

**ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ**

ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

**ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΥ ΛΕΝΑ
ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ ΜΗΧ/ΚΟΣ MSc EDE**

ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας



Φυσικό Φώς

*Αρχιτεκτονική είναι το υπέροχο
παιγνίδι των όγκων στο φως*

Le Corbusier, 1927

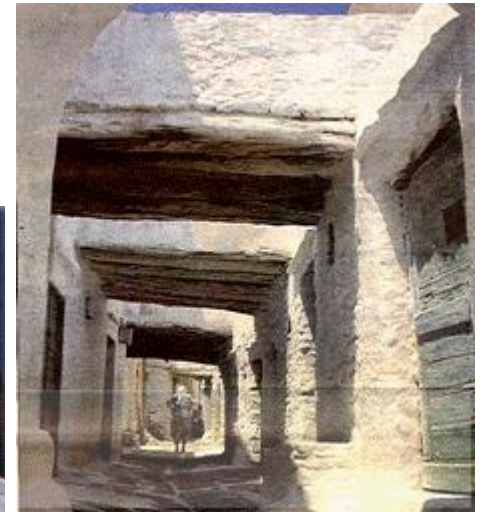


Για εκατοντάδες χρόνια: μία και μοναδική φωτεινή πηγή:



Σχήματα και μεγέθη, υλικά και λεπτομέρειες, καθορίζονται -σε σημαντικό βαθμό- από τη γενική εμφάνιση του χώρου, όταν φωτίζεται από φυσικό φως.

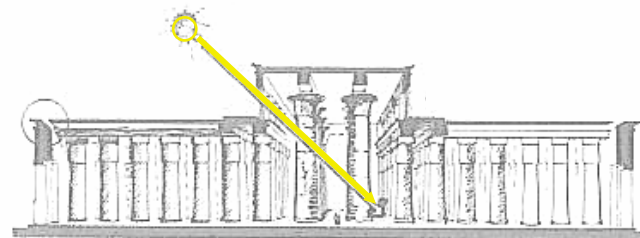
Οι φόρμες αναπτύσσονται με βάση το επιθυμητό φως.



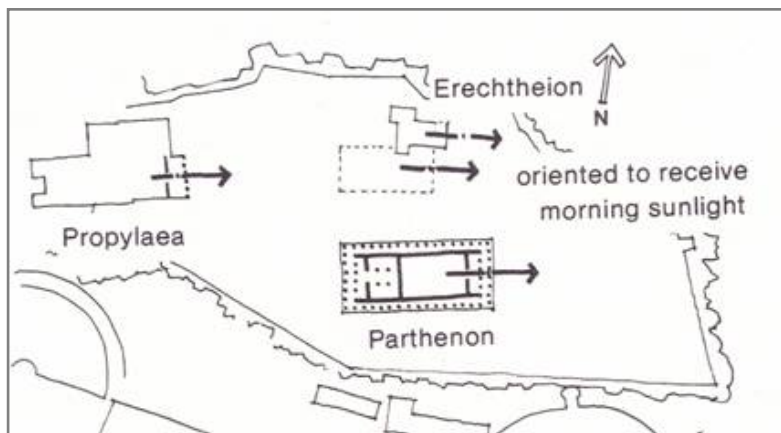
Ο φυσικός φωτισμός στο εσωτερικό των κτιρίων καθορίζεται από:

- το κλίμα
- το μέγεθος και τη θέση των ανοιγμάτων

Η αρχιτεκτονική του παρελθόντος τείνει να επιτρέπει την είσοδο φυσικού φωτός μόνο εκεί που είναι επιθυμητό. Συνήθως τα ανοίγματα και -οι αντίστοιχες φωτεινές περιοχές- επισημαίνουν κάποιο ιδιαίτερο στοιχείο/λειτουργία του χώρου

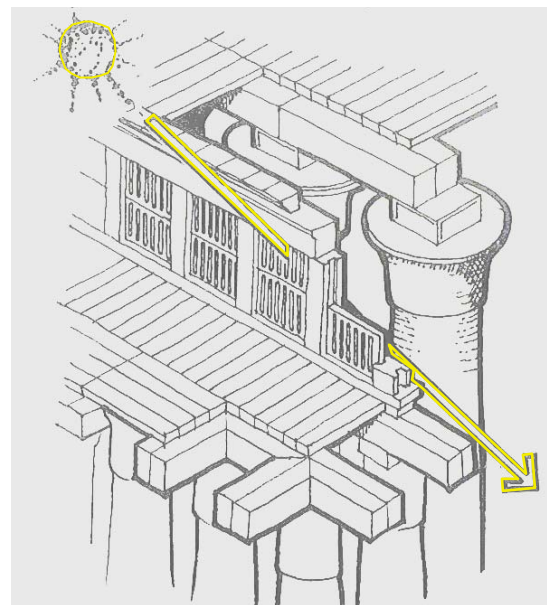


Ναός του Άμμωνα στο Καρνάκ



Ακρόπολη

Οι ελληνικοί ναοί είναι προσανατολισμένοι Ανατολικά, ώστε τα αγάλματα να δέχονται ηλιακό φως από τα ανοίγματα των εισόδων, καθώς αυτά είναι οι μόνες πηγές φωτός.



Σε κλίματα με άπλετο φυσικό φως, υψηλής λαμπρότητας, προβλήματα θάμβωσης αντιμετωπίζονται με:



➤ μείωση του μεγέθους των ανοιγμάτων



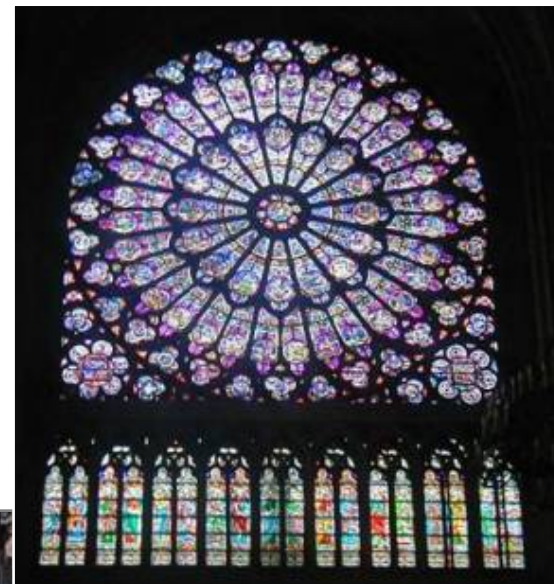
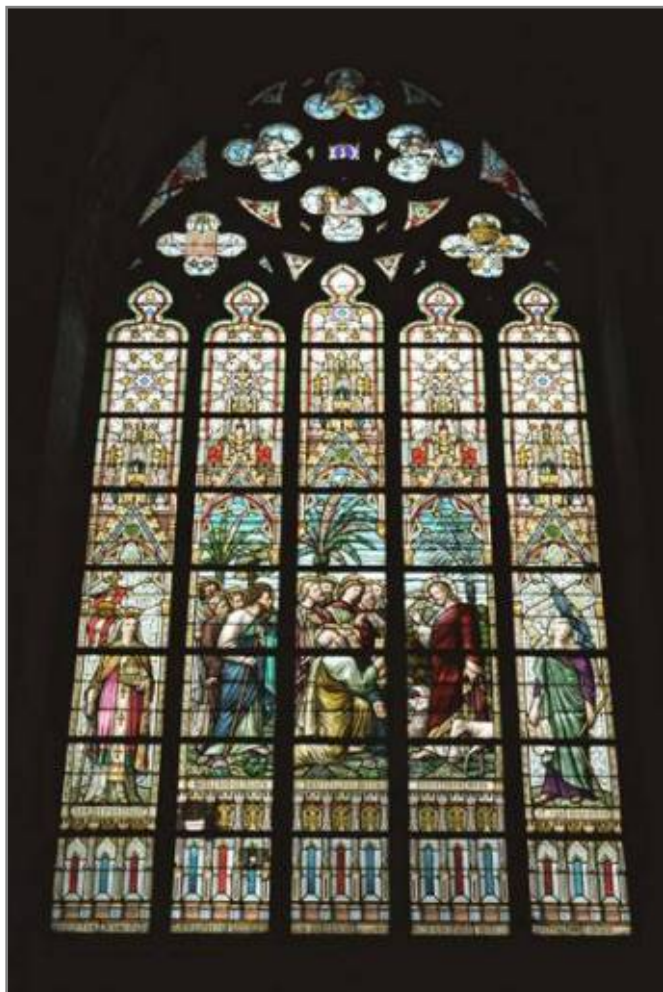
➤ **χρήση διαχυτικών υλικών στα ανοίγματα**



**γρίλιες
καφασωτά**



διαχυτικούς
ή
έγχρωμους
υαλοπίνακες



ΠΡΙΝ ΤΟ 1800



κτιριακό κέλυφος:

- το μόνο μέσον που διαχωρίζει το εξωτερικό από το εσωτερικό περιβάλλον.

Φωτισμός: φυσικός.

Συμπληρωματικός φωτισμός: κεριά και λάμπες λαδιού

- το κύριο μέσον για τον έλεγχο του θερμικού περιβάλλοντος.

Βοηθητικό μέσον θέρμανσης: εστίες τζακιού.



ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ



Η χρήση των μεταλλικών στοιχείων στην κατασκευή επιτρέπει τη στήριξη του κτιρίου μόνο σε κολώνες.

Ρόλος της εξωτερικής τοιχοποιίας:
προστασία από τις εξωτερικές συνθήκες.

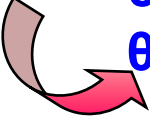
Η δημιουργία μεγάλων ανοιγμάτων με
γαλί είναι εφικτή.



Μεγάλα ανοίγματα και είσοδος άπλετου φυσικού φωτός:

 θάμβωση

 θερμικές απώλειες κατά τη χειμερινή περίοδο

 υπερθέρμανση κατά τη θερινή περίοδο

Το πλεονέκτημα της μεγάλης θερμικής μάζας χάνεται και η λειτουργία της αντικαθίσταται από:

 μηχανικά συστήματα θέρμανσης

 μηχανικά συστήματα ψύξης



όσο για το φωτισμό

beautiful
Edison
lamp



perfect
carbon
filament



Εφεύρεση της λάμπας αερίου και, στη συνέχεια, του 'ηλεκτρικού λαμπτήρα πυρακτώσεως' από τον Τ. Edison (1879).



'Τεχνητό φως': απόλυτα ελεγχόμενο ως προς τη διάρκεια και την ποσότητα.

Θεωρητικά, οι δυνατότητες στο φωτισμό είναι άπειρες.
Και, **θεωρητικά**, οι δυνατότητες των αρχιτεκτόνων για 'υψηλή αρχιτεκτονική' είναι πολύ μεγαλύτερες **αλλά**



και τι συμβαίνει μετά

Τεχνητές πηγές: κύριο μέσον φωτισμού



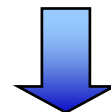
Ο φωτισμός των χώρων δεν εξαρτάται πια από τη γειτνίαση με εξωτερικούς τοίχους.



Μεγάλα κτιριακά βάθη είναι εφικτά.

Από την άλλη:

Με τη δυνατότητα για βεβιασμένη κίνηση αέρα -και αργότερα- με τον κλιματισμό,



~~περιορισμοί βάθους για λόγους αερισμού,~~



~~ανοιγόμενα παράθυρα~~

- τεχνητός φωτισμός + κλιματισμός: κατασκευή κτιρίων μεγάλου βάθους και χαμηλού ύψους ορόφων !!...
- νέες στατικές δυνατότητες + ανελκυστήρας: μεγάλα κτιριακά ύψη !!...
- ανάπτυξη των μέσων μεταφοράς: δυνατότητα μεταφοράς υλικών κατασκευής από άλλες περιοχές !!...



ΜΟΝΤΕΡΝΟ ΚΙΝΗΜΑ

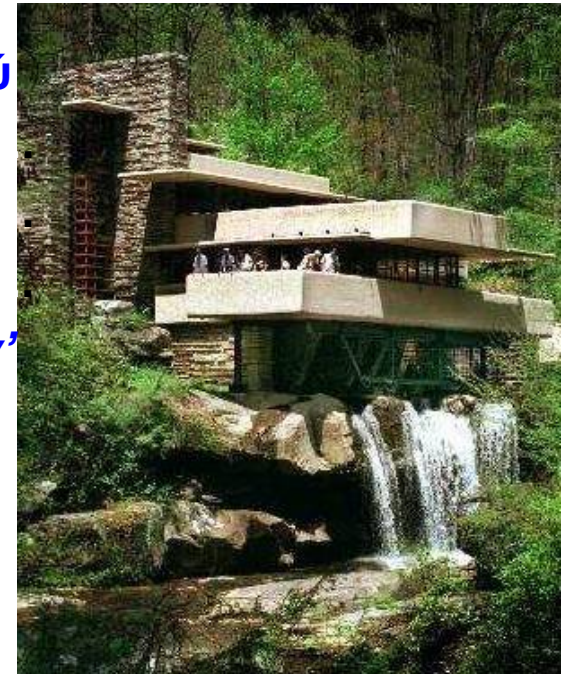
Από τους πρωτοπόρους του μοντέρνου κινήματος:

Κάποιοι διατηρούν τις ιστορικές αρχές του σχεδιασμού

- προσανατολισμό
- φυσικό αερισμό
- φυσικό φωτισμό

και επιλεκτικά, χρησιμοποιούν τη νέα τεχνολογία ως 'μέσον'

(Frank Lloyd Wright, Le Corbusier, Alvar Aalto)



Άλλοι αγνοούν το κλίμα και χρησιμοποιούν τη νέα τεχνολογία ως 'τελικό σκοπό', που 'γεννά' την κτιριακή φόρμα.

(Walter Gropius, Eliel Saarinen, Ludwig Mies van der Roë).



Χαρακτηριστικά του νέου Διεθνούς στυλ:

- ❑ οικονομία στη δόμηση
- ❑ οικονομία χώρου
- ❑ οικονομία στη διακόσμηση
- ❑ οικονομία στο εργατικό και κατασκευαστικό κόστος
- ❑ **ΜΕΓΑΛΗ ΑΥΞΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ**



(παραγωγή και μεταφορά υλικών, κατασκευή και λειτουργία κτιρίου)

Στα χρόνια που ακολούθησαν έως '70 (άφθονη & φθηνή ενέργεια)

- ❑ ανάλωση των ενεργειακών πηγών: **ΑΓΝΟΕΙΤΑΙ**
- ❑ οικολογικές συνέπειες: **ΑΓΝΟΟΥΝΤΑΙ**
- ❑ προσανατολισμός, φυσικός αερισμός, φυσικός φωτισμός: ... **ΕΓΚΑΤΑΛΕΙΠΟΝΤΑΙ**



Η πρώτη ενεργειακή κρίση - 1973

Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της επαναφοράς αρχών σχεδιασμού, που αφορούν στη χρήση φυσικών πηγών, γίνεται επιτακτική.

Ο ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ επανεντάσσεται στις παραμέτρους σχεδιασμού..... αρχικά, ως μέσον εξοικονόμησης



Άλλοι παράγοντες που συγκλίνουν υπέρ της χρήσης φυσικού φωτισμού στα κτίρια:

- ❑ σύνδρομο ‘άρρωστων κτιρίων’
- ❑ φασματική ποιότητα – οπτική άνεση
- ❑ αύξηση παραγωγικότητας

ΦΥΣΙΚΟ ΦΩΣ: υγιεινό περιβάλλον, εξοικονόμηση ενέργειας & χρημάτων !



Ο ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Η ενεργειακή παράμετρος και η θερμική και οπτική άνεση, επανέρχονται ως βασικά κριτήρια του κτιριακού σχεδιασμού.



Η αρχιτεκτονική των τελευταίων δεκαετιών, παγκοσμίως, σηματοδοτείται από μεγάλα κτιριακά έργα στα οποία η ένταξη του φυσικού φωτισμού αποτελεί κύρια παράμετρο



..... στην Ελλάδα, σήμερα

Μερικά παραδείγματα σχεδιασμού και απόδοσης φυσικού φωτισμού 

Σύμβουλος: *ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας*



ΚΕΝΤΡΟ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ & ΜΟΥΣΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ – Θέρμη Θεσσαλονίκης

Αρχιτέκτονες: Π.Τζώνος, Γ. Χούπελ, Χ. Χούπελ, Λ. Σπάνια

FOYER & ΜΟΥΣΕΙΟ

- ❑ μελέτη σχεδιασμού και απόδοσης των ανοιγμάτων (στάθμες φωτισμού και προστασία από θάμβωση)
- ❑ καθορισμός των φωτομετρικών χαρακτηριστικών των υαλοπινάκων



FOYER : κατακόρυφα ανοίγματα & ανοίγματα οροφής δημιουργούν ένα φυσικά φωτιζόμενο πέρασμα προς τον χώρο του Μουσείου

ΜΟΥΣΕΙΟ: ανοίγματα οροφής βόρειου προσανατολισμού, συμμετρικά τοποθετημένα

- ❑ Στάθμες φυσικού φωτισμού: > απαιτούμενη εργονομική στάθμη και Λόγος Ομοιομορφίας: $UR > 0,5$
- ❑ Ο φυσικός φωτισμός καλύπτει πλήρως τις λειτουργικές απαιτήσεις του κτιρίου
- ❑ Εξοικονόμηση ενέργειας, ετησίως: > 90%



ΠΑΝ/ΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ – ΝΕΑ ΠΤΕΡΥΓΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

Αρχιτέκτονες: Γραφείο ΔΟΞΙΑΔΗ



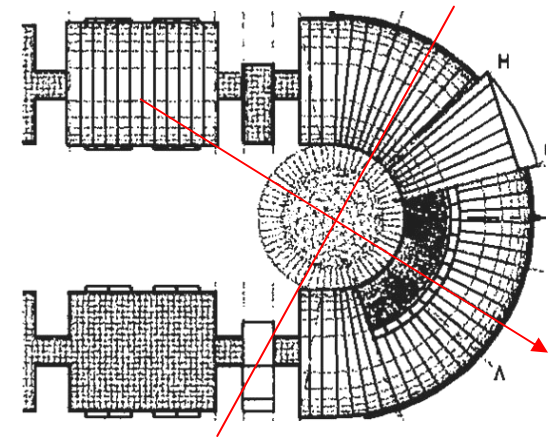
- υπολογισμοί στάθμης φυσικού φωτισμού, προσομοιώσεις του φωτεινού περιβάλλοντος
- προσδιορισμός απαιτούμενων φωτομετρικών χαρακτηριστικών των υαλοπινάκων και των σκιάστρων

ΑΜΕΣΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ:

κατακόρυφα
ανοίγματα

ΕΜΜΕΣΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ:

Υαλότοιχος στο Νότο +
ανοίγματα στις
διαχωριστικές τοιχοποιίες

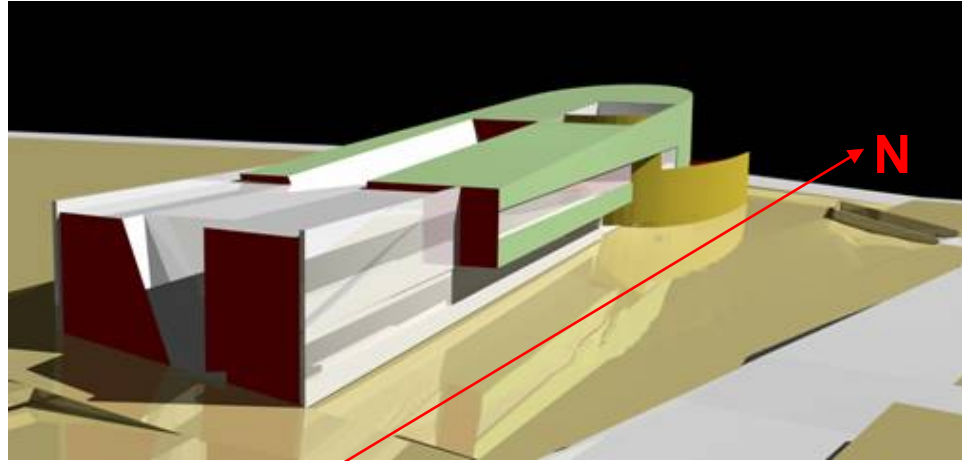


- Οι στάθμες φυσικού φωτισμού ικανοποιούν τις απαιτήσεις, στους περισσότερους χώρους
- Κατακόρυφα σκιάστρα σε ανατολικά & δυτικά ανοίγματα + εσωτερικοί ανακλαστήρες + έμμεσος φωτισμός: για βελτίωση της κατανομής και του UR
- Κατάλληλα ομαδοποιημένα τεχνητά συστήματα παρέχουν συμπληρωματικό φως σε χώρους με μεγάλο βάθος
- Εξοικονόμηση ενέργειας ετησίως, 65%



ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ ΓΕΡΑΚΑ – ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΧΝΗΣ & ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

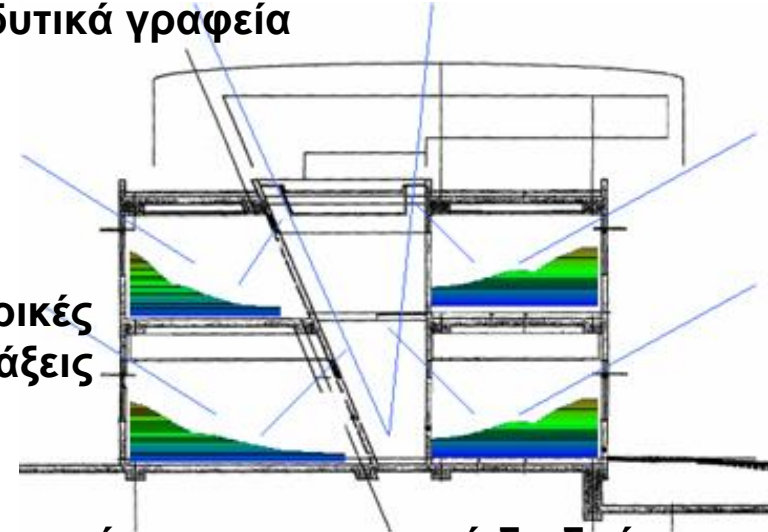
Αρχιτέκτονες: Δ+Λ Ποτηρόπουλος



- ❑ Ράφια φωτισμού σε συνδυασμό με εσωτερικές ανακλαστικές διατάξεις



- ❑ Κατακόρυφα ανοίγματα για άμεσο φωτισμό, στα ανατολικά και δυτικά γραφεία



- ❑ Άνοιγμα οροφής σε όλο το μήκος του κεντρικού διαδρόμου, με υαλοπίνακες κατάλληλων φωτομετρικών χαρακτηριστικών

- ❑ Οι στάθμες φωτισμού ικανοποιούν τα ποσοτικά κριτήρια
- ❑ Επιτυγχάνεται ομοιομορφία και προστασία από θάμβωση
- ❑ Οι χώροι μπορούν να φωτίζονται μόνο με φυσικό φως
- ❑ Εξοικονόμηση ενέργειας, ετησίως: 90%



ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΟΜΙΛΟΥ Α-Α HOLDINGS ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ

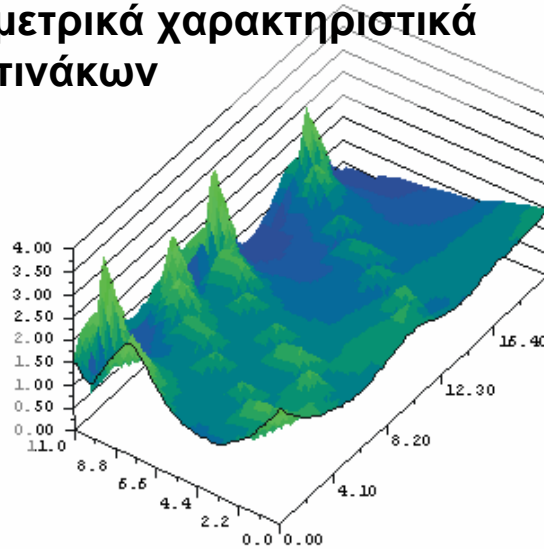
Αρχιτέκτονες: ΑΕΤΕΡ- Χ. Μπουγαδέλης & Συνεργάτες

Διπλοκέλυφη γυάλινη κατασκευή στη βόρεια & δυτική όψη

- υπολογισμοί στάθμης & ανάλυση κατανομής φωτισμού
- έλεγχος απόδοσης υαλοφράκτη, φωτομετρικά χαρακτηριστικά υαλοπινάκων

με:

- ειδικούς υαλοπίνακες (low-e)
- open plan διάταξη γραφείων
- εσωτερικοί ανακλαστήρες



- Οι στάθμες φωτισμού υπερβαίνουν τα ποσοτικά κριτήρια
- Προστασία από θάμβωση ($UR > 0.5$)
- Δυνατότητα λειτουργίας αποκλειστικά με φυσικό φως
- Εξοικονόμηση ενέργειας, ετησίως: $> 80\%$



ΝΕΟ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ – ‘ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ’

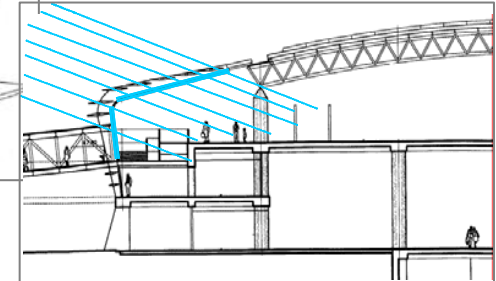
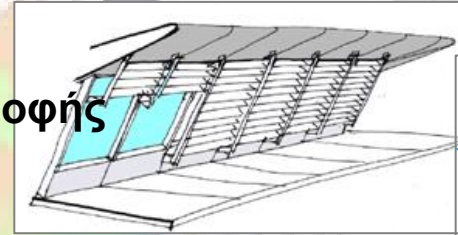
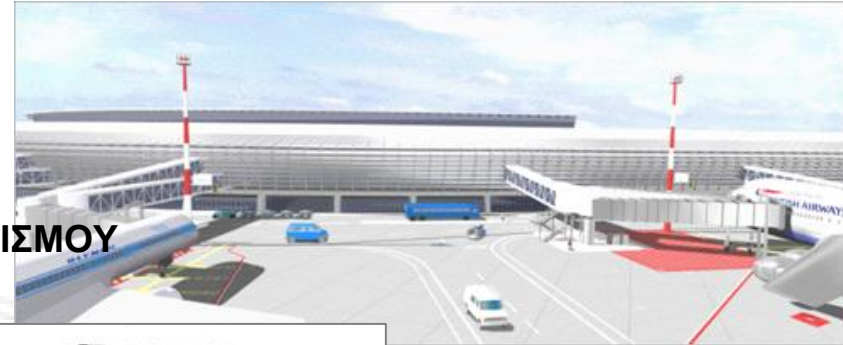
Αρχιτέκτονες: Γραφείο ΔΟΞΙΑΔΗ, ΕΑΤΜ, WML-Woods Bagot

- ❑ Εφαρμογή αρχών βιοκλιματικού σχεδιασμού
- ❑ Πλήρης ενεργειακή ανάλυση
- ❑ Λεπτομερής ανάλυση φυσικού φωτισμού



ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

- ❑ Κατακόρυφα
- ❑ Επικλινή
- ❑ Ανοίγματα οροφής
- ❑ Αίθριο



σε συνδυασμό με:

- ❑ Ειδικούς υαλοπίνακες
- ❑ Φωτοδιαπερατά κινητά σκίαστρα
- ❑ Εσωτερικές κινητές ανακλαστικές περσίδες



- ❑ Τα συστήματα εξασφαλίζουν οπτική άνεση – ποσοτικά και ποιοτικά
- ❑ Εξοικονόμηση ενέργειας, ετησίως: > 70%, για ημερήσια λειτουργία και 36% για 24/ωρη λειτουργία

