

178  
ΠΟΛ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΟΡΟΦΗΣ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΤΟΝ ΑΛΜΥΡΟ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ  
ΚΟΥΣΤΑΣ ΝΙΚΟΔΗΜΟΣ  
ΠΙΝΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
ΓΕΩΡΓΙΑΝΝΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΙΚΟ ΕΤΟΣ 2001-2002





## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	3
Οικολογική Δόμηση	
ΤΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ .....	5
Τα κτίρια	
Τα υλικά	
ΥΛΙΚΑ .....	6
Ο ρόλος των υλικών	
Ο ρόλος των υλικών στην πόλη	
ΤΟ ΚΕΛΥΦΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	10
περιβαντολογικές επιπτώσεις	
ΚΕΛΥΦΟΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ .....	14
Ο φυσικός φωτισμός ως μέσο για την εξοικονόμηση ενέργειας	
Ο ρόλος του κελύφους για την δημιουργία οπτικής άνεσης	
Η βελτισποίηση των στρατηγικών φωτισμού στο Εσωτερικό ενός κτιρίου	
Διατάξεις φυσικού φωτισμού	
ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ .....	23
Ταξινόμηση συστημάτων	
Απόδοση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων	
ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ .....	34
Συλλογή της ηλιακής ενέργειας	
Προσανατολισμός και κλίση παραθύρων	
Διαπερατότητα του υαλοπίνακα	

Αδιαφανή στοιχεία	
Θερμοκήπιο	
Αποθήκευση Θερμικής Ενέργειας	
Συστήματα άμεσης αποθήκευσης	
>> έμμεσης >>	
ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ .....	47
Φυσικός αερισμός	
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ .....	51
Φωτοβολταϊκά στοιχεία	
Φωτοβολταϊκά συστήματα	
Εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών σ' ένα κτίριο	
Διαστασιολόγηση	
ΚΛΙΜΑ .....	57
Κλίμακες	
Μελέτη Βιοκλίματος	
Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ .....	64
Χρήση της φυτοκάλυψης	
Ζώνες πάνω στον άξονα βορράς - νότος	
Διάδοση της θερμότητας	
Χρησιμοποίηση του ανάγλυφου του εδάφους ή της βλάστησης	
Επίδραση των ανέμων στην κατασκευή	
ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΣΠΙΤΙ .....	79
Εξοικονόμηση νερού	
Συστήματα συλλογής βρόχινου νερού	

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έννοια του βιοκλιματικού σχεδιασμού ολοκληρώνεται με την έννοια του «οικοσχεδιασμού», που σημαίνει την ανάπτυξη μιας αρχιτεκτονικής προσαρμοσμένης στον περιβάλλον, με την βοήθεια της τεχνολογίας, με οικολογική σύνεση και προβλεπτικότητα, απαγορεύοντας την απαράδεκτη σπατάλη των πηγών και αγρυπνώντας για την ικανοποίηση των πραγματικών αναγκών όλων των μελών της κοινωνίας.

Είναι γενικά γνωστό ότι κατά τη διάρκεια σχεδιασμού των κτιρίων, ο μελετητής - αρχιτέκτονας συνήθως - παίρνει υπόψη του μια σειρά παραμέτρους και καθορίζει κριτήρια και προτεραιότητες που επηρεάζουν καθοριστικά την «ιδέα» του κτιρίου. Έτσι ξεκινώντας από το θεσμικό πλαίσιο (Κανονισμούς, και Νόμους), το κτιριολογικό πρόγραμμα, τις ιδιαίτερες απαιτήσεις του φορέα, το διαθέσιμο οικόπεδο, την έκταση του κτιρίου, προχωρά και παίρνει υπόψη του τα χαρακτηριστικά του μικροπεριβάλλοντος δομημένο περιβάλλον, μορφολογία εδάφους, θέα), τα οικονομικά δεδομένα. Με τη συλλογή των παραπάνω πληροφοριών ο μελετητής διαμορφώνει την «κεντρική ιδέα του κτιρίου» μεταφέροντας παράλληλα και τις πρώτες σκέψεις του στο χαρτί. Με τη διαδικασία αυτή αρχίζει το κτίριο να αναπτύσσεται σε τρεις διαστάσεις (κατόψεις, όψεις, τομές), να εντάσσεται στο περιβάλλον του και να αποκτά μορφή.

Τα τελευταία χρόνια στο γενικότερο προβληματισμό για την αρχιτεκτονική σύνθεση μπήκε δυναμικά και ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτιρίων.

Ο ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων ή ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, ή η ορθολογική χρήση της ενέργειας έννοιες σχεδόν ταυτόσημες, έχουν ένα και μοναδικό στόχο. Να διασφαλίσουν αποδεκτές εσωκλιματικές συνθήκες με τη σωστή θερμική συμπεριφορά του κτιρίου - χειμώνα, καλοκαίρι - και συνεπώς να περιορίσουν την κατανάλωση ενέργειας, με όλα τα οφέλη που αυτό συνεπάγεται, οικονομικά, περιβαλλοντικά με τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, ποιότητα ζωής. Ο παραπάνω στόχος στην περίπτωση της



βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής επιτυγχάνεται με καθαρά σχεδιαστικούς χειρισμούς, ή με διάφορες τεχνικές στην κατασκευή του κτιρίου, περιορίζοντας μ' αυτόν τον τρόπο την εξάρτηση από το μηχανολογικό εξοπλισμό για τη θέρμανση ή ψύξη των κτιρίων.

## ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ

Η ανάλυση του όρου οικολογική δόμηση είναι αρκετά δύσκολη. Η πολυμορφία των κτιρίων και η μεγάλη διάρκεια της ζωής τους, η ανομοιογένεια των περιβαλλοντικών συνθηκών και των χρήσεων, η πληθώρα των δομικών υλικών και προϊόντων, ο μεγάλος αριθμός των εμπλεκόμενων φορέων και υπηρεσιών, η αντιφατικότητα των συμφερόντων και των αντιλήψεων και τέλος τα διαφορετικά οικονομικά, κοινωνικά και πολιτιστικά δεδομένα δυσχεραίνουν την διατύπωση ενιαίων και πρακτικών αξιολογικών κριτηρίων.

Εύκολη είναι η αρνητική προσέγγιση που βασίζεται σε συγκεκριμένα παραδείγματα.

Ένα κτίριο με γυάλινη πρόσοψη, παραμορφωμένη από τα κλιματιστικά που έχουν προστεθεί εκ των υστέρων, για να κάνουν απλώς υποφερτή την παραμονή στο εσωτερικό του δεν είναι, προφανώς, προϊόν οικολογικού σχεδιασμού.

Το ίδιο ισχύει και για ένα ανεπαρκώς ηλιαζόμενο διαμέρισμα σε ένα στενό δρόμο της Αθήνας, με ατμόσφαιρα πνιγηρή από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων και τις οσμές κουζίνας από τον ακάλυπτο. Μόνο που εδώ, δεν φταίει μόνο ο σχεδιασμός του κτιρίου, αλλά και ο σχεδιασμός και η χωροθέτηση των γειτονικών κτιρίων και, ίσως, η πολιτική χρήσεων γης σε ολόκληρη την πόλη.

Είναι αλήθεια ότι τα παραπάνω παραδείγματα αφορούν ειδικές περιπτώσεις. Είναι όμως χαρακτηριστικά και η χρησιμότητά τους έγκειται στο ότι μας επιτρέπουν να διαγνώσουμε τα επίπεδα στα οποία εμφανίζονται τα προβλήματα που καλείται να επιλύσει η οικολογική δόμηση.

Τα επίπεδα αυτά είναι:

## ΤΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

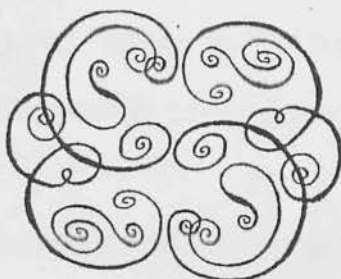
Η συγκέντρωση κτιρίων με επιφάνειες που λειτουργούν ως θερμοσυσσωρευτές και με τον όγκο τους εμποδίζουν την κυκλοφορία του αέρα, προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας και συγκέντρωση των αερίων ρύπων που με την σειρά τους μειώνουν την ένταση του ηλιακού φωτός. Οι μεταβολές αυτές αυξάνουν τις ανάγκες κλιματισμού και τεχνητού φωτισμού επηρεάζουν αρνητικά την υγεία και επιδεινώνουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων των πόλεων.

### Τα κτίρια:

Ο σχεδιασμός τους επηρεάζει καθοριστικά το ενεργειακό τους ισοζύγιο και την ποιότητα του εσωτερικού χώρου μέσω των ανταλλαγών με το εξωτερικό περιβάλλον

### Τα υλικά:

Τα δομικά υλικά δεν είναι περιβαλλοντικά ουδέτερα. Οι θερμικές και οπτικές τους ιδιότητες παίζουν σημαντικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου αλλά και του περιβάλλοντος χώρου, ενώ η τοξικολογική τους δράση επηρεάζει την ανθρώπινη υγεία και τα οικοσυστήματα.





## ΥΛΙΚΑ

### α) Ο ρόλος των υλικών

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιούνται καθορίζουν σε ένα πολύ μεγάλο βαθμό την ενεργειακή κατανάλωση καθώς και την θερμική και οπτική άνεση στα κτίρια και τους ανοικτούς χώρους. Ιδιαίτερη η ανακλαστικότητα των υλικών στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και ο συντελεστής εκπομπής τους στην μεγάλη μήκους κύματος (θερμική) ακτινοβολία παίζουν καθοριστικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο των αστικών περιοχών.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε εξωτερικές επιφάνειες δέχονται την προσπιπτούσα ηλιακή ακτινοβολία. Μέρος αυτής της ακτινοβολίας απορροφάται, ενώ το υπόλοιπο ανακλάται. Είναι προφανές ότι η χρήση υλικών μεγάλης ανακλαστικότητας, τόσο στα κτίρια όσο και στις λοιπές καλυμμένες επιφάνειες των πόλεων μειώνει την αποροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία και διατηρεί τις επιφάνειες πιο δροσερές.

Τα υλικά εκπεμπόμενης ακτινοβολίας είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας καθώς και του συντελεστή εκπομπής του υλικού. Υλικά με μεγάλο συντελεστή εκπομπής αποβάλλουν ευκολότερα την θερμότητα που απορροφούν.

Παρότι η επίδραση της ανακλαστικότητας και της εκπομπής των υλικών είναι ιδιαίτερα σημαντική εντούτοις θα πρέπει να είναι σαφές στον σχεδιαστή ότι η θερμοκρασία μιας επιφάνειας καθορίζεται από το συνολικό ενεργειακό ισοζύγιο. Για το λόγο αυτό τα φαινόμενα μεταφοράς της θερμότητας λόγω της κυκλοφορίας του ανέμου σε επαφή με τις επιφάνειες, έχουν εξαιρετική σημασία.

Η χρήση κατάλληλων υλικών στις πόλεις και τα κτίρια θεωρείται από τις πλέον σημαντικές τεχνικές για την βελτίωση του κλίματος των αστικών περιοχών. Πρόσφατη μελέτη στις ΗΠΑ απέδειξε ότι μόνο η χρήση ανοιχτόχρωμων επιφανειών συνδυασμένη με έντονη χρήση αστικού πρασίνου μπορεί να μειώσει κατά 18% το κλιματιστικό φορτίο της πόλης του

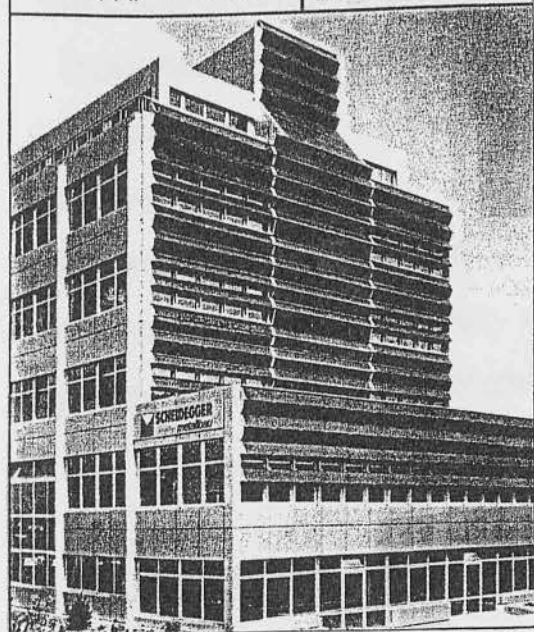
Λος Άντζελες, με ετήσιο οικονομικό κέρδος περί τα 100 εκατομμύρια δολάρια.

Υλικό / Επιφάνεια	Ανακλαστικότητα
Δρόμοι Άσφαλτος	0.05-0.2
<b>Τοίχοι</b> Σκυρόδεμα Τούβλο/Πέτρα Λευκή Πέτρα Λευκό Μάρμαρο Λευκό Τούβλο Κόκκινο Τούβλο Σκουρόχρωμο Τούβλο	0.10-0.35 0.20-0.40 0.80 0.55 0.30-0.50 0.20-0.30 0.20
<b>Οροφές</b> Ασφαλτόπανα Άσφαλτος Πίσσα και Χαλίκια Πλακάκια Αυλακοειδής Σίδηρος Ειδική Ανακλαστική Οροφή	0.07 0.10-0.15 0.08-0.18 0.10-0.35 0.10-0.16 0.6-0.7
<b>Χρώματα</b> Λευκό Κόκκινο, Καφέ, Πράσινο Μαύρο	0.50-0.90 0.20-0.35 0.02-0.15
<b>Μέση Ανακλαστικότητα Αστικών Περιοχών</b> Διακύμανση Μέση Τιμή	0.10-0.27 0.15
<b>Άλλα</b> Ανοιχτόχρωμη Άμμος Ξερό Γρασίδι Έδαφος Ξηρή Άμμος Φυλλοβόλα Φυτά Φυλλοβόλα Δάση Καλλιεργημένο Έδαφος Υγρή Άμμος Πευκοδάσος Ξύλο Σκουρόχρωμο Καλλιεργημένο Έδαφος	0.40-0.60 0.30 0.30 0.20-0.30 0.20-0.30 0.15-0.20 0.20 0.10-0.20 0.10-0.15 0.10 0.07-0.10

Η χρήση υλικών μεγάλης ανακλαστικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία (ανοιχτόχρωμα υλικά) όπως προαναφέρθηκε, βοηθά σημαντικά στην μείωση της θερμοκρασίας των επιφανειών και άρα στη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα του περιβάλλοντος.

Υλικά υψηλής ανακλαστικότητας θεωρούνται υλικά με συντελεστή ανακλαστικότητας πάνω από 0,6.

Ενδεικτικές τιμές για ορισμένα κοινά υλικά δίνονται στο διπλανό πίνακα 1.



Ανακλαστικότητα διαφόρων υλικών και επιφανειών.



## β) Ο ρόλος των υλικών στην πόλη

Οι πόλεις και εν γένει οι αστικές περιοχές παρουσιάζουν μειωμένη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία.

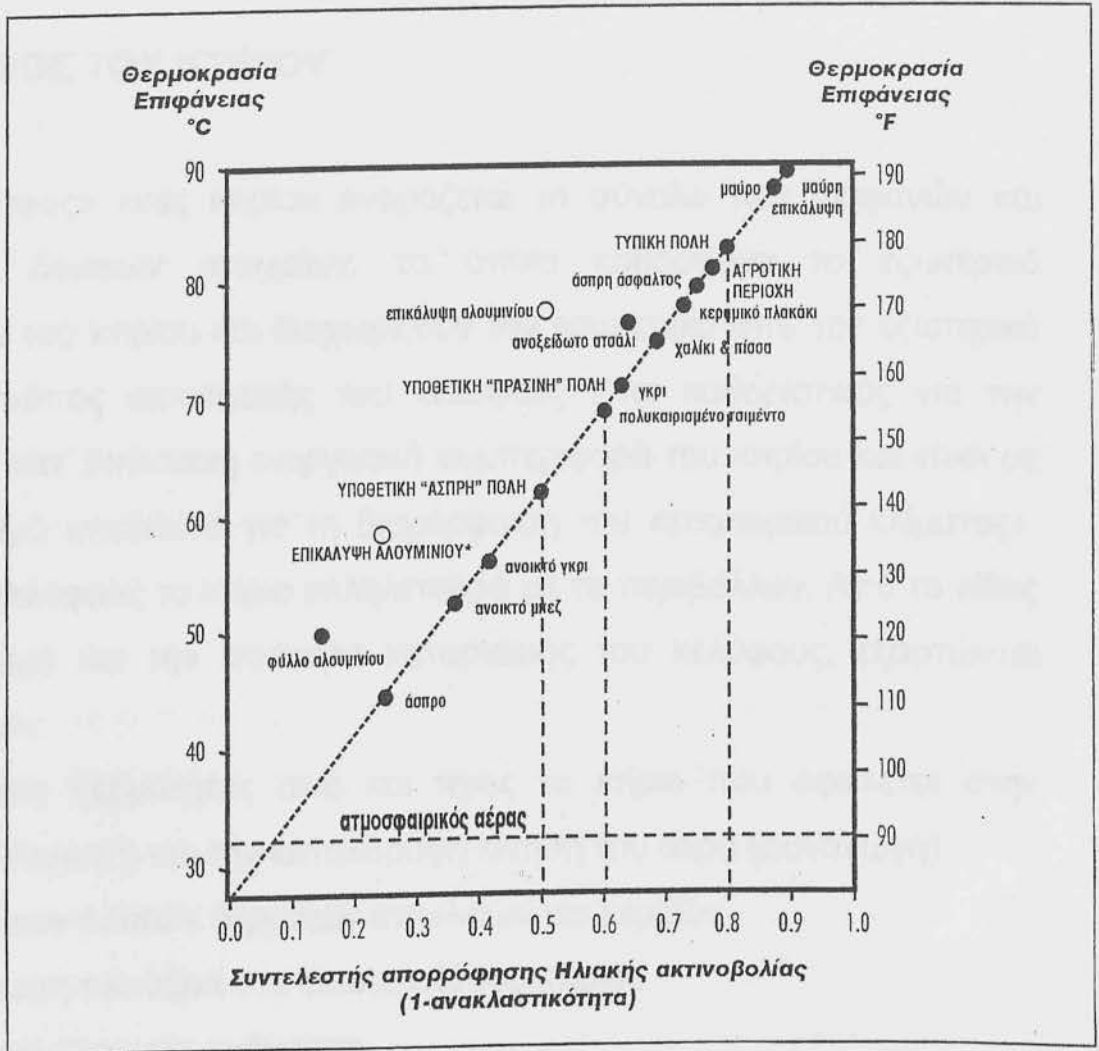
Οι κυριότεροι λόγοι είναι δυο:

- α) Οι σκουρόχρωμες επιφάνειες των κτιρίων και των δρόμων παρουσιάζουν μεγάλη απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία και
- β) Οι πολλαπλές ανακλάσεις της ηλιακής ακτινοβολίας που συμβαίνουν ανάμεσα στα κτίρια των δρόμων αυξάνουν την απορρόφηση της.

Οι τυπικές τιμές ανακλαστικότητας των πόλεων κυμαίνονται γύρω στο 0,15 - 0,30. Λόγω της πυκνότητας τους οι Ευρωπαϊκές πόλεις παρουσιάζουν συγκριτικά μικρότερη ανακλαστικότητα από τις γύρω από αυτές περιοχές. Το είδος του χρησιμοποιούμενου υλικού καθώς και οι συνθήκες από τις οποίες χρησιμοποιείται καθορίζουν τα θερμοκρασιακά επίπεδα σε μια πόλη. Σκουρόχρωμα υλικά μεγάλης απορροφητικότητας εκτεθειμένα στην ηλιακή ακτινοβολία, παρουσιάζουν έως και 25°C υψηλότερη θερμοκρασία από αντίστοιχα υλικά μικρότερης απορροφητικότητας.

Ο ρόλος των υλικών στην αύξηση της ανακλαστικότητας των πόλεων και άρα στην μείωση της θερμοκρασίας τους είναι ασφαλώς καθοριστικός. Είναι πλέον πλήρως αποδεκτό ότι η χρήση κατάλληλων υλικών είναι ίσως η πλέον ενδεδειγμένη μέθοδος για την βελτίωση των θερμοκρασιών που επικρατούν στις πόλεις κατά τη θερινή περίοδο. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα πρόσφατης έρευνας που συσχέτισε την θερμοκρασία επιφάνειας διάφορων υλικών, όπως χρησιμοποιούνται σε πόλεις, με τον συντελεστή απορροφητικότητας τους στην ηλιακή ακτινοβολία. Οι τιμές αναφέρονται σε μια τυπική θερινή μέρα. Όπως προκύπτει μια υποθετική «πράσινη» πόλη που συνδυάζει λευκές οροφές, ανοιχτόχρωμους δρόμους και πυκνό αστικό πράσινο, έχει κατά 17°C χαμηλότερη θερμοκρασία απ' ότι μια συμβατική πόλη.

Θερμοκρασία επιφανείας διάφορων υλικών ως συνάρτηση της απορροφητικότητας τους στο ηλιακό φάσμα. Οι τιμές αναφέρονται σε μια τυπική θερινή ημέρα. Στον αριστερό κατακόρυφο άξονα δίνεται η θερμοκρασία επιφανείας των υλικών, ενώ ο οριζόντιος άξονας δίνει την απορροφητικότητα των υλικών.





## ΤΟ ΚΕΛΥΦΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

«Κέλυφος» ενός κτιρίου ονομάζεται το σύνολο των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων, τα οποία καθορίζουν το εξωτερικό περίγραμμα του κτιρίου και διαχωρίζουν τον εσωτερικό από τον εξωτερικό χώρο. Ο τρόπος κατασκευής του κελύφους είναι καθοριστικός για την θερμική και κατ' επέκταση ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου και είναι σε μεγάλο βαθμό υπεύθυνο για τη διαμόρφωση του «εσωτερικού κλίματος». Μέσω του κελύφους το κτίριο αλληλεπιδρά με το περιβάλλον. Από το είδος τον σχεδιασμό και την ποιότητα κατασκευής του κελύφους, εξαρτώνται μεταξύ άλλων:

- i) η μετάδοση θερμότητας από και προς το κτίριο που οφείλεται στην οριζόντια (αγωγή) και την κατακόρυφη κίνηση του αέρα (συναγωγή).
- ii) ο ρυθμός των λοιπών θερμικών απωλειών και κερδών
- iii) η ανανέωση του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου
- iv) η απαγωγή θερμικής ενέργειας
- v) η εισροή της ηλιακής ενέργειας στο εσωτερικό του κτιρίου
- vi) η θερμοχωρητικότητα του κτιρίου δηλ. η ικανότητα του να αποθηκεύει θερμότητα.
- vii) Οι παράμετροι του αερισμού και φωτισμού.
- viii) η αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- ix) οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κτιρίου τόσο στον εσωτερικό χώρο όσο και στον εξωτερικό.

Από τα παραπάνω είναι προφανές ότι το κτιριακό κέλυφος παίζει πρωτεύοντα ρόλο στην θερμική και περιβαλλοντική συμπεριφορά ενός κτιρίου. Σε σωστά θερμομονωμένα κτίρια, η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και δροσισμό είναι έως και 20-40% μικρότερη από την ενεργειακή κατανάλωση ενός κτιρίου χωρίς θερμομόνωση.

Η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου εξαρτάται άμεσα από τα χαρακτηριστικά του κελύφους του και ειδικότερα από:

- i) Τον προσανατολισμό: του κτιρίου και την χωροθέτηση του στο οικόπεδο. Τα στοιχεία αυτά, σε συνδυασμό με την τοπογραφία της περιοχής, την διαμόρφωση των εξωτερικών χώρων και την χωροθέτηση των γειτονικών κτιρίων, καθορίζουν μια σειρά σημαντικών παραμέτρων συμπεριφοράς του κτιρίου, όπως ο βαθμός του ηλιασμού και της απορόφησης ηλιακής ακτινοβολίας (ο οποίος πρέπει να είναι μέγιστος κατά την διάρκεια του χειμώνα και ελάχιστος το καλοκαίρι), ή τα χαρακτηριστικά ροής του ανέμου, τα οποία είναι δυνατόν να διαμορφωθούν κατά τρόπον ώστε να ενισχύεται ο αερισμός του κτιρίου (και άρα ο βαθμός φυσικού δροσισμού του).
- ii) Την μορφή του κελύφους: (π.χ. από τον λόγο των διαφανών επιφανειών προς τις αδιαφανείς), η οποία με την σειρά της καθορίζει την θερμική συμπεριφορά του κτιρίου σε συνάρτηση με τις κλιματικές παραμέτρους, καθώς και την σχέση του κτιρίου με τα γειτονικά κτίρια (για παράδειγμα, τα κτίρια των οποίων τα κελύφη είναι «πανταχόθεν ελεύθερα» παρουσιάζουν σημαντικά μεγαλύτερες θερμικές απώλειες από αυτά που είναι χτισμένα με το σύστημα της συνεχούς δόμησης).
- iii) Τα υλικά κατασκευής των διαφανών και αδιαφανών τμημάτων του κελύφους, οι ιδιότητες των οποίων καθορίζουν βασικά χαρακτηριστικά της δομής όπως ο συντελεστής θερμοδιαπερατότητας από τον οποίο εξαρτώνται οι θερμικές απώλειες που οφείλονται σε φαινόμενα συναγωγής. Τα υλικά καθορίζουν επίσης τον συντελεστή απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας μικρού μήκους κύματος που προσπίπτει στο κτίριο και άρα την ποσότητα των ηλιακών κερδών του κτιρίου, καθώς και την θερμική μάζα του κτιρίου.
- iv) Τον σχεδιασμό των ανοιγμάτων του κελύφους που σε συνδυασμό με την μορφολογία, τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής, την διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου και τη γεωμετρία του κτιρίου, καθορίζουν τα επίπεδα αερισμού του κτιρίου και άρα προσδιορίζουν τις ανάγκες για χρήση μηχανικών συστημάτων για τον αερισμό και το δρόσιμα.

Η θερμική άνεση στο εσωτερικό του κτιρίου, άλλα και γενικότερα η ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος (συμπεριλαμβανομένης της ποιότητας του εσωτερικού αέρα) σηματοδοτείται από μια σειρά παραμέτρων. Οι παράμετροι αυτές (θερμοκρασία και υγρασία αέρα, θερμοκρασία επιφανειών, ρυθμός ανανέωσης και ταχύτητα του αέρα, συγκέντρωση αερίων ρύπων) εξαρτώνται άμεσα από τα χαρακτηριστικά του κτιριακού κελύφους. Σημαντικό ρόλο, ειδικότερα για την διαμόρφωση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος, παίζουν οι ιδιότητες των υλικών που χρησιμοποιούνται στην επίστρωση των εσωτερικών επιφανειών του κελύφους (εκπομπή ρύπων και σωματιδίων).

### **Περιβαντολογικές επιπτώσεις**

«Οι περιβαντολογικές επιπτώσεις» ενός κτιρίου σε σχέση με το κέλυφος μπορούν να ταξινομηθούν σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

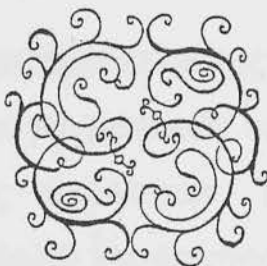
- i) Στις έμμεσες, δηλαδή σε αυτές που οφείλονται στην συνεισφορά των κτιρίων στη γενική ρύπανση λόγω της κατανάλωσης θερμικής ή ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι προφανές ότι από την στιγμή που η ποιότητα της κατασκευής και ο σχεδιασμός του κελύφους παίζουν αποφασιστικό ρόλο στις ενεργειακές ανάγκες ενός κτιρίου για θέρμανση, δροσισμό και αερισμό, ο ρόλος του κελύφους στις έμμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι σημαντικός. Οι έμμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις αφορούν τόσο τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων ρύπων που παράγονται από την καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή της θερμικής ή ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα αέρια των καύσεων αυτών επιδεινώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αυξάνουν την ρύπανση του ατμοσφαιρικού αέρα. Άλλες εκπομπές όπως οι χλωροφθοράνθρακες (HCFC) που οφείλονται στη χρήση κλιματιστικών μηχανημάτων, συντελούν στην καταστροφή του στρώματος του στρατοσφαιρικού όζοντος. Η μείωση των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου και η κάλυψη τους από παθητικές τεχνικές θέρμανσης και δροσισμού ενσωματωμένων στο κέλυφος του κτιρίου,



συνεισφέρει αποφασιστικά στον περιορισμό των περιβαλλοντικών προβλημάτων που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Στις άμεσες, δηλαδή σε αυτές που προκαλεί η ίδια η παρουσία του κτιρίου στο γειτονικό του μικροπεριβάλλον. Οι άμεσες επιπτώσεις εξαρτώνται από το σχεδιασμό και την χωροθέτηση του κελύφους καθώς και από τις θερμικές και οπτικές ιδιότητες των διαφανών και αδιαφανών υλικών που χρησιμοποιούνται για την επίστρωση της εξωτερικής τους επιφάνειας. Ο ακατάλληλος σχεδιασμός και προσανατολισμός του κτιριακού κελύφους είναι δυνατόν να προκαλέσει προβλήματα μείωσης του ηλιασμού, του φωτισμού και του αερισμού σε γειτονικά κτίρια. Η χρήση υλικών μη φιλικών προς το περιβάλλον στην κατασκευή του κελύφους (π.χ. δομικών υλικών με μεγάλη απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, υλικών επικάλυψης που εκπέμπουν ρύπους ή επιβλαβή σωματίδια, διαφανείς επιφάνειες με πολύ μεγάλες ανακλαστικότητες), ενδέχεται να δημιουργήσει μια σειρά από προβλήματα στον περιβάλλοντα χώρο, όπως ενίσχυση της έντασης του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας, ρύπανση του αέρα ή θάμβωση των ενοίκων των γειτονικών κτιρίων.



## ΚΕΛΥΦΟΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Φυσικό φως ονομάζεται το ορατό τμήμα του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας την οποία εκπέμπει ο ήλιος και η οποία προσπίπτει στην επιφάνεια της γης μετά από απορρόφηση και σχεδίαση του ηλιακού φωτός στην ατμόσφαιρα.

Η χρήση του τεχνητού φωτισμού αποτέλεσε προϋπόθεση για την ανάπτυξη δραστηριοτήτων σε κλειστούς χώρους, Δημιούργησε ωστόσο δυο σοβαρά προβλήματα:

- A. Την ενεργειακή κατανάλωση που απαιτείται για την παραγωγή του τεχνητού φωτισμού συνεισφέρει σημαντικά στην ρύπανση του περιβάλλοντος,
- B. Η έλλειψη φυσικού φωτισμού έχει επιβλαβείς φυσιολογικές και ψυχολογικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό.

### Χαρακτηριστικά του φυσικού φωτισμού

Ο φυσικός φωτισμός αποτελείται από άμεσο ηλιακό φως, (το φως που έρχεται απ' ευθείας από τον ήλιο), το διάχυτο φως, προερχόμενο από διάχυση του ηλιακού φωτός στην ατμόσφαιρα και τέλος το ανακλώμενο φως, που προκύπτει εξ ανακλάσεως από το έδαφος και τις άλλες επιφάνειες.

- i) Η λαμπρότητα του ουρανού μεταβάλλεται ως συνάρτηση μιας σειράς μετεωρολογικών, εποχιακών και γεωμετρικών παραμέτρων και εξαρτάται ως έναν βαθμό από το είδος των νεφών. Τα αραιά ανώτερα νέφη δημιουργούν μεγαλύτερες μεταβολές της λαμπρότητας από ότι τα χαμηλά πυκνά νέφη. Με αραιή νέφωση, η περιοχή γύρω από τον ήλιο φαίνεται φωτεινότερη, ενώ όσο τα νέφη γίνονται πυκνότερα αυξάνει η ομοιογένεια της κατανομής χωρίς όμως ποτέ να γίνει απόλυτη. Οι πιο ομοιογενείς ουρανοί είναι αυτοί στους οποίους υπάρχουν περισσότερα είδη νεφών. Η πιο συνηθισμένη περίπτωση στην Ευρώπη, είναι η μερική νεφοκάλυψη του ουρανού.

Θα πρέπει να τονισθεί η ιδιαίτερη σημασία που έχουν τα νέφη με κατακόρυφη ανάπτυξη, τα νέφη των μετωπικών καταιγίδων και τα ορογραφικά νέφη, τα οποία, καθώς έχουν μεγάλη κατακόρυφη και μικρή οριζόντια έκταση, μετακινούνται σχετικά γρήγορα, επηρεάζουν έντονα την κατανομή του φωτισμού και δημιουργούν γρήγορες εναλλαγές μεταξύ σκιασμένου και ελεύθερου φωτισμού. Μολονότι η κατανομή της λαμπρότητας στον ουράνιο θόλο ανάλογα με την νεφοκάλυψη είναι δύσκολο να κωδικοποιηθεί, υπάρχει μια σειρά μοντέλων που έχουν ως αντικείμενο αυτή τη σχέση.

ii) Η φωτεινότητα του αίθριου ουρανού παρουσιάζει επίσης μια ισχυρά ανομοιογενή κατανομή. Πιο φωτεινή είναι η περιοχή κοντά στον ήλιο, ενώ η λιγότερο φωτεινή περιοχή, η οποία είναι ταυτόχρονα και η περιοχή με το εντονότερο μπλέ χρώμα, βρίσκεται σε ορθή γωνία προς τη γραμμή του ηλιακού αζιμούθιου.

Όταν επικρατεί μερική ή ολική νεφοκάλυψη, τα νέφη λειτουργούν ως σκεδαστές, ανακλαστές και απορροφητές, τόσο του πρισπίπτοντος, όσο και του ανακλώμενου από το έδαφος φωτός. Γενικά τα νέφη προκαλούν μίξη του φωτός με αποτέλεσμα την αίσθηση του λευκού φωτός. Ανάλογα με το πάχος των νεφών, μεταβάλλεται και η ποσότητα του φωτός που τα διαπερνά. Τα χαμηλά διαστρωματώμενα νέφη προκαλούν την μεγαλύτερη συσκότιση με μεγάλη χρονική διάρκεια, ενώ τα καταιγιδοφόρα νέφη προκαλούν μεγάλη συσκότιση.

Εκτός από την ποσότητα, ανάλογα με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες, μεταβάλλεται και η ποιότητα του φυσικού φωτισμού. Υπό συνθήκες αιρθίας, το χρώμα του ουρανού μεταβάλλεται σε συνάρτηση με το ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας. Επίσης, οι ανθρωπογενείς ρύποι είναι συχνά υπεύθυνοι για την αλλοίωση του χρώματος του ουρανού στις πόλεις, καθώς ορισμένοι από αυτούς απορροφούν επιλεκτικά την ακτινοβολία του ορατού φάσματος.



## Ο φυσικός φωτισμός ως μέσο για την εξοικονόμηση ενέργειας

Ο σχεδιασμός κτιρίων με σωστή ενεργειακή συμπεριφορά αποτελεί μια από τις σημαντικότερες αιτίες που επανέφεραν το φυσικό φωτισμό των κτιρίων στην επικαιρότητα. Ο τεχνητός φωτισμός αποτελεί σημαντική πηγή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε ορισμένα κτίρια. Ανάλογα με τον τύπο των λαμπτήρων, ένα μικρό ή μεγάλο ποσοστό του φορτίου φωτισμού μετατρέπεται σε θερμότητα που επηρεάζει το θερμικό και το ψυκτικό φορτίο του κτιρίου. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στο σχεδιασμό των ανοιγμάτων που επιτρέπουν την είσοδο του φυσικού φωτός. Ο σχεδιασμός αυτός θα πρέπει να συμβάλλει:

- i) στην βελτίωση του φωτισμού στο εσωτερικό του κτιρίου και στην μεγαλύτερη οπτική άνεση.
- ii) στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για φωτισμό
- iii) στη μείωση του ψυκτικού φορτίου.

Σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι δυνατό να επιτευχθούν βέλτιστα αποτελέσματα με την αποκλειστική χρήση του φυσικού φωτισμού. Όμως ο φυσικός φωτισμός μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου, όταν χρησιμοποιείται ως τμήμα ενός ολοκληρωμένου συστήματος που περιλαμβάνει τη δυνατότητα επιλογής ανάμεσα στον φυσικό και τον τεχνητό φωτισμό ή την σκίαση, ανάλογα με τις επιθυμητές συνθήκες φωτισμού και θερμοκρασίας στο εσωτερικό του κτιρίου καθώς και τις συνθήκες ηλιασμού και εξωτερικής θερμοκρασίας.

Η χρήση φυσικού φωτισμού κάνει δυνατή την μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό έως και κατά 80%. Στην περίπτωση όπου το κτίριο λειτουργεί σε 24ωρη βάση με τη χρησιμοποίηση τεχνητού φωτισμού η συνεισφορά του φυσικού φωτισμού φθάνει μέχρι και στο 40% της αρχικής κατανάλωσης.

## **Ο ρόλος του κελύφους στη δημιουργία οπτικής άνεσης**

Η βελτιστοποίηση της σχέσης μεταξύ των επιφανειών των φυσικά φωτιζόμενων χώρων και των διαστάσεων των εξωτερικών ανοιγμάτων βελτιώνει την οπτική συμπεριφορά του κτιρίου και την οπτική άνεση στο εσωτερικό του. Η κατανόηση αυτής της σχέσης επιτρέπει στον σχεδιαστή του κτιρίου να ενσωματώνει στο κέλυφος τεχνικές και στοιχεία φυσικού φωτισμού τα οποία επιτρέπουν την είσοδο στο κτίριο ποσότητας φωτός ικανής να εξυπηρετήσει τις λειτουργικές του ανάγκες.

Οι τεχνικές φυσικού φωτισμού που θα παρουσιαστούν σε αυτή την ενότητα στοχεύουν να βοηθήσουν τον σχεδιαστή του κτιριακού κελύφους να βελτιώσει την οπτική απόδοση του κτιρίου. Σκοπός των τεχνικών αυτών είναι η βελτιστοποίηση του μεγέθους των ανοιγμάτων με τρόπο τέτοιο ώστε αφενός να μεγιστοποιείται ο φυσικά φωτιζόμενος χώρος του κτιρίου και αφετέρου να αποφεύγεται η υπερθέρμανση κατά τους θερινούς μήνες.

## **Η βελτιστοποίηση των στρατηγικών φωτισμού στο εσωτερικό ενός κτιρίου.**

- i) Η γεωμετρία των εσωτερικών χώρων. Η κατασκευή χώρων με μεγάλο βάθος σε απόσταση από το κέλυφος του κτιρίου πρέπει ν' αποφεύγεται. Σημαντικό ρόλο παίζει η κάτοψη ενός κτιρίου. Η μεγιστοποίηση της επιφάνειας των χώρων με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση του βάθους είναι δυνατή με την επιλογή κατόψεων σχήματος E, F, U, L, O και H.
- ii) Η γεωμετρία και η τοποθέτηση των ανοιγμάτων. Το ύψος του κάτω μέρους της κάσας του ανοίγματος (πρεβάζι), καθώς και το συνολικό ύψος και το πλάτος του παραθύρου είναι σημαντικές παράμετροι στην επίτευξη βέλτιστων συνθηκών φυσικού φωτισμού. Τα παράθυρα με μεγάλο πλάτος οδηγούν σε ομοιογενή κατανομή της φωτεινότητας στον χώρο καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Στην περίπτωση αυτή η φωτεινότητα έχει ζωνική κατανομή παράλληλη με τον τοίχο του παραθύρου. Αντίθετα, τα παράθυρα με μεγάλο ύψος προκαλούν χωρική κατανομή της φωτεινότητας σε ζώνες κάθετες όταν τοίχο του

παραθύρου, οδηγώντας έτσι σε ένα φωτεινό περιβάλλον το οποίο μεταβάλλεται κατά την διάρκεια της ημέρας. Το παράθυρο αυτού του τύπου προσφέρει βαθύτερη διείσδυση του φωτός και μεγαλύτερη δυνατότητα για φυσικό αερισμό, αλλά από την άλλη μειονεκτεί γιατί προκαλεί μεγαλύτερη θάμβωση. Τέλος η τοποθέτηση ενός ανοίγματος στο μέσο του τοίχου οδηγεί σε καλή κατανομή του φωτισμού, ενώ ένα γωνιακό παράθυρο προκαλεί λιγότερη θάμβωση.

- iii) Η ανακλαστικότητα των εσωτερικών επιφανειών. Όσο μεγαλύτερη είναι η ανακλαστικότητα τόσο περισσότερη είναι η διείσδυση του φυσικού φωτός στο βάθος του δωματίου και τόσο πιο ομοιογενής είναι η κατανομή του φωτός στον χώρο.
- iv) Το μέγεθος και ο τύπος των γειτονικών κτιρίων ή άλλων ψηλών εμποδίων, καθώς αυτά επηρεάζουν το φως που ανακλάται μέσα στο χώρο και το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που αποκόπτεται από την ύπαρξη των εμποδίων. Για το λόγο αυτό, η διαθεσιμότητα του φυσικού φωτισμού σε πυκνό αστικό περιβάλλον είναι περιορισμένη.
- v) Ο τύπος του ουρανού και ο προσανατολισμός των στοιχείων που εισάγουν φως στο κτίριο. Ο αίθριος ουρανός παρέχει φως ικανό να υπερτονίσει και την παραμικρή λεπτομέρεια του κτιρίου. Αντίθετα πιο ήπιες και σκιώδεις κατανομές φυσικού φωτισμού δημιουργούνται από έναν νεφοσκεπή ουρανό. Από την στιγμή που το νότιο τμήμα του αίθριου ουρανού είναι γενικά φωτεινότερο, είναι λογικό τα περισσότερα ανοίγματα να έχουν νότιο προσανατολισμό. Αυτός όμως αυξάνει συχνά τη θάμβωση.

Όμως η μείωση των διαστάσεων ενός ανοίγματος (για να αποφευχθεί η θάμβωση) μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τον μη επαρκή φωτισμό του χώρου, όταν ο ουρανός είναι νεφοσκεπής.

Ένα νότια προσανατολισμένο παράθυρο επιτρέπει μεγαλύτερα θερμικά κέρδη κατά την διάρκεια του χειμώνα (που είναι επιθυμητά) αλλά και κατά την διάρκεια του καλοκαιριού (που είναι ανεπιθύμητα και πρέπει να προσδιορίζονται με τη χρήση κατάλληλων σκιάστρων). Τα ανατολικά και



δυτικά ανοίγματα παρέχουν φωτισμό ο οποίος μεταβάλλεται σημαντικά κατά την διάρκεια της ημέρας. Ειδικά τα νοτιοδυτικά ανοίγματα μπορούν να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα υπερθέρμανσης κατά την διάρκεια του θέρους. Τα βορινά ανοίγματα παρέχουν χαμηλής αλλά σταθερής έντασης φωτισμό καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας.

Το διάχυτα ανακλώμενο ηλιακό φως μπορεί να αποτελέσει μια από τις σημαντικότερες πηγές φωτός σε εσωτερικούς χώρους, ειδικότερα σε περιοχές με μεγάλη ηλιοφάνεια. Η διευθέτηση των ανοιγμάτων θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει την είσοδο στο εσωτερικό του κτιρίου του διάχυτου ηλιακού φωτός από τον ουρανό, αλλά ταυτόχρονα να εμποδίζει την διείσδυση του φωτός που ανακλάται από άλλες εξωτερικές επιφάνειες (μεταλλικές, υαλοπίνακες κτλ). Αυτές είναι τις περισσότερες φορές λαμπρότερες από τον ουρανό με αποτέλεσμα την δημιουργία έντονων φαινομένων θάμβωσης. Αυτό το πρόβλημα θα μπορούσε να λυθεί με την χρήση έγχρωμων υαλοπινάκων ή κινητών σκιάστρων στο χαμηλότερο μέρος των ανοιγμάτων.

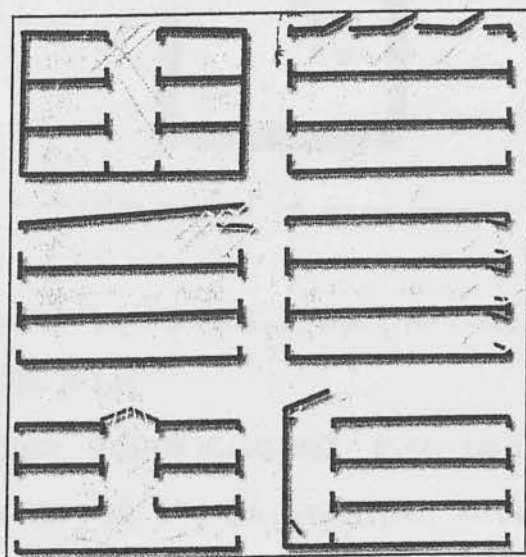
Η διαθεσιμότητα του φυσικού φωτός είναι ένα από τα πιο σημαντικά κριτήρια για την αξιολόγηση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος. Έρευνες έχουν δείξει ότι η προτεραιότητες των ενοίκων, όταν διαλέγουν μια κατοικία είναι κατά σειρά:

- Το φωτεινό οπτικό περιβάλλον
- Η ευρυχωρία
- ο ηλιασμός του χώρου
- Η ησυχία
- Η καλή εσωτερική διαρρύθμιση
- η ύπαρξη μπαλκονιών
- Η εύκολη πρόσβαση
- Η θέα

Η είσοδος του φυσικού φωτός σε ένα κτίριο μπορεί να βελτιωθεί αν ακολουθηθούν οι παρακάτω απλές αποδείξεις για τον σχεδιασμό και την αρχιτεκτονική ενός κτιριακού συνόλου:

- Τοποθέτηση των χώρων στάθμευσης στο βορρά
- Τοποθέτηση των αυλών στο νότιο
- κατασκευή στεγών χαμηλού προφίλ
- επιλογή οικοπέδου με κλίση και νότιο προσανατολισμό για την κατασκευή ενός νέου κτιρίου.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι τεχνικές φυσικού φωτισμού στα κτίρια



Τεχνικές φυσικού φωτισμού σε κτίρια

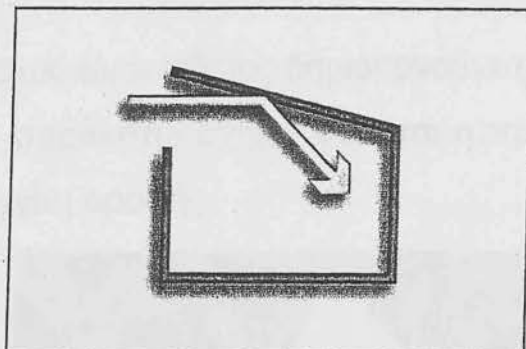
### Διατάξεις φυσικού φωτισμού

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται και αναλύεται η επίδραση που έχει η μεταβολή των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των διαφόρων διατάξεων και στοιχείων που μπορούν να ενσωματωθούν στο κέλυφος του κτιρίου έτσι ώστε να βελτιστοποιηθεί η οπτική συμπεριφορά του και να μεγιστοποιηθεί η χρήση του φυσικού φωτισμού. Η κυριότερη παράμετρος, οι τιμές της οποίας δίνουν πληροφορίες τόσο για την ποσότητα όσο και για την ποιότητά του φυσικού φωτισμού σε ένα κλειστό χώρο, είναι ο παράγοντας Φυσικού Φωτισμού (ΠΦΦ) που ορίζεται ως το πηλίκο του επιπέδου φωτισμού στο εσωτερικό ενός κτιρίου, προς το επίπεδο φωτισμού στο εξωτερικό περιβάλλον την ίδια χρονική στιγμή.

Στη συνέχεια δίνονται ορισμένα στοιχεία για το ρόλο των διαφόρων στοιχείων του κελύφους στην αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού.

## **Αξιοποίηση της κεκλιμένης οροφής**

Η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται από κατακόρυφα ανοίγματα στο ανώτερο μέρος του δωματίου και ανακλάται προς τα κάτω από την οροφή όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



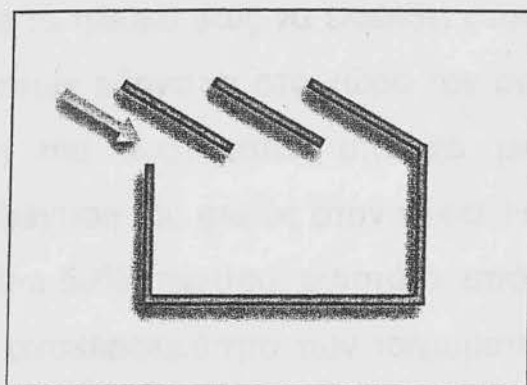
Παράδειγμα χρήσης κεκλιμένης οροφής για την καλύτερη κατανομή φυσικού φωτισμού

Επίδραση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των ανοιγμάτων στην κατανομή της φωτεινότητας.

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των ανοιγμάτων στο κέλυφος, επηρεάζουν την κατανομή της φωτεινότητας στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων.

## **Η χρήση πολλαπλών ανοιγμάτων οροφής**

Κατά την διάρκεια του περασμένου αιώνα τα ανοίγματα οροφής όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα ήταν ένα από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των βιομηχανικών κτιρίων.

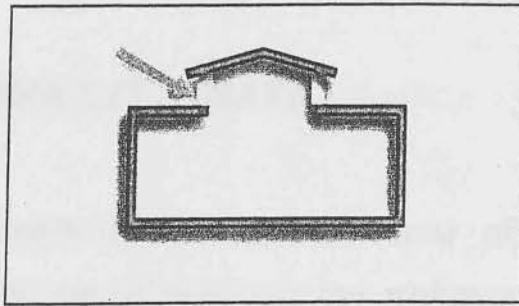


Χρήση πολλαπλών ανοιγμάτων οροφής

## **Κατακόρυφοι φεγγίτες οροφής**

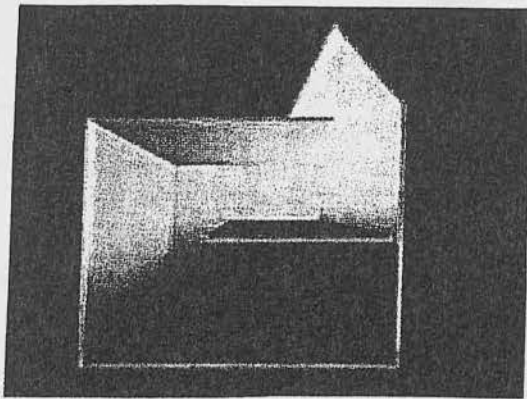
Οι κατακόρυφοι φεγγίτες οροφής είναι ανοίγματα τοποθετημένα στις πλευρές ανυψωμένων τομέων της στέγης όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.





Κατακόρυφοι φεγγίτες οροφής

Όταν ο ουρανός είναι αίθριος δημιουργούνται λωρίδες έντονης και μη φωτεινότητας. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η προσομοίωση της εισόδου του φωτός από φεγγίτη οροφής.



Προσομοίωση εισόδου φωτός από φεγγίτη οροφής

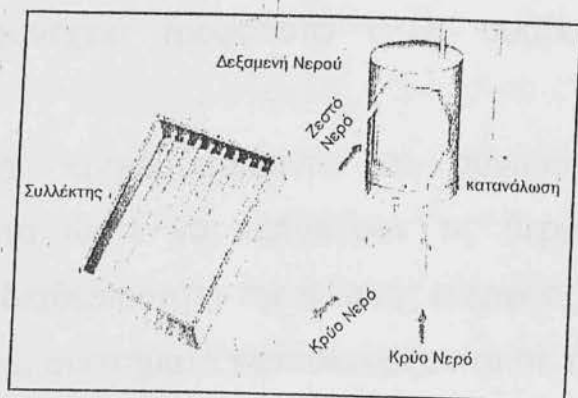
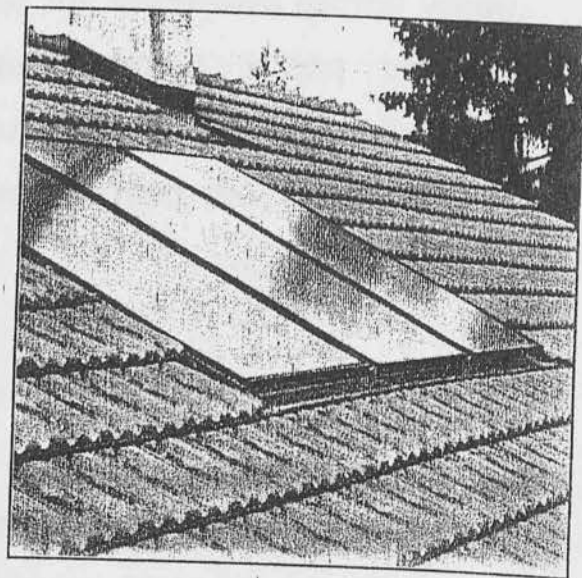
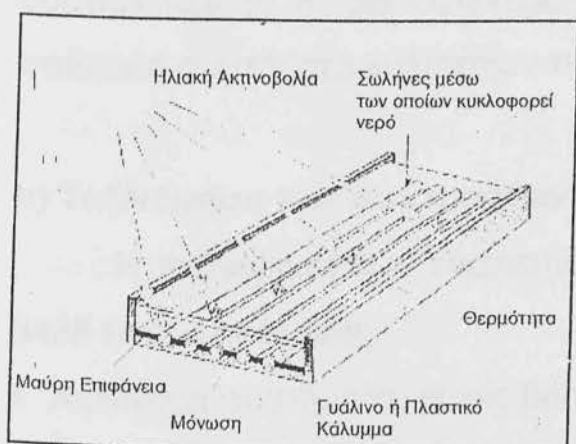
### Φωτεινός σωλήνας (light pipe)

Ο φωτεινός σωλήνας είναι ένα σύστημα που τοποθετείται στην οροφή του κτιρίου και μεταφέρει το φυσικό φως μέχρι και δυο ορόφους χαμηλότερα. Αποτελείται από έναν σωλήνα με τοιχώματα μεγάλης ανακλαστικότητας και έναν ανακλαστήρα τοποθετημένο στην κορυφή του. Ο ανακλαστήρας αναγκάζει το ηλιακό φως να εισέλθει στον σωλήνα, όπου μέσω πολλαπλών ανακλάσεων οδηγείται στο χώρο τον οποίο επιθυμούμε να φωτίσουμε. Στη βάση του συστήματος υπάρχει μια διάταξη που επιτρέπει την ομοιόμορφη διάχυση του φωτός στον χώρο. Η ολική απόδοση του συστήματος, η οποία είναι 50% περίπου, εξαρτάται από το μήκος και τη διάμετρο του σωλήνα, την ανακλαστικότητα των τοιχωμάτων και τα λοιπά τεχνικά χαρακτηριστικά.



## ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η χρήση ενεργητικών συστημάτων που αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση χώρων και την παραγωγή ζεστού νερού στα κτίρια. Είναι μια από τις σημαντικότερες μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας. Εντούτοις η ενσωμάτωση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων στα κτίρια του αστικού περιβάλλοντος δεν είναι πάντα εύκολη.



Τα σημαντικότερα προβλήματα που εμποδίζουν την ευρεία χρήση των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων στα αστικά κτίρια και γενικότερα την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας σε αυτά είναι τα εξής:

- Ο σκιασμός των ηλιακών συλλεκτών από τα γειτονικά κτίρια
- Ο προσανατολισμός και το πλάτος των δρόμων
- Ο τρόπος κατασκευής των κτιρίων και η διαθεσιμότητα χώρου για την εγκατάσταση των ηλιακών συστημάτων.

- Η ρύπανση του αέρα που προκαλεί επικαθήσεις στα καλύμματα των συλλεκτών.
- Ο προσανατολισμός του κτιρίου
- Η πυκνότητα της δόμησης.

Παρ' όλες τις δυσκολίες τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι ευρέως διαδεδομένα κυρίως σε κτίρια του ημιαστικού και αγροτικού περιβάλλοντος, ιδιαίτερα στις χώρες με μεγάλη ηλιοφάνεια όπως η Ελλάδα. Η πλειονότητα των συστημάτων χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ζεστού νερού, ενώ επεκτείνεται συνεχώς η εγκατάσταση και η χρήση μεγάλων συστημάτων τα οποία αυτόνομα ή σε συνδυασμό με άλλα συμβατικά ή παθητικά συστήματα καλύπτουν τις θερμαντικές ανάγκες ενός κτιρίου.

#### α) Ταξινόμηση των συστημάτων

Η ταξινόμηση των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων κατά 150/D15 9488 είναι η ακόλουθη:

- Αυτόνομα συστήματα, χωρίς βοηθητική θερμαντική πηγή
- Συστήματα προθέρμανσης. Χρησιμοποιούνται για την προθέρμανση νερού που στη συνέχεια τροφοδοτεί άλλα συμβατικά συστήματα θέρμανσης.
- Υβριδικά συστήματα. Χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό ηλιακά και συμβατικά συστήματα ώστε να καλύπτουν τις θερμαντικές ανάγκες ανεξάρτητα από την διαθεσιμότητα της ηλιακής ενέργειας.

Όλα τα παραπάνω συστήματα κατασκευάζονται σε ποικιλία μεγεθών, ώστε να καλύπτουν από τις ανάγκες ενός μικρού κτιρίου έως και τις ανάγκες ολόκληρων οικισμών.

Ένας άλλος τρόπος ταξινόμησης των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι ανάλογα με το μέσο το οποίο χρησιμοποιείται για την συλλογή και αποθήκευση ενέργειας. Με βάση την ταξινόμηση αυτή, τα ηλιακά συστήματα διακρίνονται σε συστήματα υγρού και συστήματα αέρος. Τα συστήματα αέρος χρησιμοποιούνται κυρίως για την θέρμανση χώρων και την ξήρανση αγροτικών προϊόντων, καθώς και σε βιομηχανικές εφαρμογές.

Τα συστήματα υγρού είναι κατάλληλα για μια πιο ευρεία κλίμακα εφαρμογών όπως θέρμανση χώρων, παραγωγή ζεστού νερού για οικιακή χρήση, συστήματα κλιματισμού, θέρμανση νερού σε πισίνες και τέλος, ως πηγή ενέργειας σε αντλίες θερμότητας. Χάρη σε αυτό το ευρύ φάσμα εφαρμογών, τα συστήματα υγρού χρησιμοποιούνται πολύ συχνά από τα συστήματα αέρος σε επαγγελματικούς χώρους και κατοικίες.

### **α.1 Ηλιακά συστήματα αέρος**

Η λειτουργία των ηλιακών συστημάτων αέρος βασίζεται στην κυκλοφορία θερμού αέρα διαμέσου αγωγών από και προς έναν ηλιακό συλλέκτη. Η παραγόμενη θερμότητα αποθηκεύεται σε κατάλληλα αποθηκευτικά συστήματα. Τα συστήματα αέρος προσφέρονται για θέρμανση χώρων καθώς ο αέρας διοχετεύεται κατευθείαν στην κατανάλωση χωρίς την παρεμβολή εναλλακτών θερμότητας. Τα συστήματα αέρος δεν χρειάζονται αντιψυκτική προστασία και έχουν χαμηλό κόστος λειτουργίας.

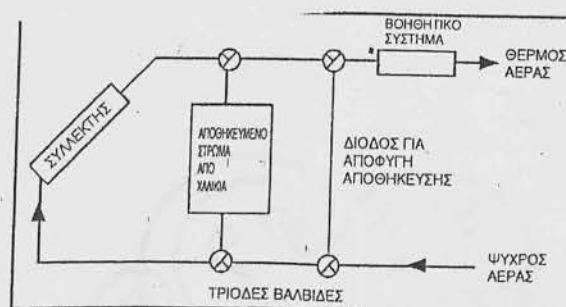
Οι ηλιακοί συλλέκτες αέρος είναι μια μαυρισμένη επιφάνεια που περιέχονται σε ένα μονωμένο κλειστό πλαίσιο του οποίου η άνω επιφάνεια καλύπτεται με γυαλί που παγιδεύει την εκπεμπόμενη θερμική ακτινοβολία. Με αυτόν τον τρόπο θερμαίνεται ο ψυχρός αέρας που διέρχεται ανάμεσα στο γυάλινο κάλυμμα και τον συλλέκτη. Όμως, επειδή η θερμική αγωγιμότητα του αέρα είναι μικρή, η επιφάνεια ενός ηλιακού συλλέκτη αέρος πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την επιφάνεια ενός αντίστοιχου συλλέκτη υγρού. Η απόδοση των ηλιακών συλλεκτών αέρος είναι γενικά μικρότερη από την απόδοση των συλλεκτών υγρού.

Η βέλτιστη χωρητικότητα του αποθηκευτικού συστήματος (το οποίο δεν πρέπει να είναι πολύ μικρό, ώστε να χάνεται ενέργεια ούτε μεγάλο, ώστε να δημιουργεί προβλήματα χώρου και κόστους), εξαρτάται από τα θερμικά φορτία που πρέπει να καλυφθούν, την απόδοση συλλεκτών, την ύπαρξη βοηθητικής πηγής ενέργειας καθώς από οικονομικούς παράγοντες που καθορίζουν το κόστος εγκατάστασης λειτουργίας του συστήματος.



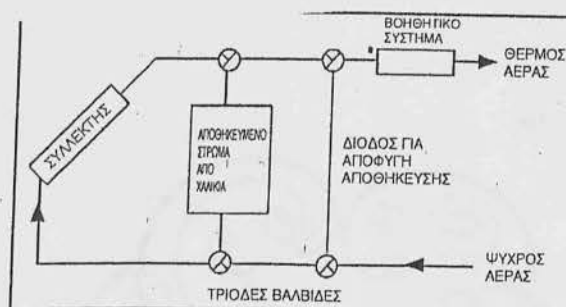
Η μέθοδος που εφαρμόζεται συνήθως για αποθήκευση της θερμικής ενέργειας σε συστήματα αέρος, είναι η χρήση ενός στρώματος από πέτρες ή χαλίκια με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Ο θερμός αέρας διοχετεύεται διαμέσου αυτού του στρώματος (το οποίο βρίσκεται σε χώρο καλά θερμομονωμένο) και το θερμαίνει. Την νύχτα το σύστημα λειτουργεί αντίστροφα. Στο αποθηκευτικό αυτό στρώμα διοχετεύεται ψυχρός αέρας από το εσωτερικό του κτιρίου που απορροφά την αποθηκευμένη θερμότητα. Στην συνέχεια, ο θερμός πλέον αέρας διοχετεύεται στον θερμαινόμενο χώρο.

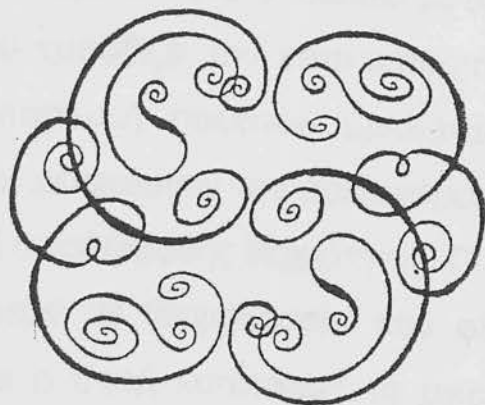
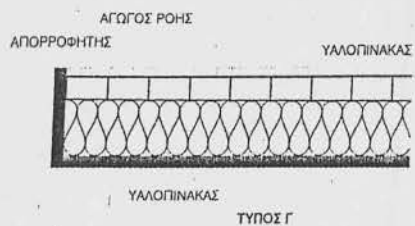
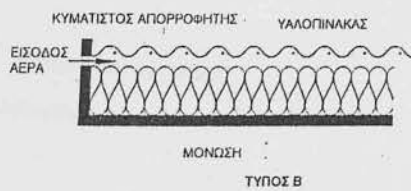
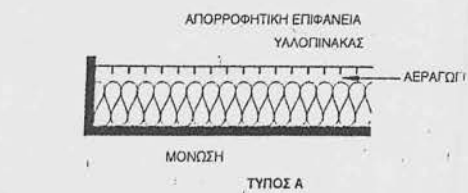
Για τα οικιακά συστήματα έχει υπολογισθεί ο βέλτιστος όγκος του αποθηκευτικού υλικού είναι 0,15 ως 0,3 m<sup>3</sup> για κάθε m<sup>2</sup> επιφάνειας συλλέκτη. Στα παρακάτω σχήματα δίνεται το διάγραμμα ενός τυπικού ενεργητικού ηλιακού συστήματος αέρος καθώς και κατασκευαστικές λεπτομέρειες αυτού.



Η μέθοδος που εφαρμόζεται συνήθως για αποθήκευση της θερμικής ενέργειας σε συστήματα αέρος, είναι η χρήση ενός στρώματος από πέτρες ή χαλίκια με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Ο θερμός αέρας διοχετεύεται διαμέσου αυτού του στρώματος (το οποίο βρίσκεται σε χώρο καλά θερμομονωμένο) και το θερμαίνει. Την νύχτα το σύστημα λειτουργεί αντίστροφα. Στο αποθηκευτικό αυτό στρώμα διοχετεύεται ψυχρός αέρας από το εσωτερικό του κτιρίου που απορροφά την αποθηκευμένη θερμότητα. Στην συνέχεια, ο θερμός πλέον αέρας διοχετεύεται στον θερμαινόμενο χώρο.

Για τα οικιακά συστήματα έχει υπολογισθεί ο βέλτιστος όγκος του αποθηκευτικού υλικού είναι 0,15 ως 0,3 m<sup>3</sup> για κάθε m<sup>2</sup> επιφάνειας συλλέκτη. Στα παρακάτω σχήματα δίνεται το διάγραμμα ενός τυπικού ενεργητικού ηλιακού συστήματος αέρος καθώς και κατασκευαστικές λεπτομέρειες αυτού.

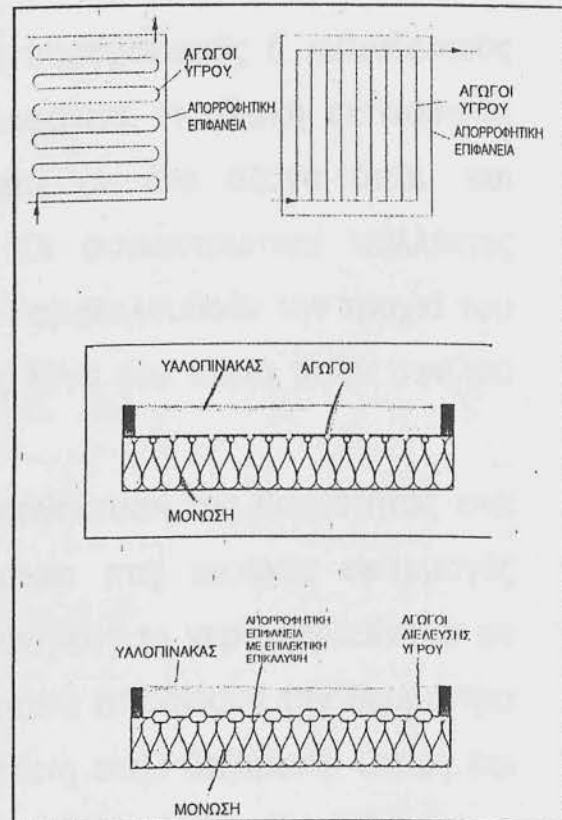




## α.2 Ηλιακά σύστημα υγρού

Η λειτουργία των ηλιακών συστημάτων υγρού βασίζεται στην κυκλοφορία υγρού (συχνά νερού ή διαλύματος νερού) διαμέσου αγωγών απ και προς έναν ηλιακό συλλέκτη. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ηλιακών συλλεκτών υγρού. Οι σημαντικότεροι τύποι είναι:

- **Επίπεδος συλλέκτης:** είναι ο πιο κοινός τύπος συλλέκτη για κατοικίες και επαγγελματικούς χώρους.



Αποτελείται από μια απορροφητική επιφάνεια με επικάλυψη ειδικού επιλεκτικού υλικού (έτσι ώστε να απορροφά το μέγιστο της θερμικής ακτινοβολίας) και ένα μονωμένο κλειστό πλαίσιο με διαφανές κάλυμμα (από γυαλί ή πλαστικό) που εμποδίζει την επανεκπομπή της απορροφητικής ακτινοβολίας. Η απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται σε επαφή με τους αγωγούς του υγρού που μεταφέρουν την συλλεγόμενη θερμότητα από τον συλλέκτη στην δεξαμενή αποθήκευσης θερμότητας. Ο συλλέκτης του είδους αυτού παρέχει θερμό νερό σε θερμοκρασία που φθάνει έως και 95°C. Πλεονεκτήματα του είναι η απλή κατασκευή το μικρό σχετικά κόστος η εύκολη συντήρηση, η ανθεκτικότητα και η ικανότητα του να απορροφά την διάχυτη ακτινοβολία.



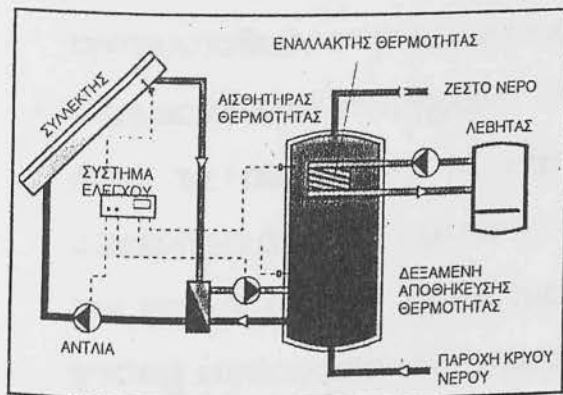
- **Συλλέκτες κενού:** πρόκειται για διατάξεις υψηλής τεχνολογίας στις οποίες ένας αγωγός θερμότητας (π.χ. Freon) κυκλοφορεί σε ένα σωλήνα που περιβάλλεται από ένα δεύτερο σωλήνα κενού. Η ύπαρξη του κενού μειώνει τις απώλειες και έτσι επιτυγχάνονται υψηλές αποδόσεις. Το θερμαγωγό ρευστό αποδίδει στην κατανάλωση την θερμότητά του είτε με αλλαγή φάσης είτε ενός κύκλου εξάτμισης - συμπύκνωσης και τη βοήθεια εναλλάκτη.
- **Συγκεντρωτικοί συλλέκτες:** Πρόκειται για παραβολικούς ή κυλινδρικούς συλλέκτες με εσωτερική ανακλαστική επιφάνεια. Η ηλιακή ακτινοβολία συγκεντρώνεται είτε σε ένα σημείο, είτε σε ένα άξονα όπου και αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες. Οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες έχουν μηχανισμό που τους επιτρέπει να παρακολουθούν την τροχιά του ήλιου. Χρησιμοποιούνται σπάνια, κυρίως λόγω του πάρα πολύ υψηλού κόστους.

Το πιο συνηθισμένο μέσο για την αποθήκευση της θερμότητας στα συστήματα υγρού είναι το νερό το οποίο στις οικιακές εφαρμογές οδηγείται σε μια μονωμένη δεξαμενή. Συνήθως το νερό θερμαίνεται με την χρήση εναλλακτών θερμότητας, οι οποίοι αποδίδουν την θερμότητα από το υγρό που κυκλοφορεί στον συλλέκτη στην δεξαμενή. Όπως και την περίπτωση των συλλεκτών αέρος ο σωστός σχεδιασμός και η διαστασιολόγηση της μειώνει το κόστος και αυξάνει την απόδοση του συστήματος.

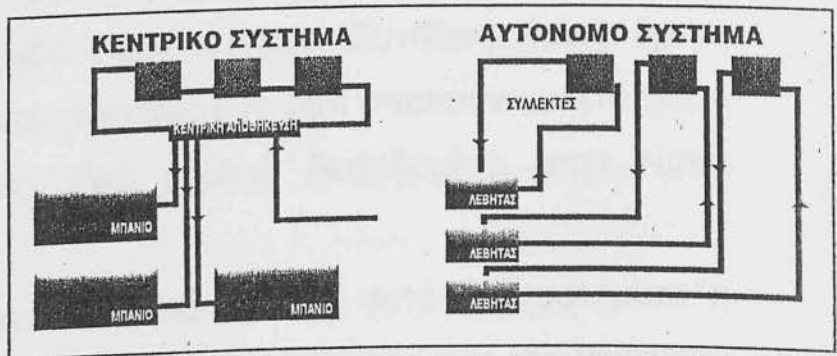
Επίσης δυνατή είναι η χρήση αποθηκευτικών συστημάτων αλλαγής φάσεως (στα οποία η θερμότητα αποθηκεύεται και αποδίδεται μέσω της λανθάνουσας θερμότητας που αποκτείνεται για την αλλαγή φάσεως ενός υλικού). Τα συστήματα αλλαγής φάσεως παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα:

- έχουν μικρή μάζα και όγκο
- λειτουργούν με μικρές διαφορές θερμοκρασίας
- έχουν μεγάλη αποθηκευτική ικανότητα

Οι σημαντικότερες παραλλαγές των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης υγρού είναι:

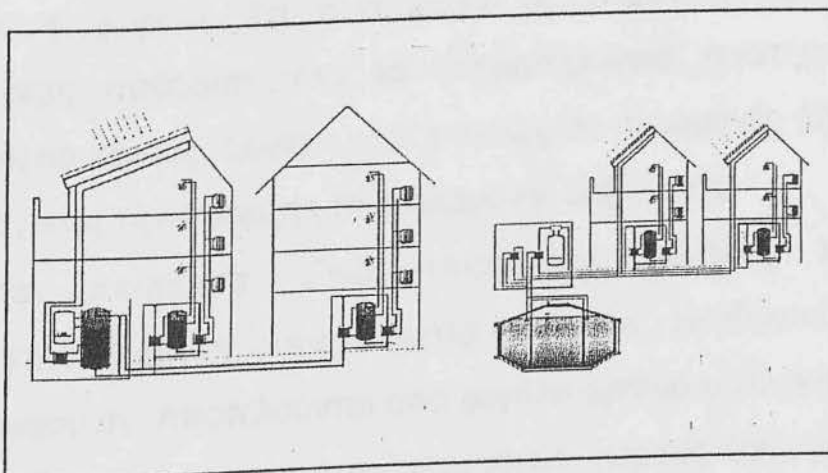


Ηλιακό σύστημα νερού



Κεντρικό και αυτόνομο (ατομικό) ηλιακό σύστημα νερού

Εβδομαδιαία ή εποχιακή αποθήκευση



- *Συστήματα με εσωτερική αποθήκευση θερμότητας:* Η αποθήκευση της θερμότητας γίνεται απευθείας εντός του συλλέκτη όπου το ρόλο συλλέκτη τον παίζει η επιφάνεια της δεξαμενής. Τα συστήματα αυτά είναι πολύ απλά και κατάλληλα για εφαρμογές σε θερμά κλίματα, ιδιαίτερα στο αστικό περιβάλλον καθώς απαιτούν μικρό χώρο και μπορεί να εγκατασταθούν στην οροφή του κτιρίου.
- *Θερμοσιφωνικά συστήματα:* Είναι οι γνωστοί ηλιακοί θερμοσίφωνες. Σε αυτά τα συστήματα η αποθηκευτική δεξαμενή είναι τοποθετημένη υψηλότερα από τον συλλέκτη. Το ελαφρύτερο θερμό υγρό ανέρχεται από τον συλλέκτη προς τη δεξαμενή δημιουργώντας μια συνεχή κίνηση την φυσική κυκλοφορία του υγρού από τον συλλέκτη προς την δεξαμενή και από την δεξαμενή προς τον συλλέκτη. Στην ουσία πρόκειται για παθητικά συστήματα αφού λειτουργούν χωρίς αντλίες. Συνήθως όμως έχουν ηλεκτρική βοηθητική θέρμανση. Μειονεκτούν γιατί απαιτούν αρκετό χώρο για την εγκατάστασή τους. είναι ευρέως διαδεδομένα στην Νότια Ευρώπη.
- *Συστήματα υγρού με μηχανική κυκλοφορία:* Σε αυτά τα συστήματα η κυκλοφορία του υγρού ανάμεσα στο συλλέκτη και την αποθηκευτική δεξαμενή γίνεται με την βοήθεια αντλιών και η παραγωγή και αποθήκευση θερμότητας ελέγχονται από σύστημα αυτοματισμού. Χρησιμοποιούνται ευρέως στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη ως αυτόνομα ή υβριδικά συστήματα για την παραγωγή ζεστού νερού και την θέρμανση χώρων. Τα συστήματα με μηχανική κυκλοφορία έχουν υψηλότερη απόδοση από τα θερμοσιφωνικά συστήματα, αλλά και υψηλότερο κόστος. Συνιστώνται πάντως σε εφαρμογές όπου θέλουμε να αποφύγουμε την ύπαρξη υπερυψωμένης δεξαμενής.
- *Σύνθετα συστήματα:* Είναι συστήματα μεγάλης κλίμακας που χρησιμοποιούνται σε συγκροτήματα κατοικιών, οικοδομικών τετραγώνων ή και οικισμών. Αποτελούνται από μεγάλο αριθμό συλλεκτών μεταξύ τους και διαθέτουν μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους (συνήθως υπόγειους) για την μόνιμη αποθήκευση της θερμότητας.

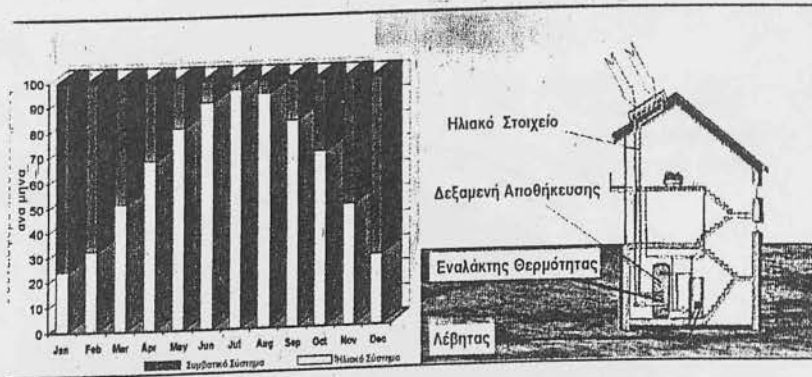
## Απόδοση Ενεργητικών Ηλιακών Συστημάτων

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που καθορίζουν την απόδοση των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι:

- Η κατάλληλη τοποθέτηση των συλλεκτών έτσι ώστε να βελτιστοποιείται η συλλογή της ηλιακής ενέργειας. Ειδικότερα, μεγάλη σημασία έχει εκτός από τον προσανατολισμό, η επιλογή της κατάλληλης γωνίας κλίσεως (για εφαρμογές που χρησιμοποιούνται όλο τον χρόνο η βέλτιστη γωνιά κλίσεως είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου).
- Η επιλογή μεταξύ κεντρικού (δηλαδή συστήματος που τροφοδοτεί τις ανάγκες ενός ολόκληρου κτιρίου) και ατομικών συστημάτων (για κάθε χρήση χωριστά). Εξαρτάται από το είδος της εφαρμογής το απαιτούμενο θερμικό φορτίο, τον αριθμό των χρηστών, την ημερήσια και εποχιακή κατανομή της κατανάλωσης, το είδος και σχήμα του κτιρίου και το σύστημα διαχείρισης.
- Η επιλογή του είδους της αποθήκευσης η οποία μπορεί να είναι ημερήσια (για την κάλυψη των νυχτερινών αναγκών σε θέρμανση και ζεστό νερό), εβδομαδιαία θγια κάλυψη σύντομων περιόδων κακοκαιρίας) και εποχιακή θγια την κάλυψη των αναγκών του χειμώνα αποθηκεύοντας την θερμότητα που συλλέχθηκε το καλοκαίρι) και συναρτάται με τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου, τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες, το κόστος και τον διαθέσιμο χώρο για την εγκατάσταση του συστήματος.
- Η σωστή διαστασιολόγηση του συστήματος και ειδικότερα η διαστασιολόγηση του αποθηκευτικού (χώρου) συστήματος σε σχέση με το μέγεθος των συλλεκτών και τις ενεργειακές ανάγκες. Η υποδιαστασιολόγηση δεν απαντά σωστά στις ανάγκες της κατανάλωσης, ενώ η υπερδιαστασιολόγηση μειώνει σημαντικά την απόδοση του συστήματος.
- Ο κατάλληλος συνδυασμός του ηλιακού με ένα (σχεδόν πάντα απαραίτητα) συμβατικό βοηθητικό σύστημα θέρμανσης (ύστερα από λεπτομερή μελέτη, επιλογή των συμβατών συστημάτων και εγκατάσταση των απαραίτητων μηχανισμών ελέγχου), ώστε να δαπανάται όσο το

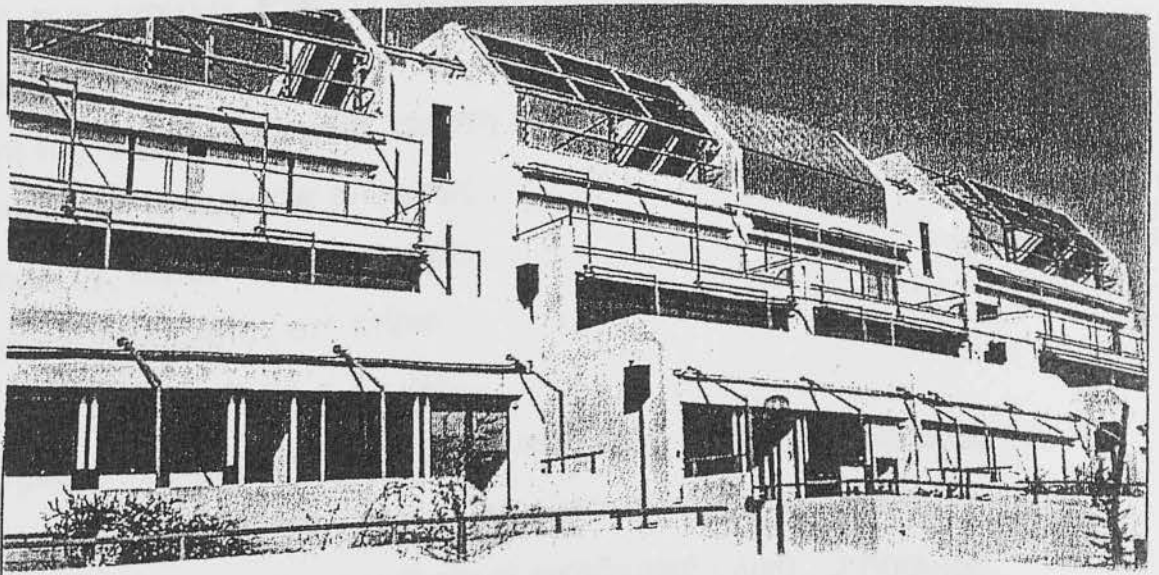


δυνατόν λιγότερη ηλεκτρική (ή οποιαδήποτε άλλη μη ανανεώσιμη ενέργεια) για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου.



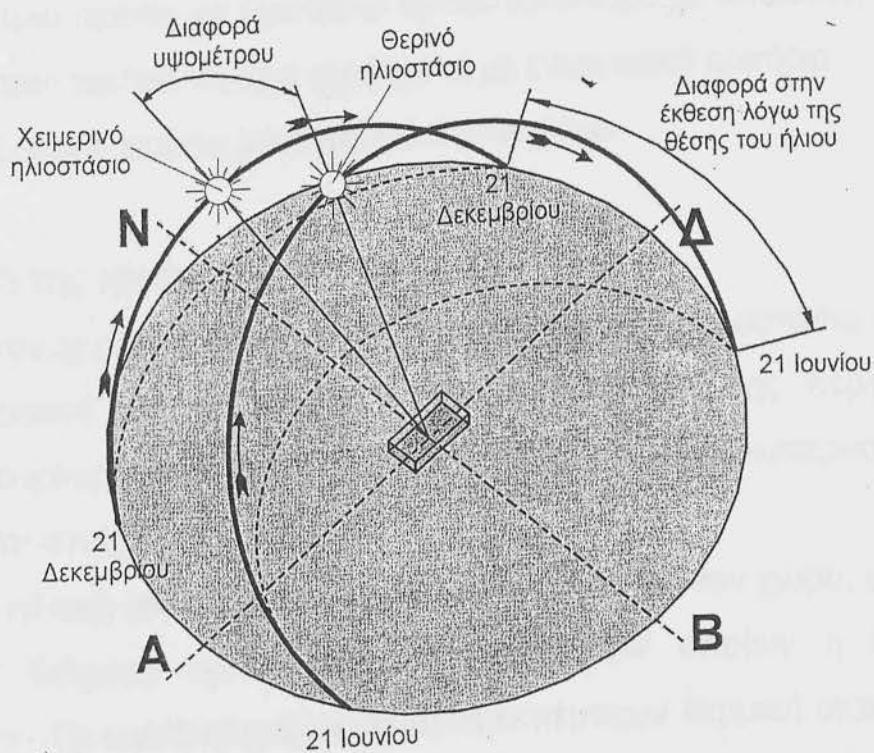
Σχήμα 4.1.11: Συνδυασμός ηλιακού και συμβατικού συστήματος. Στο διάγραμμα αριστερά παρουσιάζεται το ποσοστό κάλυψης των αναγκών σε ζεστό νερό ενός κτιρίου το οποίο διαθέτει ένα συμβατικό και ένα ηλιακό σύστημα. Το ηλιακό σύστημα καλύπτει στην περίπτωση αυτή το 64% των ετησίων αναγκών του κτιρίου.

Ηλιακοί συλλέκτες στο Ηλιακό Χωριό της Λυκόβρυσης (Αττική)



## ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Κατάλληλος προσανατολισμός και σχεδιασμός της μορφής του κτιρίου, σε σχέση με τον χειμωνιάτικο ήλιο.



### Εισαγωγή

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα επιτρέπουν σημαντική μείωση του ενεργειακού κόστους για την θέρμανση των κτιρίων και βελτιώνουν την θερμική άνεση των ενοίκων τους. Η θέρμανση των κτιρίων με παθητικά ηλιακά συστήματα βασίζονται

- i) στη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και στη μετατροπή της σε χρήσιμη
- ii) στην αποθήκευση της θερμικής ενέργειας,
- iii) στη διατήρηση της θερμότητας στο κτίριο,
- iv) στη διανομή της θερμότητας στο κτίριο,
- v) στη διανομή της θερμότητας

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι συνήθως απλές κατασκευές ενσωματωμένες στο κέλυφος του κτιρίου. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του είναι πολύ συχνά κοινά οικοδομικά υλικά. Ο βασικός

τους σκοπός είναι η συλλογή ηλιακής ενέργειας, η αποθήκευση της και η διανομή της στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου.

Οι τρεις βασικές συνθήκες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την κατασκευή των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης είναι οι εξής:

- i) Το κτίριο πρέπει να έχει νότιο προσανατολισμό με απόκλιση  $\pm 25^\circ$
- ii) Το κτίριο πρέπει να έχει σχεδιαστεί με ενεργειακά κριτήρια
- iii) Το κέλυφος πρέπει να είναι καλά μονωμένο.

### **Συλλογή της ηλιακής ενέργειας**

όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στο υαλοστάσιο ενός κτιρίου, ένα ποσοστό της ανακλάται προς το εξωτερικό της περιβάλλον, ένα ποσοστό απορροφάται από το γυαλί και ένα ποσοστό διαπερνά το γυαλί και εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο.

Η ηλιακή ακτινοβολία που τελικά εισέρχεται στον χώρο, απορροφάται από τα διάφορα υλικά και αντικείμενα, των οποίων η θερμοκρασία αυξάνεται. Τα υλικά και τα αντικείμενα εκπέμπουν θερμική ακτινοβολία που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία τους.

Η ολική ενέργεια που διαπερνά την διαφανή επιφάνεια εξαρτάται από τη γωνία προσπτώσεως των ηλιακών ακτίνων και επομένως από τον προσανατολισμό και την κλίση του τοίχου καθώς και από τα χαρακτηριστικά του διαφανούς υλικού.

Οι σημαντικότερες παράμετροι που συντελούν στη μεγιστοποίηση της συλλογής της ηλιακής ενέργειας είναι:

- ο προσανατολισμός, το μέγεθος και η κλίση των παραθύρων
- η διαπερατότητα των διαφανών υλικών

### **προσανατολισμός και κλίση των παραθύρων**

Το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται μια επιφάνεια εξαρτάται από τον προσανατολισμό και την κλίση της επιφάνειας αυτής. Στη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, οι επιφάνειες με βόρειο προσανατολισμό προσλαμβάνουν ασήμαντα ποσά ηλιακής ενέργειας.

Τα μεγαλύτερα ποσά ηλιακής ενέργειας προσλαμβάνονται, κατά την διάρκεια της χειμερινής περιόδου, από τις επιφάνειες με νότιο προσανατολισμό. Ωστόσο, για τα κτίρια που κατοικούνται κυρίως στη διάρκεια της ημέρας, όπως κτίρια γραφείων, ο νοτιοανατολικός προσανατολισμός είναι προτιμότερος από τον νότιο - δυτικό αφού μια νοτιοανατολική επιφάνεια προσλαμβάνει τα μεγαλύτερα ποσά της ηλιακής ενέργειας πριν το μεσημέρι.

### **Διαπερατότητα του υαλοπίνακα**

Το ποσόν της ακτινοβολίας που διαπερνά έναν υαλοπίνακα και επομένως τα ηλιακά θερμικά κέρδη εξαρτάται ακόμα από τα οπτικά χαρακτηριστικά, το πάχος και τα στρώματα του χρησιμοποιούμενου γυαλιού.

Οι διπλοί υαλοπίνακες έχουν μικρότερη διαπερατότητα από τους απλούς που κατασκευάζονται από γυαλί με τα ίδια χαρακτηριστικά. Η χρήση διπλών υαλοπινάκων μειώνει το ποσό της ακτινοβολίας που εισέρχεται σε ένα κτίριο. Συνεπώς, η ακτινοβολία που δέχονται τα υλικά και τα αντικείμενα στο εσωτερικό του κτιρίου είναι μικρότερη, με αποτέλεσμα να είναι περιορισμένη η αύξηση της θερμοκρασίας τους. Όμως, η πολύ μικρή διαπερατότητα και ο χαμηλός συντελεστής εκπομπής ενός διπλού υαλοπίνακα δεν αφήνει την, έστω μειωμένη θερμική ενέργεια, να διαφύγει από το κτίριο.

Σε κλιματικές περιοχές όπου η ηλιακή ενέργεια είναι ευπρόσδεκτη στη διάρκεια της ψυχρής περιόδου, και ιδιαίτερα σε κτίρια με μικρά εσωτερικά θερμικά κέρδη, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται υαλοπίνακες που επιτρέπουν να περάσουν μεγάλα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας. Αντιθέτως, σε θερμά κλίματα που για κτίρια με μεγάλα εσωτερικά κέρδη, είναι προτιμότερη η χρήση υαλοπινάκων μικρότερης διαπερατότητας κυρίως σε επιφάνειες με δυτικό προσανατολισμό.



## Αδιαφανή στοιχεία

Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει σ' ένα εξωτερικό τοίχο ή σε μια αδιαφανή επιφάνεια, ένα μέρος της ενέργειας απορροφάται και η υπόλοιπη ανακλάται. Ένα μέρος της ενέργειας που απορροφάται άγεται προς το εσωτερικό του τοίχου. Το υπόλοιπο χάνεται είτε λόγω εκπομπών ακτινοβολίας μεγάλου μήκους προς τον ουρανό είτε με μεταφορά στον εξωτερικό αέρα.

Το ποσό της ηλιακής ενέργειας που απορροφάται από τους τοίχους εξαρτάται από το ποσόν της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, από την γωνία προσπτώσεως, από την απορροφητική ικανότητα του υλικού του τοίχου και από την κατάσταση της επιφάνειας του τοίχου. Τοίχοι σκούρου χρώματος χωρίς επίχρισμα απορροφούν μεγαλύτερα ποσά ηλιακής ενέργειας από τους ανοιχτόχρωμους επιχρισμένους τοίχους.

Η συλλογή της θερμότητας μέσω των τοίχων εφαρμόζεται κυρίως στις θερμότερες περιοχές όπου δεν είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση θερμομόνωσης. Αντιθέτως, στις ψυχρότερες περιοχές, η ενέργεια που χάνεται μέσω μιας μη μονωμένης νότια προσανατολισμένης επιφάνειας τοίχου είναι μεγαλύτερη από εκείνη που συλλέγεται από τον ήλιο. Έτσι, στις ψυχρότερες περιοχές όπου οι εξωτερικοί τοίχοι συνήθως θερμομονώνονται, η θερμομόνωση εμποδίζει την αγωγή της θερμότητας στον τοίχο. Λύση σε αυτό το πρόβλημα μπορεί να δώσει η εφαρμογή διαφανούς μόνωσης στην εξωτερική πλευρά του τοίχου.

## Θερμοκήπιο

Το θερμοκήπιο είναι ένας προσαρτημένος ηλιακός χώρος, κυρίως στην νότια πλευρά ενός κτιρίου, με την μια ή και τις τρεις πλευρές του καλυμμένες με γυαλί. Οι υπόλοιπες πλευρές του είναι απλοί τοίχοι με θερμική μάζα, που συνδέονται με το κυρίως κτίριο. Συχνά τα θερμοκήπια είναι χώροι που προστίθενται εκ των υστέρων σε υπάρχοντα κτίρια και είναι κατασκευές με μικρό κόστος που μπορούν να εξυπηρετούν πολλές λειτουργίες.

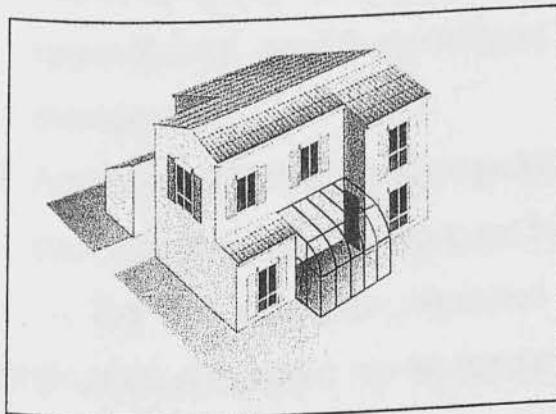
Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και είναι το αποτέλεσμα μιας διαδικασίας που ολοκληρώνεται σε τρία στάδια:

- η μικρούς μήκους κύματος ακτινοβολία διαπερνά τους διαφανείς υαλοπίνακες που καλύπτουν το θερμοκήπιο.
- απορροφάται από τα αδιαφανή στοιχεία του κτιρίου και
- επανεκπέμπεται ως μεγάλου μήκους (θερμική) ακτινοβολία η οποία όμως εμποδίζεται από το γυάλινο κάλυμμα να διαφύγει από το θερμοκήπιο γιατί το γυαλί είναι αδιαφανές στην θερμική ακτινοβολία.

Η απόδοση του συστήματος επηρεάζεται από:

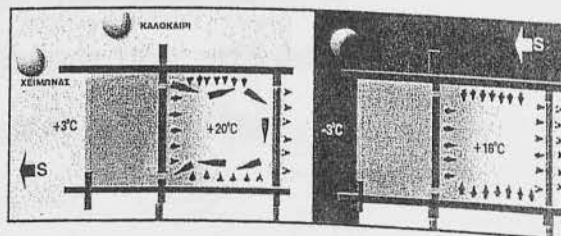
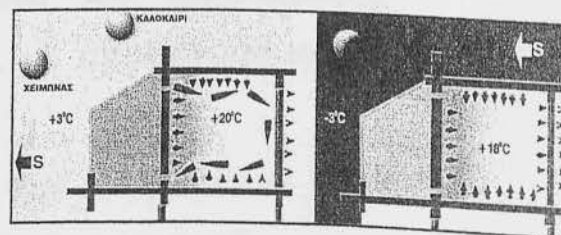
- τον προσανατολισμό του θερμοκηπίου. Συνήθως προσαρτάται στην νότια όψη του κτιρίου, κατά τον άξονα ανατολή - δύση.
- Το μέγεθος του θερμοκηπίου. Για ψυχρές περιοχές απαιτούνται 0,65 - 1,5m<sup>2</sup> νότιου διπλού υαλοστασίου για κάθε τετραγωνικό μέτρο θερμαινόμενου εσωτερικού χώρου. Σε εύκρατες περιοχές η αναλογία αυτή μειώνεται σε 0,33 - 0,9 m<sup>2</sup>.
- Την κλίση του υαλοστασίου.
- Το υλικό κάλυψης. Απαιτούνται διαφανή υλικά στην ηλιακή ακτινοβολία, μη αδιαφανή στη θερμή, γυαλί ή διαφανές πλαστικό. Η επιλογή γίνεται ανάλογα με το κόστος εγκατάστασης, την ποιότητα κατασκευής και την λειτουργία του θερμοκηπίου.

μοκλήπιο  
μένο σε  
κτίριο



Λειτουργία του θερμοκηπίου κατά την ημέρα και κατά την νύχτα

Λειτουργία θερμοκηπίου με αδιαφανή οροφή κατά την ημέρα και κατά την νύχτα



Η κατασκευή των κουφωμάτων του περιβλήματος του θερμοκηπίου είναι ένα κρίσιμο ζήτημα, γιατί από αυτό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η αποτελεσματική λειτουργία του.

Τα σημεία που πρέπει να προσεχθούν ιδιαίτερα, είναι τα ακόλουθα:

1. Το ποσοστό του κουφώματος στο σύνολο της επιφάνειας των ανοιγμάτων πρέπει να είναι κατά το δυνατόν μικρότερο.
2. Τα οριζόντια χωρίσματα ρίχνουν συνολικά μικρότερη σκιά από τα κατακόρυφα και διακόπτουν τη συναγωγή μεταξύ αέρα και τζαμιού κατά την άνωση του θερμού αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Γι' αυτόν το λόγο είναι προτιμότερα.
3. Τα κουφώματα των υαλοστασίων πρέπει να κατασκευάζονται από υλικά που δημιουργούν τις μικρότερες δυνατές θερμογέφυρες.
4. Η επιλογή μονού ή διπλού τζαμιού εξαρτάται από τη σχέση κόστους - οφέλους, που μπορεί να υπολογιστεί για την κάθε συγκεκριμένη περίπτωση. Πάντως πιο συμφέρουσα είναι τις περισσότερες φορές η τοποθέτηση διπλού τζαμιού, αν συνυπολογίσει κανείς ότι για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας η εξωτερική νυχτερινή μόνωση του θερμοκηπίου είναι ασύμφορη.
5. καθοριστικός παράγοντας για την απόδοση του θερμοκηπίου είναι η καλή στεγάνωση των αρμών των κουφωμάτων. Αυτό είναι κατ' αρχήν ένα ζήτημα σωστού σχεδιασμού των ανοιγόμενων φύλλων.
6. Ένα πολύ σοβαρό ζήτημα είναι η προσαρμογή του θερμοκηπίου στο περίβλημα του κτιρίου, επειδή στην κατασκευή του περιβλήματος εμφανίζονται συνήθως ατέλειες και κακοτεχνίες, με αποτέλεσμα κακές συναρμογές.
7. Ασφάλεια! Πρέπει να εξασφαλίζεται η ασφάλεια των κουφωμάτων κατά τους θερινούς μήνες οπότε και παραμένουν πολλές ώρες ανοικτά.

Για τα ελληνικά κλιματικά δεδομένα το θερμοκήπιο μπορεί να επιβαρύνει εξαιρετικά την καλοκαιρινή θερμική λειτουργία του κτιρίου.

Για την αντιμετώπιση αυτού του κινδύνου δεν αρκεί σε καμιά περίπτωση ο απλός σκιασμός του ακόμη και αν αυτός είναι καλά μελετημένος και αποτελεσματικός. Είναι αναγκαία τα εξής πρόσθετα μέτρα:

1. Αποκοπή του θερμοκηπίου από το περίβλημα του κτιρίου. Σε όλο το μήκος της ζώνης όπου η οροφή του θερμοκηπίου ενώνεται με το κτίριο πρέπει να κατασκευάζεται ένας ανοιγόμενος φεγγίτης πλάτους τουλάχιστον 40cm. Ο φεγγίτης αυτός παραμένει ανοιχτός καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού ώστε να επιτρέπει την έξοδο του θερμού αέρα στον εξωτερικό χώρο. Για τον ίδιο λόγο, πρέπει να κατασκευάζονται ανοιγόμενα φύλλα στις περιοχές όπου το ανατολικό και δυτικό υαλοστάσιο του θερμοκηπίου συναντά το κτίριο.
2. Το υπόλοιπο υαλοστάσιο του θερμοκηπίου πρέπει να είναι ανοιγόμενο σε ένα ποσοστό τουλάχιστον 50%. Αν αυτό δεν είναι δυνατό πρέπει να υπάρχει ένας δεύτερος ανοιγόμενος φεγγίτης σε όλο το μήκος της κατώτερης ζώνης του νότιου υαλοστασίου. Τα ανοιγόμενα φύλλα του θερμοκηπίου είναι καλό να απομακρύνονται και να αποθηκεύονται μόνιμα καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Όπου αυτό είναι δυνατόν, καλό είναι να αποηθεί ως πέργκολα για τον σκιασμό του νότιου υπαίθριου χώρου που δημιουργείται με τέντες ή αναρριχώμενα.

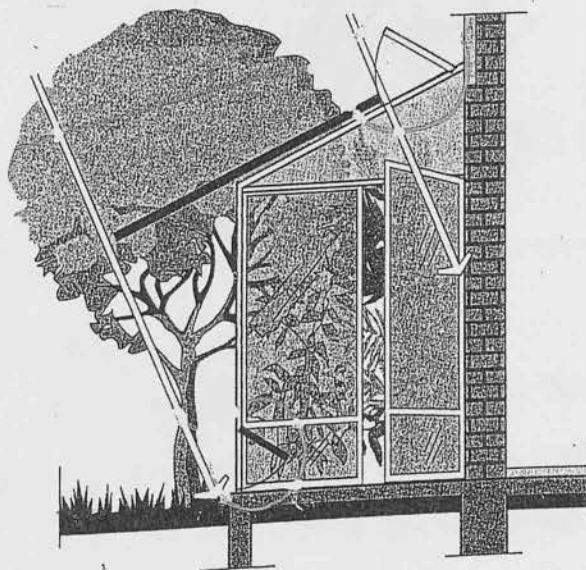
Η ηλιακή ακτινοβολία, διερχόμενη από τα νότια υαλοστάσια του Ηλιακού Χώρου, μετατρέπεται σε θερμική και μέρος αυτής αποδίδεται άμεσα στο χώρο αυξάνοντας τη θερμοκρασία του, ενώ μέρος αυτής, αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία του χώρου και αποδίδεται με χρονική υστέρηση.

Η μεταφορά της θερμικής ενέργειας που συσσωρεύεται στον Ηλιακό Χώρο - προς το εσωτερικό του κτιρίου, επιτυγχάνεται μέσω των θυρίδων ή ανοιγμάτων του κοινού δομικού στοιχείου.

Για την αποφυγή υπερθέρμανσης κατά τη θερινή περίοδο απαιτείται:



- Σκιασμός της γυάλινης επιφάνειας του Ηλιακού χώρου, με εξωτερικά - κατά προτίμηση - κινητά σκιάστρα, σταθερά στέγαστρα ή φυλλοφόβο βλάστηση.
- Αερισμός του Ηλιακού χώρου μέσω των ανοιγμάτων του υαλοστασίου ή με πλήρη απομάκρυνση του υαλοστασίου.
- Για την αποφυγή θερμικών απωλειών κατά τη χειμερινή περίοδο, συνιστάται νυχτερινή προστασία του υαλοστασίου με θερμομονωτικά εσωτερικά πετάσματα, όταν τμήμα του κτιριακού κελύφους με το οποίο ο Ηλιακός Χώρος βρίσκεται σε επαφή δεν φέρει θερμομόνωση. Ειδικότερα, σε περιοχές της χώρας όπου παρατηρούνται πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, συνιστάται η εφαρμογή διπλών υαλοπινάκων στον ηλιακό χώρο, καθώς και θερμομόνωση του κοινού τμήματος της τοιχοποιίας.

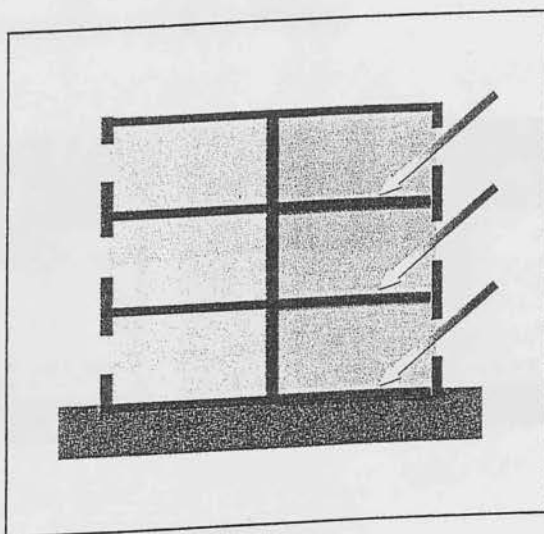


### Αποθήκευση της θερμικής ενέργειας

Ο σκοπός της αποθήκευσης της θερμότητας που εισπράττει το κτίριο από τον ήλιο είναι η διατήρηση της πλεονάζουσας θερμότητας με σκοπό την απελευθέρωση και τη χρησιμοποίηση της σε μεταγενέστερο χρόνο. Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε ένα υλικό απορροφάται μερικώς από αυτό, μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια αυξάνοντας την θερμοκρασία του και αποθηκεύεται στην μάζα του. Αυτή η διαδικασία, η οποία ονομάζεται και «άμεση αποθήκευση», καθυστερεί τα αποτελέσματα της συλλογής της

ηλιακής ενέργειας και έτσι αποφεύγεται η υπερ-θέρμανση. Η θερμική ικανότητα αποθήκευσης ενός υλικού εξαρτάται από την ειδική του θερμότητα και την πυκνότητά του.

Ένας τοίχος μπορεί ακόμα να θερμανθεί απορροφώντας την θερμότητα που ακτινοβολείται από άλλους τοίχους που έχουν υψηλότερη θερμοκρασία ή μέσω θερμομεταφοράς, όταν αέρας του περιβάλλοντος είναι θερμότερος. Αυτή η διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα την «έμμεση αποθήκευση» που είναι πολύ χρήσιμη για την επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης μέσα σε ένα κτίριο.



Αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας στα δομικά στοιχεία του κτιρίου

### Συστήματα άμεσης αποθήκευσης

Τα δομικά στοιχεία (τοίχοι, δάπεδο, οροφή) του εσωτερικού χώρου θερμαίνονται άμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται από τα γυάλινα ανοίγματα.

Η θερμοαποθηκευτική μάζα είτε είναι άμεσα εκτεθειμένη στην ακτινοβολία (εξωτερικά ή εσωτερικά) είτε θερμαίνεται με μεταφορά θερμότητας λόγω θερμοκρασιακής διαφοράς μεταξύ του εσωτερικού αέρα και των δομικών στοιχείων.

Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ένα κτίριο ώστε να είναι αποδοτική η άμεση αποθήκευση είναι:

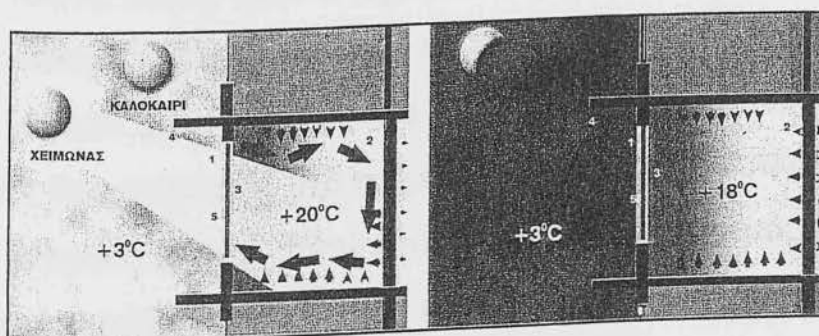
- Σχετικά μεγάλοι υαλοπίνακες με νότιο προσανατολισμό
- Μεγάλη θερμική μάζα για την αποθήκευση της πλεονάζουσας ηλιακής ενέργειας ή των εσωτερικών κερδών.

- Εξωτερική θερμική προστασία

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα ενός συστήματος άμεσης αποθήκευσης είναι τα εξής:

- απαιτεί ελάχιστο επιπρόσθετο κόστος.
- επιτρέπει την άμεση οπτική επαφή με το εξωτερικό του κτιρίου.

Το σημαντικότερο μειονέκτημα των συστημάτων άμεσης αποθήκευσης είναι η χρήση μεγάλων επιφανειών παραθύρων με νότιο ή νοτιοανατολικό προσανατολισμό πράγμα που προϋποθέτει την εφαρμογή τεχνικών ελέγχου και ηλιοπροστασίας για την αποφυγή θάμβωσης ή υπερθέρμανσης του κτιρίου κατά το θέρος.



Άμεση αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας στα δομικά στοιχεία του κτιρίου - Λειτουργία κατά την ημέρα και κατά την νύχτα [(1): υαλοπίνακας, (2): θερμική μάζα, (3):κινητά στοιχεία για νυχτερινή μόνωση, (4): ηλιοπροστασία, (5): μονωμένα παραθυρόφυλλα]

### Συστήματα έμμεσης αποθήκευσης

Τα πιο διαδεδομένα συστήματα έμμεσης αποθήκευσης της θερμότητας σε ένα κτίριο θεωρούνται τα ακόλουθα:

- **Συστήματα τοίχου μάζας**

Ο τοίχος μάζας συνδυάζει συλλογή, αποθήκευση και μετάδοση της ηλιακής ενέργειας σε έναν «υαλόφρακτο τοίχο». Κατασκευάζεται από υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και τοποθετείται κυρίως στην νότια πλευρά του κτιρίου. ένα υαλοστάσιο τοποθετημένο σε απόσταση 10 - 15 εκατοστών από αυτόν προς την εξωτερική του πλευρά, χρησιμεύει για την δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Ο τοίχος μάζας είναι ένα παθητικό ηλιακό σύστημα το οποίο επιτελεί ταυτόχρονα τρεις λειτουργίες

- Συγκεντρώνει την ηλιακή ενέργεια, όπως ένας κλασσικός ενεργητικός ηλιακός συλλέκτης.

- Η ηλιακή ενέργεια απορροφάται από τον τοίχο, και η επιφανειακή του θερμοκρασία αυξάνει, προκαλώντας επίσης αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα στον ενδιάμεσο χώρο μεταξύ του τοίχου και του υαλοπίνακα.
- Η θερμότητα, η οποία απορροφάται από τον τοίχο, μεταδίδεται με αγωγή και στη συνέχεια με μεταφορά στα εσωτερικά δωμάτια του κτιρίου. Ταυτόχρονα, ο θερμός αέρας μπορεί να μεταφερθεί από τον ενδιάμεσο χώρο προς το εσωτερικό είτε παθητικά (με φυσική κυκλοφορία) είτε ενεργητικά (με μηχανικό αερισμό).

Τα πλεονεκτήματα του τοίχου μάζας είναι:

- Ο τοίχος μάζας είναι ένας απλός ηλιακός συλλέκτης που δεν προκαλεί προβλήματα θάμβωσης στο κτίριο.
- Η μεγάλη θερμική αδράνεια του τοίχου μάζας ελαχιστοποιεί τις ακραίες τιμές θερμοκρασίας στο τμήμα του κτιρίου που κατοικείται.
- Η θερμότητα που αποθηκεύεται σε έναν τοίχο μάζας είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί με χρονική καθυστέρηση. Αυτό σημαίνει ότι σε πολλές περιπτώσεις το κτίριο δεν χρειάζεται να θερμαίνεται στην διάρκεια της νύχτας.
- Το γυαλί προστατεύει τον τοίχο από τα καιρικά φαινόμενα.

Τα μειονεκτήματα του τοίχου μάζας είναι:

- Ο φυσικός φωτισμός μπορεί να περιορισθεί
- Εάν τα παράθυρα είναι πολύ μικρά και η αντίθεση ανάμεσα στον σκούρο τοίχο και στο γυαλί του τοίχου είναι μεγάλη, τότε ο τοίχος μάζας μπορεί να προκαλέσει θάμβωση μέσα στο κτίριο.
- Η μεγάλη γυάλινη επιφάνεια του τοίχου μάζας απαιτεί συχνό καθάρισμα.
- Ο τοίχος μάζας κάνει περισσότερο πολύπλοκο τον έλεγχο των βοηθητικών συστημάτων θέρμανσης και δροσισμού.

Εκτός από τον απλό τύπο του τοίχου μάζας, υπάρχει και μια παραλλαγή με παράθυρα, τα οποία επιτρέπουν την καλύτερη διέλευση των



ηλιακών κερδών αλλά και του φυσικού φωτισμού δια μέσου της επιφάνειας του τοίχου μάζας. Ωστόσο αυτή η παραλλαγή παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι ο αποθηκευτικός όγκος ελαττώνεται.

Ένα κινούμε σκιάστρο για την προστασία από τον ήλιο στην εμπρός επιφάνεια του τοίχου μάζας διευκολύνει την αποφυγή υπερθέρμανσης στην διάρκεια των θερμών ημερών και ελαττώνει τις θερμικές απώλειες στην διάρκεια της νύχτας. Η προσθήκη του κινούμενου σκιάστρου αυξάνει φυσικά το ολικό κόστος, είναι όμως απαραίτητη για την επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης.

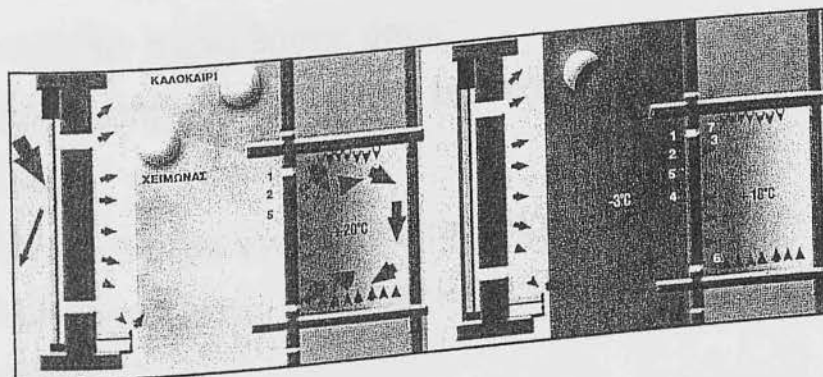
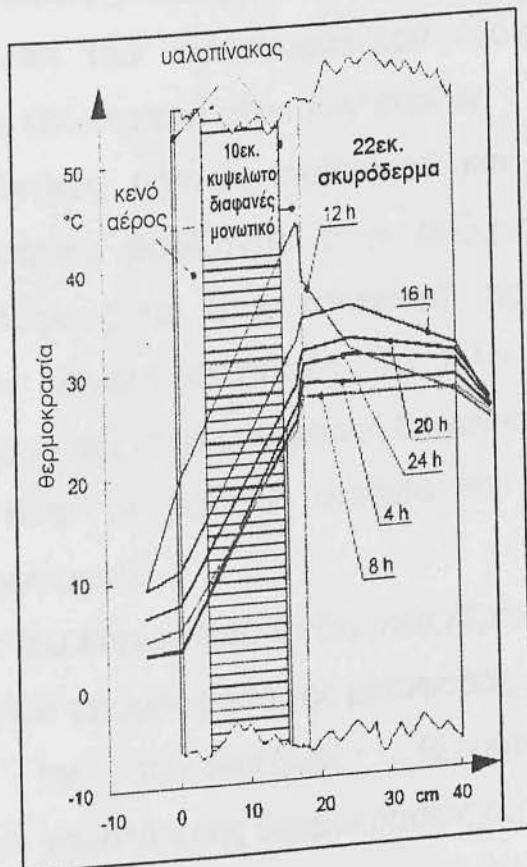
#### – Συστήματα τοίχου μάζας με αερισμό (*Trombe Wall*)

Μια παραλλαγή του κοινού τοίχου μάζας είναι ο τοίχος «Trombe», ο οποίος μελετήθηκε από τον καθηγητή F. Trombe και τον αρχιτέκτονα J. Michel στην Γαλλία και εφαρμόσθηκε στα πρώτα πειραματικά ηλιακά σπίτια στο Odeillo της Γαλλίας το 1967

Οι ηλιακοί τοίχοι ή «τοίχοι Trombe» αποτελούνται από τρία μέρη: ένα συμπαγή τοίχο μεγάλης θερμοχωρητικότητας από σκυρόδεμα (πάχους 30-40cm), μια απορροφητική επιφάνεια, π.χ. μια επιφάνεια με μαύρη επίχρυση, και ένα κάλυμμα από διαφανές μονωτικό υλικό. Η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά το διαφανές υλικό και απορροφάται από την μαύρη επιφάνεια, με αποτέλεσμα η θερμότητα να αποθηκεύεται στον τοίχο κατά την διάρκεια της ημέρας και να ελευθερώνεται στο εσωτερικό του κτιρίου κατά τη διάρκεια της νύχτας. Το διαφανές μονωτικό υλικό που χρησιμοποιείται στον ηλιακό τοίχο δεν είναι αναγκαίο να είναι απόλυτα διαφανές. Αυτό επιτρέπει την χρήση διαφορετικών τύπων διαφανών μονωτικών υλικών. Στο σχήμα 34.10 παρουσιάζεται η αρχή λειτουργίας των ηλιακών τοίχων για την θέρμανση χώρων καθώς και η κατανομή της θερμοκρασίας στον τοίχο και στο διαφανές μονωτικό υλικό.

Όταν ο τοίχος μάζας αερίζεται φυσικά ή μηχανικά, η ηλιακή ενέργεια μεταδίδεται πιο γρήγορα στο κτίριο και με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Αντίστοιχα, η αποθηκευτική ικανότητα του συστήματος μειώνεται ενώ η

Χρονική καθυστέρηση ανάμεσα στην συλλογή και στην χρήση της ηλιακής ενέργειας ελαττώνεται. Στην περίπτωση ενός αεριζόμενου τοίχου μάζας, ο τοίχος μπορεί να έχει μόνωση ούτως ώστε να μειώνονται οι απώλειες θερμότητας από το κτίριο.



Έμμεση αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας σε τοίχο μάζας με αερισμό (Trombe wall) - Λειτουργία κατά την ημέρα και κατά την νύχτα [(1): διπλός υαλοπίνακας, (2): 10-15 cm κενό αέρα, (3): τοίχος μάζας, (4): θερμική ακτινοβολία, (5): νυχτερινή μόνωση ή πρωινή ηλιοπροστασία κατά το θέρος, (6) κάτω αγωγός - κλειστός κατά την νύχτα το χειμώνα, (7) άνω αγωγός - κλειστός κατά την ημέρα το καλοκαίρι]



## ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ

### Εισαγωγή

Εκτός από την μεγάλη κατανάλωση ενέργειας, η χρήση συμβατικών κλιματιστικών συσκευών έχει και σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως και η έκλυση χλωροφθορανθράκων στην ατμόσφαιρα που ευθύνονται για την μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος του ή τα προβλήματα ποιότητας του εσωτερικού αέρα των κτιρίων.

Εναλλακτικές τεχνικές παθητικού και (υβριδικού) δροσισμού των κτιρίων, οι οποίες βασίζονται στην αυξημένη θερμική προστασία του κτιριακού κελύφους και στην απαγωγή της πλεονάζουσας θερμότητας, παρουσιάζουν μεγάλη ανάπτυξη. Τα τελευταία χρόνια και έχουν ήδη διεισδύσει σημαντικά στην ενεργειακή διαχείριση των κτιρίων.

Τρεις είναι οι βασικοί σχεδιαστικοί άξονες για τα συστήματα παθητικού δροσισμού:

1. προστασία του κτιρίου από τα θερμικά κέρδη
2. Απόσβεση και απορρόφηση της μεταφοράς θερμότητας προς το κτίριο
3. Απαγωγή της πλεονάζουσας θερμότητας σε περιβαλλοντικές «δεξαμενές» χαμηλότερης θερμοκρασίας από αυτήν του κτιρίου.

Οι τεχνικές προστασίας του κτιρίου από τα θερμικά κέρδη εμπεριέχουν παρεμβάσεις όπως:

- παρέμβαση στο μικροκλίμα και κατάλληλη διαμόρφωση των εξωτερικών χώρων,
- βελτιστοποίηση της μορφής του κτιρίου,
- ηλιοπροστασία και σκιασμός των διαφανών και αδιαφανών στοιχείων του κελύφους,
- έλεγχος των εσωτερικών φορτίων

Οι τεχνικές που επιτρέπουν την απόσβεση και την απορρόφηση της θερμότητας που εισέρχεται σε ένα κτίριο σχετίζονται με την θερμοχωρητικότητα του κτιρίου και την ικανότητα του να αποθηκεύει την θερμότητα αυτή. Η ύπαρξη σημαντικής θερμικής μάζας επιτρέπει την

απόσβεση των μέγιστων εσωτερικών θερμοκρασιών και την μείωση του ψυκτικού φορτίου του κτιρίου. Η αποθηκευμένη θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας αποδίδεται κατά την νύχτα. Η απαγωγή της πλεονάζουσας θερμότητας του κτιρίου προϋποθέτει την ύπαρξη μιας θερμικής δεξαμενής με θερμοκρασία χαμηλότερη από αυτήν του κτιρίου. Οι χρησιμοποιούμενες θερμικές δεξαμενές καθώς και οι τρόποι απαγωγής της θερμότητας δίνονται στον παρακάτω πίνακα

Τεχνική	Δεξαμενή	Τρόπος απαγωγής της θερμότητας
Δροσισμός με ακτινοβολία	Διάστημα	Ακτινοβολία
Δροσισμός με εξάτμιση	Αέρας-Νερό	Μεταφορά
Αερισμός	Αέρας	Μεταφορά
Δροσισμός από το έδαφος	Έδαφος	Αγωγή

Οι χρησιμοποιούμενες πηγές δροσισμού και οι αντίστοιχοι τρόποι απαγωγής της θερμότητας.

Η χρήση τεχνικών και συστημάτων παθητικού και υβριδικού δροσισμού παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα όπως τα ακόλουθα:

- περιβαλλοντικά οφέλη που σχετίζονται με την αποφυγή του HCFCs καθώς και την μειωμένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.
- Βελτιωμένη ποιότητα εσωτερικού αέρα και υγιεινή διαβίωση
- Οικονομικά οφέλη
- Σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας
- Μείωση έως εξάλειψη των προβλημάτων φορτίου αιχμής
- Απλότητα και ευκολία στη χρήση

### Φυσικός αερισμός

Ο φυσικός αερισμός είναι η σημαντικότερη τεχνική παθητικού δροσισμού. Γενικά ο αερισμός (παθητικός, υβριδικός ή μηχανικός) των εσωτερικών χώρων ενός κτιρίου είναι απαραίτητος όχι μόνο για την μείωση



της θερμοκρασίας αλλά και για την διατήρηση σε ικανοποιητικά επίπεδα του οξυγόνου και της ποιότητας του αέρα. Παραδοσιακά ο αερισμός των κτιρίων γινόταν με τη βοήθεια της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα. Παραδοσιακά ο αερισμός των κτιρίων γινόταν με τη βοήθεια της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα. Οι πρόσθετες απαιτήσεις αερισμού ήταν εύκολο να ικανοποιηθούν με απλό άνοιγμα των παραθύρων.

Ο φυσικός αερισμός πραγματοποιείται με την διείσδυση του εξωτερικού αέρα στον εσωτερικό των κτιρίων.

Αυτό οφείλεται στην διαφορά των πιέσεων που δημιουργεί η ροή του ανέμου γύρω από ένα κτίριο. Η είσοδος του εξωτερικού αέρα γίνεται μέσα από τα ανοίγματα και τις ρωγμές που υπάρχουν στο κέλυφος του κτιρίου.

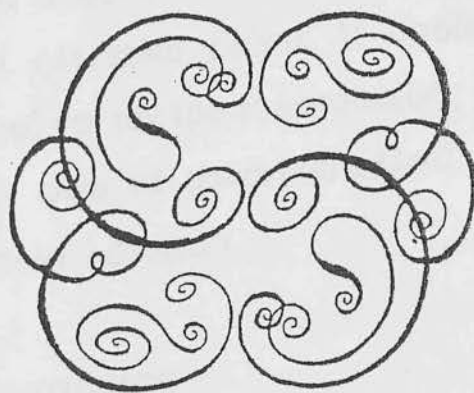
Η σύγχρονη αρχιτεκτονική και ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτιρίων, έχουν μειώσει την διείσδυση του αέρα στο ελάχιστο προκειμένου να μειώσουν τις απώλειες και να επιτύχουν ένα απολύτως ελεγχόμενο περιβάλλον. Οι νεότερες και ακριβές κατασκευές περιβάλλονται από τελείως στεγανοποιημένα κελύφη. Ειδικότερα στα κτίρια γραφείων από γυαλί δεν επιτρέπεται και το άνοιγμα των παραθύρων. Στα κτίρια αυτά οι δυνατότητες χρήσης συστημάτων φυσικού αερισμού είναι εξαιρετικά περιορισμένες. Αντίθετα η παραγωγή ψύξης βασίζεται 100% σε μηχανικά συστήματα (κλιματιστικά που λειτουργούν με ηλεκτρισμό).

Υπό την προϋπόθεση ότι οι εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες είναι ευνοϊκές, η χρήση του φυσικού αερισμού είναι δυνατόν να ελαττώσει το ψυκτικό φορτίο να αυξήσει την θερμική άνεση και να διατηρήσει την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στο εξωτερικό του κτιρίου. Η αποτελεσματικότητα των τεχνικών φυσικού καθορίζεται από τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες, από το μικροκλίμα, από τα χαρακτηριστικά του κτιρίου (προσανατολισμός, μέγεθος, θέση και αριθμός των παραθύρων) και την χωροταξία της περιοχής στην οποία βρίσκεται το κτίριο.

Η εξωτερική θερμοκρασία, η υγρασία και η ταχύτητα του ανέμου είναι οι καθοριστικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην επιτυχή εφαρμογή των

τεχνικών φυσικού αερισμού. Για τον δροσισμό, ο αέρας που εισέρχεται στο κτίριο πρέπει να έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από την θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα του κτιρίου. Οι τεχνικές φυσικού αερισμού για τον δροσισμό ενός κτιρίου είναι επίσης αποτελεσματικές στην διάρκεια της νύχτας, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες, είναι συνήθως μικρότερες από τις εσωτερικές. Το ψυκτικό φορτίο ελαττώνεται και οι μέγιστες εσωτερικές θερμοκρασίες είναι δυνατόν να μειωθούν από 1 έως 3°C, ανάλογα με την θερμική μάζα του κτιρίου καθώς και την ποσότητα και τα χαρακτηριστικά του αέρα που εισέρχεται στο κτίριο.

Η υγρασία του αέρα είναι ο σημαντικότερος περιοριστικός παράγοντας για την εφαρμογή των τεχνικών του φυσικού αερισμού. Υψηλά επίπεδα υγρασίας έχουν αρνητική επίδραση στην θερμική άνεση μέσα στο κτίριο. Συνεπώς, σε περιοχές με υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας στην διάρκεια του καλοκαιριού, η χρήση συμβατικών συστημάτων κλιματισμού είναι απαραίτητη για την απόρριψη της υγρασίας από το εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου (αφύγρανση). Υπό αυτές τις συνθήκες, καλό είναι να αποφεύγεται ο φυσικός αερισμός τόσο κατά την διάρκεια της ημέρας, όσο και κατά την διάρκεια της νύχτας.



## ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Μια σημαντική τεχνολογία για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας είναι τα φωτοβολταϊκά (Φ/β) στοιχεία που επιτρέπουν την μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια. Η χρήση Φ/β έχει αρχίσει πλέον να καθιερώνεται ως η πιο φιλική προς το περιβάλλον εναλλακτική λύση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η Ελλάδα διαθέτει ένα αξιοσημείωτο δυναμικό για την ανάπτυξη και εφαρμογή των Φ/β συστημάτων, χάρη στην μεγάλη ηλιοφάνεια, όλες σχεδόν τις εποχές του έτους. Η ενσωμάτωση Φ/β στοιχείων στο εξωτερικό κέλυφος ενός κτιρίου είναι μια τεχνική η οποία κερδίζει συνεχώς έδαφος καθώς η τεχνολογία αναπτύσσεται ραγδαία και το κόστος των Φωτοβολταϊκών στοιχείων μειώνεται. Σήμερα έχουν αναπτυχθεί ειδικά Φ/β στοιχεία κατάλληλα για στέγες και προσόψεις και η σημερινή διάδοση τους επιτρέπει την πρόβλεψη ότι, στο προσεχές μέλλον, σημαντικό μέρος ηλεκτρικών αναγκών θα καλύπτεται από Φ/β.

### 1. Φωτοβολταϊκά στοιχεία

Τα Φ/β στοιχεία μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική, με την βοήθεια του φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Κάθε φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από δυο στρώματα ημιαγωγού υλικού, συνήθως πυριτίου. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στην ένωση αυτών των δυο στρωμάτων παράγεται συνέχεια ηλεκτρικό ρεύμα. Η απόδοση των Φ/β στοιχείων εξαρτάται από το υλικό και τον τρόπο κατασκευής τους. Οι πιο συνηθισμένοι τύποι Φ/β στοιχείων είναι τα μονοκρυσταλλικά στοιχεία πυριτίου και τα άμορφα πολυκρυσταλλικά στοιχεία.

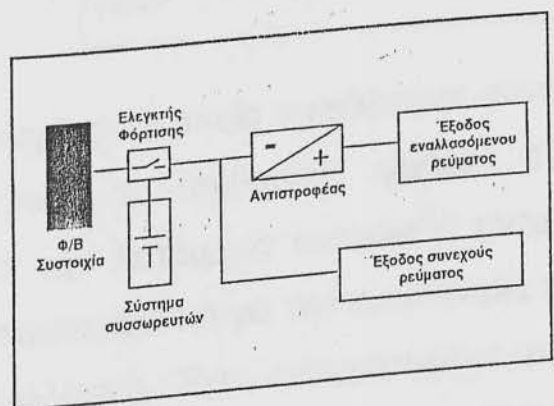
### 2. Φωτοβολταϊκά συστήματα

Ομάδες Φ/β στοιχείων συνδεδεμένες σε σειρά ή παράλληλα διαμορφώνουν ένα Φ/β πλαίσιο. Το σημαντικότερο τεχνικό χαρακτηριστικό ενός Φ/β είναι η ισχύς αιχμής ( $w$ ) που εκφράζει την παραγόμενη ηλεκτρική

ισχύ όταν το Φ/β πλαίσιο εκτελεί σε ηλιακή ακτινοβολία  $1\text{KW}/\text{m}^2$ . Τα Φ/β πλαίσια που κυκλοφορούν στην αγορά έχουν απόδοση περίπου 11% (δηλαδή μετατρέπουν το 11% της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια). Ένα πλαίσιο επιφάνειας  $1\text{m}^2$  παράγει περίπου 110w ηλεκτρική ισχύος. Για την κάλυψη φορτίων μεγαλύτερης ισχύος είναι δυνατή η δημιουργία Φ/β συστοιχιών συνδέοντας πολλά Φ/β στοιχεία μεταξύ τους σε σειρά και παράλληλα. Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από την Φ/β συστοιχία τους συσσωρευτές για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας και το σύστημα μετατροπής ισχύος. Οι συνηθέστεροι από τους συσσωρευτές που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι τύπου μολύβδου οξέος, ανοικτού ή κλειστού τύπου, ειδικά σχεδιασμένοι για ηλιακά συστήματα παραγωγής ενέργειας. Για την μετατροπή της ισχύος χρησιμοποιούνται μετατροπείς ισχύος ή αντιστροφείς συνεχούς σε εναλλασσόμενο ρεύμα (ΣΡ/Ε.Ρ) μετατροπείς Σ.Ρ/Σ.Ρ και ρυθμιστές φόρτισης.

Οι βασικοί τύποι Φ/β συστημάτων είναι οι εξής:

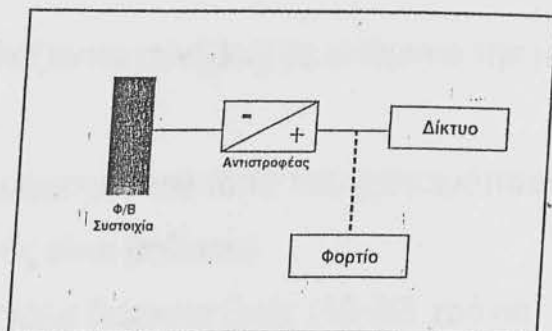
- **Αυτόνομο σύστημα.** το σύστημα αυτό έχει την δυνατότητα παροχής συνεχούς ή ελασσόμενου ρεύματος με την χρήση μετατροπέα ισχύος (αντιστροφή).



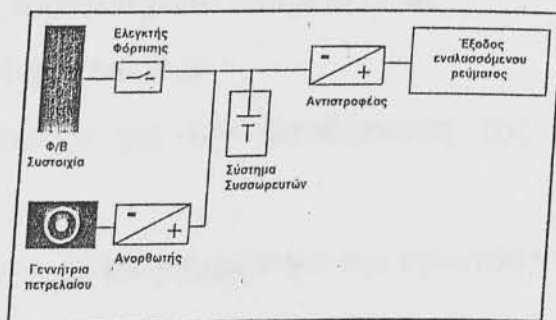
- **Σύστημα διασυνδεδεμένο με το δίκτυο.** Αποτελείται από μια συστοιχία Φ/β στοιχείων, η οποία μέσω ενός αντιστροφέα είναι διασυνδεδεμένη με το ηλεκτρικό δίκτυο. Συνήθως σε εφαρμογές μικρής εγκατεστημένης ισχύος, όπου τα Φ/β πρέπει να καλύψουν συγκεκριμένο φορτίο, το δίκτυο χρησιμοποιείται ως μέσο για την προσωρινή αποθήκευση της



παραγόμενης ενέργειας. Σε κεντρικά συστήματα μεγάλης εγκατεστημένης ισχύος, η παραγόμενη από τα Φ/β ενέργειας παρέχεται απευθείας στο ηλεκτρικό δίκτυο.



- **Υβριδικό σύστημα.** Είναι ένα αυτόνομο σύστημα αποτελούμενο από την φωτοβολταϊκή συστοιχία που λειτουργεί σε συνδυασμό με άλλες πηγές ενέργειας (π.χ. με μια γεννήτρια πετρελαίου ή άλλη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, όπως ανεμογεννήτρια).



- **Συστήματα μικρής ισχύος,** το οποίο εγκαθίσταται συνήθως σε κτίρια που διαθέτουν ενεργητικά ή παθητικά ηλιακά συστήματα. Συχνά χρησιμοποιείται για την λειτουργία αντλιών ή ανεμιστήρων συνεχούς ρεύματος που χρησιμοποιούνται για την κυκλοφορία του αέρα ή το νερό στους ηλιακούς συλλέκτες. Έχει ενσωματωμένο ρυθμιστή ισχύος, ο οποίος διακόπτει την λειτουργία του Φ/β συστήματος, όταν η ηλιακή ενέργεια δεν επαρκεί. Ορισμένες φορές αποτελείται από ένα μόνο Φ/β πλαίσιο, το οποίο τροφοδοτεί ένα μικρό ανεμιστήρα που τον χειμώνα χρησιμεύει για την κυκλοφορία του θερμού αέρα από ένα θερμοκήπιο στο υπόλοιπο κτίριο.

Τα πλεονεκτήματα των Φ/β είναι:

- + το κόστος της παραγόμενης ενέργειας εξαρτάται μόνο από το κόστος της αρχικής επένδυσης ενώ το κόστος λειτουργίας και συντήρησης τους είναι σχεδόν μηδαμινό.
- + Τα Φ/β συστήματα σχεδιάζονται συνήθως με γνώμονα την μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας.
- + Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται στον τόπο που χρησιμοποιείται .
- Η ρύπανση της ατμόσφαιρας είναι μηδενική
- + Τα Φ/β στοιχεία έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (15-20) χρόνια
- + η λειτουργία τους είναι αθόρυβη
- + το μεταφορικό κόστος είναι χαμηλό
- + είναι δυνατή η ενσωμάτωσή τους σε οροφές και προσόψεις κτιρίων
- + είναι δυνατή η επέκταση του συστήματος ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις.

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα των Φ/β είναι:

- Το υψηλό κόστος των Φ/β πλαισίων
- Η απαίτηση συσσωρευτών για την αποθήκευση της ενέργειας στα αυτόνομα κτίρια
- Η απαίτηση σχετικά μεγάλων επιφανειών για την εγκατάστασή τους λόγω της μικρής τους ισχύος

Παρά τα μειονεκτήματα αυτά η εφαρμογή των Φ/β συστημάτων αναπτύσσεται ραγδαία. Φ/β συστήματα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο καλύπτει σήμερα το 15% της παγκόσμιας αγοράς φωτοβολταϊκών . Στην Ελλάδα η εγκατεστημένη Φ/β ισχύς αυξάνεται με ρυθμό 40KW ετησίως. Τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή αυτή είναι ότι η αιχμή των κλιματιστικών φορτίων των κτιρίων συμπίπτει χρονικά με το μέγιστο της φωτοβολταϊκής ισχύος.

### 3. Εγκατάσταση των Φ/β πλαισίων σε ένα κτίριο.

Η χρήση των Φ/β πλαισίων ως λειτουργικών δομικών στοιχείων ενός κτιρίου διαμορφώνει νέες, οικονομικά ελκυστικότερες λύσεις. Σε αυτό συμβάλλει και η ανάπτυξη νέων ημιδιαφανών Φ/β πλαισίων, τα οποία

μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην θέση των υαλοπινάκων παρέχοντας ταυτόχρονα ηλιακή ενέργεια και ηλιοπροστασία κατά τους θερινούς μήνες. Η ενσωμάτωση των Φ/β πλαισίων στην οροφή ή στη πρόσοψη ενός κτιρίου γίνεται με πολλούς τρόπους. Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τρόποι για την τοποθέτηση των Φ/β πλαισίων σε ένα κτίριο.

α) *Τοποθέτηση σε κεκλιμένα στηρίγματα*: Υπάρχει μεγάλη ποικιλία από ξύλινα ή μεταλλικά είδη στηριγμάτων και οι περισσότεροι κατασκευαστές Φ/β προσφέρουν στηρίγματα που ταιριάζουν ακριβώς στα Φ/β πλαίσια. Σε μικρές περιπτώσεις η κλίση είναι ρυθμιζόμενη. Η τοποθέτηση αυτή προσφέρει εύκολη πρόσβαση τόσο στο εμπρός όσο και στο πίσω μέρος των Φ/β και βοηθά στο καλό αερισμό και τον δροσισμό των στοιχείων.

β) *Τοποθέτηση σε ειδική βάση προσαρμοσμένη στο εξωτερικό του κελύφους*: η οποία εξέρχει από την οροφή ή την πρόσοψη του κτιρίου. Η κατασκευή αυτή στηρίζεται στο εξωτερικό κέλυφος του κτιρίου. Η τοποθέτηση αυτή επιτρέπει τον καλό αερισμό και την ψύξη των Φ/β στοιχείων. Το κόστος είναι μικρότερο από την τοποθέτηση σε κεκλιμένα στηρίγματα

γ) *Απ' ευθείας τοποθέτηση*: Στην περίπτωση αυτή η εξωτερική επίστρωση του κελύφους του κτιρίου αντικαθίστανται από τα Φ/β πλαίσια. Το φωτοβολταϊκό κάλυμμα προστατεύει το κτίριο αλλά δεν είναι πλήρως στεγανό και απαιτούνται μέτρα για την στεγανοποίηση του. Το κόστος αυτής της μεθόδου είναι σχετικά χαμηλό, γιατί απαιτεί ελάχιστα πρόσθετα υλικά.

δ) *Ενσωμάτωση των Φ/β στο κέλυφος του κτιρίου*: Η μέθοδος αυτή συνιστάται στην υποκατάσταση ολόκληρων τμημάτων του κτιριακού κελύφους από τα Φ/β πλαίσια. Αυτό απαιτεί την στεγανή σύνδεση των Φ/β πλαισίων μεταξύ τους.

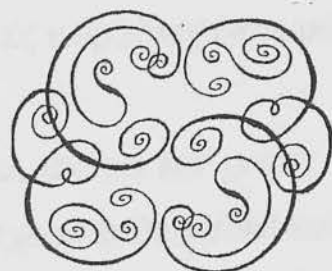
#### 4. Διαστασιολόγηση του Φ/β συστήματος

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την διαστασιολόγηση ενός Φ/β συστήματος, είτε αυτό είναι αυτόνομο, είτε είναι διασυνδεδεμένο με το δίκτυο, είναι το φορτίο που απαιτείται να καλύψει το σύστημα, ο χρόνος

λειτουργίας του και η ηλιοφάνεια στον τόπο που γίνεται η εγκατάσταση. Οι επιφάνειες στην οροφή ή στην πρόσοψη του κτιρίου που είναι διαθέσιμες για την εγκατάσταση των Φ/β πλαισίων αποτελούν παράγοντα που περιορίζει το μέγεθος του συστήματος.

Το βέλτιστο μέγεθος ενός συστήματος διασυνδεδεμένου με το δίκτυο εξαρτάται κυρίως από τις οικονομικές παραμέτρους της λειτουργίας του: το επενδυτικό κόστος, τα επιτόκια, τις φορολογικές εκπτώσεις, τις τυχόν επιδοτήσεις την πολιτική της ηλεκτρικής εταιρείας για την αγορά της ενέργειας και την αναλογία της παραγόμενης Φ/β ενέργειας που χρησιμοποιείται απ' ευθείας, προς αυτήν που διοχετεύεται στο δίκτυο. Συνήθως η τιμή που προσφέρουν οι ηλεκτρικές εταιρίες στον ιδιοκτήτη των Φ/β είναι χαμηλότερη από το κόστος ίσης ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας όταν την αγοράζει από το δίκτυο.

Η διαστασιολόγηση των αυτόνομων συστημάτων πρέπει να είναι πιο ακριβής απ' ότι στα διασυνδεδεμένα συστήματα επειδή η δυνατότητα αποθήκευσης είναι περιορισμένη το μέγεθος των συσσωρευτών πρέπει συνήθως να υπερδιαστασιολογείται, ώστε να αντιμετωπίζονται επιτυχώς περιπτώσεις κατά τις οποίες υπάρχει μη αναμενόμενη νεφοκάλυψη επί μεγάλα χρονικά διαστήματα.





## ΚΛΙΜΑ

Το κλίμα των πόλεων επηρεάζεται από το δομημένο περιβάλλον, το είδος και την ποιότητα των κτιρίων. Η πυκνή δόμηση και βιομηχανοποίηση των υλικών, έχουν επιδεινώσει την ποιότητα του αστικού περιβάλλοντος, ενώ η έλλειψη περιβαλλοντικού πλαισίου για τις κατασκευές σε συνάρτηση με τον περιορισμό των χωρών προαστίου συμβάλλουν προς την κατεύθυνση αυτή.

Οι κλιματικές παράμετροι που επηρεάζονται, από το αστικό περιβάλλον είναι αφενός η θερμοκρασία του αέρα, αφετέρου η ταχύτητα και η διεύθυνση του ανέμου. Δευτερευόντως, επηρεάζεται η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, η νέφωση και πιθανόν, και το ύψος των βροχοπτώσεων.

Από την άποψη του παθητικού ηλιακού σχεδιασμού, η κατανόηση του περιβάλλοντος απαιτεί βαθιά γνώση του κλίματος της συγκεκριμένης τοποθεσίας. Το τελευταίο μπορεί να εξεταστεί σε τρεις διαφορετικές κλίμακες:

### **α) Μακροκλίμα:**

Καλύπτει τα γενικά χαρακτηριστικά της περιοχής όπως για σημεία παρόμοια από την άποψη ηπειρωτικής θέσης και γεωγραφικού πλάτους, ακόμη και τα υπόψη σημεία βρίσκονται σε αποστάσεις χιλιάδων χιλιομέτρων μεταξύ τους.

### **β) Μεσοκλίμα:**

Το γενικό κλίμα μετριάζεται από την τοπική τοπογραφία. Συχνά αυτό επιδρά σοβαρά στις τοπικές κλιματικές διακυμάνσεις.

### **γ) Μικροκλίμα:**

Στην ίδια τοποθεσία, ακόμη και μικρές διαφορές στη βλάστηση, τη μορφολογία του εδάφους έχουν καθοριστική επίδραση.

## Μελέτη βιοκλίματος

Η μελέτη του κλίματος απαιτεί τη συγκέντρωση πολλών μετεωρολογικών, γεωλογικών, δασολογικών και γεωγραφικών δεδομένων.

Τα παρακάτω μεγέθη παίζουν καθοριστικό ρόλο κατά τη διάρκεια της μελέτης.

### 1. Μέση θερμοκρασία

Η θερμοκρασία του αέρα θεωρείται ένα από τα βασικότερα κλιματικά στοιχεία, τα οποία συντελούν στη διαμόρφωση του κλίματος της περιοχής. Εξαρτάται γενικά από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, το υψόμετρο, τον προσανατολισμό, τον οριζόντιο και κατακόρυφο διαμελισμό της, την γειτνίαση της, με την θάλασσα και άλλους δευτερεύοντες παράγοντες.

Οι βασικοί παράγοντες που καθορίζουν την ετήσια πορεία της θερμοκρασίας του αέρα είναι αστρονομικοί δηλ. το μεσημβρινό ύψος του ηλίου και η διάρκεια της ημέρας.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία παρουσιάζει απλή κύμανση, με την ελάχιστη τιμή, συνήθως, τον Ιανουάριο ή τον Φεβρουάριο, και την μέγιστη τιμή του Ιουλίου ή Αύγουστο.

### 2. Απόλυτες μέγιστες (ΑΜΘ) ή ελάχιστες (ΑΕΘ) θερμοκρασίες

Τα κλιματικά δεδομένα μιας περιοχής παρουσιάζουν, πάντα διακυμάνσεις μέσα στο χρόνο, κατά τις οποίες φθάνουν σε απόλυτα μέγιστες ή απόλυτα ελάχιστες τιμές. Είναι φυσικό όμως ότι, για να σημειωθούν οι απόλυτα ακραίες τιμές ενός κλιματικού στοιχείου, ώστε να μπορούν να πλησιάζουν τις πραγματικές τιμές μέσα στις οποίες διακυμαίνεται το στοιχείο αυτό, απαιτείται σειρά μακράς χρονικής περιόδου κλιματικών παρατηρήσεων.

Η γνώση ΑΜΘ και Α.Ε.Θ. έχει μεγάλη σημασία τόσο από κλιματικής άποψης, όσο και από πρακτικής εφαρμογής. Είναι γνωστές π.χ. οι δυσμενείς επιπτώσεις που έχουν οι παγετοί στην γεωργία και οι καύσωνες στην υγεία του ανθρώπου.

Παγετοί σημειώνονται όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους  $0^{\circ}\text{C}$  και διακρίνονται σε μερικούς παγετούς, όταν πέσει κάτω από τους  $0^{\circ}\text{C}$  μόνο η ελάχιστη θερμοκρασία του εικοσιτετραώρου δηλ. η πρωινή, οπότε και έχουμε παγετό για μερικές μόνο ώρες και σε ολικούς παγετούς, όταν πέσει κάτω από τους  $0^{\circ}\text{C}$  και η μέγιστη θερμοκρασία του εικοσιτετραώρου, δηλ. παγετό για ολόκληρο το εικοσιτετράωρο.

Τίποτα όμως δεν είναι τυχαίο στη φύση. Παρ' ότι οι παγετοί προξενούν ζημιές στην γεωργία, οι χαμηλές θερμοκρασίες, της χειμερινής περιόδου είναι απαραίτητες για την διακοπή του λήθαργου των οπωροφόρων δέντρων και την κανονική έκπτυξη των ματιών την άνοιξη. Αποτελούν εξάλλου σημαντικό οικολογικό παράγοντα, για την επιτυχή ανάπτυξη και εκμετάλλευση των φυλλοβόλων δέντρων και πολλές φορές καθορίζουν τα όρια επέκτασης της καλλιέργειας τους προς τις θερμότερες περιοχές.

### **3. Σχετική υγρασία**

Είναι η μάζα των υδρατμών που περιέχεται σε ένα ορισμένο όγκο αέρα, προς την μάζα των υδρατμών που απαιτείται για να κορεσθεί ο ίδιος όγκος στην ίδια θερμοκρασία. Πρόκειται για βασικό κλιματικό στοιχείο μιας περιοχής, τόσο από καθαρά κλιματική άποψη όσο και από βιοκλιματικής γιατί συσχετίζεται με την υγιεινή αξία του κλίματος και την θερμική άνεση.

### **4. Βροχόπτωση**

Η βροχή και όλα γενικά τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα αποτελούν το βασικότερο στοιχείο μιας περιοχής. Με αυτήν αυξάνει η υδροδυναμική ενέργεια, εξυπηρετούνται τα αρδευτικά δίκτυα, υδροδοτούνται κατοικημένοι χώροι. Η Ελλάδα από αμβρομετρική άποψη μπορεί γενικά να διαιρεθεί σε 2 τμήματα:

- i) το δυτικό με άφθονες βροχές
- ii) το ανατολικό με λιγότερες βροχές

### **5. Ημέρες βροχής**

Υπάρχουν διάφορα βροχομετρικά συστήματα που καθορίζουν την δίαιτα των βροχών, στον χώρο της Μεσογείου καθώς η ετήσια διανομή της παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις που οφείλονται στο πολυσχιδές ανάγλυφο του εδάφους και στις ατμοσφαιρικές διαταράξεις.

### **6. Ημέρες ομίχλης**

Η ομίχλη είναι νέφος το οποίο εφάπτεται στο έδαφος και φθάνει μέχρι ένα ορισμένο ύψος, ανάλογα με τις συνθήκες σχηματισμού της, περιορίζοντας αισθητά την ορατότητα. Στον σχηματισμό της επιδρά η τοπογραφική διαμόρφωση του εδάφους, η γειτνίαση των υδάτινων όγκων, οι αίθριες ή νημενείς ημέρες στους ψυχρούς μήνες.

### **7. Ημέρες χιονιού**

Το χιόνι ανήκει στα στερεά ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και εμφανίζεται όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος κατέβει κάτω από το μηδέν. Αποτελείται από λευκούς αδιαφανείς παγοκρυστάλλους, συνήθως εξαγωνικής μορφής, οι οποίοι συνενώνονται σε νιφάδες χιονιού.

### **8. Ημέρες με καταιγίδα**

Καταιγίδα είναι η ραγδαία βροχή που προέρχεται από νέφος σωτειτομελανίτη και συνοδεύεται από κεραυνούς, βροντές και πολλές φορές χαλάζι. Διακρίνονται σε:

α) καταιγίδες θερμότητας οι οποίες είναι αποτέλεσμα αστάθειας του καιρού και οφείλονται στην υπεροχή της ατμοσφαιρικής θερμότητας στα κατώτερα στρώματα, που έρχονται σε επαφή με το θερμό έδαφος.

β) Υφαισιακές καταιγίδες οι οποίες προκαλούνται κατά την διέλευση των υφέσεων από ψυχρά μέτωπα.



### **9. Ημέρες με χαλάζι**

Το χαλάζι είναι κλιματικό στοιχείο που παρατηρείται κατά τις καταιγίδες. Οι χαλαζόκοκκοι δημιουργούνται από την απότομη ψύξη των υδροσταγονιδίων που βρίσκονται μέσα σ' ένα νέφος. Κατά την πτώση τους ή ακόμη ή και την άνοδό τους, από ισχυρά ανοδικά ρεύματα, προσφύονται σε αυτούς επιφανειακά και άλλα υδροσταγονίδια με μορφή φλοιών και αυξάνει το μέγεθος τους.

### **10. Ημέρες με παγετό**

Η νέφωση εμποδίζει μέρες της ηλιακής ακτινοβολίας να φτάσει στη γη και την γήινη θερμότητα να διαφύγει προς το πάνψυχρο άπειρο. Αυξάνει επίσης την λευκαύγεια και μειώνει την ηλιοφάνεια και έχει άμεση σχέση με την θερμοκρασία του αέρα.

### **12. Ταχύτητα ανέμου**

Άνεμος είναι η μετακίνηση αερίων από κάποιο σημείο της ατμόσφαιρας σε κάποιο άλλο. Η μετακίνηση των αέριων μαζών είναι αποτέλεσμα της ανισότητας των ατμοσφαιρικών πιέσεων που επικρατούν στις διάφορες περιοχές κάποια στιγμή. Ανισότητας που έχει σαν βασικό αίτιο την άνιση θερμοκρασία που υπάρχει μεταξύ των περιοχών αυτών. Από οικονομική και οικολογική άποψη ο άνεμος είναι η ανεξάντλητη πηγή αιολικής ενέργειας.

### **13. Κατεύθυνση ανέμου**

### **14. Πίεση**

Πρόκειται για την πίεση που εξασκεί το βάρος του ατμοσφαιρικού αέρα στην επιφάνεια ενός τετραγωνικού εκατοστόμετρου. Η ατμοσφαιρική πίεση είναι το βασικό αίτιο της δημιουργίας των ανέμων, συνεπώς συντελεί στην διαμόρφωση των καιρικών συστημάτων και των ατμοσφαιρικών διατάξεων.

### **15. Ηλιοφάνεια**

Πρόκειται για το χρονικό διάστημα κατά το οποίο ο ήλιος δεν καλύπτεται από νέφη ή άλλα αντικείμενα και η ακτινοβολία του φθάνει ελεύθερα στην επιφάνεια του εδάφους. Διακρίνεται στην:

α) Θεωρητική ηλιοφάνεια που είναι το χρονικό διάστημα, στην διάρκεια της ημέρας, κατά το οποίο ο ήλιος είναι πάνω από τον αισθητό ορίζοντα ενός τόπου και εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος.

β) πραγματική ηλιοφάνεια

### **16. Βαθμοημέρες θέρμανσης και δροσισμού**

Ο αριθμός βαθμοημερών βάσης μιας ημέρας με συμβολισμό  $(BH)_x$  αντιστοιχεί με την θετική απόκλιση ανάμεσα στην τιμή θερμοκρασίας  $x$  και στην μέση τιμή εξωτερικής θερμοκρασίας αυτής της ημέρας. Το μέγεθος αυτό εκφράζεται σε βαθμούς  $C^\circ$  x ημέρες.

### **17. Θερμοκρασία εδάφους**

Η θερμοκρασία του εδάφους εξαρτάται από την ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται από εκείνη που εκπέμπει. Παράγοντες που επιδρούν σε αυτήν είναι η διάρκεια της ημέρας, ο προσανατολισμός του εδάφους, η σύσταση του (άργιλος, άμμος), η θερμοχωρητικότητα του η φυτοκάλυψη. Τα αργιλώδη εδάφη είναι ψυχρότερα την άνοιξη από τα αμμώδη, ενώ το φθινόπωρο παρατηρείται το αντίθετο.

### **18. Ηλιακή ακτινοβολία**

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι η συντριπτικά σημαντικότερη πηγή ενέργειας της γης και εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, από την εποχή, το υψόμετρο, το ύψος του ήλιου, την απορρόφηση και την διάχυση στην ατμόσφαιρα, την κλίση της επιφάνειας του εδάφους.

Ένα μόνο μικρό μέρος της απορροφάται από την ατμόσφαιρα και το υπόλοιπο φθάνει στην γη, είτε ως άμεση ή ως διάχυση. Οι δυο αυτές μορφές, η άμεση και η διάχυση, αποτελούν την ολική ηλιακή ακτινοβολία η

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΕ)

οποία θεωρείται θεμελιώδης ενέργεια για την διαμόρφωση των ηλιμάτων της  
γης.

HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE  
 DIRECTION OF CLIMATOLOGY  
 SECTION OF STATISTICAL CLIMATOLOGY

D A T C L I M

CLIMATOLOGICAL DATA BASE

STATION KEPKYPA 641  
 LATITUDE 39° 37' N LONGITUDE 19° 55' E ALTITUDE OF BAROMETER 4.0 METERS

MONTH	PRESS(M.S.L.)	PERIOD 1955-1997						REL HUM.	AV.CLOUD.	PRECIPITATION(IN MM)		PREV.WIND
		T E M P E R A T U R E		T E M P E R A T U R E		TOTAL	MAX 24H					
		MEAN	AV.MAX	AV.MIN	ABS MAX					ABS MIN		
JANUARY	1016.5	9.7	13.9	5.1	20.5	-4.5	75.4	4.5	136.6	87.1	SE	
FEBRUARY	1015.2	10.3	14.2	5.7	22.4	-4.6	74.3	4.6	124.6	68.4	SE	
MARCH	1014.5	12.0	16.0	6.8	26.0	-4.4	73.4	4.4	98.1	83.2	SE	
APRIL	1012.8	14.9	19.0	9.2	28.0	-.1	72.8	4.2	66.7	76.5	SE	
MAY	1013.8	19.6	23.8	12.9	33.8	3.6	69.5	3.4	37.0	59.1	NW	
JUNE	1013.5	23.9	28.0	16.4	35.8	8.7	63.4	2.3	14.1	64.0	NW	
JULY	1012.4	26.4	30.9	18.4	42.4	10.0	60.0	1.2	9.2	44.6	NW	
AUGUST	1012.6	26.3	31.3	18.8	40.7	11.3	62.2	1.4	19.0	87.6	SE	
SEPTEMBER	1015.3	22.7	27.6	16.5	37.8	7.2	70.4	2.4	81.3	183.5	SE	
OCTOBER	1016.7	18.4	23.2	13.4	33.0	2.8	74.6	3.5	137.7	129.1	SE	
NOVEMBER	1016.5	14.3	18.7	9.9	26.2	-2.2	77.5	4.4	187.4	130.6	SE	
DECEMBER	1015.7	11.1	15.3	6.8	22.0	-3.0	77.2	4.6	185.6	101.9	SE	

MONTH	N U M B E R O F D A Y S W I T H										T E M P E R A T U R E		W I N D					
	C L O U D I N E S							THUND	HAIL	ST	GND	FOG	DEW	H.FROST	MIN	MAX	GE 6B	GE 8B
	0-1.5	1.6-6.4	6.5-8.0	PREC.	RAIN	SNOW	(0 - 8/8)								LE 0.0	LE 0.0		
JANUARY	6.2	16.9	7.9	16.1	15.7	.3	4.7	.6	.0	.0	2.3	8.8	2.9	3.8	.0	1.5	.1	
FEBRUARY	6.2	16.9	7.9	16.1	15.7	.3	4.7	.6	.0	.0	2.3	8.8	2.9	3.8	.0	1.5	.1	
MARCH	5.6	14.4	8.2	14.6	14.4	.3	5.0	.8	.0	.0	1.6	7.2	1.8	2.4	.0	1.9	.1	
APRIL	5.6	14.4	8.2	14.6	14.4	.3	5.0	.8	.0	.0	1.6	7.2	1.8	2.4	.0	1.9	.1	
MAY	6.1	17.9	7.0	14.5	14.2	.3	4.5	.6	.0	.0	1.9	10.4	.7	.9	.0	1.0	.0	
JUNE	5.8	18.6	5.6	12.9	12.3	.0	4.3	.4	.0	.0	1.5	11.6	.0	.0	.0	.6	.0	
JULY	5.8	18.6	5.6	12.9	12.3	.0	4.3	.4	.0	.0	1.5	11.6	.0	.0	.0	.6	.0	
AUGUST	10.1	18.6	2.3	8.0	7.6	.0	3.0	.2	.0	.0	1.0	12.2	.0	.0	.0	.3	.0	
SEPTEMBER	10.1	18.6	2.3	8.0	7.6	.0	3.0	.2	.0	.0	1.0	12.2	.0	.0	.0	.3	.0	
OCTOBER	15.3	14.2	.5	4.9	4.5	.0	2.1	.0	.0	.0	.4	9.0	.0	.0	.0	.1	.0	
NOVEMBER	15.3	14.2	.5	4.9	4.5	.0	2.1	.0	.0	.0	.4	9.0	.0	.0	.0	.1	.0	
DECEMBER	23.7	7.1	.1	2.3	1.9	.0	1.6	.0	.0	.0	.7	7.0	.0	.0	.0	.1	.0	
JANUARY	23.7	7.1	.1	2.3	1.9	.0	1.6	.0	.0	.0	.7	7.0	.0	.0	.0	.1	.0	
FEBRUARY	22.0	8.8	.2	3.4	2.8	.0	2.5	.0	.0	.0	.8	11.7	.0	.0	.0	.8	.0	
MARCH	22.0	8.8	.2	3.4	2.8	.0	2.5	.0	.0	.0	.8	11.7	.0	.0	.0	.8	.0	
APRIL	15.4	13.5	1.1	7.0	6.5	.0	4.5	.1	.0	.0	1.5	12.0	.0	.0	.0	1.7	.1	
MAY	15.4	13.5	1.1	7.0	6.5	.0	4.5	.1	.0	.0	1.5	12.0	.0	.0	.0	1.7	.1	
JUNE	10.1	16.9	4.0	11.8	11.5	.0	8.1	.4	.0	.0	1.4	10.1	.3	.2	.0	2.0	.1	
JULY	10.1	16.9	4.0	11.8	11.5	.0	8.1	.4	.0	.0	1.4	10.1	.3	.2	.0	2.0	.1	
AUGUST	6.6	16.3	7.1	15.7	15.5	.0	6.0	.7	.0	.0	1.7	9.5	1.1	1.2	.0	2.0	.1	
SEPTEMBER	6.6	16.3	7.1	15.7	15.5	.0	6.0	.7	.0	.0	1.7	9.5	1.1	1.2	.0	2.0	.1	
OCTOBER	6.0	16.4	8.6	17.5	17.3	.2	6.0	.7	.0	.0	1.7	9.5	1.1	1.2	.0	2.0	.1	
NOVEMBER	6.0	16.4	8.6	17.5	17.3	.2	6.0	.7	.0	.0	1.7	9.5	1.1	1.2	.0	2.0	.1	
DECEMBER	6.0	16.4	8.6	17.5	17.3	.2	6.0	.7	.0	.0	1.7	9.5	1.1	1.2	.0	2.0	.1	



## Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ

Τα δέντρα και το πράσινο εν γένει συνεισφέρουν σημαντικά στην μείωση της θερμοκρασίας των πόλεων και στην εξοικονόμηση ενέργειας. Τα δέντρα προσφέρουν ηλιοπροστασία στα κτίρια, ενώ μέσω της εξατμισοδιαπνοής συμβάλλουν στην μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Παράλληλα τα δέντρα απορροφούν τον ήχο και τον θόρυβο, εμπορίζουν την διάβρωση που προκαλούν οι βροχοπτώσεις. Φιλτράρουν επικίνδυνους ρύπους, και μειώνουν την ταχύτητα του ανέμου. Ως εξατμισοδιαπνοή ορίζεται ο μηχανισμός απώλειας νερού προς το περιβάλλον μέσω της αποβολής νερού από τα φύλλα των φυτών υπό μορφή υδρατμών. Η λανθάνουσα θερμότητα της εξατμισοδιαπνοής (δηλ. η θερμότητα που απαιτείται για την μετατροπή του νερού σε υδρατμούς) είναι πολύ μεγάλη (περίπου 2324 kJ/kg νερού). Η θερμότητα αυτή αντλείται από τον αέρα του περιβάλλοντος, με αποτέλεσμα την τοπική μείωση της θερμοκρασίας. Σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα ένα μεσαίου μεγέθους δέντρο εξατμίζει περί τα 1460 κιλά νερού κατά την διάρκεια μιας θερινής μέρας. Ο δροσισμός που επιτυγχάνεται είναι ισοδύναμος με την λειτουργία πέντε μικρών κλιματιστικών συσκευών. Η σημασία των δέντρων και φυτών στην μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι επίσης σημαντική. Όπως αναφέρεται σε ένα δρόμο με υγιή ψηλά δέντρα μπορεί να μειωθεί η συγκέντρωση σωματιδίων σκόνης έως και 7000 σωματίδια ανά λίτρο αέρα. Παράλληλα τα δέντρα συνεισφέρουν στην μείωση του θορύβου. Μια συστάδα δέντρων μήκους 33μ. και πλάτους 15μ. μειώνει τον θόρυβο ενός αυτοκινητόδρομου έως και κατά 50%.

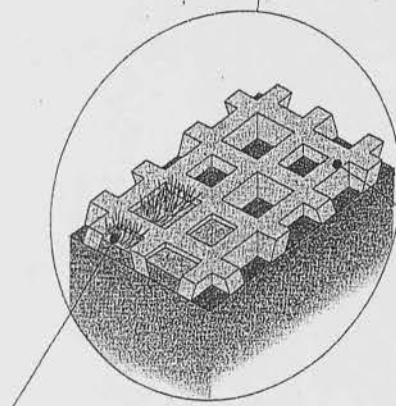
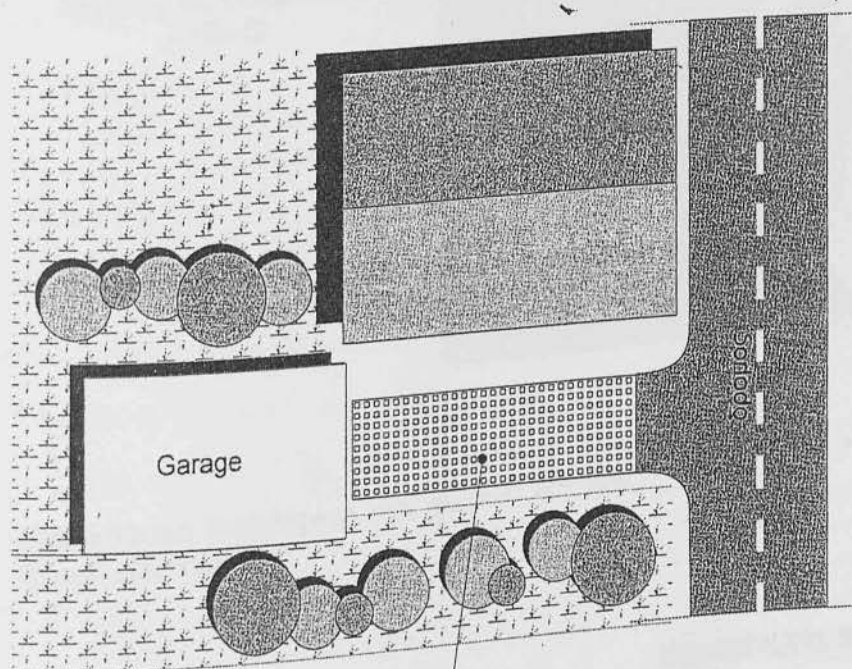
Επίσης το αστικό πράσινο μέσω του μηχανισμού της εξατμισοδιαπνοής συνεισφέρει σημαντικά στην μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Εντούτοις η επιτυγχανόμενη μείωση της θερμοκρασίας είναι συνάρτηση των χαρακτηριστικών της αστικής περιοχής, του είδους της βλάστησης και των γενικών μετεωρολογικών συνθηκών. Μελέτες και έρευνες έχουν δείξει ότι η θερμοκρασία εντός αστικών πάρκων είναι έως και

8°C χαμηλότερη από ότι στους γειτονικούς δομημένους χώρους. Έχει υπολογιστεί ότι η αύξηση της θερμοκρασίας καθώς απομακρυνόμαστε από ένα πάρκο είναι περίπου 0.4 - 0.6°C.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα πλήθους μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί, η επιτυγχανόμενη μείωση της θερμοκρασίας εντός και εκτός ενός αστικού χώρου πράσινου εξαρτάται από το συνολικό ενεργειακό ισοζύγιο της περιοχής.

# Χρησιμοποίηση της φυτοκάλυψης για φυσικό δροσισμό της τοποθεσίας του κτιρίου.

α) Φυτέψτε τον περιβάλλοντα χώρο.



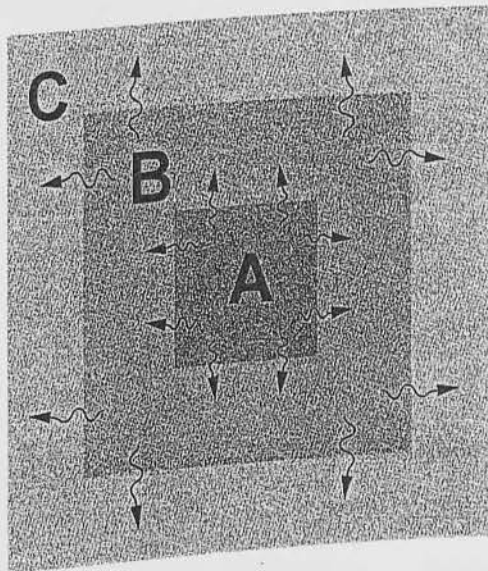
Κεραμικό υλικό

Η καλύτερη λύση είναι να χρησιμοποιήσετε ειδικά κεραμικά υλικά που επιτρέπουν και στην βλάστηση να αναπτυχθεί.

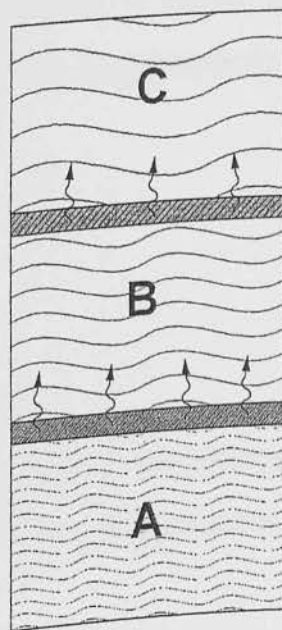
β) Διάδοση της θερμότητας δια αγωγής.

Οριζόντια διαβάθμιση ζωνών με διαφορετικές θερμοκρασίες

Σχετικές θερμοκρασίες:  
 $A > B > C$



Κατακόρυφη διαβάθμιση των χώρων και των θερμοκρασιών.



Οι τρεις διαφορετικοί τρόποι διάδοσης της θερμότητας αντιστοιχούν σε διαφορετικούς τύπους δημιουργίας ζωνών:

α. αγωγιμότητα: ζώνες ανάμεσα σε ξεχωριστούς χώρους



## **α. Ζώνες ανάμεσα σε διαφορετικούς χώρους**

### **α<sub>1</sub>. Οριζόντια διαβάθμιση**

Ο κατοικήσιμος χώρος σχηματίζει διαδοχικές ζώνες γύρω από τον πυρήνα διάδοσης της θερμότητας. Δι' αγωγιμότητος η θερμότητα διαδίδετε προς τα έξω, διαπερνώντας διαδοχικά τα τοιχώματα που χωρίζουν τις διαφορετικές ζώνες. Έτσι η θερμοκρασία των χώρων πέφτει προοδευτικά από μέσα προς τα έξω.

### **α<sub>2</sub>. Κάθετη διαβάθμιση**

Έστω ότι οι κατοικήσιμοι χώροι είναι διαμορφωμένοι ανά ορόφους και ότι η χαμηλότερη ζώνη θερμαίνεται άμεσα. Σ' ένα δεδομένο χώρο γίνεται μια φυσική διαμόρφωση στρωμάτων διαφορετικής θερμοκρασίας, όπου τα ανώτερα στρώματα είναι τα πιο θερμά. Δι' αγωγιμότητος η διάδοση της θερμότητας γίνεται κατά κύριο λόγο κατακόρυφα και η θερμοκρασία των ζωνών πέφτει προοδευτικά από κάτω προς τα πάνω.

## **β. Ζώνες ανάμεσα σε χώρους που επικοινωνούν**

### **β<sub>1</sub>. Οριζόντια στρωμάτωση**

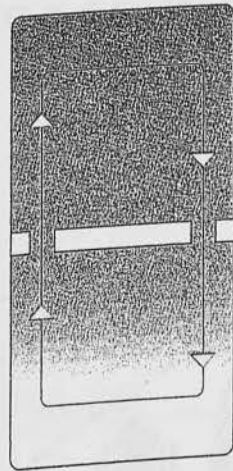
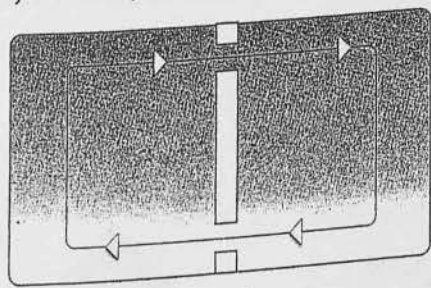
Δια φυσικής μεταφοράς, δυο χώροι που επικοινωνούν και βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, πρακτικά παρουσιάζουν τις ίδιες θερμοκρασίες.

### **β<sub>2</sub>. Κάθετη στρωμάτωση**

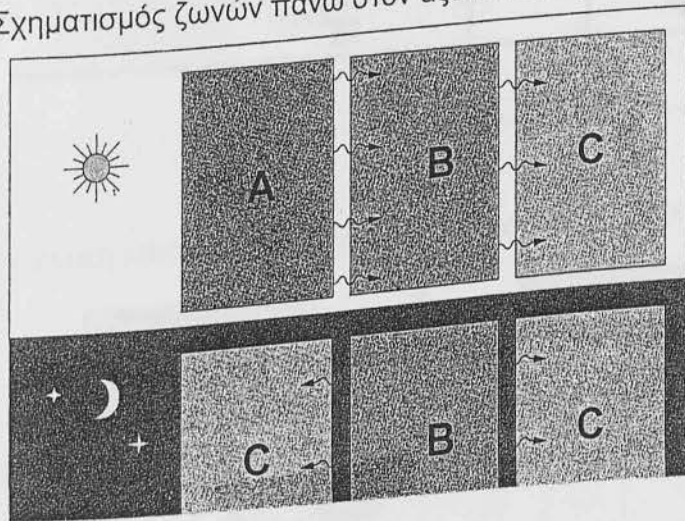
Δια φυσικής μεταφοράς ένας χώρος που βρίσκεται σ' ένα επίπεδο ψηλότερο από έναν άλλο με τον οποίο εξακολουθεί να επικοινωνεί, παρουσιάζει μια υψηλότερη θερμοκρασία.

κατακόρυφη  
στρωμάτωση

οριζόντια στρωμάτωση



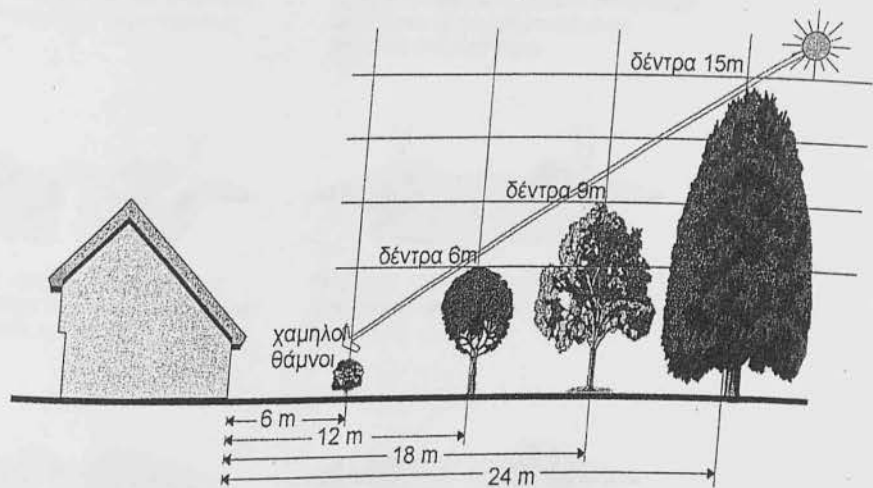
Σχηματισμός ζωνών πάνω στον άξονα Βοράς-Νότος



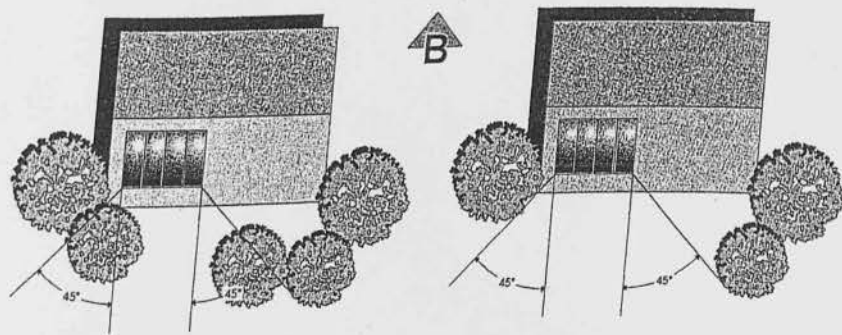
### γ. Ζώνες πάνω στον άξονα βορράς - νότος

Η σειρά διάταξης των θερμοκρασιών κατά τον σχηματισμό των ζωνών, μεταβάλλεται αν λάβουμε υπ' όψιν ότι το κέλυφος δεν είναι μόνο ένα φίλτρο ροής ενέργειας που μεταφέρεται από μέσα προς τα έξω, αλλά και φίλτρο μετατροπής του εξωτερικού κλίματος. Έτσι σ' αυτή την περίπτωση, ο χώρος που είναι προσανατολισμένος στο νότο έχει την πιο ψηλή θερμοκρασία.

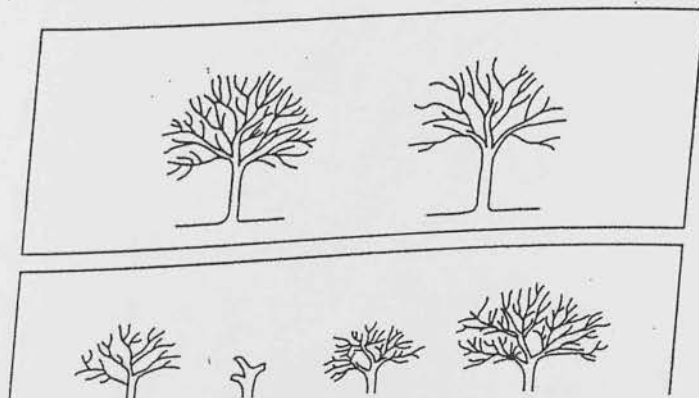
Φύτευση σε οικόπεδα προς Νότο



Επιλεκτική κατάργηση δέντρων από τον χώρο του ουρανού

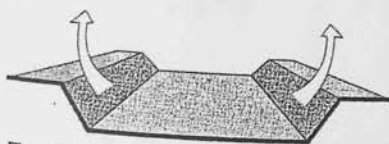


Κλάδεμα των δέντρων

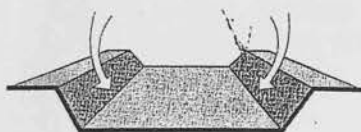


# Η διάδοση της θερμότητας

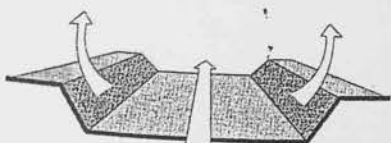
## α) Οι κινήσεις του αέρα



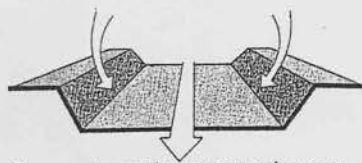
Πρωινή ανοδική κίνηση του ανέμου εξ αιτίας της θέρμανσης της επιφάνειας του εδάφους.



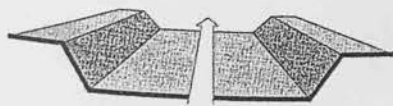
Αργά το απόγευμα αρχίζει το αντίστροφο φαινόμενο, καθώς δημιουργούνται καθοδικά ρεύματα αέρα.



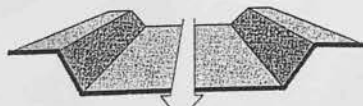
Μεσημεριανή κίνηση του ανέμου π.χ. μεταξύ 2 πτανών εδάφους που μεγαλώνει την θερμοκρασία του εδάφους.



Στην αρχή της νύχτας, η συγκέντρωση αέρα χαμηλά στο έδαφος, δημιουργεί ισχυρή ροή.



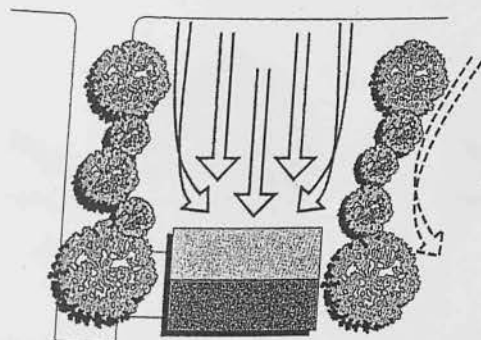
Το απόγευμα για η θερμοκρασία του εδάφους παραμένει σταθερή.



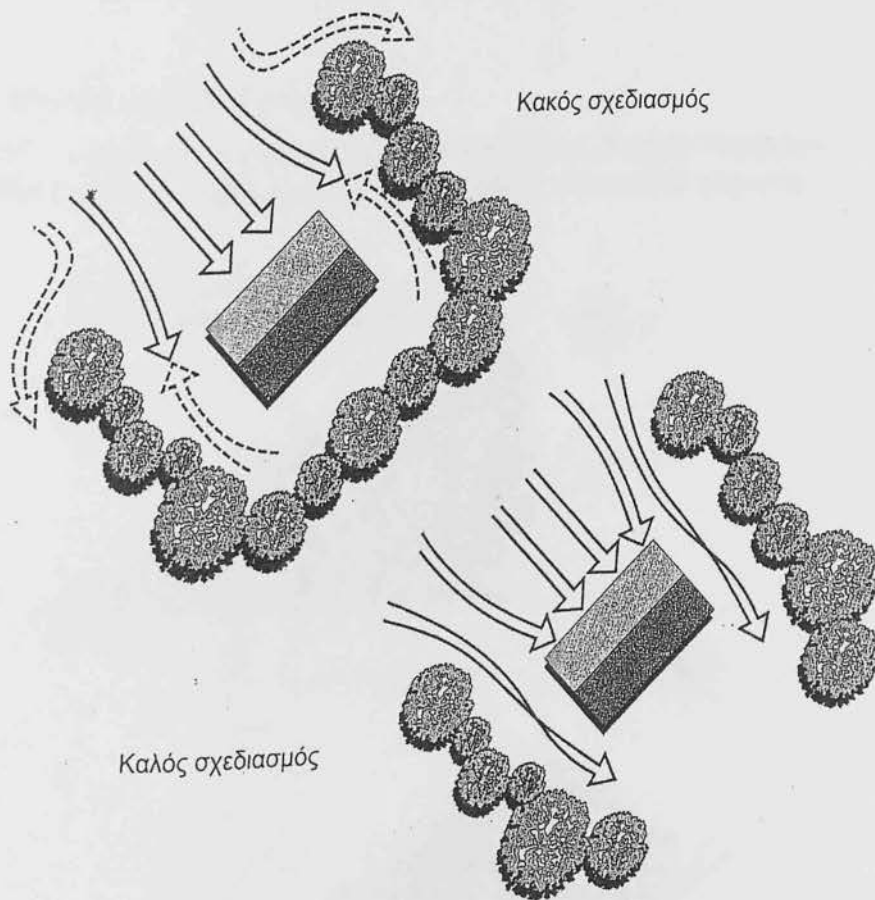
Αργά τη νύχτα, η κίνηση του αέρα παραμένει σταθερή.



Χρησιμοποίηση του ανάγλυφου του εδάφους ή της βλάστησης για την αύξηση της έκθεσης στους ανέμους του καλοκαιριού.



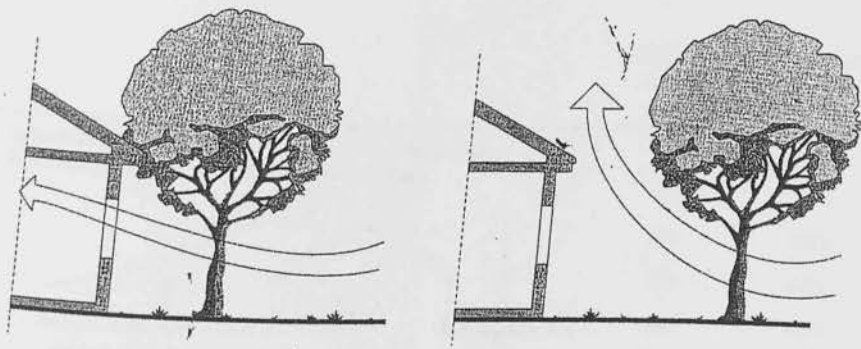
Φυτέψτε τα δέντρα σε κατάλληλες θέσεις μετά από μελέτη του ανέμου



Κακός σχεδιασμός

Καλός σχεδιασμός

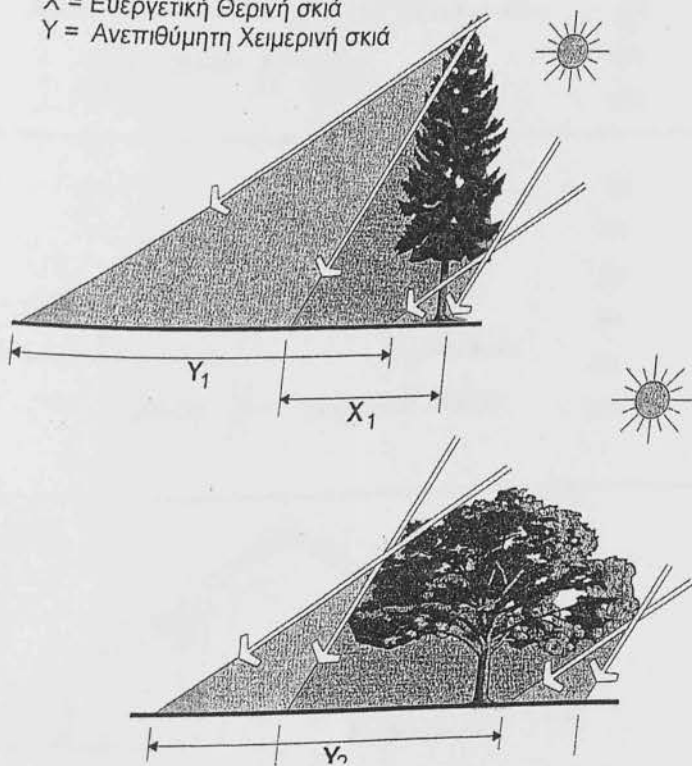
Υπολογίστε σωστά την απόσταση ενός δέντρου από την οικοδομή.



Σύγκριση μορφών δέντρων

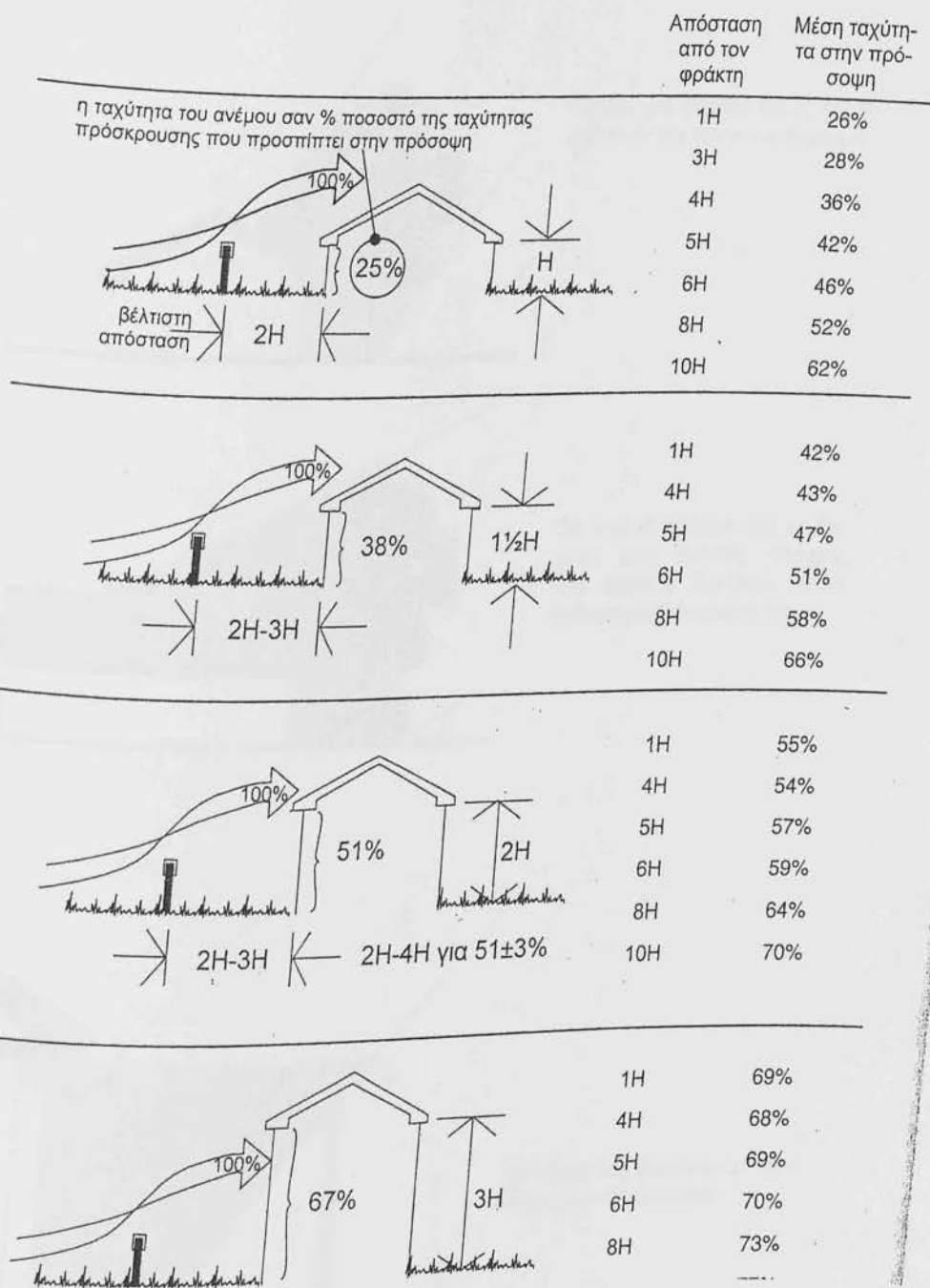
$Y_2 < Y_1$  και  $X_2 > X_1$  συνεπώς τα κοντά και πλατιά δένδρα παρέχουν προσφορότερο σχήμα σκιάς τόσο το θέρος όσο και το χειμώνα.

$X$  = Ευεργετική Θερινή σκιά  
 $Y$  = Ανεπιθύμητη Χειμερινή σκιά



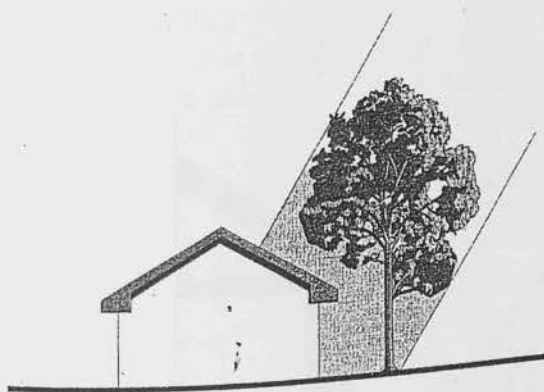
# Επίδραση των ανέμων στις κατασκευές

Η επίδραση του ανέμου σε μια κατασκευή σχετίζεται με το ύψος του κτιρίου και την απόσταση του από τον ανεμοφράκτη.

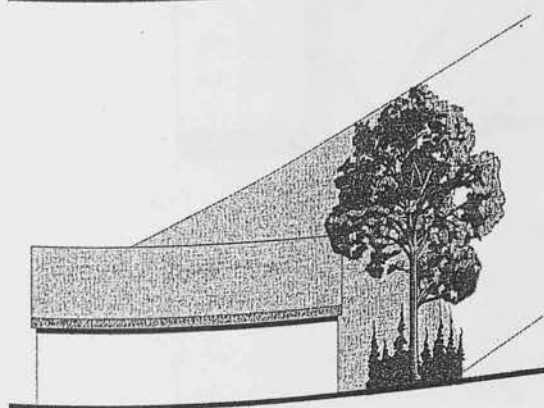


## Χρησιμοποίηση του ανάγλυφου του εδάφους ή της βλάστησης

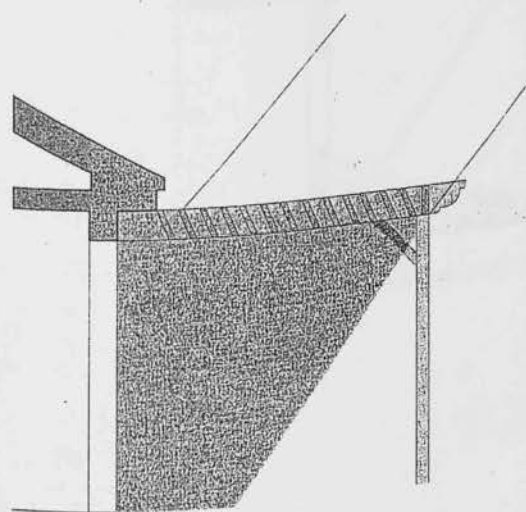
Για προστασία κατά τους καλοκαιρινούς μήνες



Τα δέντρα πρέπει όμως να εκτρέπουν και τον καλό αερισμό



Τα πυκνά δέντρα και οι θάμνοι, στις δυτικές πλευρές του κτιρίου, βοηθούν στον καλοκαιρινό σκιασμό του.

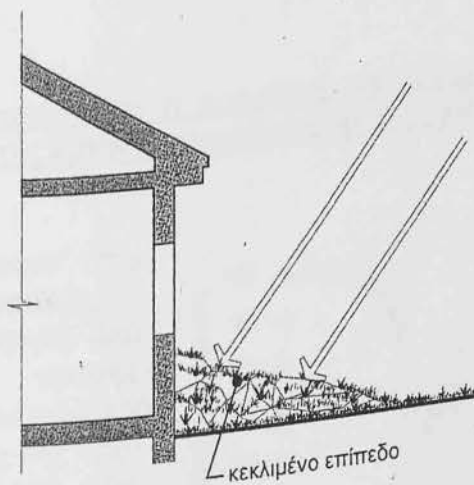
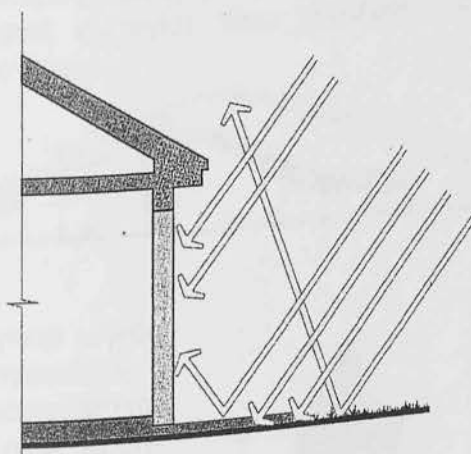


Οι πέργολες βοηθούν επίσης στην ηλιο-προστασία



## Ελαχιστοποίηση της αντανακλαστικότητας του εδάφους

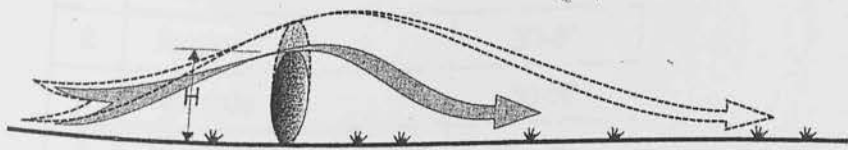
Και των επιφανειών του εδάφους έξω από τα ανοίγματα που είναι προσανατολισμένα προς την θερινή θέση του ήλιου



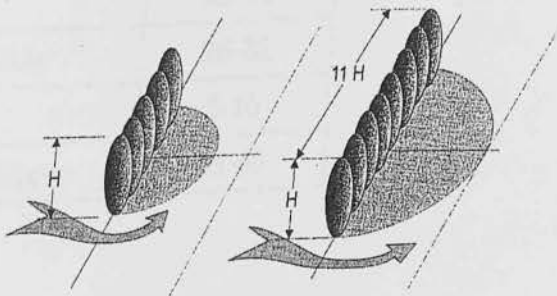
# Χρησιμοποίηση του ανάγλυφου του εδάφους ή της βλάστησης

για προστασία από τους χειμερινούς ανέμους

- α) Η επιφάνεια που προστατεύεται από τους ανέμους εξαρτάται από το ύψος της ανεμοπροστασίας. Όσο υψηλότερος είναι π.χ. ένας ανεμοφράκτης με δέντρα (χρησιμοποιείται ευρύτητα στην οικολογική γεωργία), τόσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια που προστατεύεται.

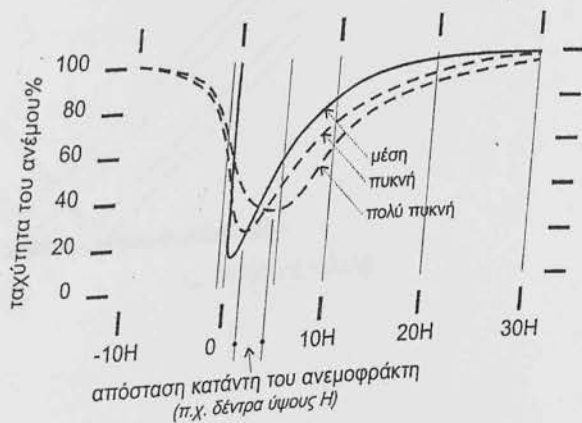


- β) Το μέγιστο μήκος ανεμοπροστασίας, αναπτύσσεται μόνον όταν το μήκος του ανεμοφράκτη είναι το λιγότερο 11 έως 12 φορές το ύψος του.



- γ) Η διαπερατότητα ή πυκνότητα του ανεμοφράκτη επηρεάζει το μήκος της κατάντη προστατευόμενης ζώνης.

Οι πυκνοί π.χ. ανεμοφράκτες από υψηλή βλάστηση, προσφέρουν μεγαλύτερη μείωση της ταχύτητας του ανέμου, αλλά μόνο για μια μικρή απόσταση ακριβώς πίσω από τον ανεμοφράκτη και πέραν αυτής.

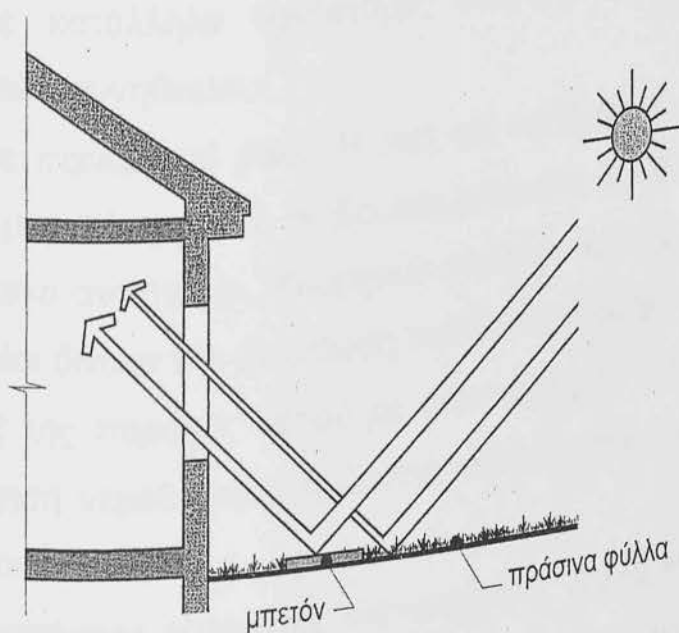


## Χρησιμοποίηση της αντανάκλαστικότητας του εδάφους

και των επιφανειών του κτιρίου έξω από τα παράθυρα που είναι προσανατολισμένα προς την χειμερινή θέση του ήλιου

Αντανάκλαστικότητα διάφορων υλικών (τ)

A/A	Υλικό	%
1	Χιόνι	75-95
2	Άμμος	30-60
3	Μπετόν	30-50
4	Χορτάρι	20-30
5	Τούβλο	23-48
6	Πράσινα φύλλα	25-32
7	Νερό	3-10
8	Αργιλώδη εδάφη	15-40



## ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΣΠΙΤΙ

Τα διαθέσιμα υδρολογικά στοιχεία για μια περίοδο 70 ετών (1980 - 1980) δείχνουν μια μακροχρόνια πτώση των βροχοπτώσεων και της απορροής. Ταυτόχρονα η εξάτμιση παρουσιάζει αυξητική τάση. Αυτή η αρνητική κλιματολογική αλλαγή συνοδεύεται από την άνοδο στην κατανάλωση του νερού που οφείλεται στην αύξηση του πληθυσμού, την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου και τον πολλαπλασιασμό των οικονομικών δραστηριοτήτων.

### 1. Εξοικονόμηση νερού στο σπίτι

αν και η ύδρευση αποτελεί μικρό μέρος της συνολικής κατανάλωσης νερού, οι μεγαλύτερες ανάγκες ύδρευσης παρουσιάζονται στις πόλεις, όπου συχνά δεν υπάρχουν επαρκή αποθέματα κατάλληλου νερού σε κοντινή απόσταση. Σημαντική εξοικονόμηση νερού μπορεί να επιτευχθεί στις κατοικίες με κατάλληλο σχεδιασμό, επιλογή εξοπλισμού και αλλαγή καταναλωτικών συνηθειών.

- **Βρύσες με περιορισμό ροής:** Η ροή για τις βρύσες κουζίνας πρέπει να είναι λίγο μεγαλύτερη από τις βρύσες μπάνιου, 6 - 8 λίτρα /λεπτό και 5-7 λίτρα / λεπτό αντίστοιχα. Υπάρχουν συστήματα που αναμειγνύουν αέρα στο νερό και δίνουν την εντύπωση πιο δυνατής ροής.
- **Διακόπτες της παροχής νερού με φωτοκύτταρα:** Εξασφαλίζουν μέγιστη εξοικονόμηση νερού, αφού η βρύση κλείνει αυτόματα όταν το νερό δεν χρησιμοποιείται.
- **Φθηνά συστήματα αυτόματης διακοπής της παροχής νερού:** μετά από συγκεκριμένο χρόνο χρήσης. Η αποτελεσματικότητά τους όμως είναι περιορισμένη, καθώς ο χρήστης τείνει να πιέζει συνεχώς τον διακόπτη.
- **Καζανάκια ελεγχόμενης ή διπλής ροής:** Από τα καζανάκια, προτιμότερα είναι εκείνα στα οποία η ροή εξαρτάται από το χρόνο πίεσεως του

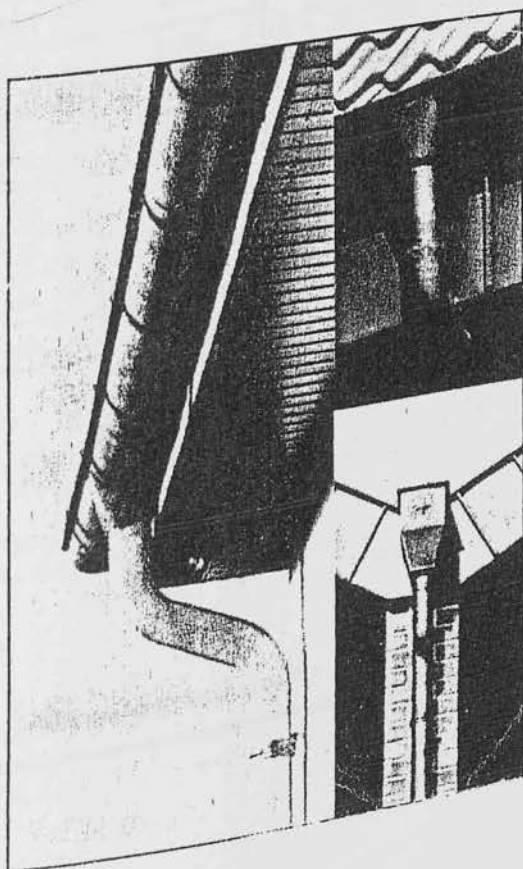


κουμπιού. Μια άλλη λύση είναι τα καζανάκια με επιλογή μικρής ή μεγάλης ροής.

## 2. Συστήματα συλλογής βρόχινου νερού

Συστήματα συλλογής βρόχινου νερού για οικιακή χρήση ή για πότισμα χρησιμοποιούνταν παραδοσιακά στην χώρα μας στα νησιά και σε περιοχές με έλλειψη νερού. Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από μια επιφάνεια συλλογής, που συνήθως είναι η σκεπή, και τα συστήματα για την μεταφορά (σωλήνες) και (στέρνα) για την διαδρομή και αποθήκευση του νερού. Το συλλεγόμενο νερό είναι κατάλληλο για όλες τις χρήσεις, ανάλογα με την επεξεργασία που θα υποστεί. Όλες οι σκεπές, ανεξάρτητα, από το υλικό κατασκευής τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την συλλογή του βρόχινου νερού, αν το συλλεγόμενο νερό δεν χρησιμοποιείται ως πόσιμο. Η ποσότητα νερού που συλλέγεται εξαρτάται από το ύψος βροχής στην περιοχή και το εμβαδόν της σκεπής. Μια σκεπή  $150\text{m}^2$  σε μια περιοχή με ετήσιο ύψος βροχής  $400\text{mm}$  μπορεί να συλλέξει  $60$  κυβικά μέτρα νερό τον χρόνο που αντιστοιχούν σε παροχή  $165$  λίτρα νερό την ημέρα όσο η μέση κατανάλωση ενός ατόμου.

Συστήματα συλλογής βρόχινου νερού. Η σκεπή της στέγης (εδα ή επικλινή) επηρεάζει την ποσότητα της βροχής.



# ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

## A. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

1. Προορισμός κτιρίου: Λατομεία
2. Ιδιοκτησία:
3. Πωλη: Μέρνυρα
4. Οδός-αριθμός: Αλιευός Αναράβης (Δήμος Πυλαίων)
5. Υψόμετρο: 10μ
6. Ζώνη: B

## B. ΕΙΔΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

- |   |   |          |                |
|---|---|----------|----------------|
| 1. Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων.   | $F_w =$                                 | $m^2$    | <u>248,05</u>  |
| 2. Επιφάνεια ανοιγμάτων (παράθυρα-πορτες)   | $F_f =$                                 | $m^2$    | <u>29,29</u>   |
| 3. Επιφάνεια οροφής, στέγης οροφής<br>κατω από στέγη που δεν είναι θερμομονωμένη. | $F_D =$                                 | $m^2$    | <u>100,16</u>  |
| 4. Επιφάνεια δαπέδου.   | $F_G =$                                 | $m^2$    | <u>119,76</u>  |
| 5. Επιφάνεια οροφής PILOTIS.  | $F_{DL} =$                              | $m^2$    | <u>—</u>       |
| 6. Ολική εξωτερική επιφάνεια οικοδομής.   | $F = F_w + F_f + F_D + F_G + F_{DL} =$  | $m^2$    | <u>497,26</u>  |
| 7. Όγκος οικοδομής.   | $V = F \times H = 497,26 \times 3,10 =$ | $m^3$    | <u>1541,61</u> |
| 8. Λόγος.   | $F/V =$                                 | $m^{-1}$ | <u>0,669</u>   |

## Γ. ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΤΗ ΤΙΜΗ ΤΟΥ $K_m$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.3.4 ΠΙΝΑΚΑΣ 6

F/V $m^{-1}$	$K_m$ εις $Kcal/m^2h \text{ } ^\circ C$		
	ΖΩΝΗ Α	ΖΩΝΗ Β	ΖΩΝΗ Γ
$\leq 0.2$	1.335	1.015	0.807
0.3	1.245	0.955	0.760
0.4	1.160	0.897	0.715
0.5	1.092	0.845	0.675
0.6	1.030	0.795	0.635
0.7	0.985	0.750	0.600
0.8	0.947	0.717	0.575
0.9	0.927	0.695	0.550
$\geq 1.0$	0.920	0.680	0.530

Η μελέτη συντάχθηκε με βάση το ΦΕΚ/362 Δ/79 και θα εφαρμοσθεί στην κατασκευή με την επίβλεψή μου.

Ο ΣΥΝΤΑΞΑΣ

Για την ζώνη B  
κατ'  $F/V =$  0,669  
Επιτρέπεται μέγιστη  
τιμή του  $K_m$ ,  $\max \leq$  0,795  $Kcal/m^2h \text{ } ^\circ C$

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:  
Η τυποποίηση είναι για συντελεστή θερμοπερατότητας σε:  $Kcal/m^2h \text{ } ^\circ C$

# ΥΠΟΓΕΙΟ

## ΣΚΑΡΙΦΗΜΑΤΑ

• Τοποθετείστε τα ανοίγματα με τις διαστάσεις τους στις οφείς  
• Σχεδιάστε στις οφείς τα ανοίγματα και τα υποστηλώματα

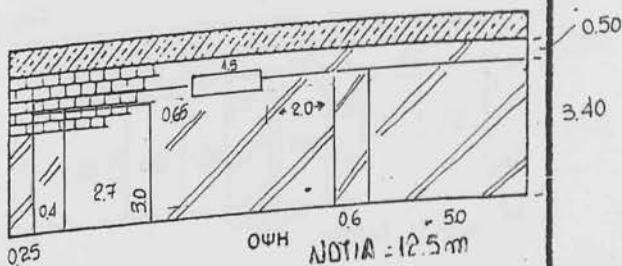
W1

Μπετον  $3,40 \times 12,5 - 8,55 = 33,95 \text{ m}^2$

Τοίχοι

Ανοίγματα  $(1,5 \times 0,30) + (2,7 \times 3,00) = 8,55 \text{ m}^2$

Σύνολο:  $12,5 \times 3,40 = 42,5 \text{ m}^2$



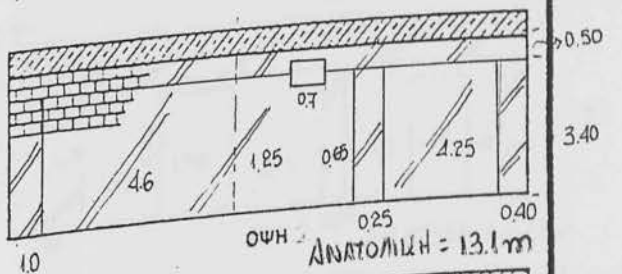
W2

Μπετον  $(13,1 \times 3,40) - 0,71 = 44,33 \text{ m}^2$

Τοίχοι

Ανοίγματα  $0,7 \times 0,30 = 0,21 \text{ m}^2$

Σύνολο:  $13,1 \times 3,40 = 44,34 \text{ m}^2$



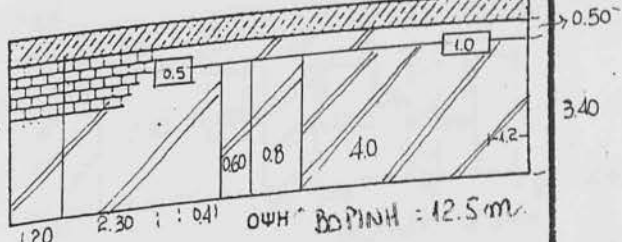
W3

Μπετον  $(12,5 \times 3,40) - 0,45 = 42,05 \text{ m}^2$

Τοίχοι

Ανοίγματα  $(0,5 \times 0,3) + (1 \times 0,30) = 0,45 \text{ m}^2$

Σύνολο:  $12,5 \times 3,40 = 42,5 \text{ m}^2$



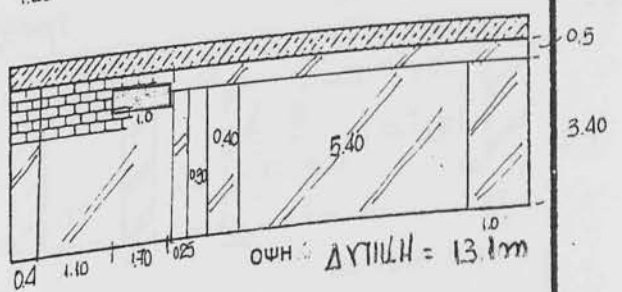
W4

Μπετον  $(13,1 \times 3,40) - 0,30 = 44,24 \text{ m}^2$

Τοίχοι

Ανοίγματα  $1,0 \times 0,30 = 0,30 \text{ m}^2$

Σύνολο:  $13,1 \times 3,40 = 44,54 \text{ m}^2$



ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΡΓΑΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	
	ΥΣΗ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Α	15	50
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Β	15	30
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Γ	20	30
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Δ	20	20
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Ε	20	20
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤ	20	10
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Ζ	30	50
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Η	30	—
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Θ	30	—

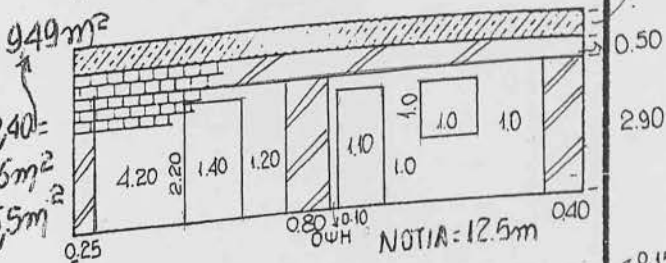
# ΙΣΟΓΕΙΟ

## ΣΚΑΡΙΦΗΜΑΤΑ

• Τοποθετείστε τα ανοίγματα με τις διαστάσεις τους στις οφείς  
 • Σχεδιάστε στις οφείς τα ανοίγματα και τα υποστυλώματα

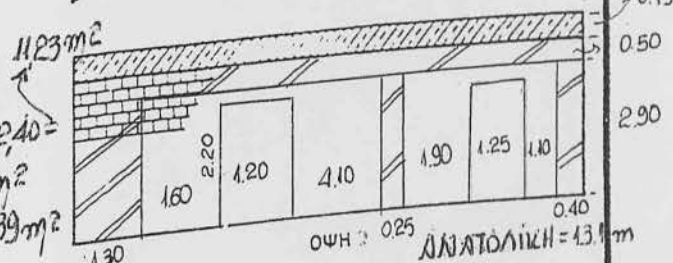
### W1

Μπετόν:  $(12,5 \times 0,50) + (0,25 + 0,20 + 0,40) \cdot 2,40 = 9,49 \text{ m}^2$   
 Τοίχοι:  $(9,49 + 6,5) - 36,25 = 20,26 \text{ m}^2$   
 Ανοίγματα:  $(4,0 \times 2,20) + (4,10 \times 2,20) + 4 = 6,5 \text{ m}^2$   
 Σύνολο:  $12,5 \times 2,90 = 36,25 \text{ m}^2$



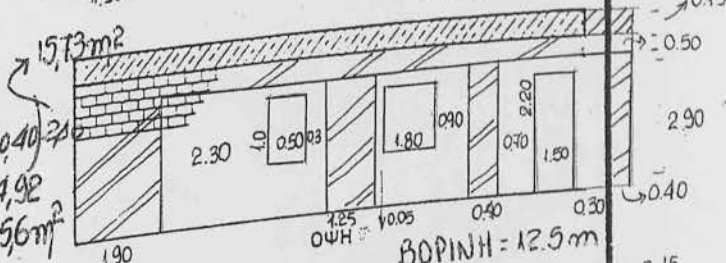
### W2

Μπετόν:  $(13,1 \times 0,50) + (1,30 + 0,25 + 0,40) \cdot 2,40 = 11,23 \text{ m}^2$   
 Τοίχοι:  $(11,23 + 5,39) - 37,99 = 21,31 \text{ m}^2$   
 Ανοίγματα:  $(2,20 \times 1,20) + (1,25 \times 2,20) = 5,39 \text{ m}^2$   
 Σύνολο:  $13,1 \times 2,90 = 37,99 \text{ m}^2$



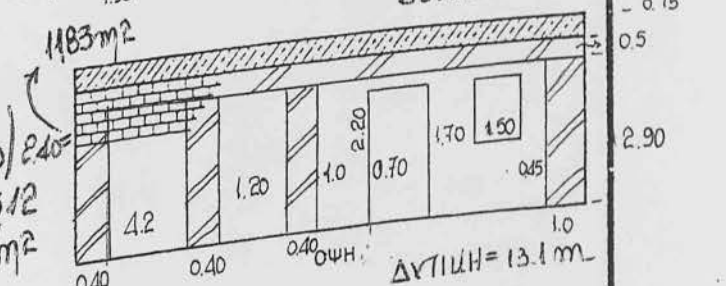
### W3

Μπετόν:  $(12,5 \times 0,50) + (1,90 + 1,25 + 0,40 + 0,40) \cdot 2,40 = 15,73 \text{ m}^2$   
 Τοίχοι:  $(15,73 \text{ m}^2 + 5,6 \text{ m}^2) - 36,25 = 14,92 \text{ m}^2$   
 Ανοίγματα:  $(1 \times 0,5) + (1,80 \times 1) + (1,5 \times 2,20) = 5,6 \text{ m}^2$   
 Σύνολο:  $12,5 \times 2,90 = 36,25 \text{ m}^2$



### W4

Μπετόν:  $(13,1 \times 0,50) + (0,40 + 0,40 + 0,40 + 1,0) \cdot 2,40 = 11,83 \text{ m}^2$   
 Τοίχοι:  $(11,83 + 3,04) - 37,99 = 23,12 \text{ m}^2$   
 Ανοίγματα:  $(0,70 \times 2,20) + (1,50 \times 1) = 3,04 \text{ m}^2$   
 Σύνολο:  $13,1 \times 2,90 = 37,99 \text{ m}^2$



ΣΥΝΤΑΡΑΞΤΗΣ	ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΑΛΛΑ
1	1	50	50
2	2	37	37
3	3	10	10
4	4	24	24
5	5	24	24
6	6	—	—
7	7	10	10
8	8	—	—
9	9	10	10
10	10	—	—



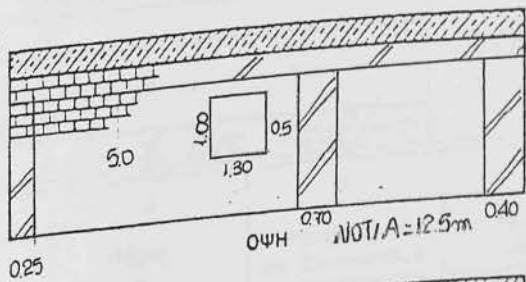
δοκοί

# ΣΚΑΡΙΦΗΜΑΤΑ

• Τοποθετείστε τα ανοίγματα με τις διαστάσεις τους στις οφείς  
• Σχεδιάστε στις οφείς τα ανοίγματα και τα υποστυλώματα

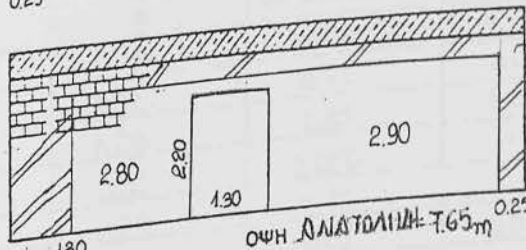
W1

Μπετόν  $(12.5 \times 0.50) + (0.25 + 0.70 + 0.40) \cdot 2.40 = 9.49 \text{ m}^2$   
 Τοίχοι  $(9.49 + 1.3) \cdot 2.90 = 36.25 \text{ m}^2$   
 Ανοίγματα  $1.30 \times 1.0 = 1.3 \text{ m}^2$   
 Σύνολο:  $12.5 \times 2.90 = 36.25 \text{ m}^2$



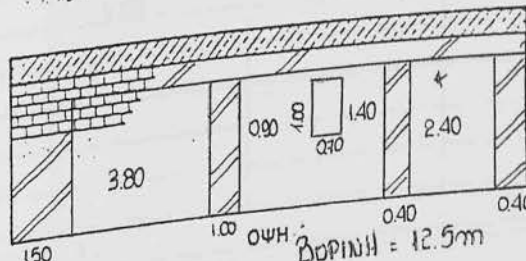
W2

Μπετόν  $(7.65 \times 0.50) + (1.30 + 0.25) \cdot 2.40 = 7.54 \text{ m}^2$   
 Τοίχοι  $(7.54 + 2.86) \cdot 2.90 = 22.18 \text{ m}^2$   
 Ανοίγματα  $2.20 \times 1.30 = 2.86 \text{ m}^2$   
 Σύνολο:  $7.65 \times 2.90 = 22.18 \text{ m}^2$



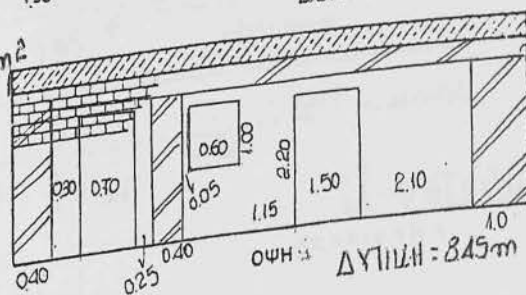
W3

Μπετόν  $(2.5 \times 0.50) + (1.50 + 1.0 + 0.40) \cdot 2.40 = 14.17 \text{ m}^2$   
 Τοίχοι  $(14.17 + 0.70) \cdot 2.90 = 21.38 \text{ m}^2$   
 Ανοίγματα  $1.00 \times 0.70 = 0.70 \text{ m}^2$   
 Σύνολο:  $12.5 \times 2.90 = 36.25 \text{ m}^2$



W4

Μπετόν  $(8.45 \times 0.50) + (0.40 + 0.40 + 1.0) \cdot 2.40 = 8.54 \text{ m}^2$   
 Τοίχοι  $(8.54 + 3.9) \cdot 2.90 = 24.5 \text{ m}^2$   
 Ανοίγματα  $0.6 \times 1.0 + 1.50 \times 2.20 = 3.9 \text{ m}^2$   
 Σύνολο:  $8.45 \times 2.90 = 24.5 \text{ m}^2$



Σύνολο:  $8.45 \times 2.90 = 24.5 \text{ m}^2$

ΕΠΙΧΡΩΣΗ	ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΣ	
	ΥΛΟ	ΕΠΙΧΡΩΣΗ
1. ΠΑΡΕΤΕΙΝΑ	50	50
2. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	30	30
3. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20
4. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20
5. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20
6. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20
7. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20
8. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20
9. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20
10. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20
11. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20
12. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20
13. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20
14. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20
15. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20
16. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20
17. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20
18. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20
19. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20
20. ΑΣΦΑΛΤΟΣ	20	20

# ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΝ ΜΕ ΔΙΟΓΛ. ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗ.

ΦΥΛΛΟ  
1

Δομικό στοιχείο: ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ

Τύπος κατασκευής: ΔΙΠΛΟΣ ΔΡΟΜΙΛΟΣ

Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας K

ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΟΡΙΟ ΓΙΑ ΖΩΝΗ ...  $K \leq 0.60 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

A/A	1	2	3	4	5
	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	φαινόμενη πυκνότητα kg/m <sup>3</sup>	Πάχος d m	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C	Λόγος $\frac{d}{\lambda}$ m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal
1	Επίχρεια	1.900	0.02	0.75	0.027
2	Τοίχος Δομικός	1.200	0.09	0.080	0.200
3	Πολυουρεθάνη	40-50	0.09	0.45	0.200
4	Τοίχος Δομικός	1.200	0.02	0.75	0.027
5	Επίχρεια	1.900			
6					
7					
8					
9					1.95
10					

Σύνολο (προσθέτουμε τα στοιχεία της στήλης 5)

Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων)

$$\frac{1}{\lambda} = 1.95 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$$

1/α <sub>1</sub>	0.14	m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal
1/α <sub>2</sub>	0.05	m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal

$$K = \frac{1}{\frac{1}{k} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = 2.14 = 0.47 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}}$$

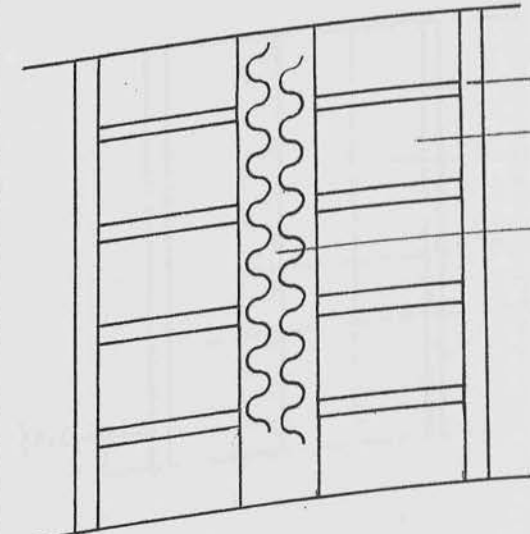
ΣΚΑΡΙΟΗΜΑ:  $U = 0.47 \leq 0.60$

## ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ

(Κεφάλαιο 5, πίνακας 3)

ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΤ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΤ	
	1/α <sub>1</sub> m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal	1/α <sub>2</sub> m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal
Εξωτερικοί τοίχοι	0.14	0.05
Όροφες ΡΙΛΟΤΙΣ	0.20	
Επενδύσεις τοίχων με κυκλοφορία αέρα πίσω από αυτές κεκλιμένες στέγες	0.14	0.05
Όροφες κάτω από στέγες όταν στον χώρο μεταξύ της όροφης και της κεκλιμένης στέγης δεν κυκλοφορεί αέρας	0.14	0.14
Όροφες ύπογειων	0.20	0.20
Όροφες μη θερμομονωμένων χώρων	0.20	0.05
Εσωτερικές στοές ανοικτές	0.20	0
Δάπεδα που συνορεύουν με το έδαφος	0.14	0
Τοίχοι που συνορεύουν με το έδαφος		



Επίχρεια  
Τοίχοποιία  
Πολυουρεθάνη

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΩΝ ΤΟΙΧΩΝ ΜΕ ΔΙΟΓΚ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗ

Δομικό στοιχείο: ΕΞΩΤΕΡΙΝΟΣ ΤΟΙΧΟΣ  
 Τύπος κατασκευής: ΥΠΟΓΙΝΟΣ ΔΡΟΜΙΝΟΣ  
 Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας K  
 ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΟΡΙΟ ΓΙΑ ΖΩΝΗ ...  $K \leq 0.60 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

ΟΥΛΛΟ  
1

A/A	1	2	3	4	5
	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Θαινόμενη πυκνότητα kg/m <sup>3</sup>	Πάχος d m	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ kcal/mh <sup>°</sup> c	Λόγος $\frac{d}{\lambda}$ m <sup>2</sup> h <sup>°</sup> c/kcal
1	Επιχρίσμα	1900	0.03	0.750	0.040
2	Τοίχος ΥΠΟΓΙΝΟΣ	1200	0.21	0.450	0.467
3	Πολυουρεθάνη	40-50	0.03	0.020	1.50
4	Τοίχος δομικός	1200	0.09	0.450	0.250
5	Επιχρίσμα	1900	0.03	0.750	0.040
6					
7					
8					
9					
10					2.247

Σύνολο (προσθέτουμε τα στοιχεία της στήλης 5)

Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων)  $\frac{1}{\lambda} = 2.247 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$

1/α1	0.14	m <sup>2</sup> h <sup>°</sup> c/kcal
1/α0	0.05	m <sup>2</sup> h <sup>°</sup> c/kcal

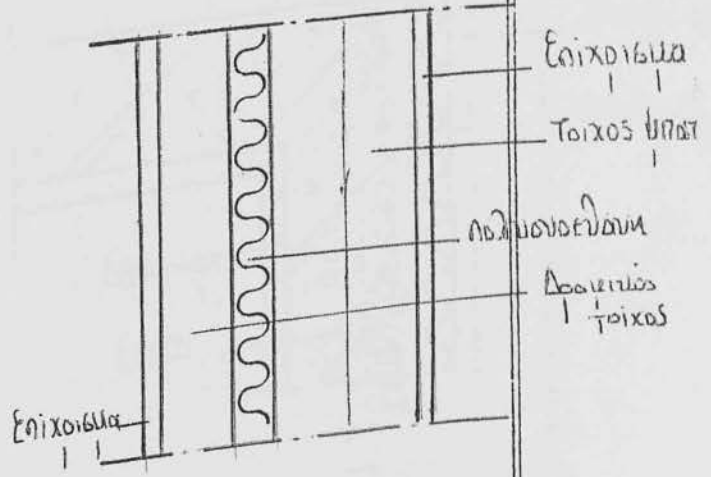
$$k = \frac{1}{\frac{1}{k} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_0}}} = 0.41 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

ΣΚΑΡΙΟΗΜΑ.

ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ

(Κεφάλαιο 5, πίνακας 3)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΤ	
	1/α1 m <sup>2</sup> h <sup>°</sup> c/kcal	1/α0 m <sup>2</sup> h <sup>°</sup> c/kcal
Εξωτερικοί τοίχοι	0.14	0.05
Οροφές	0.20	
PILOTIS		0.05
Επενδύσεις τοίχων με κυκλοφορία αέρα πίσω από αυτές	0.14	0.05
Κεκλιμένες στέγες		
Οροφές κάτω από στέγες όταν στον χώρο μεταξύ της οροφής και της κεκλιμένης στέγης δεν κυκλοφορεί αέρας	0.14	0.14
Οροφές υπογείων	0.20	0.20
Οροφές μη θερμομονωμένων χώρων	0.20	0.05
Εσωτερικές στοές ανοικτές	0.20	0
Δάπεδα που συνορεύουν με το έδαφος	0.14	0
Τοίχοι που συνορεύουν με το έδαφος		



# ΘΕΡΜΩΜΟΝΩΣΗ ΔΑΠΕΔΩΝ ΜΕ ΗΕΡΑΤΕΥΜΑΤΑ

Δομικό στοιχείο: ΔΑΠΕΔΟ ΦΥΛΛΟ 1

Τύπος κατασκευής: ΔΗΛΑΙΣΜΕΝΟ ΣΥΧΡΩΔΕΜΑ

Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας  $k$   
 ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΟΡΓΟ ΓΙΑ ΖΩΜΗ ...  $k \leq 0.60$  kcal/m<sup>2</sup>h<sup>o</sup>C

A/A	1	2	3	4	5
	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα kg/m <sup>3</sup>	Πάχος d m	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C	Λογός $\frac{d}{\lambda}$ m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal
1	ΕΠΙΧΡΩΜΑ	1.900	0.02	0.75	0.027
2	ΗΕΡΑΤΕΥΜΑ		0.05	0.0377	1.33
3	ΒΟΥΛΟΣ	2.400	0.20	1.75	0.11
4	ΕΠΙΧΡΩΜΑ	1.900	0.02	0.75	0.027
5					
6					
7					
8					
9					
10					1.494

Σύνολο (προσθέτουμε τα στοιχεία της στήλης 5)

Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων)  $\frac{1}{\lambda} = 1.494$  m<sup>2</sup>h<sup>o</sup>C/kcal

1/α <sub>ε</sub>	0.14	m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal
1/α <sub>α</sub>	0.05	m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal

$$k = \frac{1}{\frac{1}{k} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_a}}} = 0.59 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$$

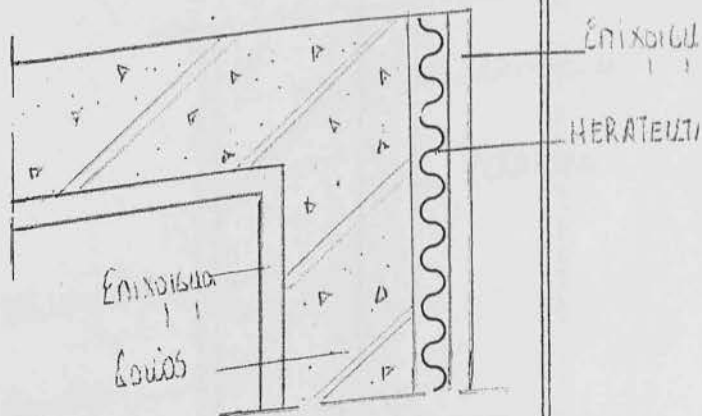
ΣΚΑΡΙΟΗΜΑ:  $U = 0.59 < 0.60$

## ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ

(Κεφάλαιο 5, πίνακας 3)

ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	1/α <sub>ε</sub> m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal	1/α <sub>α</sub> m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal
Εξωτερικοί τοίχοι	0.14	0.05
Οροφές ΡΙΟΤΙΣ	0.20	
Επενδύσεις τοίχων με κυκλοφορία αέρα πίσω από αυτές	0.14	0.05
Κεκλιμένες στέγες		
Οροφές κάτω από στέγες όταν στον χώρο μεταξύ της οροφής και της κεκλιμένης στέγης δεν κυκλοφορεί αέρας	0.14	0.14
Οροφές υπογείων	0.20	0.20
Οροφές μη θερμαινομένων χώρων	0.20	0.05
Εσωτερικές στοές ανοικτές	0.20	0
Δάπεδα που συνορεύουν με το έδαφος	0.14	0
Τοίχοι που συνορεύουν με το έδαφος		





# ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕ ΗΕΡΑΤΕΥΤΑ

Δομικό στοιχείο: ΤΟΙΧΕΙΟ

ΦΥΛΛΟ 1

Τύπος κατασκευής: ΑΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΥΜΠΛΕΚΜΑ

Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας  $k$

ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΟΡΙΟ ΓΙΑ ΖΩΝΗ ...  $k \leq 0.60$  kcal/m<sup>2</sup>h<sup>o</sup>c

A/A	1	2	3	4	5
	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα kg/m <sup>3</sup>	Πάχος d m	Συντελεστής θερμοκτικής αγωγιμότητας λ kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c	Λόγος $\frac{d}{\lambda}$ m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c/kcal
1	ΕΠΙΧΡΩΣΗ	1.900	0.02	0.75	0.027
2	ΗΕΡΑΤΕΥΤΑ	—	0.05	1.750	0.11
3	ΤΟΙΧΕΙΟ	2.400	0.20	0.75	0.027
4	ΕΠΙΧΡΩΣΗ	1.900	0.02		
5					
6					
7					
8					
9					
10					1.494

Σύνολο (προσθέτουμε τα στοιχεία της στήλης 5)

Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων)

$$\frac{1}{k} = 1.494 \text{ m}^2\text{h}^o\text{c/kcal}$$

1/α <sub>i</sub>	0.14	m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c/kcal
1/α <sub>e</sub>	0.05	m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c/kcal

$$k = \frac{1}{\frac{1}{k} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}}} = 1.684 \text{ kcal/m}^2\text{h}^o\text{c}$$

$$U = 0.59 < 0.60$$

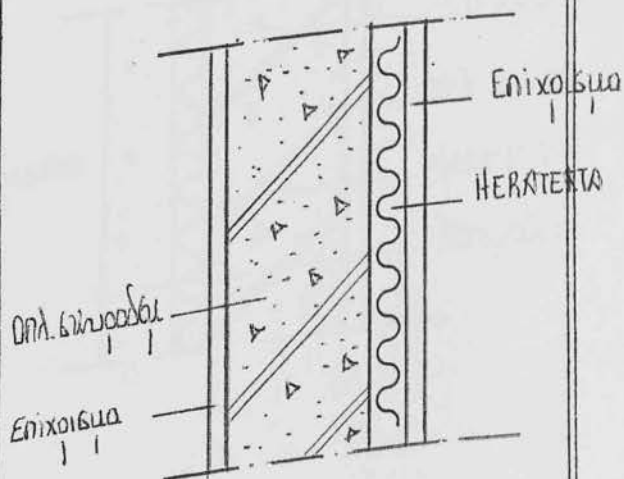
ΣΚΑΡΙΟΗΜΑ:

## ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ

(Κεφάλαιο 5, πίνακας 3)

ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	
	1/α <sub>i</sub> m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c/kcal	1/α <sub>e</sub> m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c/kcal
Εξωτερικοί τοίχοι	0.14	0.05
Οροφές ΡΙΟΤΙΣ	0.20	0.05
Επενδύσεις τοίχων με κυκλοφορία αέρα πίσω από αυτές	0.14	0.05
Κεκλιμένες στέγες	0.14	0.14
Οροφές κάτω από στέγες όταν στον χώρο μεταξύ της οροφής και της κεκλιμένης στέγης δεν κυκλοφορεί αέρας	0.14	0.14
Οροφές υπογείων	0.20	0.20
Οροφές μη θερμαινόμενων χώρων	0.20	0.05
Εσωτερικές στοές ανοικτές	0.20	α
Δάπεδα που συνορεύουν με το έδαφος	0.14	α
Τοίχοι που συνορεύουν με το έδαφος	0.14	α



ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΤΟΙΧΕΙΟΥ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΜΕ ΗΕΡΔΕΥΣΗ

Δομικό στοιχείο: ΤΟΙΧΕΙΟ

Τύπος κατασκευής: ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΥΝΡΟΛΙΣΜΑ

Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας  $k$   $k \leq 1.6$  kcal/m<sup>2</sup>h<sup>o</sup>C

ΕΠΙΤΡΑΠΟΜΕΝΟ ΟΡΙΟ ΓΙΑ ΖΩΝΗ ... 5

ΦΥΛΛΟ  
1

A/A	1	2	3	4	5
	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Θαυόμενη πυκνότητα kg/m <sup>3</sup>	Πάχος d m	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C	Λόγος $\frac{d}{\lambda}$ m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal
1	Επιχρίσματα	1.900	0.02	0.75	0.027
2	Τοίχο	2400	0.20	0.037	1.33
3	ΗΕΡΔΕΥΣΗ	-	0.05	1.750	0.05H
4	Συνοροί	2400	0.10		
5					
6					
7					
8					
9					
10					1.52

Σύνολο (προσθέτουμε τα στοιχεία της στήλης 5)

Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου  $\frac{1}{\lambda} = 1.52$  m<sup>2</sup>h<sup>o</sup>C/kcal

1/α <sub>i</sub>	0.14	m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal
1/α <sub>a</sub>	0	m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal

$$k = \frac{1}{\frac{1}{k} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_a}} = 1.66 = 0.60 \text{ kcal/m}^2\text{h}^o\text{C}}$$

$U = 0.60 \leq 1.6$

ΣΚΑΡΙΟΗΜΑ:

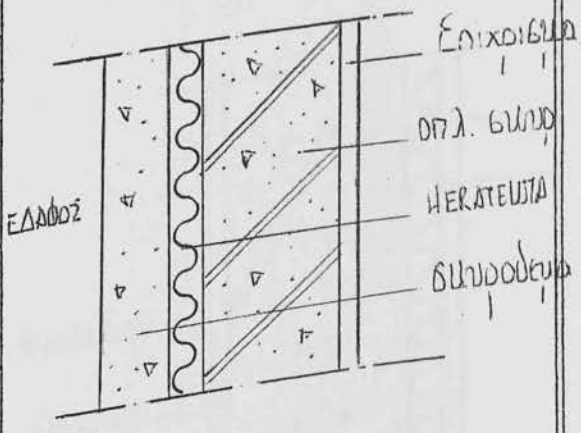
ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ

(Κεφάλαιο 5, πίνακας 3)

ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

1/α<sub>i</sub> 1/α<sub>a</sub>  
m<sup>2</sup>h<sup>o</sup>C/kcal m<sup>2</sup>h<sup>o</sup>C/kcal

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	1/α <sub>i</sub> m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal	1/α <sub>a</sub> m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal
Εξωτερικοί τοίχοι	0.14	0.05
Όροφές ΡΙΛΟΤΙΣ	0.20	
Επενδύσεις τοίχων με κυκλοφορία αέρα πίσω από αυτές	0.14	0.05
Κεκλιμένες στέγες		
Όροφές κάτω από στέγες όταν στον χώρο μεταξύ της όροφης και της κεκλιμένης στέγης δέν κυκλοφορεί αέρας	0.14	0.14
Όροφές υπογείων	0.20	0.20
Όροφές μη θερμαινόμενων χώρων	0.20	0.05
Εσωτερικές στοές ανοικτές	0.20	0
Δάπεδα που συνορεύουν με το έδαφος	0.14	0
Τοίχοι που συνορεύουν με το έδαφος		



# ΘΕΡΜΩΜΩΣΗ ΥΠΟΣΤ. ΜΕ ΗΘΕΡΤΕΥΣΙΑ

Δομικό στοιχείο: **ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ** ΦΥΛΛΟ 1  
 Τύπος κατασκευής: **ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΟ ΣΥΜΠΛΕΚΜΑ**  
 Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας  $k$   
**ΕΠΙΤΡΗΘΕΝΤΟ ΟΡΙΟ ΓΙΑ ΖΩΝΗ ...  $k \leq 0.60 \text{ kcal/m}^2\text{K}$**

A/A	1	2	3	4	5
	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Θαινόμενη πυκνότητα $\text{kg/m}^3$	Πάχος $d$ $\text{m}$	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας $\lambda$ $\text{kcal/m}^2\text{K}$	Λόγος $\frac{d}{\lambda}$ $\text{m}^2\text{K/kcal}$
1	Επιχρίσματα	1900	0.02	0.750	0.0267
2	ΗΘΕΡΤΕΥΣΙΑ		0.05	0.038	1.330
3	Υποστύλωμα	2400	0.40	1.750	0.228
4	Επιχρίσματα	1900	0.02	0.750	0.0267
5					
6					
7					
8					
9					
10					1.61

Σύνολο (προσθέτουμε τα στοιχεία της στήλης 5)

Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων)  $\frac{1}{\lambda} = 1.61 \text{ m}^2\text{K/kcal}$

$1/\alpha_i$	0.14	$\text{m}^2\text{K/kcal}$
$1/\alpha_o$	0.05	$\text{m}^2\text{K/kcal}$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{k} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_o}} = 1.8 = 0.55 \text{ kcal/m}^2\text{K}}$$

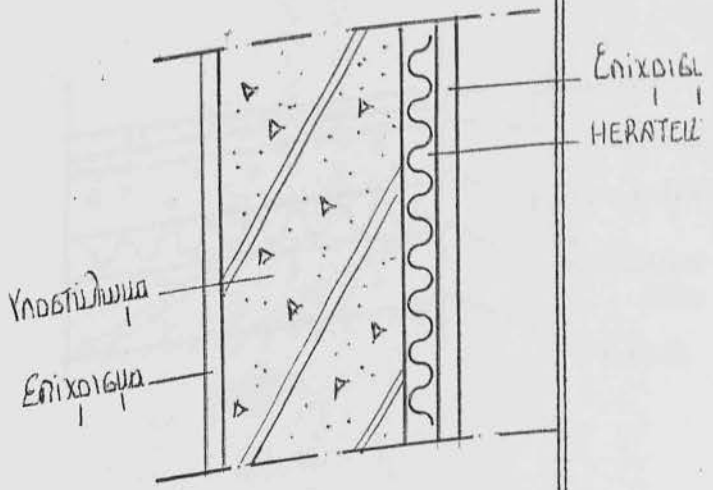
$U = 0.55 < 0.60$

ΣΚΑΡΙΟΗΜΑ:

## ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ

(Κεφάλαιο 5, πίνακας 3)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	
	$1/\alpha_i$ $\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{kcal}}$	$1/\alpha_o$ $\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{kcal}}$
Εξωτερικοί τοίχοι	0.14	0.05
Όροφές ΡΙΛΟΤΙΣ	0.20	0.05
Επενδύσεις τοίχων με κυκλοφορία αέρα πίσω από αυτές κεκλιμένες στέγες	0.14	0.05
Όροφές κάτω από στέγες όταν στον χώρο μεταξύ της όροφης και της κεκλιμένης στέγης δέν κυκλοφορεί αέρας	0.14	0.14
Όροφές υπογείων	0.20	0.20
Όροφές μη θερμομονωμένων χώρων	0.20	0.05
Εσωτερικές στοές ανοικτές	0.20	0
Δάπεδα που συνορεύουν με το έδαφος	0.14	0
Τοίχοι που συνορεύουν με το έδαφος	0.14	0



Επιχρίσματα  
 ΗΘΕΡΤΕΥΣΙΑ

# ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΛΑΠΕΔΟΥ ΕΠΙ ΦΥΣΙΜΟΥ ΕΓΧΑΡΩΣ

Δομικό στοιχείο: ΛΑΠΕΛΟ ΜΑΡΜΑΡΙΝΟ

Τύπος κατασκευής: ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΥΧΡΟΔΕΜΑ

Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας K  
ΕΠΙΤΡΗΘΕΝΟ ΟΡΙΟ ΓΙΑ ΖΩΜΗ ...  $K \leq 1.60 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

ΦΥΛΛΟ  
1

A/A	1	2	3	4	5
	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Θαινόμενη πυκνότητα kg/m <sup>3</sup>	Πάχος d m	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ kcal/mh <sup>°C</sup>	Λόγος $\frac{d}{\lambda}$ mh <sup>°C</sup> /kcal
1	Μάρμαρο	-	0.02	3000	0.007
2	Αερόβελούνη	-	0.02	0.750	0.027
3	Πομπηροβελούνη	1.900	0.05	0.950	0.053
4	Διακμ. πολυστρώην	-	0.02	0.035	0.571
5	Οπλ. σκυρόδεμα	2400	0.15	1.300	0.115
6					
7					
8					
9					0.773
10					

Σύνολο (προσθέτουμε τα στοιχεία της στήλης 5)

Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων)  $\frac{1}{\lambda} = 0.773 \text{ mh}^\circ\text{C/kcal}$

1/α <sub>i</sub>	0.20	mh <sup>°C</sup> /kcal
1/α <sub>e</sub>	0.0	mh <sup>°C</sup> /kcal

$$k = \frac{1}{\frac{1}{k} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}} = 1.028 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}}$$

$1.028 < 1.60$

## ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ

(Κεφάλαιο 5, πίνακας 3)

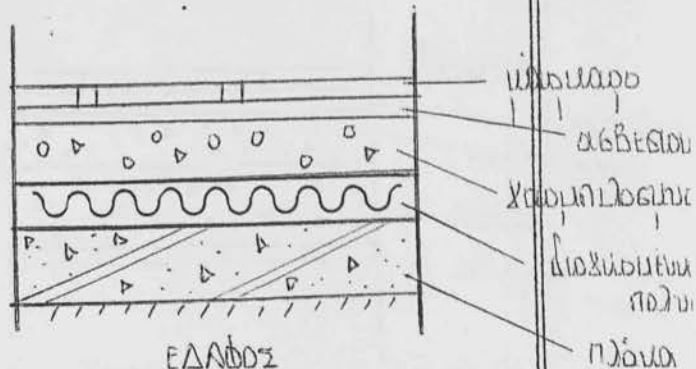
ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

1/α<sub>i</sub> / 1/α<sub>e</sub>  
mh<sup>°C</sup>/kcal / mh<sup>°C</sup>/kcal

ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	1/α <sub>i</sub> mh <sup>°C</sup> /kcal	1/α <sub>e</sub> mh <sup>°C</sup> /kcal
Εξωτερικοί τοίχοι	0.14	0.05
Όροφές PILOTIS	0.20	0.05
Επενδύσεις τοίχων με κυκλοφορία αέρα πίσω από αυτές	0.14	0.05
Κεκλιμένες στέγες	0.14	0.14
Όροφές κάτω από στέγες όταν στον χώρο μεταξύ της όροφης και της κεκλιμένης στέγης δεν κυκλοφορεί αέρας	0.14	0.14
Όροφές υπογείων	0.20	0.20
Όροφές μη θερμαινόμενων χώρων	0.20	0.05
Εσωτερικές στοές ανοικτές	0.20	0
Δάπεδα που συνορεύουν με το έδαφος	0.14	0
Τοίχοι που συνορεύουν με το έδαφος	0.14	0

ΣΚΑΡΙΟΗΜΑ:





# ΘΕΡΜΩΣΗ ΔΑΠΕΔΟΥ ΠΛΑΝΟ ΑΠΟ ΧΥΣΕΙΟ ΧΩΡΟ

ΦΥΛΛΟ  
1

Δομικό στοιχείο: ΔΟΠΕΔΟ ΜΑΡΜΑΡΙΝΟ

Τύπος κατασκευής: ΒΕΛΤΙΣΜΕΝΟ ΣΥΜΠΛΕΜΑ

Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας K  $K \leq 160$  kcal/m<sup>2</sup>h<sup>o</sup>C

ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΟΡΙΟ ΓΙΑ ΖΩΝΗ ....

A/A	1	2	3	4	5
	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	φαινόμενη πυκνότητα kg/m <sup>3</sup>	Πάχος d m	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C	Λογός $\frac{d}{\lambda}$ m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal
1	Μάρμαρο	—	0.02	3.00	0.007
2	Αεριοστεγνωτικό	—	0.02	0.75	0.027
3	Πεολιτοδέμα	—	0.10	0.14	0.714
4	οπλ. συμπίεση	2400	0.15	1.75	0.086
5	Επίχρυσια	1900	0.02	0.75	0.027
6					
7					
8					
9					0.861
10					

Σύνολο (προσθέτουμε τα στοιχεία της στήλης 5)

Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου  $\frac{1}{\lambda} = 0.861$  m<sup>2</sup>h<sup>o</sup>C/kcal

1/α <sub>1</sub>	0.20	m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal
1/α <sub>2</sub>	0.20	m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal

$$k = \frac{1}{\frac{1}{k} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = 1.216} = 0.822 \text{ kcal/m}^2\text{h}^o\text{C}$$

$$U = 0.822 < 160$$

ΣΚΑΡΙΟΗΜΑ:

## ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ

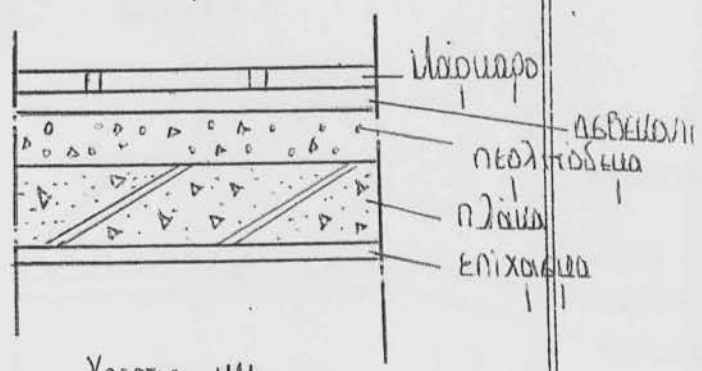
(Κεφάλαιο 5, πίνακας 3)

ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

1/α <sub>1</sub>	1/α <sub>2</sub>
m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal	m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C/kcal

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Εξωτερικοί τοίχοι	0.14	0.05
Όροφές ΡΙΟΛΙΣ	0.20	
Επενδύσεις τοίχων με κυκλοφορία αέρα πίσω από αυτές κεκλιμένες στέγες	0.14	0.05
Όροφές κάτω από στέγες όταν στον χώρο μεταξύ της όροφης και της κεκλιμένης στέγης δεν κυκλοφορεί αέρας	0.14	0.14
Όροφές υπογείων	0.20	0.20
Όροφές μη θερμομονωμένων χώρων	0.20	0.05
Εσωτερικές στοές ανοικτές	0.20	0
Δάπεδα που συνορεύουν με το έδαφος	0.14	0
Τοίχοι που συνορεύουν με το έδαφος	0.14	0



ΥΠΟΓΕΙΟ ΜΗ  
ΘΕΡΜΩΜΕΝΟ

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΔΑΠΕΔΟΥ ΔΡΟΦΟΥ

ΦΥΛΛΟ  
1

Δομικό στοιχείο: ΔΑΠΕΔΟ ΜΑΡΜΑΡΙΝΟ

Τύπος κατασκευής: ΔΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΙΧΧΡΟΛΕΜΑ

Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας K  
ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΟΡΙΟ ΓΙΑ ΖΩΝΗ ....  $K \leq 0.40 \text{ kcal/m}^2\text{K}$

A/A	1	2	3	4	5
	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα $\text{kg/m}^3$	Πάχος d m	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ $\text{kcal/m}^2\text{K}$	Λογος $\frac{d}{\lambda}$ $\text{m}^2\text{K/kcal}$
1	ΥΔΡΟΦΩΦ	—	0.02	3.000	0.007
2	αββετοουλικαμα	—	0.02	0.750	0.027
3	αφροουλετόν	600	0.13	0.110	1.180
4	Πλάσσα	2400	0.16	1.750	0.090
5	Ποσειδωνία	1800	0.05	0.053	0.340
6	ΕΠΙΧΡΟΙΩΜΑ	1.900	0.02	0.750	0.040
7					
8					
9					
10					2.284

Σύνολο (προσθέτουμε τα στοιχεία της στήλης 5)

Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου  $\frac{1}{\lambda} = 2.284 \text{ m}^2\text{K/kcal}$

$k = \frac{1}{\frac{1}{k} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_o}} = 0.40 \text{ kcal/m}^2\text{K}}$

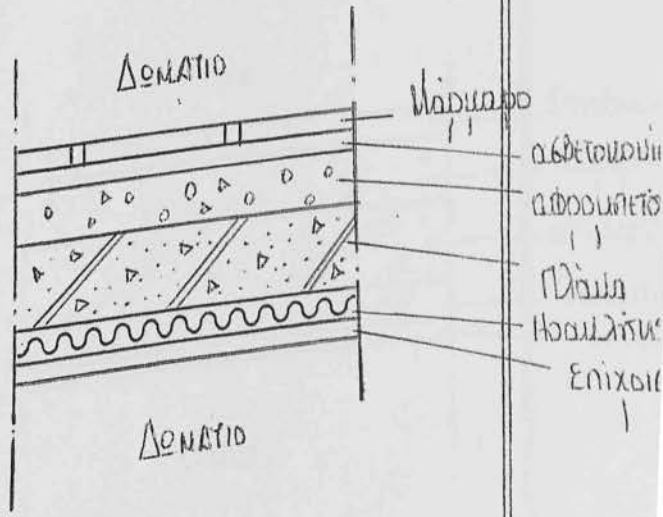
$U = 40 = 40$

ΣΚΑΡΙΟΗΜΑ:

ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ

(Κεφάλαιο 5, πίνακας 3)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	
	$\frac{1}{\alpha_i}$ $\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{kcal}}$	$\frac{1}{\alpha_o}$ $\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{kcal}}$
Εξωτερικοί τοίχοι	0.14	0.05
Όροφές ΠΙΛΟΤΙΣ	0.20	0.05
Επενδύσεις τοίχων με κυκλοφορία αέρα πίσω από αυτές κεκλιμένες στέγες	0.14	0.05
Όροφές κάτω από στέγες όταν στον χώρο μεταξύ της όροφης και της κεκλιμένης στέγης δεν κυκλοφορεί αέρας	0.14	0.14
Όροφές υπογείων	0.20	0.20
Όροφές μη θερμομονωμένων χώρων	0.20	0.05
Εσωτερικές στοές ανοικτές	0.20	0
Δάπεδα που συνορεύουν με το έδαφος	0.14	0
Τοίχοι που συνορεύουν με το έδαφος	0.14	0



# ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΟΡΟΦΗΣ ΟΡΟΦΟΥ (ΥΑΤΟ ΑΠΟ ΣΤΕΓΗ)

Δομικό στοιχείο: ΔΑΠΕΔΟ ΦΥΛΛΟ 1  
 Τύπος κατασκευής: ΟΡΛΙΣΜΕΝΟ ΣΥΜΦΟΛΕΜΑ  
 Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας K  $K \leq 0.40 \text{ kcal/m}^2\text{K}$   
 ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΟΡΙΟ ΓΙΑ ΖΩΝΗ ....

A/A	1	2	3	4	5
	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα $\text{kg/m}^3$	Πάχος $d$ m	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας $\lambda$ $\text{kcal/m}^2\text{K}$	Λογός $\frac{d}{\lambda} = \frac{1}{k}$ $\text{m}^2\text{K/kcal}$
1	Στεφάνωση	1050	0.005	0.150	0.033
2	Αβροσίτη	600	0.13	0.110	1.180
3	Οπλ. σκυρόδεμα	2400	0.16	1.750	0.090
4	Ηλεκτρίτις	1800	0.05	0.053	0.940
5	Επίχρυσια	1900	0.03	0.750	0.040
6					
7					
8					
9					
10					2.283

Σύνολο (προσθέτουμε τα στοιχεία της στήλης 5)

Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου  $\frac{1}{\lambda} = \frac{2.283}{\lambda} \text{ m}^2\text{K/kcal}$

$\frac{1}{\alpha_i}$	0.14	$\text{m}^2\text{K/kcal}$
$\frac{1}{\alpha_o}$	0.05	$\text{m}^2\text{K/kcal}$

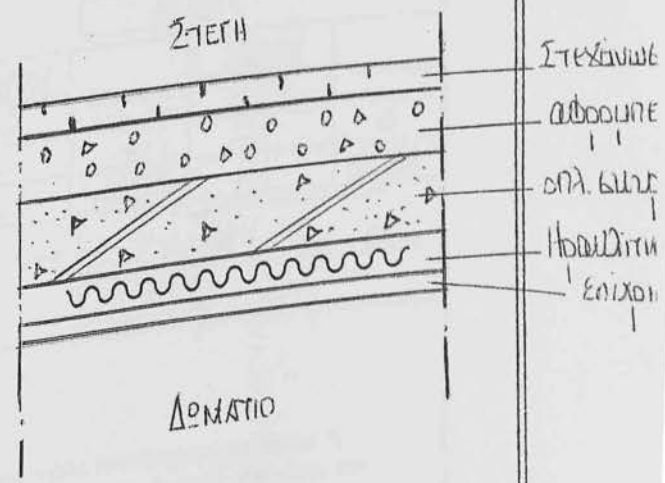
$k = \frac{1}{\frac{1}{k} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_o}} = \frac{1}{2.473} = 0.40 \text{ kcal/m}^2\text{K}$

ΣΚΑΡΙΟΗΜΑ:  $\frac{1}{0.40} = 2.5$

## ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ

(Κεφάλαιο 5, πίνακας 3)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	
	$\frac{1}{\alpha_i}$ $\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{kcal}}$	$\frac{1}{\alpha_o}$ $\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{kcal}}$
Εξωτερικοί τοίχοι	0.14	0.05
Οροφές ΡΙΟΛΙΤΙΣ	0.20	
Επενδύσεις τοίχων με κυκλοφορία αέρα πίσω από αυτές	0.14	0.05
Κεκλιμένες στέγες		
Οροφές κάτω από στέγες όταν στον χώρο μεταξύ της οροφής και της κεκλιμένης στέγης δεν κυκλοφορεί αέρας	0.14	0.14
Οροφές υπογείων	0.20	0.20
Οροφές μη θερμομονωμένων χώρων	0.20	0.05
Εσωτερικές στοές ανοικτές	0.20	0
Δάπεδα που συνορεύουν με το έδαφος	0.20	0
Τοίχοι που συνορεύουν με το έδαφος	0.14	0



Στεφάνωση  
 αβροσίτη  
 οπλ. βελτίς  
 Ηλεκτρίτις  
 Επίχρυσια

# ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ

## ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Όροφος:

ΥΠΟΓΕΙΟ

ΦΥΛΛΟ

1.....

Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας K (κεφ.5)

Επιτρεπόμενο όριο  $K \leq 0.6 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

1	2	3	4	5	6=(3×4)	7
Τοίχος Συμβολισμός	Τύπος κατασκευής	Συντελεστής θερμοπερατότητας k kcal/m <sup>2</sup> h <sup>°</sup> C	Επιφάνεια F m <sup>2</sup>	ΣF m <sup>2</sup>	FK kcal/h c	ΣFK kcal/h c
W <sub>1</sub>	Φύλλο 1.....	0,60	3395	Αθροισμα στήλης 4 ↓	20,37	Αθροισμα στήλης 6 ↓
	Φύλλο 1.....	—	—		—	
	Φύλλο 1.....	—	—	3395	—	20,37
	Φύλλο 1.....	—	—	—	—	—
				$K_{w1} = \frac{20,37}{3395} = 0,60 \leq 0,60$		
W <sub>2</sub>	Φύλλο 1.....	0,60	44,33	Αθροισμα στήλης 4 ↓	26,6	Αθροισμα στήλης 6 ↓
	Φύλλο 1.....	—	—		—	
	Φύλλο 1.....	—	—	44,33	—	26,6
	Φύλλο 1.....	—	—	—	—	—
				$K_{w2} = \frac{26,6}{44,33} = 0,60 \leq 0,60$		
W <sub>3</sub>	Φύλλο 1.....	0,60	42,05	Αθροισμα στήλης 4 ↓	25,23	Αθροισμα στήλης 6 ↓
	Φύλλο 1.....	—	—		—	
	Φύλλο 1.....	—	—	42,05	—	25,23
	Φύλλο 1.....	—	—	—	—	—
				$K_{w3} = \frac{25,23}{42,05} = 0,60 \leq 0,60$		
W <sub>4</sub>	Φύλλο 1.....	0,60	44,24	Αθροισμα στήλης 4 ↓	26,54	Αθροισμα στήλης 6 ↓
	Φύλλο 1.....	—	—		—	
	Φύλλο 1.....	—	—	44,24	—	26,54
	Φύλλο 1.....	—	—	—	—	—
				$K_{w4} = \frac{26,54}{44,24} = 0,60 \leq 0,60$		

### ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

- Στήλη 3: Μεταφέρατε το k κάθε δομικού στοιχείου που έχετε προσδιορίσει στα φύλλα 1.
- Στήλη 4: Υπολογίζουμε σε κάθε όψη χωριστά την επιφάνεια κάθε δομικού στοιχείου, που αποτελούν συνολικά την τοιχοποιία, αφαιρουμένων των ανοιγμάτων.



# ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ

## ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

- ΦΥΛΛΟ

Όροφος: ΙΣΟΓΕΙΟ

Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας K (κεφ.5)

1.....

Επιτρεπόμενο όριο  $K \leq 0.6 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

1	2	3	4	5	6=(3x4)	7
Τοίχος Συμβολισμός	Τύπος κατασκευής	Συντελεστής θερμοπερατότητας k kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C	Επιφάνεια F m <sup>2</sup>	ΣF m <sup>2</sup>	FK kcal/h c	ΣFK kcal/h c
W <sub>1</sub>	Φύλλο 1.....	0,59	9,49	Αθροισμα στήλης 4 ↓	56	Αθροισμα στήλης 6 ↓
	Φύλλο 1.....	0,41	20,26		831	
	Φύλλο 1.....	—	—	29,75	—	13,91
	Φύλλο 1.....	—	—	—	—	—
					$K_{w1} = \frac{13,91}{29,75} = 0,467 \leq 0.60$	
W <sub>2</sub>	Φύλλο 1.....	0,59	11,23	Αθροισμα στήλης 4 ↓	6,62	Αθροισμα στήλης 6 ↓
	Φύλλο 1.....	0,41	21,37		10,04	
	Φύλλο 1.....	—	—	32,60	—	16,66
	Φύλλο 1.....	—	—	—	—	—
					$K_{w2} = \frac{16,66}{32,60} = 0,51 \leq 0.60$	
W <sub>3</sub>	Φύλλο 1.....	0,59	15,73	Αθροισμα στήλης 4 ↓	9,28	Αθροισμα στήλης 6 ↓
	Φύλλο 1.....	0,41	14,92		6,11	
	Φύλλο 1.....	—	—	30,65	—	15,40
	Φύλλο 1.....	—	—	—	—	—
					$K_{w3} = \frac{15,40}{30,65} = 0,502 \leq 0.60$	
W <sub>4</sub>	Φύλλο 1.....	0,59	11,83	Αθροισμα στήλης 4 ↓	6,979	Αθροισμα στήλης 6 ↓
	Φύλλο 1.....	0,41	23,12		10,87	
	Φύλλο 1.....	—	—	34,95	—	17,85
	Φύλλο 1.....	—	—	—	—	—
					$K_{w4} = \frac{17,85}{34,95} = 0,511 \leq 0.60$	

### ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

- Στήλη 3: Μεταφέρατε το k κάθε δομικού στοιχείου που έχετε προσδιορίσει στα φύλλα 1.
- Στήλη 4: Υπολογίζουμε σε κάθε σφη χωριστά την επιφάνεια κάθε δομικού στοιχείου, που αποτελούν συνολικά την τοιχοποιία, αφαιρουμένων των ανοιγμάτων.

# ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ

## ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΦΥΛΛΟ

1.....

Όροφος:

ΟΡΟΦΟΣ

Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας K (κεφ.5)

Επιτρεπόμενο όριο  $K \leq 0.6 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

1	2	3	4	5	6=(3×4)	7
Τοίχος Συμβολισμός	Τύπος κατασκευής	Συντελεστής θερμοπερατότητας k kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C	Επιφάνεια F m <sup>2</sup>	ΣF m <sup>2</sup>	FK kcal/h c	ΣFK kcal/h c
W <sub>1</sub>	Φύλλο 1.....	0,59	9,49	Αθροισμα στήλης 4 ↓ 34,95	5,60	Αθροισμα στήλης 6 ↓ 16,04
	Φύλλο 1.....	0,41	25,46		10,44	
	Φύλλο 1.....	—	—		—	
	Φύλλο 1.....	—	—		—	
				$K_{w1} = \frac{16,04}{34,95} = 0,46 \leq 0,60$		
W <sub>2</sub>	Φύλλο 1.....	0,59	7,54	Αθροισμα στήλης 4 ↓ 28,92	4,45	Αθροισμα στήλης 6 ↓ 14,49
	Φύλλο 1.....	0,47	21,38		10,05	
	Φύλλο 1.....	—	—		—	
	Φύλλο 1.....	—	—		—	
				$K_{w2} = \frac{14,49}{28,92} = 0,50 \leq 0,60$		
W <sub>3</sub>	Φύλλο 1.....	0,59	4,17	Αθροισμα στήλης 4 ↓ 35,55	8,36	Αθροισμα στήλης 6 ↓ 17,12
	Φύλλο 1.....	0,41	21,38		8,76	
	Φύλλο 1.....	—	—		—	
	Φύλλο 1.....	—	—		—	
				$K_{w3} = \frac{17,12}{35,55} = 0,48 \leq 0,60$		
W <sub>4</sub>	Φύλλο 1.....	0,59	8,54	Αθροισμα στήλης 4 ↓ 20,68	5,04	Αθροισμα στήλης 6 ↓ 10,74
	Φύλλο 1.....	0,47	12,14		5,71	
	Φύλλο 1.....	—	—		—	
	Φύλλο 1.....	—	—		—	
				$K_{w4} = \frac{10,74}{20,68} = 0,51 \leq 0,60$		

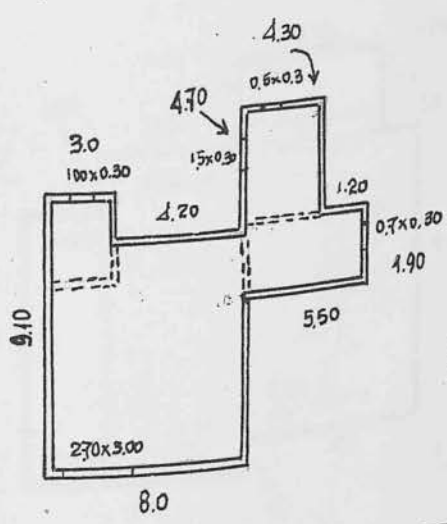
### ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

- Στήλη 3: Μεταφέρατε το K κάθε δομικού στοιχείου που έχετε προσδιορίσει στα φύλλα 1.
- Στήλη 4: Υπολογίζουμε σε κάθε όψη χωριστά την επιφάνεια κάθε δομικού στοιχείου, που αποτελούν συνολικά την τοιχοποιία, αφαιρουμένων των ανοιγμάτων.

# ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Km(W.F.) ΓΙΑ ΤΟΙΧΟΥΣ ΚΑΙ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

ΟΡΟΦΟΣ <span style="float: right;">ΥΠΟΓΕΙΟ</span>				ΦΥΛΛΟ 2.....
Όριο ορόφου				
$K_m (W.F.) = \frac{\Sigma(K_w F_w) + \Sigma(K_f F_f)}{\Sigma(F_w + F_f)} < 1.5 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$				5=(3×4)
1	2	3	4	5
Δομικό στοιχείο	Συμβολισμός	Επιφάνεια F m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμοπερατότητας K Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C	KF Kcal/h <sup>o</sup> C
Τοίχοι W) ΜΠΕΤΟΝ	W <sub>1</sub>	33,95	0,60	20,37
	W <sub>2</sub>	44,33	0,60	26,6
	W <sub>3</sub>	42,05	0,60	25,23
	W <sub>4</sub>	44,24	0,60	26,54
Παράθυρα W) Διαφόρο ανοίξ	F <sub>1</sub>	8,55	2,8	0,588
	F <sub>2</sub>	0,21	2,8	1,126
	F <sub>3</sub>	0,45	2,8	0,84
	F <sub>4</sub>	0,30	2,8	1,12537
	Σ	174,08		
Km (W.F.)			$K_{m,w,f} = \frac{125,37}{174,08} = 0,720 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$	16

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΚΑΤΟΨΗΣ: (Σ' αυτό πρέπει να σημειώνονται και οι διαστάσεις ανοιγμάτων)



$$E = (9.10 \times 3.0) + (4.2 \times 5.0) + (4.70 \times 4.30) + (5.50 \times 1.90) = 78.98 \text{ m}^2$$

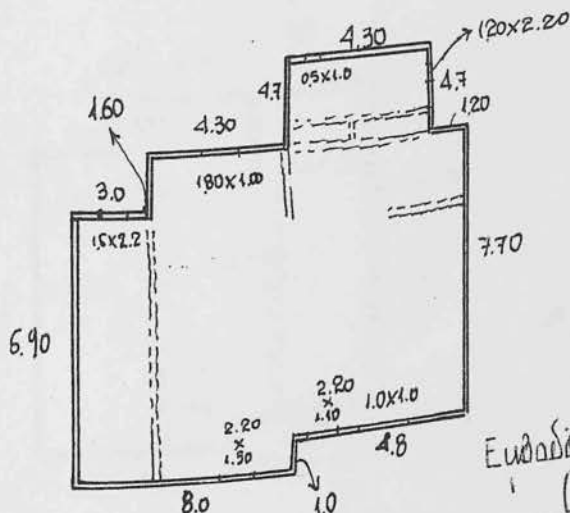
**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:**

- Τοποθετούμε το ΣF της στήλης 5 του φύλλου «εξωτερικοί τοίχοι» του αντιστοιχου οροφου της αντιστοιχης σφης.
- Τοποθετούμε το Kw του φύλλου «εξωτερικοί τοίχοι».

# ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Km(W.F.) ΓΙΑ ΤΟΙΧΟΥΣ ΚΑΙ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

ΟΡΟΦΟΣ <span style="float: right;">ΙΣΟΓΕΙΟ</span>				ΦΥΛΛΟ 2.....
Όριο ορόφου				
$K_m (W,F) = \frac{\Sigma(K_w F_w) + \Sigma(K_f F_f)}{\Sigma(F_w + F_f)} \leq 1.6 \text{ Kcal.m}^{-2}\text{h}^\circ\text{C}$				5=(3×4)
1	2	3	4	5
Δομικό στοιχείο	Συμβολισμός	Επιφάνεια F m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμοπερατότητας K Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C	KF Kcal/h <sup>o</sup> C
Τοίχοι 5 ΜΠΚΙΩΝ	W <sub>1</sub>	29.75	0.467	13.89
	W <sub>2</sub>	32.60	0.51	16.63
	W <sub>3</sub>	30.65	0.502	15.38
	W <sub>4</sub>	34.95	0.511	17.86
Παράθυρα 15 διαφ. ανοίγ.	F <sub>1</sub>	6.5	2.6	14.01
	F <sub>2</sub>	5.39	2.6	14.56
	F <sub>3</sub>	5.6	2.6	14.56
	F <sub>4</sub>	3.04	2.6	7.904
	Σ	148.48	117.134	117.134
Km (W,F)			$K_{m,W,F} = \frac{117.134}{148.48} = 0.789 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C} \leq 1.6$	

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΚΑΤΟΨΗΣ: (Σ' αυτό πρέπει να σημειώνονται και οι διαστάσεις ανοιγμάτων)



Εμβαδόν = (6.90 × 3.0) + (4.30 × 8.5) + (4.70 × 4.50) + (5.5 × 7.70) = 119.76 m<sup>2</sup>

**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:**

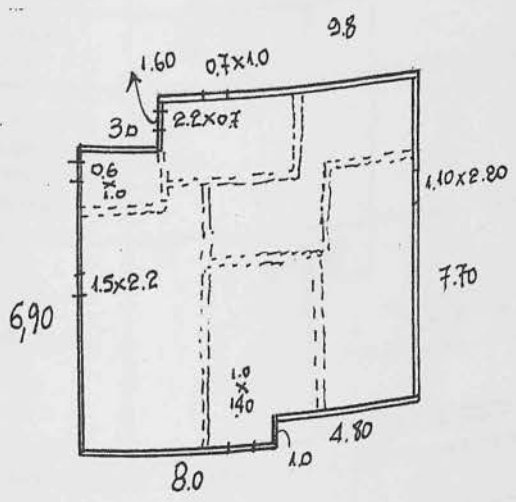
- Τοποθετούμε το ΣF της στήλης 5 του φύλλου «εξωτερικοί τοίχοι» του αντιστοιχού οροφού της αντιστοιχής όψης.
- Τοποθετούμε το Kw του φύλλου «εξωτερικοί τοίχοι».



# ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Km(W.F.) ΓΙΑ ΤΟΙΧΟΥΣ ΚΑΙ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

ΟΡΟΦΟΣ				ΟΡΟΦΟΣ	ΦΥΛΛΟ 2.....
Όριο ορόφου					
$K_m (W,F) = \frac{\Sigma(K_w F_w) + \Sigma(K_f F_f)}{\Sigma(F_w + F_f)} \leq 1.6 \text{ Kcal/m}^2 \text{ h c}$					5=(3x4)
1	2	3	4	KF	
Δομικό στοιχείο	Συμβολισμός	Επιφάνεια F	Συντελεστής θερμοπερατότητας K	Kcal/h°C	
		m <sup>2</sup>	Kcal/m <sup>2</sup> h c		
Τοίχοι Μπλετών	W <sub>1</sub>	34.957	0.46	16.1	
	W <sub>2</sub>	28.92	0.501	14.49	
	W <sub>3</sub>	35.55	0.481	17.1	
	W <sub>4</sub>	20.68	0.519	10.73	
Παράθυρα διαφόρων ανοιγ.	F <sub>1</sub>	1.3	2.6	3.38	
	F <sub>2</sub>	2.86	2.6	7.44	
	F <sub>3</sub>	0.70	2.6	1.84	
	F <sub>4</sub>	3.9	2.6	10.14	
Km (W,F)	Σ	120.86	0.63	81.2	
			$K_{m,w,f} = \frac{81.2}{120.86} = 0.63 \text{ Kcal/m}^2 \text{ h c} \leq 1.6$		

**ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΚΑΤΟΨΗΣ:** (Σ' αυτό πρέπει να σημειώνονται και οι διαστάσεις ανοιγμάτων)



$$Εμβαδο = (6.90 \times 3.0) + (8.5 \times 5.0) + (4.80 \times 7.70) = 100.16 \text{ m}^2$$

**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:**

- Τοποθετούμε το ΣF της στήλης 5 του φυλλου «εξωτερικοί τοίχοι» του αντιστοιχου οροφου της αντιστοιχης οφης.
- Τοποθετούμε το Kw του φυλλου «εξωτερικοί τοίχοι».

# ΜΟΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Όριο κτιρίου  
 $K_m, \max \leq \dots \dots \dots \text{kcal m}^2 \text{h}^{-1} \text{c}$

Επιτυγχάνόμενος μέσος συντελεστής  
 θερμοπερατότητας  $K_m$  (από παράγραφο Γ. 1ης σελίδας)

1	2	3	4	5=(3·4)	6	7=(5·6)
ΣΤΟΙΧΕΙΟ	Συμβολισμός	Επιφάνεια F	Συντελεστής θερμοπερατοτ. K	K·F	Παραγών	(K·F)
		m <sup>2</sup>	Kcal m <sup>2</sup> h <sup>-1</sup> c	Kcal h <sup>-1</sup> c		Kcal h <sup>-1</sup> c
Φύλλο 2.1.	ΥΠΟΓΕΙΟ	174,08	0,720	125,37	1	125,37
Φύλλο 2.2.	ΙΣΟΓΕΙΟ	148,48	0,789	117,134	1	117,134
Φύλλο 2.3.	ΟΡΟΦΟΣ	128,86	0,63	81,2	1	81,2
Φύλλο 2.4.			*Σ της στήλης 3 των φύλλων 2.1. 2.2. κ.λπ.	Σ της στήλης 5 των φύλλων 2.1 2.2. κ.λπ.	→	
Φύλλο 2.5.					1	
Φύλλο 2.6.					1	
Φύλλο 2.7.					1	
Φύλλο 2.8.					1	
Οροφή, στέγη, επιφάνεια οροφής κάτω από στέγη που δεν είναι θερμομονωμένη.	D	D <sub>1</sub> 100,16	0,40	40,06	0,8	40,06
		D <sub>2</sub>			0,5	61,55
Δάπεδο, οροφή υπογείου.	G	119,76	1,028	123,11	1	
Δάπεδο πάνω από Pilotis.	DL				0,5	
Επιφάνειες που συνορεύουν με χώρους που δεν θερμαίνονται.	AB					
					Σ	425,31
$K_m$	$K_m, \max$	Σ 671,34				
$K_m = \frac{K_w F_w + K_f F_f + K_D F_D + 0,5 K_C F_C + K_{DL} F_{DL} + 0,5 K_{AB} F_{AB}}{F}$						
$K_m = \frac{\dots}{0,633} \dots \dots \dots \text{Kcal m}^2 \text{h}^{-1} \text{c}$						

λόγισθη τηλ. 8615397

Απαραίτητα στοιχεία για την συνέχιση μελέτης κεντρικής θέρμανσης που λαμβάνονται από την μελέτη θερμομονώσεως.	Εξωτερικός τοίχος	Δάπεδο	Οροφή
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ		1,028	0,40
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ K (kcal/m <sup>2</sup> h c)	0,720 vs 0,789		

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ & ΠΑΘΗΚΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ Ελένη Ανδρεαδάκη

ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Ερευνών

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ Κώστας Στεφ Τσίππρας

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Μ.Γκούρδας

ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΣΠΙΤΙ Κώστας Τσίππρας

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ Π.Τσίγκας

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ Ερωτόκρικος Π. Τσίγκας

ΚΤΙΡΙΑ ΓΙΑ ΕΝΑ ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΟΣΜΟ Μαργαρίτα Καραβασίλη

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΙΕΣ Ν.Φιντικάκι - Ρ.Μπουρίνα

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ Μιχάλης Παπαδόπουλος

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ Νίκος Τσίγκας

ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ Ίδρυμα Ευγενίδου

ΓΕΝΙΚΗ ΔΟΜΙΚΗ Ίδρυμα Ευγενίδου

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2000 βραβεία Αντώνη Τρίτση