

# Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ Κ.Εν.Α.Κ.

η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων στο πλαίσιο  
του νέου ενεργειακού κανονισμού

βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων-  
ελάχιστες προδιαγραφές

ΚΛΕΙΩ ΑΞΑΡΛΗ, αρχιτέκτονας, αναπλ. καθηγήτρια ΑΠΘ



**μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για  
θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό  
& παραγωγή ζεστού νερού χρήσης  
με την ταυτόχρονη διασφάλιση συνθηκών άνεσης  
στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων**

ο σκοπός επιτυγχάνεται με:

- **τον ενεργειακά αποδοτικό σχεδιασμό του κελύφους**
- τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών υλικών και Η/Μ εγκαταστάσεων
- ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και
- συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ)



# συνθήκες άνεσης

## θερμική άνεση

ανταλλαγή ενέργειας ανάμεσα στον άνθρωπο και το περιβάλλον

## οπτική άνεση

φωτεινότητα

θάμβωση

ανακλαστικές επιφάνειες

αντιθέσεις μεταξύ σκιασμένων και φωτισμένων σημείων

ηλιακή και θερμική ακτινοβολία

δραστηριότητα

ενδυση

Ροή αέρα

υγρασία

Θερμοκρασία αέρα και θερμοκρασία επιφανειών

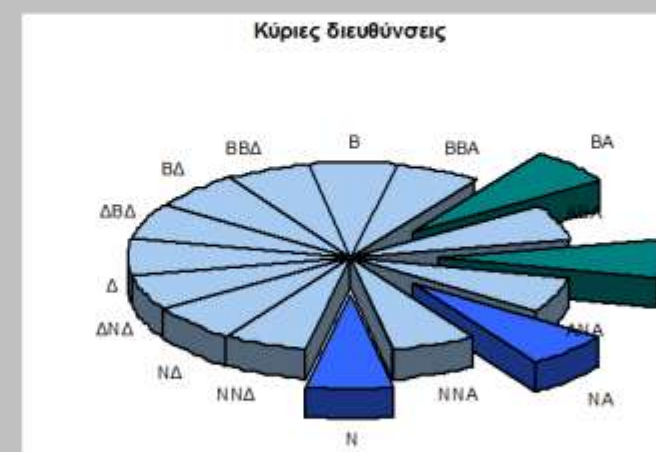
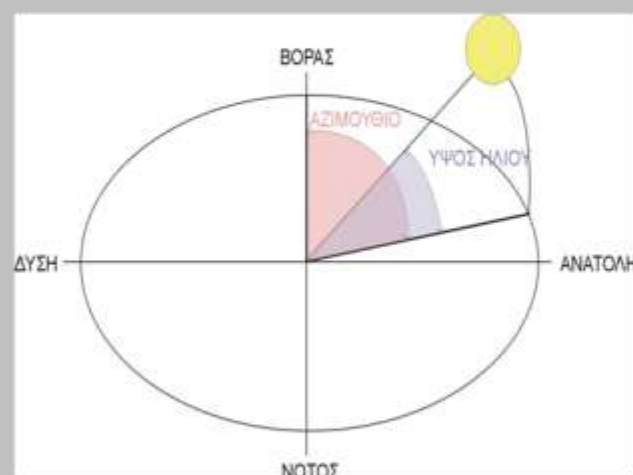
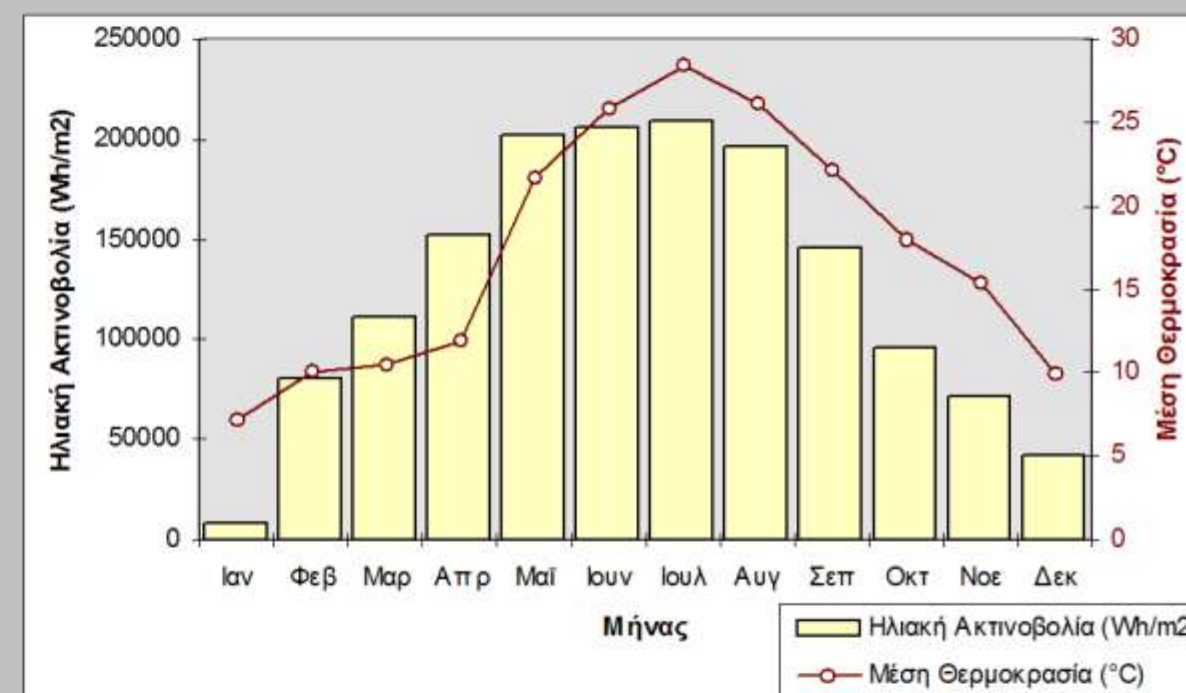
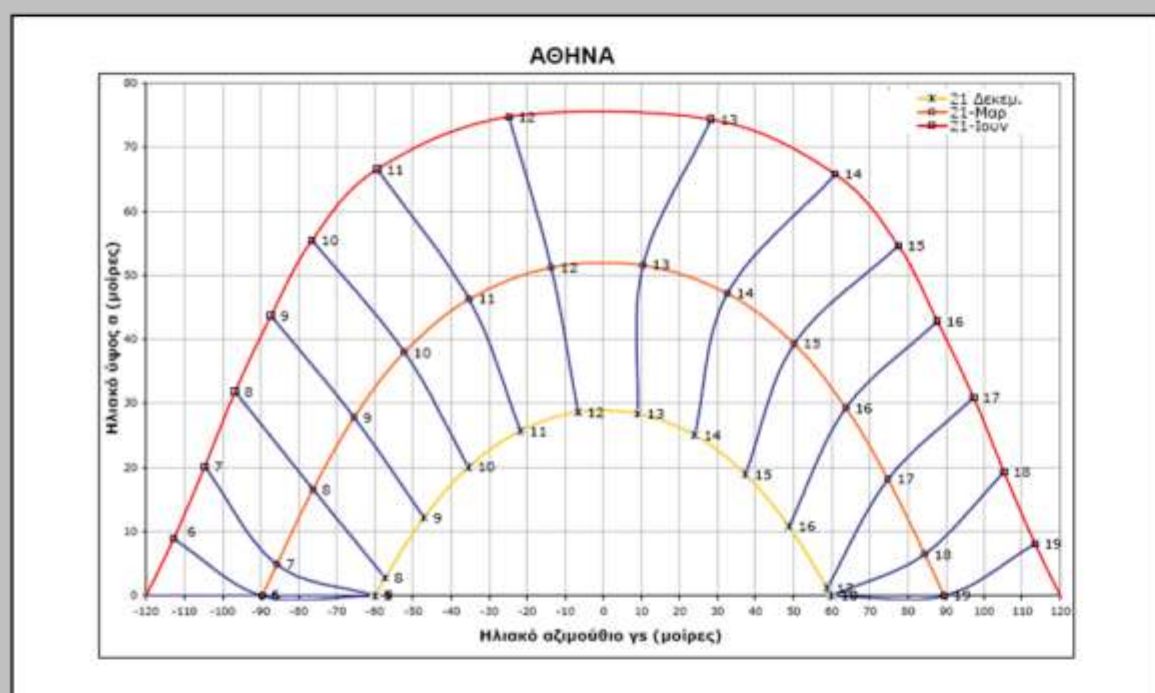


## ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των κτιρίων (αρθρο 8)

- Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτιρίου
- Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.
- Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό
- Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης
- Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός εκ των Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων (ΠΗΣ),
- Ηλιοπροστασία.
- Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.
- Εξασφάλιση οπτικής άνεσης

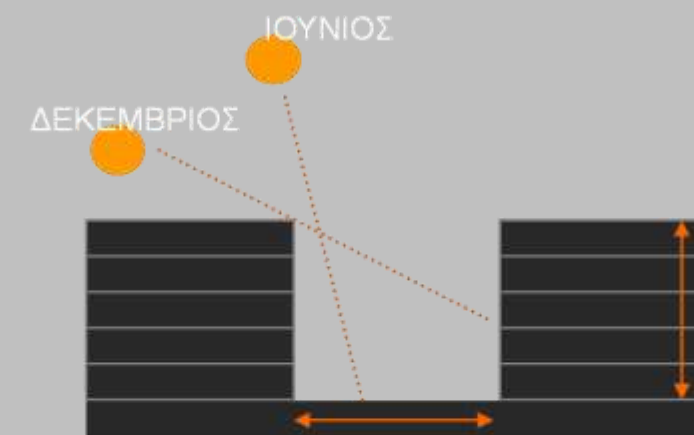
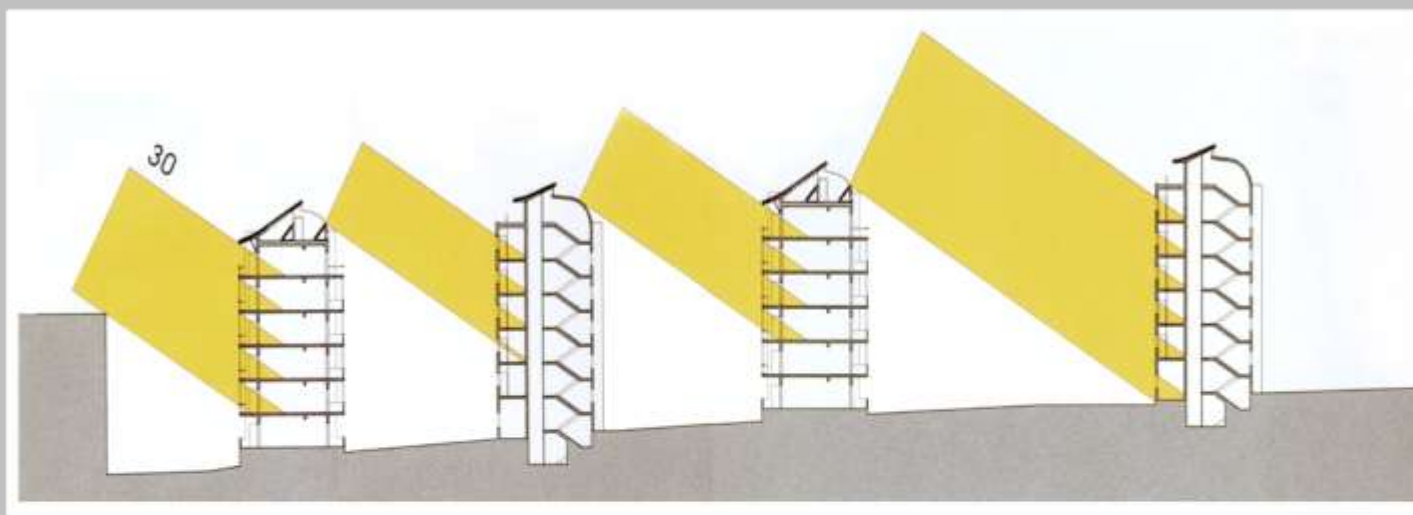
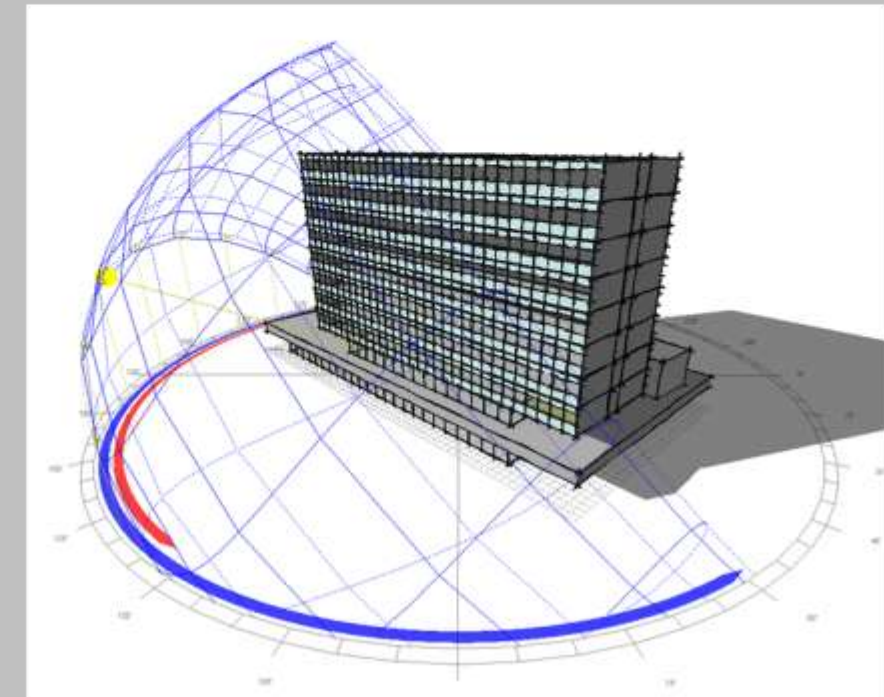
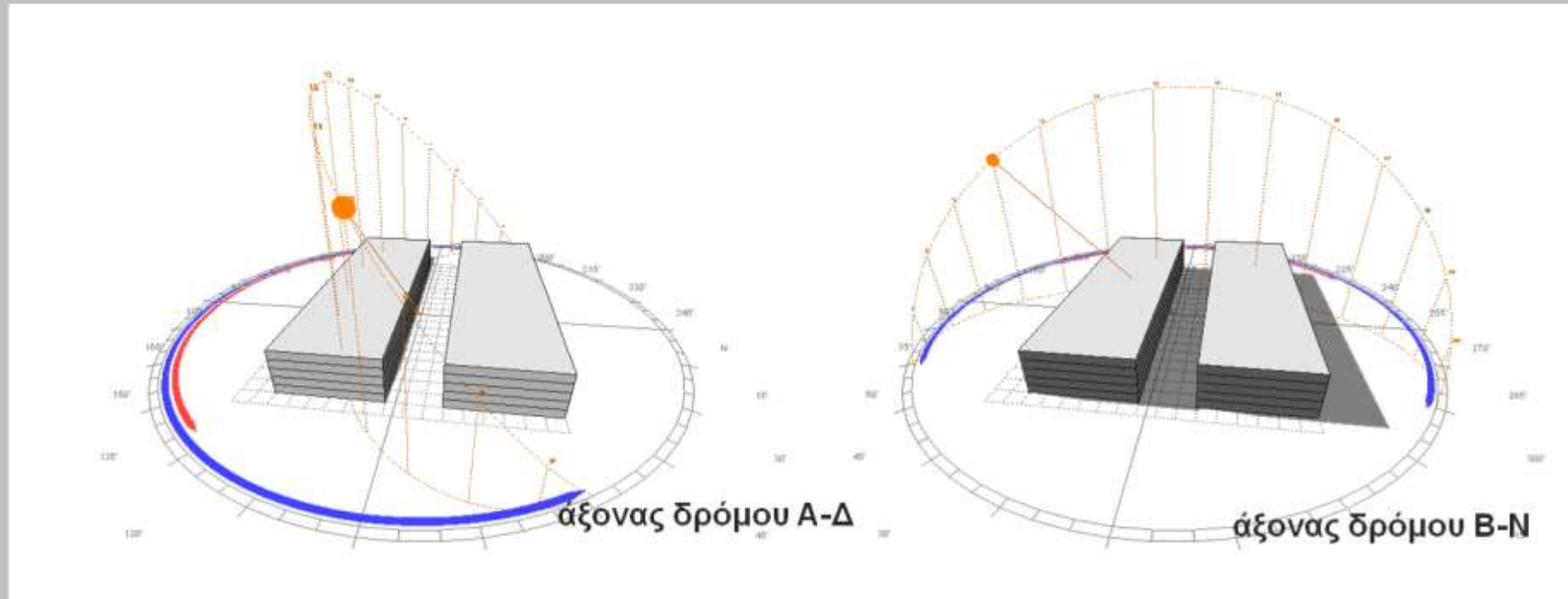


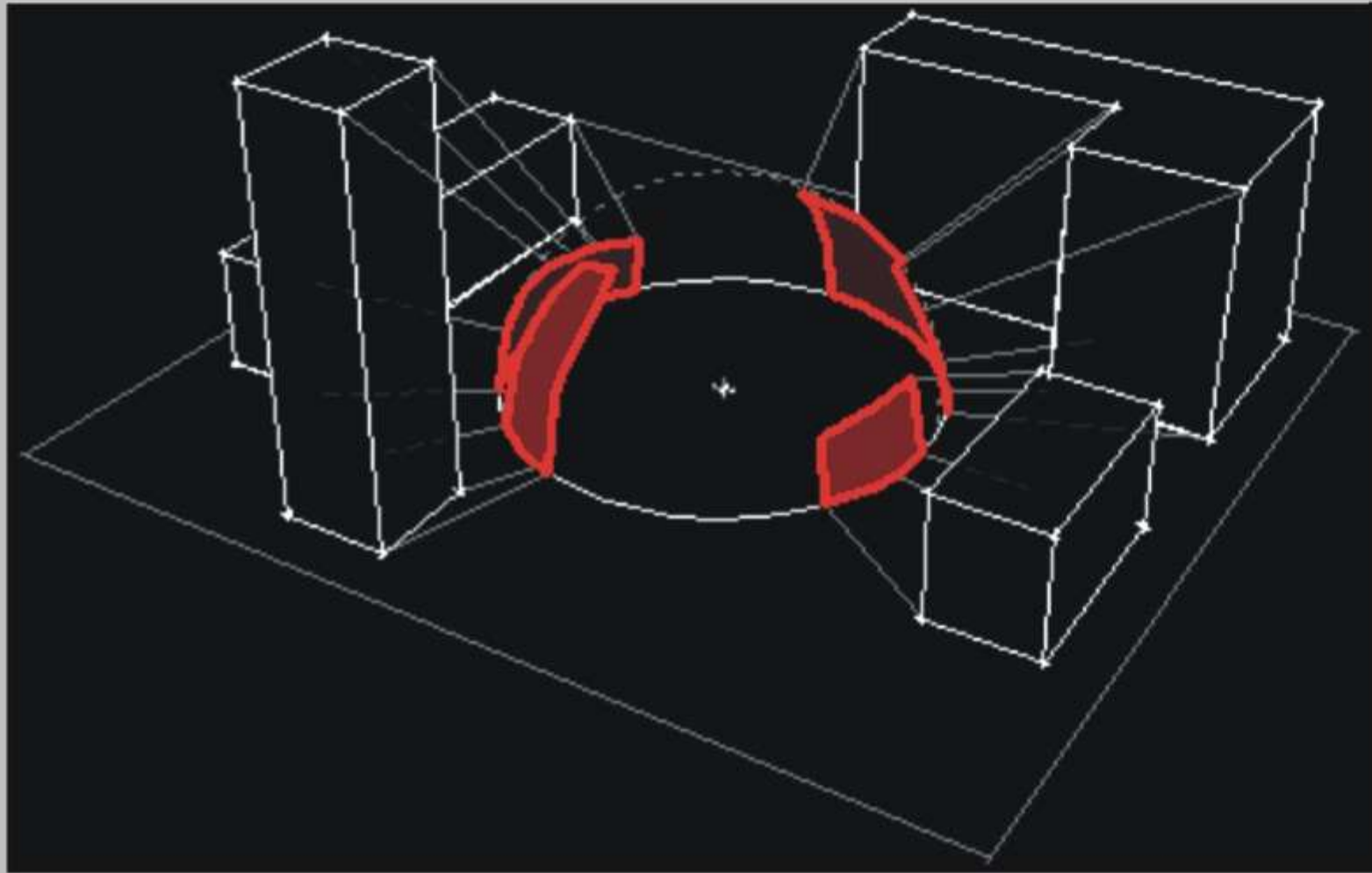
# Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των κλιματικών συνθηκών



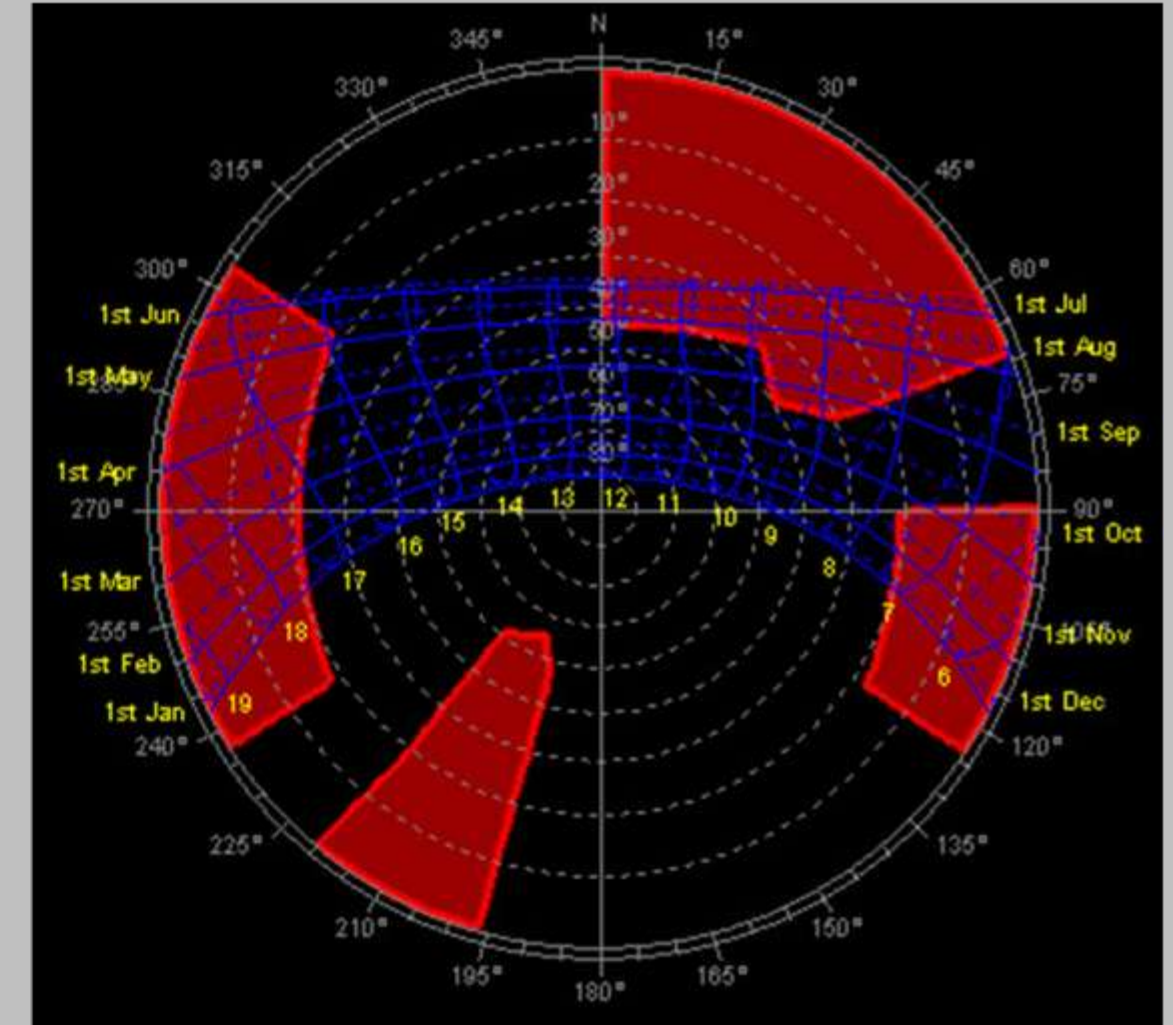


# Τεκμηρίωση με διαγράμματα ηλιασμού λαμβάνοντας υπόψη την περιβάλλουσα δόμηση.





Οι σκιές των κτιριακών όγκων προβαλλόμενες στο έδαφος (οριζόντιο επίπεδο) με τη χρήση του στερεογραφικού διαγράμματος



τον Δεκέμβριο δε σκιάζεται μεταξύ 7:00 και 17:30.

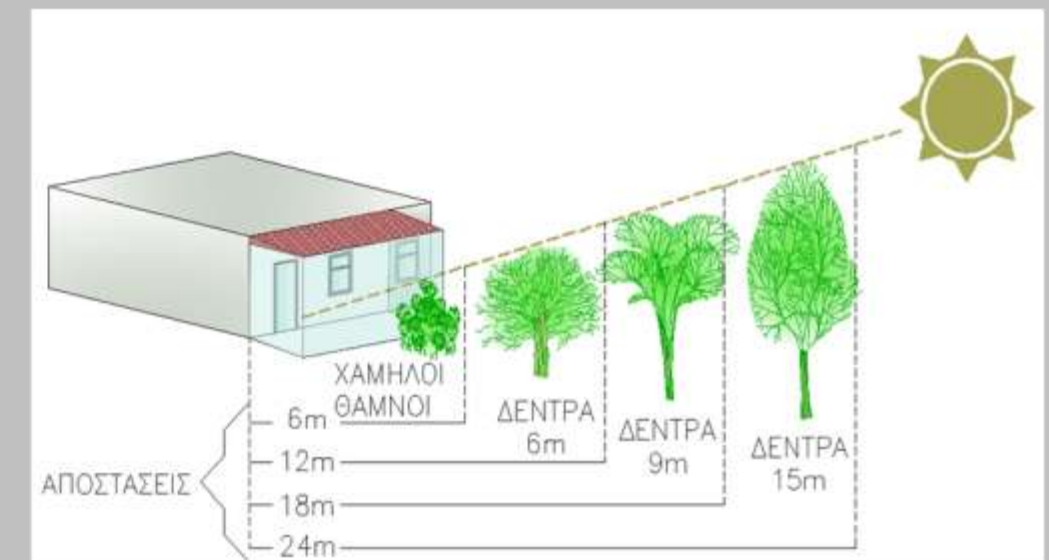
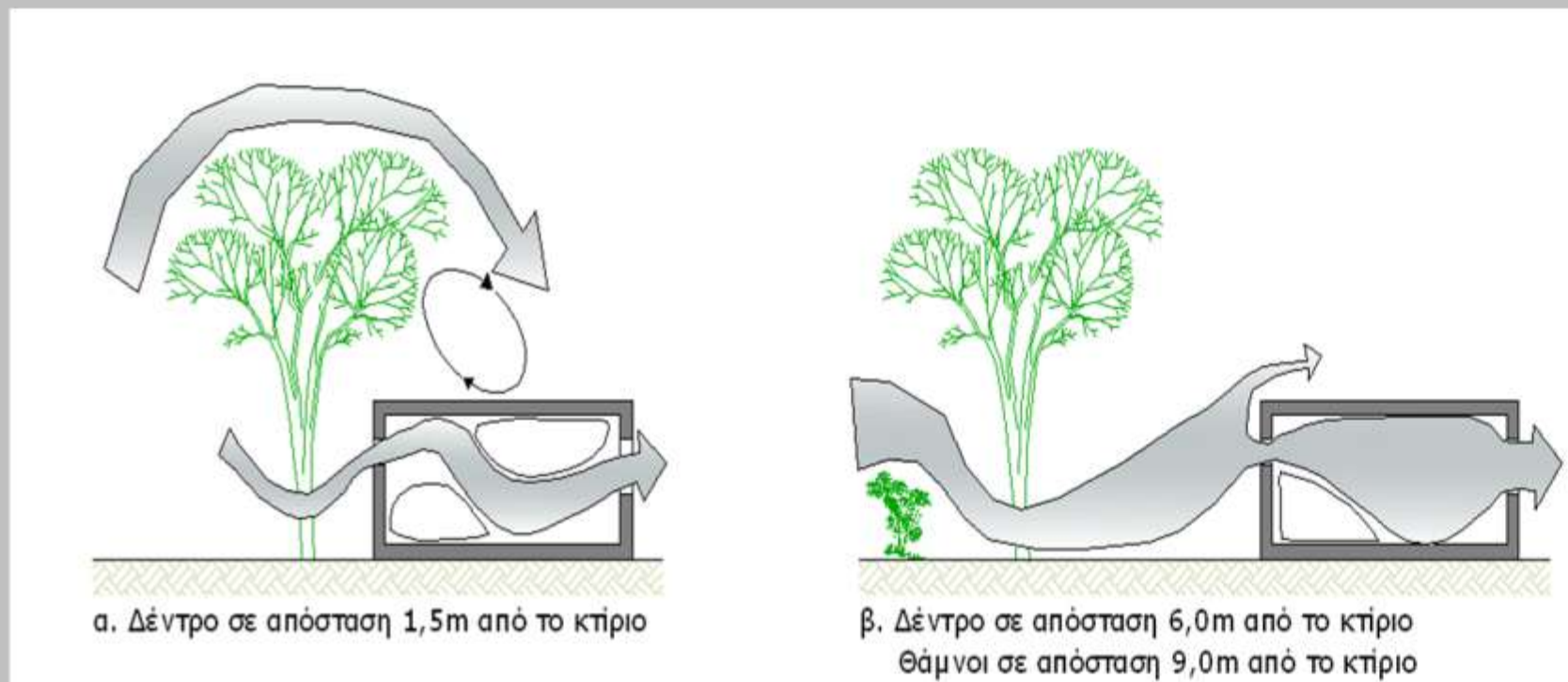
στις αρχές του Απριλίου σκιάζεται από τις 8:30 μέχρι σχεδόν τις 10:00 κι από τις 16:30 μέχρι τη δύση του ηλίου





# Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος

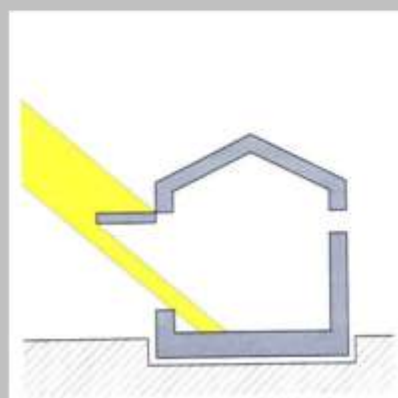
- Τεκμηρίωση της επιλογής και χωροθέτησης φύτευσης και άλλων στοιχείων βελτίωσης του μικροκλίματος



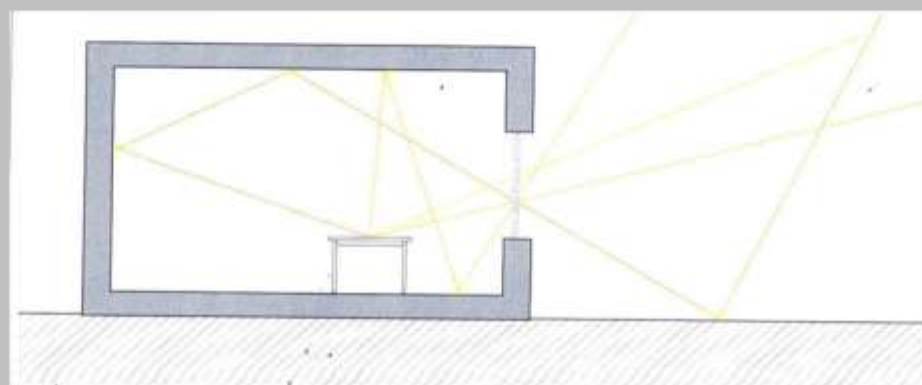
Προτεινόμενα ύψη φύτευσης, αναλόγως με την απόσταση, για νότιο προσανατολισμό



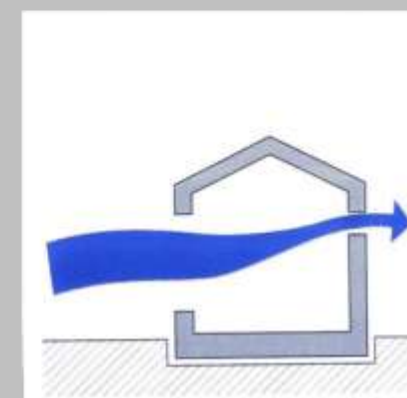
# Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού



ηλιασμός

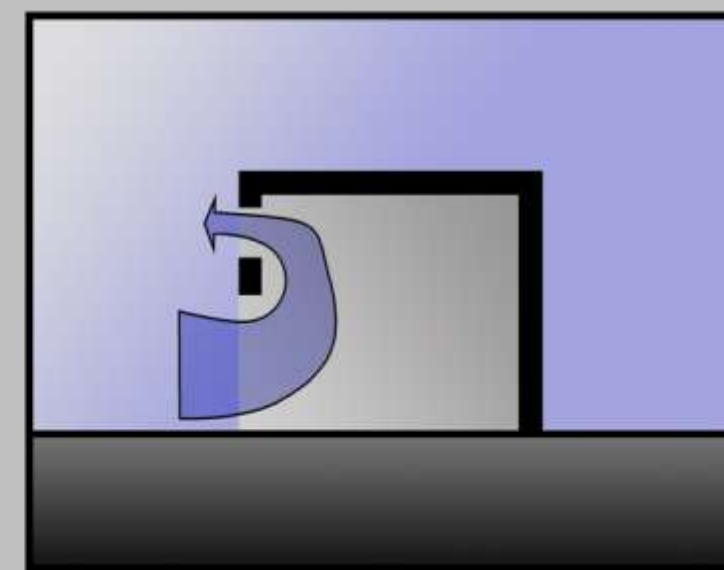
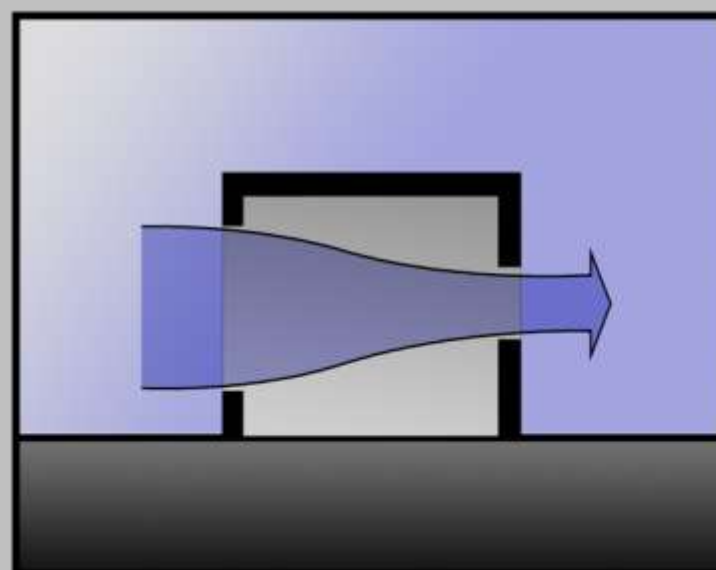
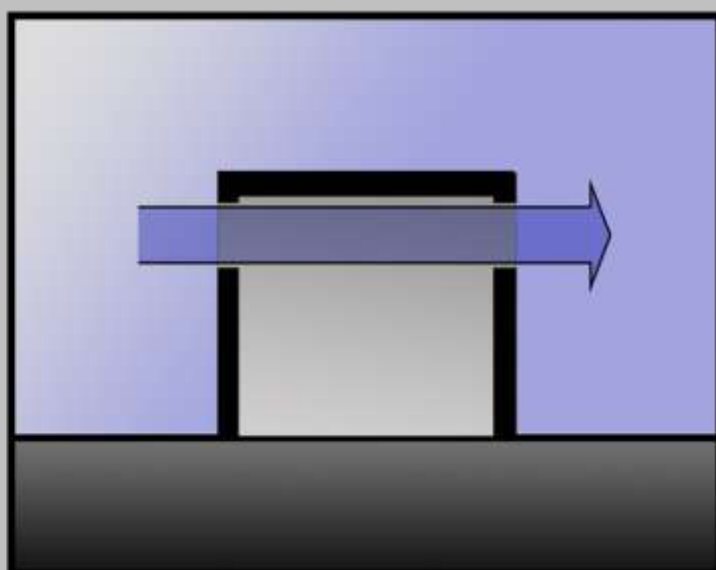
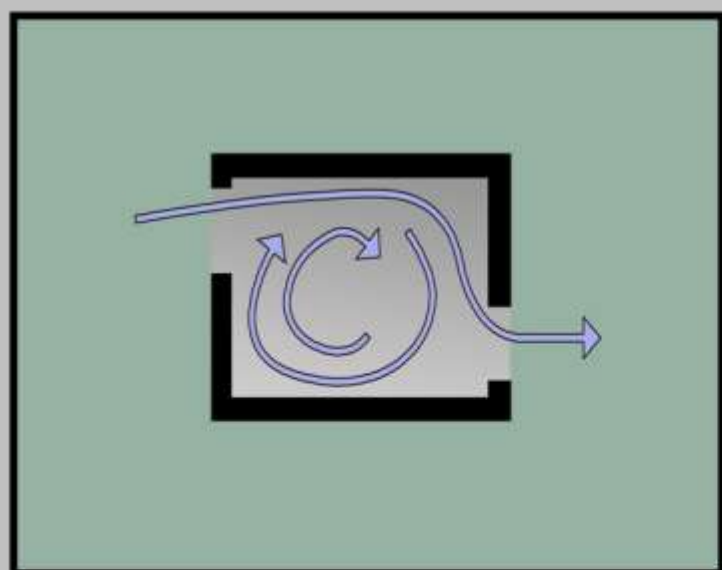
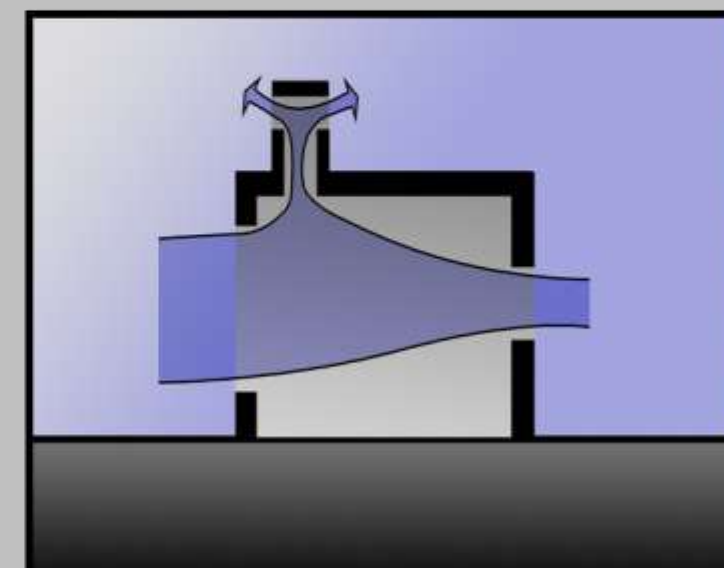
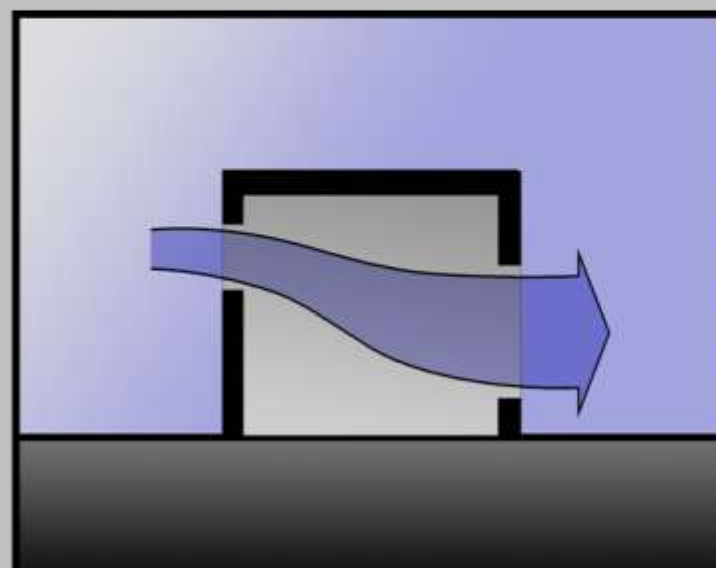
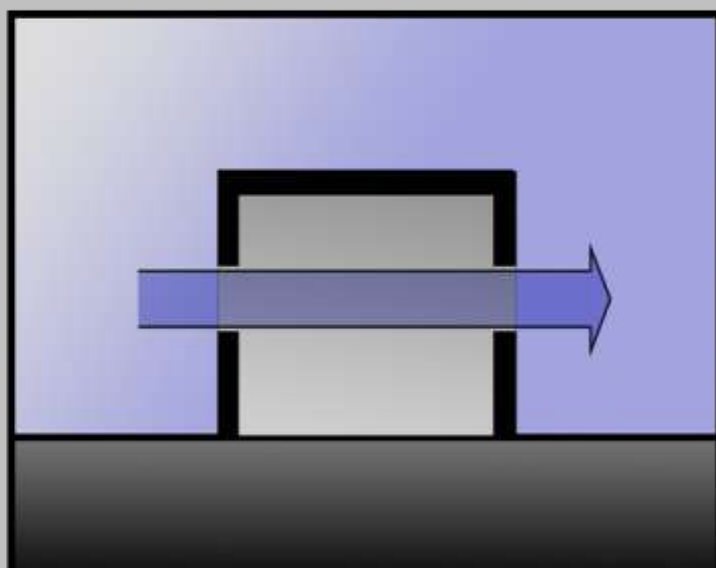
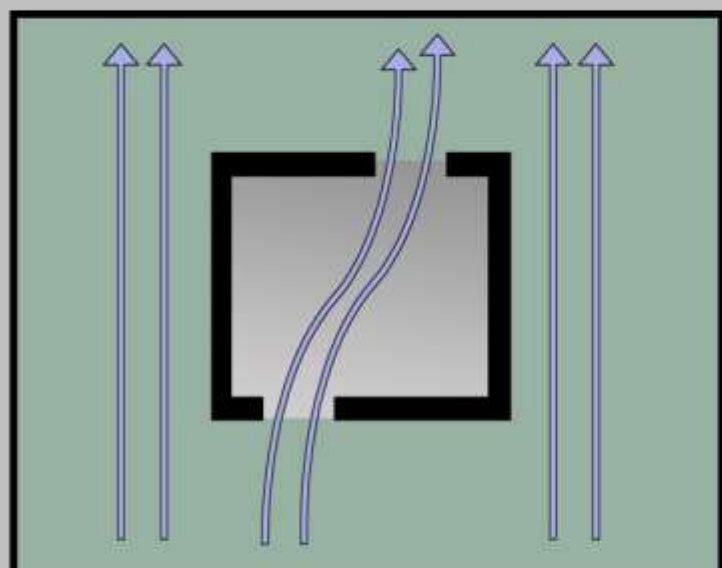


φυσικός φωτισμός



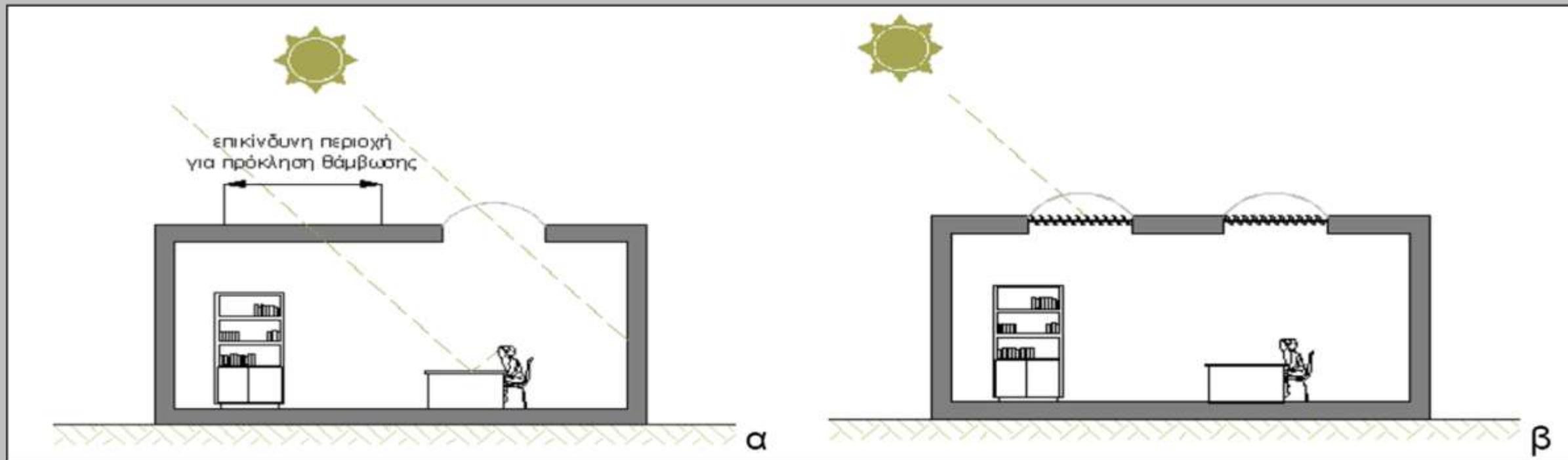
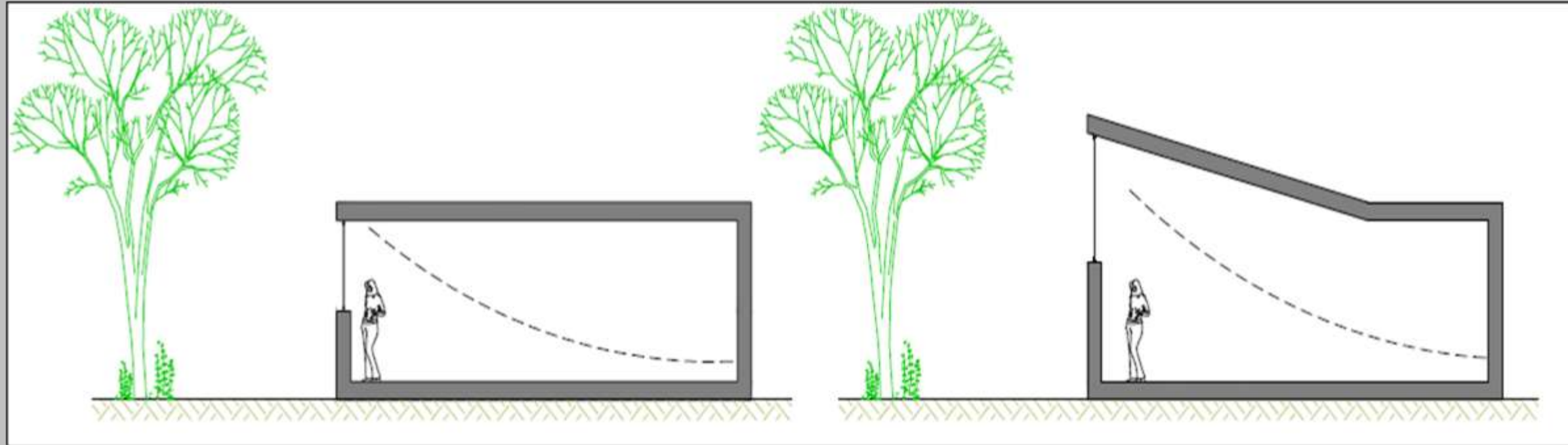
αερισμός

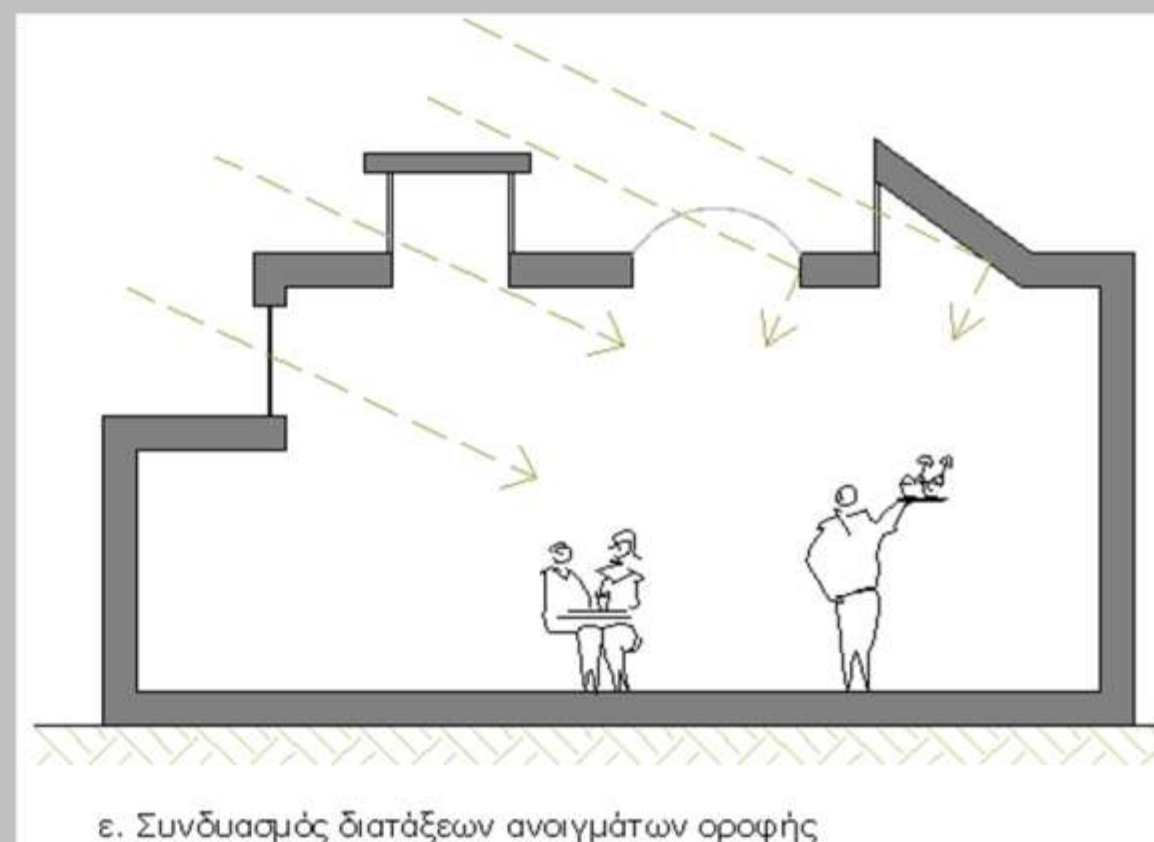
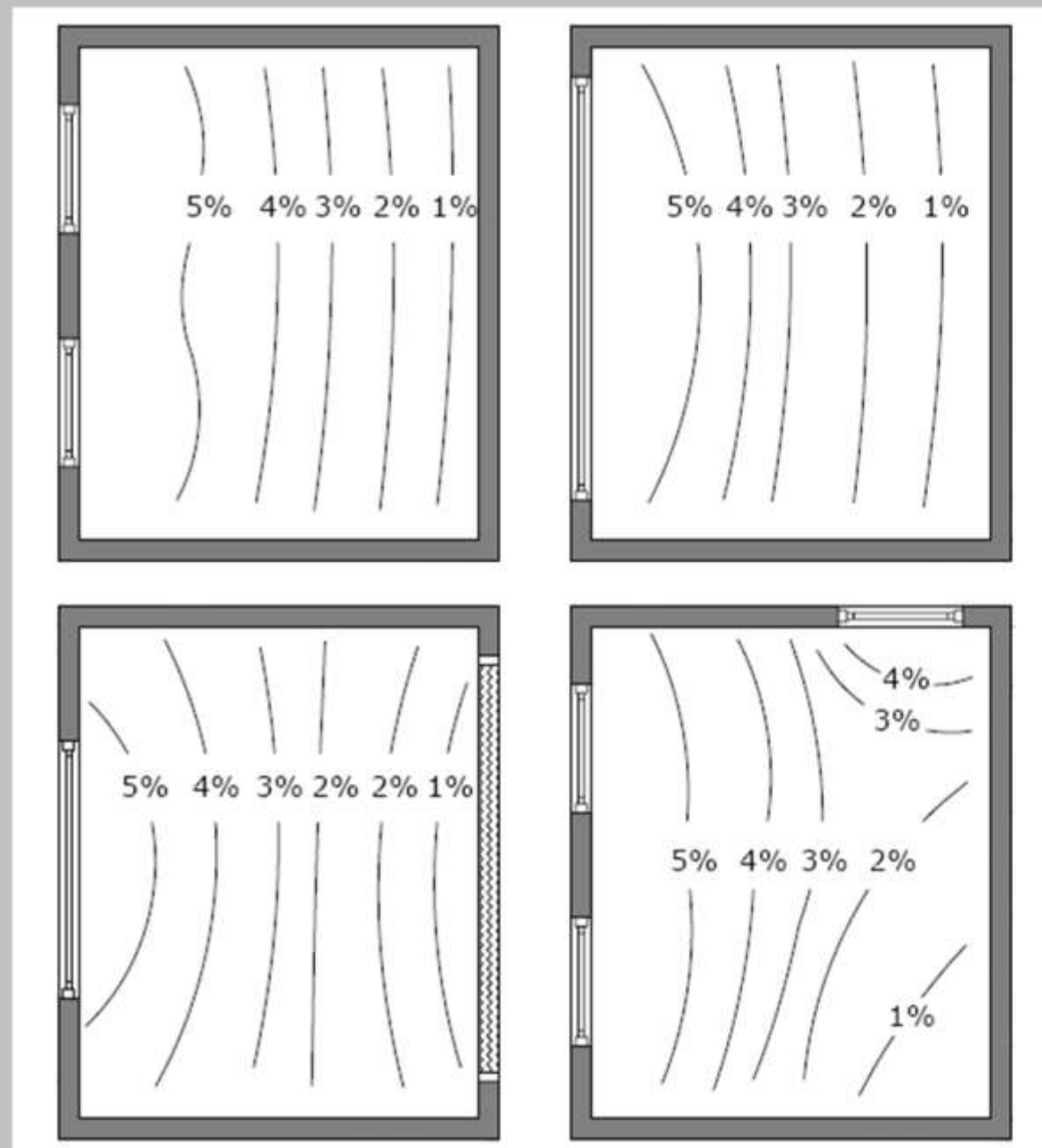
# Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις αερισμού





# Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις φωτισμού

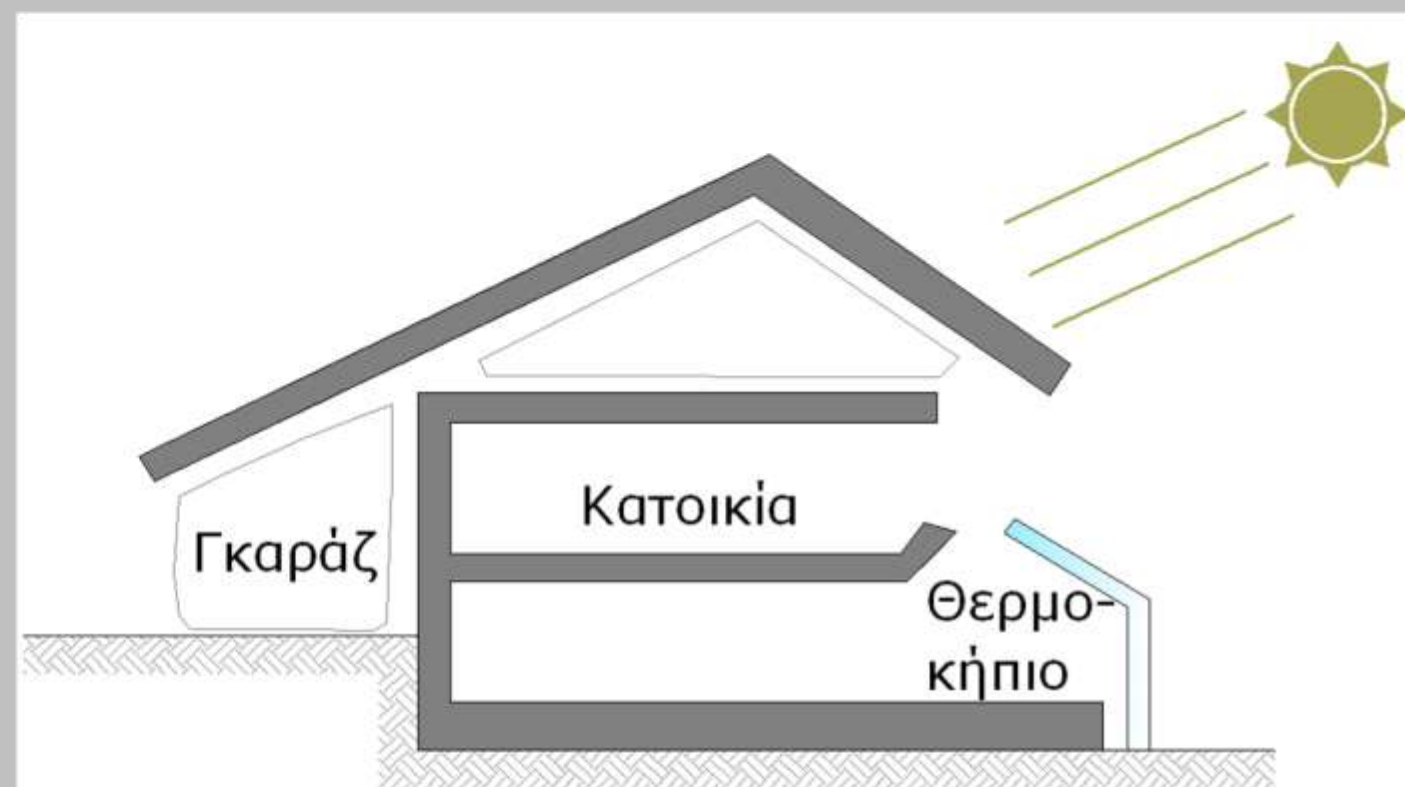
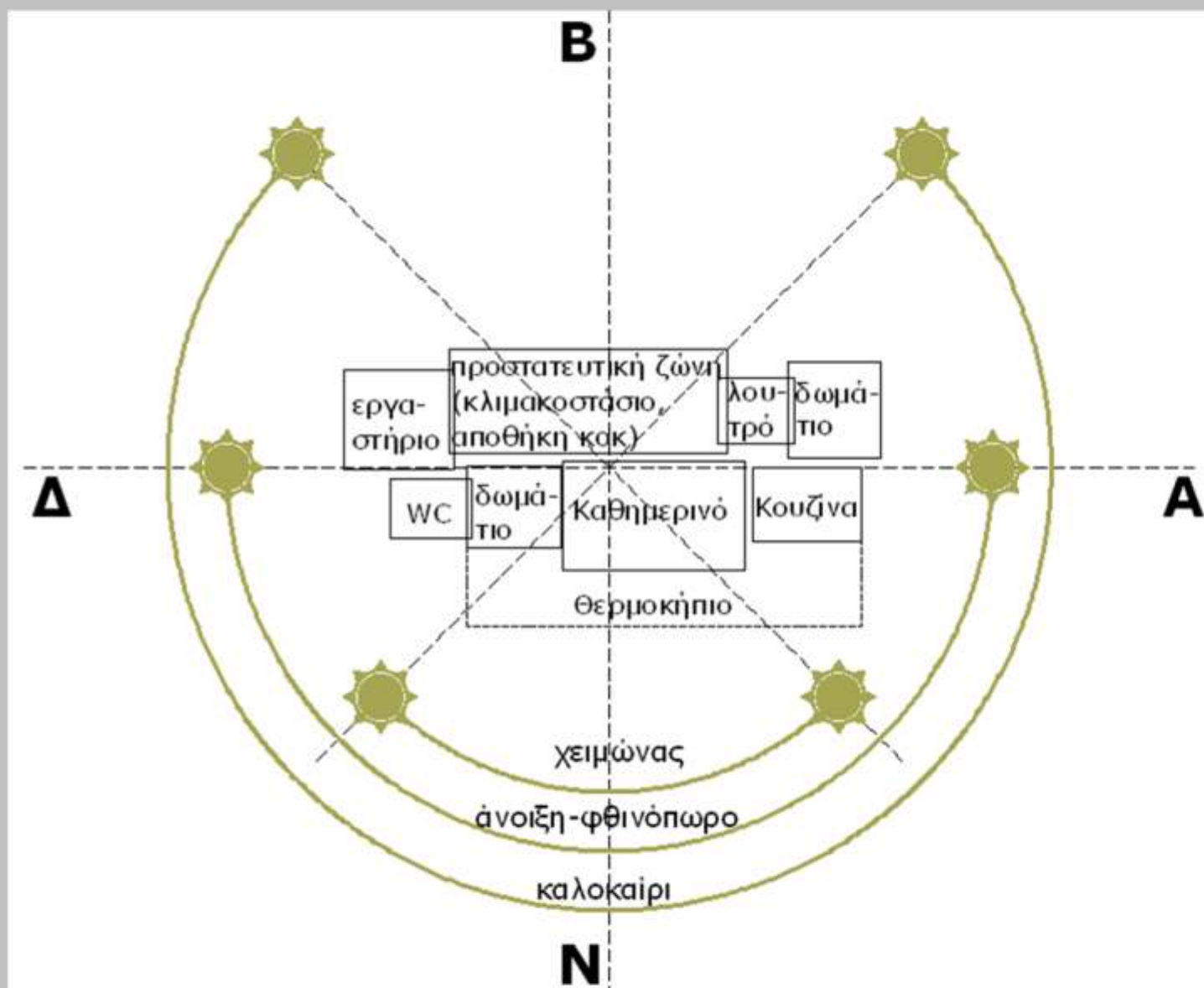




**Κατανομή φυσικού φωτισμού  
σε ένα χώρο για τέσσερις  
διαφορετικές διατάξεις  
ανοιγμάτων ίσου εμβαδού**



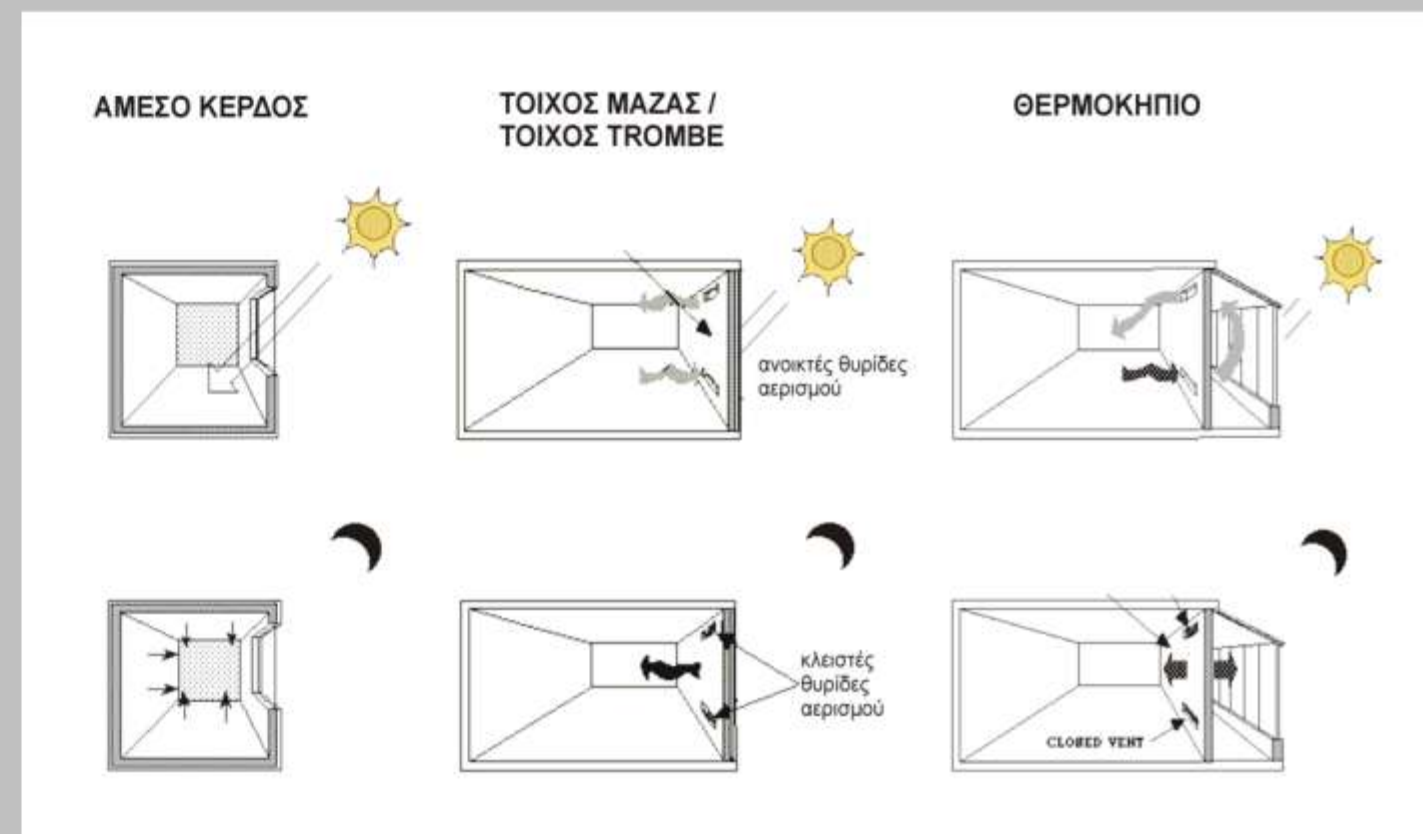
# χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).



Εσωτερική διάταξη χώρων κατοικίας - Διαγραμματική κάτοψη και τομή βιοκλιματικού κελύφους

# Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός εκ των Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων (ΠΗΣ),

- άμεσου ηλιακού κέρδους (νότια ανοίγματα),
- τοίχος μάζας, τοίχος Trombe,
- ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο) κ.α



Περιγραφή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων για τη χειμερινή και θερινή περίοδο: υπολογισμός επιφάνειας παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους (κάθετης / κεκλιμένης / οριζόντιας επιφάνειας), για τα συστήματα με μέγιστη απόκλιση έως 30ο από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης.

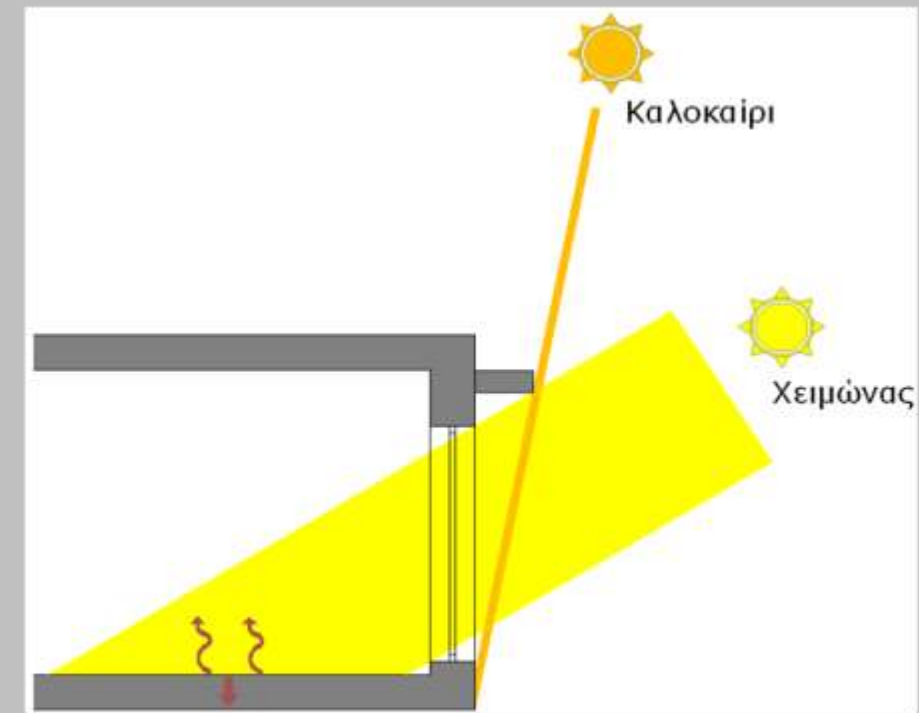


# Ηλιακό κέρδος από τα ανοίγματα

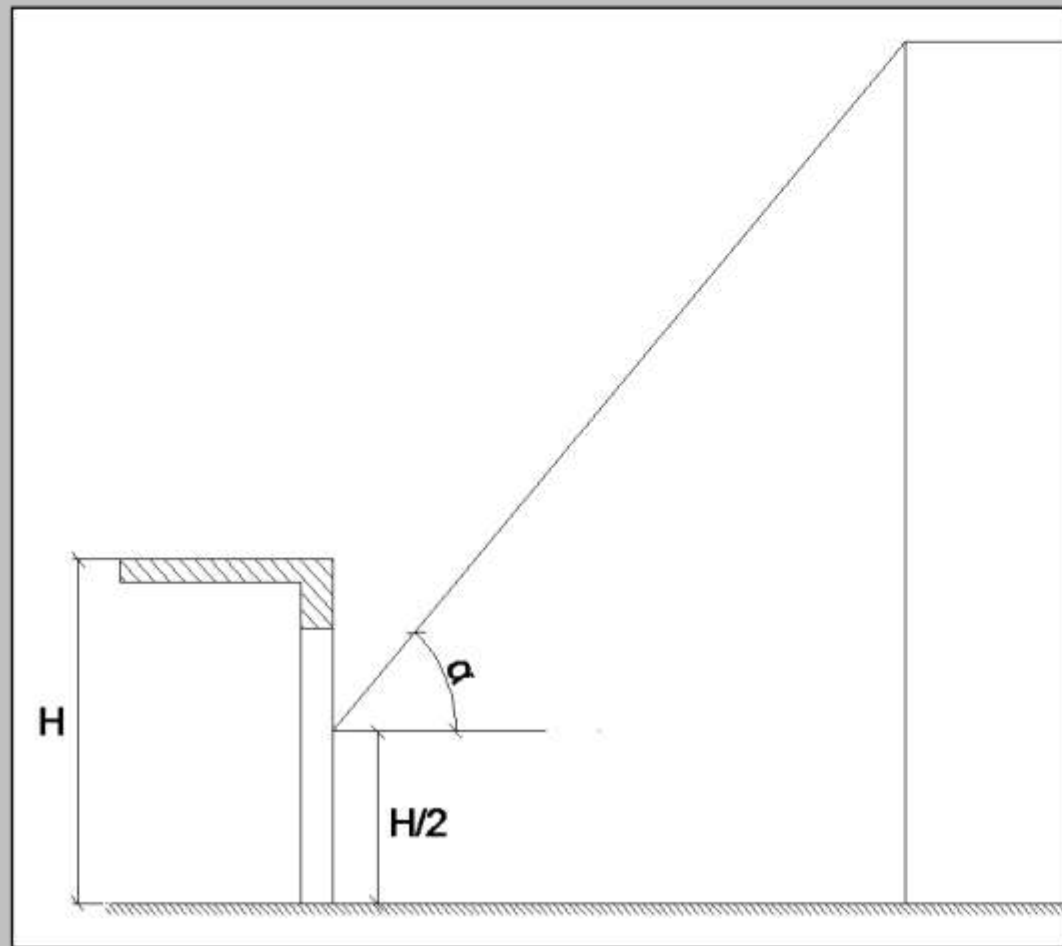
Ποσοστό, τύπος και εμβαδόν διαφανών επιφανειών ανά προσανατολισμό (κάθετης / κεκλιμένης / οριζόντιας επιφάνειας)

Τύπος υαλοπίνακα	Ποσοστό πλαισίου $F_f$			
	10%	20%	30%	40%
Μονός υαλοπίνακας	0,69	0,62	0,54	0,46
Διπλός υαλοπίνακας	0,61	0,54	0,48	0,41
Διπλός υαλοπίνακας, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επίστρωση	0,54	0,48	0,42	0,36
Διπλό πορόθυρο	0,61	0,54	0,48	0,41
Έγχρωμος ή ανακλαστικός υαλοπίνακας χωρίς δυνατότητα διαπίστωσης των ιδιοτήτων του	0,41	0,36	0,32	0,27

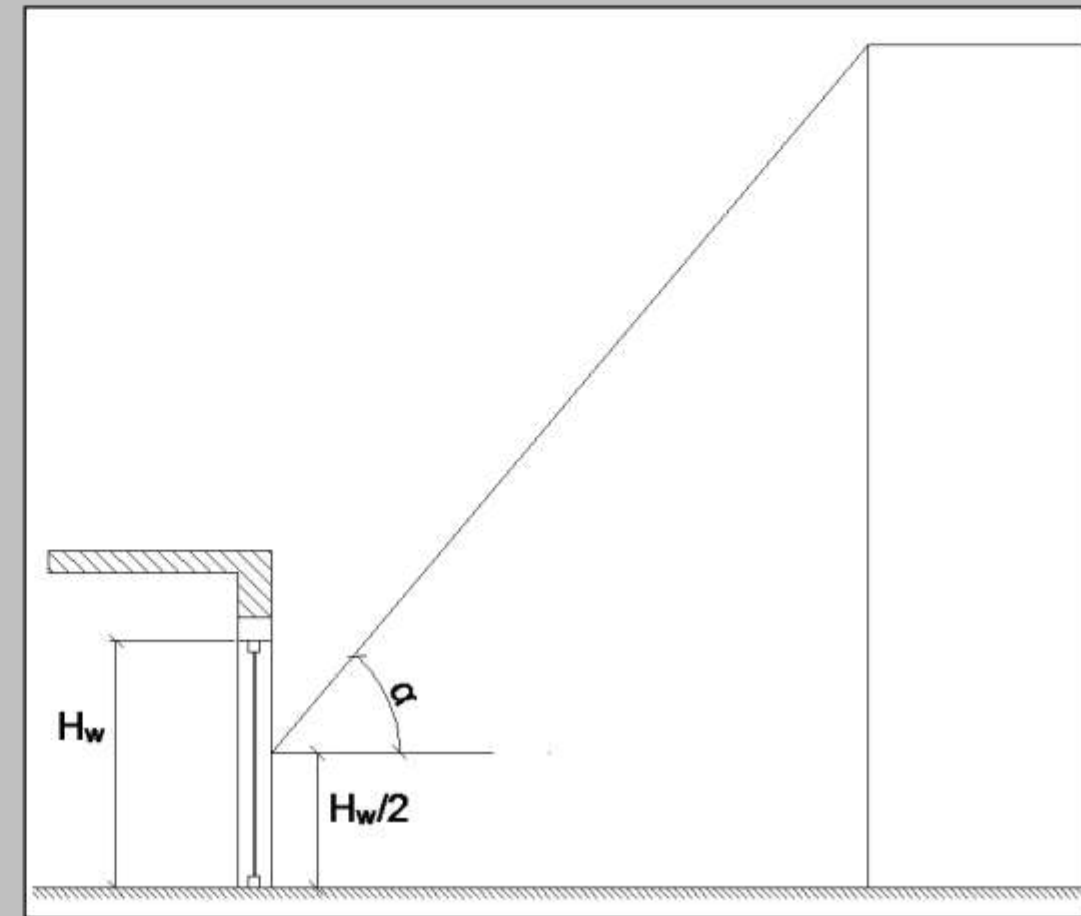
Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του κουφώματος  $g_w$  εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του κουφώματος προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε αυτό (ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010)



# συντελεστής σκίασης από ορίζοντα ( $F_{hor}$ )



γωνία θέασης ( $\alpha$ ) εμποδίου για  
αδιαφανές στοιχείο



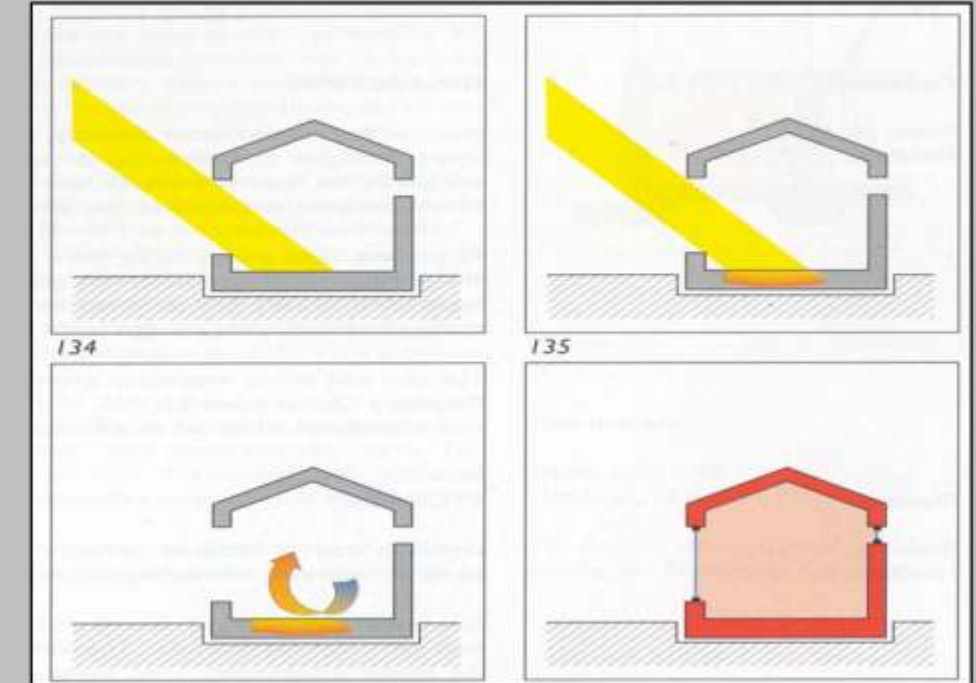
γωνία θέασης ( $\alpha$ ) εμποδίου για  
διαφανές στοιχείο

\* συντελεστής σκίασης για περίοδο θέρμανσης και για περίοδο ψύξης από πίνακα ανάλογα με τον προσανατολισμό και τη γωνία θέασης του εμποδίου (ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010)



# Θερμοχωρητικότητα- αποθήκευση ηλιακών κερδών

Κατηγορία	Περιγραφή	Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/(m <sup>2</sup> .K))
1	Ελαφριά κατασκευή με ξύλινο σκελετό και στοιχεία πλήρωσης από γυψοσανίδα ή ξύλο και εσωτερική θερμομόνωση σε όλα τα δομικά στοιχεία (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδο).	80
2	Φέρων οργανισμός από ελαφριά μεταλλική κατασκευή, πλήρωση από υαλοπετάσματα ή ελαφριά πετάσματα με θερμομόνωση.	110
3	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα, στοιχεία πλήρωσης από ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθους ή γυψοσανίδα και ύπαρξη ψευδοροφών.	165
4	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.	260
5	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από βαριά υλικά, όπως πέτρα, συμπαγείς οπτόπλινθους, ωμόπλινθους ή σκυρόδεμα.	370

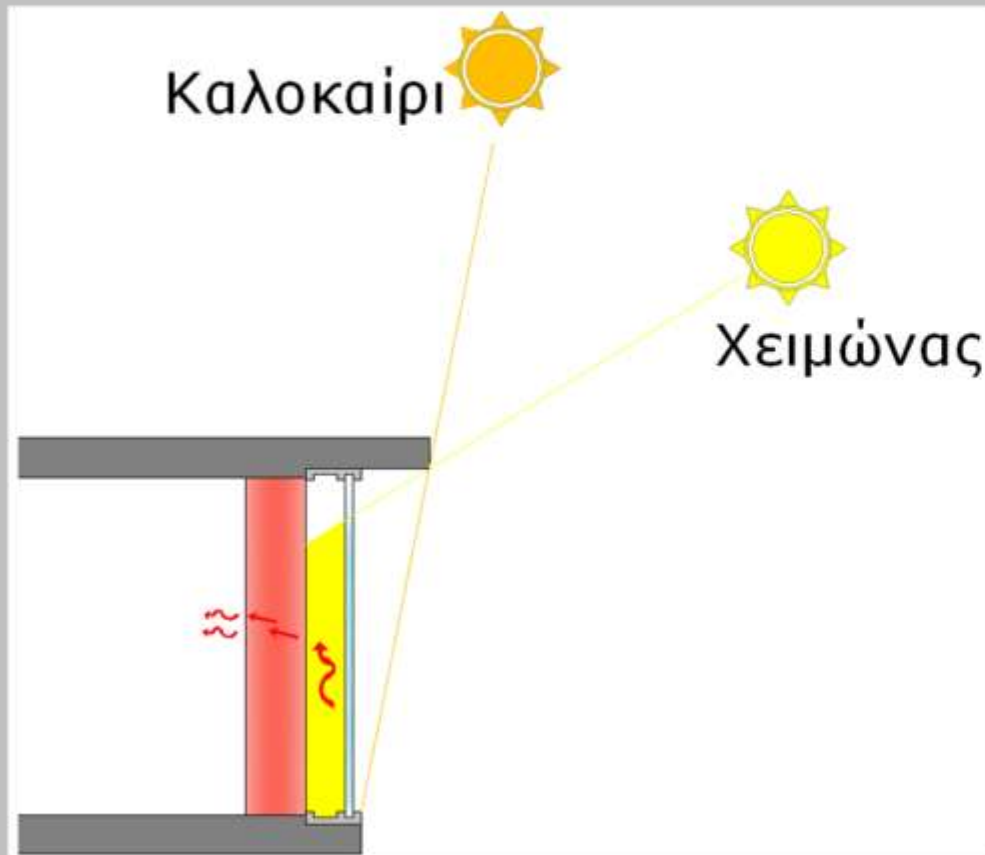


αποθήκευση της πλεονάζουσας θερμότητας και διαφορά φάσης για τη μετάδοσή της

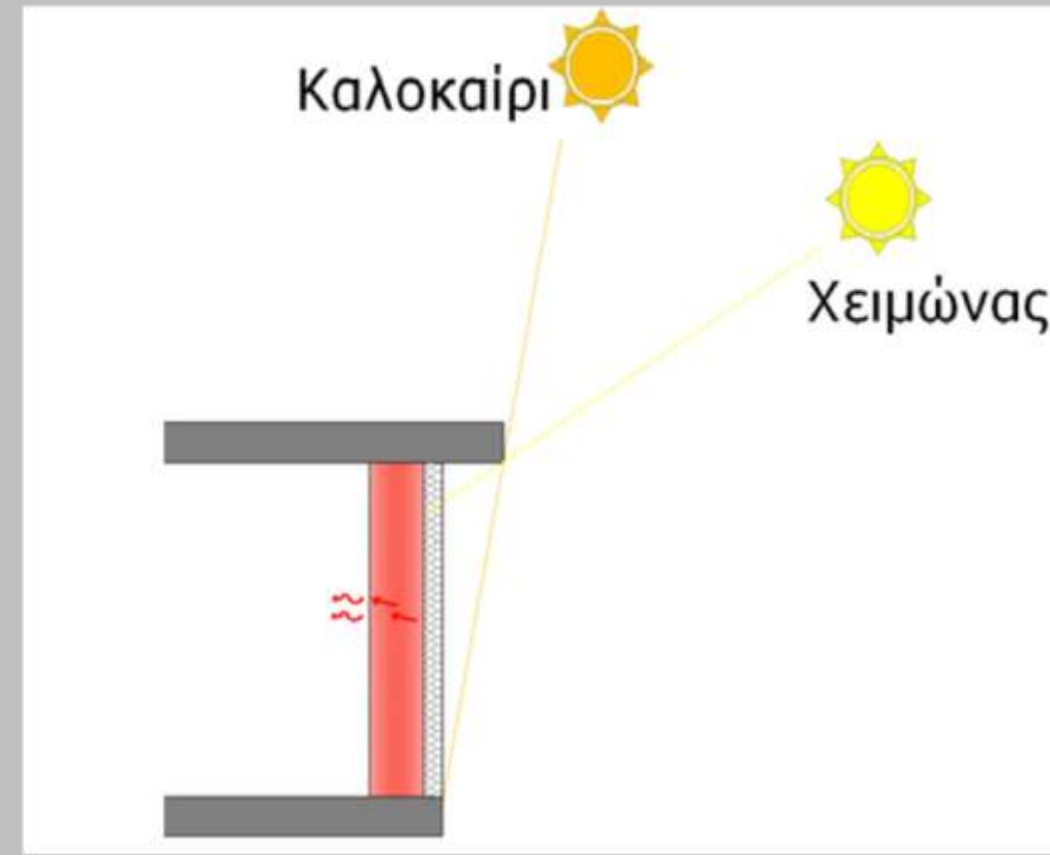
Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά m<sup>2</sup> δαπέδου

- \*χρησιμοποίηση υλικών με θερμοχωρητικότητα (βαρεία συμπαγή δομικά στοιχεία και νερό)
- ομαλή διακύμανση επιφανειακών θερμοκρασιών
- απόδοση θερμότητας όλο το 24ωρο
- συμβολή στο δροσισμό του κτιρίου

# Τοίχος μάζας



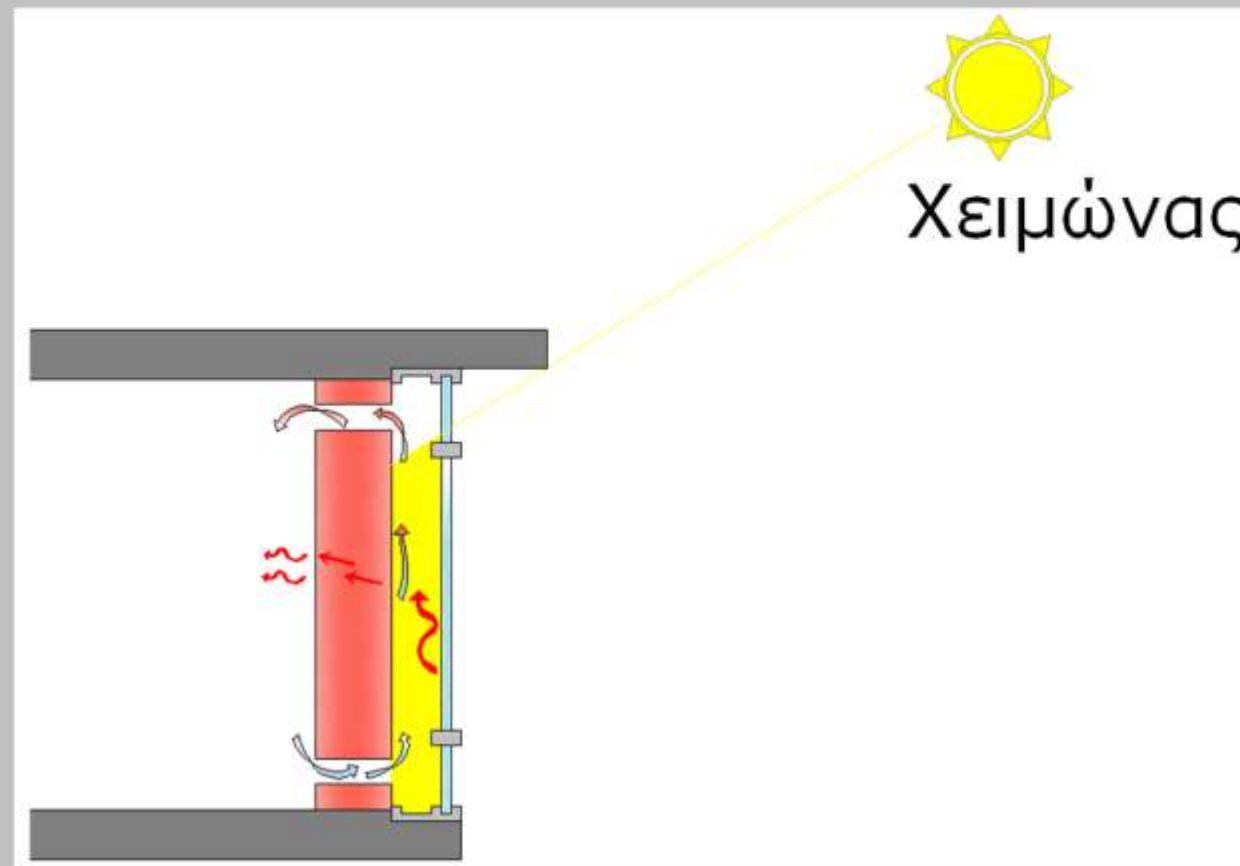
Τοίχος μάζας (χωρίς θυρίδες)



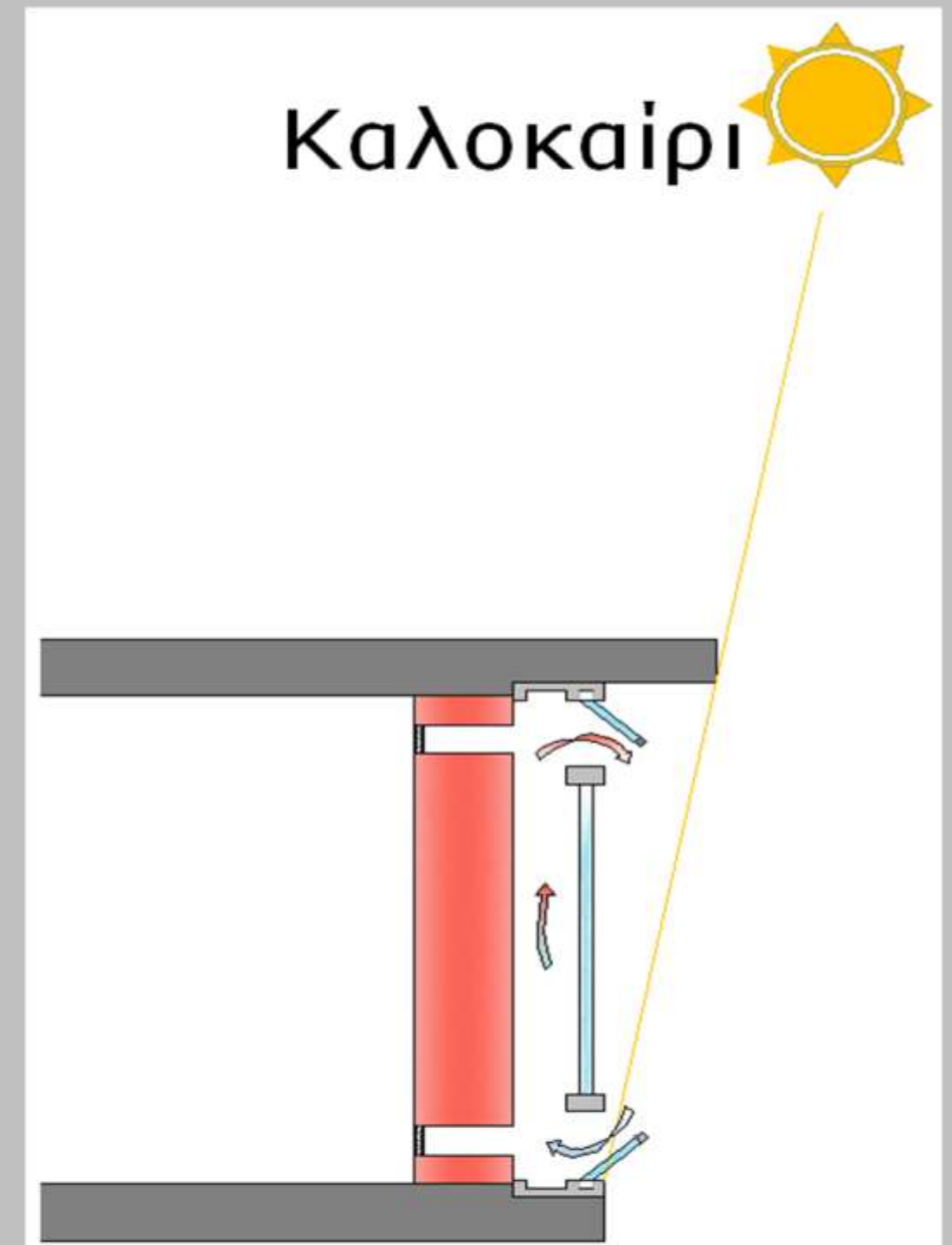
Τοίχος μάζας με διαφανή θερμομόνωση

\* στον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης υπεισέρχεται ως στοιχείο με μειωμένες θερμικές απώλειες

# Τοίχος μάζας με θυρίδες (τοίχος Trombe)

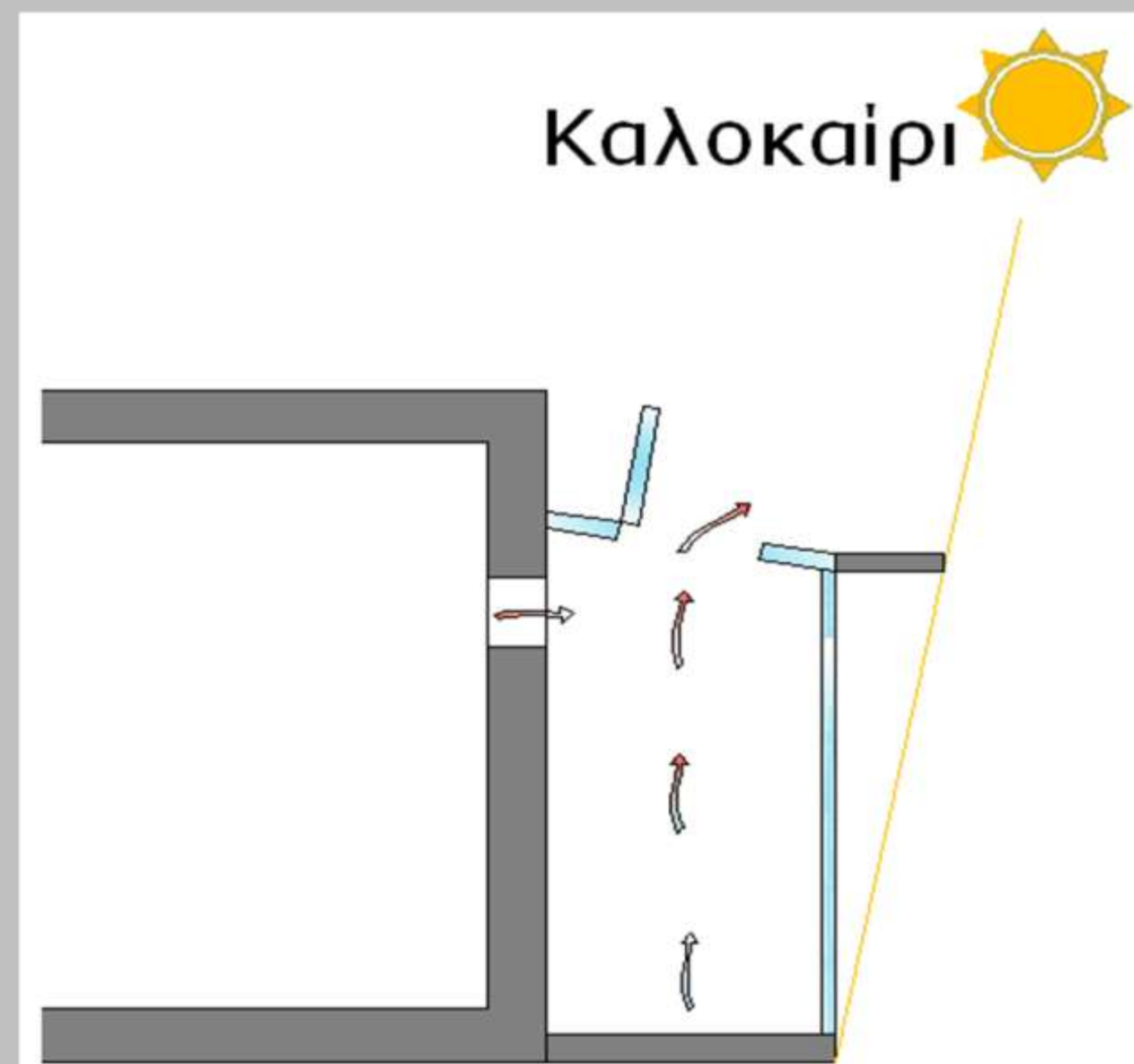
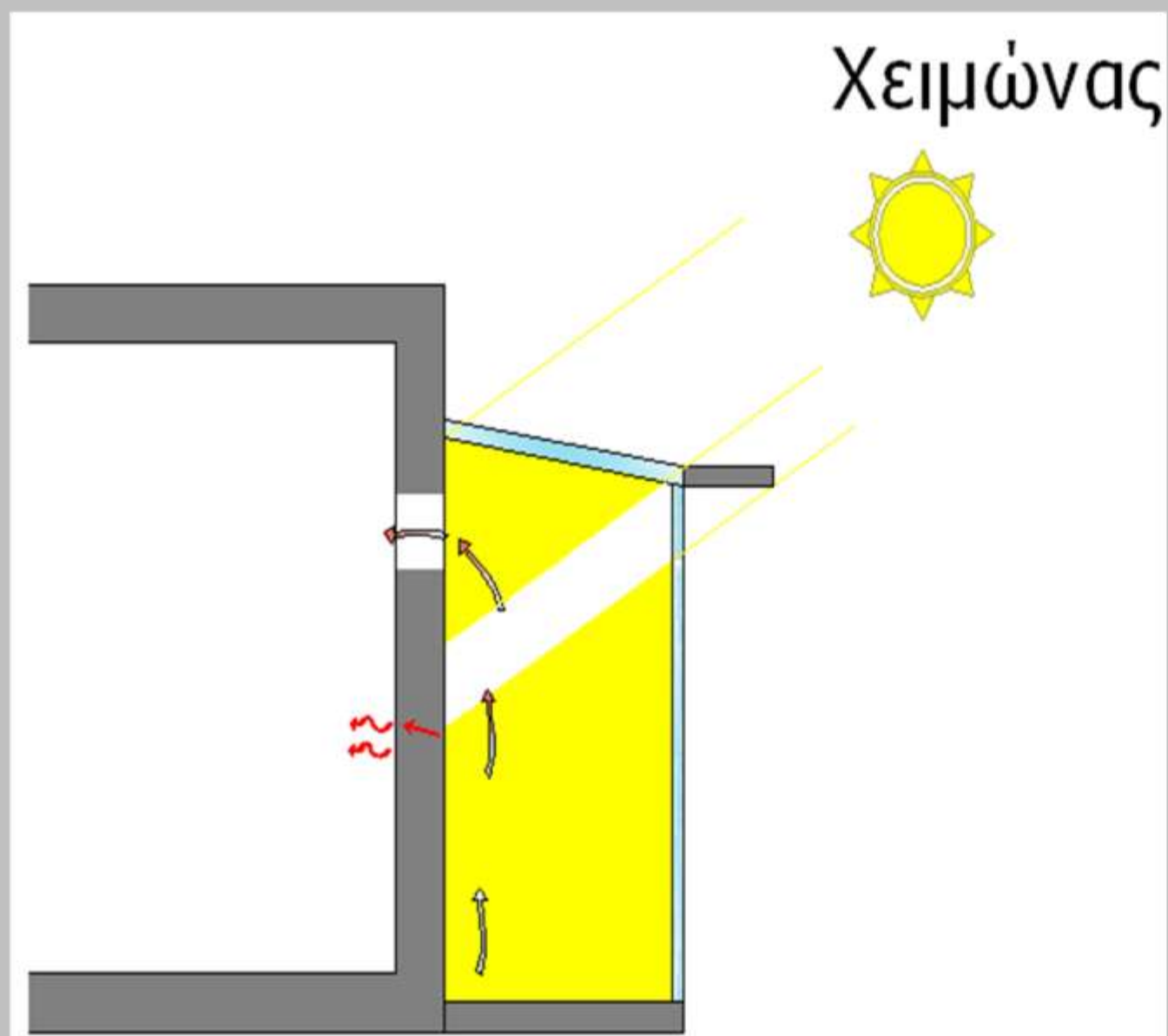


\* στον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης υπεισέρχεται ως στοιχείο με μειωμένες θερμικές απώλειες





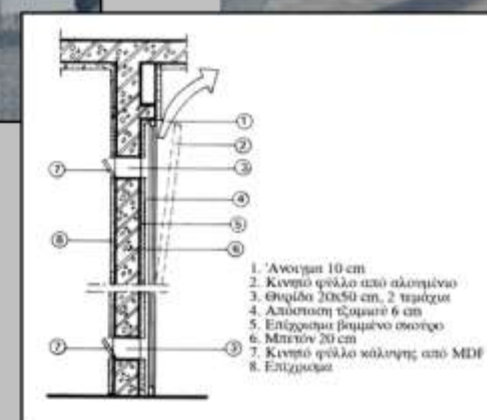
# Το θερμοκήπιο



\* στον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης υπεισέρχεται ως διαφορετική θερμική ζώνη μη θερμαινόμενη, με ηλιακά κέρδη και αυξημένη θερμική μάζα



τοίχος Trombe



Σχεδιαστική απεικόνιση με κατασκευαστικές λεπτομέρειες των παθητικών συστημάτων και των συστημάτων ηλιοπροστασίας στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου



# ηλιοπροστασία

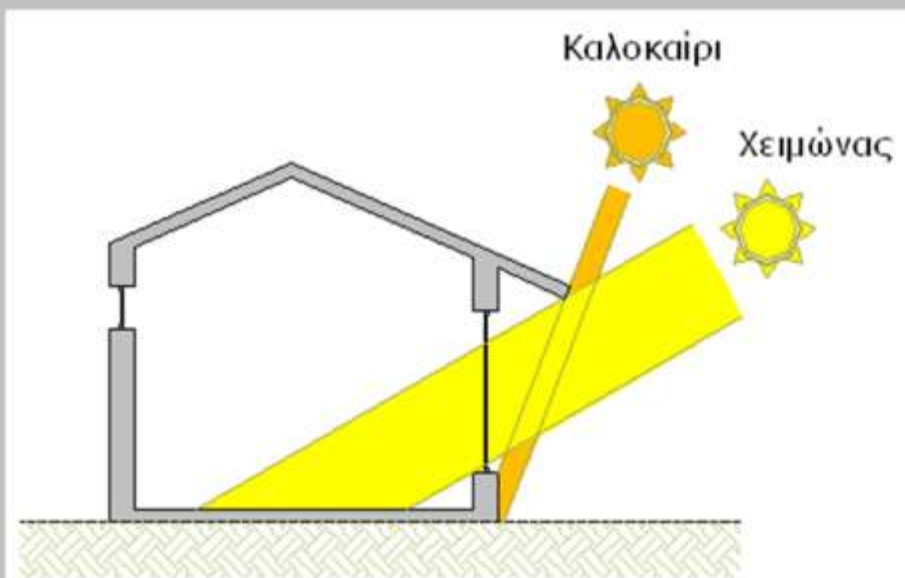
Περιγραφή των συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτιρίου ανά προσανατολισμό

διαστάσεις και υλικά κατασκευής,

τύπος (σταθερά / κινητά, οριζόντια / κατακόρυφα, συμπαγή / διάτρητα)

• **σταθερά εξωτερικά σκίαστρα:** πρόβολοι, περσίδες, πέργκολες, μπαλκόνια, τέντες κ.α

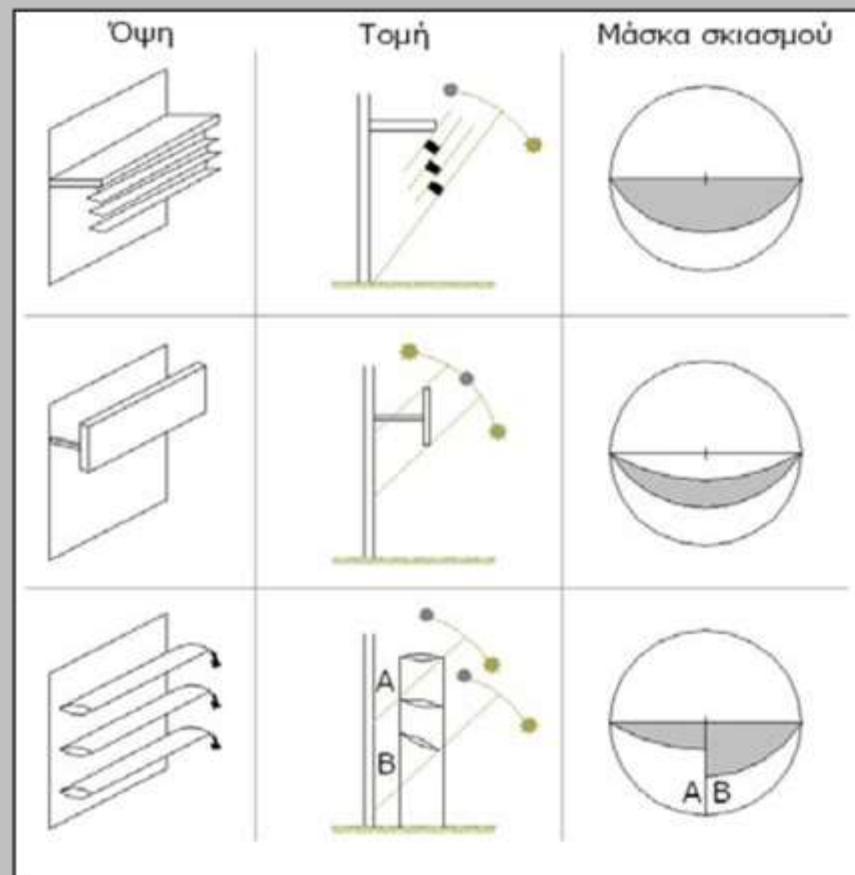
• **εσωτερικά σκίαστρα** (κουρτίνες, περσίδες) και τα εξωτερικά παραθυρόφυλλα, τα οποία δε θεωρούνται σταθερά σκίαστρα, δε λαμβάνονται υπόψη



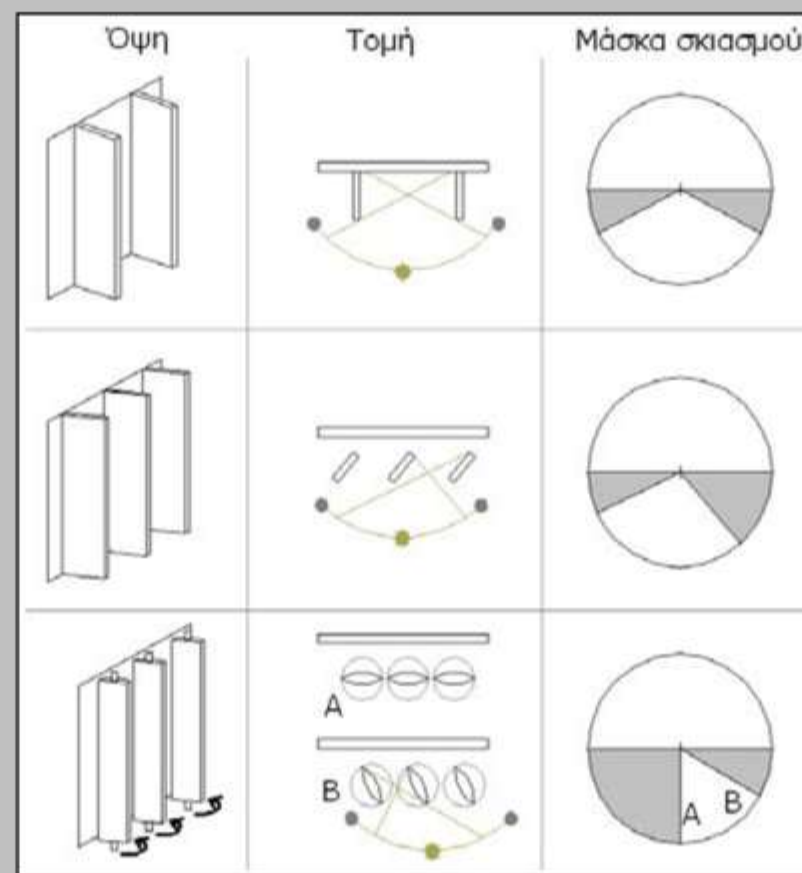


# ηλιοπροστασία.

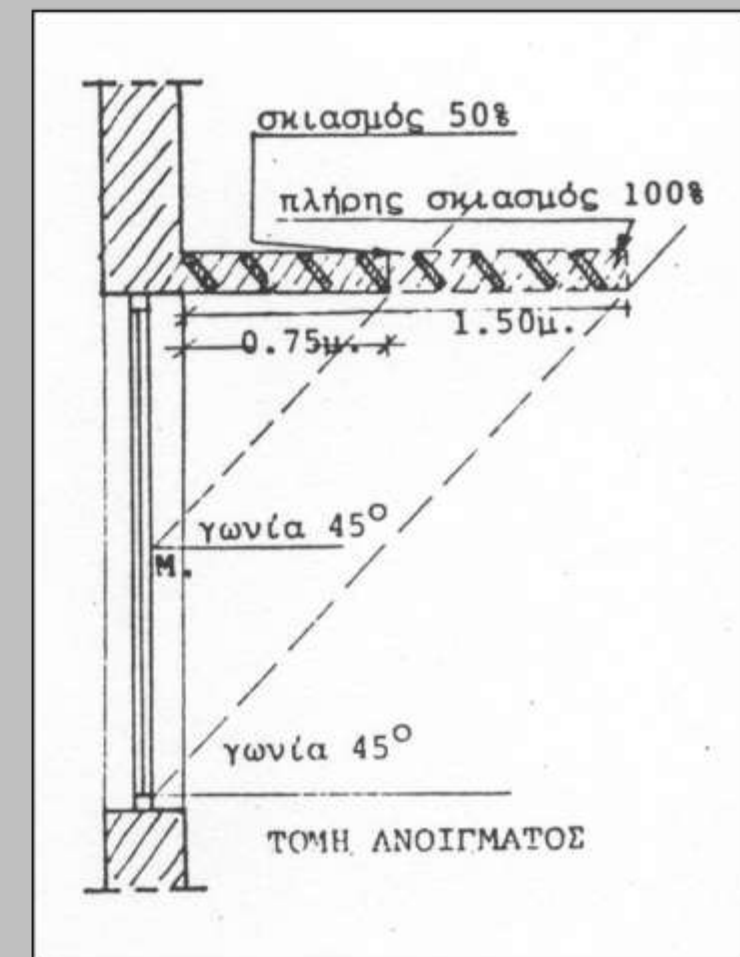
ένδειξη του προκύπτοντος ποσοστού σκίασης για τις 21 Δεκεμβρίου και 21 Ιουνίου.



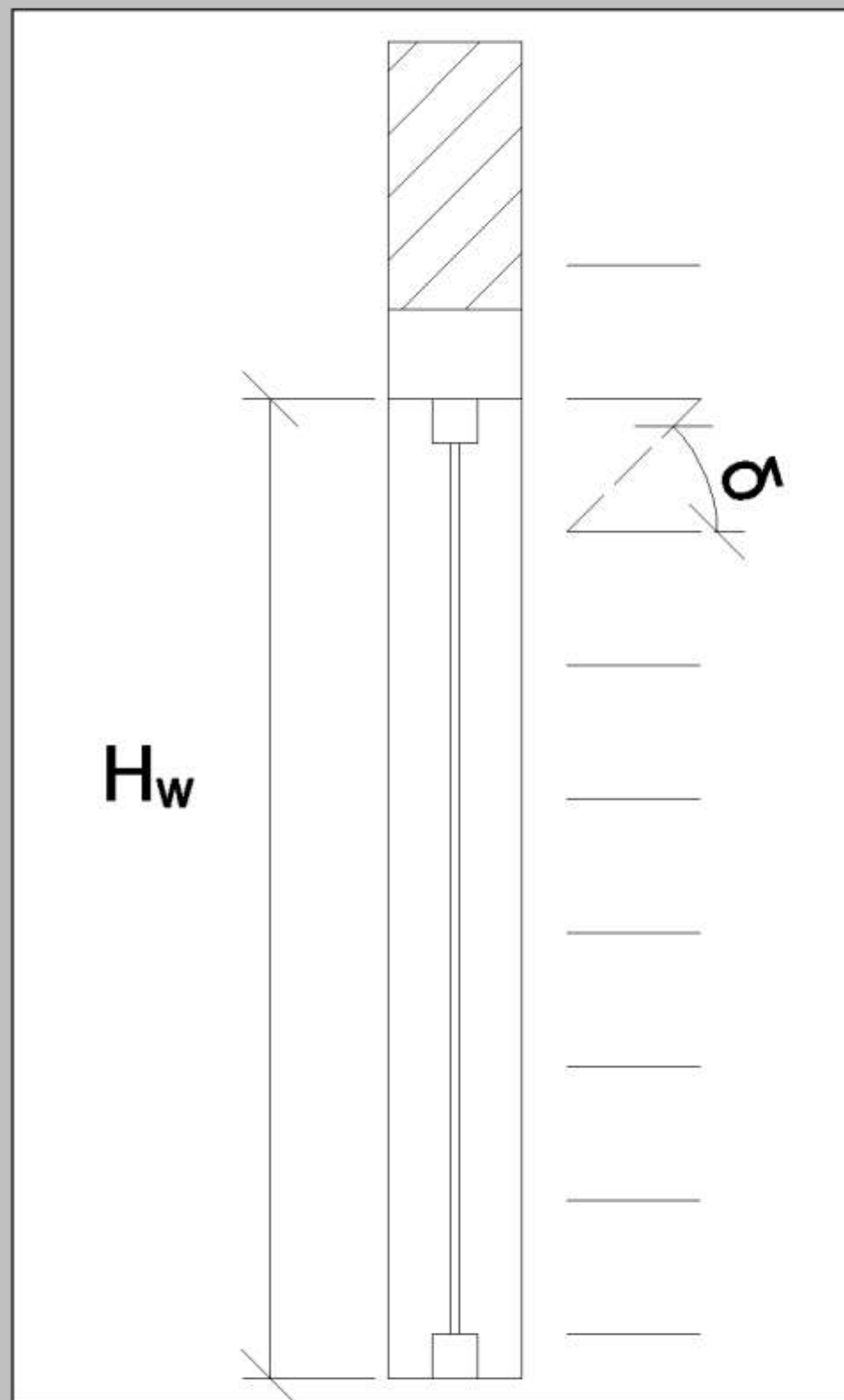
Μορφές οριζόντιων σκιάστρων σταθερών ή κινητών για νότια όψη



Μορφές περσίδων για ανατολική και δυτική όψη



# υπολογισμός συντελεστή σκίασης



Τύπος περσίδων	Γωνία δ	Περίοδος	Προσαρμοστικός επιφάνειας				
			N	NA και ΝΔ	A και Δ	ΒΑ και ΒΔ	B
Σταθερές οριζόντιες	30°	θέρμανσης	0,65	0,65	0,64	0,64	0,65
		ψύξης	0,51	0,57	0,61	0,62	0,64
Σταθερές οριζόντιες	45°	θέρμανσης	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
		ψύξης	0,36	0,39	0,44	0,45	0,49
Κινητές οριζόντιες	45°	θέρμανσης	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
		ψύξης	0,03	0,07	0,12	0,23	0,41

Συντελεστής σκίασης από οριζόντιες περσίδες Fsh

Γραφική απεικόνιση της γωνίας δ, που σχηματίζουν μεταξύ τους οριζόντιες εξωτερικές περσίδες για τον υπολογισμό της σκίασης σε διαφανές δομικό στοιχείο

(ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010)



## χαρακτηριστικά του κελύφους που σχετίζονται με το ηλιακό κέρδος

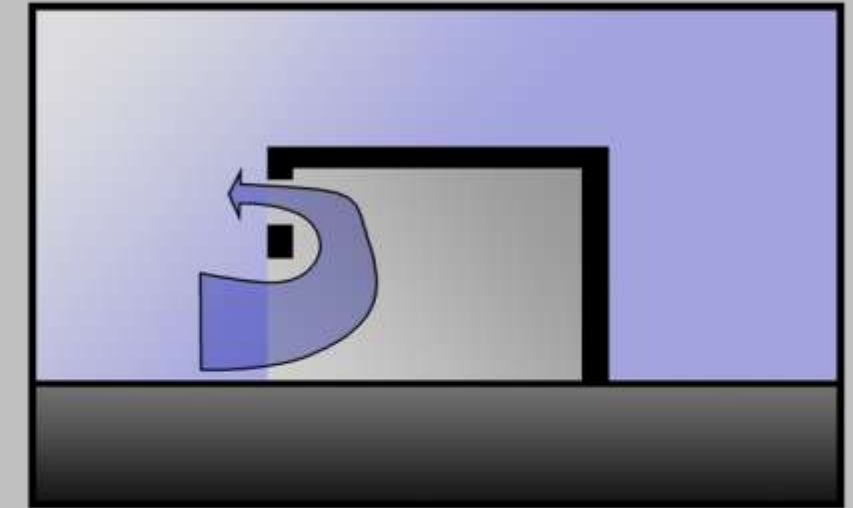
- συντελεστής απορροφητικότητας ηλιακής ακτινοβολίας
- συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας
- **συντελεστής σκίασης διαφανών στοιχείων:** Τα ανοίγματα διαθέτουν τα απαραίτητα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πρόβολοι, περσίδες, πέργκολες, μπαλκόνια, τέντες κ.α.), Τα εσωτερικά σκίαστρα (κουρτίνες, περσίδες) των ανοιγμάτων και τα εξωτερικά παραθυρόφυλλα, τα οποία δε θεωρούνται σταθερά σκίαστρα, δε λαμβάνονται υπόψη.
- **συντελεστής σκίασης των αδιαφανών κάθετων επιφανειών** Ο μέσος συντελεστής σκίασης των αδιαφανών κάθετων επιφανειών του κτιρίου αναφοράς, τόσο κατά τη θερινή όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο, ορίζεται σε 0,90.
- συντελεστής διαπερατότητας των υαλοπινάκων.
- Θερμική μάζα.



# Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού

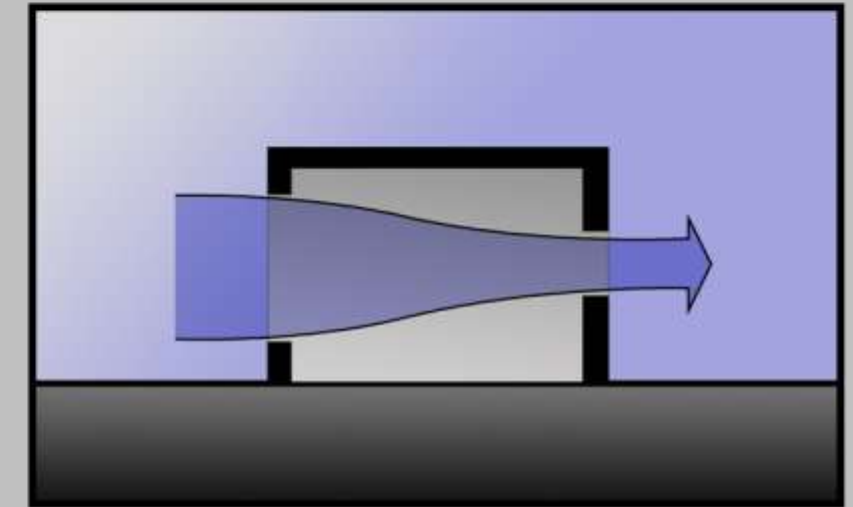
## ΜΟΝΟΠΛΕΥΡΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

- Εξάρτηση ροής από **μέγεθος και θέση των ανοιγμάτων**



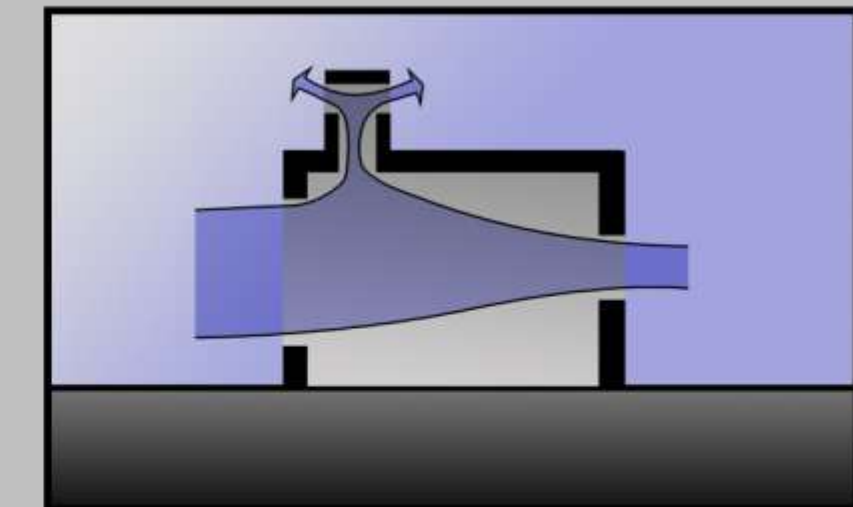
## ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ Η΄ ΔΙΑΜΠΕΡΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

- Εξάρτηση ροής από **ανοίγματα** (θέση-μέγεθος) και **άνεμο** (διεύθυνση-ταχύτητα)

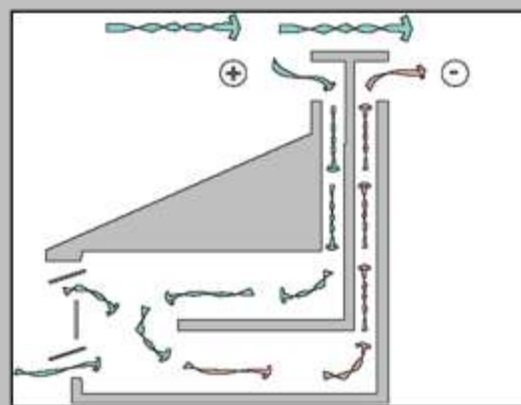
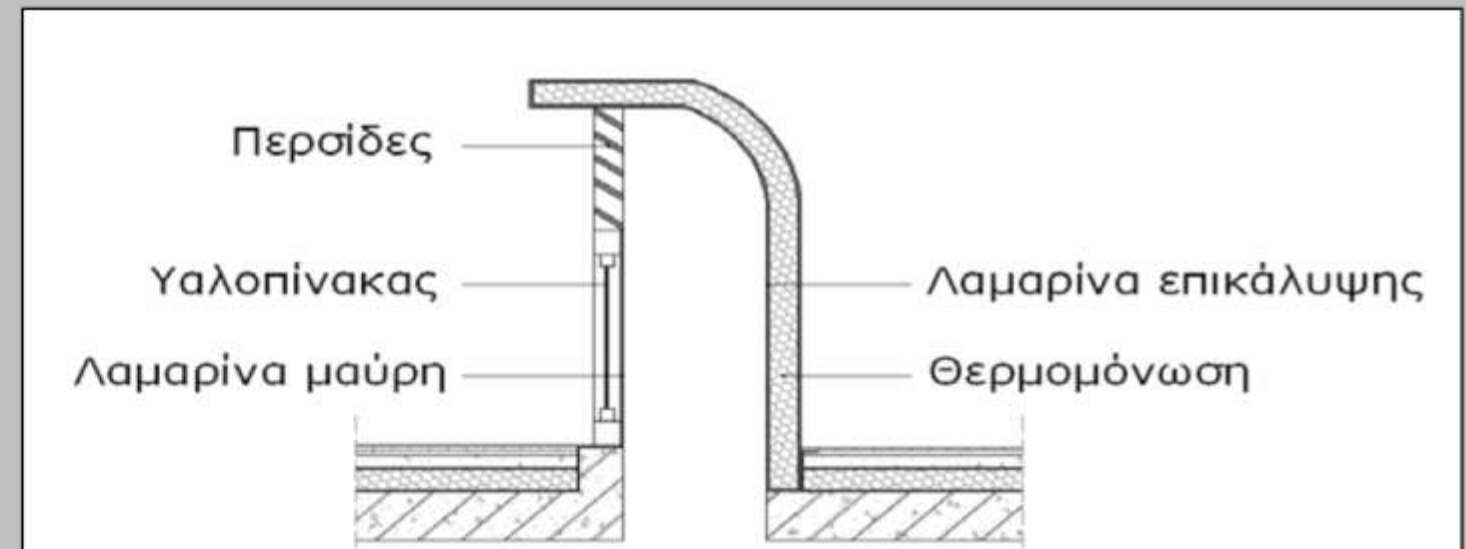
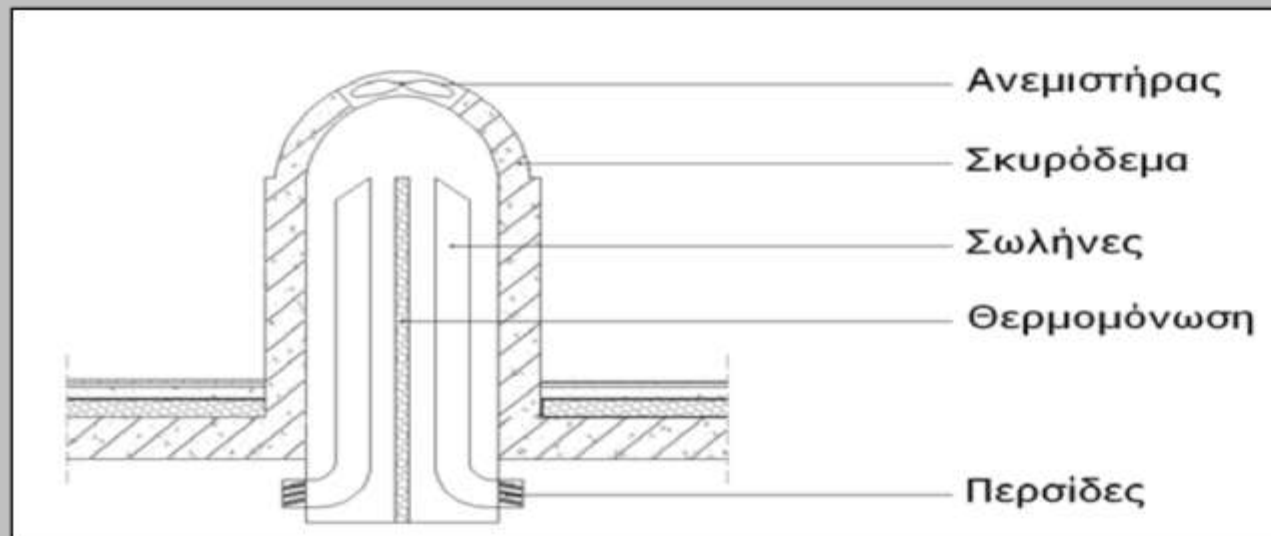


## ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ (ΕΛΚΥΣΜΟΣ)

- Εξάρτηση ροής από **διαφορά θερμοκρασίας** και τα **ανοίγματα** (ύψος-μέγεθος)

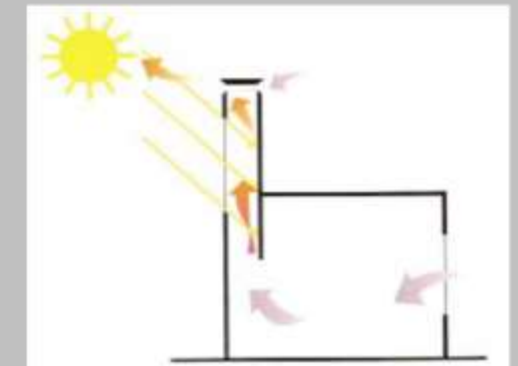


# Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού



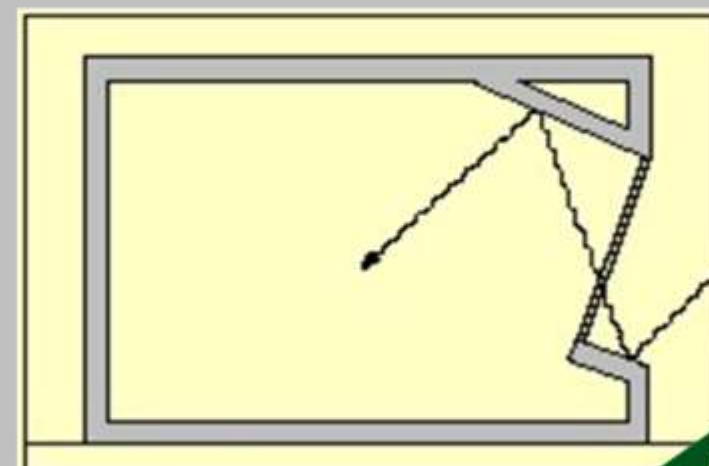
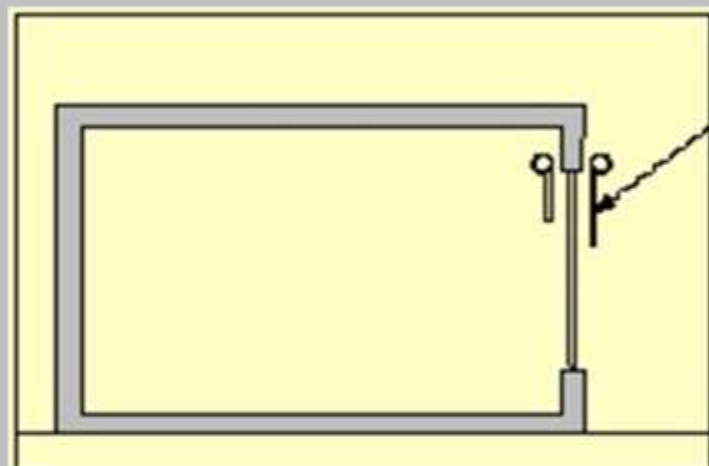
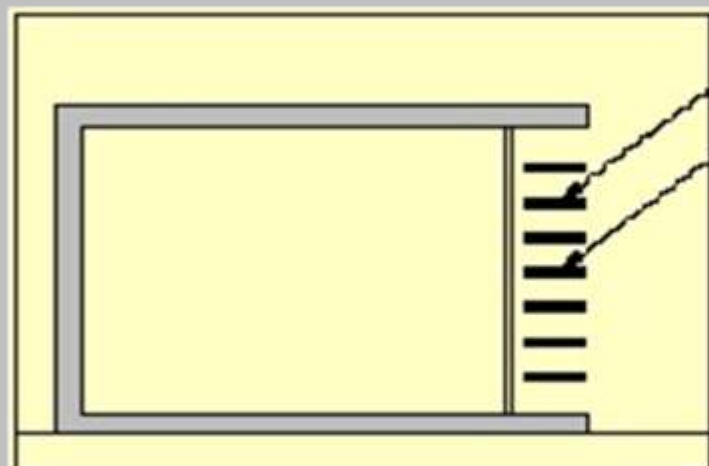
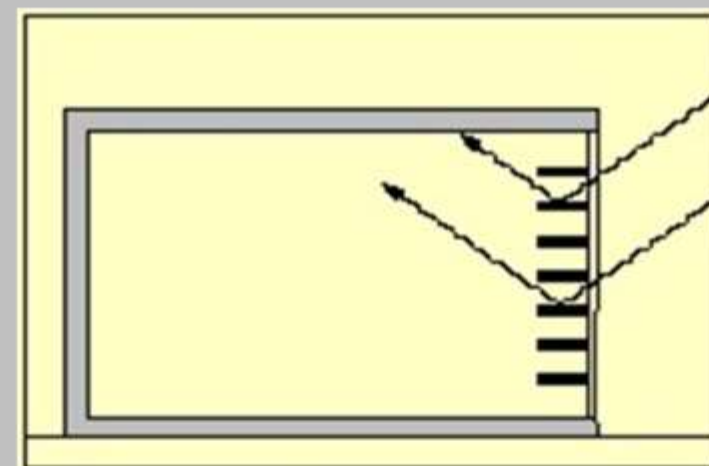
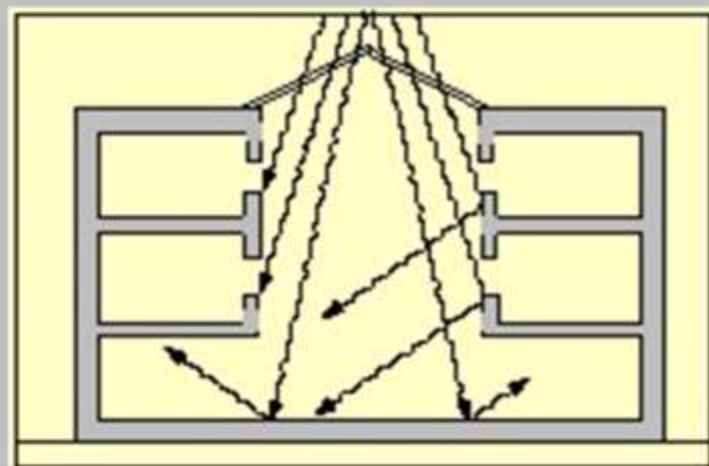
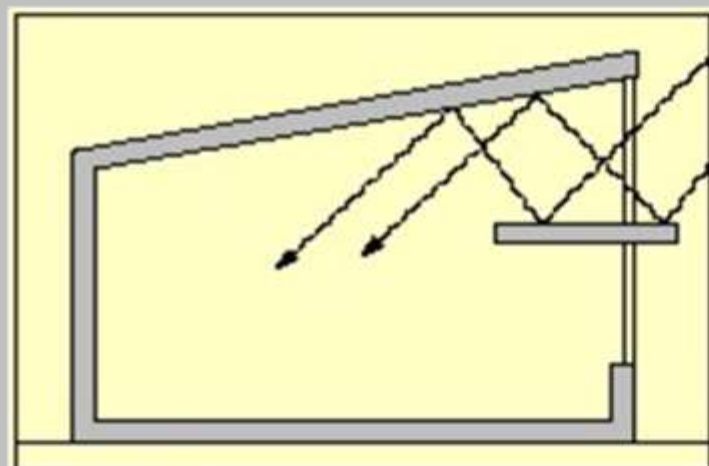
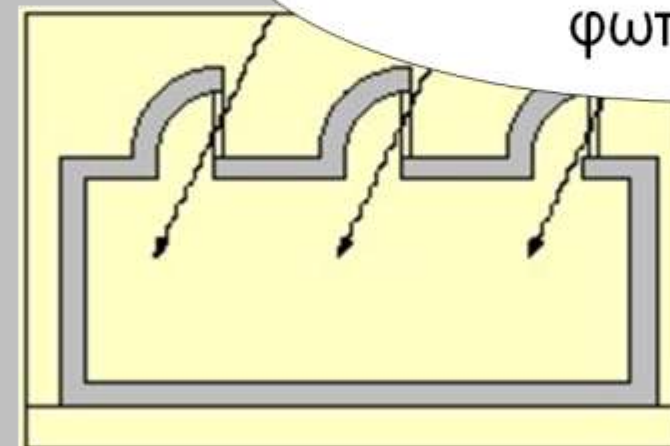
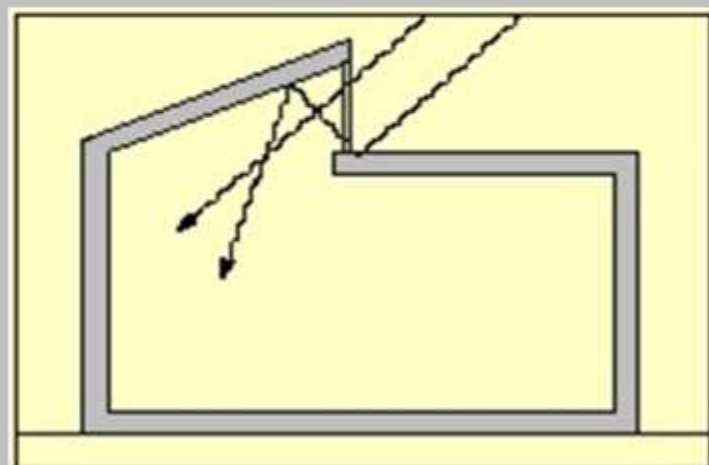
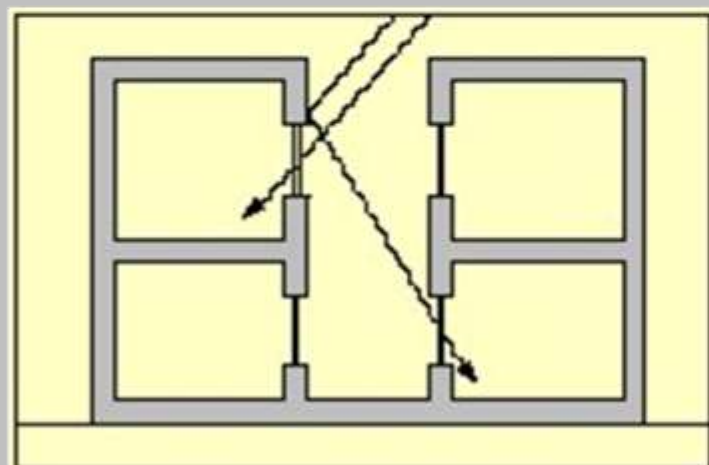
*Ενδεικτική μορφή  
καμινάδας  
αερισμού*

*Ενδεικτική τομή  
ηλιακής καμινάδας*



# Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού

Γενική περιγραφή των τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού

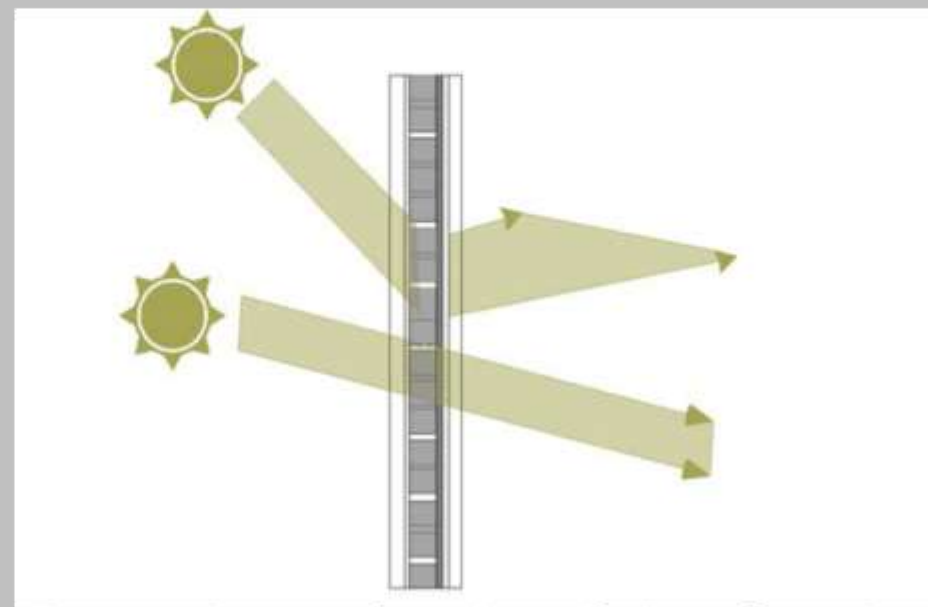




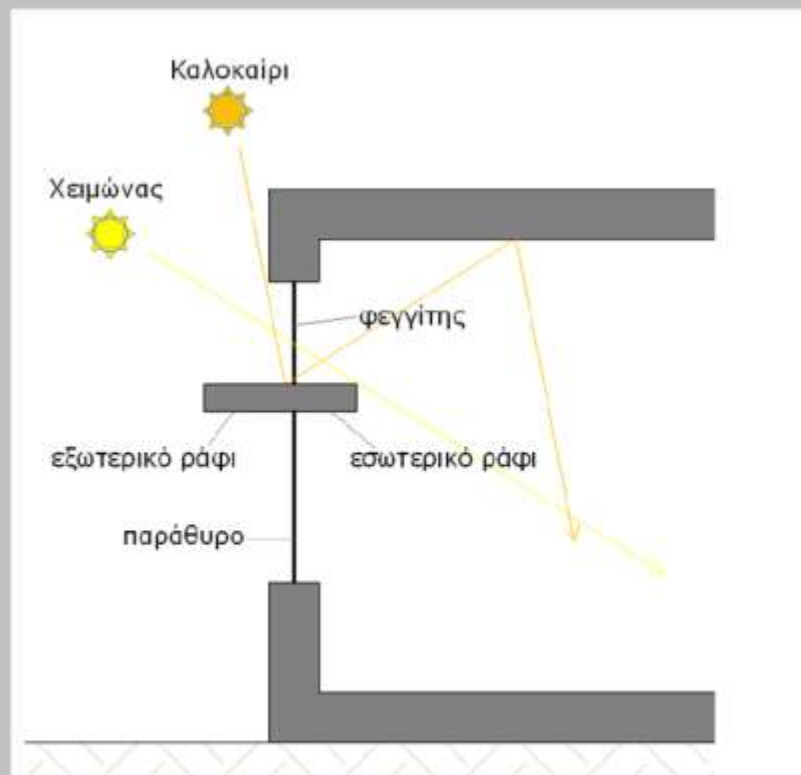
# εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού



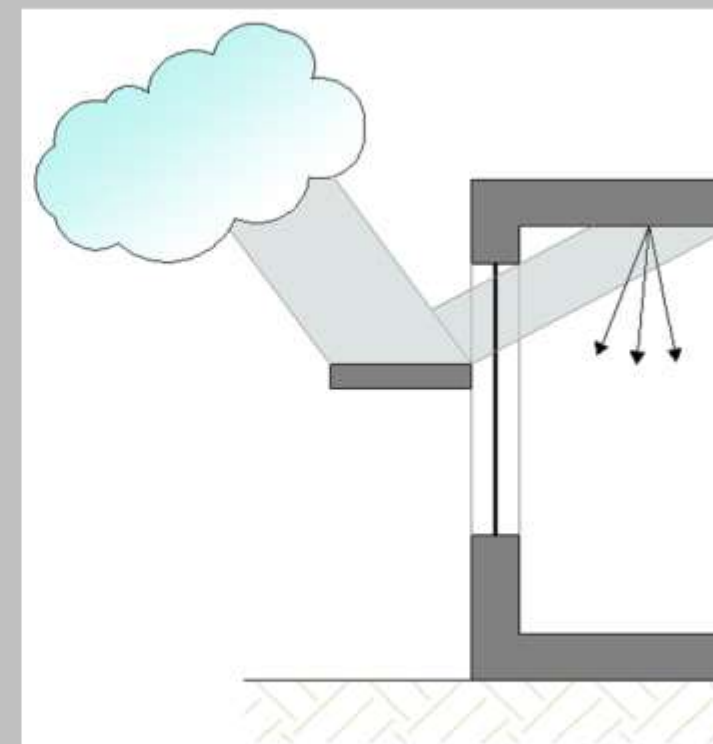
φωτοσωλήνας



υαλοπίνακες ειδικής επεξεργασίας με λέιζερ



ράφια φωτισμού



η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποτελεί βασική συνιστώσα τόσο ουσιαστική όσο και τυπική για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων

Ο σχεδιασμός είναι συλλογική εργασία.  
Για να υλοποιηθούν οι ιδέες ο αρχιτέκτονας εξαρτάται από άλλους όπως ακριβώς και ο συνθέτης για την εκτέλεση της μουσικής του.



Είναι η πρώτη φορά που γίνεται προσπάθεια για ολοκληρωμένη προσέγγιση της ενεργειακής απόδοσης

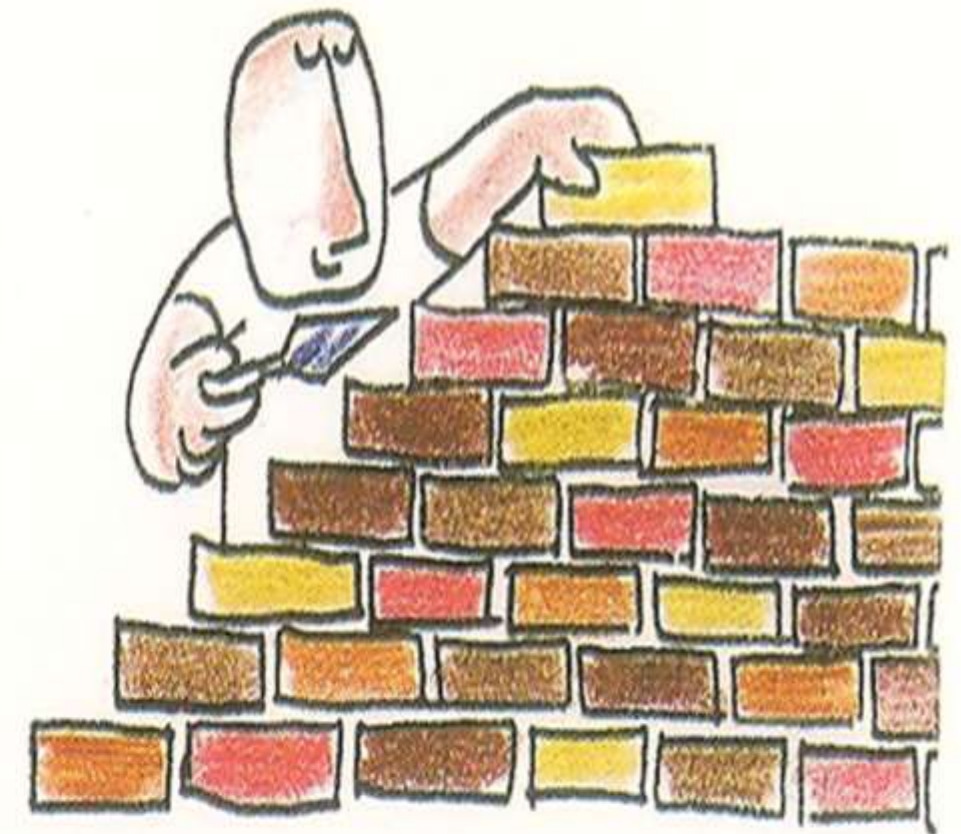
Έχουμε μεγάλη απόσταση να διανύσουμε



TRIAL...



and ERROR



until traditions of good building were established



