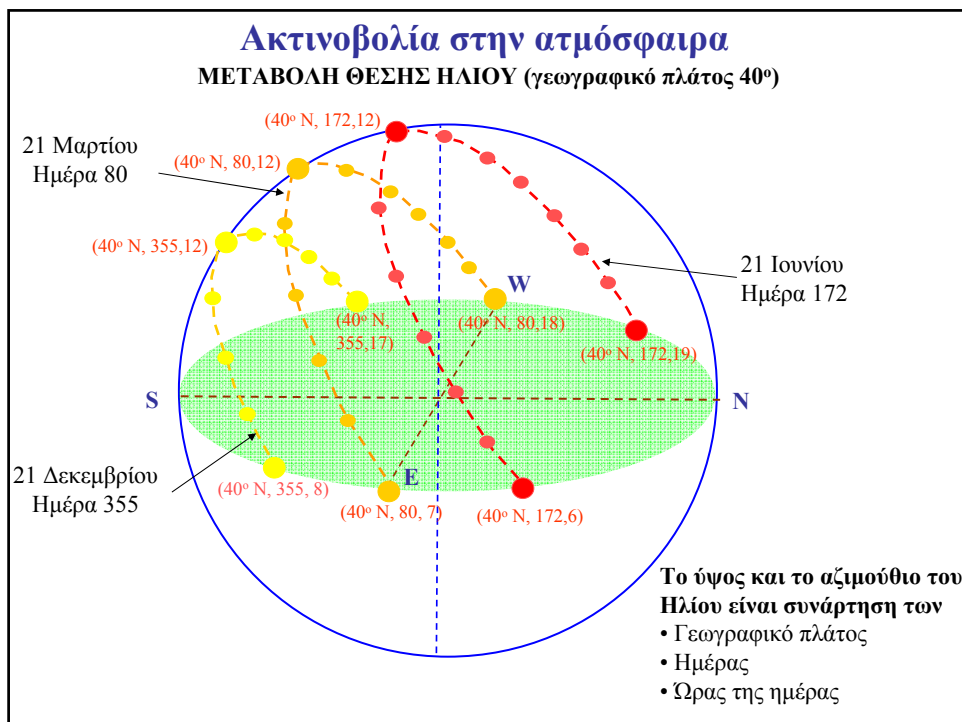
S_n
μικροκυματική ακτινοβολία

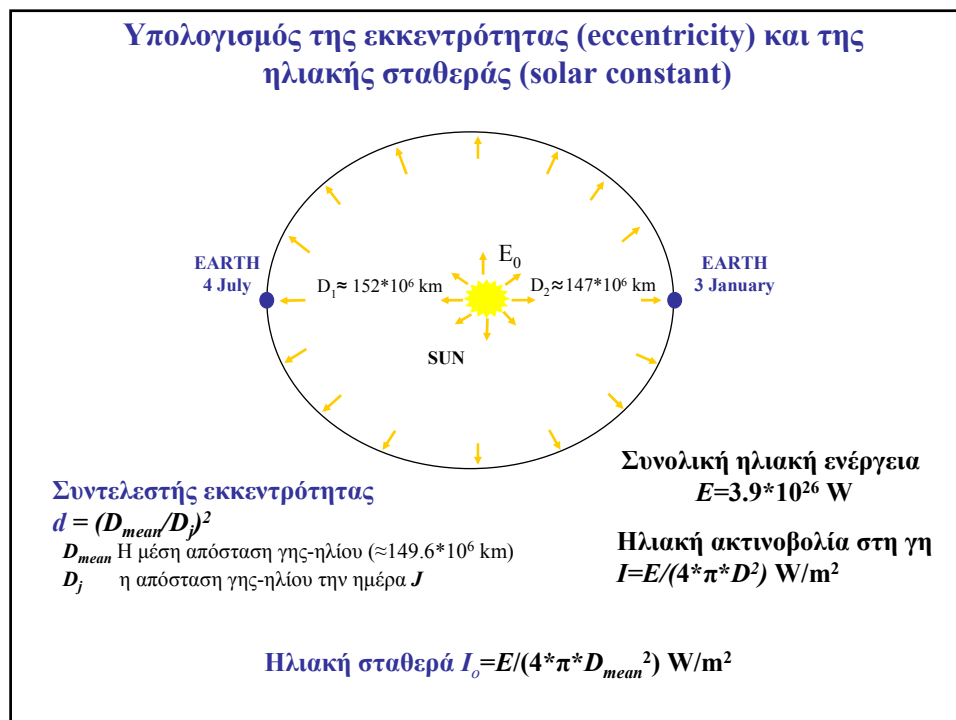
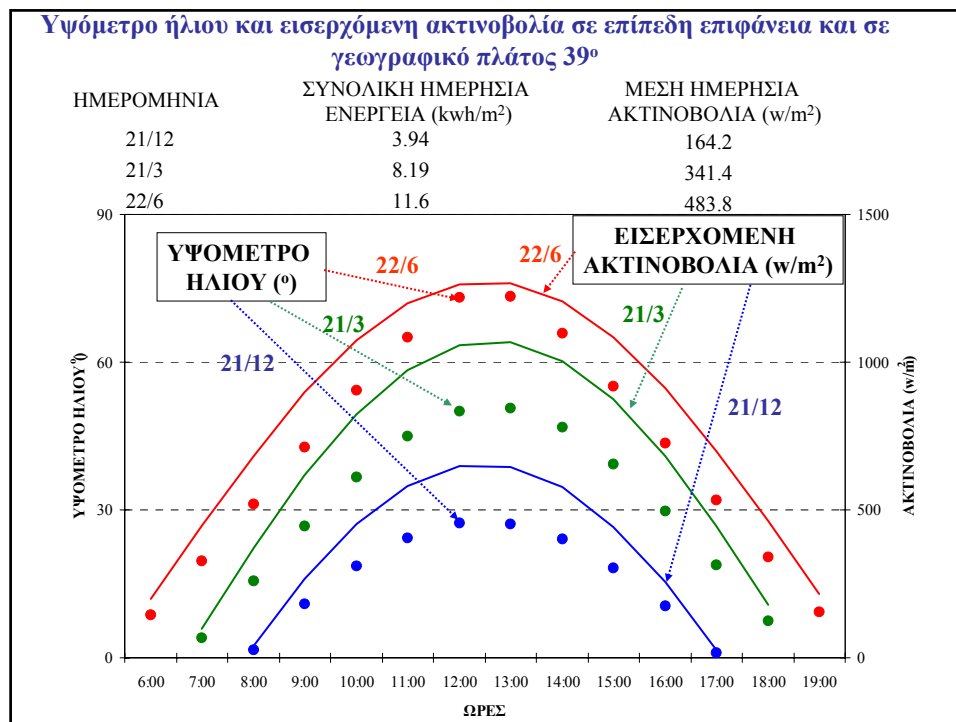
$$L_n = \sigma * T_e^4 * (0.56 - 0.09 * e^{0.5}) * (0.1 + 0.9 * \frac{n}{N}) \text{ kJ/m}^2 \text{ day}$$

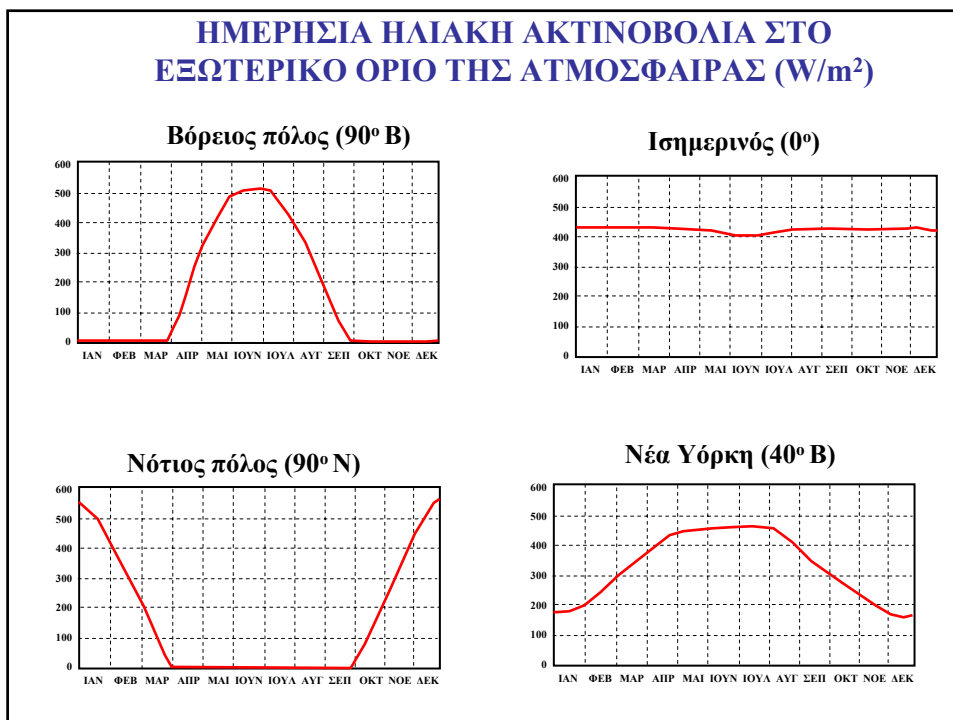
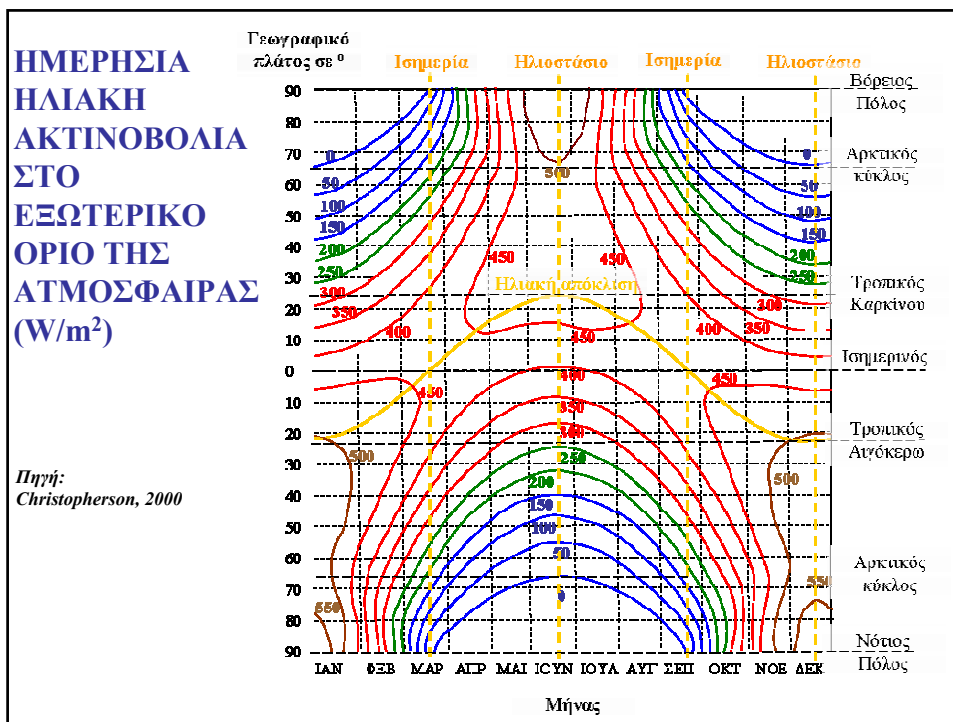
L_n
μακροκυματική ακτινοβολία

Παράδειγμα

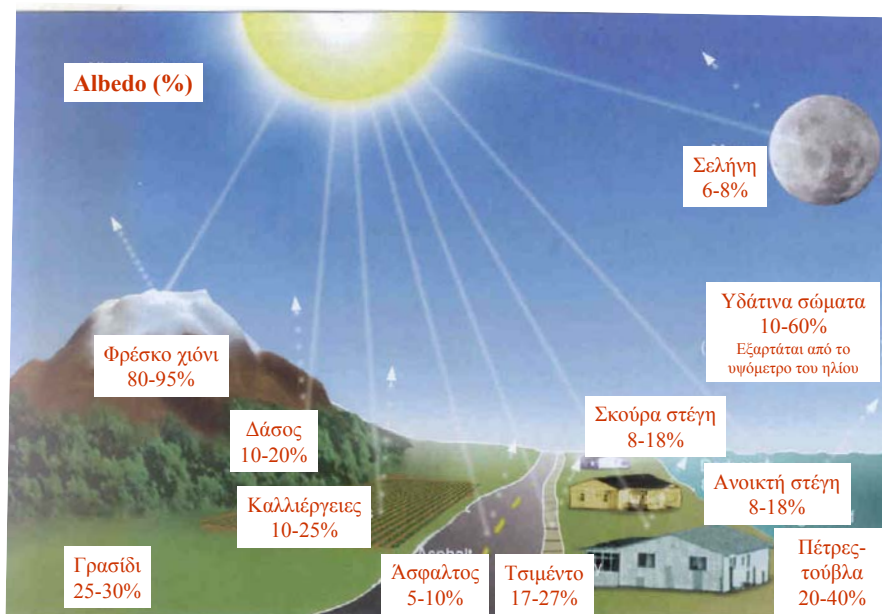
Μήνας Ιούνιος, 40° N, T=18 °C, U=55%, n/N=0.81, r=0.06
 $S_0=41700 \text{ kJ/m}^2 \text{ day}$, $S_n=26200 \text{ kJ/m}^2 \text{ day}$, $L_n=7500 \text{ kJ/m}^2 \text{ day}$
 $S_0=482 \text{ w/m}^2$, $S_n=303 \text{ w/m}^2$, $L_n=87 \text{ w/m}^2$



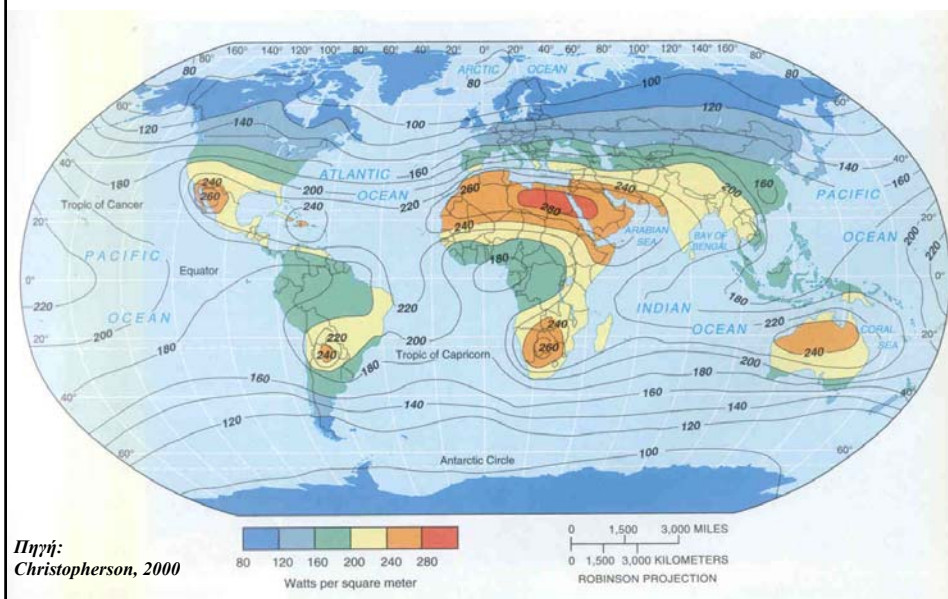




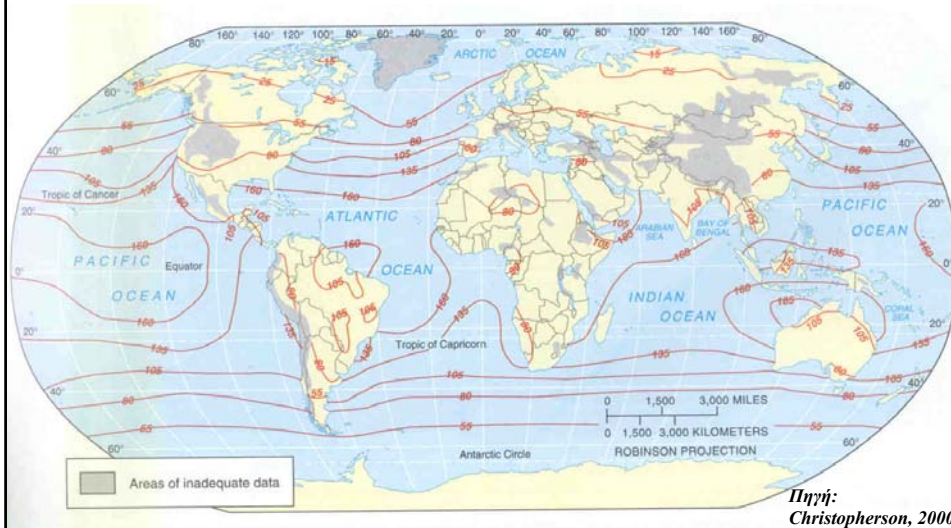
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (ALBEDO)



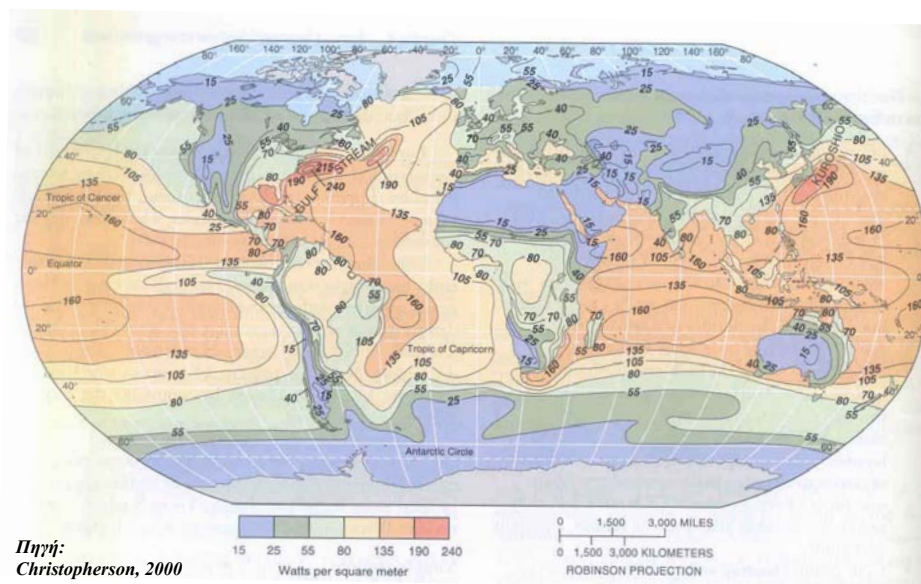
ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΕΛΑΦΟΣ (W/m²)



ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΘΑΡΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΤΟ ΕΛΑΦΟΣ (W/m^2)



ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ (W/m^2)



Μέτρηση της εξάτμισης

- Όργανο: εξατμισίμετρο
 - Διάφοροι τύποι λεκάνης, π.χ. λεκάνη τύπου A, λεκάνη τύπου Colorado, λεκάνη GGI-3000, λεκάνη 20 m² κτλ.
- Μετρούμενο μέγεθος: όχι η φυσική εξάτμιση E αλλά η προφανώς διαφοροποιημένη εξάτμιση από το εξατμισίμετρο E_m .
- Εκτίμηση της φυσικής εξάτμισης από υδάτινο σώμα ή της εξατμοδιαπνοής της καλλιέργειας αναφοράς
$$E = k E_m$$
όπου k ο συντελεστής εξατμισιμέτρου, κατά κανόνα μικρότερος από 1.
- Λόγω της αβεβαιότητας ως προς την τιμή του k και της συχνής αναξιοπιστίας των μετρήσεων του εξατμισιμέτρου, κατά κανόνα είναι προτιμότερη η εκτίμηση της εξάτμισης ή εξατμοδιαπνοής με εφαρμογή της μεθόδου Penman ή των τροποποιήσεών της.

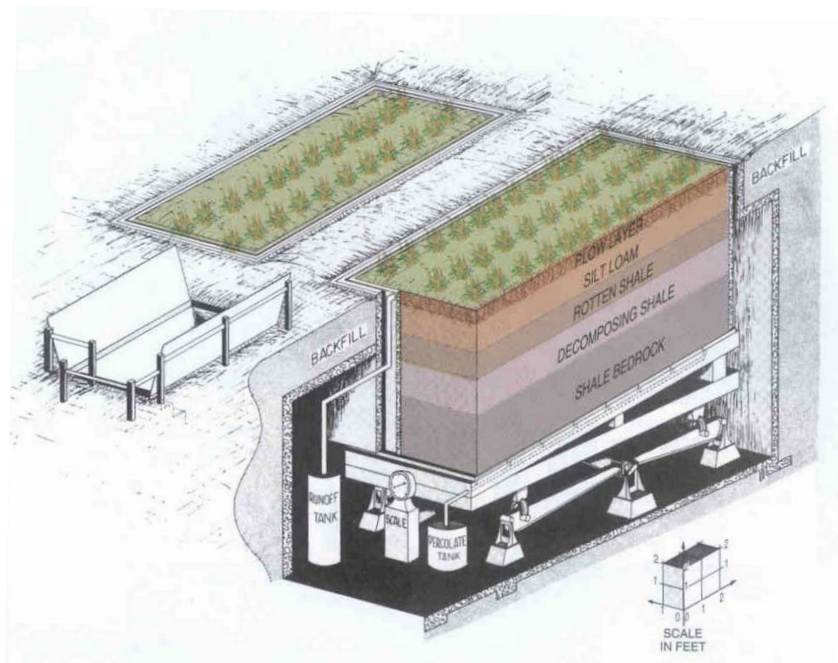
Εξατμισίμετρο



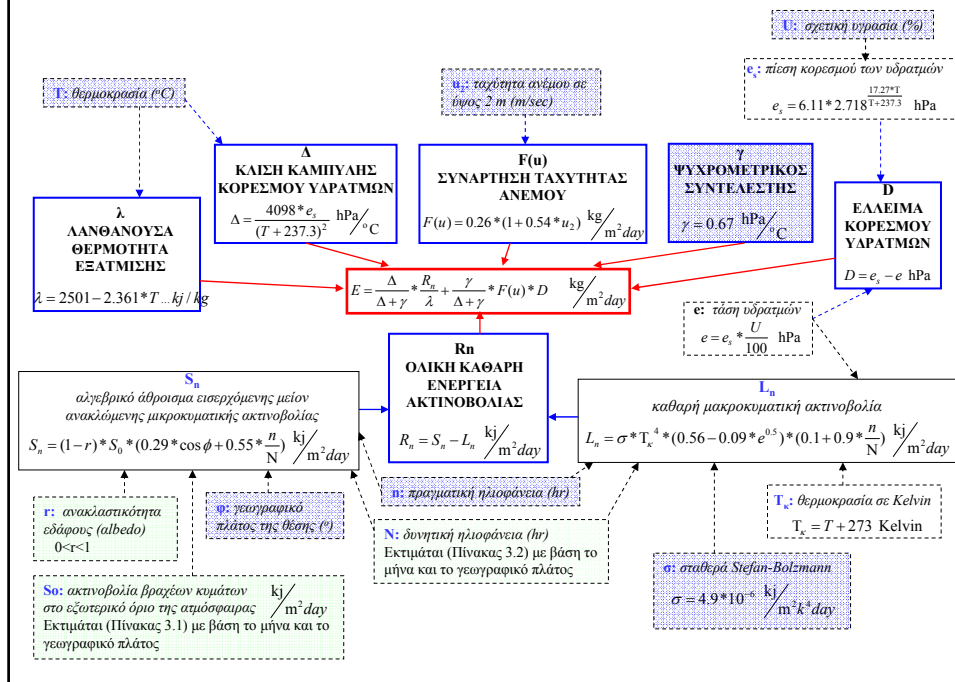
Εξατμισίμετρο



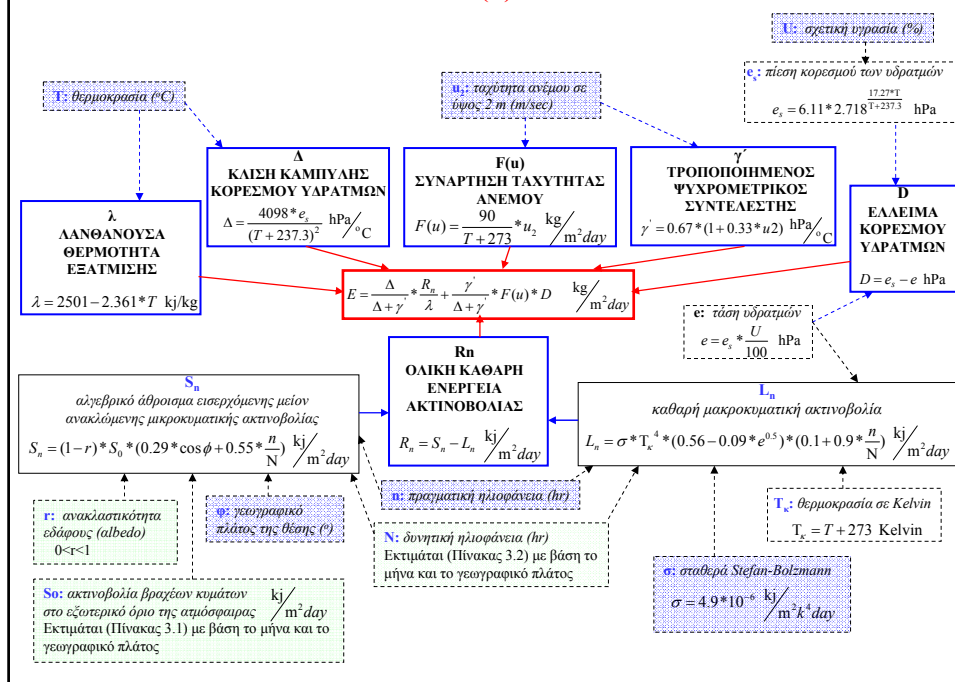
ΛΥΣΙΜΕΤΡΟ



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ (E) ΚΑΤΑ ΡΕΝΜΑΝ



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ (E) ΚΑΤΑ ΡΕΝΜΑΝ-ΜΟΝΤΕΙΤΗ



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ ΚΑΤΑ BLANEY-CRIDDLE (1950)

$$E = \frac{K \cdot (1.8 \cdot T + 32) \cdot p}{3.94}$$

όπου:

K φυτικός συντελεστής (από πίνακα 3.7)
T μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα σε οC
p το ποσοστό ωρών ημέρας του συγκεκριμένου μήνα σε σχέση με το σύνολο των ωρών ημέρας του έτους (%). Υπολογίζεται από τη σχέση:

$$p = 100 \cdot N \cdot \mu / (365 \cdot 12)$$

όπου:

N αστρονομική διάρκεια ημέρας (hr) (από πίνακα 3.2)
μ ημέρες του μήνα

Υψομετρική μεταβολή της ταχύτητας ανέμου

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{\ln \frac{z_2}{z_0}}{\ln \frac{z_1}{z_0}}$$

όπου
 u_1, u_2 η ταχύτητα ανέμου σε ύψη z_1 και z_2 αντίστοιχα
 z_0 η παράμετρος τραχύτητας

Τυπικές τιμές της παραμέτρου τραχύτητας z_0 για διάφορες φυσικές επιφάνειες (cm)

Πάγος	0.001
Ασφαλτοστρωμένη επιφάνεια	0.002
Υδάτινη επιφάνεια	0.01-0.06
Χλόη ύψους μέχρι 1cm	0.1
Χλόη ύψους μέχρι 1-10 cm	0.1-0.2
Χλόη-σιτηρά κλπ ύψους 10-50 cm	2-5
Φυτοκάλυψη ύψους 1-2 m	20
Δένδρα ύψους 10-15 m	40-70