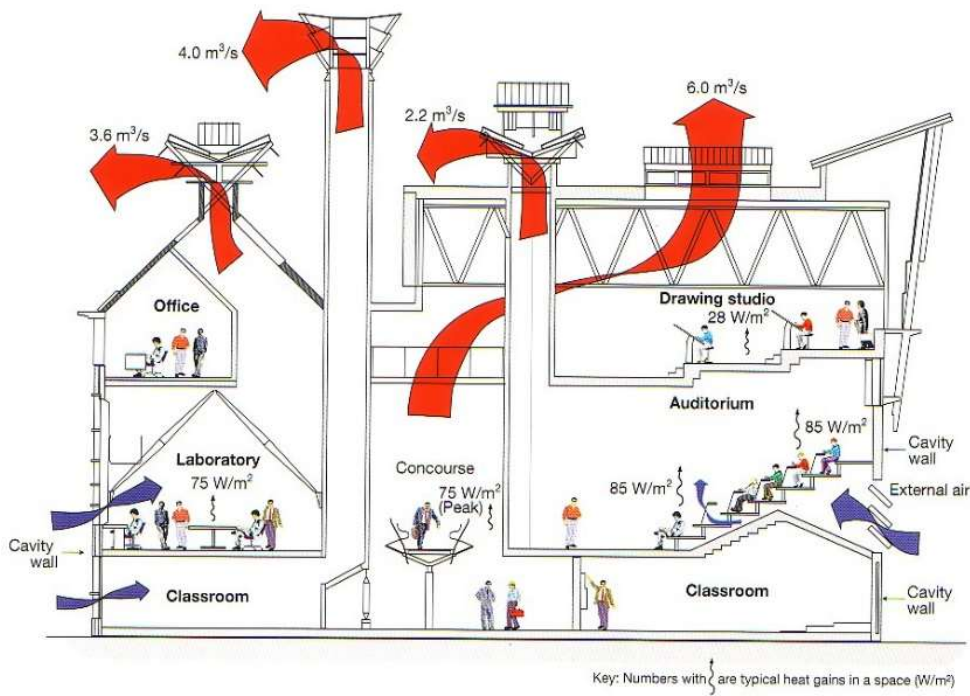
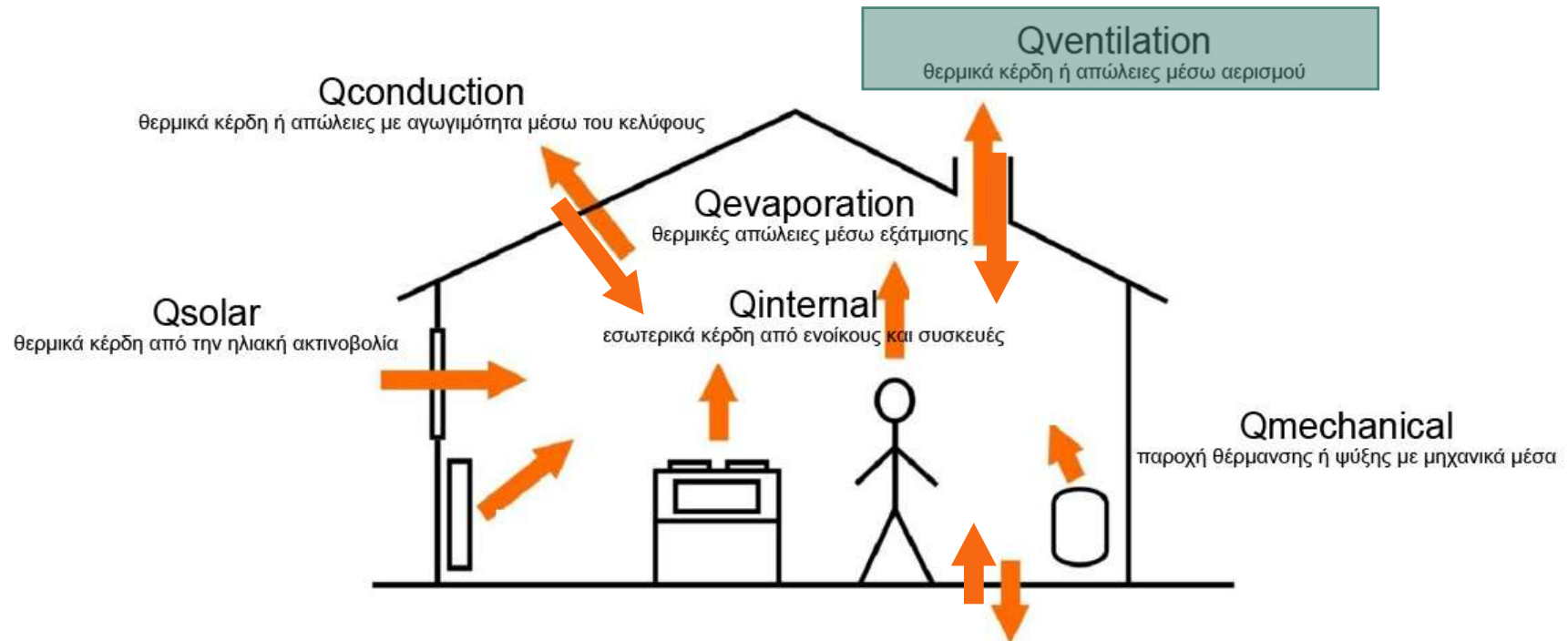


Φυσικός αερισμός



ενεργειακό ισοζύγιο: θερμικά κέρδη / απώλειες μέσω συναγωγής



ΘΕΡΜΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

$$\text{ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ} - \text{ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ} = 0$$

$$Q_I + Q_S + Q_C + Q_V + Q_M - Q_E = 0$$

Φυσικός αερισμός

Στόχος η αλλαγή του αέρα σε κλειστό χώρο για ποιότητα αέρα, υγεία και άνεση, δροσισμό, απομάκρυνση υγρασίας, απομάκρυνση ρύπων.

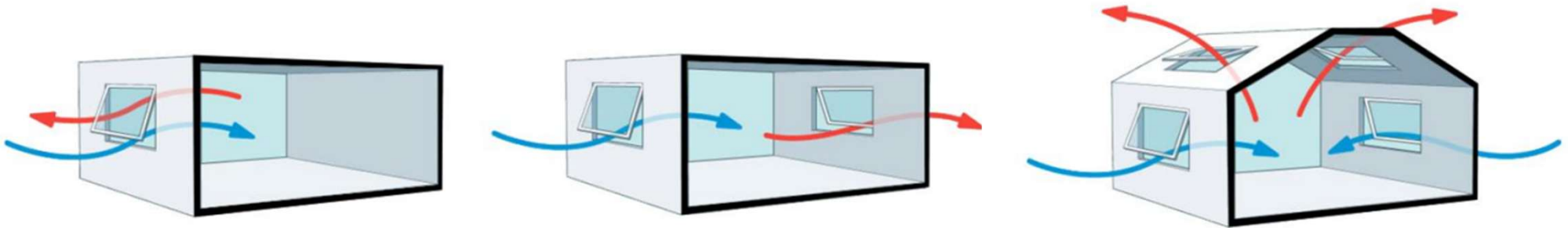
Εξαναγκασμένος αερισμός και αερισμός μέσω διείσδυσης

Διαφορά πίεσης (άνεμος) και Διαφορά θερμοκρασίας (φαινόμενο καμινάδας)

Τεχνικές αερισμού

Διαμπερής αερισμός, Μονόπλευρος αερισμός, Κατακόρυφος ελκυσμός
Νυχτερινός αερισμός με αξιοποίηση θερμοχωρητικότητας υλικών

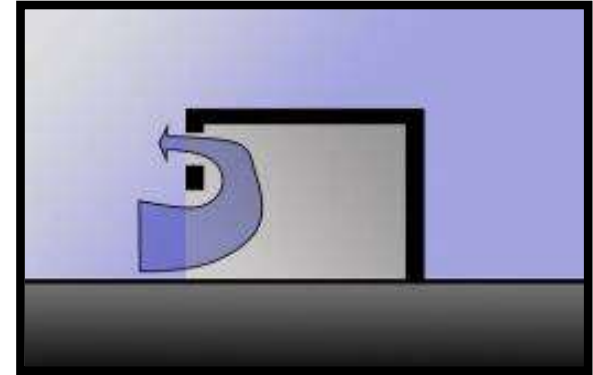
Διαμπερή ανοίγματα, φεγγίτες, αίθρια, καμινάδες αερισμού, ηλιακές καμινάδες



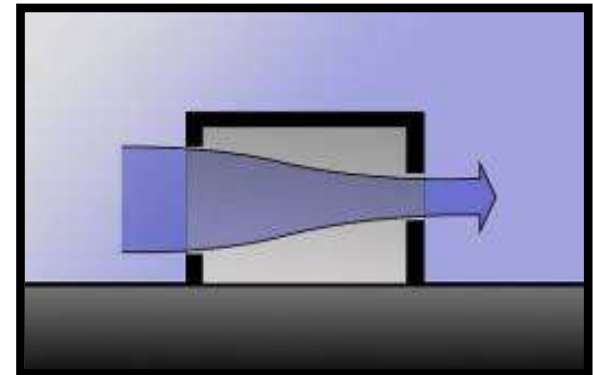
Φυσικός αερισμός

Ροή αέρα και μέθοδοι φυσικού αερισμού

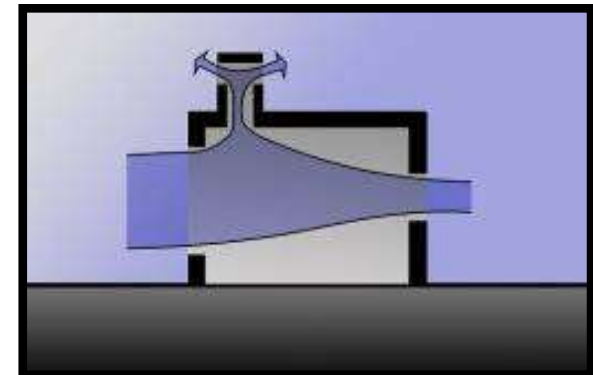
Μονόπλευρος αερισμός
η ροή εξαρτάται από το μέγεθος
και τη θέση των ανοιγμάτων



Οριζόντιος ή Διαμπερής αερισμός
η ροή εξαρτάται από τα ανοίγματα (θέση και
μέγεθος) αλλά και από τον άνεμο (διεύθυνση
και ταχύτητα)



Κατακόρυφος αερισμός (ελκυσμός)
η ροή εξαρτάται από τα ανοίγματα (ύψος και
μέγεθος) και από τη διαφορά θερμοκρασίας



Φυσικός αερισμός

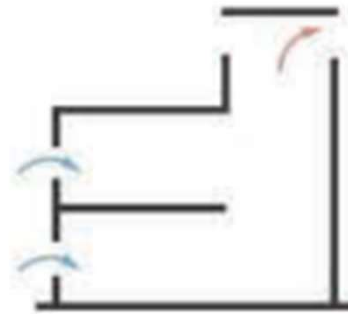
Τεχνικές φυσικού αερισμού



Μονόπλευρος
αερισμός

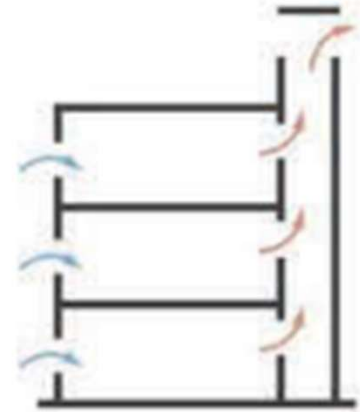


Διαμπερής αερισμός
Αντικριστά ανοίγματα



Ελκυσμός

Καμινάδα
αερισμού

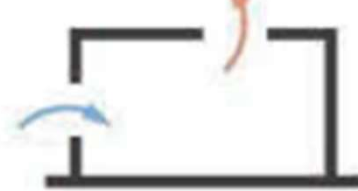


Πύργος αερισμού /
Ηλιακή καμινάδα

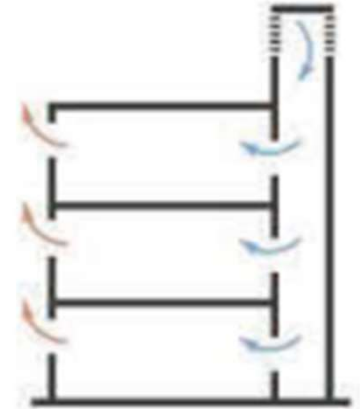
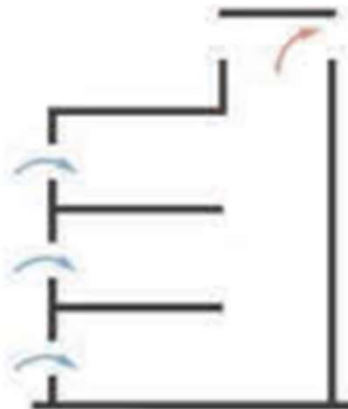
Πύργος αερισμού /
Ανεμοσυλλέκτης +
Εξατμιστικός δροσισμός



Μονόπλευρος
αερισμός και
ελκυσμός
Φεγγίτες

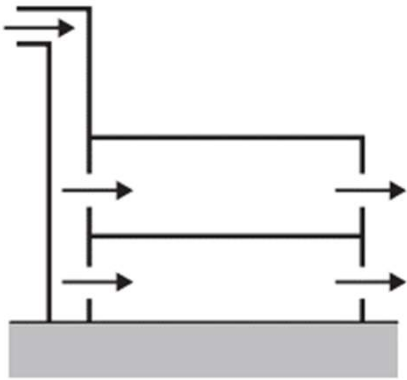


Ελκυσμός
Ανοίγματα
οροφής

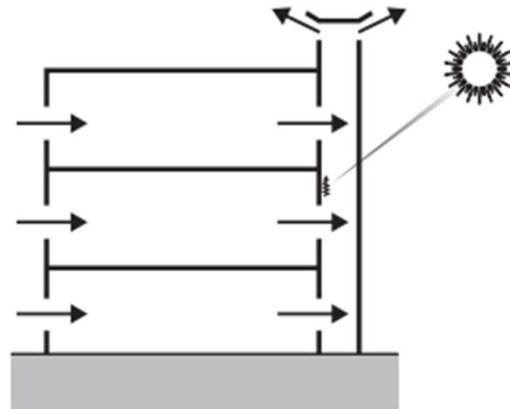


Φυσικός αερισμός

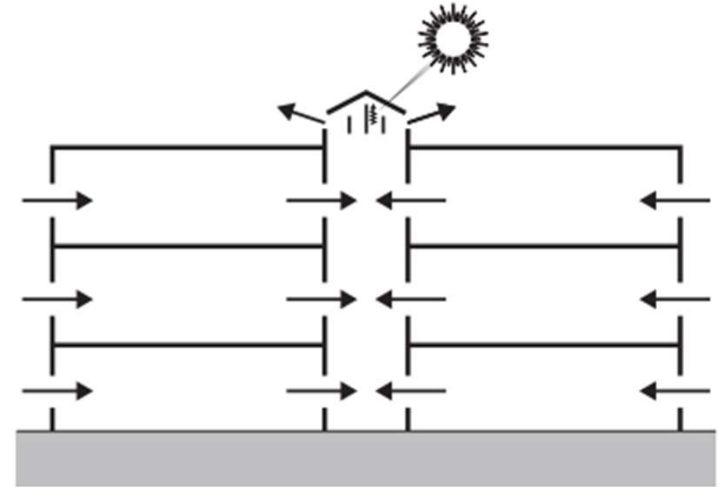
Τεχνικές φυσικού αερισμού



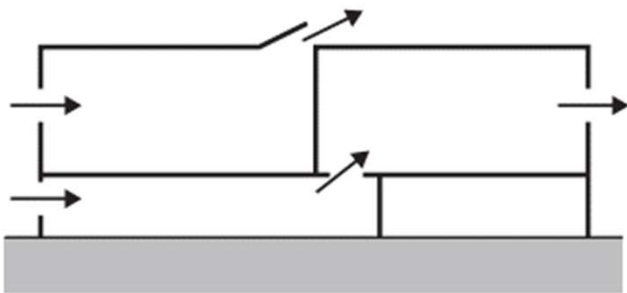
Πύργος αερισμού
Ανεμοσυλλέκτης



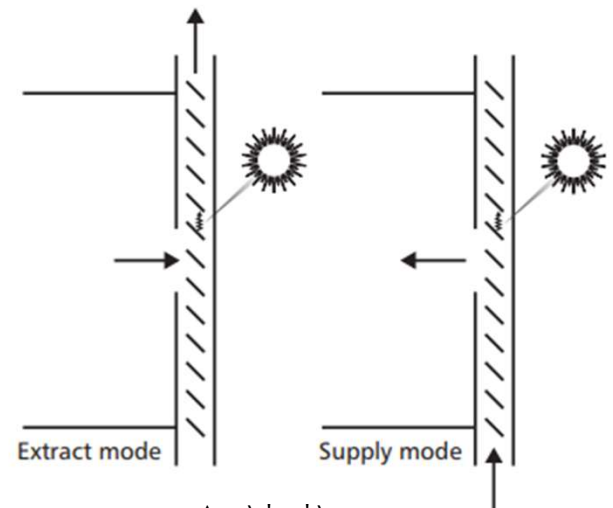
Ηλιακή καμινάδα



Αίθριο



Ανοίγματα οροφής

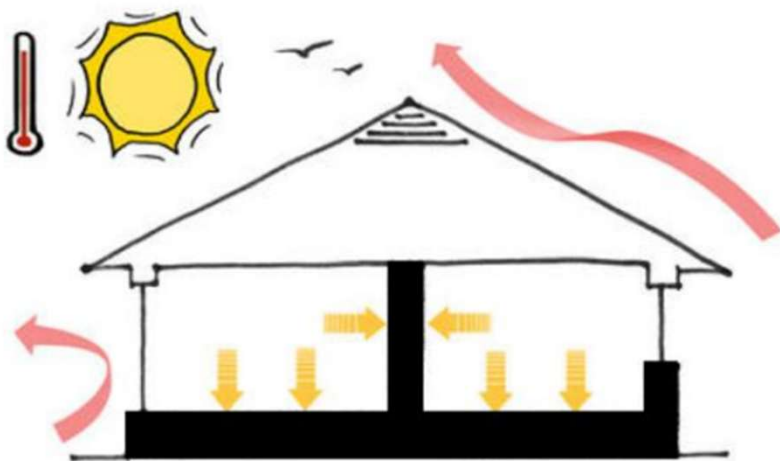


Διπλό κέλυφος

Φυσικός αερισμός

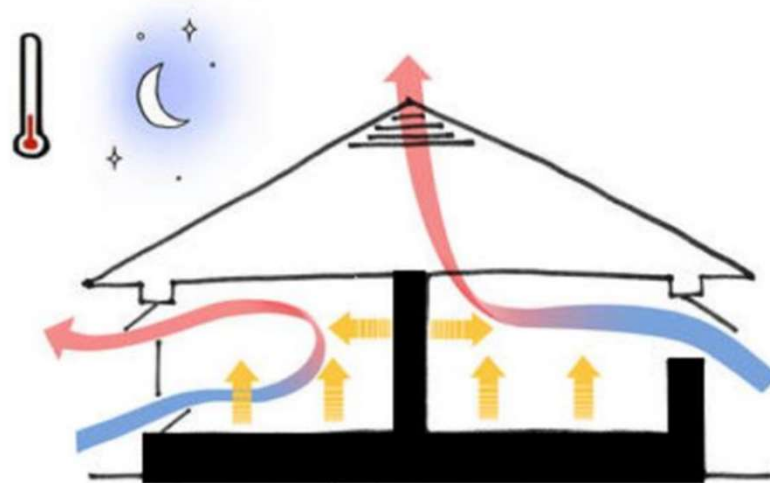
Νυχτερινός αερισμός με πρόβλεψη για δομικά στοιχεία με μεγάλη θερμική μάζα και φεγγίτες

Θερμοκρασία αέρα υψηλή



Ημέρα: Αποθήκευση θερμότητας στη θερμική μάζα των δομικών στοιχείων, συγκράτηση της θερμοκρασίας του εσωτερικού χώρου σε χαμηλά επίπεδα και αποφυγή υπερθέρμανσης.

Θερμοκρασία αέρα χαμηλή



Νύχτα: Εκπομπή αποθηκευμένης θερμότητας από τα δομικά στοιχεία και απομάκρυνση μέσω αερισμού. Ανανέωση εσωτερικού αέρα και δροσισμός επιφανειών. Φεγγίτες και ανοίγματα οροφής για λόγους ασφάλειας. Επαρκή μεγέθη ανοιγμάτων για πολλαπλές ανανεώσεις αέρα ανά ώρα μέχρι το πρωί.

Φυσικός αερισμός

Επίδραση ροής αέρα στην άνεση

Η ροή του αέρα έχει δροσιστική επίδραση που εξαρτάται κυρίως από την ταχύτητά του.

Στο εσωτερικό κτιρίων, η μέση υποκειμενική αντίδραση σε διάφορες ταχύτητες αέρα είναι:

- απαραίτητη ροή για ταχύτητα κάτω από 0,25 m/s,
- ευχάριστη ροή για ταχύτητες μεταξύ 0,25-0,50 m/s,
- αντιληπτή κίνηση αέρα για ταχύτητες μεταξύ 0,50-1,00 m/s,
- αντιληπτό ρεύμα για ταχύτητες μεταξύ 1,00-1,50 m/s και
- ενοχλητικό ρεύμα για ταχύτητες μεγαλύτερες από 1,50 m/s.

Σε υπαίθριους χώρους είναι ανεκτές μεγαλύτερες ταχύτητες αέρα:

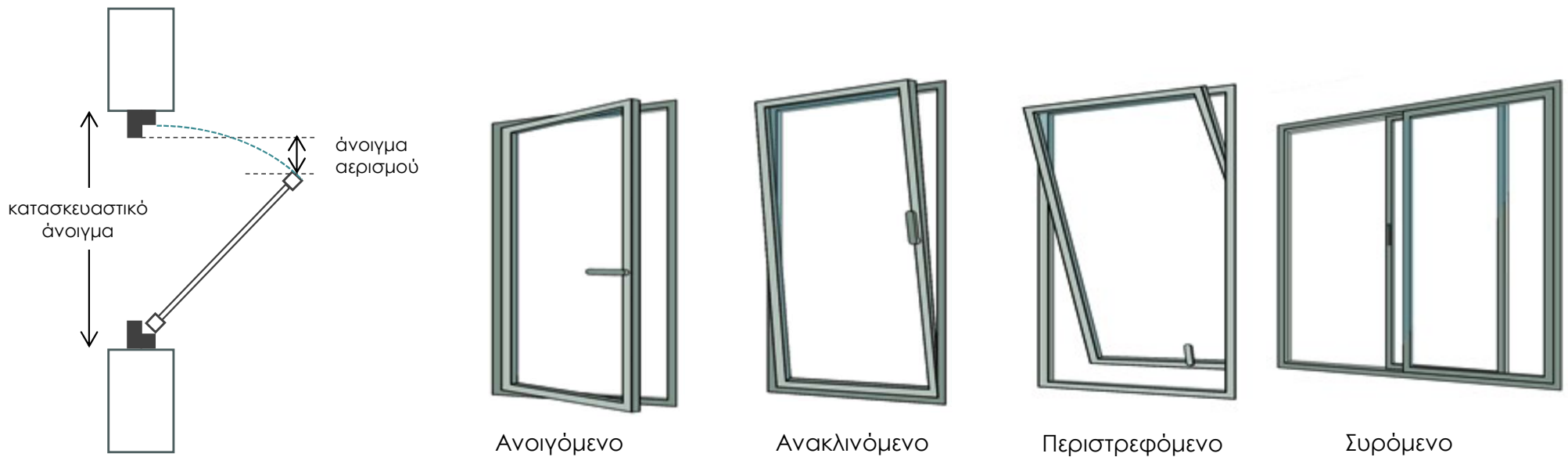
- ο άνεμος γίνεται ενοχλητικός με ταχύτητα πάνω από 5 m/s
- ο άνεμος γίνεται δυσάρεστος με ταχύτητα πάνω από 10 m/s.

Επιπτώσεις ταχύτητας και διάρκειας ριπών ανέμου στο αστικό περιβάλλον:

Ταχύτητα ριπής (m/s)	Διάρκεια ριπής (s)	Επιπτώσεις ανέμου
4	5	Πλατάγιασμα ρούχων, τα μαλλιά αναταράσσονται
6	5	Τα μαλλιά αναστατώνονται, ανακατεύονται
12	5	Βίαιο πλατάγιασμα ρούχων
12	10	Σημαντική καθυστέρηση απέναντι στον άνεμο
16	2	Ο άνεμος παρασύρει τους πεζούς στο πλάι
18	10	Ο άνεμος σχεδόν σταματάει τους πεζούς Ανεξέλεγκτο τρέκλισμα προς την κατεύθυνση του ανέμου
24	2	Ασταθές βάδισμα με ανάγκη στηριγμάτων

Φυσικός αερισμός

Λειτουργία κουφωμάτων και ποσοστό επιφάνειας ανοίγματος για αερισμό



Φυσικός αερισμός

Λειτουργία κουφωμάτων και ποσοστό επιφάνειας ανοίγματος για αερισμό

$$A_t = A_w \cdot k \cdot m$$

A_t [m²]: εμβαδόν αερισμού

A_w [m²]: εμβαδόν πορτοπαραθύρου

k [-]: συντελεστής ανοίγματος αερισμού

m [%]: ποσοστό ανοίγματος

$$m = \frac{w_{op} \cdot h_{op}}{w_w \cdot h_w} \cdot 100$$

m [%]: ποσοστό του ανοιγόμενου τμήματος του πορτοπαραθύρου επί του συνολικού εμβαδού του πορτοπαραθύρου

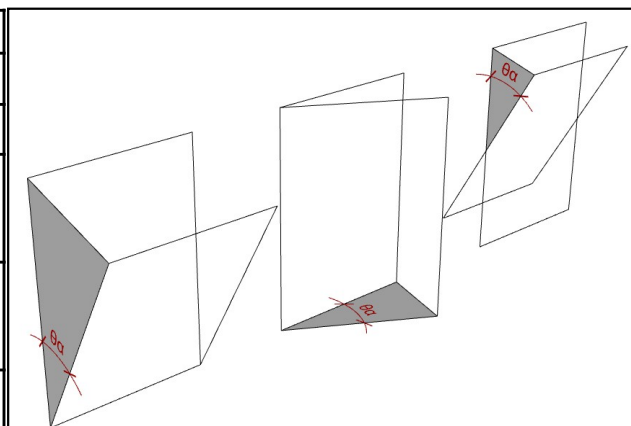
w_{op} [m]: πλάτος ανοιγόμενου τμήματος πορτοπαραθύρου

h_{op} [m]: ύψος ανοιγόμενου τμήματος πορτοπαραθύρου

w_w [m]: συνολικό πλάτος πορτοπαραθύρου

h_w [m]: συνολικό ύψος πορτοπαραθύρου

Τιμές συντελεστή ανοίγματος αερισμού k								
Είδος πορτοπαραθύρου / λειτουργία κουφώματος	Γωνία ανοίγματος (θ_a)							
	5°	10°	15°	20°	25°	30°	90°	180°
Ανοιγόμενο Με ανάκλιση Περιστρεφόμενο	0,08	0,17	0,26	0,34	0,43	0,50	-	-
Πλήρως ανοιγόμενο (90°) Πλήρως περιστρεφόμενο (90°) Συρόμενο - χωνευτό	-	-	-	-	-	-	1,00	-
Συρόμενο- επάλληλο	-	-	-	-	-	-	-	0,50



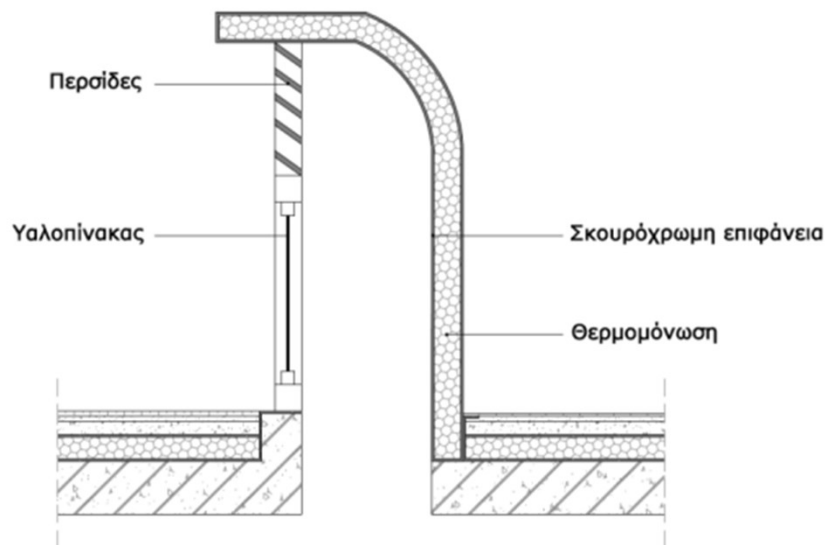
Φυσικός αερισμός

Λειτουργία κουφωμάτων και ποσοστό ανοιγόμενης επιφάνειας

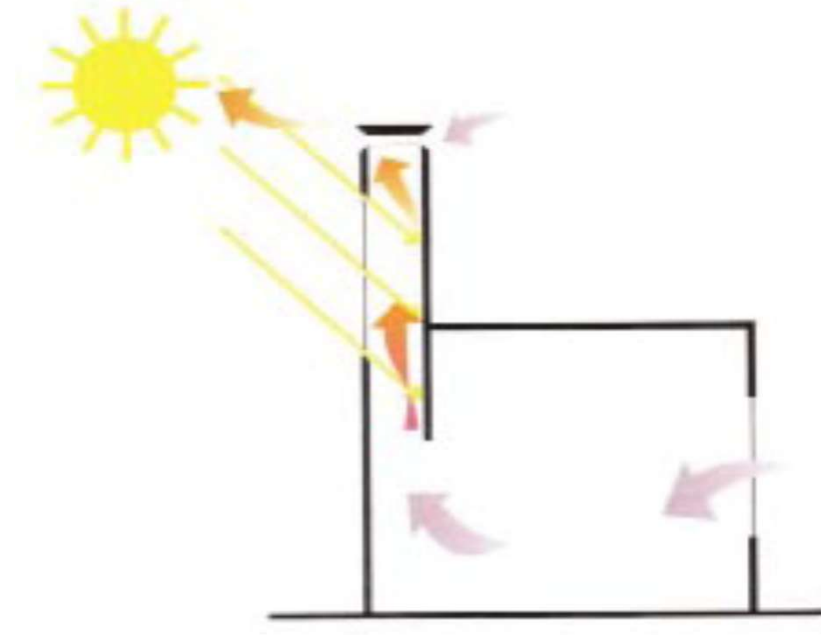


Φυσικός αερισμός

τεχνικές ενίσχυσης του φυσικού αερισμού



Ηλιακή καμινάδα

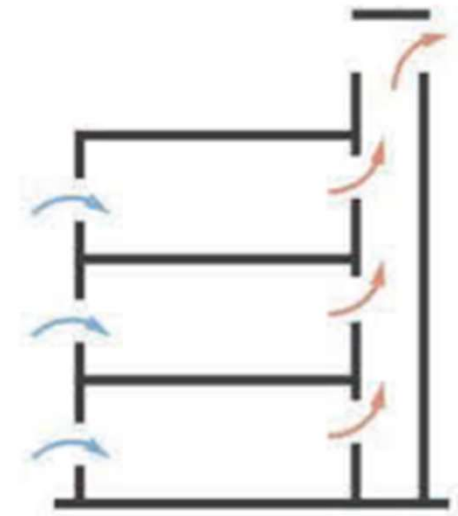
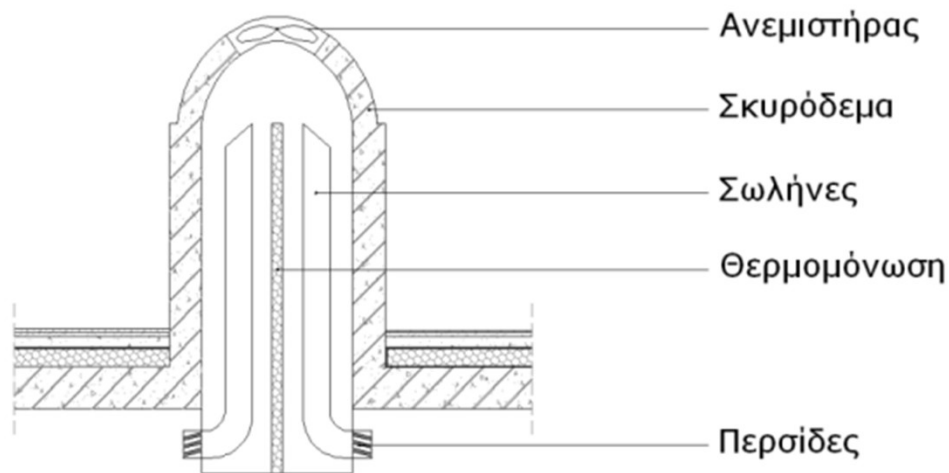


Λειτουργίας ηλιακής καμινάδας:

- Θέρμανση σκουρόχρωμης επιφάνειας από την ηλιακή ακτινοβολία
- Θέρμανση του αέρα μπροστά στην θερμή επιφάνεια με εκπομπή θερμότητας από την επιφάνεια του δομικού στοιχείου
- Ανοδική κίνηση θερμού αέρα και εκτόνωση από ανοίγματα σε υψηλότερη στάθμη
- Ανοδική κίνηση του αέρα από χαμηλότερες στάθμες του εσωτερικού χώρου για τη κάλυψη του κενού
- Είσοδος νωπού αέρα από τα ανοίγματα σε χαμηλότερες στάθμες

Φυσικός αερισμός

τεχνικές ενίσχυσης του φυσικού αερισμού



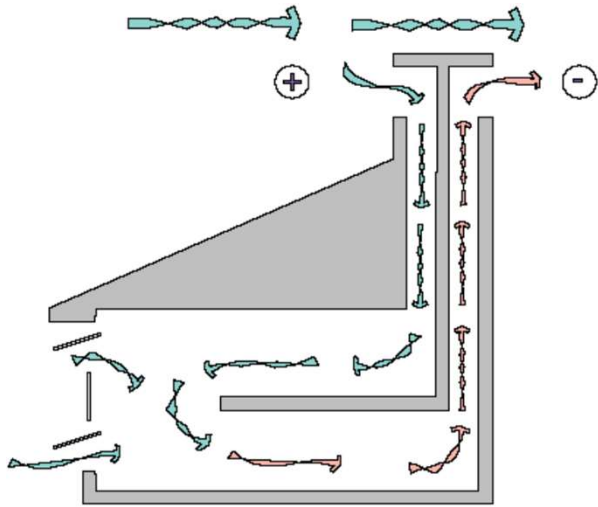
Πύργος ψύξης / Καμινάδα αερισμού

Λειτουργίας πύργου ψύξης / καμινάδας αερισμού:

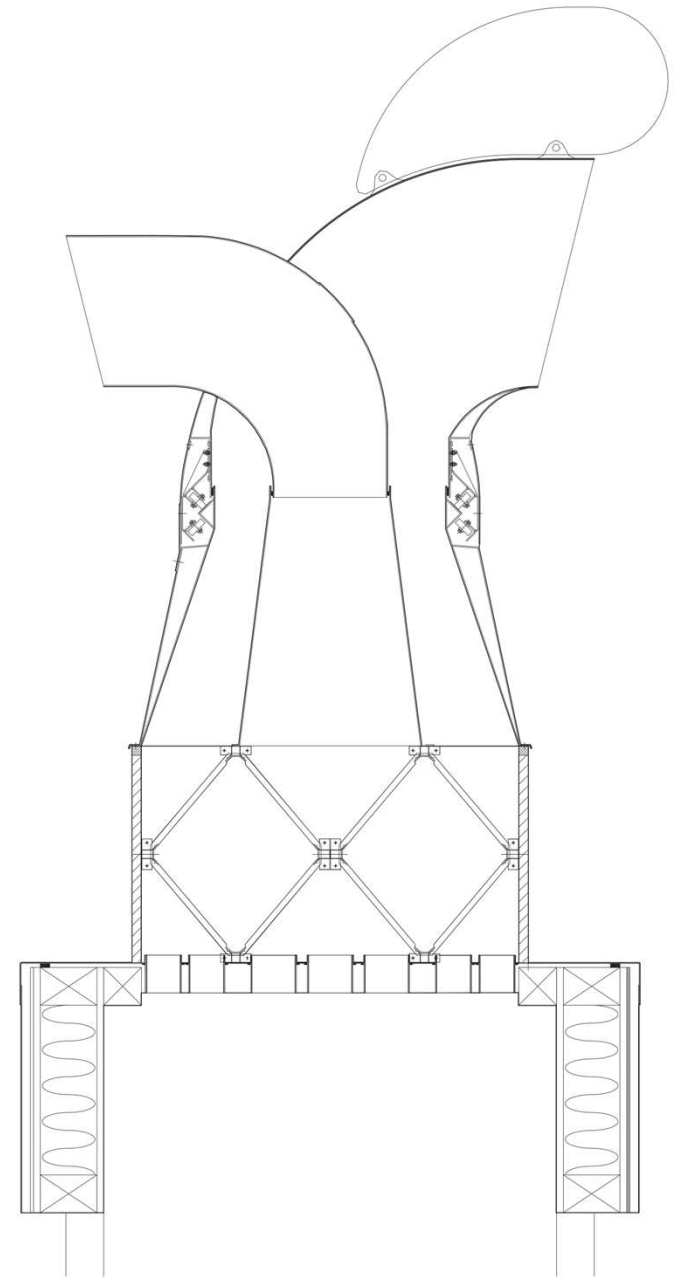
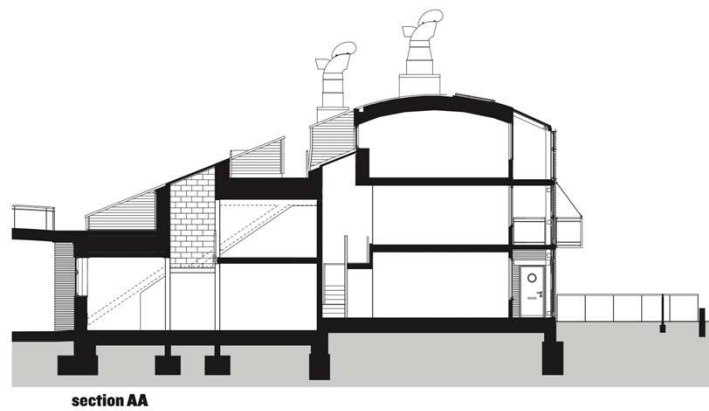
- Ανοδική κίνηση θερμού αέρα από τους εσωτερικούς χώρους και εκτόνωση από ανοίγματα σε υψηλότερη στάθμη, σε προεξοχή της οροφής.
- Κατακόρυφη ροή αέρα / κατακόρυφος ελκυσμός μέσω αγωγών.
- Ενίσχυση ροής με μηχανικά μέσα εξαερισμού (ανεμιστήρας).

Φυσικός αερισμός

τεχνικές ενίσχυσης του φυσικού αερισμού



Ανεμοσυλλέκτης + Καμινάδα αερισμού



Φυσικός αερισμός

τεχνικές ενίσχυσης του φυσικού αερισμού

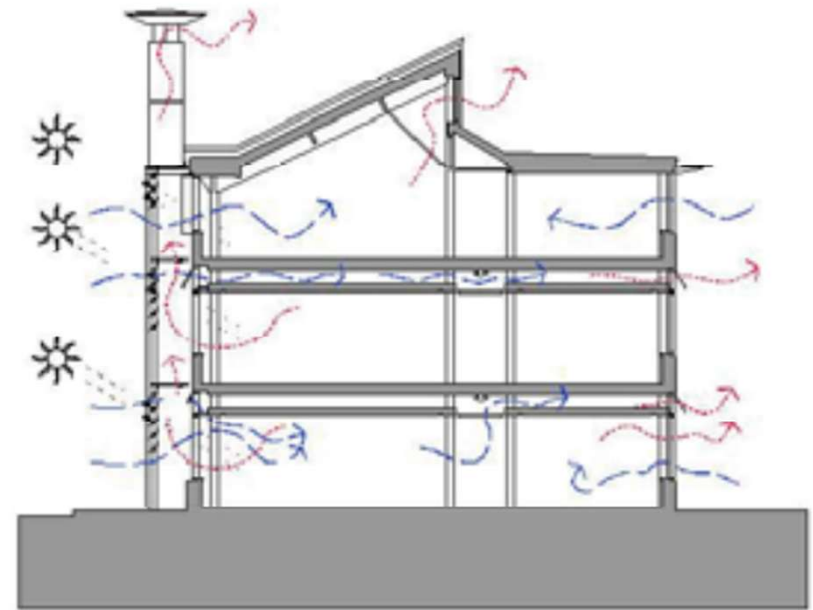


ZEDfactory, Bill Dunster, 2002, Beddington, London, UK

<https://www.zedfactory.com/bedzed> | <https://www.architectural-review.com/buildings/bedzed-in-beddington-uk-by-zedfactory>

Φυσικός αερισμός

τεχνικές ενίσχυσης του φυσικού αερισμού



BRE Building 16, Feilden Clegg Design, Garston, UK 1991

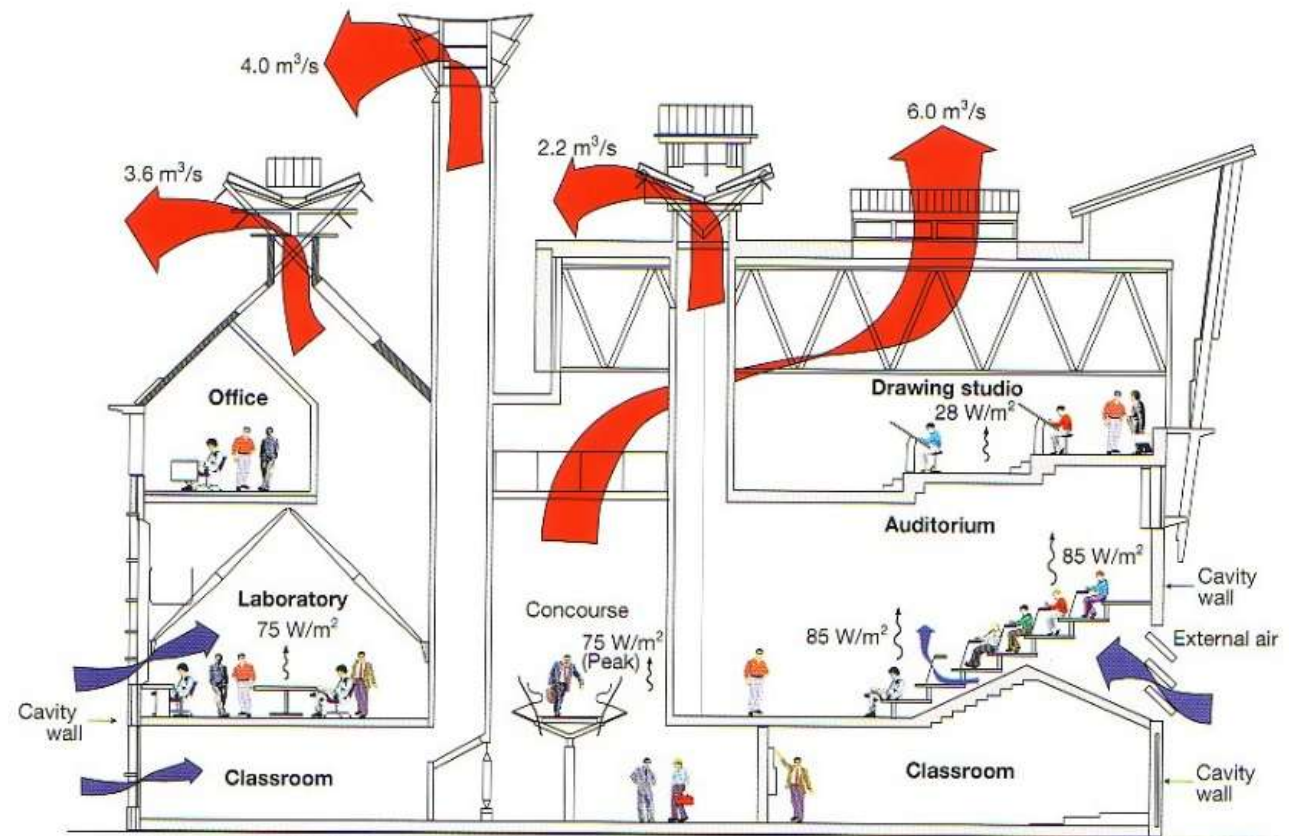
<https://fcbstudios.com/projects/bre-campus>

Dutton, Andrew & Halliday, Jim & Blanch, M.J. (2005). The Feasibility of Building-Mounted/Integrated Wind Turbines (BUWTs): Achieving their potential for carbon emission reductions. Final Report of Carbon Trust Contract 2002-07-028-1-6.

https://www.researchgate.net/publication/30415094_The_Feasibility_of_Building-MountedIntegrated_Wind_Turbines_BUWTs_Achieving_their_potential_for_carbon_emission_reductions_Final_Report_of_Carbon_Trust_Contract_2002-07-028-1-6

Φυσικός αερισμός

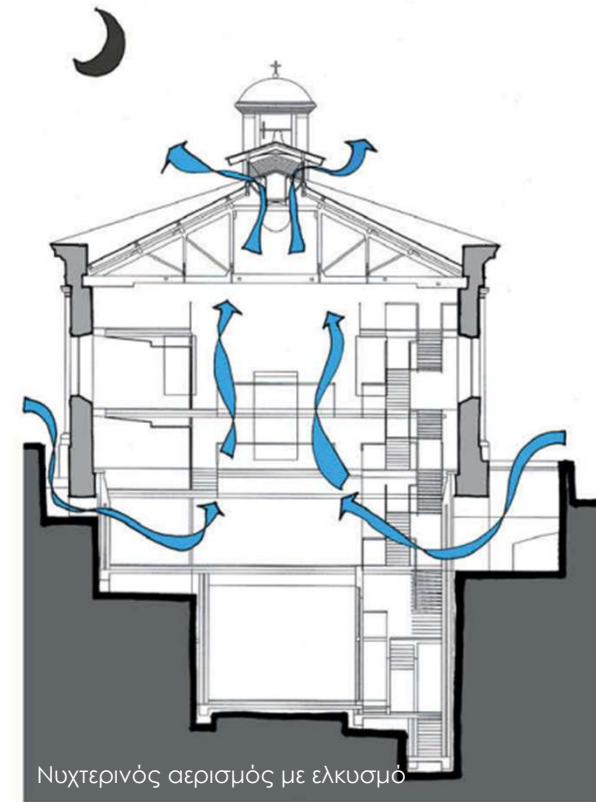
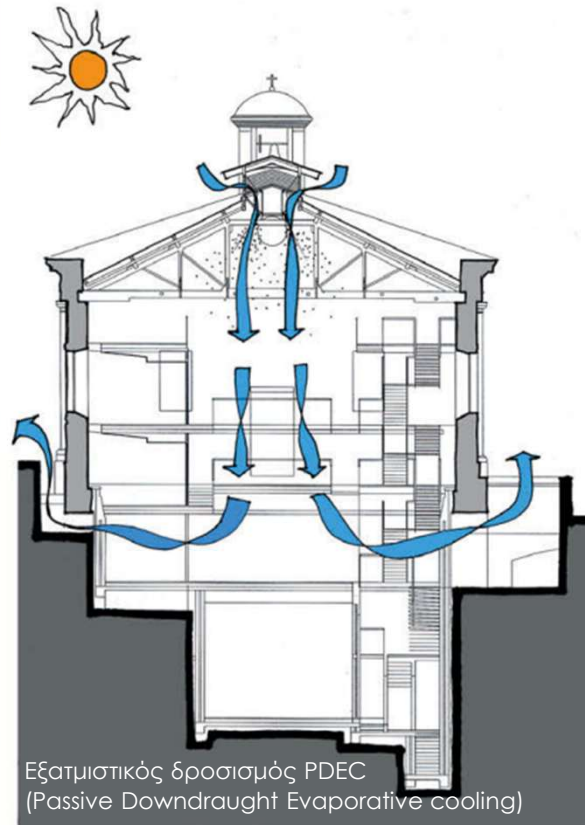
τεχνικές ενίσχυσης του φυσικού αερισμού



Queen's Building, De Montfort University, Short Ford Associates, 1993, Leicester, England,
<https://www.webpages.uidaho.edu/arch504ukgreenarch/casestudies/queensbldg-demontfortu.pdf>

Φυσικός αερισμός

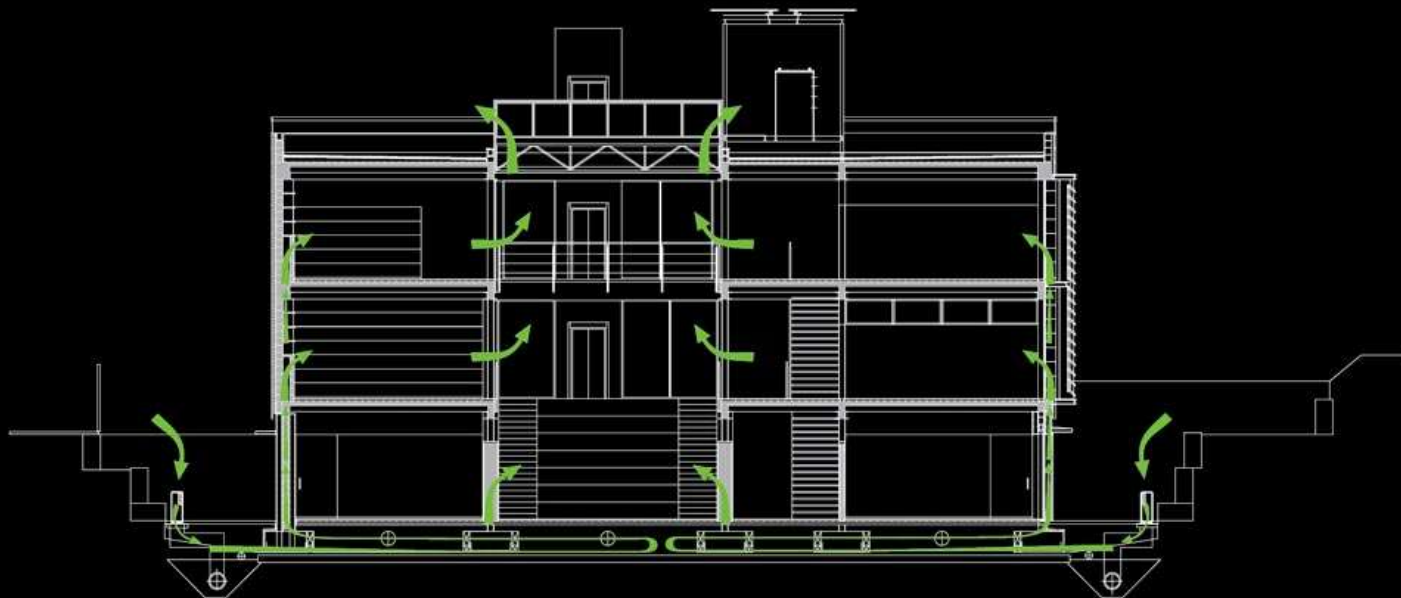
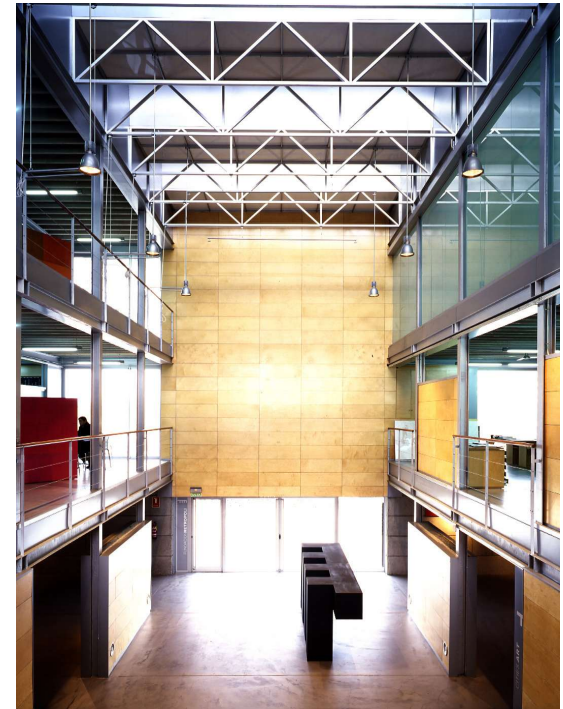
τεχνικές ενίσχυσης του φυσικού αερισμού



Φυσικός αερισμός

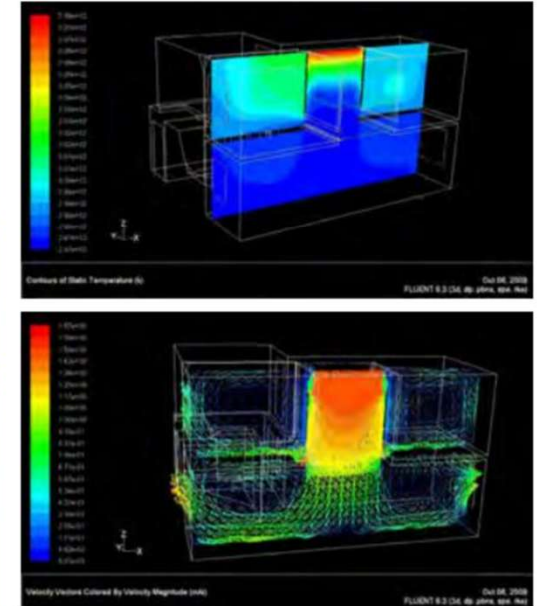
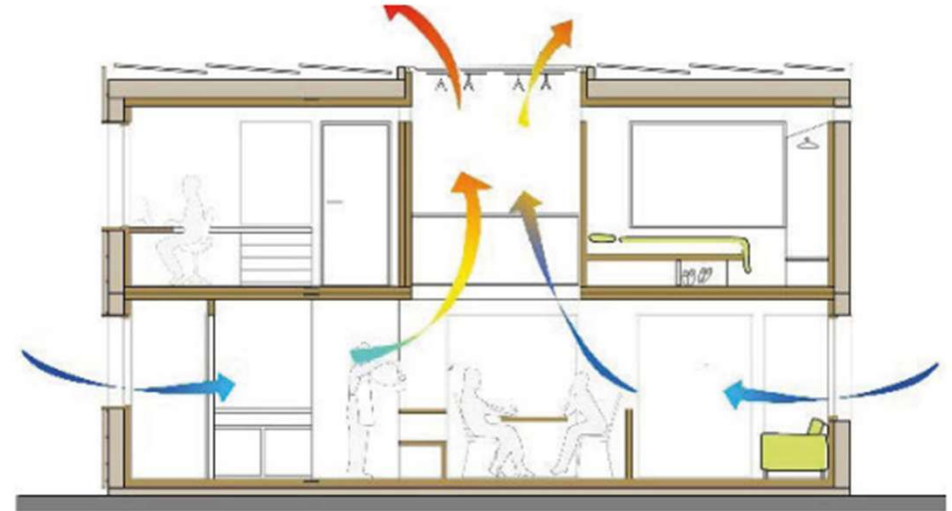
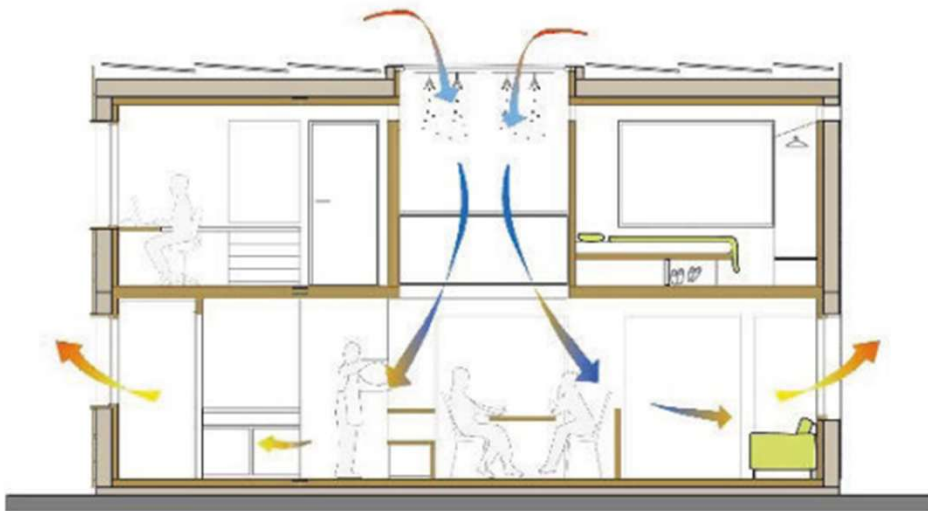
τεχνικές ενίσχυσης του φυσικού αερισμού

υπόγειοι αγωγοί – ελκυσμός μέσω αιθρίου - φεγγίτες



Φυσικός αερισμός

τεχνικές ενίσχυσης του φυσικού αερισμού

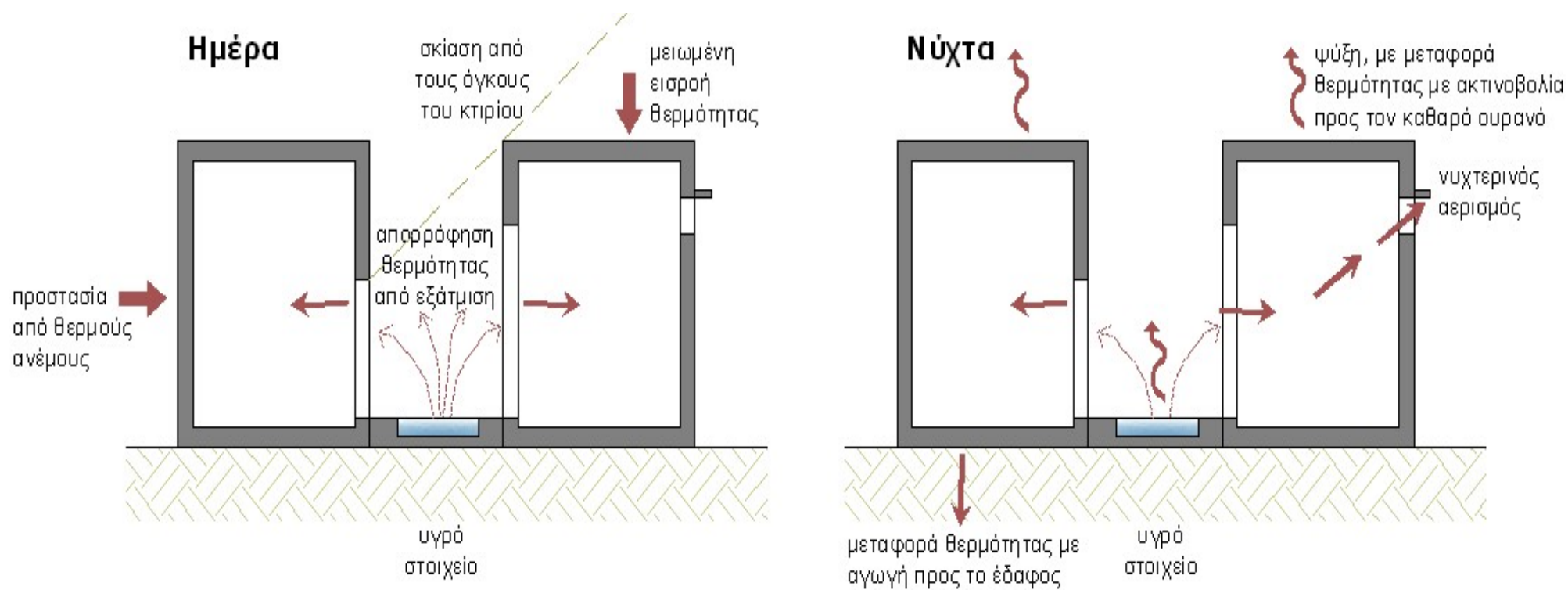


Nottingham House Solar Decathlon Europe 2010, Madrid, <https://issuu.com/guillermoguzmandumont/docs/nottingham-house-brochure-madrid>
Ford, B., R. Schiano-Phan and J. A. Vallejo (2020). The architecture of natural cooling. Second edition. London New York. Routledge.

Φυσικός αερισμός

Εξατμιστικός δροσισμός - Αερισμός σε συνδυασμό με στοιχεία νερού και φυτεύσεις

Δροσισμός μέσω εξάτμισης νερού/υγρασίας



Φυσικός αερισμός

Εξατμιστικός δροσισμός - Αερισμός σε συνδυασμό με στοιχεία νερού και φυτεύσεις

Δροσισμός μέσω εξάτμισης νερού/υγρασίας



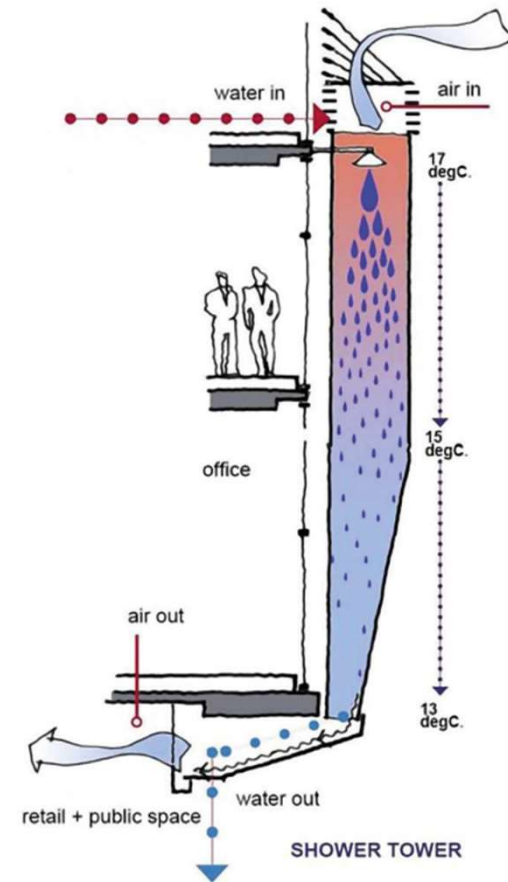
Φυσικός αερισμός

Εξατμιστικός δροσισμός - Αερισμός σε συνδυασμό με στοιχεία νερού και φυτεύσεις



Spanish pavilion, Francisco Mangado, 2008, Expo Zaragoza, Spain, Porous ceramic columns

<https://www.archdaily.com/479306/pabellon-de-espana-para-la-exposicion-internacional-zaragoza-08-francisco-mangado>

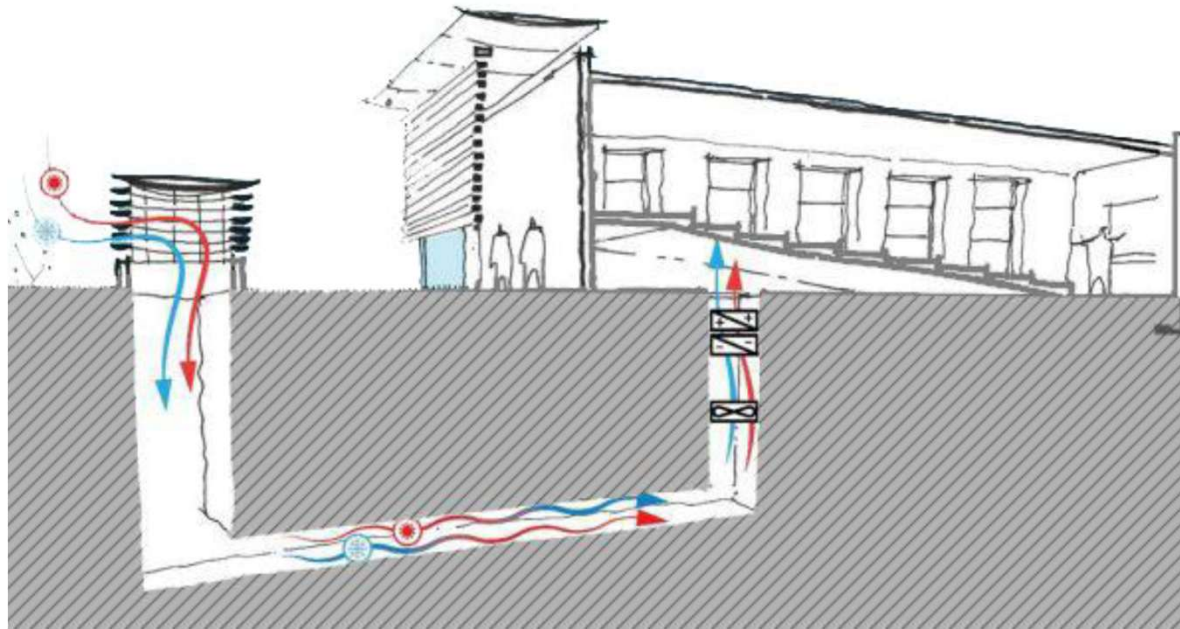


CH2 Desing Inc Melbourne Australia
Shower towers

Φυσικός αερισμός

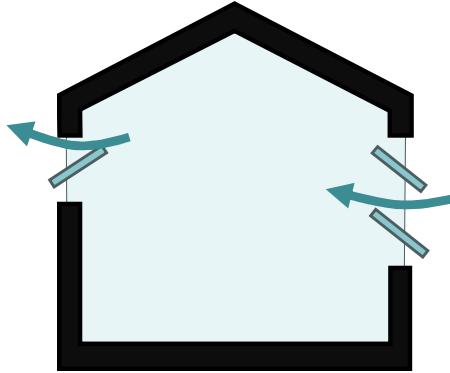
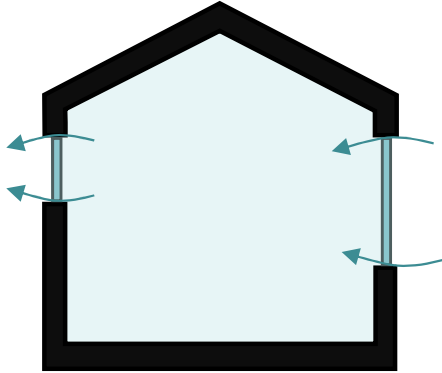
Δροσισμός με αερισμό μέσω του εδάφους

Αξιοποίηση της σταθερής θερμοκρασίας του εδάφους
για τον δροσισμό του εισερχομένου αέρα



Φυσικός αερισμός

Ρυθμός αερισμού : Ανανέωση αέρα ανά ώρα | air changes per hour (ach)



Αεροστεγανό κέλυφος _____ Διαπερατό κέλυφος

0.1ach_0.25ach____0.5ach _____1ach_____2ach_____5ach_____10ach

Απαιτήσεις αερισμού για διαφορετικές χρήσεις κτιρίων (νωπός αέρας $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$)

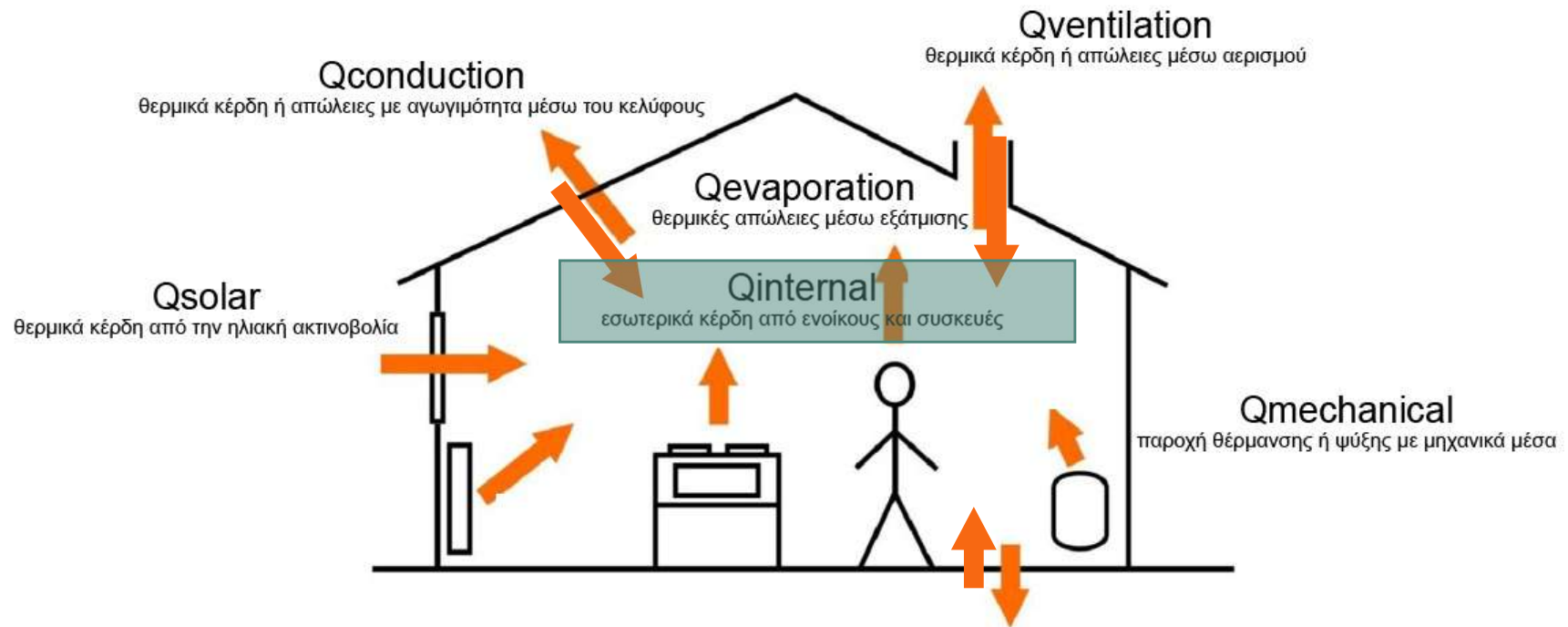
Πίνακας 2.3. Απαιτούμενος νωπός αέρας ανά χρήση κτηρίου (για χώρους μη καπνιζόντων) για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m^2 επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [$\text{m}^3/\text{h}/\text{άτομο}$]	Νωπός αέρας [$\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	5	15	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας*	15	20	3,00
Εστιατόριο	70	25	17,50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	80	25	20,00
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	45	45,00
Θέατρο, κινηματογράφος	100	25	25,00
Χώρος συναυλιών	100	30	30,00
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	50	20	10,00



Φυσικός φωτισμός

ενεργειακό ισοζύγιο: εσωτερικά θερμικά κέρδη από τεχνητό φωτισμό



ΘΕΡΜΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

$$\text{ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ} - \text{ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ} = 0$$

$$Q_I + Q_S + Q_C + Q_V + Q_M - Q_E = 0$$

Φυσικός φωτισμός

Ο φυσικός φωτισμός στα κτίρια εξασφαλίζει
εξοικονόμηση ενέργειας για τεχνητό φωτισμό και
μείωση εσωτερικών θερμικών κερδών από τον τεχνητό φωτισμό
οπτική άνεση
βελτίωση ποιότητας εσωτερικού χώρου



RPBW office, Genoa, Italy, 1989-1991 <http://www.rpbw.com/project/renzo-piano-building-workshop>

Φυσικός φωτισμός

Ο φυσικός φωτισμός επηρεάζεται από:

τη φωτεινότητα ουρανού
το μέγεθος και θέση ανοιγμάτων
το μέγεθος και σχήμα εσωτερικού χώρου
τον τύπο των υαλοπινάκων
στέγαστρα ή σκιάστρα
την ανακλαστικότητα των εσωτερικών επιφανειών



Διαβαθμίσεις φωτεινότητας ουρανού | Sky types

Το φυσικό φως διακρίνεται σε

- άμεσο ηλιακό φως και
- σε διάχυτο φως.

Κατά την Διεθνή Επιτροπή Φωτισμού (CIE)
ορίζονται 15 τύποι ουρανού
με διαβαθμίσεις μεταξύ
καθαρού ουρανού (άμεσο φως) και
νεφροσκεπούς ουρανού (διάχυτο φως)

1955:
νεφροσκεπής ουρανός
(CIE Overcast Sky)
1973:
καθαρός ουρανός
(CIE Clear Sky)
2003:
15 διαβαθμίσεις
φωτεινότητας ουρανού



Καθαρός ουρανός | clear sky

άμεσο ηλιακό φως
direct sunlight



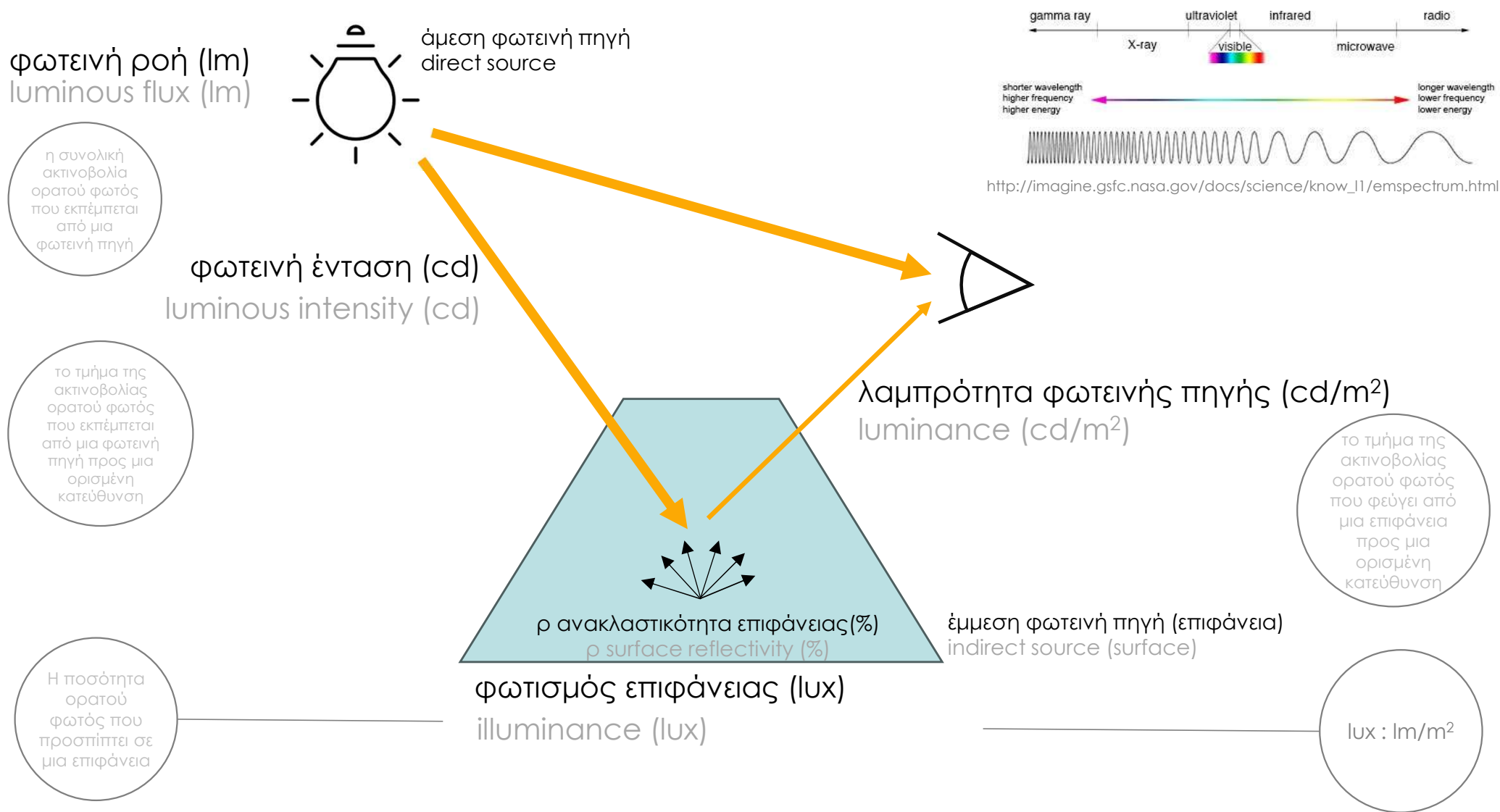
Μερικώς νεφροσκεπής ουρανός |
partly cloudy sky



Νεφροσκεπής ουρανός | overcast sky

διάχυτο φως
diffuse light

Φωτομετρικά μεγέθη | photometry



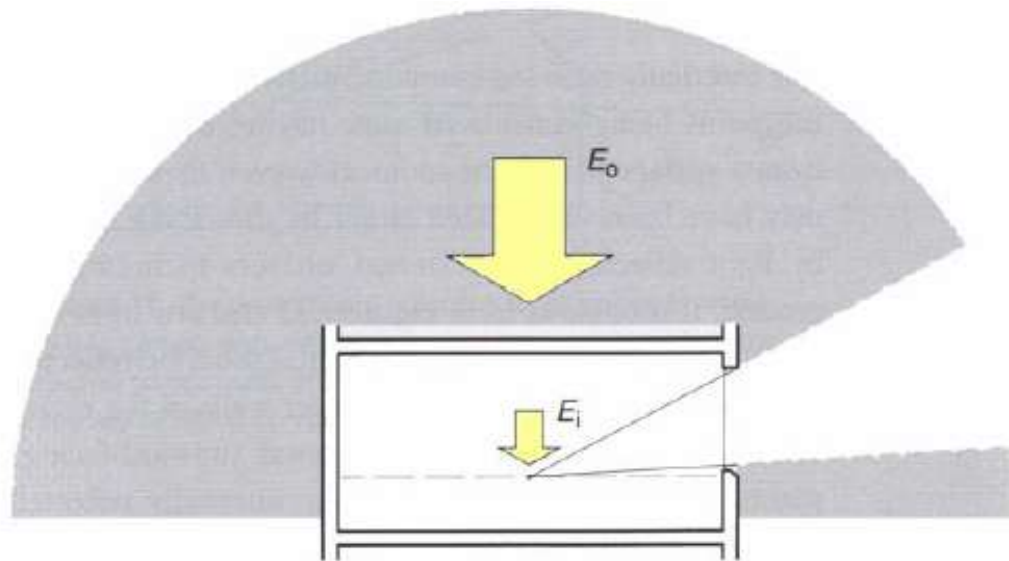
Τα ποσοτικά κριτήρια του φωτισμού στα κτίρια αναφέρονται

- στις τιμές φωτισμού επιφάνειας (lux) κυρίως για τεχνητό αλλά και για φυσικό φωτισμό και
 - στον Παράγοντα Φυσικού Φωτισμού (%) για φυσικό φωτισμό, συνήθως στο επίπεδο εργασίας, δηλαδή σε ύψος 70-80εκ. από το δάπεδο

Παράγοντας φυσικού φωτισμού | daylight factor

Ο Παράγοντας Φυσικού Φωτισμού (Daylight Factor, DF) είναι ο λόγος του φυσικού φωτισμού που δέχεται ένα σημείο του εσωτερικού χώρου (E_i), συνήθως στο ύψος του επιπέδου εργασίας, προς τον αντίστοιχο φωτισμό σε εξωτερικό ανεμπόδιο σημείο (E_o) σε συνθήκες νεφосκεπούς ουρανού, εκφρασμένος επί τοις εκατό.

Daylight Factor : Interior daylight levels (lux) / Exterior daylight levels (lux) (%)



$$DF = (E_i / E_o) \times 100 \%$$

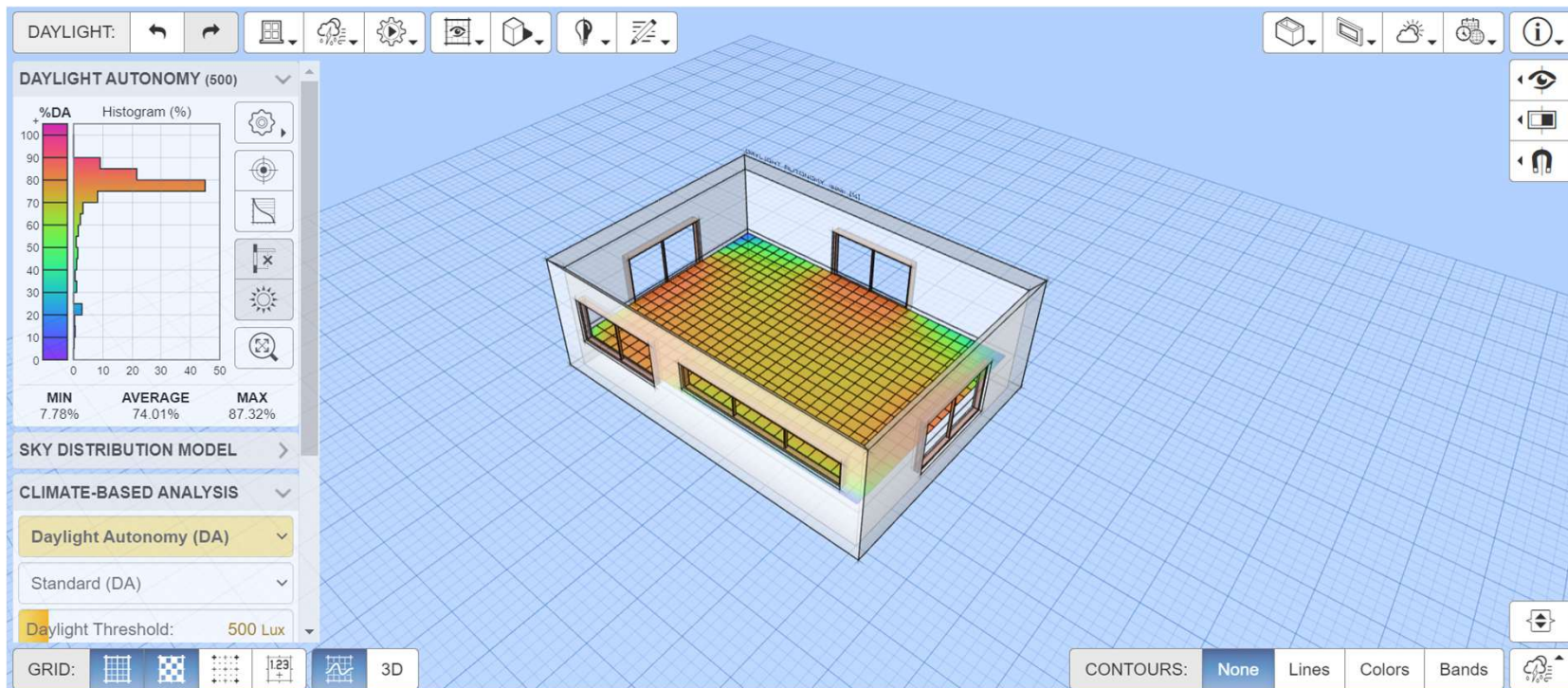
Αυτονομία φυσικού φωτισμού | Daylight autonomy

Climate Based Daylight Modelling

Υπολογισμός επιπέδων φωτισμού, σε τρισδιάστατα μοντέλα κτιρίων, μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ωριαία βάση για το τυπικό μετεωρολογικό έτος της περιοχής.

Λαμβάνονται υπόψη διάφοροι τύποι ουρανού καθώς επίσης και η παρουσία του ήλιου. Από τα αποτελέσματα μπορούν να παραχθούν με την κατάλληλη στατιστική επεξεργασία ποσοτικοί δείκτες χρήσιμοι στον σχεδιασμό όπως η Αυτονομία Φυσικού Φωτισμού ή Daylight Autonomy (DA).

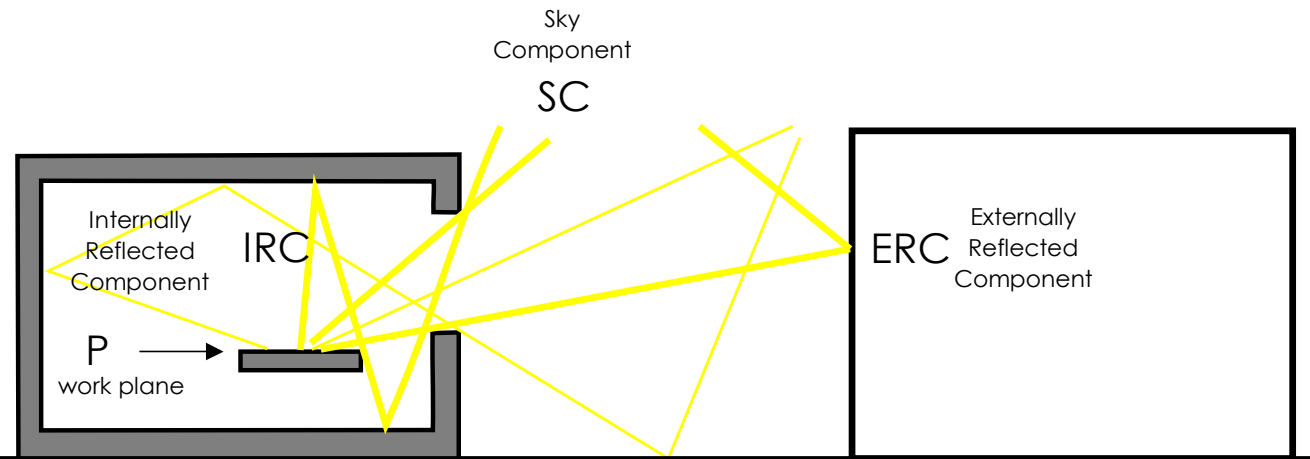
Αυτονομία Φυσικού Φωτισμού ορίζεται ως το ποσοστό των ωρών στο έτος στο οποίο η τιμή φωτισμού σε κάποιο σημείο του χώρου είναι μεγαλύτερη από κάποια τιμή σχεδιασμού (π.χ. 500 lx)



συντελεστές φυσικού φωτισμού | daylight components

Η ποσότητα του φυσικού φωτός σε ένα σημείο στο εσωτερικό ενός χώρου εξαρτάται από:

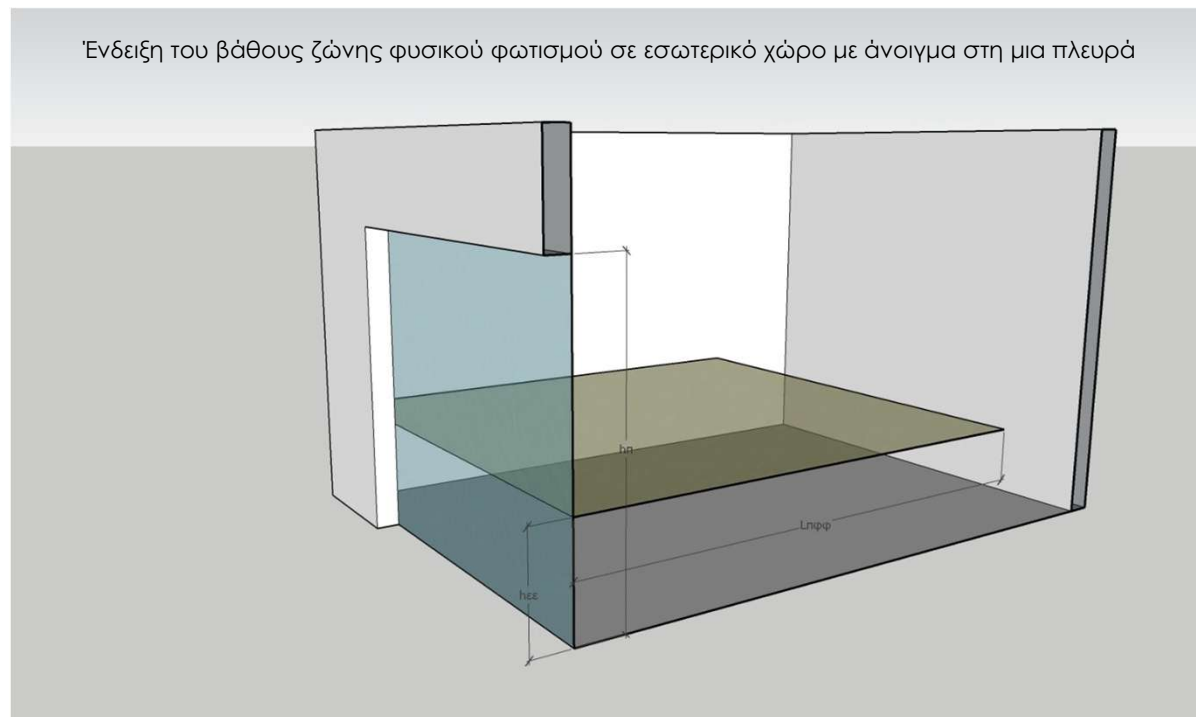
- το φως που προέρχεται απευθείας από τον ουρανό
- το φως που προέρχεται από ανάκλαση σε εξωτερικές επιφάνειες
- το φως που προέρχεται από ανάκλαση σε εσωτερικές επιφάνειες



$$DF(P) = SC(P) + ERC(P) + IRC(P)$$

Ζώνη φυσικού φωτισμού | daylight zone

Η συνεισφορά του εξωτερικά ανακλώμενου φωτός και αυτού που προέρχεται απευθείας από τον ουρανό μειώνονται όσο αυξάνει η απόσταση από το παράθυρο.



το βάθος της ζώνης φυσικού φωτισμού = $2,5 \times (\text{το ύψος πρεκίου του διαφανούς δομικού στοιχείου} - \text{το ύψος της επιφάνειας εργασίας})$

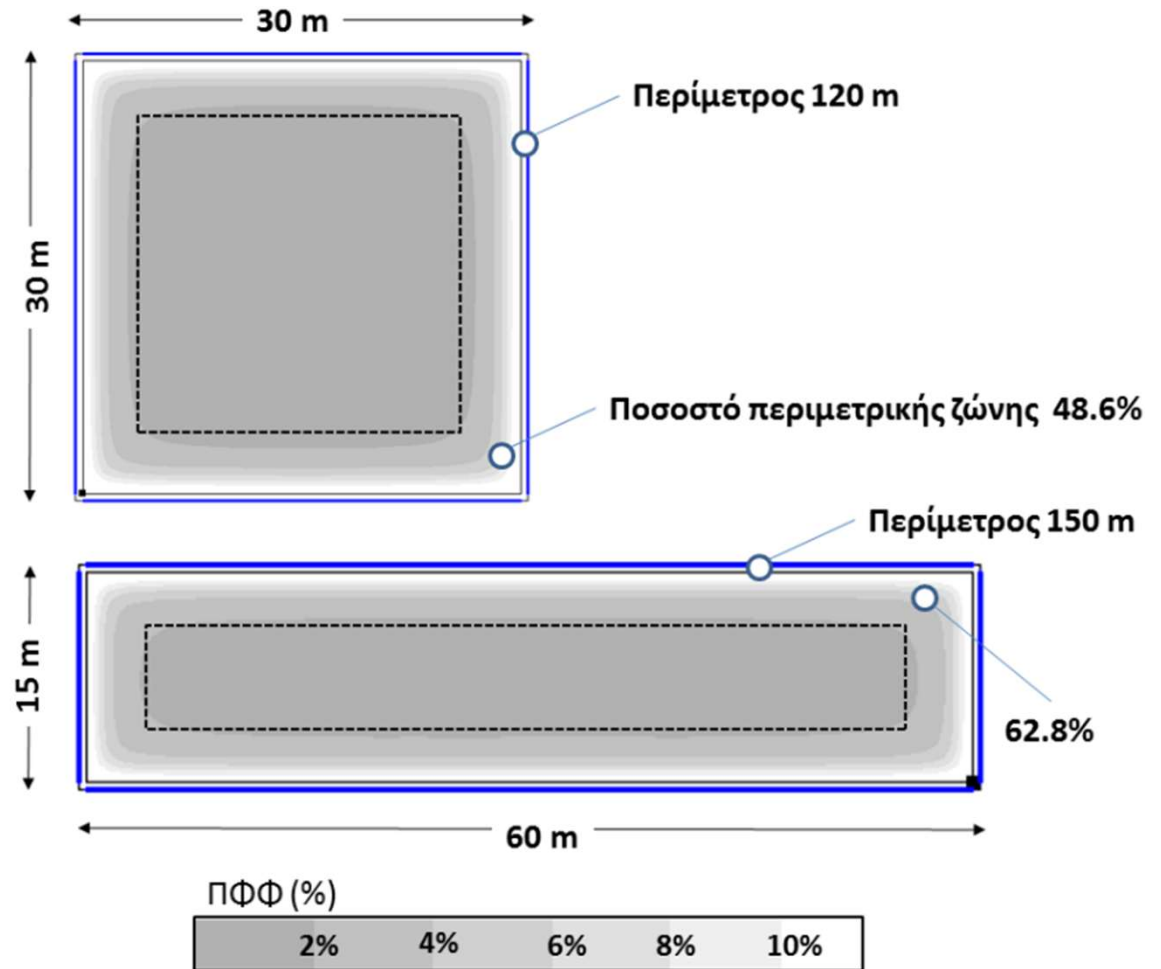
Επίδραση σχήματος κτιρίου | effect of building form

Διαστασιολόγηση ανοιγμάτων με βάση τον προσανατολισμό :

- **Βόρεια ανοίγματα:** ελάχιστα ηλιακά κέρδη, σχετική σταθερότητα στην παροχή διάχυτου φωτισμού, γενικά μικρές τιμές φυσικού φωτισμού που εξαρτάται από το μέγεθος των ανοιγμάτων, θερμικές απώλειες για τους χώρους.

- **Νότια ανοίγματα:** ηλιακά κέρδη, «δυναμικά» χαρακτηριστικά του φυσικού φωτισμού λόγω της πιθανής παρουσίας ηλιακών ιχνών. Η χρήση σκίασης πιθανόν να επιφέρει τροποποιήσεις.

- **Δυτικά, ανατολικά ανοίγματα:** χαμηλή θέση ήλιου, είσοδος ηλιακών ακτίνων, τα ανοίγματα χρειάζονται την ηλιοπροστασία (μείωση φορτίων αιχμής για ψύξη).



μέγεθος και θέση ανοιγμάτων | window size and location

Παράδειγμα αναλυτικού υπολογισμού αποτελεσμάτων αντικατάστασης κουφωμάτων σε υφιστάμενο κτίριο με νέα μεγαλύτερης επιφάνειας υαλοστασίων και χαμηλότερου συντελεστή θερμοπερατότητας:

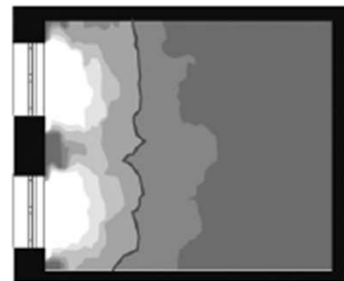
- ~30% αύξηση του παράγοντα φυσικού φωτισμού και
- ~25% μείωση της κατανάλωσης ενέργειας

Η αύξηση της επιφάνειας των ανοιγμάτων μπορεί να οδηγήσει σε υπερθέρμανση το καλοκαίρι αν δεν προβλεφθεί ηλιοπροστασία ανάλογα με τον προσανατολισμό και τον περιβάλλοντα χώρο.

Daylight



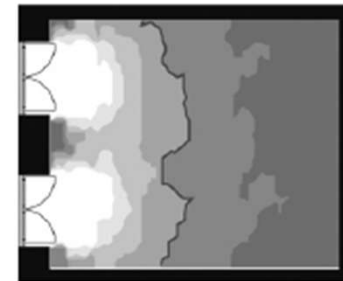
Traditional single-glazed window
Daylight Factor 1,92%



DF = 2%



French window
Daylight Factor 2,48%



DF = 2%

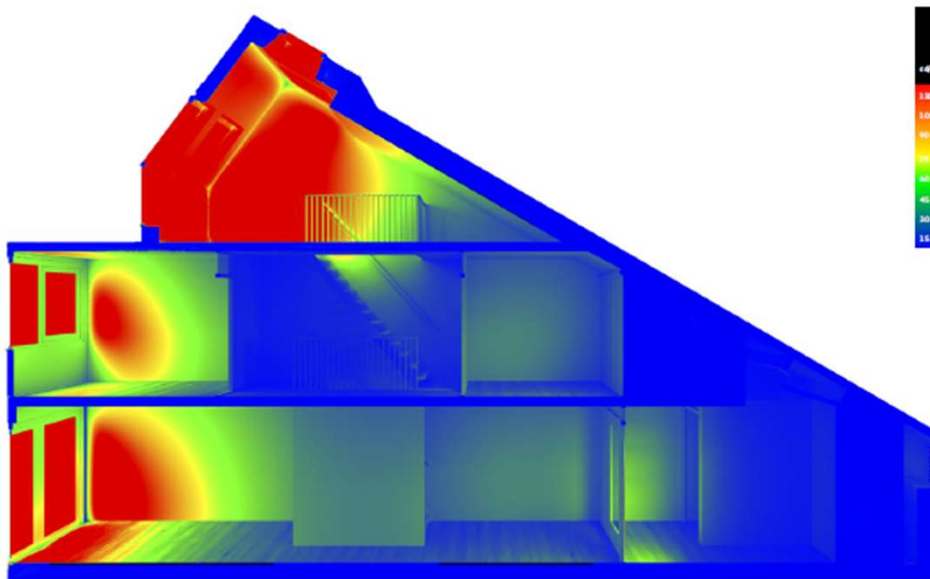
This scenario references the existing conditions, so there are no expenses.

Price for this room:
0 dkr

The price includes materials and labor for changes to the facade and installation of French windows, including expenses for setup of a construction site.

Price for this room:
82.000 dkr

μέγεθος και θέση ανοιγμάτων | window size and location

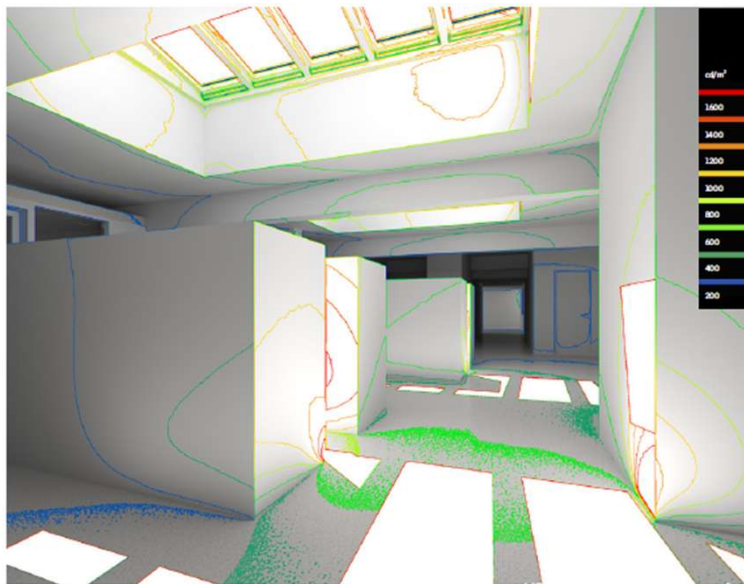


Section through one house showing the distribution of luminance levels under overcast sky conditions in photo-realistic (above) and false colour (below) views.

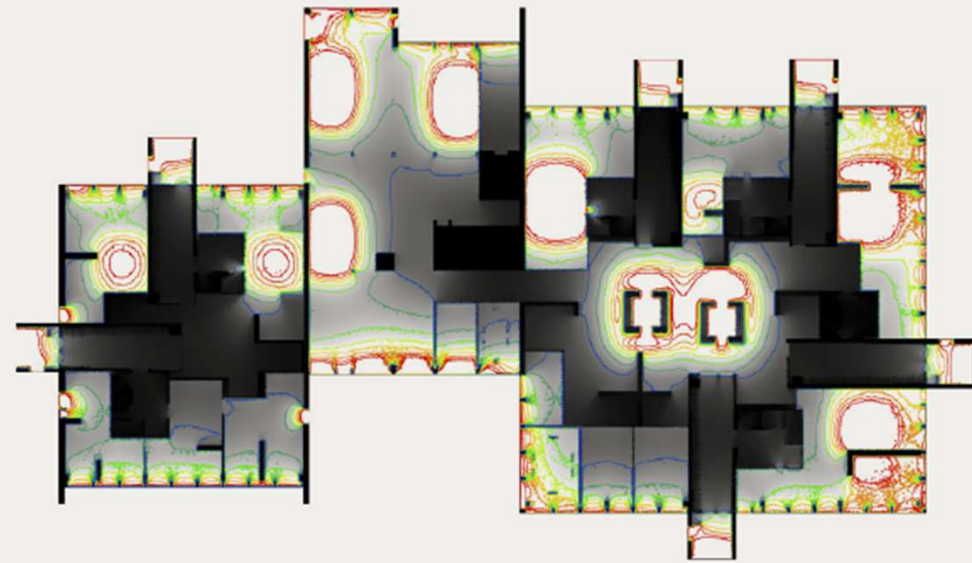
Poorterstraat, Montfoort, NL, refurbishment BouwhulpGroep,
Schoof, J. (2013). Poorterstraat, Montfoort: Daylight for all. *Daylight & Architecture*, 19, 39-46. VELUX Group. Retrieved from <https://issuu.com/da-magazine/docs/da19>

Velux, Daylight visualiser. <https://www.velux.com/what-we-do/digital-tools/daylight-visualizer>

μέγεθος και σχήμα εσωτερικού χώρου | interior space size and shape



Floor plan with daylight factor levels (ground floor). Contrary to the rendering on page 55, only diffuse daylight is taken into account here. The rendering shows that the modular skylights permit to deliver high amount of daylight in the central areas of the building where it would otherwise not be possible.



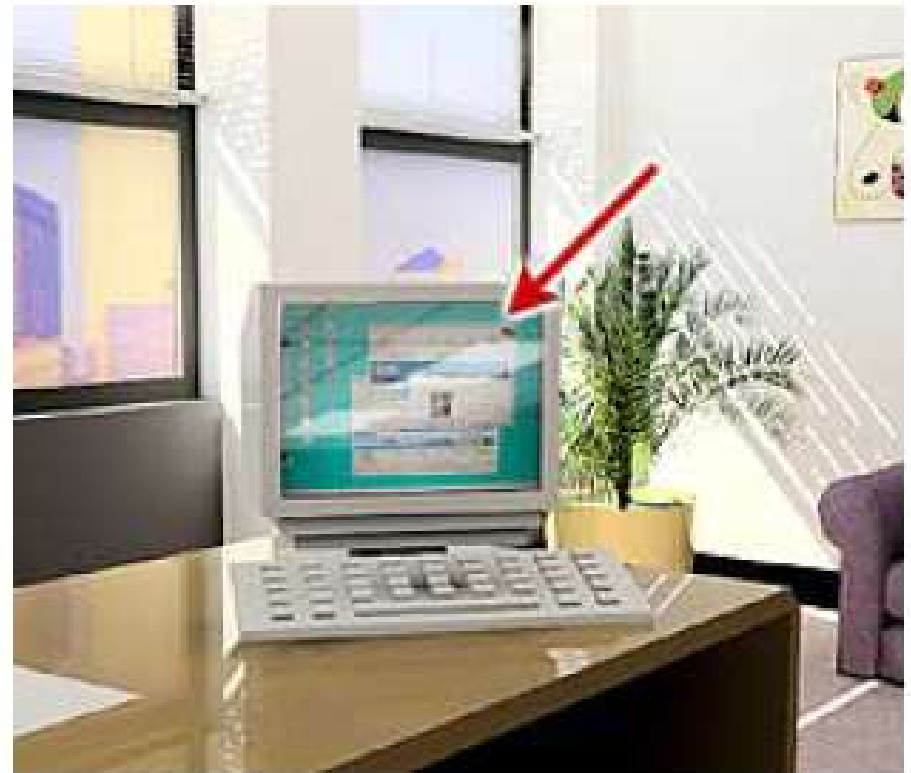
Θάμβωση | Glare

Θάμβωση είναι η έλλειψη οπτικής άνεσης ή η μείωση της ικανότητας να διακρίνονται οι λεπτομέρειες των αντικειμένων (σύμφωνα με τη Διεθνή Επιτροπή Φωτισμού)

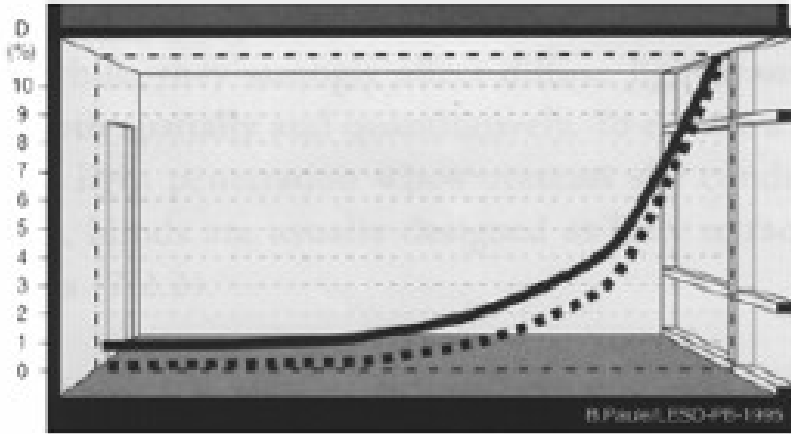
Η άμεση θάμβωση προκαλείται από φωτεινές πηγές, φυσικές ή τεχνητές, που είναι άμεσα ορατές, στο κέντρο του οπτικού πεδίου.



Η ανακλώμενη (έμμεση) θάμβωση προκαλείται από λείες και γυαλιστερές επιφάνειες οι οποίες ανακλούν το φως από τη φωτεινή πηγή.

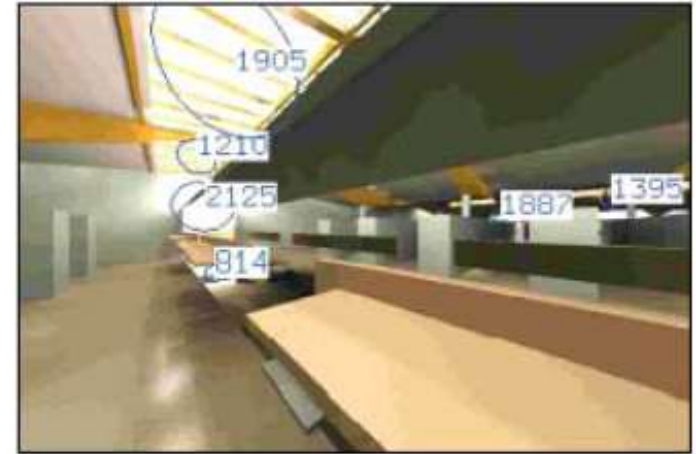


Ομοιόμορφη κατανομή φωτισμού | daylight uniform distribution



Κατανομή φυσικού φωτισμού στο επίπεδο εργασίας.

Baker, N. and K. Steemers (2002). Daylight design of buildings. James and James.



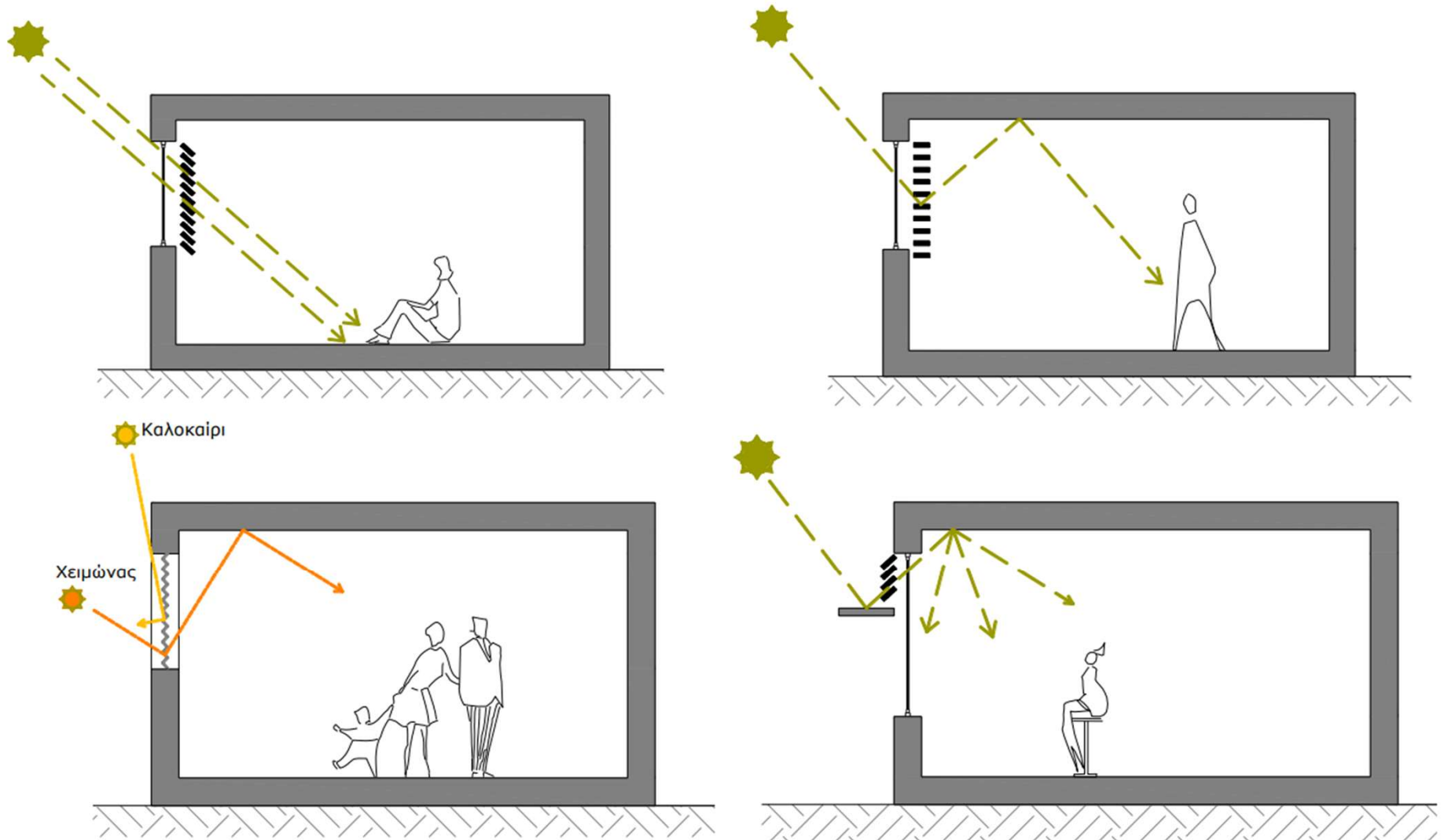
<https://www.radiance-online.org/>

Όσο πιο ομοιόμορφη είναι η κατανομή του φωτισμού σε ένα χώρο, τόσο μειώνεται η τάση των χρηστών να χρησιμοποιήσουν τεχνητό φωτισμό.

uniformity ratio : DF_{min}/DF_{avg}

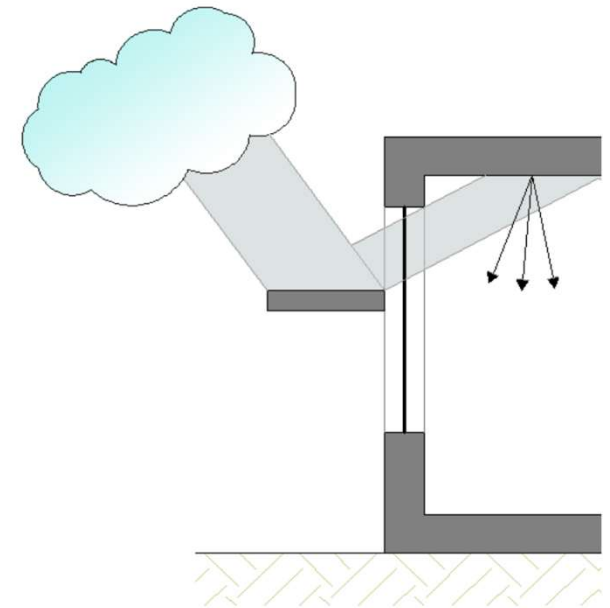
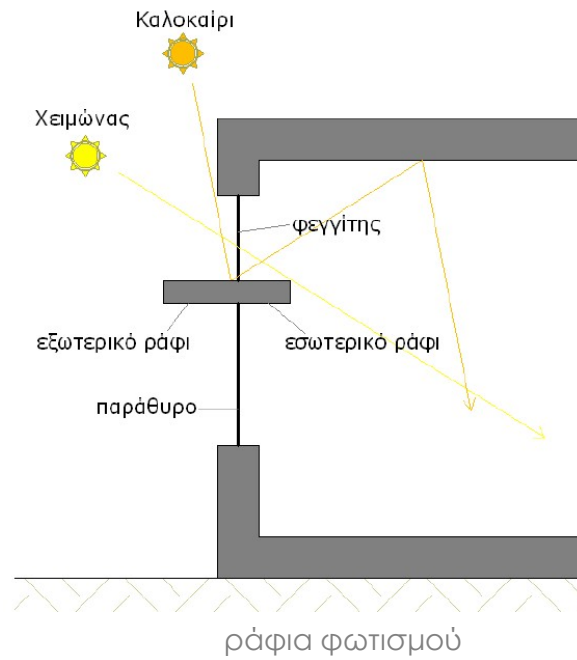
Η ομοιομορφία φωτισμού και η αποφυγή θάμβωσης εξαρτώνται από τη θέση και την ένταση των φωτεινών πηγών και από την ανακλαστικότητα των επιφανειών (οροφή, τοίχοι, δάπεδο, έπιπλα).

Φυσικός φωτισμός και ηλιοπροστασία | daylight and solar control

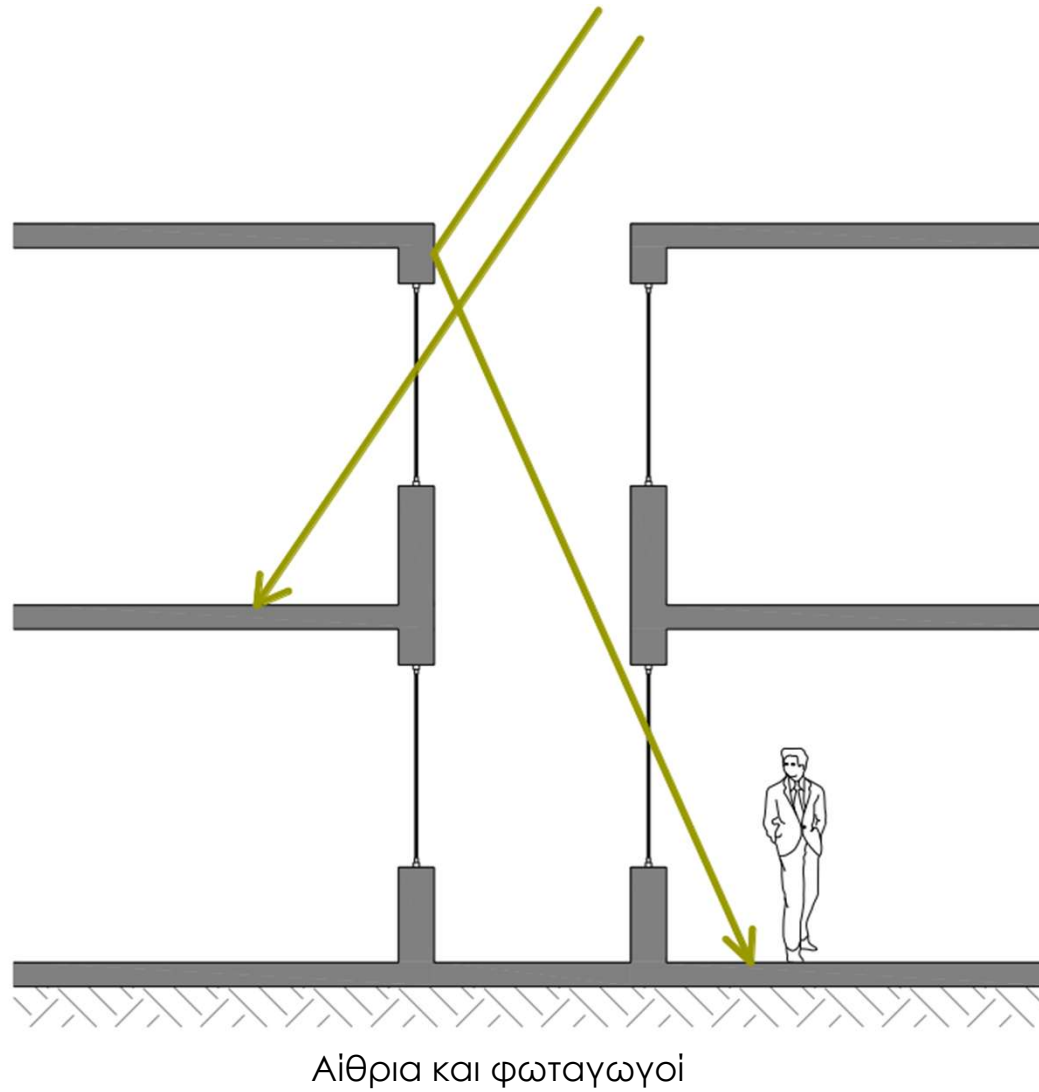


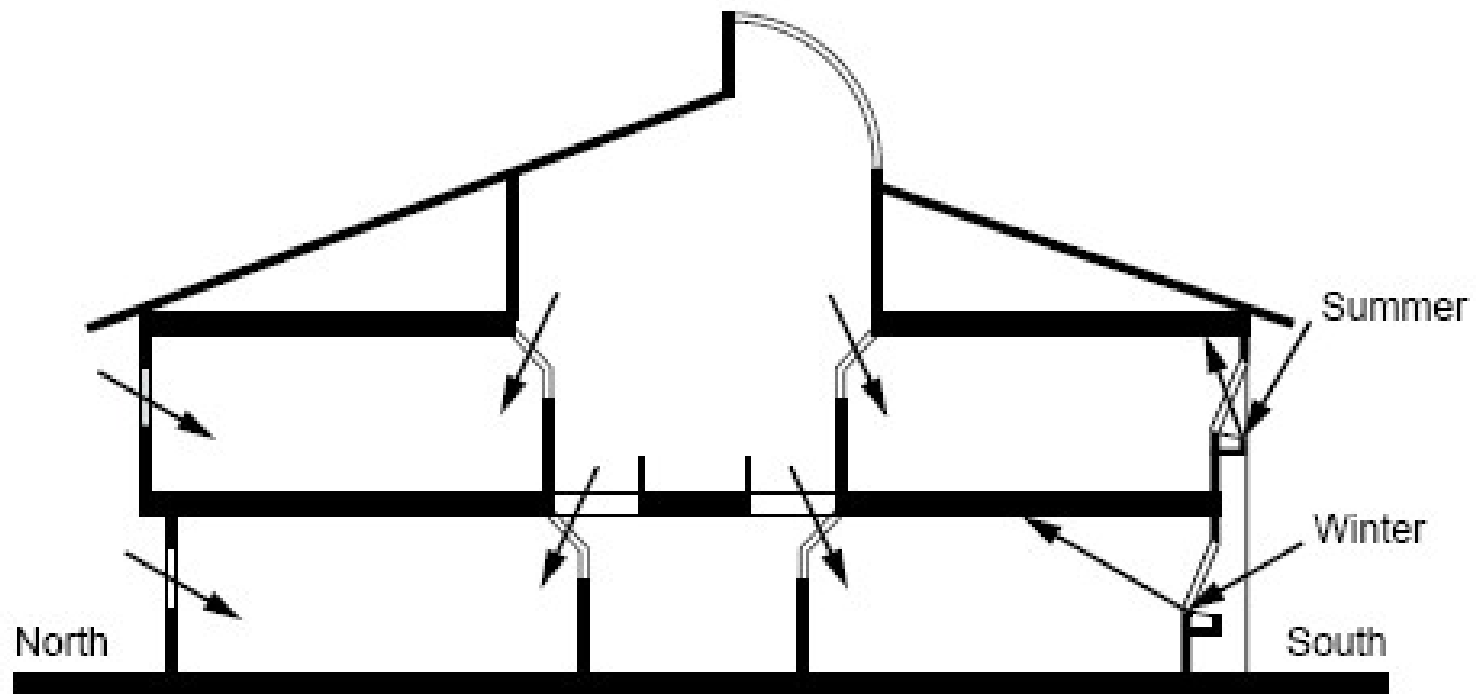
Συστήματα ηλιοπροστασίας σε σχέση με τον φυσικό φωτισμό

ενίσχυση φυσικού φωτισμού | daylight enhancement



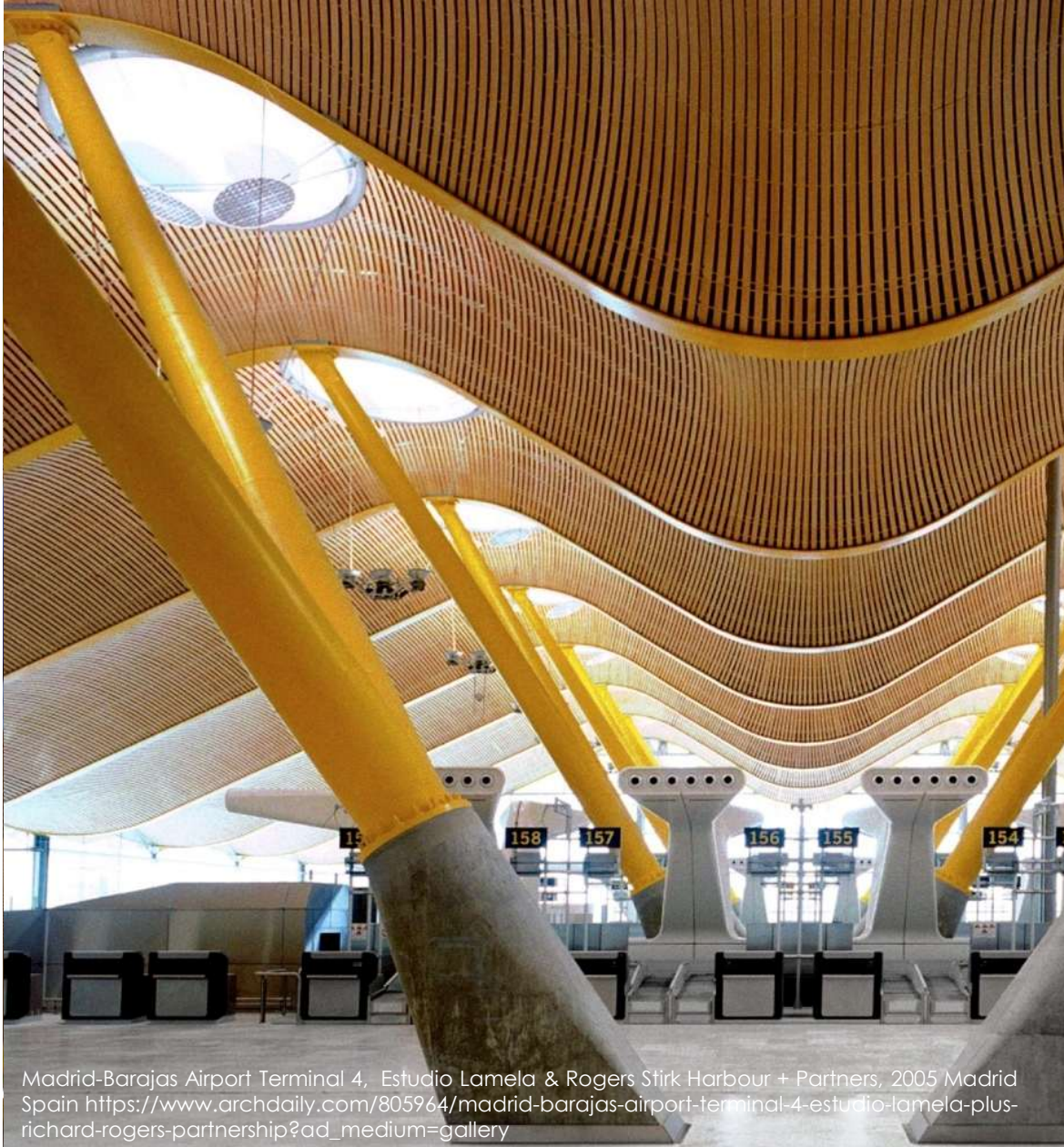
ενίσχυση φυσικού φωτισμού | daylight enhancement





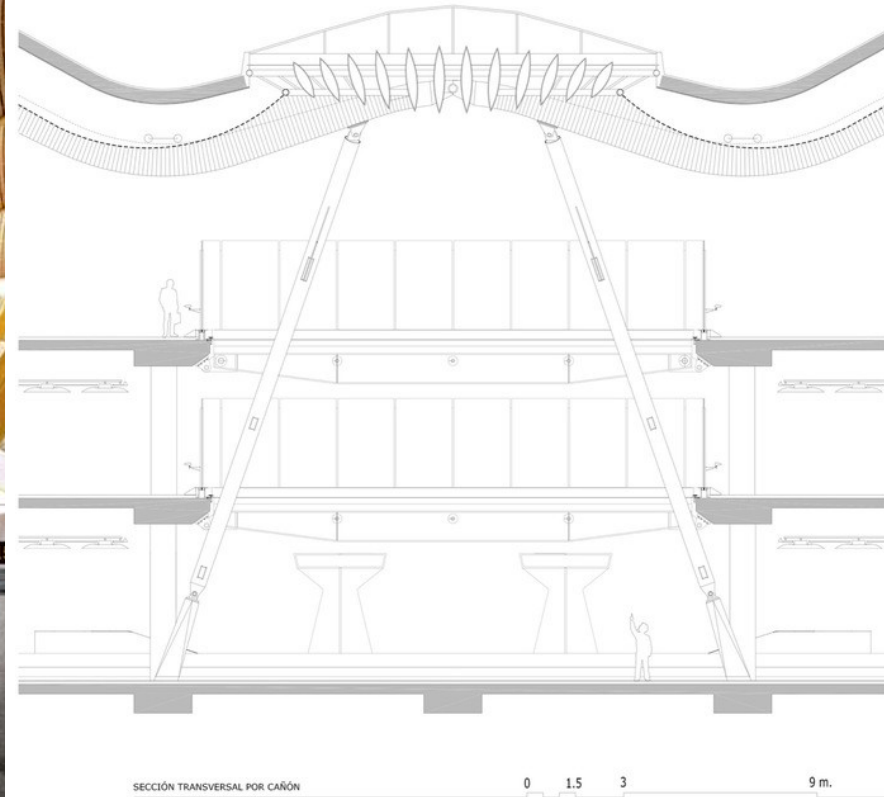
Αίθριο, ανοίγματα οροφής και αμφίπλευρος φωτισμός
College 'La Vanoise', Modane, France

Φυσικός φωτισμός



Madrid-Barajas Airport Terminal 4, Estudio Lamela & Rogers Stirk Harbour + Partners, 2005 Madrid Spain https://www.archdaily.com/805964/madrid-barajas-airport-terminal-4-estudio-lamela-plus-richard-rogers-partnership?ad_medium=gallery

Οριζόντια ανοίγματα οροφής | skylights



SECCIÓN TRANSVERSAL POR CAÑÓN

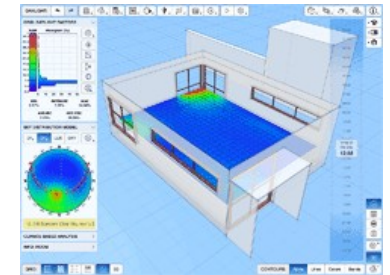
0 1.5 3 9 m.

Εργαλεία | tools

- Radiance. A Validated Lighting Simulation Tool. <https://www.radiance-online.org/>
- Marsh, A. (2019.) Dynamic Daylighting. Online software application. <https://andrewmarsh.com/software/daylight-box-web/>
- Velux, Daylight visualiser. <https://www.velux.com/what-we-do/digital-tools/daylight-visualizer>
- Dialux. Lighting design software. <https://www.dialux.com/en-GB/>



DIALux



Dynamic Daylighting



<https://www.solemma.com/climatestudio>



<https://designbuilder.co.uk/>



<https://www.iesve.com/services/design-analysis/daylight-solar-analysis>