

Οικολογία για μηχανικούς

Κλίμα και βιοκλιματική αρχιτεκτονική

Νίκος Μαμάσης
Τομέας Υδατικών Πόρων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Αθήνα 2008

ΚΛΙΜΑ

Κλίμα ονομάζεται η σύνθεση των στοιχείων του καιρού για ένα μακρό χρονικό διάστημα και ορίζεται από το σύνολο των μέσων τιμών των κλιματικών παραμέτρων (θερμοκρασία, βροχόπτωση, υγρασία κλπ) για μια περίοδο τουλάχιστο 30 ετών

Κλιματική ταξινόμηση ονομάζεται η διαίρεση των κλιμάτων της γης σε ένα παγκόσμιο σύστημα συνεχόμενων περιοχών, καθεμιά από τις οποίες ορίζεται από σχετική ομοιογένεια των κλιματικών παραμέτρων

Παράγοντες που επιδρούν στο κλίμα

- Εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία
- Δυνητική και πραγματική ηλιοφάνεια
- Γεωγραφικοί παράγοντες (πλάτος, ανάγλυφο, κατανομή ξηράς-θάλασσας, εδαφοκάλυψη, θαλάσσια ρεύματα)
- Ατμοσφαιρική πίεση
- Γενική και τοπική ατμοσφαιρική κυκλοφορία

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Βασικοί ορισμοί

Κλιματολογία (Climatology). Η επιστήμη που ασχολείται με την μελέτη των κλιμάτων (αίτια, μεταβολές, κατανομές, τύποι κλπ).

Κλιματική αλλαγή (Climatic change). Σημαντική μεταβολή που παρατηρείται στο κλίμα μιας περιοχής μεταξύ δυο περιόδων αναφοράς.

Κλιματικό στοιχείο (Climatic element). Οποιαδήποτε από τις ιδιότητες ή συνθήκες της ατμόσφαιρας οι οποίες από κοινού καθορίζουν τη φυσική κατάσταση του καιρού ή του κλίματος δεδομένου τύπου για οποιαδήποτε συγκεκριμένη στιγμή ή χρονική περίοδο.

Κλιματική περιοχή (Climatic region). Περιοχή στην οποία επικρατεί ένα σχετικά ομοιόμορφο κλίμα, σύμφωνα με ειδικά κριτήρια.

Κλιματική ταξινόμηση (Climatic classification). Διαίρεση των κλιμάτων της γης σε ένα παγκόσμιο σύστημα συνεχόμενων περιοχών, καθεμιά από τις οποίες ορίζεται από σχετική ομοιογένεια στα κλιματικά στοιχεία.

Κλιματικός τύπος (Climatic type). Το κλίμα μιας περιοχής όταν χαρακτηρίζεται από μια σειρά μέσων και ετήσιων δεικτών της θερμοκρασίας, της βροχόπτωσης και άλλων κλιματικών στοιχείων.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κλάδοι της κλιματολογίας

Δυναμική (Dynamical). Στατιστική ανάλυση των μετρήσεων των κλιματικών μεταβλητών με στόχο την ερμηνεία των διακυμάνσεων του κλίματος και την ανίχνευση μακροχρόνιων κλιματικών μεταβολών ή τάσεων.

Συνοπτική (Synoptic). Βασίζεται στις διεργασίες της γενικής κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας (συνοπτικές διεργασίες).

Γεωργική (Agricultural). Μελέτη της επίδρασης του κλίματος στις γεωργικές δραστηριότητες.

Αεροναυτική (Aeronautical). Εφαρμοσμένη κλιματολογία που μελετά τα προβλήματα της αεροναυτικής, όπως η επιλογή τοποθεσιών αεροδρομίων και των δρομολογίων των αεροσκαφών.

Οικολογική (Ecological). Μελέτη της σχέσης μεταξύ ζωντανών οργανισμών και του κλιματικού τους περιβάλλοντος. Περιλαμβάνει τη φυσιολογία της προσαρμογής των φυτών και των ζώων στο κλίμα καθώς και τη γεωγραφική κατανομή τους σε σχέση με αυτό.

Βιοκλιματολογία (Bioclimatology). Μελέτη των επιδράσεων του κλίματος στους ζώντες οργανισμούς.

Παλιокλιματολογία (Paleoclimatology). Η μελέτη του κλίματος μιας παλαιότερης περιόδου, τα κύρια χαρακτηριστικά του οποίου μπορούν να εκτιμηθούν έμμεσα.

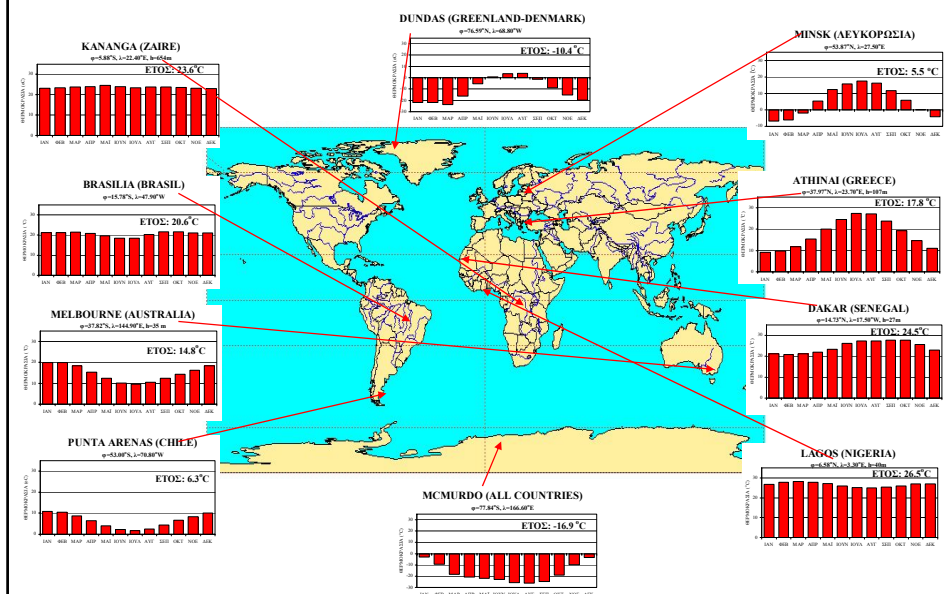
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Βασικοί κλιματικοί τύποι

- **Ηπειρωτικό (Continental).** Παρουσιάζεται στο εσωτερικό μεγάλων ηπείρων και χαρακτηρίζεται από το μεγάλο εύρος της θερμοκρασίας σε ετήσια και ημερήσια βάση
- **Θαλάσσιο (Maritime-marine).** Παρουσιάζεται σε περιοχές που είναι κοντά στη θάλασσα και χαρακτηρίζεται από υψηλή σχετική υγρασία και από το μικρό εύρος της θερμοκρασίας σε ετήσια και ημερήσια βάση
- **Μεσογειακό (Mediterranean).** Παρουσιάζεται στη λεκάνη της Μεσογείου και χαρακτηρίζεται από θερμά-υγρά καλοκαίρια και βροχερούς χειμώνες
- **Τροπικό (Tropical).** Παρουσιάζεται στις περιοχές βόρεια και νότια του Ισημερινού μέχρι τα γεωγραφικά πλάτη 15°-25°. Χαρακτηρίζεται από υψηλές θερμοκρασίες όλες τις εποχές και άφθονη βροχόπτωση ($R > 1500$ mm) και ευνοείται η ανάπτυξη των τροπικών δασών
- **Μουσωνικό (Monsoon).** Παρουσιάζεται σε περιοχές που είναι εκτεθειμένες σε μουσώνες και χαρακτηρίζεται από ξηρούς χειμώνες και υγρά καλοκαίρια
- **Ξηρό (Dry).** Χαρακτηρίζεται από μικρή βροχόπτωση με μεγάλη μεταβλητότητα
- **Τούνδρας (Tundra).** Τύπος κλίματος που σχετίζεται με βλάστηση τύπου τούνδρας. Χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλές θερμοκρασίες για να ευνοηθεί η ανάπτυξη δέντρων, αλλά χωρίς μόνιμη παγοκάλυψη ή χιονοκάλυψη
- **Στέπας (Steppe).** Τύπος ημιάνδρου αλλά όχι ψυχρού κλίματος που σχετίζεται με χαμηλή βλάστηση (χορτάρι, διασκορπισμένοι θάμνοι και μικρά δένδρα)
- **Ορεινό (Highlands).** Κλίμα που ρυθμίζεται από τον παράγοντα του υψομέτρου. Χαρακτηρίζεται από χαμηλή πίεση και έντονη ηλιακή ακτινοβολία ειδικότερα στην υπεριοώδη περιοχή

ΚΛΙΜΑ

Διακύμανση μηνιαίας θερμοκρασίας



ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ KÖPPEN

Κύριοι κλιματικοί τύποι

Παράμετροι

ΤΥΠΟΣ Α: Υγρό τροπικό

Κριτήριο: $T_{\psi} > 18^{\circ}\text{C}$

ΤΥΠΟΣ Β: Ξηρό

Κριτήριο: $R < R_1$

όπου $R_1 = 20 * T + 280$

αν $R_{60} > 0.7 * R$ (ξηρός χειμώνας)

$R_1 = 20 * T$

αν $R_{6\psi} > 0.7 * R$ (ξηρό καλοκαίρι)

$R_1 = 20 * T + 140$

αν υπάρχει ισοκατανομή
κατακρήμνισης

ΤΥΠΟΣ Γ: Υγρό με ήπιους χειμώνες

Κριτήριο: $T_0 > 10^{\circ}\text{C}$ και $-3^{\circ}\text{C} < T_{\psi} < 18^{\circ}\text{C}$

ΤΥΠΟΣ Δ: Υγρό με ψυχρούς χειμώνες

Κριτήριο: $T_0 > 10^{\circ}\text{C}$ και $T_{\psi} < -3^{\circ}\text{C}$.

ΤΥΠΟΣ Ε: Πολικό

Κριτήριο: $T_0 < 10^{\circ}\text{C}$

ΤΥΠΟΣ Η: Ορεινό

Μέσες ετήσιες τιμές

• R κατακρήμνιση σε mm

• T θερμοκρασία σε $^{\circ}\text{C}$

Μέσες εξαμηνιαίες τιμές

• $R_{6\psi}$ μέσο ύψος κατακρήμνισης του
ψυχρού εξαμήνου σε mm

• R_{60} μέσο ύψος κατακρήμνισης του
θερμού εξαμήνου σε mm

Μέσες μηνιαίες τιμές

• T_{ψ} θερμοκρασία του ψυχρότερου
μήνα σε $^{\circ}\text{C}$

• T_0 θερμοκρασία του θερμότερου μήνα σε $^{\circ}\text{C}$

• T_{μ} θερμοκρασία ενός μήνα σε $^{\circ}\text{C}$

• R_{ξ} κατακρήμνιση του ξηρότερου μήνα σε mm

• R_{ν} κατακρήμνιση του υγρότερου μήνα σε mm

• $R_{\xi\theta}$ κατακρήμνιση του ξηρότερου μήνα του
θερμού εξαμήνου σε mm

• $R_{\nu\theta}$ κατακρήμνιση του υγρότερου μήνα του
θερμού εξαμήνου σε mm

• $R_{\xi\psi}$ κατακρήμνιση του ξηρότερου μήνα του
ψυχρού εξαμήνου σε mm

• $R_{\nu\psi}$ κατακρήμνιση του υγρότερου μήνα του
ψυχρού εξαμήνου σε mm

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑ KÖPPEN

Παραδείγματα κλιματικών τύπων

ΤΡΟΠΙΚΟ

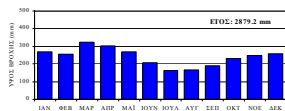
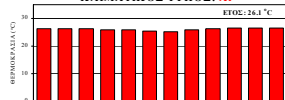
ΞΗΡΟ

ΥΓΡΟ ΜΕ ΗΠΙΟΥΣ
ΧΕΙΜΩΝΕΣ

ΙQUITO (PERU)

$\varphi=3.75^{\circ}\text{N}$, $\lambda=73.28^{\circ}\text{W}$, $h=125\text{ m}$

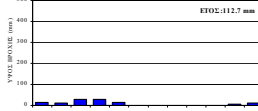
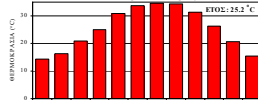
ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ: Af



RIYADH (SAUDI ARABIA)

$\varphi=24.72^{\circ}\text{N}$, $\lambda=46.70^{\circ}\text{E}$, $h=635\text{ m}$

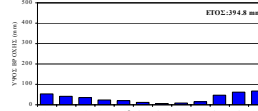
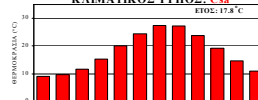
ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ: BWh



ATHINAI (GREECE)

$\varphi=37.97^{\circ}\text{N}$, $\lambda=23.76^{\circ}\text{E}$, $h=187\text{ m}$

ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ: Csa



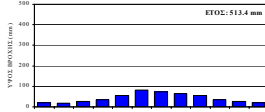
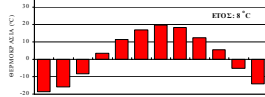
ΥΓΡΟ ΜΕ ΨΥΧΡΟΥΣ ΧΕΙΜΩΝΕΣ

ΠΟΛΙΚΟ

WINNIPEG (CANADA)

$\varphi=49.98^{\circ}\text{N}$, $\lambda=97.28^{\circ}\text{W}$, $h=239\text{ m}$

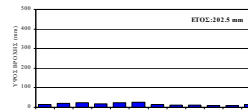
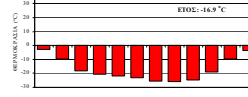
ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ: Dfb



MCMURDO (ANTARCTICA)

$\varphi=77.84^{\circ}\text{S}$, $\lambda=166.69^{\circ}\text{E}$

ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ: EF



ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ KÖPPEN

ΤΥΠΟΣ Α:

f: Υγρό τροπικό

Κριτήριο: $R_{\xi} \geq 60 \text{ mm}$

w: Υγρό και ξηρό-Σαβάννα

Κριτήριο: $R_{\xi} < 10 - R/250$

m: Τροπικό Μουσωνικό

Κριτήριο: $10 - R/250 \leq R_{\xi} < 60 \text{ mm}$

ΤΥΠΟΣ C:

Τύποι δεύτερης κατηγορίας

w: Ξηρός χειμώνας

Κριτήριο: $R_{\xi\psi} < R_{\nu\theta}/10$

s: Ξηρό καλοκαίρι

Κριτήρια: $R_{\xi\theta} < 40 \text{ mm}$ και $R_{\xi\theta} < R_{\nu\psi}/3$

f: Υγρό όλο το χρόνο

Κριτήριο: Δεν ισχύουν τα προηγούμενα

Τύποι τρίτης κατηγορίας

a: Μεγάλο και θερμό καλοκαίρι

Κριτήρια: $T_{\theta} > 22^{\circ}\text{C}$ και $T_{\mu} > 10^{\circ}\text{C}$

για 4 τουλάχιστον μήνες

b: Μεγάλο και δροσερό καλοκαίρι

Κριτήρια: $T_{\theta} < 22^{\circ}\text{C}$ και $T_{\mu} > 10^{\circ}\text{C}$

για 4 τουλάχιστον μήνες

c: Μικρό και δροσερό καλοκαίρι

Κριτήρια: $T_{\theta} < 22^{\circ}\text{C}$ και $T_{\mu} > 10^{\circ}\text{C}$

για 1-3 μήνες

ΤΥΠΟΣ B:

Τύποι δεύτερης κατηγορίας

S: Υμιάνυδρο - στέπας Κριτήριο: $R/2 < R < R/1$

W: Άνυδρο-ερήμου Κριτήριο: $R < R/2$

Τύποι τρίτης κατηγορίας

h: Θερμό και ξηρό Κριτήριο: $T > 18^{\circ}\text{C}$

k: Δροσερό και ξηρό Κριτήριο: $T < 18^{\circ}\text{C}$.

ΤΥΠΟΣ D:

Τύποι δεύτερης κατηγορίας

Οι ίδιοι με της κατηγορίας C:

w, s και f

Τύποι τρίτης κατηγορίας

Περιλαμβάνονται οι τρεις της

κατηγορίας C: **a, b, c**

d: Δριμείς χειμώνες και δροσερά καλοκαίρια Κριτήριο: $T_{\psi} < -38^{\circ}\text{C}$

ΤΥΠΟΣ E:

T: Τούντρα

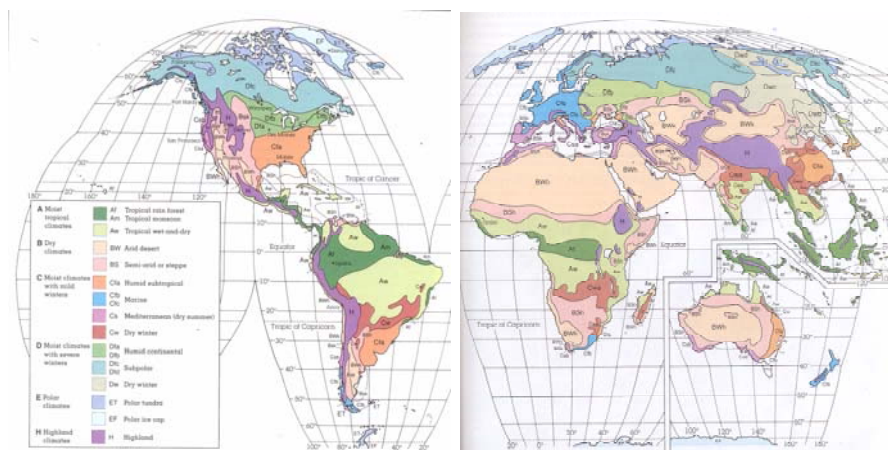
Κριτήριο: $0^{\circ}\text{C} < T_{\theta} < 10^{\circ}\text{C}$

F: Παγοκάλυψη

Κριτήριο: $T_{\theta} < 0^{\circ}\text{C}$.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ KÖPPEN

Κλιματικές ζώνες

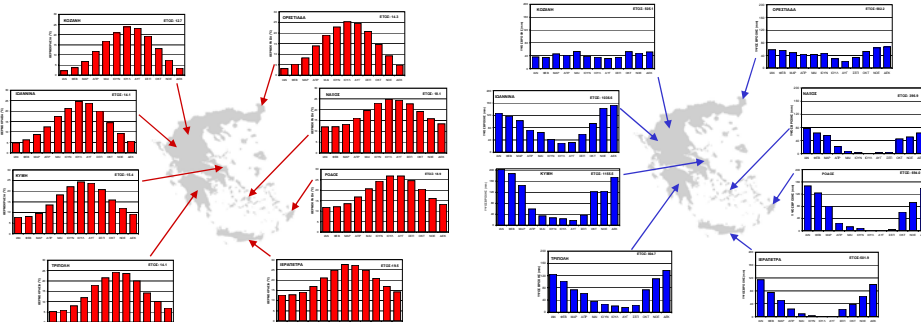


Πηγή: Ahrens, 1993

ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ (°C)

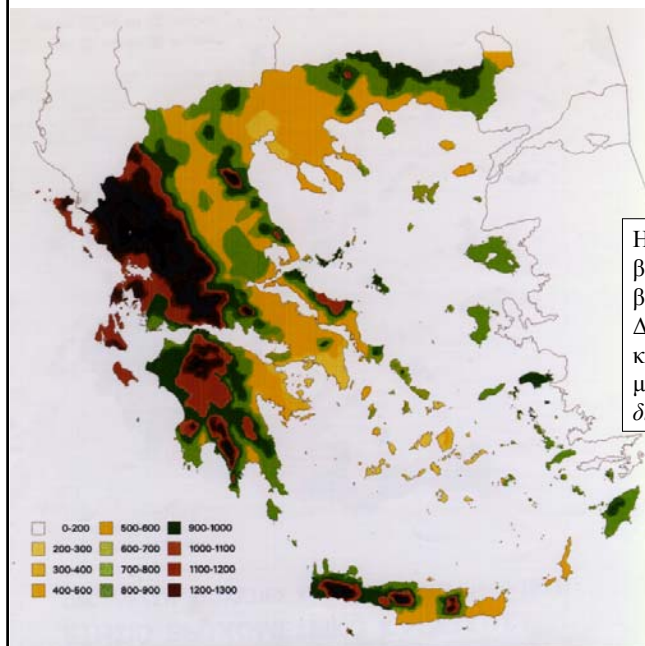
ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ (mm)



Οι σημειακές τιμές υπολογίστηκαν με βάση δεδομένα της ΕΜΥ για την περίοδο 1968-1989

ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)



Η επιφάνεια ετήσιας βροχόπτωσης καταρτίστηκε με βάση τις ισούετιες καμπύλες της ΔΕΗ για την περίοδο 1950-74 και απεικονίστηκε με την μέθοδο της ψηφιδωτής διαμέρισης

ΚΑΙΜΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Δείκτης δυσφορίας (Heat Index)

Σχετική υγρασία (%)

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
20	19	20	21	22	23	24	25	25	25	25	25	25	25	24	23	22	21	20	18	17	15
21	20	21	22	23	24	24	25	25	25	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	18	16
22	21	22	23	24	24	25	25	25	25	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	18	16
23	22	23	24	24	24	25	25	25	25	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	18	16
24	23	24	24	24	24	25	25	25	25	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	18	16
25	24	24	24	25	25	25	25	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	25
26	25	25	25	25	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	25
27	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	25
28	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	25
29	28	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	25
30	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	25
31	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	25
32	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	25
33	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	25
34	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	25
35	33	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	25
36	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	25
37	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	25
38	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	25
39	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	25
40	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	25
41	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	25
42	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	25
43	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	25
44	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	25
45	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	25
46	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	25
47	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	25
48	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	25
49	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	25
50	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	25
51	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	25
52	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	25
53	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	25
54	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	25
55	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	25
56	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	25
57	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	25
58	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	25
59	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	25
60	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	25

**Dhahran,
Σαουδική Αραβία**

8 Ιουλίου 2003

Θερμοκρασία:
108 °F (42 °C)

Σχετική υγρασία:
67%

Δείκτης δυσφορίας:
176 °F (80 °C)

ΚΑΙΜΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Σχέση του δείκτη δυσφορίας με συμπτώματα στον ανθρώπινο πληθυσμό

HI (°C)	Συμπτώματα
< 21	Δεν προκαλείται δυσφορία
21–24	Το 10% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία
24–27	Σχεδόν το σύνολο του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία
27–32	Αίσθημα κόπωσης με την παρατεταμένη έκθεση και δραστηριότητα
32–41	Πιθανή ηλίαση, εξάντληση και θερμικές κράμπες
41–54	Κίνδυνος. Ηλίαση, εξάντληση και πιθανή θερμοπληξία
> 54	Ιδιαίτερος κίνδυνος. Ηλίαση και θερμοπληξία

$$HI = c_1 + c_2T + c_3R + c_4TR + c_5T^2 + c_6R^2 + c_7T^2R + c_8TR^2 + c_9T^2R^2$$

Εισαγωγή στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική

Βιοκλιματική αρχιτεκτονική ονομάζεται η αρχιτεκτονική που προάγει σχεδιαστικές λύσεις που εκμεταλλεύονται τις περιβαλλοντικές συνθήκες και δημιουργούν κτίρια με θερμική άνεση χωρίς μηχανικές επεμβάσεις. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική παρεμβαίνει μόνο με το σχεδιασμό των αρχιτεκτονικών στοιχείων χωρίς να κάνει χρήση μηχανικών συστημάτων. Υπάρχουν δύο σημαντικές στρατηγικές για την εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο:

- Σε ψυχρό καιρό να μεγιστοποιούνται τα κέρδη θερμότητας και να εξασφαλίζεται η καλή διανομή τους και κατάλληλη αποθήκευσή τους
- Σε θερμό καιρό να ελαχιστοποιούνται τα κέρδη θερμότητας, να αποφεύγεται η υπερθέρμανση και να βελτιστοποιείται ο αερισμός με ψυχρό αέρα

ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΗ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η κύρια πηγή ενέργειας που εισέρχεται στην ατμόσφαιρα προέρχεται από τον ήλιο, ο οποίος συνεχώς αποβάλλει μέρος της μάζας του εκπέμποντας κύματα και σωματίδια υψηλής ενέργειας, στο διάστημα. Το ποσό της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας στο εξωτερικό όριο της ατμόσφαιρας, εξαρτάται από τέσσερις παράγοντες:

Ηλιακή εξερχόμενη ακτινοβολία

Η εξερχόμενη ηλιακή ενέργεια εξαρτάται από την ηλιακή δραστηριότητα

Απόσταση της γης από τον ήλιο

Η γη στις 3/1 απέχει $147 \cdot 10^6$ και στις 4/7 $152 \cdot 10^6$ χιλιόμετρα, (μεταβολή απόστασης 3.4%)

Αζιμούθιο του ηλίου

Το αζιμούθιο του ηλίου (η γωνία μεταξύ των ακτίνων και της εφαπτομένης του εδάφους στο σημείο παρατήρησης d) επηρεάζει σημαντικά την ενέργεια που λαμβάνεται από το έδαφος με βάση τη σχέση:

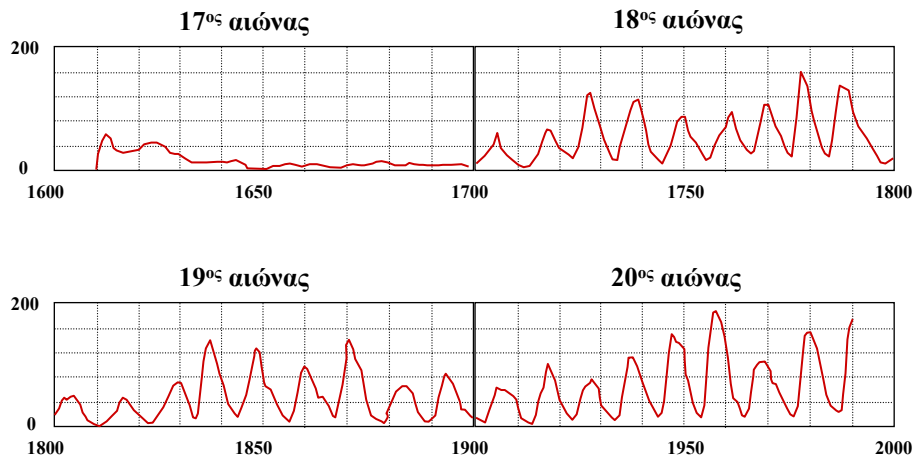
$$I = I_0 \sin d \text{ όπου } I \text{ ένταση και } I_0 \text{ ηλιακή σταθερά}$$

Η γωνία d εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος και την εποχή

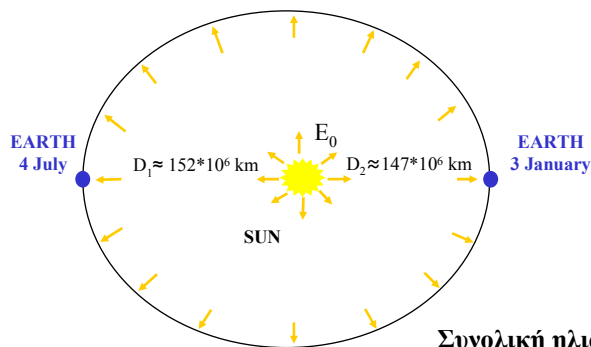
Διάρκεια ημέρας

Εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος και την εποχή

ΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΡΙΘΜΟΥ ΗΛΙΑΚΩΝ ΚΗΛΙΔΩΝ



Υπολογισμός της εκκεντρότητας (eccentricity) και της ηλιακής σταθεράς (solar constant)



Συντελεστής εκκεντρότητας

$$d = (D_{mean}/D_j)^2$$

D_{mean} Η μέση απόσταση γης-ηλίου ($\approx 149.6 \cdot 10^6 \text{ km}$)

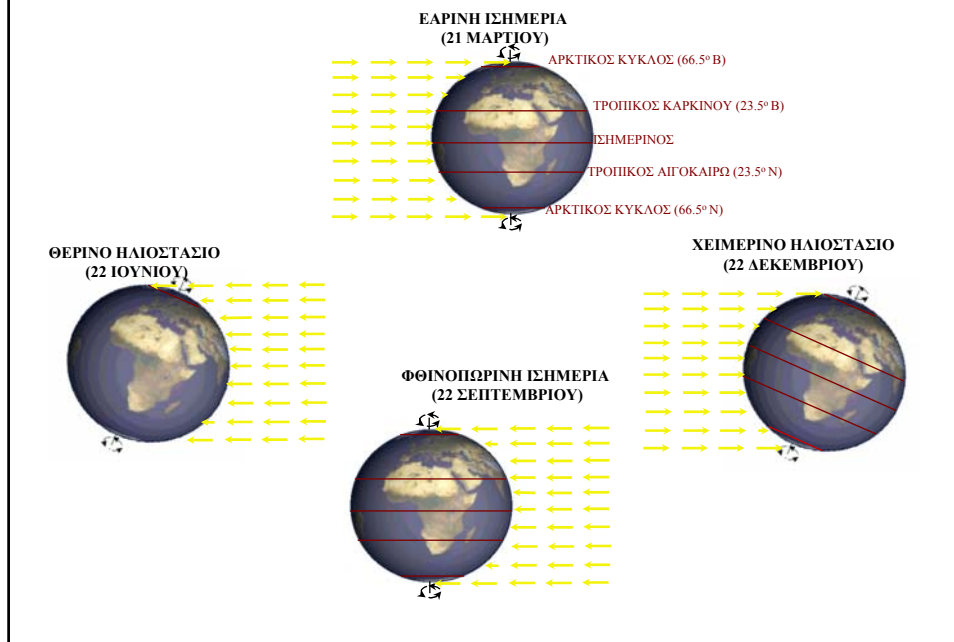
D_j η απόσταση γης-ηλίου την ημέρα J

Συνολική ηλιακή ενέργεια
 $E = 3.9 \cdot 10^{26} \text{ W}$

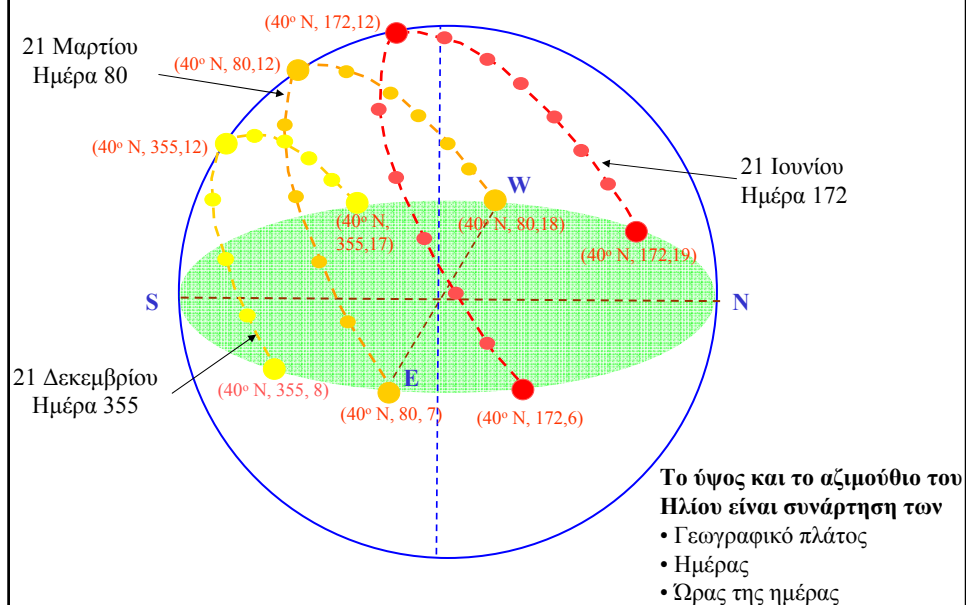
Ηλιακή ακτινοβολία στη γη
 $I = E / (4 \cdot \pi \cdot D^2) \text{ W/m}^2$

$$\text{Ηλιακή σταθερά } I_0 = E / (4 \cdot \pi \cdot D_{mean}^2) \text{ W/m}^2$$

ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΗ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ



ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΘΕΣΗΣ ΗΛΙΟΥ (γεωγραφικό πλάτος 40°)

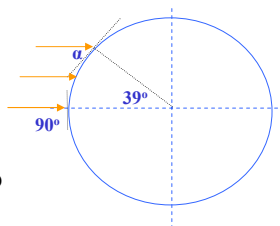


ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΗ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Γωνία πρόσπτωσης ηλιακών ακτινών το μεσημέρι, σε επίπεδη επιφάνεια και σε γεωγραφικό πλάτος 39°

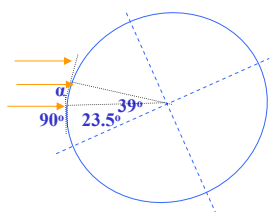
Ισημερίες

Γωνία πρόσπτωσης α :
 $90 - 39 = 51^\circ$



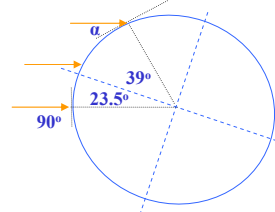
Θερινό ηλιοστάσιο

Γωνία πρόσπτωσης α :
 $90 - (39 - 23.5) = 73.5^\circ$



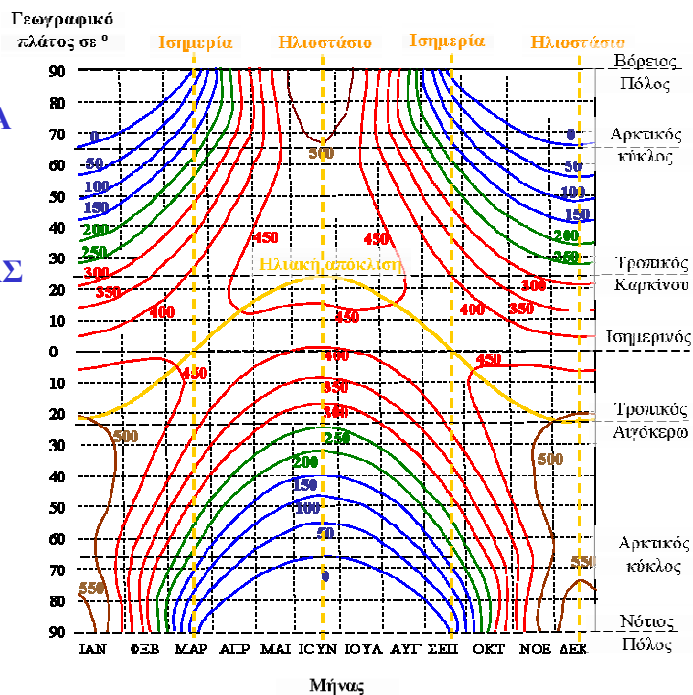
Χειμερινό ηλιοστάσιο

Γωνία πρόσπτωσης α :
 $90 - (39 + 23.5) = 27.5^\circ$



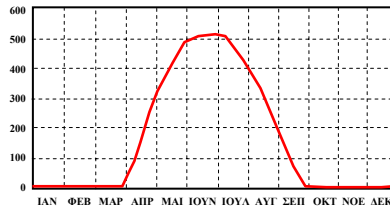
ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΤΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ (W/m²)

Πηγή:
Christopherson, 2000

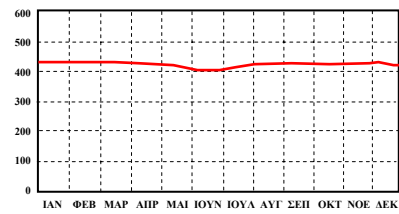


ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΤΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ (W/m²)

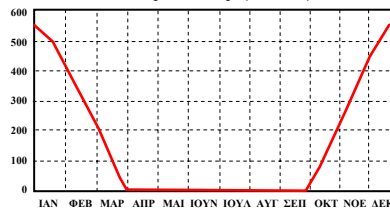
Βόρειος πόλος (90° Β)



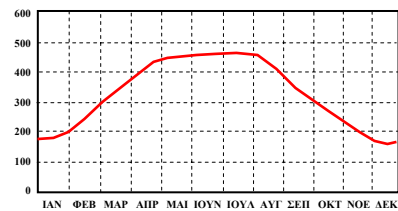
Ισημερινός (0°)



Νότιος πόλος (90° Ν)



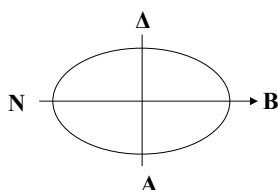
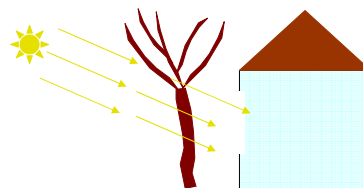
Νέα Υόρκη (40° Β)



Προσανατολισμός κτηρίου σε γεωγραφικό πλάτος 39°

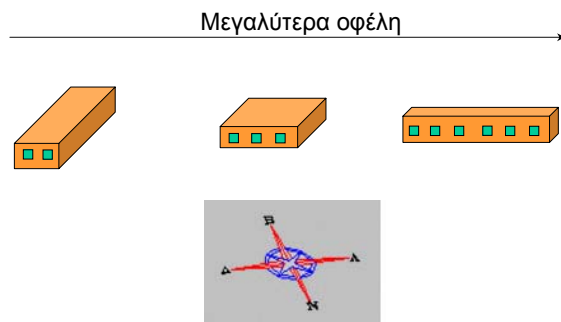


22 Δεκεμβρίου, μεσημέρι
Γωνία πρόσπτωσης: 27.5°



Προσανατολισμός κτηρίου στο βόρειο ημισφαίριο

Για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας το κτίριο πρέπει να λειτουργεί σαν ηλιακή «παγίδα». Η εκμετάλλευση αυτή μπορεί να γίνει σύμφωνα με το κατωτέρω σχήμα. Λόγω της ηλιακής τροχιάς το κτίριο που αναπτύσσεται κατά μήκος του άξονα Βορρά- Νότου, έχει μικρά οφέλη, ενώ το κτίριο που αναπτύσσεται κατά μήκος του άξονα Ανατολή-Δύση, έχει μεγαλύτερα οφέλη.



Θέρμανση κτιρίων με παθητικά ηλιακά συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αξιοποιούν την θερμική μάζα ενός κτιρίου. Σε ημερήσια βάση η θερμική μάζα αποθηκεύει ηλιακή-θερμική ενέργεια από την ηλιακή ακτινοβολία, την οποία απελευθερώνει κατά την διάρκεια της νύχτας. Συνήθως οι κατασκευές αυτές γίνονται στο νότιο τμήμα του κτιρίου όπου το καλοκαίρι είναι ευκολότερο να περιορισθεί η ηλιακή ακτινοβολία

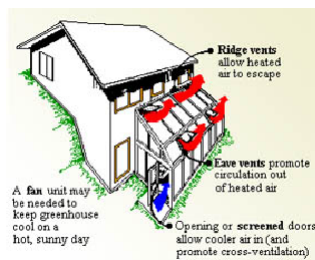
Τοίχος Trombe

Εξωτερικά του τοίχου κατασκευάζεται γυάλινο πέτασμα που εγκλωβίζει την θερμική ενέργεια, ενώ παράλληλα στον τοίχο υπάρχουν ανοίγματα από όπου κυκλοφορεί αέρας που διοχετεύει την θερμότητα μέσα στο κτίριο.



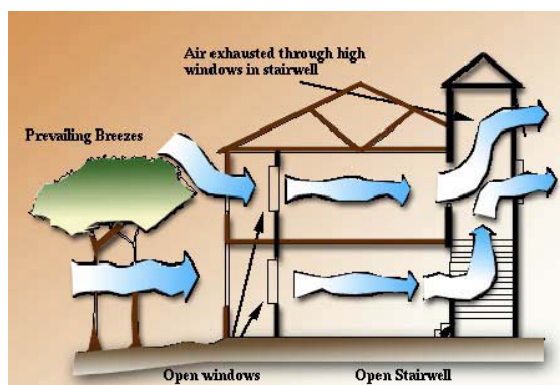
Θερμοκήπιο

Αποθηκεύει θερμική ενέργεια λόγω ακτινοβολίας και ζεσταίνεται, ενώ ο αέρας κυκλοφορεί μέσα στο σπίτι. Την νύχτα το θερμοκήπιο απομονώνεται από τον εσωτερικό χώρο.



Ψύξη με αερισμό

Η αξιοποίηση του αέρα στις κατασκευές γίνεται όταν εντοπίσουμε από στατιστικά στοιχεία τους επικρατέστερους ανέμους στην περιοχή την περίοδο του θέρους. Για την αξιοποίηση των ανέμων για ψύξη προσανατολίζουμε τα ανοίγματα του κτιρίου προς την πλευρά της κατεύθυνσης των ανέμων και δημιουργούμε διαμπερή ανεμόπυργο (στην περίπτωση πολυόροφου κτιρίου) στην πίσω όψη του κτιρίου. Έτσι δημιουργούνται ανεμοπιέσεις στην όψη του κτιρίου και υποπίεσεις στην πίσω όψη του κτιρίου, οι οποίες διευκολύνουν την κυκλοφορία του αέρα στο κτίριο και άρα την ψύξη του.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ahrens, C. D., *Essentials of Meteorology, An Invitation to the Atmosphere*, West Publishing, Minneapolis, 1993
- Arms, K., *Environmental Science*, Saunders College Publishing, 1994
- Manahan S. E., *Environmental Science and Technology*, Lewis Publishers, New York, 1997
- Mason B. J., *Towards the understanding and prediction of climatic variations*, Quart. J. of the R. Meteorological Society, 1976
- Skinner, B. J., and S.C. Porter, *The blue planet, An introduction to earth system science*, John Wiley & Sons Inc., 1995
- Κουτσογιάννης, Δ. και Θ. Ξανθόπουλος, *Τεχνική Υδρολογία*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1997
- Μαμάσης, Ν., και Δ. Κουτσογιάννης, *Σημειώσεις Υδρομετεωρολογίας - Μέρος Β*, Έκδοση 2, 176 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2000.
- Χατζημπίρος Κ., *Οικολογία, Οικοσυστήματα και προστασία του περιβάλλοντος*, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 2001